



Voyage à La Palma

■ Physique-Chimie : mouvements et interactions

- accélération
- 2^{ème} loi de Newton
- travail et énergie cinétique

■ Physique-Chimie : ondes et signaux

- ondes mécaniques
- ondes électromagnétiques

■ Physique-chimie : constitution de la matière

- Schéma de Lewis d'une molécule ou d'un ion.
- Théorie VSEPR.
- Électronégativité, liaison covalente polarisée.

La Palma est l'une des sept îles de l'archipel des Canaries situé au large des côtes sud marocaines. La Palma est surnommée « La Isla Bonita » en raison de ses paysages superbes et variés.

Nous allons au détour de cet exercice découvrir un moyen de transport pour accéder à cette île, puis nous intéresser aux dispositifs mis en place dans son aéroport pour finalement travailler sur certaines molécules présentes près du volcan Cumbre Vieja.

Partie 1 : voyage à bord du Benchijigua Express pour rallier Ténérife à La Palma.

DOCUMENT 1 : des informations au sujet du Benchijigua Express

Le Benchijigua express est un fast ferry catamaran utilisé principalement pour relier Ténérife et La Palma.



Crédit photo : Piotrus, [licence CC-BY-SA](#)

Voici ses caractéristiques générales :

- masse moyenne en charge estimée à 8000 tonnes
- vitesse maximale 38 nœuds
- vitesse de croisière 29 nœuds
- Longueur $L = 128$ m
- largeur $l = 31$ m
- puissance totale 36400 kW utilisée en vitesse de croisière
- navigation dans l'Océan Atlantique dont l'eau a une masse volumique $\rho = 1020 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

DOCUMENT 2 : zone des 300 m et navigation

La vitesse d'un bateau est limitée à 5 nœuds sur une bande de largeur 300 m appelée zone des 300m. Un nœud correspond à une vitesse de $1,852 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

**DOCUMENT 3 : tirant d'eau**

Le **tirant d'eau** h est la hauteur de la partie immergée du bateau qui varie en fonction de la charge transportée. Il correspond à la distance verticale entre la flottaison et le point le plus bas de la coque, généralement la quille. Le tirant d'eau h exprimé en mètres est directement lié au volume V_e d'eau déplacée. On admet que le tirant d'eau se calcule dans notre cas par la relation :

$$h = \frac{2V_e}{L \times l}$$

On assimilera le bateau à un point B. Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre. Le bateau est soumis à 4 actions mécaniques modélisées par des forces.

1. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur le *Benchijigua*. Préciser le sens et la direction de chacune d'elles.
2. La sortie du port de Ténérife se réalise sur une mer calme : quelles forces citées précédemment se compensent ?

On admet que le bateau, immobile au départ, atteint la vitesse de 5 nœuds en sortant de la « zone des 300 m », en mouvement rectiligne uniformément accéléré.

3. Préciser le sens et la direction de la force résultante qui s'exerce sur le bateau.
4. Calculer le travail de la force résultante supposée constante lors du départ en ligne droite de la « zone des 300m » en supposant la vitesse initiale du bateau nulle.
5. En déduire la valeur de cette force résultante lors de ce départ dans la zone des 300 mètres.
6. Calculer la valeur de l'accélération du bateau lors de ce départ.

L'expression de la distance parcourue x en fonction du temps t lors du départ est : $x(t) = 0,0055 \times t^2$

7. Au bout de combien de temps le bateau quitte-t-il la zone des 300 m ?
8. Donner l'expression de l'accélération en fonction du temps $a(t)$ et vérifier la cohérence avec le résultat de la question 6.

Le *Benchijigua* navigue après quelques minutes à sa vitesse de croisière moyenne en ligne droite.

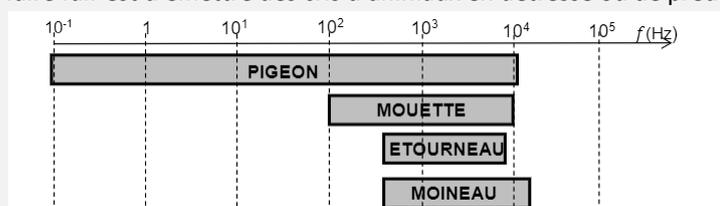
9. Calculer les valeurs des deux forces verticales citées à la question 1.
10. En déduire la valeur du tirant d'eau de ce bateau.
11. Confirmer ou infirmer à l'aide d'un raisonnement rigoureux l'affirmation suivante : « Le TGV qui a une vitesse de croisière de 300 km.h⁻¹ et une puissance motrice de 9MW, développe une force motrice environ 20 fois plus faible que le *Benchijigua* à sa vitesse de croisière ».

Partie 2 : arrivée à l'aéroport de La Palma

La Palma est équipée d'un aéroport international qui dessert entre autres de nombreuses villes européennes et permet donc l'arrivée des touristes sur cette ile.

DOCUMENT 4 : effaroucheur d'oiseaux

Un impact entre un avion et un oiseau peut causer de gros dégâts. C'est pour cela que les aéroports sont équipés d'effaroucheur d'oiseaux. Ce dispositif émet des sons dont la fréquence est comprise entre 300 Hz et 5kHz. Les oiseaux ont un spectre d'audition en fréquence qui dépend de leur espèce. Une des solutions pour les faire fuir est d'émettre des cris d'animaux en détresse ou de prédateurs.





12. Indiquer si les fréquences émises par le dispositif sont efficaces pour faire fuir tous les oiseaux mentionnés dans le document.
13. Les ondes sonores sont-elles des ondes mécaniques ou électromagnétiques ? Sont-elles longitudinales ou transversales ?
14. Indiquer si les ondes émises par l'effaroucheur sont audibles par l'oreille humaine.
15. La pie dont les sons émis ont une longueur d'onde comprise entre 0,17 m et 3,4 m peut-elle être éloignée grâce à l'effaroucheur ? Justifier à l'aide d'un calcul.
- Donnée :** célérité des ondes sonores dans l'air : $v_{son} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

DOCUMENT 6 : sécurité à l'aéroport de La Palma.

Le scanner corporel à ondes millimétriques est un dispositif qui permet d'inspecter les passagers et de détecter les objets interdits dissimulés sous les vêtements. Ce scanner utilise des « rayons T » dont la fréquence est de quelques TéraHertz (1 THz = 10^{12} Hz).

Les bagages sont inspectés à l'aide de rayons X dont la longueur d'onde est de de l'ordre du dixième de nanomètre.

16. À quel type d'ondes appartiennent les rayons X et les rayons T ?
17. Calculer la longueur d'onde associée à un rayonnement T de fréquence $f = 1,2 \text{ THz}$ utilisé à l'aéroport et en déduire pourquoi ce dispositif est souvent appelé « scanner à ondes millimétriques ».
18. Calculer la fréquence associée à un rayonnement X de longueur d'onde 0,50 nm utilisé à l'aéroport.
19. Quel est le rayonnement le plus énergétique ? Justifier la réponse.

Données :

- célérité des ondes électromagnétiques dans l'air : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Partie 3 : randonnée à La Palma non loin du volcan Cumbre Vieja

En 2021, à La Palma, le volcan Cumbre Vieja est entré en éruption effusive caractérisée par l'émission de laves fluides dont la majorité se répand à sa surface.

DOCUMENT 7 : silicium et volcanisme

La plupart des laves sont principalement composées de silice (SiO_2). Il en existe deux types : les laves basiques pauvres en silice et relativement fluides issues d'un volcan effusif et les laves acides riches en silice issues d'un volcan explosif.

Le tétrafluorure de silicium SiF_4 est fréquemment présent dans les fumerolles volcaniques.

20. Que peut-on dire de la quantité de silice dans le volcan canarien ? Justifier.
21. Établir les représentations de Lewis des atomes de Silicium Si, de fluor F et d'oxygène O.
22. Établir les représentations de Lewis des molécules de silice et de tétrafluorure de silicium.
23. Prévoir en les justifiant leurs géométries respectives.
24. Établir le caractère polaire ou apolaire de la silice.
25. Expliquer pourquoi la silice est peu soluble dans l'eau.
26. Le tétrafluorure de silicium a-t-il les mêmes propriétés ? Justifier.

Données

Élément	Si	F	O
Z	14	9	8
électronégativité	1,9	3,98	3,44