Corrigé – Brevet 2022 – sciences – Amérique du Nord

Exploration de la planète Mars, Préparer une population face à un risque de tsunami

Corrigé détaillé rédigé par Benjamin, professeur particulier – benprofparticulier.fr

Physique-chimie – Exploration de la planète Mars *(25 pts)*

Question 1. D'après le dessin, la vitesse de la sonde vaut 420 m/s au point B, puis 160 m/s, 105 m/s et enfin 89 m/s au point C. La vitesse diminue entre B et C : le mouvement de la sonde entre B et C est donc **ralenti** (les parachutes freinent la sonde).

Question 2. La relation qui permet de calculer l'énergie cinétique est :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

où **m** est la **masse** de la sonde (en kilogrammes, kg) et **v** sa **vitesse** (en mètres par seconde, m/s) ; l'énergie cinétique E_c s'exprime alors en joules (J).

Question 3. L'énergie cinétique dépend de la masse et de la vitesse. Entre B et C, la masse de la sonde ne change pas, mais sa vitesse diminue (de 420 m/s à 89 m/s). L'énergie cinétique de la sonde **diminue** donc du point B au point C.

Question 4. L'énergie potentielle de position dépend de l'altitude de la sonde : plus elle est haute, plus son énergie potentielle est grande. Entre A et B, la sonde descend (son altitude diminue, comme le montre le dessin). Son énergie potentielle **diminue** donc du point A au point B.

Question 5. En négligeant l'action de l'atmosphère, deux actions mécaniques s'exercent sur le rover immobile :

- l'**action de Mars sur le rover** (action à distance), modélisée par le **poids** du rover, vertical et vers le bas ;
- l'**action du sol martien sur le rover** (action de contact), modélisée par la réaction du sol, verticale et vers le haut.

Le rover étant immobile, ces deux actions se compensent : les deux forces ont la même valeur.

Question 6. Calcul de la valeur du poids du rover sur Mars. La masse ne dépend pas du lieu : sur Mars, m = 1050 kg. On utilise l'intensité de la pesanteur de Mars, $g_{Mars} = 3{,}72$ N/kg :

$$P = m \times g_{Mars} = 1050 \times 3{,}72 = 3906 \text{ N}$$

Le poids du rover sur Mars vaut donc **environ 3 900 N**. Avec l'échelle 1 cm pour 1000 N, la longueur du segment fléché est :

$$\ell = \frac{3906}{1000} \approx 3{,}9 \text{ cm}$$

Schéma à réaliser : un rectangle représentant le rover ; le poids est représenté par une flèche **verticale, orientée vers le bas**, partant du **centre du rectangle** (centre de gravité), de longueur **3,9 cm**. On peut aussi choisir la force exercée par le sol : même longueur (3,9 cm, puisque les deux forces se compensent), verticale, **vers le haut**, partant du milieu de la surface de contact entre le rover et le sol (bas du rectangle).

> ⚠ **Piège.** Le rover est sur Mars : il faut utiliser g = 3,72 N/kg et non celle de la Terre (9,81 N/kg). Avec la valeur terrestre, on trouverait environ 10 300 N, soit une flèche de 10,3 cm, ce qui est faux ici.

Question 7.

- Une molécule de dioxyde de carbone CO_2 contient **1 atome de carbone** (C) et **2 atomes d'oxygène** (O).
- Une molécule de dioxygène O_2 contient **2 atomes d'oxygène** (O).

Question 8. Un signal radio se propage à la vitesse de la lumière : $v = 3{,}00 \times 10^8$ m/s. La distance Terre-Mars le 18 février 2021 vaut :

$$d = 2{,}10 \times 10^8 \text{ km} = 2{,}10 \times 10^{11} \text{ m}$$

Durée du trajet du signal de Mars jusqu'à la Terre :

$$t = \frac{d}{v} = \frac{2{,}10 \times 10^{11}}{3{,}00 \times 10^8} = 700 \text{ s}$$

soit $700 \text{ s} = 11 \text{ min } 40 \text{ s}$, c'est-à-dire **environ 12 minutes**.

La phase d'atterrissage (de A à E) dure environ 7 minutes, soit $7 \times 60 = 420$ s. Or $700 \text{ s} > 420 \text{ s}$: le signal annonçant un événement survenu au tout début de la phase d'atterrissage (au point A) n'arrive sur Terre que 700 s plus tard, alors que le rover est déjà posé sur le sol depuis 280 s environ. De plus, un ordre envoyé en réponse depuis la Terre mettrait encore 700 s pour atteindre Mars (aller-retour de 1 400 s, soit plus de 23 minutes).

Conclusion : la Terre ne peut pas être informée à temps d'un événement inattendu, ni intervenir : l'atterrissage est terminé avant que le moindre signal ne soit reçu. C'est pourquoi la sonde doit atterrir de manière entièrement automatique.

> 💡 **Astuce.** Pense toujours à convertir les kilomètres en mètres avant d'utiliser une vitesse en m/s : $1 \text{ km} = 10^3$ m, donc $2{,}10 \times 10^8 \text{ km} = 2{,}10 \times 10^{11}$ m. Puis compare des durées exprimées dans la même unité (secondes).

Sciences de la vie et de la Terre – Préparer une population face à un risque de tsunami *(25 pts)*

Question 1. Je vois dans le document 1 qu'entre 1996 et 2011, de nombreux séismes de magnitude supérieure à 3 ont eu lieu autour de la Martinique, et que la plupart de leurs foyers se situent **en mer**, tout autour de l'île. Je sais grâce au document 3 qu'un tsunami se forme lorsqu'une grande masse d'eau est déplacée, en particulier « suite à un séisme », par soulèvement ou affaissement du fond océanique ; les vagues se propagent alors dans toutes les directions. J'en conclus que la Martinique, entourée de foyers de séismes sous-marins, est exposée à l'aléa tsunami ; comme ses côtes sont habitées (villes de Fort-de-France, Saint-Pierre, Le Vauclin…), c'est une **zone à risque** de tsunami.

Question 2. Comparaison. D'après le document 2, la **côte atlantique** (côte est et nord-est) est la plus exposée : le littoral nord, vers Basse-Pointe, a une exposition **très élevée** (vagues de plus de 6 m) et une grande partie de la côte est, vers Le Vauclin, une exposition **élevée** (vagues de plus de 3 m). La **côte caraïbe** (côte ouest) est moins exposée : autour de Saint-Pierre, l'exposition est **moyenne à élevée** (vagues de plus de 1,5 m), et dans la baie de Fort-de-France et au sud-ouest, elle est **moyenne** (vagues de plus de 1 m) ; seule la pointe nord-ouest a une exposition élevée.

Explication. Le document 1 montre que les foyers de séismes sont plus nombreux au large de la côte atlantique, au nord-est, à l'est et au sud-est de l'île, alors qu'ils sont rares au large de la côte caraïbe du sud (vers Fort-de-France et Sainte-Anne). Or, d'après le document 3, un tsunami naît du déplacement d'une masse d'eau par un séisme sous-marin, et plus le volume d'eau déplacé est grand, plus la distance parcourue et les dégâts sont importants. Les séismes, plus fréquents à l'est, produisent donc des vagues qui frappent d'abord et

directement la côte atlantique ; la côte caraïbe est en partie protégée par l'île elle-même. Cela explique que la côte atlantique soit plus exposée aux tsunamis que la côte caraïbe.

Question 3 (QCM de l'annexe).

3.1 Bonne réponse : **les ondes sismiques ne sont pas encore arrivées à la station BIM**. Le séisme a eu lieu à 0 h 43 min 17 s, avant le début de l'enregistrement représenté ; les ondes ont besoin d'un certain temps pour parcourir la distance entre le foyer et la station.

3.2 Bonne réponse : **0 h 43 min 54 s**. Sur le sismogramme, les premières oscillations apparaissent un peu après le repère 00:43:50, bien avant 00:44:00.

3.3 Bonne réponse : **25 minutes**. D'après le document 5, les ondes sismiques sont au moins 40 fois plus rapides que le tsunami : le tsunami mettrait donc au moins 40 fois plus de temps que les ondes sismiques pour parcourir la même distance, soit 40×37 s $= 1\,480$ s, c'est-à-dire environ 24,7 min, donc environ 25 minutes.

> ⚠ **Piège.** En 3.3, « 40 fois plus rapide » signifie « 40 fois plus de temps » pour le tsunami : il faut **multiplier** 37 s par 40, puis convertir en minutes ($1\,480 \div 60 \approx 24{,}7$ min).

Question 4a. Un **risque géologique** est la possibilité qu'un phénomène géologique dangereux (séisme, éruption volcanique, tsunami, glissement de terrain) — appelé **aléa** — se produise dans une zone où se trouvent des **enjeux** humains (populations, habitations, routes, activités économiques) et leur cause des dommages. On peut le résumer ainsi : **risque = aléa × enjeux**. Sans population ni biens exposés, il n'y a pas de risque.

Question 4b. Prévoir l'arrivée d'un tsunami. On ne peut pas prévoir la date d'un séisme, mais on peut détecter très vite qu'il s'est produit : les stations sismologiques comme la station BIM enregistrent les ondes sismiques quelques secondes après le séisme (37 s pour le séisme du 10 septembre 2021, document 4). Comme ces ondes se propagent au moins 40 fois plus vite que le tsunami (document 5), on dispose de plusieurs minutes (environ 25 minutes dans cet exemple) pour lancer l'alerte avant l'arrivée d'éventuelles vagues. La formation d'un tsunami est ensuite confirmée par des **bouées** en pleine mer qui mesurent la hauteur des vagues.

Préparer les populations. Le document 6 montre que l'on informe la population des bons comportements : être vigilant aux signes précurseurs (secousses violentes ou prolongées, comportement anormal de l'océan : bruit, retrait ou élévation de la mer) ; en cas d'alerte, rejoindre les hauteurs à pied et fuir le littoral, évacuer la zone de danger ; rester en sécurité sur un site refuge situé à plus de 10 mètres d'altitude ; libérer les lignes téléphoniques et attendre l'avis des autorités avant de redescendre. Des panneaux indiquent les itinéraires d'évacuation. Enfin, des **exercices** d'évacuation sont organisés, comme l'exercice CARIBE WAVE : en 2019, 220 enfants d'une école ont été évacués et ont trouvé refuge sur une hauteur à une centaine de mètres de l'école.

Ainsi, la surveillance sismique et les bouées permettent de donner l'alerte à temps, et l'information et les exercices apprennent à la population à réagir vite pour se protéger.

Conseils pour le jour J

L'épreuve dure 1 heure pour deux disciplines : consacre 30 minutes à chacune et n'oublie pas de rendre l'annexe (QCM de SVT) avec ta copie. En physique-chimie, la question 8 vaut 7 points à elle seule : pose clairement les données, convertis la distance en mètres, écris la formule $t = \frac{d}{v}$, fais le calcul avec l'unité, puis compare avec la durée de l'atterrissage convertie en secondes, et termine par une phrase de conclusion.

Lis bien les données : le tableau des intensités de pesanteur contient plusieurs planètes, et la masse donnée « sur Terre » est la même sur Mars. Pour le schéma de la question 6, utilise ta règle : une flèche de 3,9 cm, verticale, avec son point d'application.

En SVT, chaque réponse doit citer ce que tu vois dans les documents (valeurs de hauteur de vagues, heure lue sur le sismogramme) avant de l'expliquer avec tes connaissances. Pour la question 4b, organise ta réponse en deux temps : prévoir (détecter et alerter), puis préparer (consignes et exercices).

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).