

# BACCALAURÉAT BLANC

## DE PHYSIQUE-CHIMIE

– SÉRIE S –

Durée de l'épreuve : 3 h 30.  
Les calculatrices sont **AUTORISÉES**

Coefficient : 6

---

Ce sujet comporte 1 exercice de CHIMIE et 2 exercices de PHYSIQUE.

Vous utiliserez 1 copie par exercice.

*Le candidat doit traiter les trois exercices. La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*

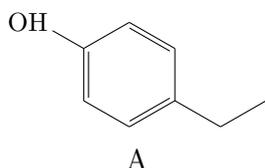
N° exercice	Titre	Points	Énoncé pages	Annexe en page
1	Vin et corrosion	6,5	2-7	15
2	Mission vers Mars	8,5	7-10	Aucune
3	Casque audio à réduction de bruit	5	11-14	Aucune

## Exercice n°1 – Vin et corrosion (6,5 points)

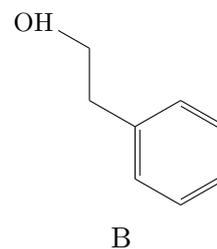
Les deux parties de cet exercice sont indépendantes et peuvent être faites dans l'ordre que vous souhaitez.

### Partie n°1 : Identification spectrale de molécules organiques

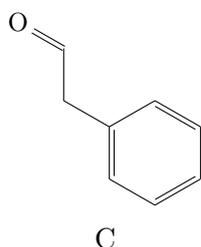
#### Document 1 : Odeurs, arômes, parfums



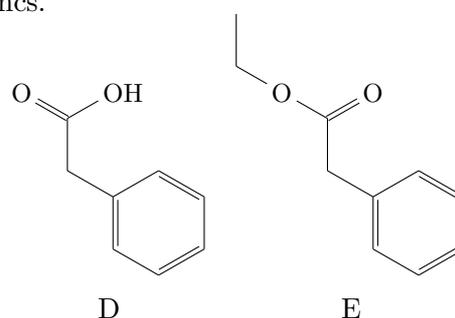
Le 4-éthylphénol **A** contribue à donner à certains vins une odeur désagréable, de sueur ou de cuir, détectable dès que sa teneur dépasse  $500 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ .



Le 2-phényléthanol **B** est naturellement présent dans les essences de rose, de géranium et dans certains vins blancs.



Le phényléthanal **C** a été mis en évidence dans des céréales, dans le chocolat et dans diverses fleurs. Des insectes l'utilisent pour communiquer.



L'acide phényléthanoïque **D** est un solide qui présente une odeur florale et sucrée ; l'un de ses dérivés le phényléthanoate d'éthyle **E** participe à l'arôme du miel.

#### Document 2 : Analyses spectrales

Les figures 1 et 2 donnent respectivement des extraits des spectres infrarouge des composés A et B. Le spectre du composé A a été obtenu à partir d'une solution diluée de A dans le tétrachlorométhane  $\text{CCl}_4$  alors que celui du composé B l'a été à partir d'un film de B pur à l'état liquide. Les figures 3 et 4 donnent les spectres de RMN des composés A et B.

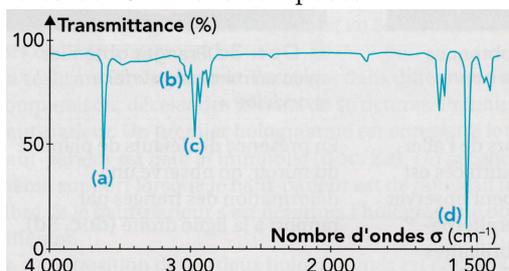


Figure 1

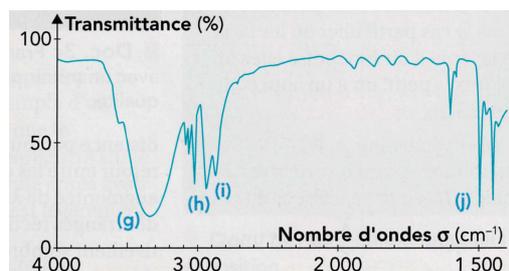


Figure 2

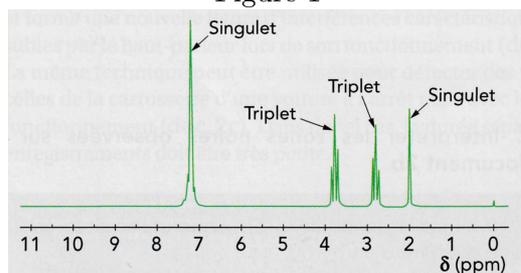


Figure 3

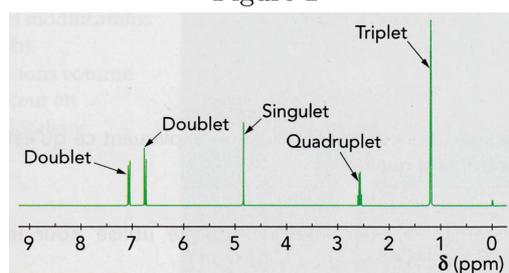


Figure 4

**Document 3 : Données**

Le vin est un mélange principalement constitué d'eau et d'éthanol

Tableau I : bandes d'absorption de quelques liaisons en infrarouge

Liaison	Nombre d'ondes $\sigma$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	Intensité	Liaison	Nombre d'ondes $\sigma$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	Intensité
O-H <sub>libre</sub>	3580-3650	F; fine	C=O <sub>ester</sub>	1700-1740	F
O-H <sub>lié</sub>	3200-3400	F; large	C=O <sub>aldéh. cétone</sub>	1650-1730	F
C <sub>tri</sub> -H	3000-3100	M	C=O <sub>acide</sub>	1680-1710	F
C <sub>tri</sub> -H <sub>aromat.</sub>	3030-3080	M	C=C <sub>aromat.</sub>	1450-1600	M
C <sub>tét</sub> -H	2800-3000	F	C <sub>tét</sub> -H	1415-1470	F

F : forte ; M : moyenne

Tableau II : déplacement chimique  $\delta$  (ppm) de quelques protons

Proton	$\delta$ (ppm)	Proton	$\delta$ (ppm)	Proton	$\delta$ (ppm)
CH <sub>3</sub> -C	0,9	Ar-H	7-9	C-CH <sub>2</sub> -O-CO	4,1
CH <sub>3</sub> -C-O	1,4	-CO-OH	8,5-13	C-CH <sub>2</sub> -CO-O	2,2
CH <sub>3</sub> -C-O-CO	1,3	R-OH	0,5-5,5	C-CH <sub>2</sub> -Ar	2,7
R-CO-H	9,9	Ar-OH	4,2-7,1	C-CH <sub>2</sub> -C	1,3
C-CH-Ar	3,0	C-CH <sub>2</sub> -O-H	3,6	C-CH <sub>2</sub> -C <sub>cycle</sub>	1,5

Ar désigne un composé avec un cycle aromatique comme le benzène  ou ses dérivés.

R désigne un radical alkyle et -CO- correspond au groupe C=O

- Déterminer les formules brutes de **A** et **B**. Conclure.
- A l'aide du *tableau I*, attribuer les bandes d'absorption, notées **a** et **g**, aux liaisons présentes dans les molécules de **A** et **B**.
- Les nombres d'ondes et la forme des signaux **a** et **g** sont différents. Expliquer pourquoi.
 

La dégustation d'un vin blanc conduit à envisager la présence de traces des composés **A** et **B**.
- Quelles sont les constituants majoritaires du vin ?
- Indiquer alors, pour quelle raison le spectre infrarouge de ce vin ne permettrait pas de vérifier la présence du composé **B** dans ce vin ?
- Représenter la formule semi-développée de **B**.
- En justifiant la réponse, trouver le spectre RMN correspondant au composé **B** (figure 3 ou 4) et mettre en correspondance les signaux du spectre avec la formule semi-développée de **B**.
 

**Remarque : Les hydrogènes du cycle aromatique du composé B sont considérés comme tous équivalents et n'ayant aucun voisin.**

**Partie n°2 : La corrosion des gouttières.**

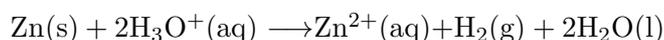
Document 1 : Les pluies acides

Les précipitations sont naturellement acides en raison du dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère. Par ailleurs, la combustion des matières fossiles (charbon, pétrole et gaz) produit du dioxyde de soufre et des oxydes d'azote qui s'associent à l'humidité de l'air pour libérer de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique. Ces acides sont ensuite transportés loin de leur source avant d'être précipités par les pluies, le brouillard, la neige ou sous forme de dépôts secs.

Très souvent, les pluies s'écoulant des toits sont recueillies par des gouttières métalliques, constituées de zinc.

Document 2 : Données

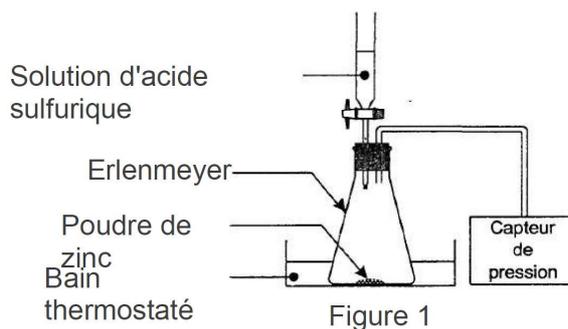
- Masse molaire atomique du zinc :  $M_{(Zn)} = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Loi des gaz parfaits :  $P \times V = n \times R \times T$  avec P la pression du gaz (en pascal Pa), V le volume occupé par le gaz (en  $\text{m}^3$ ), n la quantité de matière de gaz (en mol), R la constante universelle des gaz parfaits :  $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  et T la température absolue (en kelvin K)
- Le zinc est un métal qui réagit en milieu acide selon la réaction d'équation:

**1. Suivi cinétique de la transformation**

Document 3 : suivi cinétique de la réaction

Pour étudier cette transformation, considérée comme totale, on réalise l'expérience dont le schéma simplifié est représenté sur la figure 1.

À l'instant de date  $t = 0 \text{ s}$ , on verse rapidement, sur 0,50 g de poudre de zinc, 75,0 mL de solution d'acide sulfurique de concentration en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  égale à  $0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . La pression mesurée à cet instant par le capteur est  $P_i = 1020 \text{ hPa}$ . La formation de dihydrogène crée une surpression qui s'additionne à la pression de l'air initialement présent. Les valeurs de la pression, mesurée à différentes dates par le capteur de pression, reportées dans le tableau ci-après :



t(min)	0	1,0	3,0	5,0	7,0	9,0	11,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0
P(hPa)	1020	1030	1060	1082	1101	1120	1138	1172	1215	1259	1296	1335
t(min)	45,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	110	140	160	190	240	300
P(hPa)	1413	1452	1513	1565	1608	1641	1697	1744	1749	1757	1757	1757

- 1.1. Déterminer les quantités de matières initiales de zinc et d'ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  introduits dans l'erlenmeyer.
- 1.2. Compléter le tableau d'avancement de l'annexe à l'aide d'expressions littérales puis montrer que la quantité de matière maximale de dihydrogène formé est  $n_{(\text{H}_2)_{\text{max}}} = 7,6 \text{ mmol}$ . (**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**).

**1.3.** On considère que le dihydrogène libéré par la réaction est un gaz parfait. À chaque instant la surpression  $(P - P_i)$  est proportionnelle à la quantité  $n_{(H_2)}$  de dihydrogène formé et inversement proportionnelle au volume  $V_{gaz}$  de gaz contenu dans l'erlenmeyer :  $(P - P_i) \times V_{gaz} = n_{(H_2)} \times R \times T$ , où  $P_i$  représente la pression mesurée à la date  $t = 0$  s,  $P$  la pression mesurée par le capteur et  $T$  la température du milieu (maintenue constante pendant l'expérience).

**1.3.1.** On note  $P_{max}$  la pression mesurée à l'état final. Écrire la relation donnant la quantité de matière maximale de dihydrogène  $n_{(H_2)max}$  en fonction de  $P_{max}$ ,  $P_i$ ,  $V_{gaz}$ ,  $R$  et  $T$ .

**1.3.2.** En déduire la relation donnant  $n_{(H_2)}$  :  $n_{(H_2)} = n_{(H_2)max} \times \left( \frac{(P - P_i)}{(P_{max} - P_i)} \right)$

La courbe donnant l'évolution de la quantité de matière de dihydrogène  $n_{(H_2)}$  en fonction du temps est représentée sur la figure 2 en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**.

**1.3.3.** Vérifier à l'aide de la courbe la valeur de  $n_{(H_2)max}$  trouvée au 1.2.

**1.3.4.** A l'aide du tableau des résultats, déterminer la valeur de  $n_{(H_2)}$  à la date  $t = 50,0$  min. Vérifier cette valeur sur la courbe.

## 2. Facteurs cinétiques

Document 4 : Influence de la concentration en ions oxonium

On reprend le montage précédent (figure 1 du document 3) et on réalise les trois expériences suivantes :

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
Température	25 °C	25 °C	25 °C
Masse initiale de zinc	0,50 g	0,50g	0,50 g
Forme du zinc	poudre	poudre	poudre
Volume de la solution d'acide sulfurique versée	75 mL	75 mL	75 mL
Concentration initiale en ions oxonium	0,50 mol.L <sup>-1</sup>	0,25 mol.L <sup>-1</sup>	0,40 mol.L <sup>-1</sup>

Pour chacune des expériences 1, 2 et 3, on a tracé sur la figure 3 ci-dessous les trois courbes (a), (b) et (c) représentant la quantité de matière de dihydrogène  $n_{(H_2)}$  de la réaction lors des 50 premières minutes.

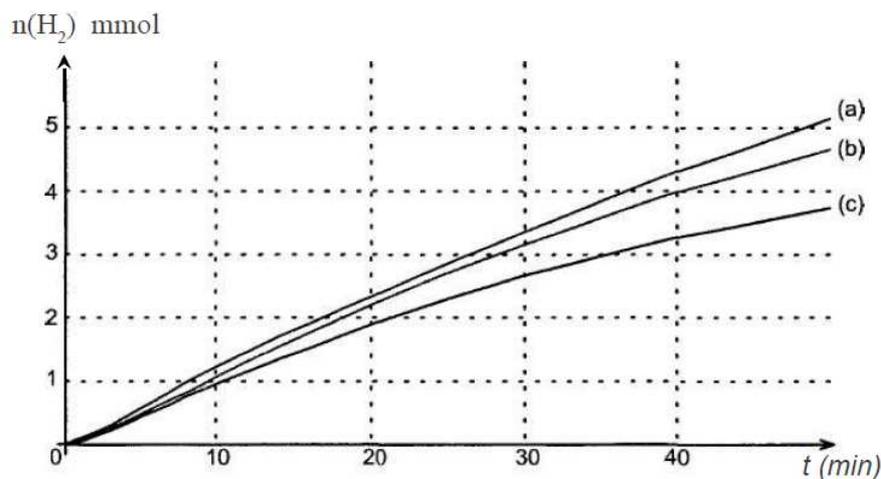


Figure 3

**2.1.** Associer à chacune des courbes de la figure 3 le numéro de l'expérience 1, 2 ou 3 correspondante. Justifier.

Document 5 : Influence de la forme du zinc (division et état de surface)

On reprend le montage de la figure 1 et on réalise trois nouvelles expériences :

- avec de la poudre de zinc ;
- avec de la grenaille de zinc récemment fabriquée ;
- avec de la grenaille de zinc de fabrication ancienne.

	Expérience 4	Expérience 5	Expérience 6
Température	25 °C	25 °C	25 °C
Masse initiale de zinc	0,50 g	0,50 g	0,50 g
Forme du zinc	poudre	grenaille	grenaille de zinc de fabrication ancienne recouverte d'une couche de carbonate de zinc
Volume de la solution d'acide sulfurique versé	75 mL	75 mL	75 mL
Concentration initiale en ions oxonium	0,50 mol.L <sup>-1</sup>	0,50 mol.L <sup>-1</sup>	0,50 mol.L <sup>-1</sup>

On trace les courbes  $n_{(H_2)} = f(t)$  pour les trois expériences et on obtient la figure 4.

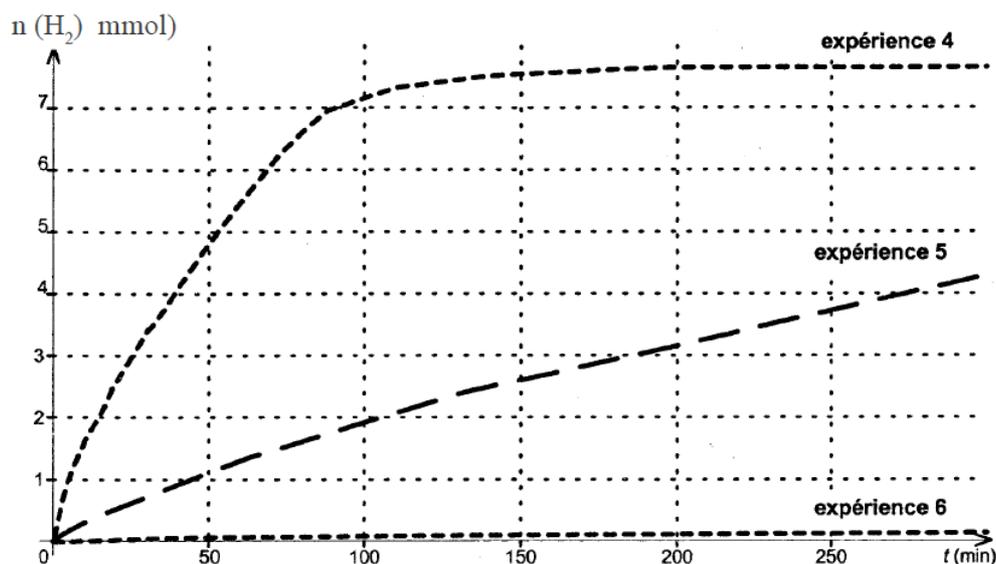


Figure 4

**2.2.** A partir des courbes obtenues lors des expériences 4 et 5, indiquer quelle est l'influence de la surface du zinc en contact avec la solution sur la durée de la réaction.

**2.3.** En milieu humide, le zinc se couvre d'une mince couche de carbonate de zinc qui lui donne un aspect patiné. À partir des courbes obtenues, indiquer quelle est l'influence de cette couche de carbonate de zinc sur la durée de la réaction.

## Exercice n°2 – Mission vers Mars (8,5 points)

*Les deux parties de cet exercice sont indépendantes.*

L'exploration de la planète Mars présente indéniablement un intérêt scientifique : la planète rouge permet de comprendre le passé, le présent et peut-être le futur de la planète Terre. De plus, sa relative proximité en fait une cible idéale pour d'éventuelles missions habitées. Récemment, des images prises par les orbiteurs, comme la sonde Mars Express, montrent de grands canaux asséchés, ce qui peut démontrer la présence passée d'eau liquide sur Mars. Le rover Curiosity arpente actuellement sa surface pour essayer de mettre en évidence des traces de vies, actuelles ou passées.

Depuis les débuts de la conquête spatiale dans les années 1960, plus de 38 sondes ont été envoyées.

### Partie A : Mars Express.

Mars Express est une sonde spatiale de l'Agence spatiale européenne (ESA) lancée le 2 juin 2003 pour étudier la planète Mars. Il s'agit de la première mission d'exploration d'une autre planète du système solaire lancée par l'Agence européenne.

La sonde possède une orbite polaire autour de Mars avec une inclinaison de  $86^\circ$ , un périégée de 298 km et un apogée 10 107 km. Sur l'orbite choisie la sonde effectue un passage proche de Mars en longeant la surface d'un pôle à l'autre durant lequel elle fait fonctionner ses instruments scientifiques puis elle s'éloigne de Mars. Après avoir tourné son antenne vers la Terre, elle envoie les données recueillies.

Mars Express est actuellement la seule sonde en orbite autour de Mars capable de réaliser des survols proches de Phobos. Cette sonde en a réalisé des photographies en haute résolution et a pu en déterminer la masse en évaluant la déviation de trajectoire lors de passages à proximité de Phobos.

#### Document 1 : Mars, Phobos et Déimos.

Phobos est le plus grand des deux satellites de Mars, l'autre étant Déimos. Les noms de ces deux satellites proviennent de Phobos (peur en grec) et Déimos (terreur), les deux jumeaux que le dieu Mars eut de la déesse Vénus. Phobos est un bloc de rocher allongé creusé de cratères. Son diamètre maximum ne dépasse pas 25 km. Il orbite à une altitude si faible qu'il se lève et se couche deux fois par jour martien. Déimos est trois fois plus éloigné de Mars et encore plus petit que Phobos : son diamètre n'excède pas 6 km.

#### Données sur Mars :

- période de rotation sidérale :  $T_M = 24 \text{ h}37 \text{ min}$ .
- rayon martien :  $R_M = 3,4 \times 10^3 \text{ km}$
- masse de Mars notée  $M_M$

#### Données sur Phobos :

- période de révolution de Phobos autour de Mars :  $T_P = 7 \text{ h}39 \text{ min}14 \text{ s}$ .
- de l'orbite de Phobos autour du centre de Mars :  $R_P = 9,4 \times 10^3 \text{ km}$

#### Constante de gravitation universelle :

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

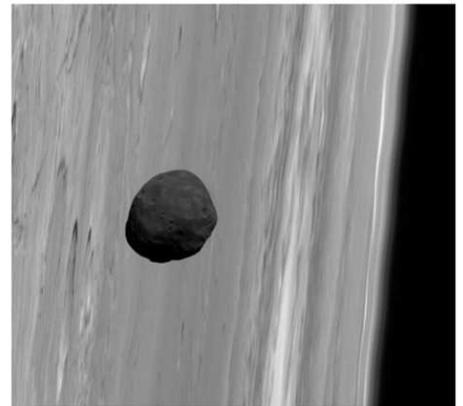


FIGURE 1 – La Lune martienne Phobos vue par Mars Express.

### 1. Masse de Mars

Le référentiel marsocentrique, lié à des axes issus du centre de Mars et dirigés vers des étoiles fixes

est considéré galiléen. L'étude du mouvement de Phobos est effectuée dans ce référentiel. On ne tient compte que de l'influence gravitationnelle de Mars.

1.1. Représenter sur un schéma :

- la planète Mars (**M**) et son satellite Phobos (**P**) considéré ponctuel,
- un vecteur unitaire  $\vec{u}$  orienté du satellite Phobos (P) vers Mars (M)
- et la force d'interaction gravitationnelle exercée par Mars sur Phobos.

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

1.2. A partir de la deuxième loi de Kepler, montrer que dans l'approximation d'une trajectoire circulaire, le mouvement de Phobos est uniforme.

1.3. En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'expression littérale de sa vitesse  $v$  sur son orbite en fonction des grandeurs  $M_M$ ,  $R_P$  et  $G$ .

1.4. Montrer que la période de révolution  $T_P$  de Phobos peut s'exprimer sous la forme :

$$T_P = 2\pi \sqrt{\frac{R_P^3}{G \times M_M}}.$$

1.5. Calculer la masse de la planète Mars.

## 2. Phobos et Déimos

2.1. La période de révolution de Phobos autour de Mars est-elle plus grande ou plus petite que celle de Déimos ? Justifier.

2.2. Quel phénomène physique a permis à Mars Express de déterminer la masse de Phobos ?

## Partie B : La nouvelle façon de se poser sur Mars de la sonde Curiosity

### Document 2 : La robot Curiosity.

« Arrivé sur Mars le 6 août 2012, Curiosity, robot mobile (rover) de la NASA n'a pour le moment pas révolutionné notre connaissance de cette planète. Pourtant, l'agence spatiale américaine considère déjà la mission comme un immense succès. Pourquoi ? Parce qu'elle a réussi à faire atterrir sans encombre le plus gros rover de l'histoire de l'exploration martienne : longueur = 3 m ; largeur = 2,7 m ; hauteur = 2,2 m ; masse = 900 kg. Et qu'elle a ainsi démontré l'efficacité d'une nouvelle technique d'atterrissage automatique extraterrestre. Cette technique audacieuse a mis en œuvre une « grue volante » pour déposer tout en douceur le robot au bout de trois filins. [...]

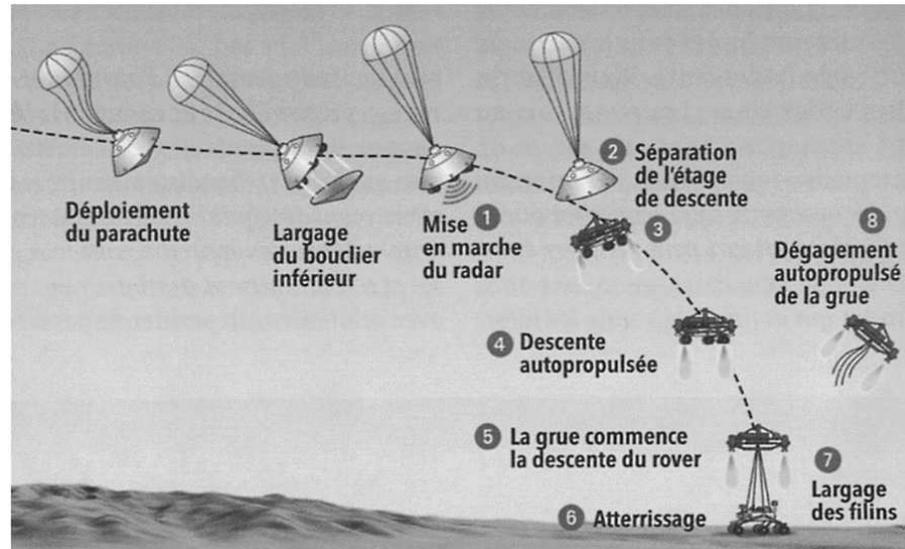
Faire atterrir une sonde sur Mars est un exercice périlleux, comme l'ont prouvé les échecs de plusieurs missions. La dernière en date fût Beagle 2, qui s'est écrasée au sol en 2003.

La principale difficulté vient du fait que l'atmosphère martienne est très ténue : moins de 1% de la pression de l'atmosphère terrestre. Résultat, l'utilisation d'un bouclier thermique, qui tire parti de la friction sur les couches atmosphériques, puis d'un parachute de très grande taille, comme on le fait pour le retour d'engins sur Terre, ne suffit pas pour freiner l'engin. Il faut faire appel à un autre dispositif pour le ralentir encore un peu plus et le poser sans danger.[...]

Dans la tête des ingénieurs de la NASA a émergé alors une [nouvelle] idée. Elle était inspirée par les hélicoptères de l'armée américaine baptisés « grue volante », capables de transporter et de déposer au sol des charges de plusieurs tonnes à l'extrémité d'un filin. Dans la version spatiale de cette grue volante, c'est un étage de descente propulsé par huit rétrofusées qui joue le rôle de l'hélicoptère ».



FIGURE 2 – La « grue volante ».

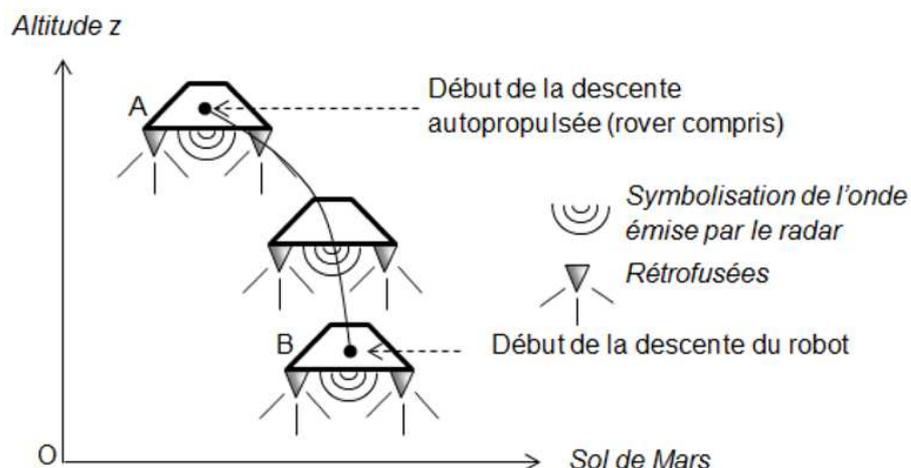
**Document 3 : Les principales étapes de l'atterrissage de Curiosity sur Mars.**

Après sa descente sous un parachute, la capsule allume son radar pour contrôler sa vitesse et son altitude (1). À 2 kilomètres d'altitude et à une vitesse de 100 mètres par seconde, l'étage de descente, auquel est rattaché le rover, se sépare de la capsule (2) et allume ses 8 moteurs fusées (3) pour ralentir jusqu'à faire du « quasi-surplace » (4).

À 20 mètres du sol, l'étage de descente a une vitesse de 75 centimètres par seconde seulement, il commence alors à descendre le robot au bout de trois filins de 7,50 mètres (5). L'engin dépose Curiosity en douceur (6). Les filins sont coupés, ainsi que le « cordon ombilical » qui permettait à l'ordinateur de bord du rover de contrôler la manœuvre (7). L'étage de descente augmente alors la poussée de ses moteurs pour aller s'écraser à 150 mètres du lieu d'atterrissage (8).

**Document 4 : Quelques données.**

- Champ de pesanteur au voisinage de la surface de Mars :  $g=3,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .
- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**3. La descente autopropulsée****Document 5 : la descente autopropulsée.**

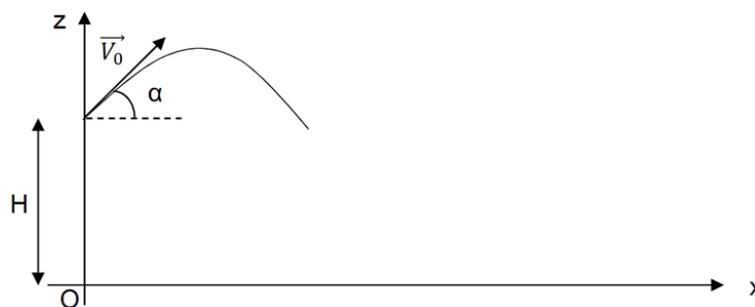
On admet que la masse  $m$  de l'étage de descente (rover compris) reste à peu près constante lors de la descente et vaut environ  $2,0 \times 10^3 \text{ kg}$ , et que le champ de pesanteur martien  $\vec{g}$  est uniforme durant cette phase.

- 3.1.** Établir l'expression du travail du poids  $W(\vec{P})$  de l'étage de descente, lors de son déplacement du point A au point B définis sur le document 5 en fonction notamment des altitudes  $z_A$  et  $z_B$ , respectivement du point A et du point B.
- 3.2.** Déterminer la valeur du travail du poids entre A et B et commenter son signe.
- 3.3.** Évolution de l'énergie mécanique de l'étage de descente.
- 3.3.1.** Déterminer la valeur de l'énergie mécanique  $E_m$  de l'étage de descente au point A et au point B.
- 3.3.2.** L'énergie mécanique de l'étage de descente évolue-t-elle au cours du mouvement entre les points A et B? Interpréter qualitativement ce résultat.
- 4.** Les secondes les plus longues de la mission.  
À partir des données des documents 2 et 3 et en faisant différentes hypothèses, estimer la durée  $\Delta t$  de la phase de descente du robot entre le moment où la grue commence à le descendre et son atterrissage sur le sol martien.  
*Toute initiative prise pour résoudre cette question, ainsi que la qualité de la rédaction explicitant la démarche suivie seront valorisées.*
- 5.** Dégagement autopropulsé de l'étage de descente désolidarisé du rover.  
Une fois le rover déposé, la poussée des moteurs augmente et propulse verticalement l'étage de descente jusqu'à une altitude de 50 m au-dessus du sol martien. L'étage s'incline alors d'un angle de  $45^\circ$  par rapport à l'horizontal et les moteurs se coupent.
- 5.1.** À partir du moment où les moteurs se coupent, l'étage de descente a un mouvement de chute libre. Justifier.
- 5.2.** À l'aide des informations données sur l'équation de la trajectoire d'un mouvement de chute libre, déterminer la valeur de la vitesse initiale  $V_0$  minimale permettant d'écarter l'étage de descente d'au moins 150 m du lieu d'atterrissage du rover.

**Document 6**

Dans un champ de pesanteur uniforme, l'équation de la trajectoire d'un mouvement de chute libre avec vitesse et altitude initiales s'écrit :

$$z(x) = -\frac{g \times x^2}{2V_0^2 \times \cos^2\alpha} + x \times \tan\alpha + H$$



### Exercice n°3 – Casque audio à réduction de bruit (5 points)

Une enquête réalisée en 2010 a révélé que les jeunes de 12 à 25 ans passent en moyenne 1h38 par jour à écouter leur baladeur numérique. Dans les transports en commun notamment, nombreux sont ceux qui s'isolent de l'environnement sonore extérieur en écoutant de la musique. Les casques audio offrent tous une réduction dite « passive » des bruits ambiants en isolant le système auditif par la seule application des oreillettes. Mais il existe aujourd'hui des casques audio qui présentent, en plus de la réduction passive, un dispositif dit « actif » qui tend à supprimer les bruits résiduels à l'intérieur des oreillettes. L'exercice traite de ces dispositifs.

**Document 1 : Extrait de la notice d'un casque audio à réduction de bruit.** La technologie consiste à placer un micro miniature, dans chaque oreillette, destiné à capter le bruit ambiant (trafic, installations de ventilation, climatiseur, etc.) et à le supprimer par un signal anti-bruit adapté.

Caractéristiques techniques\*

<b>Transducteur</b>	<b>40 mm, en fonction réduction de bruit active</b>
<b>Réponse en fréquence</b>	<b>10 – 25 000 Hz</b>
<b>Fonction réduction de bruit Active QuietPoint®</b>	<b>jusqu'à 20 dB</b>
<b>Sensibilité</b>	<b>109 dB</b>
<b>Impédance</b>	<b>300 ohms</b>
<b>Puissance d'entrée maximale</b>	<b>500 mW</b>

\* Caractéristiques mesurées avec le casque d'écoute en mode actif. Les caractéristiques techniques données sous réserve de modifications sans préavis.

Un interrupteur disposé sur l'oreillette gauche permet d'allumer ou d'éteindre le dispositif actif.

1. Caractéristiques du casque et oreille humaine.

La « réponse en fréquence » du casque est-elle adaptée à l'audition humaine ?

2. Efficacité du dispositif de réduction de bruit.

Le dispositif expérimental représenté ci-contre est mis en place.

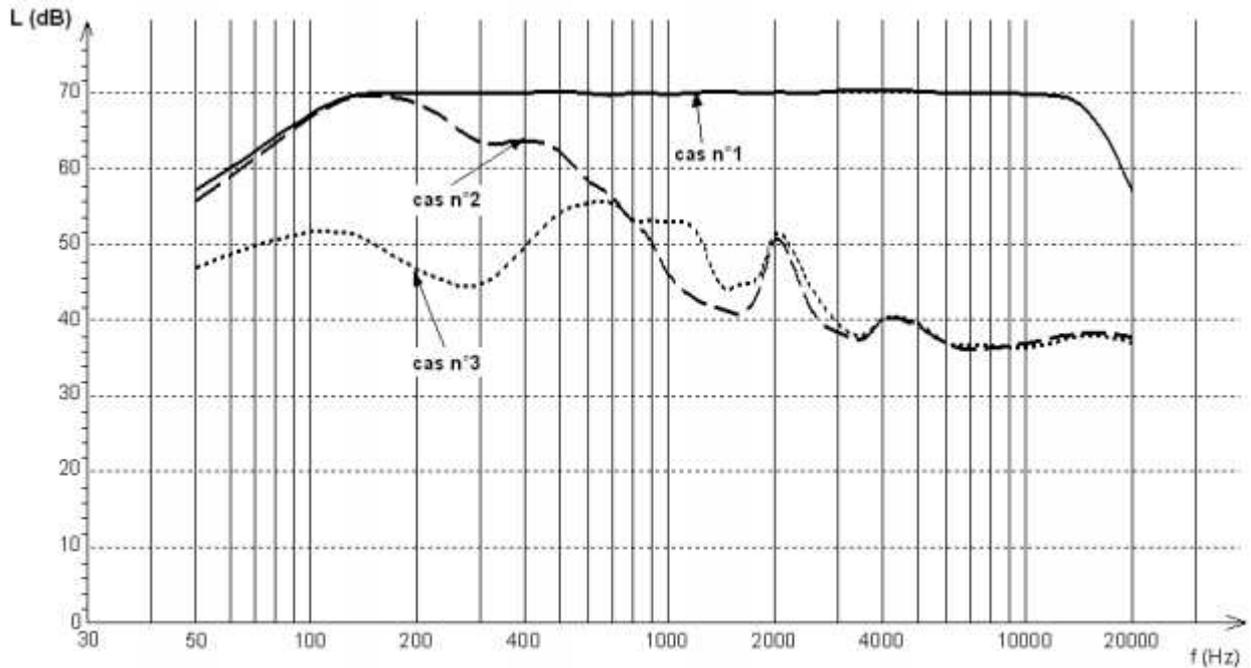
Une enceinte acoustique émet un signal sonore de fréquence  $f$  et d'intensité  $I$  toutes deux réglables.

Le capteur d'un premier sonomètre est placé entre les deux oreillettes du casque. Les oreillettes sont en outre maintenues l'une contre l'autre de manière à enfermer le mieux possible le capteur. Ce sonomètre mesure ainsi le niveau d'intensité sonore  $L$  entre les oreillettes. Casque et sonomètre sont placés face à l'enceinte. Un deuxième sonomètre mesure le niveau d'intensité sonore à proximité immédiate du casque.



Les niveaux d'intensité sonore mesurés en fonction de la fréquence sont représentés ci-dessous :

- niveau d'intensité sonore ambiant à proximité immédiate du casque (cas n°1) ;
- niveau d'intensité sonore entre les oreillettes lorsque le dispositif actif est éteint et que les oreillettes interviennent seules (cas n°2) ;
- niveau d'intensité sonore entre les oreillettes lorsque le dispositif actif fonctionne (cas n°3).



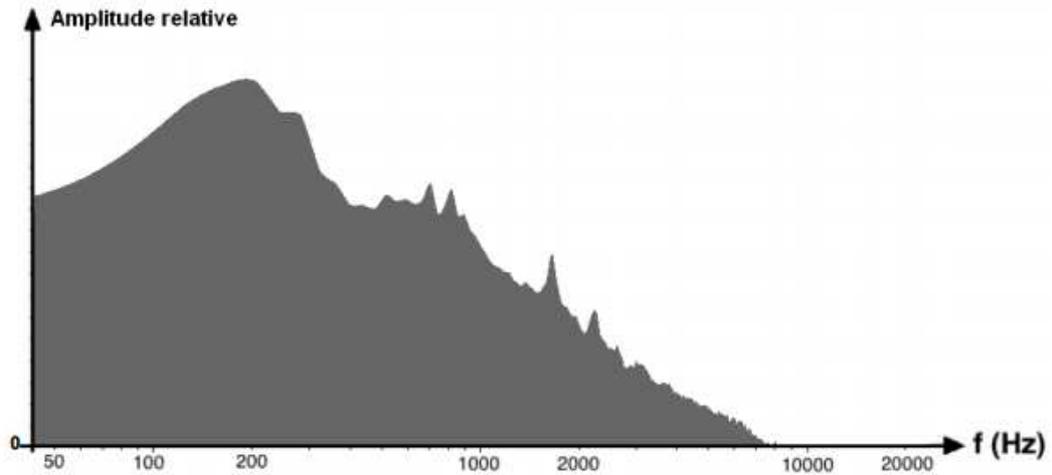
**2.1.** Identifier approximativement les domaines de fréquence pour lesquels :

- seules les oreillettes sont efficaces pour la réduction de bruit ambiant ;
- seul le dispositif actif est efficace pour la réduction du bruit ambiant ;
- les deux dispositifs participent à la réduction du bruit ambiant.

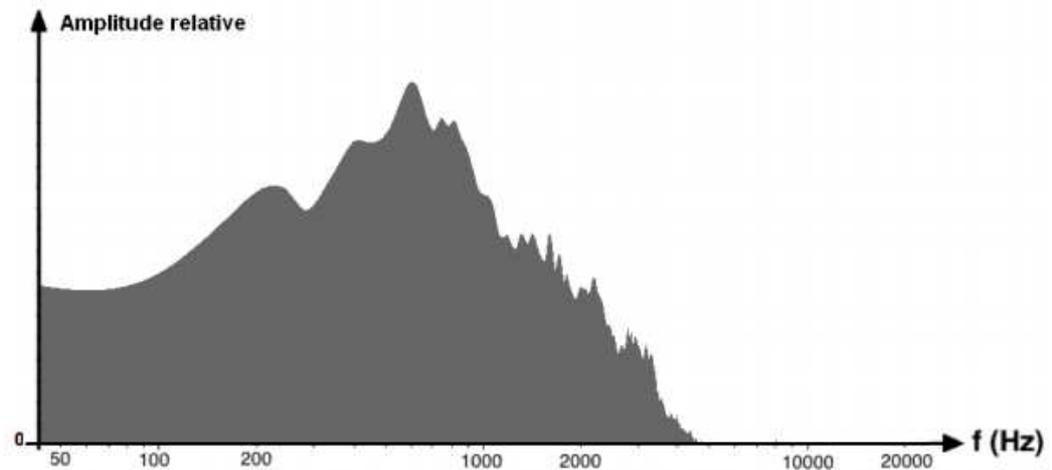
**2.2.** Concernant la réduction de bruit, les mesures ayant permis la construction graphique ci-dessus sont-elles conformes à la performance annoncée dans l'extrait de la notice présente dans le document n°1 ? Justifier.

Le casque à réduction de bruit est ensuite testé dans deux environnements sonores différents ; à l'intérieur d'un train Corail et dans une pièce où deux personnes discutent. Les deux environnements sonores ont par ailleurs été enregistrés et les documents 2 et 3 présentent les spectres associés. Ces sons n'étant pas périodiques mais particulièrement complexes, leurs spectres ne sont pas des spectres de raies comme celui d'une note jouée par un instrument de musique mais des spectres continus. L'amplitude relative en ordonnée montre la contribution de chaque fréquence émise au niveau d'intensité sonore global.

Document 2 : Spectre de l'environnement sonore dans un train Corail.



Document 3 : Spectre de l'environnement sonore créé par une discussion dans une pièce.



2.3. Exploiter l'ensemble des trois graphes afin de prévoir dans lequel des deux environnements sonores le dispositif actif est susceptible d'intervenir le plus efficacement. Justifier.

### 3. Simulation du dispositif actif.

D'après la notice, la réduction active du bruit consiste à émettre un signal dit « anti-bruit ».

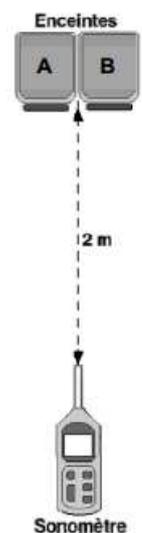
Le dispositif expérimental représenté ci-contre est mis en place.

Le bruit est modélisé par une onde sonore sinusoïdale de fréquence  $f_B = 132$  Hz émise par l'enceinte acoustique B.

Le signal anti-bruit est modélisé par une onde sonore sinusoïdale de fréquence  $f_A$  émise par une deuxième enceinte acoustique A accolée à la première.

Un logiciel contrôle la fréquence et l'intensité de chaque signal ainsi que le déphasage entre les signaux. À une distance de deux mètres face aux enceintes, le niveau d'intensité sonore du son émis par chaque enceinte, seule, est systématiquement ajusté à  $L_A = L_B = 50$  dB.

Ce dispositif permet ainsi de mesurer l'influence de la fréquence de chaque signal et du déphasage entre les signaux sur le niveau d'intensité sonore  $L$  face aux deux enceintes à une distance de deux mètres. Les résultats de trois expériences sont regroupés dans le document 4 ci-après.



**Document 4 : Résultats des expériences.**

<b>Expérience</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Fréquence $f_B$ (Hz)	132	132	132
Fréquence $f_A$ (Hz)	198	132	132
Déphasage à l'émission des signaux produits par les enceintes A et B		en phase	en opposition de phase
L (dB)	$53 \pm 1$	$56 \pm 1$	$44 \pm 1$
Remarque : Les incertitudes affichées dans ce document sont associées à des niveaux de confiance de 95%.			

- 3.1.** Les intervalles de confiance associés aux mesures des niveaux d'intensité sonores lors des expériences 1, 2 et 3 permettent-ils de conclure que les valeurs mesurées sont significativement différentes ? Justifier.
- 3.2.** On note I l'intensité sonore associée au niveau d'intensité sonore L. Pour quelle expérience l'intensité I du son est-elle la somme des intensités des sons issus de chaque enceinte prise séparément ? On justifiera la réponse par un calcul.
- 3.3.** Comme les ondes électromagnétiques, les ondes sonores peuvent donner lieu aux phénomènes de réflexion, réfraction, diffraction, interférences, etc.
- 3.3.1.** Par comparaison avec les propriétés des ondes électromagnétiques monochromatiques, indiquer quel phénomène physique est responsable de la variation du niveau d'intensité sonore observée d'une expérience à l'autre dans le document 4. On apportera les précisions nécessaires permettant de justifier l'évolution du niveau d'intensité sonore.
- 3.3.2.** Quelle expérience modélise le dispositif actif de réduction de bruit ? Justifier votre réponse.

ANNEXE – Vin et corrosion (A rendre avec la copie)
--

Partie 2

## Question 1.2

Équation de la réaction : $\text{Zn(s)} + 2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$						
État du système	avancement	n(Zn)	n(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )	n(Zn <sup>2+</sup> )	n(H <sub>2</sub> )	n(H <sub>2</sub> O)
État initial	0	n(Zn) <sub>(i)</sub>	n(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ) <sub>(i)</sub>	0	0	EXCÈS
Au cours de la transformation	<i>x</i>					EXCÈS
État final	<i>x<sub>max</sub></i>					EXCÈS

Questions 1.3.3. et 1.3.4.

