

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2022

CORRIGÉ

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Partie 1

Cette partie comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7

SCIENCES PHYSIQUES

Partie 2

Cette partie comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6

Partie 1 : Sciences de l'ingénieur

Robot d'assistance opérationnelle Colossus



CORRIGÉ

| | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Sous-partie 1 | Q1.1 | Q1.2 | Q1.3 | Q1.4 | Q1.5 | Q1.6 | | Total |
| | 1,5 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | 10 |
| Sous-partie 2A | Q1.7 | Q1.8 | Q1.9 | Q1.10 | Q1.11 | Q1.12 | Q1.13 | Total |
| | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 10 |
| Sous-partie 2B | Q1.14 | Q1.15 | Q1.16 | Q1.17 | Q1.18 | Q1.19 | Q1.20 | Total |
| | 0,75 | 2 | 1,5 | 0,75 | 1,5 | 2 | 1,5 | 10 |

Sous-partie 1 - obligatoire

Question 1.1 /1,5

Tenir à distance de sécurité le pilote
Commande / pilotage à distance des options (canon à eau, tourelle vidéo)
Pilotage du robot à distance de sécurité pour le pilote
Acquisition d'informations environnementales à distance
Visualisation de vidéos pour le pilotage
Visualisation de vidéos pour voir le sinistre

...

Question 1.2 /2

$1024 \times 768 = 786\,432$ pixels
3 octets par pixel soit $2\,359\,296$ octets soit 2304 ko (1 ko = 1024 octets)
Compression 20:1 et 25 images par seconde :
 $25 \times 2304 \times 1/20 = 2880$ ko·s⁻¹
Soit $2,8125$ Mo·s⁻¹ (1 Mo = 1024 ko)
Le flux nécessaire à la transmission de la vidéo reste inférieur aux 3 Mo·s⁻¹.
Le flux vidéo respecte donc la valeur maximale possible.

Question 1.3 /2

Pour la fréquence de 2450 MHz à 500 m :

Pertes propagation = $32,45 + 20 \log [2450] + 20 \log [0,5]$

Pertes propagation = $94,2$ dB

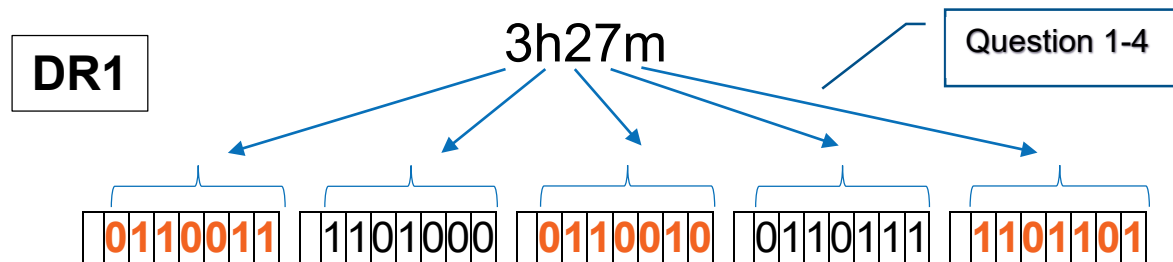
Pour la fréquence de 5200 MHz à 500 m :

Pertes propagation = $32,45 + 20 \log [5200] + 20 \log [0,5]$

Pertes propagation = $100,7$ dB

La transmission reste de bonne qualité à distance maximale de pilotage car l'atténuation reste inférieure à 120 dB pour les deux fréquences possibles.

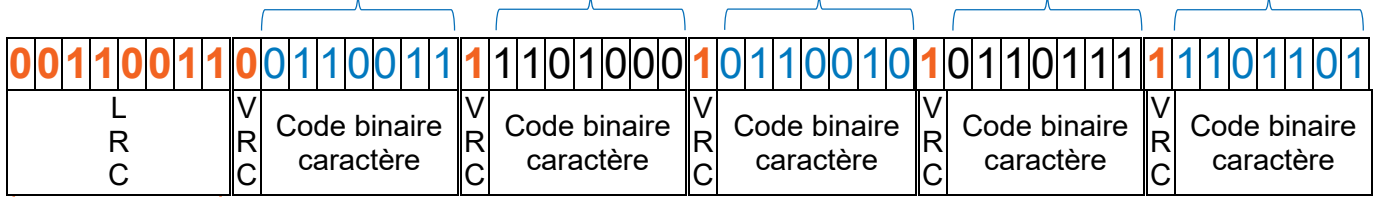
Question 1.4 /1,5



Question 1.5 /1,5

DR1

3h27m



Question 1-5

Question 1.6 /1,5

Message de 48 bits

8 + 5 = 13 bits pour le contrôle de parité VRC + LRC soit 27% des données du message complet. (13 bits sur 48 bits = 27%)

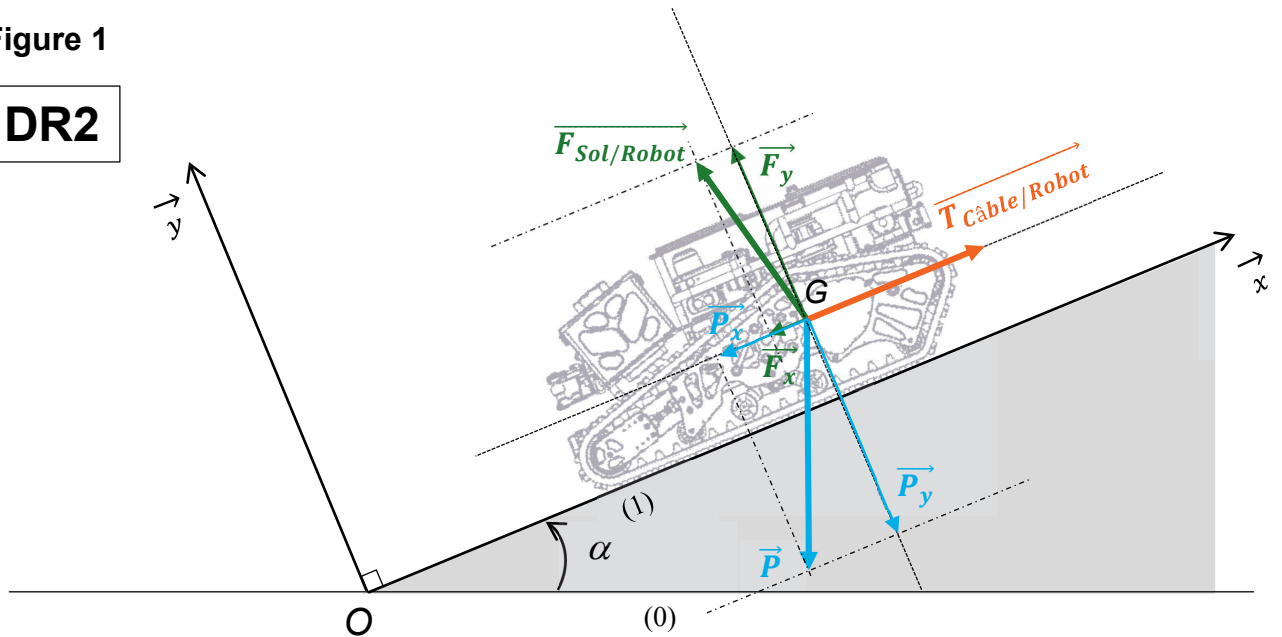
Le contrôle de parité permet d'assurer la détection et la correction d'erreurs dans le message transmis, en limitant bien à moins de 30% les données supplémentaires nécessaires.

Sous-partie 2 – choix A

Question 1.7 /1

Figure 1

DR2



Question 1.8 /1,5

Expression littérale : $P_x = M_{\text{Totale}} \times g \times \sin \alpha$

Question 1.9 /1,5

Calcul :

$$M_{\text{Totale}} = 1050 \text{ kg} \quad g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad \alpha = 50^\circ$$

$$P_x = 1050 \times 9,81 \times \sin 50^\circ$$

$$P_x = 7890 \text{ N}$$

Question 1.10 /1,5

Voir page suivante : DR2 (Question 1.10 & Question 1-12)

Question 1.11 /1,5

$$T_{\text{câble/Robot}} = C_f \times P \cos(\alpha) + P \sin(\alpha)$$

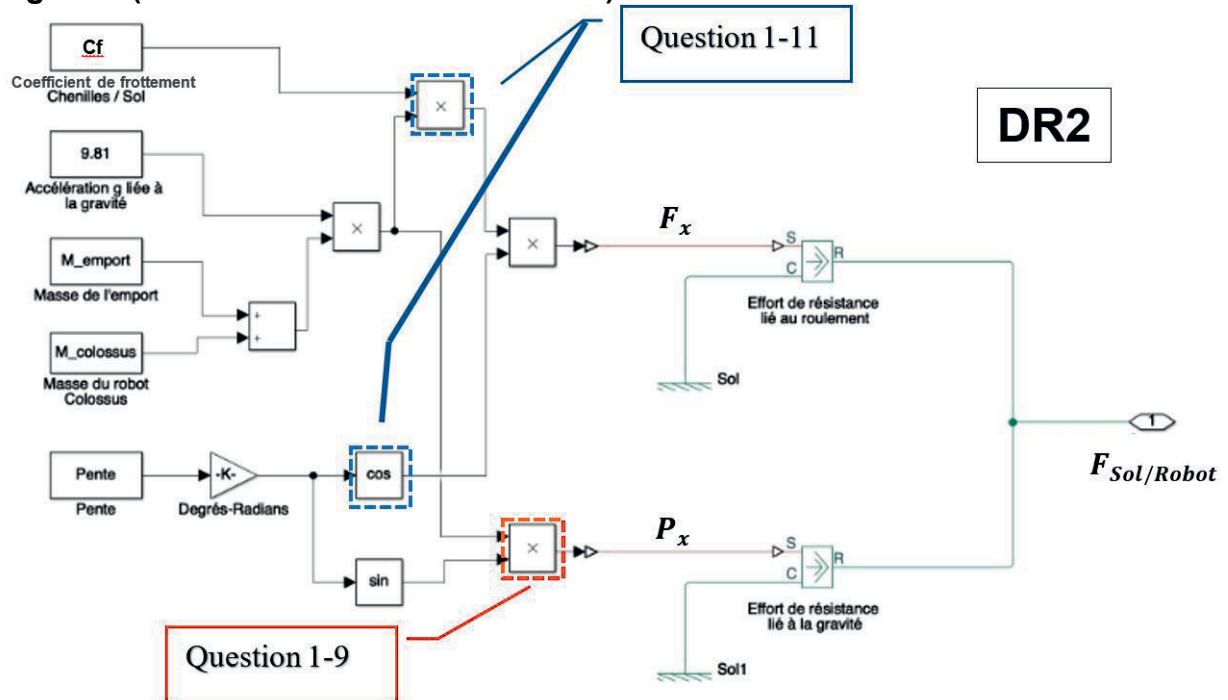
$$T_{\text{câble/Robot}} = C_f \times M_{\text{Totale}_{\text{max}}} \times g \times \cos(\alpha) + M_{\text{Totale}_{\text{max}}} \times g \times \sin(\alpha)$$

$$T_{\text{câble/Robot}} = 0,1 \times 1050 \times 9,81 \times \cos(50) + 1050 \times 9,81 \times \sin(50)$$

$$T_{\text{câble/Robot}} = 8853 \text{ N}$$

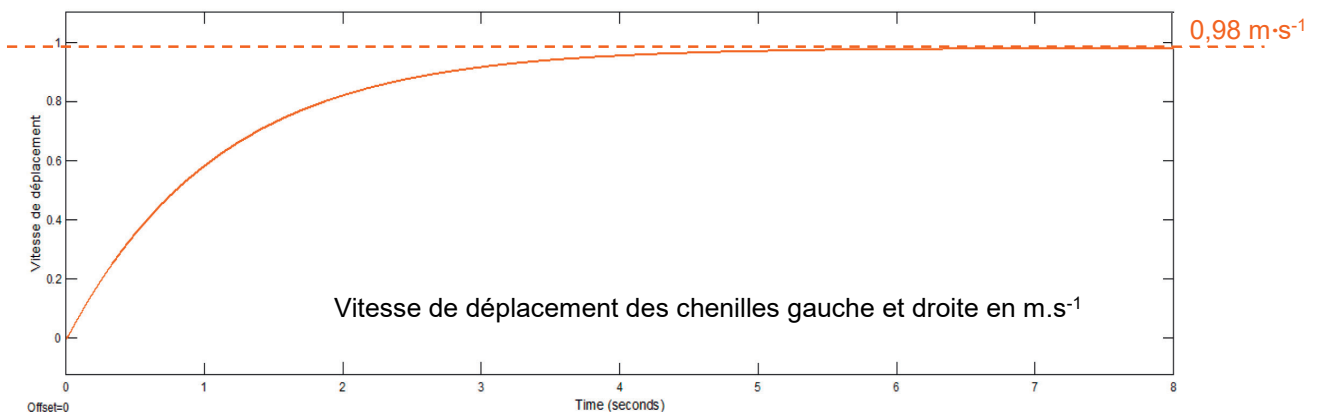
Question 1.12 /1,5

Figure 2 (Question 1-10 & Question 1-12)

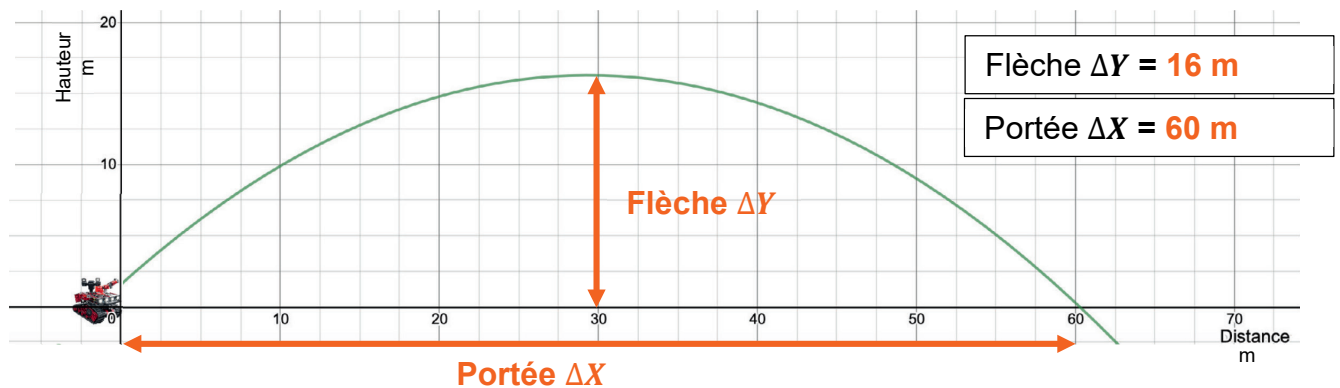


Question 1.13 /1,5

La vitesse maximale est de $0,98 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ d'après les résultats de la simulation en régime établi.



Le diagramme des exigences indique une vitesse de $3,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, soit $0,972 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. L'écart entre la vitesse simulée et la vitesse attendue est inférieur à 1%, on peut donc en déduire que le modèle multi-physique simplifié du système de propulsion est validé.

Sous-partie 2 – choix B**Question 1.14 /0,75****Figure 1 (Question 1-14)****Question 1.15 /2**

$$\Delta Y = \frac{v_0^2 \times \sin^2(\alpha)}{2 \times g} \text{ et } \Delta X = \frac{v_0^2 \times \sin(2\alpha)}{g}$$

$$v_0 = 24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\Delta Y = \frac{24^2 \times \sin^2(45)}{2 \times 9,81} = 14,7 \text{ m}$$

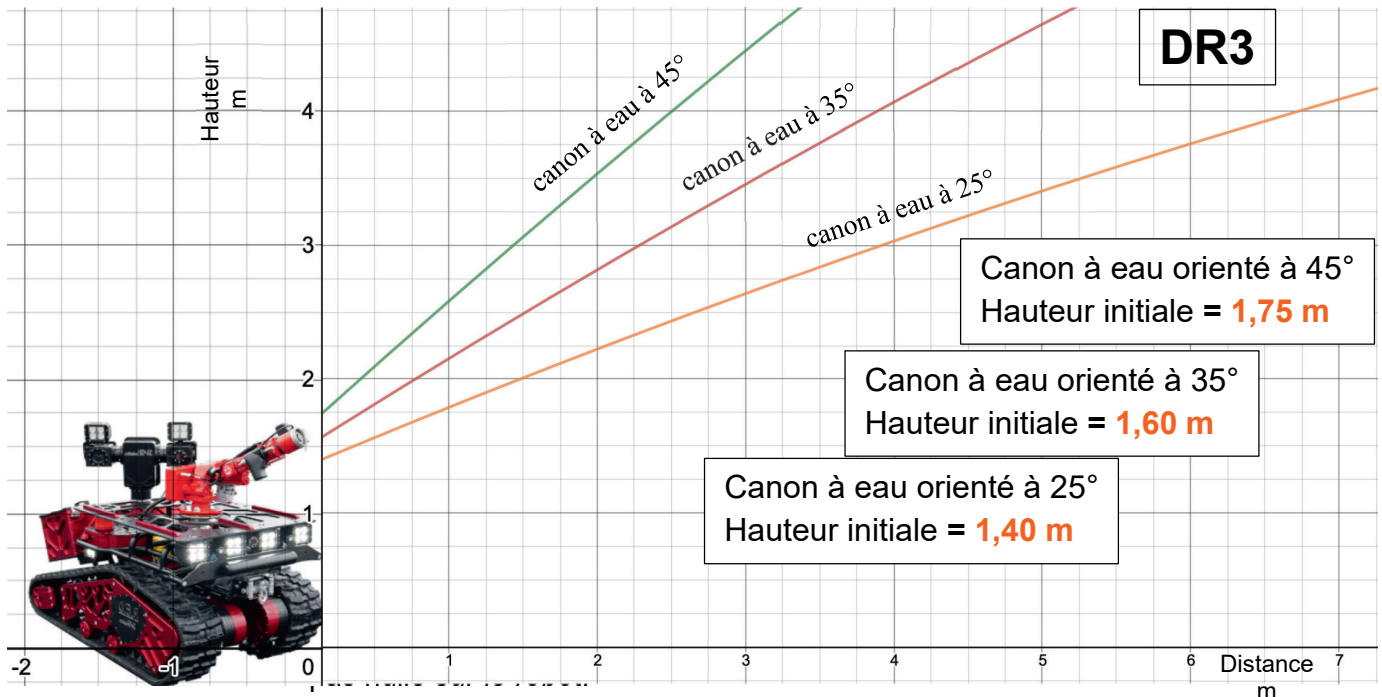
$$\Delta X = \frac{24^2 \times \sin(90)}{9,81} = 58,7 \text{ m}$$

Les flèche et portée expérimentales sont supérieures à celles théoriques.

L'écart de la flèche expérimentale est de +9%.

L'écart de la portée expérimentale est de +2,2%.

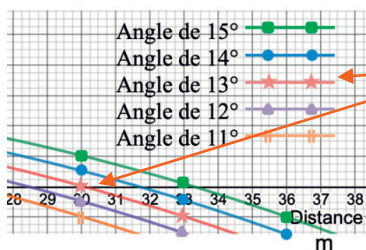
Question 1.16 /1,5



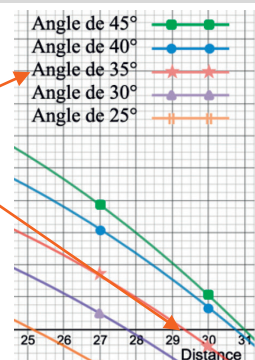
Cette hauteur initiale explique pourquoi la flèche est supérieure de plus d'un mètre et pourquoi la portée est légèrement plus grande également expérimentalement.

Question 1.17 /0,75

L'angle permettant d'obtenir avec le plus de précision la portée de 30 mètres est :



Avec $v_0 = 17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$: 35°
Avec $v_0 = 24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$: 13°



Question 1.18 /1,5

$\alpha_{17} = 35^\circ$

$\alpha_{24} = 13^\circ$

L'angle d'inclinaison du canon à eau se règle avec la commande numérique d'un servomoteur d'inclinaison programmé avec une valeur numérique comprise entre 0 et 1023 pour un angle d'inclinaison compris entre 0 et 45°.

Pour $\alpha_{17} = 35^\circ$, il faut une valeur numérique $N_{17} = 796$ (35 x 1023 / 45)

Pour $\alpha_{24} = 13^\circ$, il faut une valeur numérique $N_{24} = 296$ (13 x 1023 / 45)

Question 1.19 /2

```
def Reglage_tir_30m():
    if Vitesse_17 == True:
        angle_canon.write_analog( 796 )
    elif Vitesse_24 == True:
        angle_canon.write_analog( 296 )
```

Question 1.20 /1,5

Les paramètres d'entrées nécessaires sont :

- la vitesse initiale de l'eau,
- la distance demandée de portée.

Le paramètre de sortie nécessaire est :

- l'angle d'orientation du canon à eau.

Les élèves sont autorisés à conserver les unités dans les calculs.

| Exercice A – Étude d'une frappe au football – 10 points | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|-----------|---|--|-----------|----------------|---|---|---|--------------|
| Question | Capacité exigible du programme | Éléments de réponse | Barème | | | | | | | | |
| 1 | Utiliser la deuxième loi de Newton dans des situations variées pour en déduire le vecteur accélération du centre de masse. | <p>$\vec{a} = \vec{0}$ et $\vec{v} = \vec{0}$</p> | 2 | | | | | | | | |
| 2 | Décrire un mouvement : vecteur vitesse | <p>Distance parcourue par le ballon entre les deux premières positions : $M_1M_2 = 0,9 \text{ m}$</p> <p>Norme de la vitesse initiale : $v_0 = \frac{M_1M_2}{\Delta t} = \frac{0,9 \text{ m}}{0,040 \text{ s}} = 23 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.</p> <p>On accepte tout résultat tel que : $v_0 \in [21 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}]$</p> | 1 | | | | | | | | |
| 3 | Exploiter les équations horaires du mouvement | <p>Le repère (O, x, y) est donné à l'image 1.</p> <p>L'expression $v_x = v_0 \times \cos(\alpha)$ est positive et constante, ce qui est cohérent avec la trajectoire du ballon : l'abscisse du ballon augmente.</p> <p>L'expression $v_y = v_0 \times \sin(\alpha) - g \times t$ est positive pour les t suffisamment petits, ce qui correspond à la phase ascendante du ballon, et négative pour ceux suffisamment grands, ce qui correspond à la phase descendante du ballon.</p> <p>L'analyse de l'équation horaire confirme ces observations :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">$t_{\text{sommet}} = \frac{v_0 \times \sin \alpha}{g}$</td> <td style="width: 25%; text-align: right;">$+\infty$</td> </tr> <tr> <td>Signe de v_y</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table> | | 0 | $t_{\text{sommet}} = \frac{v_0 \times \sin \alpha}{g}$ | $+\infty$ | Signe de v_y | + | 0 | - | 0,5 1 |
| | 0 | $t_{\text{sommet}} = \frac{v_0 \times \sin \alpha}{g}$ | $+\infty$ | | | | | | | | |
| Signe de v_y | + | 0 | - | | | | | | | | |

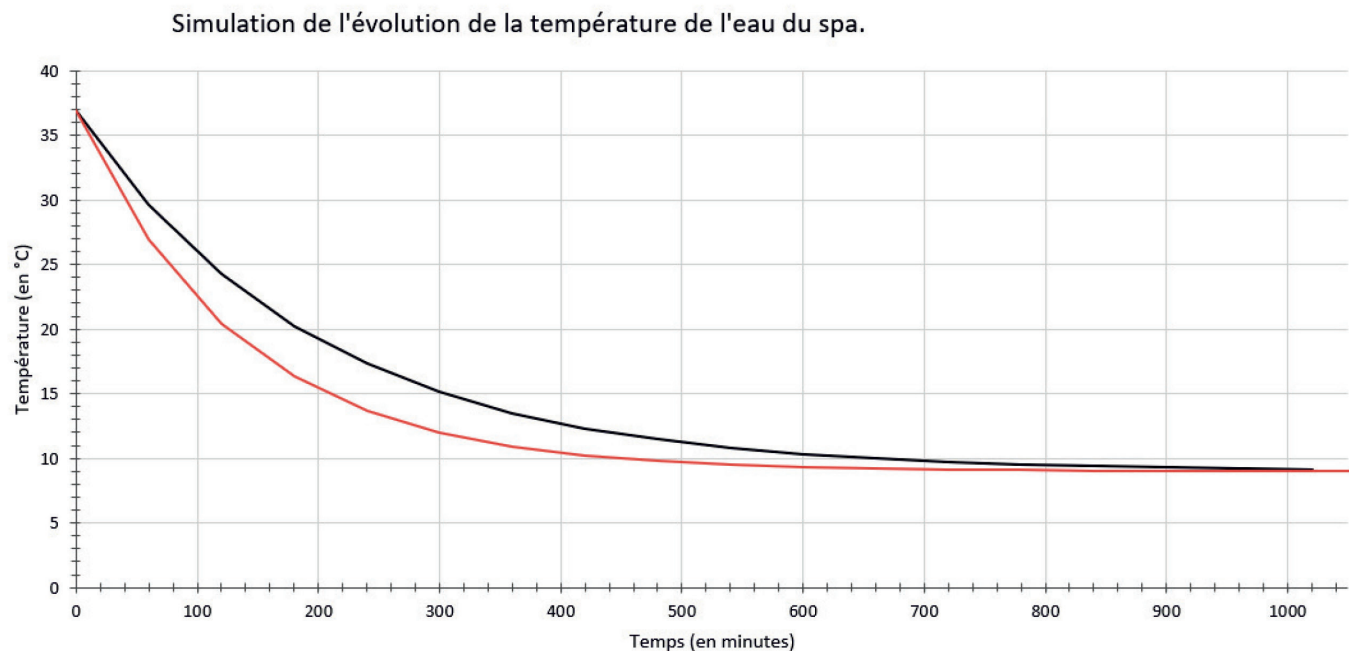
| | | | |
|---|--|--|-----|
| 4 | Exploiter les équations horaires du mouvement | <p>La résolution de l'équation horaire $y(t) = 0$ donne les deux dates où le ballon se trouve au niveau du sol : à $t_1 = 0$ et à $t_2 = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g}$</p> <p>La durée entre la frappe et l'impact au sol est :</p> $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g}$ $\Delta t = 1,8 \text{ s}$ | 1,5 |
| 5 | Exploiter les équations horaires du mouvement | <p>Marquer un but sans rebond depuis la surface de réparation est possible si la position x est telle que :</p> $x(t_2) > (90 \text{ m} - 16,5 \text{ m} = 73,5 \text{ m})$ $y(t_2) < 2,44 \text{ m}$ <p>Analysons la première condition :</p> $x(t_2) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t_2 = 23 \times \cos(22^\circ) \times 1,8 = 38 \text{ m}$ <p>ou $x(t_2) = \frac{v_0^2}{g} \times \sin(2\alpha) = \frac{23^2}{9,81} \times \sin(22^\circ) = 37 \text{ m}$</p> <p>La première condition n'est pas remplie. La frappe n'est pas suffisamment forte.</p> | 1,5 |
| 6 | VALIDER : confronter un modèle à des résultats expérimentaux | <p>Dans le cas réel (exploitation de la chronophotographie), d'une part la distance du point d'impact est d'environ 57 m (utilisation de l'échelle), d'autre part la durée de vol est de $106 \times 0,033 \text{ s} = 3,5 \text{ s}$.</p> <p>Le modèle choisi ne rend pas compte du mouvement réel du ballon. En particulier, la durée de vol est environ multipliée par deux.</p> | 1,5 |
| 7 | Analyser/Raisonner | <p>L'effet de l'air sur le ballon en rotation ralentit le ballon et le porte. Compte-tenu de la durée de vol mesurée, on peut supposer que l'effet de la portance est plus important que l'effet des frottements fluides.</p> | 1 |

| Exercice B – Le spa gonflable - 10 points | | | |
|---|---|---|------------|
| Question | Capacité exigible du programme | Éléments de réponse | Barème |
| 1 | Exploiter l'expression de la variation d'énergie interne d'un système incompressible en fonction de sa capacité thermique et de la variation de sa température pour effectuer un bilan énergétique. | $C = m_{eau} \cdot c_{eau} = \rho \cdot V_{eau} \cdot c_{eau}$ $\Delta U = C \cdot \Delta T = \rho \cdot V_{eau} \cdot c_{eau} (T_f - T_i) = 795 \text{kg} \times 4,19 \times 10^3 \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \times (37^\circ\text{C} - 17^\circ\text{C}) = 6,66 \times 10^7 \text{J}$ | 1 |
| 2 | Effectuer des procédures courantes | <p>La durée nécessaire au chauffage se lit graphiquement sur la figure 1 : $\Delta t = 11,5$ heures.</p> <p>La puissance thermique reçue par l'eau du spa est :</p> $P_R = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{6,66 \times 10^7 \text{J}}{11,5 \times 3600 \text{s}} = 1,61 \times 10^3 \text{W}$ | 1 |
| 3 | Effectuer des procédures courantes. Faire preuve d'esprit critique. | $\eta = \frac{P_R}{P_{chauffage}} = \frac{1,61 \times 10^3 \text{W}}{2,20 \times 10^3 \text{W}} = 0,73$ <p>Le rendement du spa lors de la mise en service est de 73%</p> <p>Un peu plus d'un quart de l'énergie utilisée pour chauffer l'eau est dissipée. (chauffage du spa gonflable, de l'air ambiant...)</p> | 0,5 0,5 |
| 4 | Décrire qualitativement les trois modes de transfert thermique : conduction, convection, rayonnement. | Les parois sont remplies d'air pour limiter la conduction thermique ; l'air est un bon isolant thermique. | 1 |
| 5 | Prévoir le sens d'un transfert thermique | Un transfert thermique se fait du système de température la plus élevée vers le système de température la plus basse, donc du système {eau du spa} vers l'extérieur. | 1 |
| 6 | Effectuer un bilan d'énergie pour un système incompressible | D'après le premier principe pour un système fermé au repos : $\Delta U = W + Q$ soit $m \times c_{eau} \times (T(t + \Delta t) - T(t)) = Q$ car $W = 0$, le système étant rigide, les forces pressantes ne travaillent pas. On a alors l'égalité $m \times c_{eau} \times (T(t + \Delta t) - T(t)) = h \times S \times (T_{ext} - T(t)) \times \Delta t$. | 2 |

| | | | |
|----------|---|---|---------------------|
| | <p>échangeant de l'énergie par un transfert thermique modélisé à l'aide de la loi de Newton</p> | <p>On divise par Δt: $\frac{m \times c_{eau} \times (T(t+\Delta t) - T(t))}{\Delta t} = h \times S \times (T_{ext} - T(t))$ On fait tendre Δt vers 0 et on divise par $m \times c_{eau}$: $\frac{dT}{dt}(t) = \frac{h \times S}{m \times c_{eau}} (T_{ext} - T(t))$ $\frac{dT}{dt}(t) + \frac{h \times S}{m \times c_{eau}} \times T(t) = \frac{h \times S}{m \times c_{eau}} \times T_{ext}$ et donc $\frac{dT}{dt} + \frac{T(t)}{\tau} = \frac{T_{ext}}{\tau}$ avec $\tau = \frac{m \times c_{eau}}{h \times S}$.</p> | |
| <p>7</p> | <p>Réaliser des procédures courantes</p> | <p>On trace la tangente à l'origine et on repère l'abscisse du point d'intersection avec l'asymptote horizontale. Graphiquement on lit $\tau = 206 \text{ min} = 3,4\text{h}$.</p> <div data-bbox="555 411 1715 960" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">Simulation de l'évolution de la température de l'eau du spa.</p> </div> | <p>1</p> <p>0,5</p> |
| <p>8</p> | <p>Faire preuve d'esprit critique.</p> | <p>Ce résultat est d'un ordre de grandeur -quelques heures- cohérent avec les observations de la vie courante. Lorsque les bulles sont en marche, la convection est bien plus importante donc la valeur de h augmente. D'après l'expression de τ établie à la question 6, la durée caractéristique d'évolution de la température diminue et la température de l'eau du spa diminue plus vite que précédemment.</p> | <p>0,5</p> |

9

Analyser
Faire des prévisions
à l'aide d'un modèle



1

| Exercice C – enceinte bluetooth - 10 points | | | |
|---|--|---|--------|
| Question | Capacité exigible du programme | Éléments de réponse | Barème |
| Q1. | Interférences de deux ondes, conditions d'observation | Les interférences ont lieu entre deux ondes de même nature, synchrones (même longueur d'onde ou même fréquence) provenant de sources cohérentes (même phase à l'origine) se superposent. | 1.5 pt |
| Q2. | Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée. | L'onde réfléchiée fait un aller-retour en plus entre la tête de l'auditeur et le mur, elle parcourt donc une distance $2D$ supplémentaire : $\delta = 2D$. | 0.5 pt |
| Q3. | Présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente | Plus la distance à la source est grande, plus l'intensité sonore de l'onde réfléchiée est faible (atténuation géométrique) comparée à l'onde incidente. Près du mur, la distance supplémentaire parcourue par l'onde réfléchiée n'est pas très importante, elle n'a donc pas beaucoup perdu en intensité : les interférences pourront être importantes. Ce n'est pas le cas au centre de la pièce où l'onde réfléchiée aura beaucoup été atténuée. | 1.0 pt |
| Q4. | Interférences constructives, Interférences destructives | C'est la situation B qui correspondra à des interférences destructives car les deux ondes sont en opposition de phase là où elles se superposent. | 1.0 pt |
| Q5. | Établir les conditions d'interférences destructives de deux ondes. | Pour des interférences destructives : $\delta_k = \lambda \left(k + \frac{1}{2}\right)$ or $\delta = 2D$ d'où $D_k = \frac{\lambda}{2} \left(k + \frac{1}{2}\right)$ | 2.0 pt |
| Q6. | Effectuer des procédures courantes | $\lambda = \frac{c}{f}$ d'où $D_k = \frac{c}{2f} \left(k + \frac{1}{2}\right)$ | 1.0 pt |
| Q7. | | <p>Quel que soit l'instrument, $d = D_{k+1} - D_k = \frac{c}{2f} \left[\left(k + 1 + \frac{1}{2}\right) - \left(k + \frac{1}{2}\right) \right] = \frac{c}{2f}$</p> <p>Pour le piccolo, on a : $d_a = \frac{340}{2 \times 3951} = 4,30$ cm</p> <p>Pour la contrebasse, on a : $d_b = \frac{340}{2 \times 55} = 3,1$ m</p> <p>D'autre part,</p> <p>Pour le piccolo, on a : $D_0 = \frac{340}{4 \times 3951} = 2,15$ cm</p> <p>Pour la contrebasse, on a : $D_0 = \frac{340}{4 \times 55} = 1,6$ m</p> <p>Pour les sons aigus les interférences destructives se situent dès 2 cm du bord et se répètent tous les 4 cm environ : ce phénomène d'interférences est inévitable. Les interférences pour les sons graves se produisent plus loin du mur .</p> <p>La qualité sonore est donc impactée, les sons aigus subissant un phénomène d'interférences destructives, mais pas les sons graves qui sont transmis plus fidèlement.</p> | 2.0 pt |
| Q8. | | Le rideau va absorber une partie de l'énergie, ainsi l'onde réfléchiée aura une amplitude bien plus faible, atténuant grandement le phénomène d'interférences. | 1.0 pt |