

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

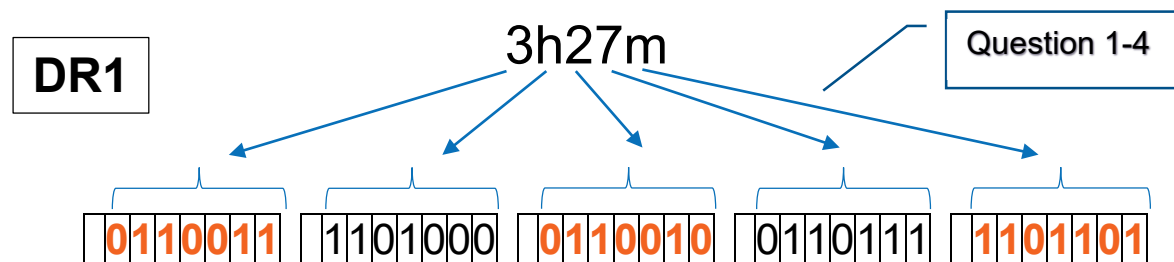
Pour la fréquence de 5200 MHz à 500 m :

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

Pertes propagation = $100,7$ dB

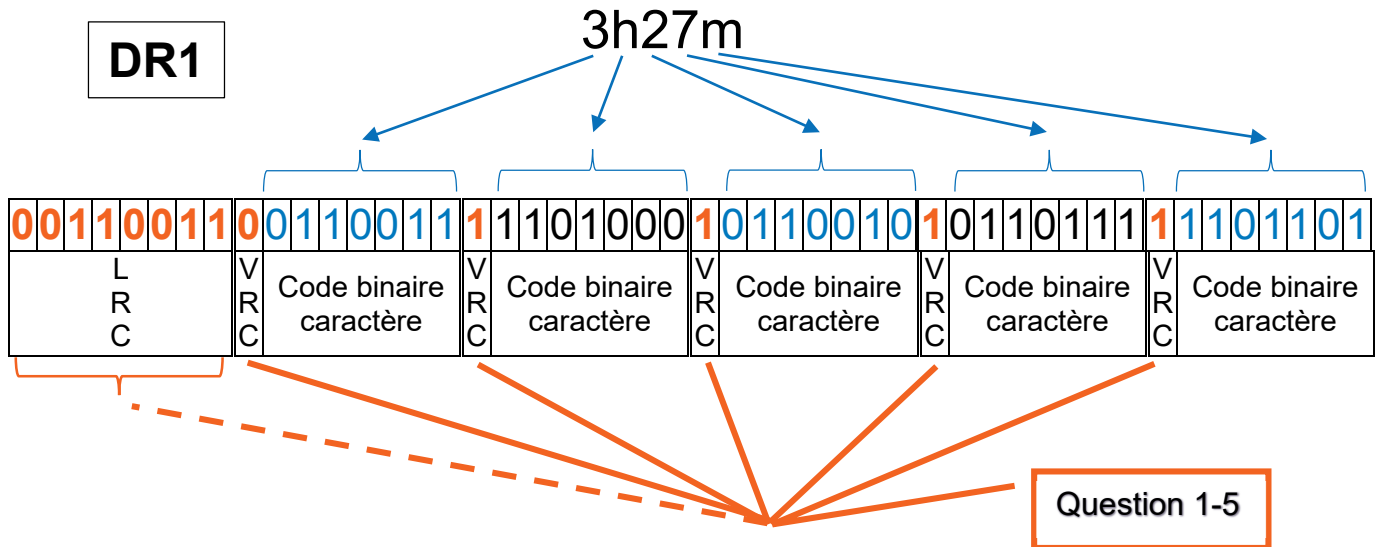
La transmission reste de bonne qualité à distance maximale de pilotage car l'atténuation reste inférieure à 120 dB pour les deux fréquences possibles.

Question 1.4 /1,5



Question 1.5 /1,5

DR1



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%)

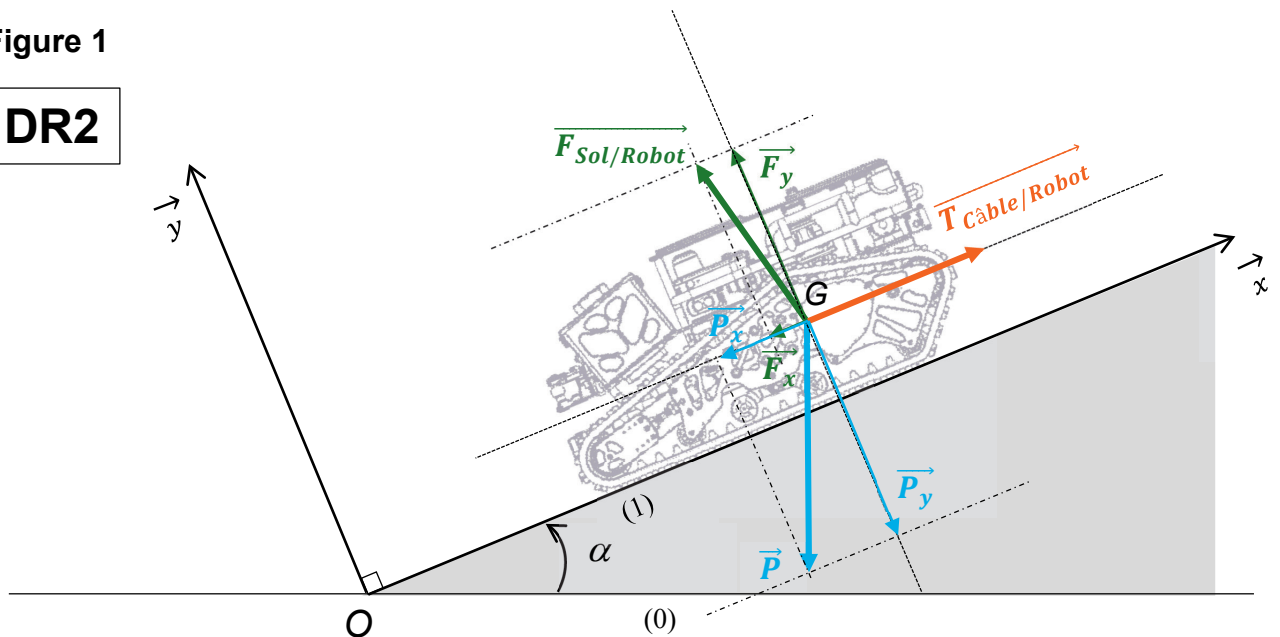
Le contrôle de parité permet d'assurer la détection et la correction d'erreurs dans le message transmis, en limitant bien à moins de 30% les données supplémentaires nécessaires.

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

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

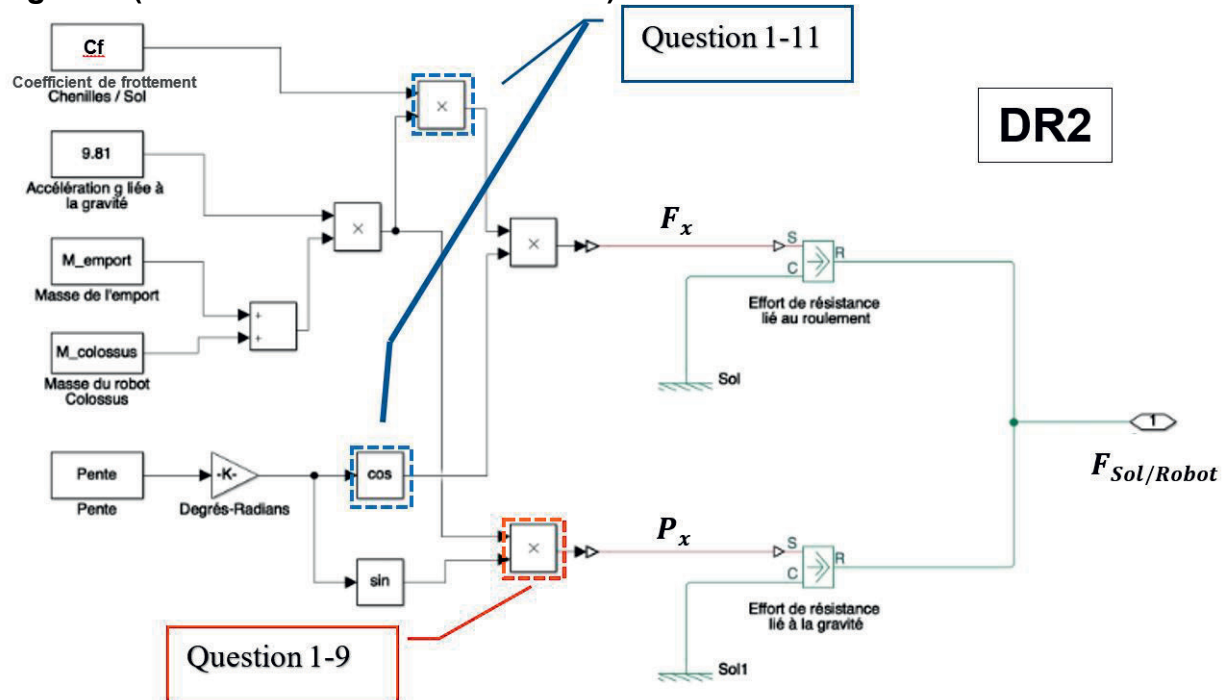
$$T_{\text{Câble/Robot}} = C_f \times M_{\text{Totale}_{\text{max}}} \times g \times \cos(\alpha) + M_{\text{Totale}_{\text{max}}} \times g \times \sin(\alpha)$$

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

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

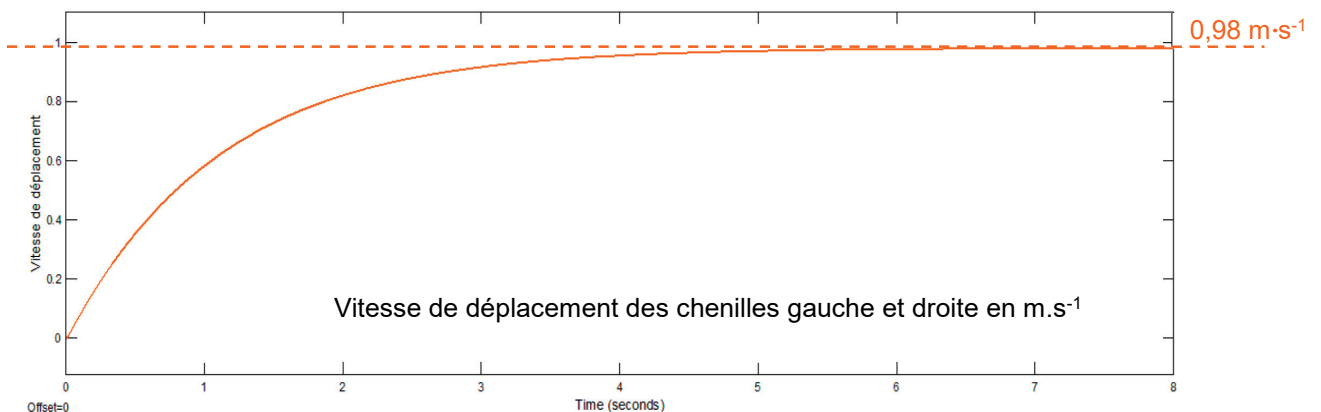
Question 1.12 /1,5

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.

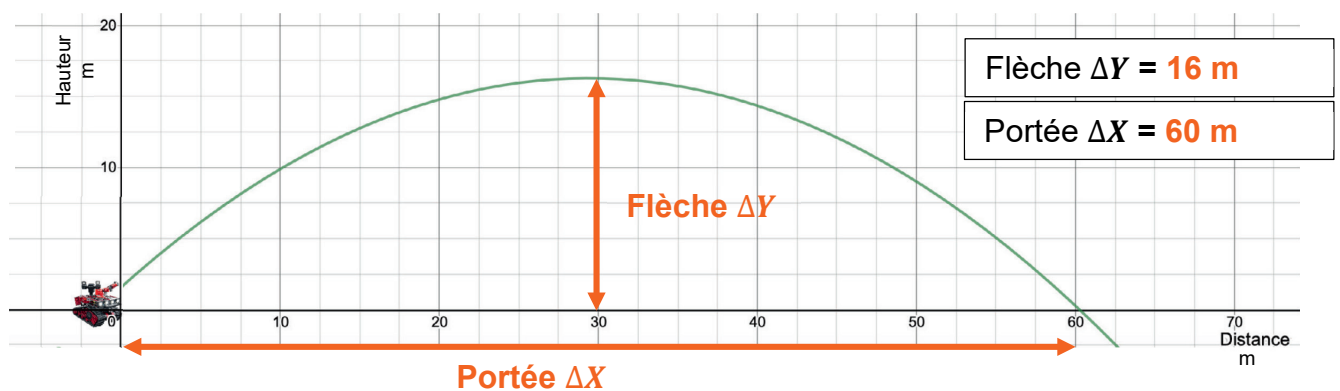


Le diagramme des exigences indique une vitesse de $3,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, soit $0,972 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. L'écart entre la vitesse simulée et la vitesse attendue est inférieur à 1%, on peut donc en déduire que le modèle multi-physique simplifié du système de propulsion est validé.

Sous-partie 2 – choix B

Question 1.14 /0,75

Figure 1 (Question 1-14)

**Question 1.15 /2**

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

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

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

$$\alpha = 45^\circ$$

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

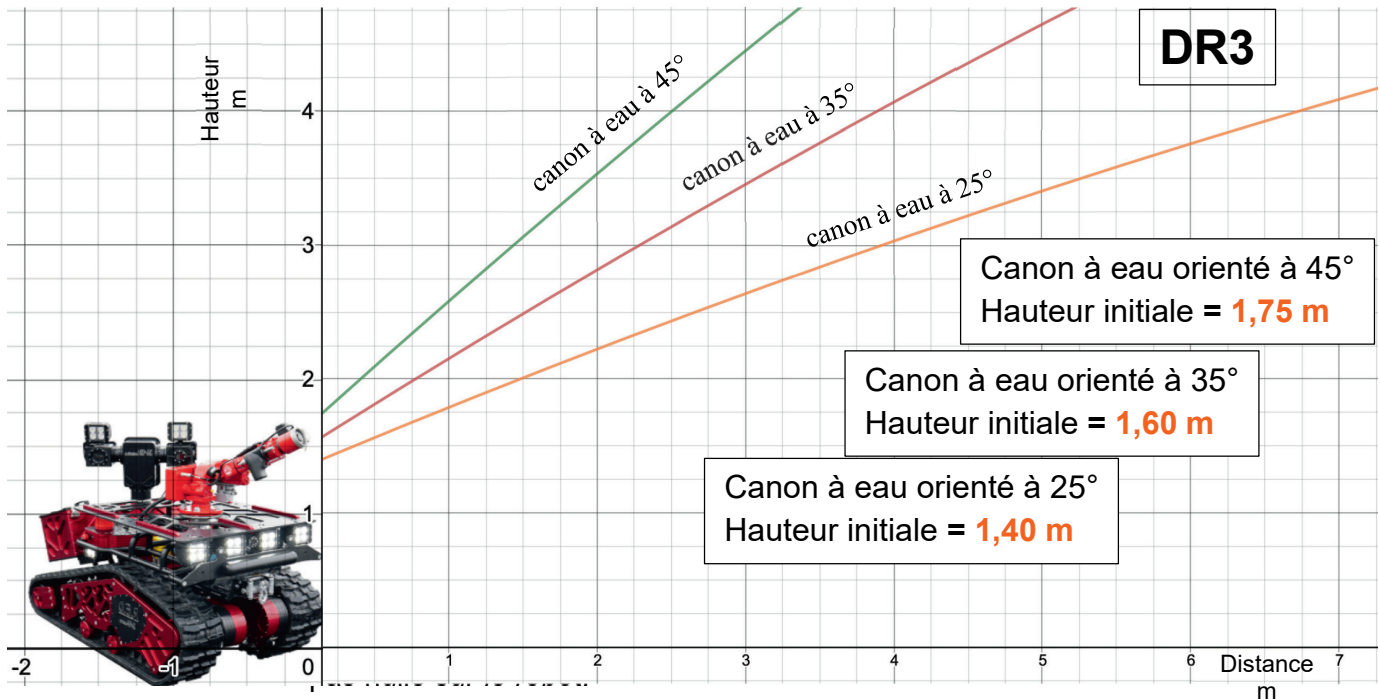
$$\Delta X = \frac{24^2 \times \sin(90)}{9,81} = 58,7 \text{ m}$$

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%.

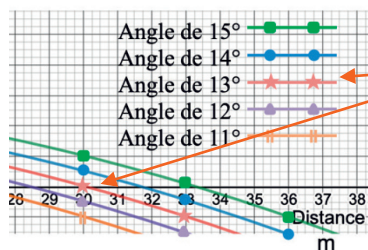
Question 1.16 /1,5



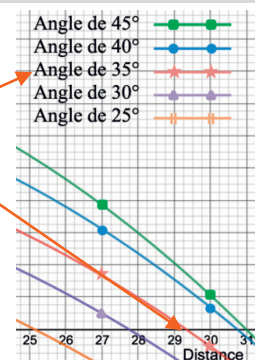
Cette hauteur initiale explique pourquoi la flèche est supérieure de plus d'un mètre et pourquoi la portée est légèrement plus grande également expérimentalement.

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

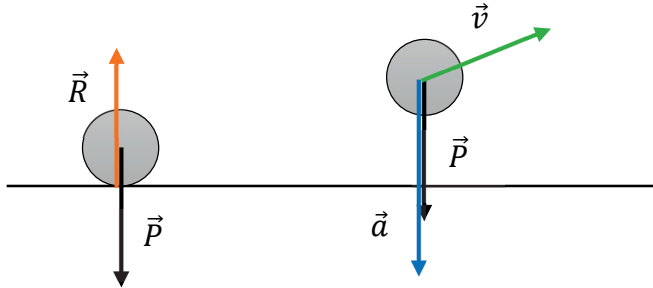
Les paramètres d'entrées nécessaires sont :

- 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.	 $\vec{a} = \vec{0}$ et $\vec{v} = \vec{0}$	2								
2	Décrire un mouvement : vecteur vitesse	Distance parcourue par le ballon entre les deux premières positions : $M_1M_2 = 0,9 \text{ m}$ Norme de la vitesse initiale : $v_0 = \frac{M_1M_2}{\Delta t} = \frac{0,9 \text{ m}}{0,040 \text{ s}} = 23 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. On accepte tout résultat tel que : $v_0 \in [21 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}]$	1								
3	Exploiter les équations horaires du mouvement	Le repère (O, x, y) est donné à l'image 1. 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. 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. L'analyse de l'équation horaire confirme ces observations : <table border="1" data-bbox="631 1300 1821 1425"> <tr> <td></td><td>0</td><td>$t_{\text{sommet}} = \frac{v_0 \times \sin \alpha}{g}$</td><td>$+\infty$</td></tr> <tr> <td>Signe de v_y</td><td>+</td><td>0</td><td>–</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	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 $t_2 = \frac{2 v_0 \sin(\alpha)}{g}$ La durée entre la frappe et l'impact au sol est : $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2 v_0 \sin(\alpha)}{g}$ $\Delta t = 1,8 \text{ s}$	1,5
5	Exploiter les équations horaires du mouvement	Marquer un but sans rebond depuis la surface de réparation est possible si la position x est telle que : $x(t_2) > (90 \text{ m} - 16,5 \text{ m} = 73,5 \text{ m})$ $y(t_2) < 2,44 \text{ m}$ Analysons la première condition : $x(t_2) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t_2 = 23 \times \cos(22^\circ) \times 1,8 = 38 \text{ m}$ ou $x(t_2) = \frac{v_0^2}{g} \times \sin(2\alpha) = \frac{23^2}{9,81} \times \sin(22^\circ) = 37 \text{ m}$ La première condition n'est pas remplie. La frappe n'est pas suffisamment forte.	1,5
6	VALIDER : confronter un modèle à des résultats expérimentaux	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 $106 \times 0,033 \text{ s} = 3,5 \text{ s}$. Le modèle choisi ne rend pas compte du mouvement réel du ballon. En particulier, la durée de vol est environ multipliée par deux.	1,5
7	Analyser/Raisonner	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.	1

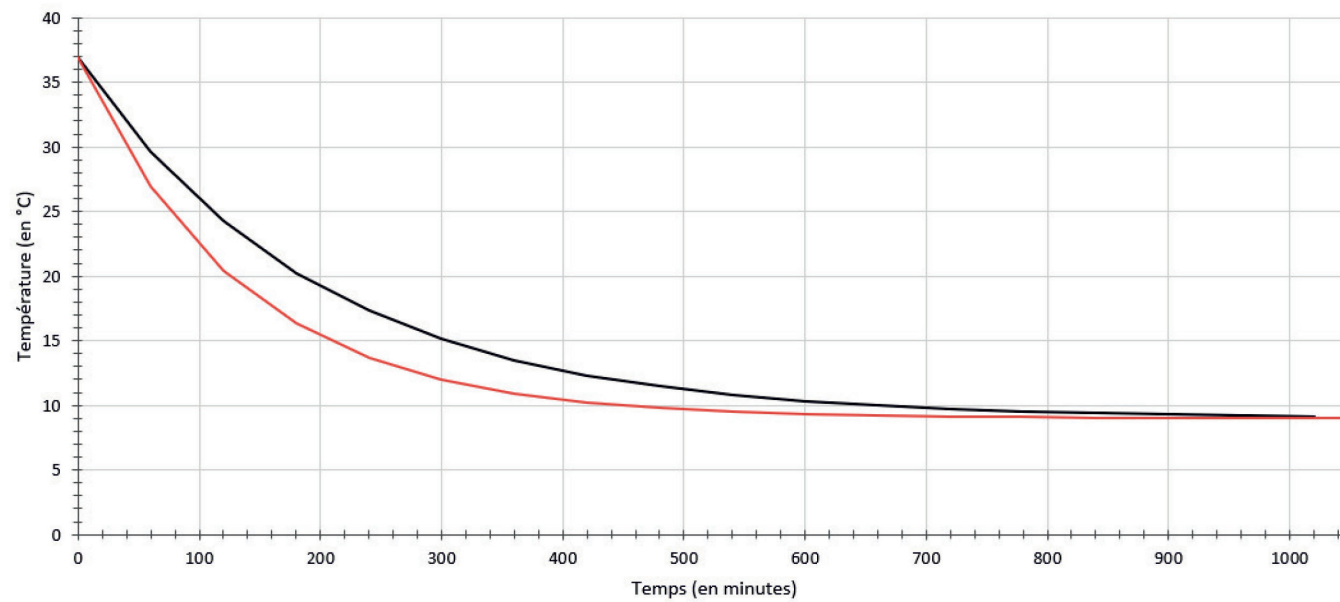
Exercice B – Le spa gonflable - 10 points			
Question	Capacité exigible du programme	Éléments de réponse	Barème
1	Exploiter l'expression de la variation d'énergie interne d'un système incompressible en fonction de sa capacité thermique et de la variation de sa température pour effectuer un bilan énergétique.	$C = m_{eau} \cdot c_{eau} = \rho \cdot V_{eau} \cdot c_{eau}$ $\Delta U = C \cdot \Delta T = \rho \cdot V_{eau} \cdot c_{eau} (T_f - T_i) = 795 \text{ kg} \times 4,19 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \times (37^\circ\text{C} - 17^\circ\text{C}) = 6,66 \times 10^7 \text{ J}$	1
2	Effectuer des procédures courantes	La durée nécessaire au chauffage se lit graphiquement sur la figure 1 : $\Delta t = 11,5$ heures. La puissance thermique reçue par l'eau du spa est : $P_R = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{6,66 \times 10^7 \text{ J}}{11,5 \times 3600 \text{ s}} = 1,61 \times 10^3 \text{ W}$	1
3	Effectuer des procédures courantes. Faire preuve d'esprit critique.	$\eta = \frac{P_R}{P_{chauffage}} = \frac{1,61 \times 10^3 \text{ W}}{2,20 \times 10^3 \text{ W}} = 0,73$ Le rendement du spa lors de la mise en service est de 73% Un peu plus d'un quart de l'énergie utilisée pour chauffer l'eau est dissipée. (chauffage du spa gonflable, de l'air ambiant...)	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

	échangeant de l'énergie par un transfert thermique modélisé à l'aide de la loi de Newton	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 $\tau = \frac{m \times c_{eau}}{h \times S}$.	
7	Réaliser des procédures courantes	On trace la tangente à l'origine et on repère l'abscisse du point d'intersection avec l'asymptote horizontale. Graphiquement on lit $\tau = 206 \text{ min} = 3,4 \text{ h}$. Simulation de l'évolution de la température de l'eau du spa.	1 0,5
8	Faire preuve d'esprit critique.	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.	0,5

9

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

Simulation de l'évolution de la température de l'eau du spa.



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 réfléchie 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 réfléchie est faible (atténuation géométrique) comparée à l'onde incidente. Près du mur, la distance supplémentaire parcourue par l'onde réfléchie 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 réfléchie 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.		Quel que soit l'instrument, $d = D_{k+1} - D_k = \frac{c}{2f} \left[\left(k + 1 + \frac{1}{2}\right) - \left(k + \frac{1}{2}\right) \right] = \frac{c}{2f}$ Pour le piccolo, on a : $d_a = \frac{340}{2 \times 3951} = 4,30 \text{ cm}$ Pour la contrebasse, on a : $d_b = \frac{340}{2 \times 55} = 3,1 \text{ m}$ D'autre part, Pour le piccolo, on a : $D_0 = \frac{340}{4 \times 3951} = 2,15 \text{ cm}$ Pour la contrebasse, on a : $D_0 = \frac{340}{4 \times 55} = 1,6 \text{ m}$ 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 . 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.	2.0 pt
Q8.		Le rideau va absorber une partie de l'énergie, ainsi l'onde réfléchie aura une amplitude bien plus faible, atténuant grandement le phénomène d'interférences.	1.0 pt