BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2026

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Mardi 8 septembre 2026

Durée de l'épreuve : **3 heures 30**
Partie sciences de l'ingénieur : durée indicative de **2 h 30**
Partie sciences physiques : durée indicative de **1 h**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 20 pages numérotées de 1/20 à 20/20.

Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.
Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.

Partie 1 - Sciences de l'ingénieur	20 points
Partie 2 - Sciences physiques	20 points

Partie 1 : les documents réponses DR1 à DR3 (pages 14 à 16) sont à rendre avec la copie.

Partie 1 : Sciences de l'ingénieur

Drone de nettoyage de marina



Constitution du sujet

- Sujet ..... pages 3 à 16
- Documents réponses ..... pages 14 à 16

Les documents réponses DR1 à DR3 (pages 14 à 16) sont à rendre avec la copie.

Drone de nettoyage de marina

IADYS conçoit, développe et commercialise des innovations à la croisée de l'intelligence artificielle et de la robotique. La startup s'engage pour la préservation de l'environnement marin avec notamment le Jellyfishbot, un robot capable de collecter les déchets et les hydrocarbures à la surface de l'eau (figure 1).

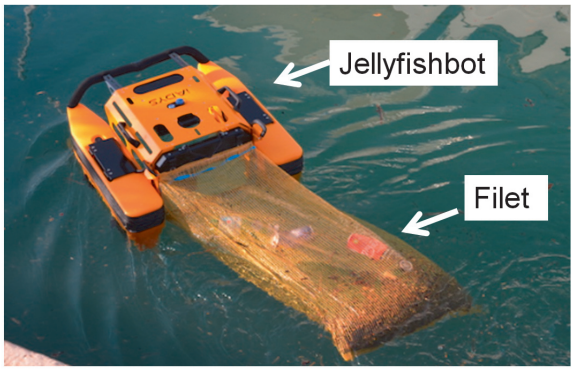


Figure 1 : robot en cours de collecte

Ce drone est une solution efficace et flexible pour la dépollution de zones aquatiques, en particulier pour les zones abritées : ports, marinas, lacs, etc.

Les collectivités territoriales doivent faire respecter la législation en matière d'interdiction de rejet de déchets. Les gestionnaires de ports sont donc tenus de mettre en œuvre les moyens de collecte et de traitement de déchets/pollutions sur leurs plans d'eau.

La commune de Deauville souhaite mettre en place le drone de nettoyage Jellyfishbot sur son port de plaisance à l'embouchure de La Touque (figure 2), sur le bassin de Morny. L'état de propreté a un impact immédiat sur l'image du centre historique de la ville.

Actuellement, le ramassage de ces déchets est réalisé manuellement (à l'épuisette) ou, beaucoup plus rarement, à l'aide de bateaux spécialisés. Avec le drone, il serait possible d'effectuer le traitement des eaux de surface en collectant les déchets flottants et accessoirement de détecter des macro-déchets immergés par bathymétrie (principe de mesure des profondeurs et des fonds sous-marins afin de déterminer la topographie du sol de la mer). Dans la phase d'essai, le drone est utilisé lorsque l'écluse du port est fermée.

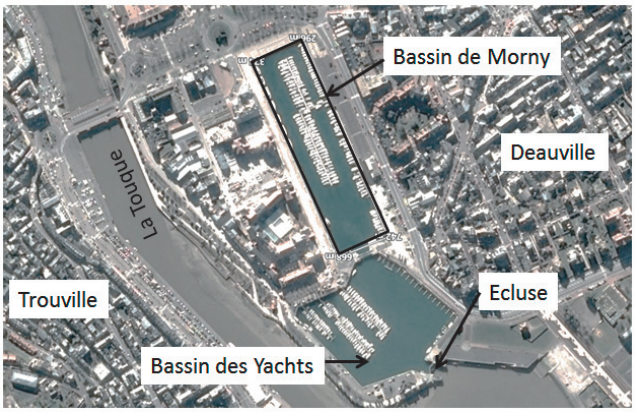


Figure 2 : vue aérienne des ports

Le diagramme de la figure 3 permet de préciser les exigences fonctionnelles du drone.

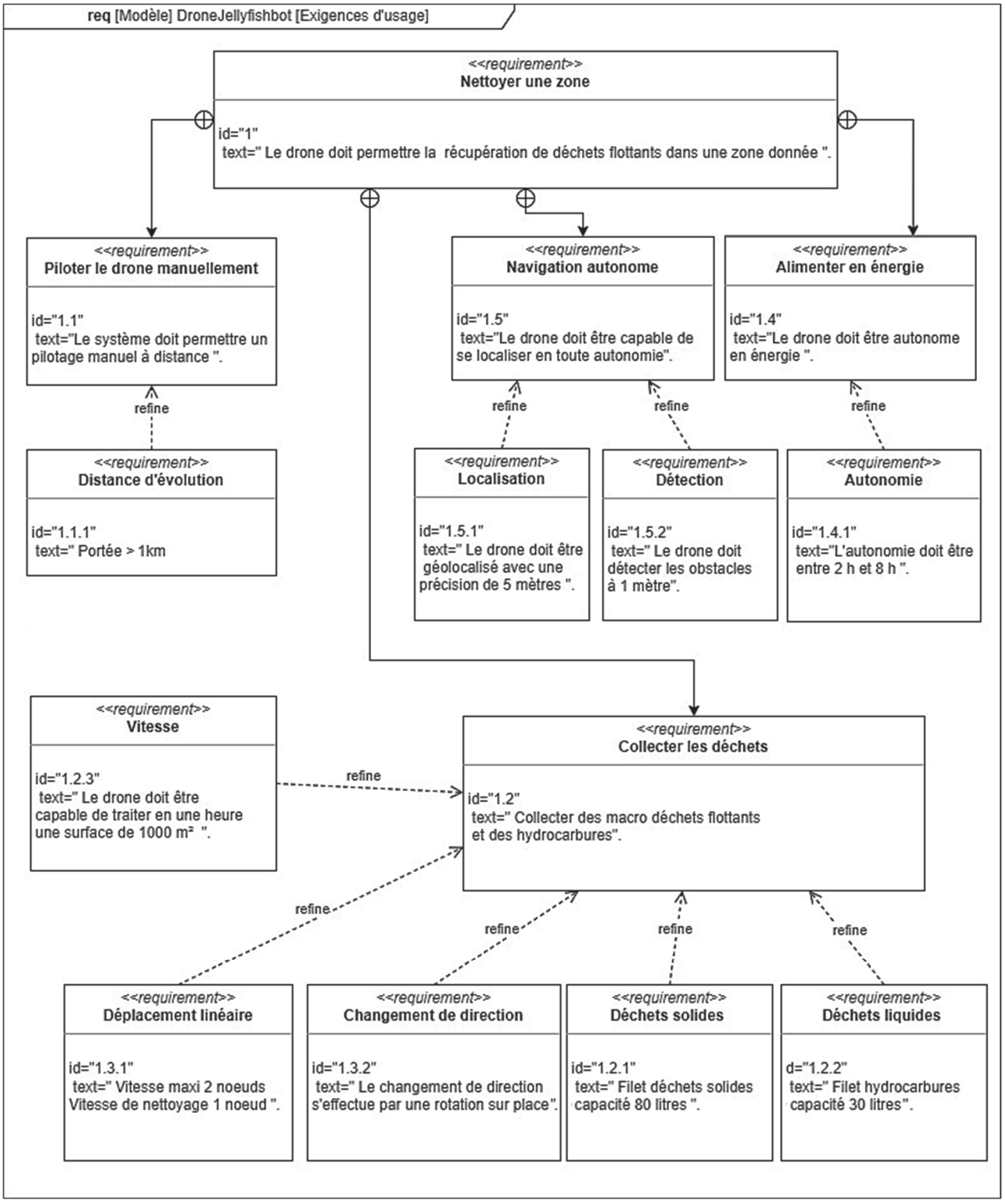


Figure 3 : diagramme des exigences du drone

Sous-partie 1

Étude de l'autonomie du drone

L'objectif de cette sous-partie est de vérifier que l'autonomie du robot est suffisante pour effectuer le nettoyage de la zone du port de Morny.

Pour son fonctionnement autonome, le drone est doté de batteries d'accumulateurs. Elles nécessitent une attention particulière quant à leur capacité à permettre le traitement de la zone définie par l'opérateur. Le diagramme de blocs internes (figure 4) permet de mettre en évidence la chaine de puissance ainsi que les composants de la chaine d'information. Les deux hélices A et B servent à la propulsion du drone, l'hélice E permet de contrôler la direction.

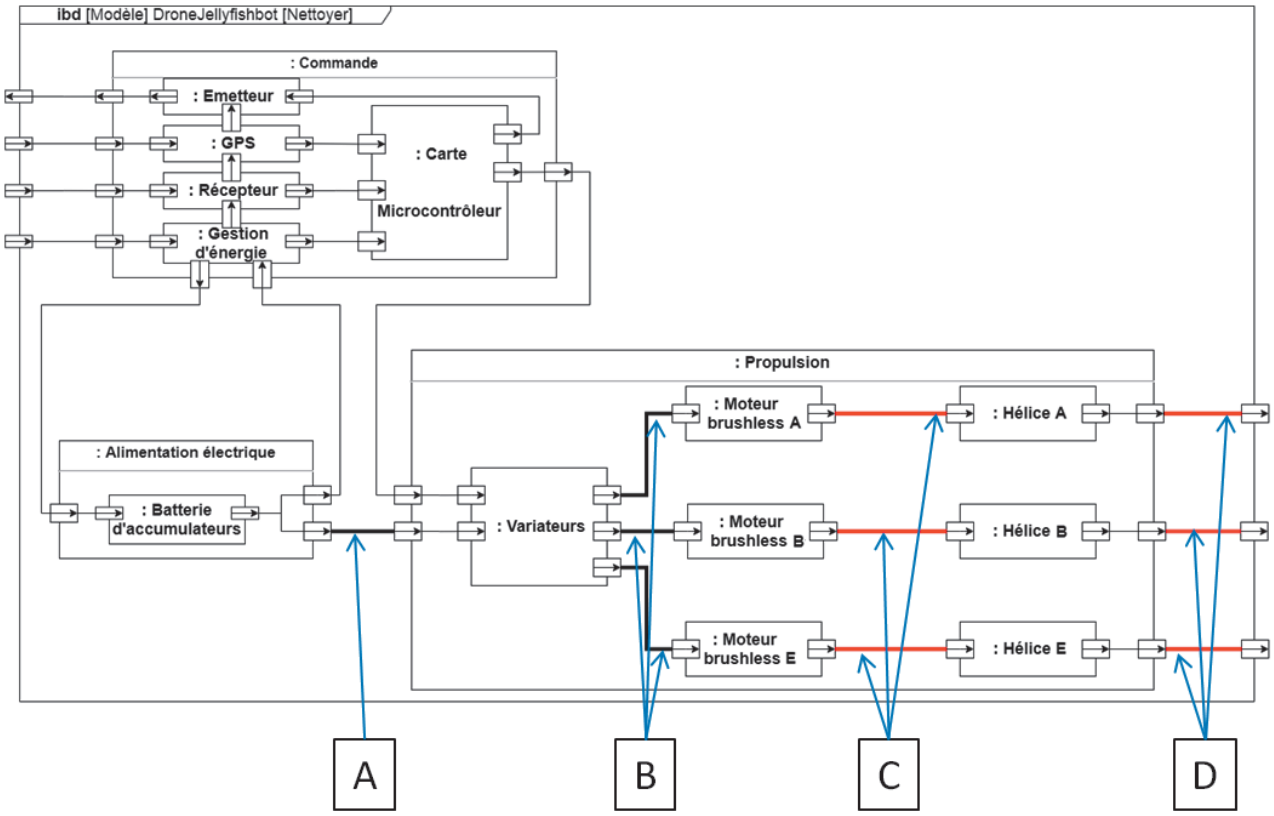


Figure 4 : diagramme de blocs internes

Question 1.1 DR1	**Compléter** le tableau du document réponse DR1 en indiquant la nature des puissances pour les repères A, B et C de la figure 4. **Préciser** les grandeurs de flux et d'effort associées entre les différents blocs représentés avec leurs unités.

Lorsque la marée est inférieure à 5,5 m, une écluse ferme les bassins des Yachts et de Morny (figure 2) leur permettant de rester en eau. Le drone de nettoyage est en fonctionnement lorsque l'écluse est fermée, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a plus de déplacement d'embarcation sur le bassin. La figure 5 donne les hauteurs d'eau en fonction des coefficients de marée.

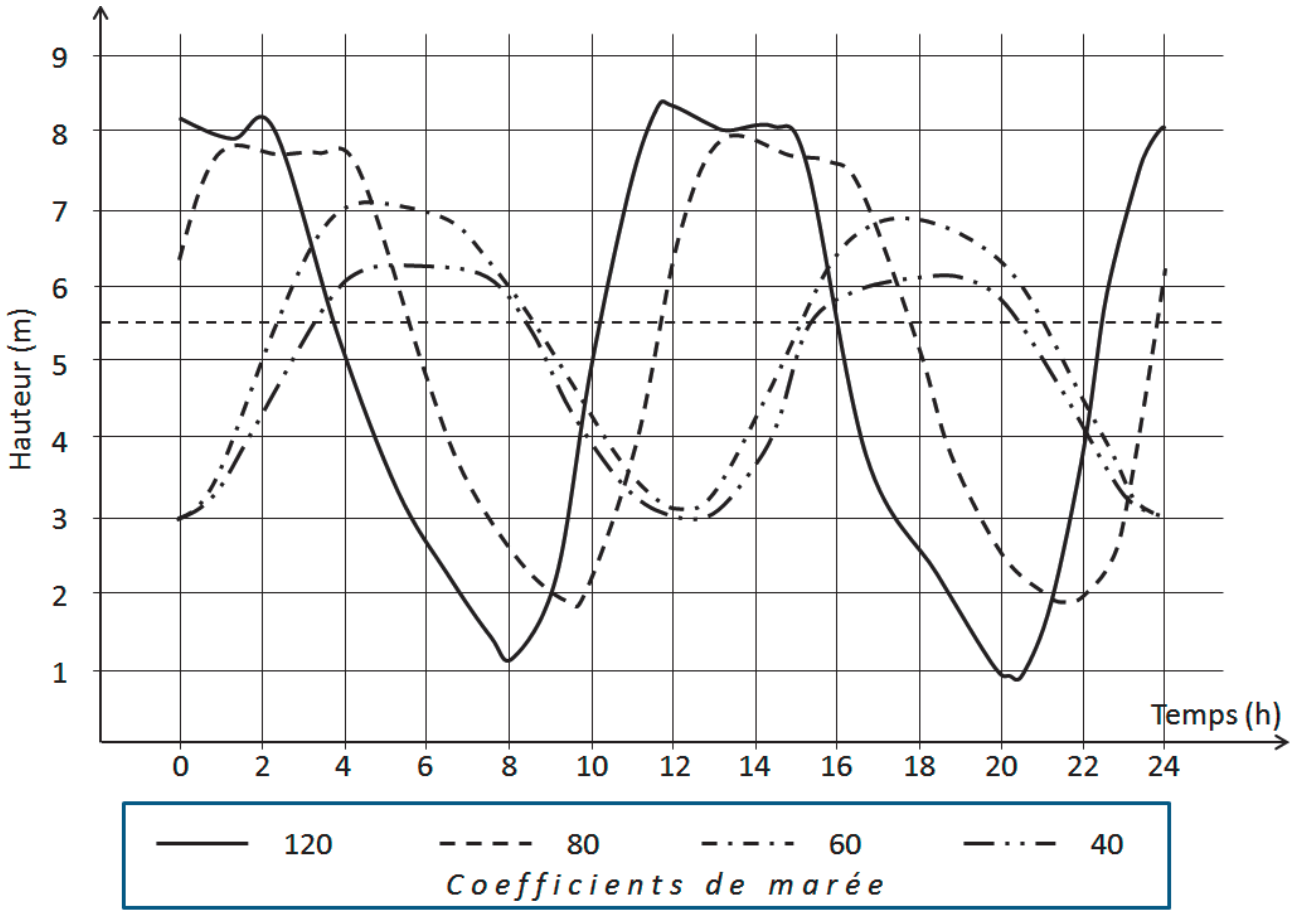


Figure 5 : hauteur d'eau en fonction du temps pour différents coefficients de marée

Question 1.2	En s'appuyant sur les courbes représentées figure 5, **déterminer** la durée moyenne d'une phase de fermeture de l'écluse en-dessous de la cote 5,5 m pour les coefficents de marée de 120 et 40.

Les zones de mouillage de la figure 6 représentent 40 % de la surface totale du bassin de Morny.

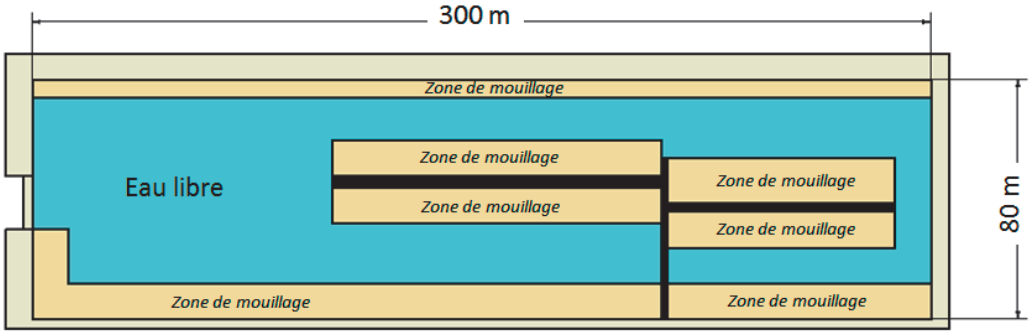


Figure 6 : schéma du Bassin de Morny

Question 1.3	**Déterminer** la surface de nettoyage que doit couvrir le drone pour effectuer le traitement des zones d'eau libre définies sur la figure 6. **Calculer** le temps nécessaire au drone pour traiter les zones d'eau libre en exploitant les données du diagramme des exigences figure 3.

Des essais ont permis de déterminer que, lors d'une marée de coefficient 40, la durée de traitement possible est au maximum de 70% du temps effectif de fermeture de l'écluse. Lors de ces essais, l'intensité du courant consommé par le moteur de propulsion, appelé propulseur A, a été mesurée et est représentée sur la figure 7.

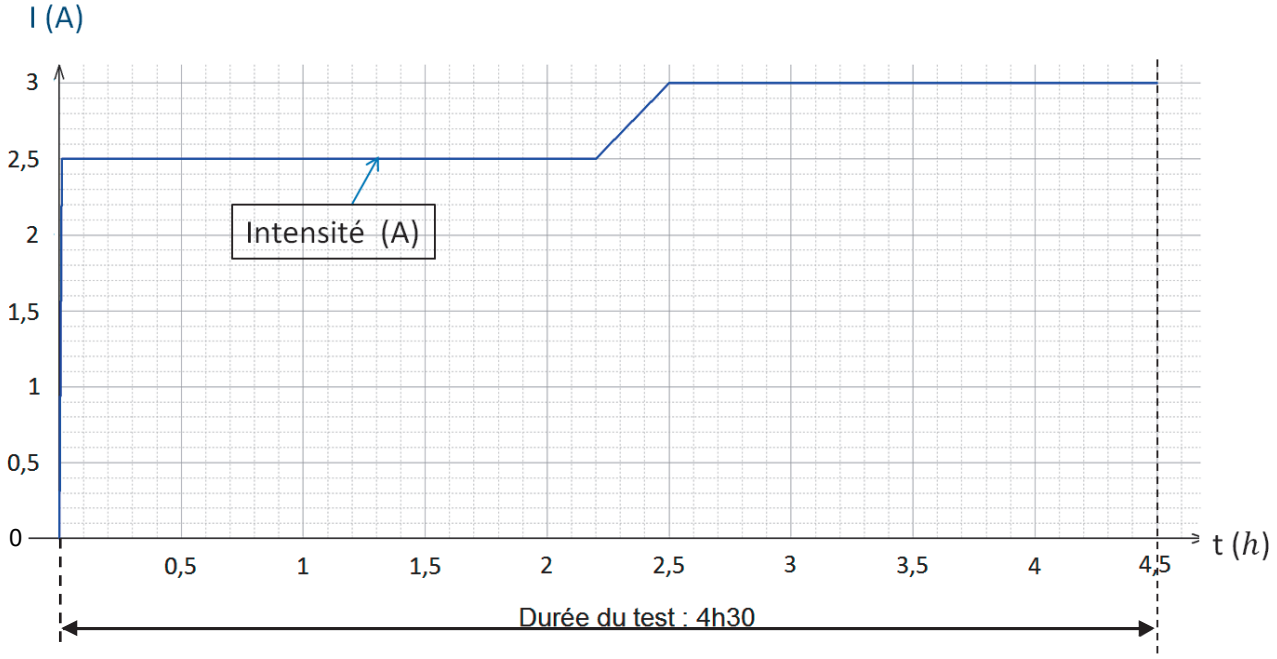


Figure 7 : intensité du courant consommée par le propulseur A

Question 1.4	À partir de l'aire située sous la courbe de la figure 7, **calculer** la quantité d'électricité consommée par le propulseur A.

Le moteur qui assure les changements de direction est appelé propulseur E. Sa quantité d'électricité consommée équivaut à 15 % de la consommation du propulseur A. L'intensité du courant consommé par les éléments qui constituent la partie commande est de 0,5 A.
La consommation du propulseur B est identique à celle du propulseur A.

Question 1.5 DR1	**Compléter** le tableau du document réponse DR1 et **calculer** la quantité d'électricité totale nécessaire pour garantir le nettoyage sur la durée du test.

Les deux batteries d'accumulateurs utilisées ont une capacité de 20 A·h chacune. Elles sont assemblées en dérivation.

Question 1.6	À l'aide du diagramme des exigences de la figure 3, **vérifier** que l'assemblage des batteries proposé permet le nettoyage des zones d'eau libre du bassin de Morny lors d'une marée de coefficient 40. **Conclure** sur la capacité du drone à assurer le nettoyage de la zone du port de Morny.

Sous-partie 2

Étude de la propulsion du drone

L'objectif de cette sous-partie est de vérifier que la charge maximale tractée dans le filet ne provoque pas de dépassement de l'angle de tangage généré par les propulseurs.

La stabilité du drone dépend du tirant d'eau de sa partie immergée et de la trainée provoquée par la charge tractée. Le tirant d'eau se mesure entre la ligne de flottaison et le point le plus bas immergé comme illustré sur la figure 8. Les concepteurs annoncent un tirant d'eau de 23 cm hors charge.

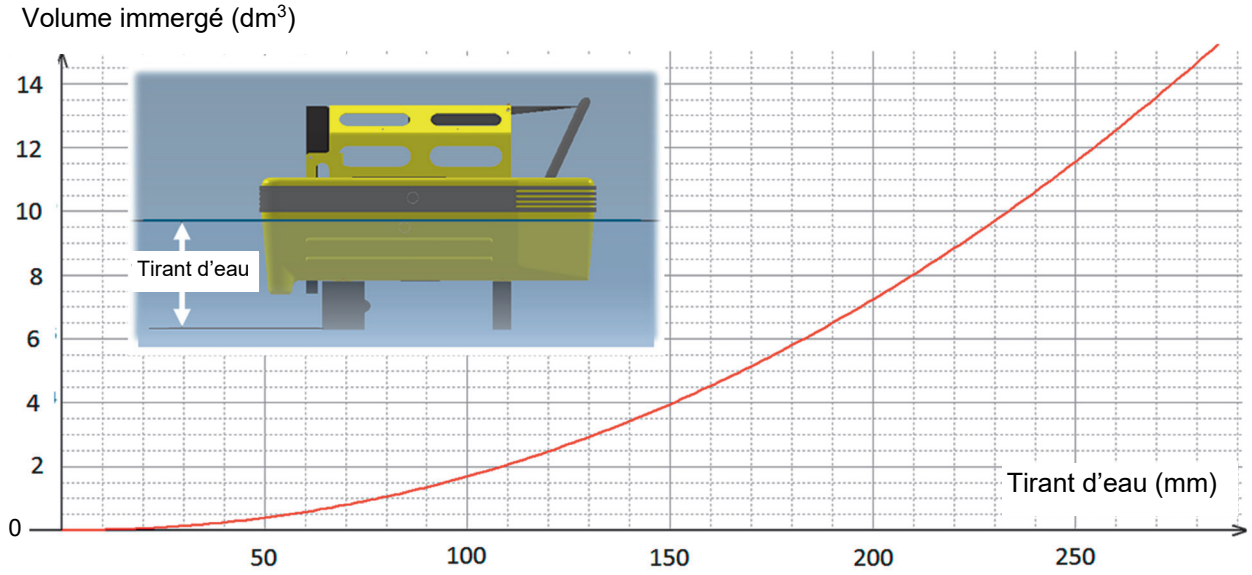


Figure 8 : volume immergé d'un seul flotteur en fonction du tirant d'eau

Données :

- la masse du drone avec les batteries est de m_{drone} = 20 kg ;
- la masse volumique de l'eau de mer est de ρ_{eau} = 1 033 kg·m^{-3} ;
- l'accélération de la pesanteur est notée g = 9,81 m·s^{-2}.

Question 1.7 **Calculer** la poussée d'Archimède pour un flotteur à l'aide de la figure 8 puis **vérifier** que les deux flotteurs garantissent le tirant d'eau annoncé.

Plus la charge tractée est importante, plus l'avant du drone a tendance à s'élever sous l'effet de la poussée engendrée par les propulseurs. Afin d'éviter l'immersion de l'arrière du drone, il faut vérifier que l'angle de tangage θ ne dépasse pas la valeur de 5° imposée par l'architecture du drone.

Le mouvement d'avance du drone est assuré par les deux propulseurs A et B situés sous les flotteurs. Les moteurs sont équipés d'hélices qui génèrent la poussée nécessaire au mouvement. À vitesse stabilisée, la poussée permet de compenser les trainées hydrodynamiques des flotteurs et de la charge tractée (figure 9).

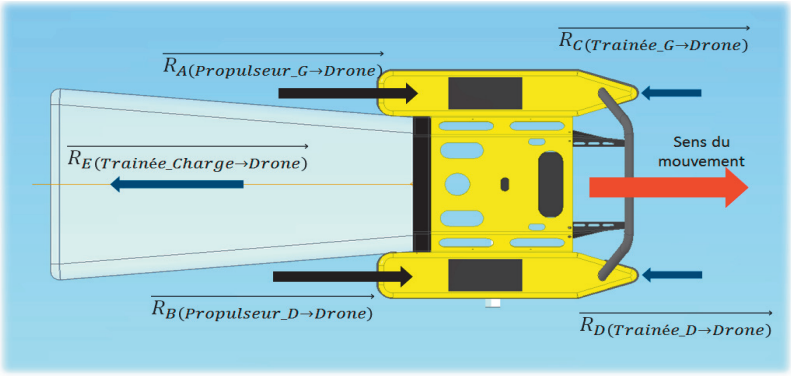


Figure 9 : actions de poussées et de trainées

Hypothèses et données :

- l'ensemble étudié est {S}={Filet + Déchets_tractés + Drone} ;
- l'ensemble {S} possède un plan de symétrie réprésenté par le plan $(G,\vec{x},\vec{y})$ du document réponse DR2 ;
- les actions mécaniques de pesanteur et de la poussée d'Archimède sur les déchets tractés sont négligées.

Les différentes actions mécaniques s'exerçant sur l'ensemble {S} sont représentées par les glisseurs suivants :

- en G, la résultante des actions mécaniques de pesanteur et de la poussée d'Archimède $\overrightarrow{R_{G\,(\bar{S}\rightarrow S)}} = -R_G\cdot\vec{y}$ avec $R_G = 3$ N ;
- en C, la trainée du flotteur gauche $\overrightarrow{R_{C\,(\bar{S}\rightarrow S)}} = -F_c\cdot\vec{x}$;
- en D, la trainée du flotteur droit $\overrightarrow{R_{D\,(\bar{S}\rightarrow S)}} = -F_D\cdot\vec{x}$;
- en H, la trainée due aux déchets tractés $\overrightarrow{R_{H\,(\bar{S}\rightarrow S)}} = -F_H\cdot\vec{x}$;
- en A, la poussée provoquée par le propulseur A $\overrightarrow{R_{A\,(\bar{S}\rightarrow S)}} = T\times\cos\theta\cdot\vec{x} + T\times\sin\theta\cdot\vec{y}$;
- en B, la poussée provoquée par le propulseur B $\overrightarrow{R_{B\,(\bar{S}\rightarrow S)}} = T\times\cos\theta\cdot\vec{x} + T\times\sin\theta\cdot\vec{y}$;

Question 1.8 DR2	**Représenter** et **nommer** sur le document réponse DR2 les actions mécaniques qui agissent sur l'ensemble {S}.

Une simulation a permis de tracer l'évolution des actions mécaniques en fonction de la vitesse du drone pour différentes valeurs de surface frontale (figure 10).

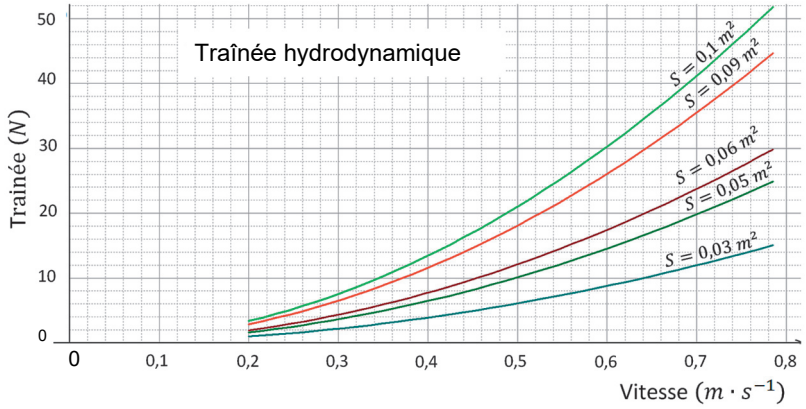


Figure 10 : action mécanique de trainée

Dans le cadre de l'étude, la vitesse de l'ensemble {S} est constante et prise à un nœud (soit 1,852 km·h^{-1}).
Aux points C et D la surface frontale d'un flotteur est de $S_{flotteur}$ = 0,03 m².
Au point H la surface frontale est de S_H = 0,1 m².

Question 1.9	**Déterminer** à partir de la figure 10 les normes des actions mécaniques de trainée des deux flotteurs (F_C+F_D) et de la charge tractée F_H.

Question 1.10	**Ecrire** les équations de résultantes des actions mécaniques issues du principe fondamental de la statique appliqué à l'ensemble S={Filet + Déchets_tractés + Drone}. **Montrer** que $\tan\theta = \frac{R_G}{(F_C+F_D+F_H)}$.

Question 1.11	**Vérifier** que l'angle θ est inférieur à 5°, limite fixée par l'architecture du drone.

Le concepteur a choisi un moteur brushless dont la caractéristique est fournie figure 11. Il est utilisé pour une vitesse de rotation comprise entre 2 000 tr·min^{-1} et 10 000 tr·min^{-1}.
Pour l'angle maximal autorisé de 5°, l'action mécanique de poussée totale de chaque propulseur T ne doit pas excéder 17,5 N.

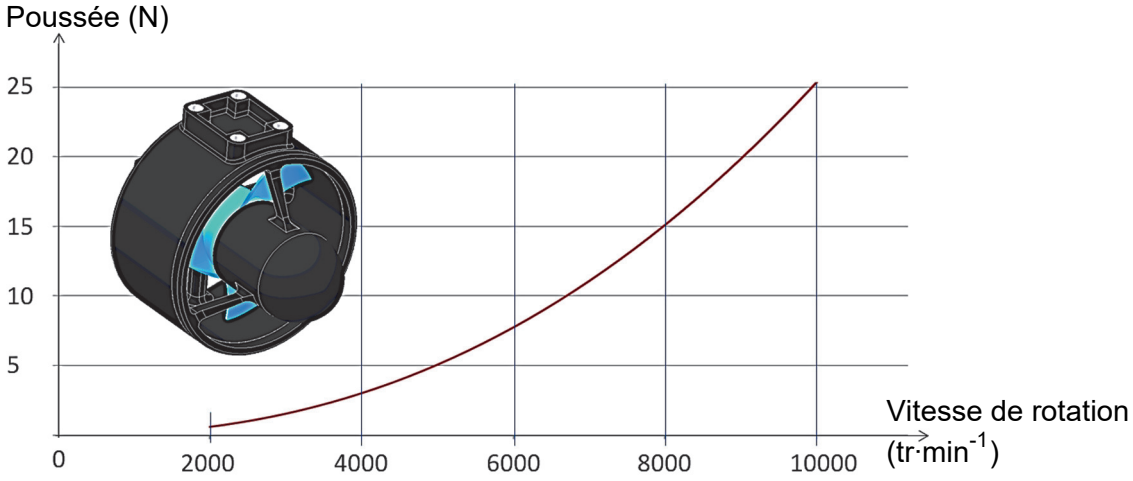


Figure 11 : poussée d'un propulseur

Question 1.12	À l'aide de la courbe de la figure 11, **relever** le régime moteur garantissant que le tractage des déchets à la vitesse d'un nœud est compatible avec les préconisations du concepteur. **Conclure** sur la capacité des propulseurs à garantir la poussée nécessaire.

Sous-partie 3

Détection bathymétrique

L'objectif de cette sous-partie est de valider l'utilisation du système bathymétrique, tant pour la sécurité des bateaux que la détection des macro-déchets.

Le drone est prévu pour collecter des déchets flottants. Le système bathymétrique doit permettre de détecter des macro-déchets présents sur le fond (chariot de course, deux roues, etc.).

L'usage courant d'un relevé bathymétrique (figure 12) permet de connaître avec précision la profondeur d'une zone en eau et de la retranscrire sous la forme d'une carte ou d'un plan. Les données récupérées permettent l'acquisition des informations nécessaires à la sécurité des navires en fonction de leur tirant d'eau. Elles sont recensées dans une application.

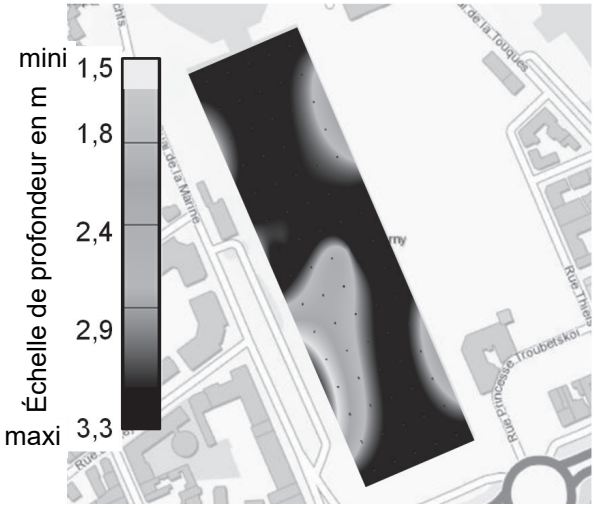


Figure 12 : relevé bathymétrique du bassin de Morny

Question 1.13 **Déterminer** à l'aide de la figure 12 la profondeur maximale du bassin de Morny.

Le modèle de calcul utilisé pour déterminer la profondeur est décrit sur la figure 13.

Détection par acoustique
Angle du faisceau : 2×α = 30°
Portée minimale : P = 0,5 m
Portée typique d'utilisation : P = 50 m

Résolution de la portée à 50 m : 25 cm
Résolution de la portée à 2 m : 1 cm
Zone de mesure : cercle de rayon R

$$R = P \times \tan(\alpha)$$

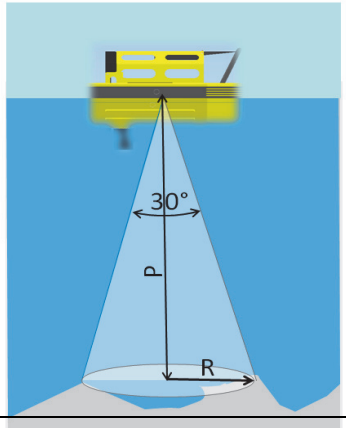


Figure 13 : géométrie de la zone de mesure

Question 1.14	À l'aide de la figure 13, pour une profondeur de 3,3 mètres, **calculer** le rayon de la zone de mesure et **déterminer** la surface de la zone de mesure.

Afin d'obtenir une information de détection de macro-déchet, une surface de recouvrement de 1 m² minimum est nécessaire. Pour détecter un macro-déchet, les essais (figure 14) ont montré que le temps suffisant entre deux mesures t_m est de 1,5 seconde.

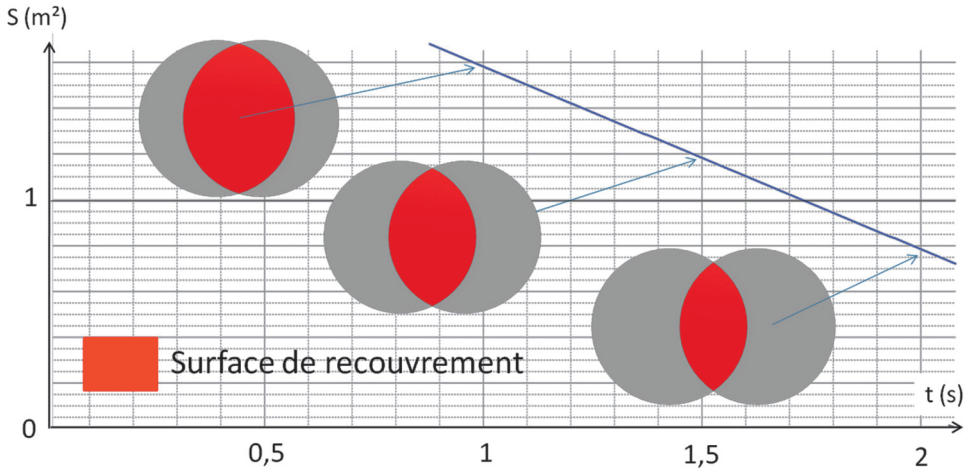


Figure 14 : surface de recouvrement en fonction du temps entre deux mesures à la vitesse de nettoyage d'un nœud

Question 1.15 DR3	**Renseigner** la valeur t_m sur l'algorigramme de mesure du document DR3.

L'information de profondeur envoyée au récepteur est la valeur bathymétrique. La communication s'effectue par Bluetooth et utilise le protocole UART.
Les informations sont envoyées sous forme d'octets avec des codes définis selon la table ASCII (figure 15).

DÉC	HEX	CHAR	DÉC	HEX	CHAR	DÉC	HEX	CHAR	DÉC	HEX	CHAR	DÉC	HEX	CHAR
32	20	[Space]	52	34	4	72	48	H	92	5C	\	112	70	p
33	21	!	53	35	5	73	49	I	93	5D	]	113	71	q
34	22	"	54	36	6	74	4A	J	94	5E	^	114	72	r
35	23	#	55	37	7	75	4B	K	95	5F	_	115	73	s
36	24	$	56	38	8	76	4C	L	96	60	`	116	74	t
37	25	%	57	39	9	77	4D	M	97	61	a	117	75	u
38	26	&	58	3A	:	78	4E	N	98	62	b	118	76	v
39	27	'	59	3B	;	79	4F	O	99	63	c	119	77	w
40	28	(	60	3C	<	80	50	P	100	64	d	120	78	x
41	29	)	61	3D	=	81	51	Q	101	65	e	121	79	y
42	2A	*	62	3E	>	82	52	R	102	66	f	122	7A	z
43	2B	+	63	3F	?	83	53	S	103	67	g	123	7B	{
44	2C	,	64	40	@	84	54	T	104	68	h	124	7C	|
45	2D	-	65	41	A	85	55	U	105	69	i	125	7D	}
46	2E	.	66	42	B	86	56	V	106	6A	j	126	7E	~
47	2F	/	67	43	C	87	57	W	107	6B	k	127	7F	[DEL]
48	30	0	68	44	D	88	58	X	108	6C	l			
49	31	1	69	45	E	89	59	Y	109	6D	m			
50	32	2	70	46	F	90	5A	Z	110	6E	n			
51	33	3	71	47	G	91	5B	[	111	6F	o			

Figure 15 : table ASCII

Le protocole utilisé est le suivant :

- un bit de départ à l'état logique 0 ;
- l'information sur 8 bits pour chaque caractère, avec envoi du bit de poids faible LSB en premier et du bit de poids fort MSB en dernier ;
- un bit de stop à l'état logique 1.

Le caractère P est envoyé en premier pour indiquer que l'information qui suit est une profondeur en mètre avec comme séparateur une virgule.

Par exemple, la trame de la figure 16 permet l'envoi du caracère P.

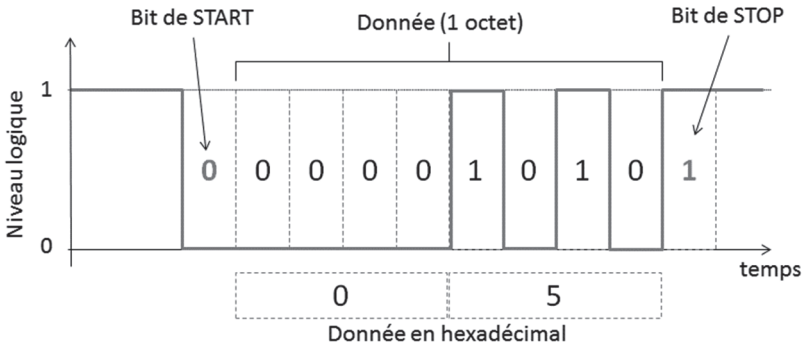


Figure 16 : trame de données pour le caractère P

Dans le cadre des essais sur le bassin de Morny, un macro-déchet a été déposé sur le trajet du drone. La trame reçue est représentée sur le document réponse DR3.

Question 1.16 DR3	À l'aide de la table ASCII (figure 15), **décoder** la trame de données du document réponse DR3 entre le drone et l'opérateur pour connaître la valeur bathymétrique. **Renseigner** cette valeur dans l'algorigramme du document réponse DR3.

Le tirant d'eau autorisé T est au maximum de 2 m dans le cas du bassin de Morny. Le gestionnaire du bassin définit une profondeur de sécurité S. Dans le cas du bassin de Morny cette valeur est de 0,5 m. Elle peut être modifiée en fonction des plans d'eau au travers de l'application. Le message « DANGER obstacle » est affiché lorsque la valeur V est inférieure à la valeur de sécurité. Le calcul et l'affichage s'effectuent sur l'application du smartphone (récepteur bluetooth).

Question 1.17 DR3	**Compléter** sur le document réponse DR3 l'extrait du programme Python de l'application qui permet d'alerter en cas d'obstacle détecté.

Le service de recherche et développement propose ce système pour la détection de macro-déchets (trottinettes, panneaux de signalisation, etc.).

Question 1.18	**Proposer** une démarche s'appuyant sur le relevé bathymétrique du drone pour détecter les macro-déchets.

Page blanche laissée intentionnellement.

Ne rien inscrire dessus.

Document réponse DR1

Question 1.1

	Puissance	Effort	Flux
A			
B			
C			
D	mécanique	Force (N)	Vitesse ($m \cdot s^{-1}$)

Question 1.5

	I (A)	t (h)	Q (A·h)
Les deux propulseurs A et B			24,65
Le propulseur E			
La partie commande	0,5		
Quantité d'électricité totale			

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) **:**
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

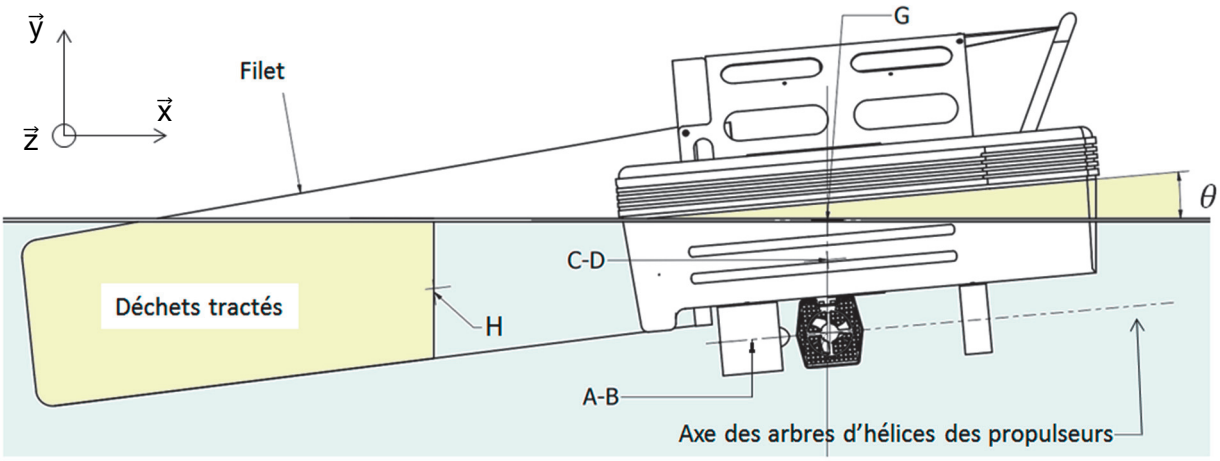
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

Document réponse DR2

Question 1.8



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) **:**
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

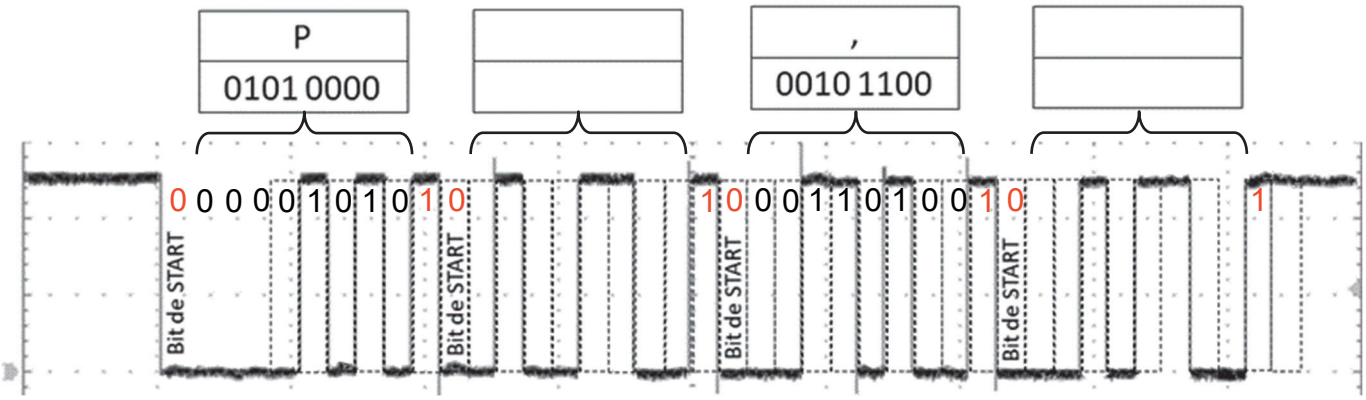
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

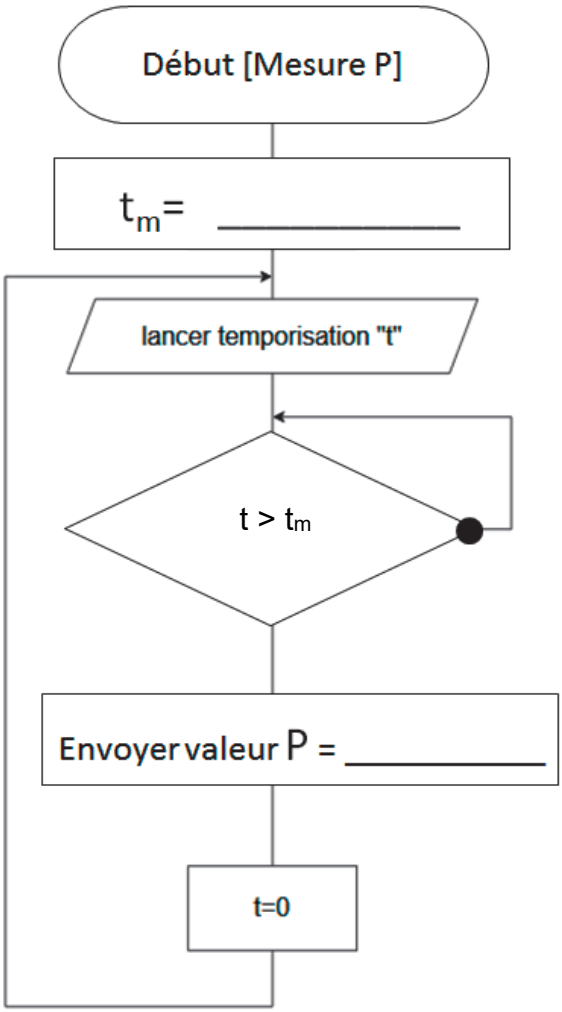
1.2

Document réponse DR3

Question 1.16



Questions 1.15, 1.16



Question 1.17

```
>>T=_____________________

>>S=_____________________

>>V= P - T

>>if V _____ S :

   print (« Pas d'obstacle. »)

   else :

   print (« DANGER obstacle. »)
```

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) **:**
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

Partie 2 : Sciences physiques

EXERCICE A – Jeu du Hornuss

Le jeu du Hornuss est un jeu traditionnel Suisse proche du baseball américain. On s'intéresse à un joueur dans la zone de lancer. Le principe est simple : à l'aide d'un fouet il doit envoyer le plus loin possible un palet, appelé Hornuss, depuis une rampe de lancement.

Dans cet exercice on se place dans le référentiel terrestre, supposé galiléen au regard des durées mises en jeu. On choisit un repère xOz dont l'origine est placée à l'extrémité de la rampe de lancement. Le système d'étude est le palet, dont on étudie le centre de masse G.

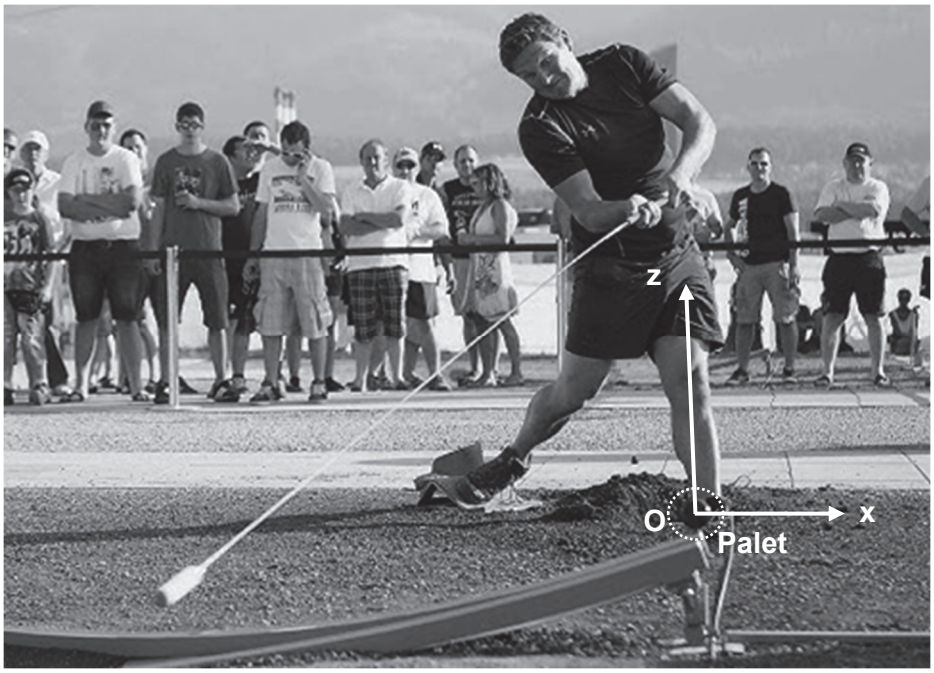


Figure 1. Image d'un lanceur lors de l'entraînement

Le palet est initialement situé à une vingtaine de centimètres du sol, mais on choisit de négliger cette hauteur devant les distances mises en jeu. L'origine des temps est prise à l'instant où le palet quitte la rampe. À ce moment, la vitesse du centre de masse a une norme $v_0 = 85\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ et fait un angle $\alpha = 14°$ avec le sol. La norme de l'accélération de la pesanteur terrestre est $g = 9{,}8\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

La zone réglementaire d'atterrissage se situe à une distance comprise entre 100 m et 350 m de la zone de lancer.

Q1. Reproduire le repère et réaliser un schéma de la situation, sans souci des proportions ni de l'échelle, en indiquant l'allure de la trajectoire du centre de masse du palet dans le cas où le palet atterrit dans la zone réglementaire. Représenter les vecteurs $\overrightarrow{v_0}$ et $\vec{g}$.

Q2. En s'appuyant sur la deuxième loi de Newton et en se plaçant dans le cadre du modèle de la chute libre, exprimer les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre de masse du système.

Q3. Montrer que les coordonnées du vecteur vitesse du centre de masse du système, $v_x(t)$ et $v_z(t)$ ont pour expression :

$$v_x(t) = v_0 \cos(\alpha)$$
$$v_z(t) = -g\,t + v_0 \sin(\alpha)$$

On étudie désormais l'évolution de l'altitude du palet au cours du temps.

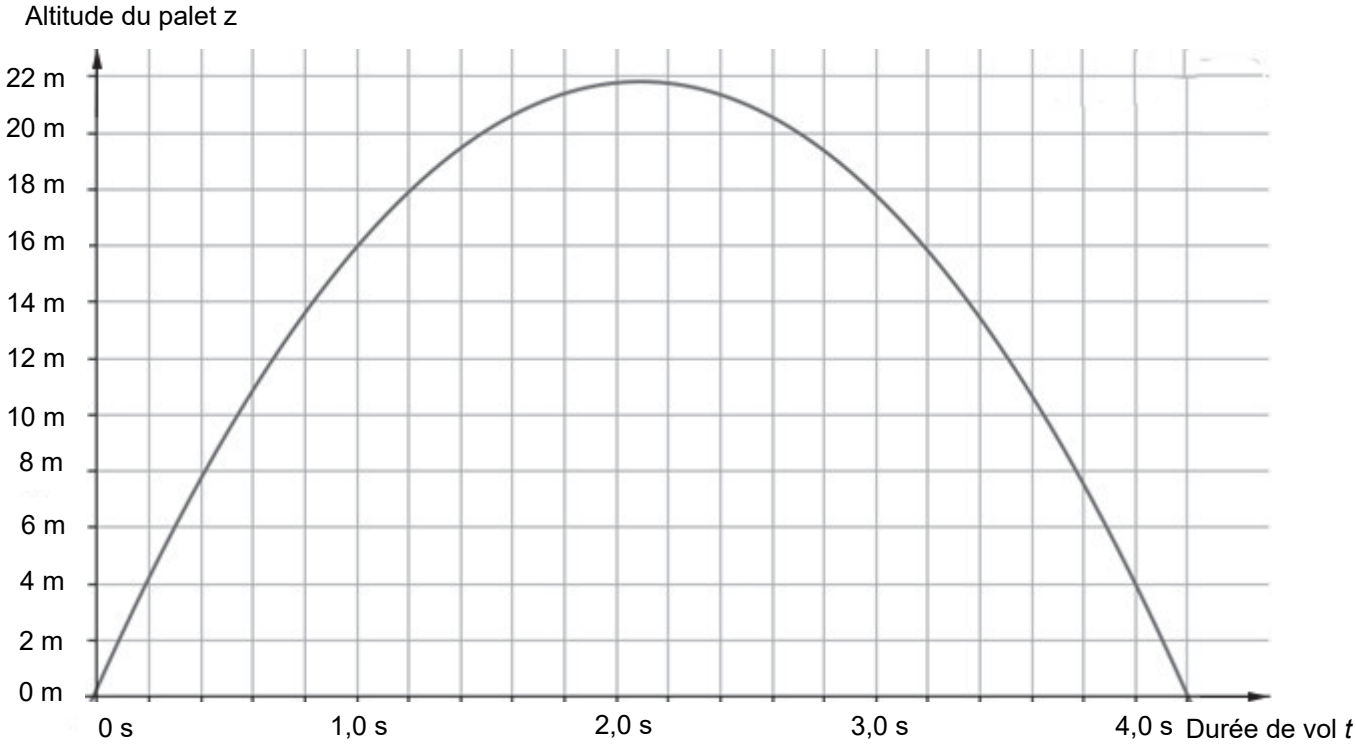


Figure 2. Évolution de l'altitude *z* de G au cours du temps, obtenue à partir d'une simulation à l'aide d'un langage de programmation.

Q4. Déterminer graphiquement, à l'aide de la figure 2, la valeur t_{vol} correspondant à la durée entre l'impact initial et l'impact au sol du palet.

Q5. En déduire la valeur de la distance *D* entre l'origine et le lieu où le palet touche le sol.

La distance parcourue par le palet permet à l'équipe attaquante de marquer des points : 1 point tous les 10 m parcourus à partir de 100 m, et ce jusqu'à 350 m. L'équipe adverse peut tenter de stopper le palet au vol, permettant de réduire le nombre de points obtenu.

Q6. En déduire le nombre de points marqués par l'équipe si aucun défenseur ne touche le palet avant qu'il n'atteigne le sol.

EXERCICE B – Des nuisances sonores autour des festivals

Avec ses 995 hectares, le bois de Vincennes est le plus grand espace vert de Paris. Aux beaux jours, le bois est le lieu de concerts en plein air dont certains attirent jusqu'à 80 000 personnes.

L'objectif de cet exercice est d'étudier les risques sonores pour les festivaliers et les nuisances sonores pour les riverains.



Figure 1. Réglementation sur l'exposition au bruit.
Source : https://www.inrs.fr.

Données :

- intensité sonore de référence : $I_0 = 1{,}0\times10^{-12}$ W·m $^{-2}$;
- l'intensité sonore I, est reliée à la distance d à une source par la relation : $I = \frac{k}{d^2}$, avec k une constante spécifique à une source sonore donnée ;
- le niveau sonore L est lié à l'intensité sonore par la relation : $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$;
- niveau d'intensité sonore à 4,0 m d'une seule enceinte : $L_1 = 86$ dB ; les autres étant éteintes.

On raisonne dans un premier temps sur une seule enceinte. On s'intéresse alors au risque sonore encouru par un festivalier situé à une distance $d_1 = 4{,}0$ m de cette enceinte. On considère que ce festivalier n'est soumis qu'à cette source sonore et qu'il reste au même endroit toute la journée.

Q1. Expliquer en quoi l'enceinte présente un risque pour le festivalier.

On s'intéresse maintenant aux nuisances pour les habitants au voisinage de la scène du festival, repérée par la croix centrale sur le plan. Les habitations les plus proches du festival se trouvent sur l'arc de cercle (trait plein).

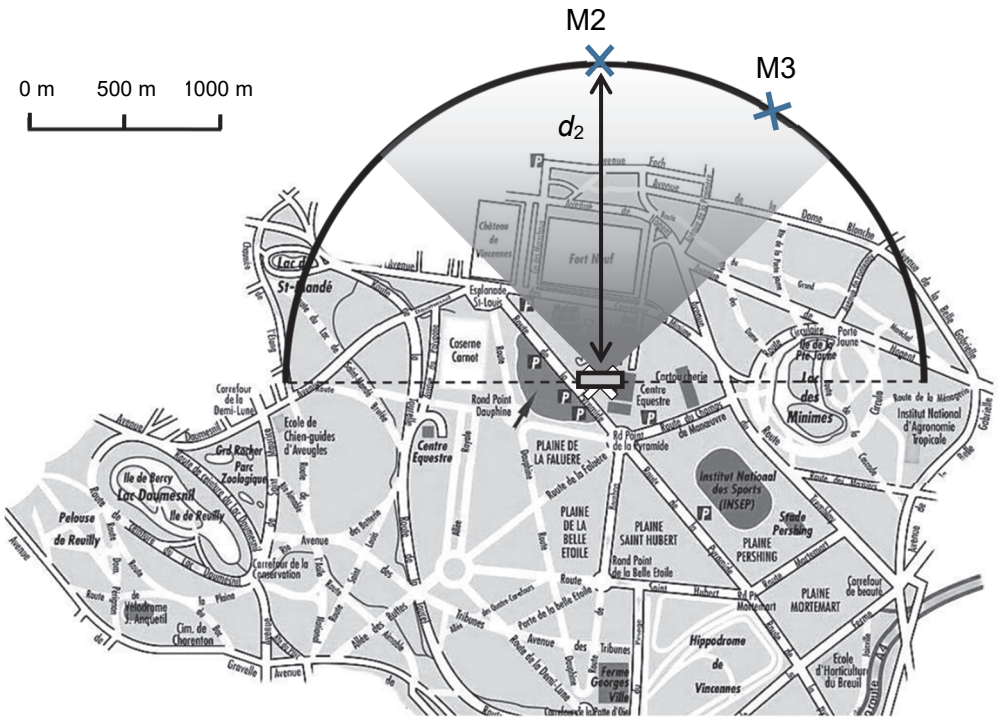


Figure 2. Plan de la partie du bois de Vincennes étudiée ici
Source : http ://paris1900.lartnouveau.com/paris12/bois_de_vincennes/plan_bdv.htm

Q2. À partir de la carte de la figure 2, déterminer la valeur de la distance, notée d_2 entre la scène du festival et les habitations situées face à la scène, en M2.

On note L_2 le niveau sonore perçu au niveau de M2.

Q3. On souhaite calculer l'atténuation sonore, notée $A = L_1 - L_2$ entre le festivalier et les premières habitations situés respectivement aux distances d_1 et d_2 par rapport à la source. Si on néglige l'absorption du milieu, préciser la nature de l'atténuation à prendre en compte.

Q4. Montrer que l'expression de l'atténuation est : $A = 20 \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$.

Q5. En déduire que la valeur de l'atténuation est d'environ A = 53 dB.

On raisonne maintenant sur plusieurs enceintes.

Lors d'une exposition à des niveaux sonores supérieurs à 40 dB la nuit, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère que des effets extra-auditifs du bruit peuvent se manifester : « troubles du sommeil, gêne, risques cardiovasculaires accrus, difficultés de concentration et retards dans les apprentissages » (*Source :* Bruitparif).

Q6. L'organisateur du festival souhaite utiliser le maximum d'enceintes possible tout en respectant la recommandation de l'OMS concernant la santé et le bien-être des riverains au cours de la nuit. Déterminer le nombre maximal d'enceintes utilisables. On négligera tout phénomène d'interférences sonores. Commenter ce résultat.

On considère une nouvelle habitation située en M3 à la même distance des enceintes que la maison M2 (voir figure 2). Cette dernière se situe dans l'axe d'émission des enceintes tandis que la maison M3 est décalée d'un certain angle par rapport à cet axe.

Q7. Les occupants de la maison M3 subissent moins de nuisances sonores que ceux de la maison M2. Proposer une explication.