

BAC 2026  
Correction épreuve de Sciences de l'Ingénieur  
Mardi 16 juin 2026

Partie 1 : Sciences de l'ingénieur

Sous-partie 1 : Capacité de vol du catamaran et stabilité

**Question 1.1**

Vitesse minimale de déjaugeage : 8 nœuds.

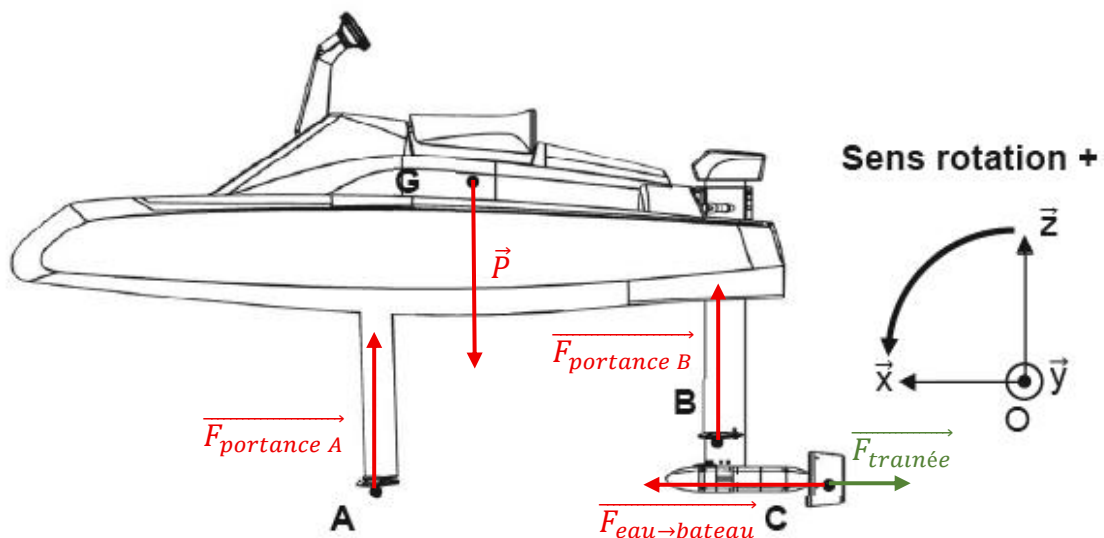
$$\begin{aligned} 1 \text{ nœud} &= 1,852 \text{ km/h} \\ \text{Donc } V_{\text{mini}} &= 8 * 1,852 \\ &= 14,816 \text{ km/h} \\ &= 14,816/3,6 \text{ m/s} \\ &= 4,12 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Masse totale embarcation + pilote = 190 kg

- Masse du bateau : 100 kg
- Masse du pilote : 90 kg

**Question 1.2**

DR1



Sur Z on a :

- 2 foils avant
- 1 foil arrière
- Le poids de l'ensemble E

# l'Étudiant

Projection sur Z

$$\sum F_{\text{extérieur}} = 0$$

$$2 * F_{\text{portance A}} + F_{\text{portance B}} - P = 0$$

$$2 * 1/2 * \gamma * S_{\text{avant}} * C_z * V_{\text{déj}}^2 + 1/2 * \gamma * S_{\text{arrière}} * C_z * V_{\text{déj}}^2 - (m_B + m_P) * g = 0$$

$$\gamma * C_z * V_{\text{déj}}^2 * (S_{\text{avant}} + 1/2 * S_{\text{arrière}}) = (m_B + m_P) * g$$

$$V_{\text{déj}}^2 = \frac{(m_B + m_P) * g}{\gamma * C_z * (S_{\text{avant}} + 1/2 * S_{\text{arrière}})}$$

$$V_{\text{déj}} = \sqrt{\frac{(m_B + m_P) * g}{\gamma * C_z * (S_{\text{avant}} + 1/2 * S_{\text{arrière}})}}$$

$$V_{\text{déj}} = \sqrt{\frac{(m_B + m_P) * g}{\gamma * C_z * (S_{\text{avant}} + 1/2 * S_{\text{arrière}})}}$$

$$V_{\text{déj}} = \sqrt{\frac{(100 + 90) * 9.81}{1000 * 0.8 * (0.08 + 1/2 * 0.12)}}$$

$$V_{\text{déj}} = \sqrt{\frac{(100 + 90) * 9.81}{1000 * 0.8 * (0.08 + 1/2 * 0.12)}}$$

$$V_{\text{déj}} = 4,08 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{déj}} = 14,7 \text{ km/h}$$

$$V_{\text{déj}} = 7,9 \text{ nœuds}$$

La vitesse calculée est d'environ 7,9 nœuds, très proche des 8 nœuds annoncés, l'exigence est donc validée.

## Question 1.3

D'après la figure 7 :

- Correcteur 1 : oscillations importantes.
- Correcteur 2 : stabilisation lente.
- Correcteur 3 : atteint rapidement la consigne avec peu d'oscillations.

Le correcteur 3 est le meilleur compromis car il permet une stabilisation rapide autour de la profondeur souhaitée de 300 mm.

## Question 1.4

DR1

Variation de portance foil arrière	Variation de portance foils avant	Variation de profondeur d'immersion	Sens de basculement
-	-	-	
-	+		Basculement vers l'arrière
+	-		Basculement vers l'avant
+	+	+	

## Question 1.5

Le calcul montre que le catamaran déjauge à une vitesse conforme aux exigences du constructeur. De plus, l'asservissement choisi permet de maintenir une profondeur d'immersion stable et de corriger l'assiette du bateau grâce à la variation de portance des foils.

Le catamaran possède les capacités nécessaires pour assurer le vol et sa stabilisation conformément au cahier des charges.

## Sous-partie 2 : Autonomie du bateau

### Question 1.6

- Autonomie attendue : 2 h.
- Énergie de la batterie : 5,7 kW.h.

### Question 1.7

Le décrochage correspond quand les foils soulèvent le bateau, la coque étant hors de l'eau, la force de traînée de celle-ci devient très faible, et donc entraîne une diminution de la consommation.

Consommation à 10 nœuds  $P = 2,0$  kW.

### Question 1.8

$$E_{\text{utile}} = 80 \% * 5,7$$

$$= 4,56 \text{ kw.h}$$

$$E_{\text{utile}} = P.t$$

$$t = E_{\text{utile}}/P$$

$$t = 4,56/2$$

$$t = 2,28 \text{ h}$$

# L'Étudiant

soit 2 h et 16 min

2 h 16 > 2 h

L'exigence constructeur est respectée.

## Question 1.9

$$U_{can} = U_{BAT} * \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ avec } R_1 = 22 \text{ k}\Omega \text{ et } R_2 = 2 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2}{22 + 2} = 0,083$$

Donc

$$U_{can} = 0.083 * U_{BAT}$$

Figure 10,  $U_{batt \text{ max}} = 56 \text{ V}$

$$\begin{aligned} U_{can \text{ max}} &= 56 * 0.083 \\ &= 4,65 \text{ V} \end{aligned}$$

Le CAN est alimenté en 5V, donc validé.

## Question 1.10

$$q = V_{ref} / 2^n$$

ici  $V_{ref} = 5 \text{ V}$  et  $n = 10 \text{ bits}$

$$q = 5 / 2^{10}$$

$$q = 4,88 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

## DR2

Charge de la batterie	Tension batterie $U_{BAT}$	Tension entrée CAN $U_{CAN}$	Valeur sortie du CAN $N_{CAN}$
100 %	56 V	4,66 V	953
50 %	50 V (lecture graphique figure 10)	$50 * 0,083 = 4,15 \text{ V}$	$4,15 / 0,0488 = 849$
30 %	49 V	$49 * 0,083 = 4,07 \text{ V}$	$4,07 / 0,0488 = 832$

## Question 1.11

### DR2

# l'Étudiant

```
def testBatterie :  
    ""  
    Informe l'utilisateur que la charge batterie passe  
    sous les seuils de 50 % puis 30 %  
    Valeurs globales :  
        N30: valeur en sortie du CAN pour 30 % de charge  
        N50: valeur en sortie du CAN pour 50 % de charge  
    ""  
    Ncan=can.read() #acquisition de tension batterie  
    if Ncan <= ..... N30 :  
        afficherMessage("Charge inférieure à 30 %")  
    elif ..... Ncan<= N50 ..... :  
        afficherMessage("... Charge inférieure à 50 % ...")  
    else:  
        afficherMessage("Batterie suffisamment chargée")
```

Le système mesure la tension de la batterie, la convertit en valeur numérique et compare cette valeur aux seuils correspondant à 50 % et 30 % de charge.

Le système est donc capable d'alerter correctement l'utilisateur avant une décharge trop importante de la batterie.

## Sous-partie 3 : Contrôle de la direction

### Question 1.12

De  $-45^\circ$  à  $45^\circ$  représente  $90^\circ$  (le volant peut tourner de  $90^\circ$ ).

Soit environ 0,25 tour ( $90/360$ ).

Le système poulies-courroie a un rapport de  $r=10$ .

Le codeur fait donc  $0,25 \cdot 10 = 2,5$  tours.

Le codeur délivre 100 impulsions/tour.

Le nombre total d'impulsions vaut donc  $N = 2,5 \cdot 100 = 250$  impulsions.

Sur 8 bits on a  $2^8 = 256$  possibilités pour 250 impulsions donc un compteur 8 bits est suffisant.

### Question 1.13

# l'Étudiant

La précision souhaitée est de plus ou moins  $1^\circ$ .

On a  $90^\circ$  pour 250 impulsions, donc la résolution vaut :  $90/250 = 0,36^\circ < 1^\circ$

Donc le système satisfait l'exigence.

## Question 1.14

Sens anti-horaire (comptage)

Au front montant de A :

$$B = 0$$

Sens horaire (décomptage)

Au front montant de A :

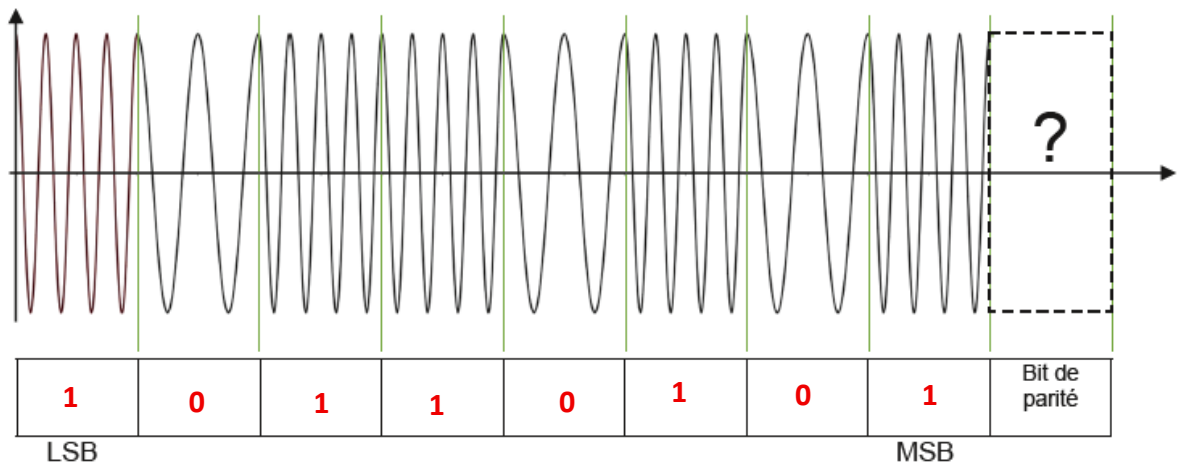
$$B = 1$$

## DR3

```
def comptage_decomptage(int N) :  
    #fonction qui renvoie N après comptage ou décomptage  
    B=pinB.value() #lecture de la valeur du capteur B  
    if B==0:  
        N=..N+1.....  
    else:  
        N=..N-1.....  
    return ..N.....
```

## Question 1.15

### DR3



Attention sens de lecture du MSB vers le LSB

1010 1101 en binaire

A D en hexadécimal

Il y a 5 bit à 1. La parité doit rendre le nombre total de bits à 1 pair.

Donc Bit de parité = 1

## Question 1.16

Chaque information contient :

- 8 bits de données
- 1 bit de parité

Soit :

9 bits

Il y a 4 informations :

$$4 \times 9 = 36 \text{ bits}$$

Débit :

$$8\,000 \text{ bit.s}^{-1}$$

Temps de transmission :

$$t_1 = \frac{36}{8000} = 4,5 \times 10^{-3} \text{ s}$$
$$t_1 = 4,5 \text{ ms}$$

Une pause de 10 ms est effectuée entre chaque information :

$$4 \times 10 = 40 \text{ ms}$$

Durée totale :

$$T = 4,5 + 40 = 44,5 \text{ ms}$$

Fréquence de transmission

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,0445}$$
$$f = 22,47 \text{ Hz}$$

Soit 22,5 transmissions par seconde.

## Question 1.17

Le diagramme des exigences impose une fréquence minimale de 20 transmissions par seconde.

Le système transmet 22,5 informations par seconde, ce qui est supérieur à l'exigence donc celle-ci est bien respectée.