Corrigé – Bac 2026 – Sciences de l'ingénieur – Métropole, jour 1

Capacité de vol du catamaran et stabilité, Autonomie du bateau, Contrôle de la direction, Mouvement sur un plan incliné, Bilan thermique d'un avion en altitude de croisière

Corrigé détaillé rédigé par Ben, professeur particulier – benprofparticulier.fr

Partie 1 – Sciences de l'ingénieur – Sous-partie 1 – Capacité de vol du catamaran et stabilité

1.1 Sur le diagramme des exigences (figure 3), le bloc « Modification de la vitesse » (Id 1.4.1) indique une **vitesse de déjaugeage de 8 nd**. Conversion :

$V = 8 \times 1{,}852 = 14{,}8 \text{ km·h}^{-1}$, soit $V = \dfrac{14{,}8}{3{,}6} \approx 4{,}12 \text{ m·s}^{-1}$.

La vitesse minimale de déjaugeage annoncée est d'environ 4,12 m·s^{-1}.

Le bloc « Masse en déplacement aérien » (Id 1.2.1) donne une masse du bateau de 100 kg et une masse du passager de 90 kg : **masse totale** $m = 100 + 90 = 190$ **kg**.

1.2 *Actions mécaniques sur $E = \{bateau + pilote\}$ (à tracer sur le DR1)* :

- **Poids** $\vec{P}$, appliqué en G, vertical, vers le bas (sens de $-\vec{z}$), de norme $(m_B + m_P)\,g = 190 \times 9{,}81 \approx 1\,864$ N ;
- **Portance des deux foils avant**, appliquée en A, verticale, vers le haut (sens de $+\vec{z}$) ;
- **Portance du foil arrière**, appliquée en B, verticale, vers le haut (sens de $+\vec{z}$) ;
- **Poussée de l'hélice** $\vec{F}_{eau \to bateau}$, appliquée en C, horizontale, vers l'avant (sens de $+\vec{x}$, vers la gauche du DR1), de norme 1 200 N ;
- **Traînées des foils**, appliquées en A et en B, horizontales, vers l'arrière (sens de $-\vec{x}$), qui s'opposent à l'avancement.

La coque est hors de l'eau (phase 2) : il n'y a plus de poussée d'Archimède, et l'action de l'air est négligée.

Démonstration. Le repère est galiléen et E se déplace à vitesse constante en ligne droite : l'accélération de G est nulle. D'après le **théorème de la résultante dynamique** : $\sum \vec{F}_{ext} = (m_B + m_P)\,\vec{a}_G = \vec{0}$.

En projection sur $\vec{z}$ (deux foils avant de surface S_{avant} chacun, un foil arrière) :

$$2 \times \tfrac{1}{2}\gamma S_{avant} C_z V^2 + \tfrac{1}{2}\gamma S_{arrière} C_z V^2 - (m_B + m_P)\,g = 0$$

soit $\gamma C_z V^2 \left(S_{avant} + \tfrac{1}{2} S_{arrière}\right) = (m_B + m_P)\,g$, d'où :

$$V_{déj} = \sqrt{\frac{(m_B + m_P)\,g}{\gamma\, C_z \left(S_{avant} + \tfrac{1}{2} S_{arrière}\right)}}$$

Application numérique (eau douce, $\gamma = 1\,000$ kg·m^{-3}, valeur non fournie par le sujet) :

$S_{avant} + \tfrac{1}{2} S_{arrière} = 0{,}08 + 0{,}06 = 0{,}14$ m² ; $\gamma C_z \times 0{,}14 = 1\,000 \times 0{,}8 \times 0{,}14 = 112$ kg·m^{-1}.

$V_{déj} = \sqrt{\dfrac{1\,864}{112}} = \sqrt{16{,}6} \approx 4{,}08 \text{ m·s}^{-1}$, soit $\dfrac{4{,}08 \times 3{,}6}{1{,}852} \approx 7{,}9$ nd.

$V_{déj} \approx 4{,}08$ **m·s^{-1} ≈ 7,9 nd**, légèrement inférieure aux 4,12 m·s^{-1} (8 nd) annoncés : à 8 nœuds, la portance des foils suffit à sortir la coque de l'eau. **La vitesse de déjaugeage annoncée par le constructeur est validée**, avec une faible marge (environ 1 %), et à condition d'utiliser le coefficient de portance maximal $C_z = 0{,}8$ de la plage 0,3 – 0,8 annoncée (figure 3).

> 💡 **Astuce.** Le coefficient $1/2$ devant $S_{arrière}$ vient du fait qu'il y a **deux** foils avant et **un seul** foil arrière : $2 \times \frac{1}{2} = 1$ pour l'avant, $\frac{1}{2}$ pour l'arrière. Avec de l'eau de mer ($\gamma \approx 1\,025$ kg·m^{-3}), on trouve 4,03 m·s^{-1} : la conclusion est la même.

1.3 Le cahier des charges impose une profondeur d'immersion du foil de 300 mm, donc une consigne de $-0{,}3$ m sur la figure 7, sans oscillation (confort) et sans que le foil remonte vers la surface.

- **Correcteur 1** : après le déjaugeage (vers 15 s), la profondeur oscille autour de 0 m, c'est-à-dire à la surface de l'eau, avec des dépassements jusqu'à environ $+0{,}15$ m : le foil sort de l'eau, c'est la phase 3 dégradée (portance instable, chocs). À rejeter.
- **Correcteur 2** : fortes oscillations (entre environ $-0{,}2$ m et $-0{,}55$ m) qui s'amortissent lentement, et stabilisation vers $-0{,}35$ m : erreur statique d'environ 5 cm et vol inconfortable.
- **Correcteur 3** : la profondeur se stabilise rapidement à $-0{,}3$ m, sans oscillation visible ni écart avec la consigne.

Le correcteur 3 est le meilleur choix : il est stable, précis (profondeur de 300 mm atteinte) et rapide, sans oscillation qui nuirait au confort.

1.4 Convention : sur le DR1, le sens de rotation + autour de $\vec{y}$ amène $\vec{z}$ vers $\vec{x}$; comme $\vec{x}$ est orienté vers l'avant du bateau, une rotation « + » fait **plonger l'avant** (piqué), une rotation « − » fait **lever l'avant** (cabré). Une augmentation globale de portance fait monter le bateau, donc le foil se rapproche de la surface : la profondeur d'immersion (négative sur la figure 7) augmente, variation « + ».

Portance foil arrière	**Portance foils avant**	**Variation de profondeur d'immersion**	**Sens de basculement**
−	−	− (donné)	(case noircie)
−	+	(case noircie)	− (l'avant monte, l'arrière descend : cabré)
+	−	(case noircie)	+ (l'arrière monte, l'avant descend : piqué)
+	+	+ (le bateau monte, le foil remonte vers la surface)	(case noircie)

> ⚠ **Piège.** Sur le DR1, $\vec{x}$ pointe vers la **gauche** (vers l'avant du bateau). Lis bien la flèche « Sens rotation + » avant de répondre : elle va de $\vec{z}$ vers $\vec{x}$, donc le « + » correspond à un bateau qui pique du nez.

1.5 Le calcul de la question 1.2 montre que le catamaran déjauge vers 7,9 nd, ce qui valide la vitesse de déjaugeage de 8 nd annoncée (exigence 1.2 « faire voler le bateau »). L'asservissement de l'orientation des foils avec le correcteur 3 stabilise la profondeur d'immersion à 300 mm sans oscillation, et la commande différentielle des portances avant et arrière permet de corriger l'assiette (piqué / cabré) ainsi que la hauteur de vol (exigence 1.3 « stabiliser le bateau »). **Le catamaran a donc la capacité de voler et de se stabiliser conformément au cahier des charges**, sous réserve de choisir le correcteur 3.

Partie 1 – Sciences de l'ingénieur – Sous-partie 2 – Autonomie du bateau

1.6 D'après la figure 3 : exigence 1.5 « Assurer l'autonomie » : **l'autonomie doit être de 2 h à la vitesse de 10 nd** ; bloc « Batterie » : batterie 48 V, **énergie stockée 5,7 kW·h**.

1.7 Le décrochage à 8 nœuds correspond au **déjaugeage** : à cette vitesse, la portance des foils devient suffisante pour soulever la coque hors de l'eau. La traînée de la coque, qui était la principale résistance à l'avancement, disparaît presque ; seuls les foils et les mâts restent immergés. La puissance nécessaire chute brutalement d'environ 4 kW à environ 1,3 kW. Cette vitesse est cohérente avec la vitesse de déjaugeage de 8 nd annoncée.

Lecture sur la figure 8 : **à 10 nœuds, la consommation du moteur est d'environ 2 kW**.

1.8 Énergie réellement utilisable (profondeur de décharge de 80 %) :

$E_{utile} = 0{,}80 \times 5{,}7 = 4{,}56$ kW·h.

Autonomie à 10 nœuds (puissance constante de 2 kW) :

$t = \dfrac{E_{utile}}{P} = \dfrac{4{,}56}{2{,}0} \approx 2{,}3$ h, soit environ 2 h 17 min.

L'autonomie calculée ($\approx$ 2,3 h) est supérieure aux 2 h exigées : l'exigence du constructeur est respectée, avec une marge d'environ 14 % (qui couvre en partie la consommation négligée pendant le déjaugeage).

1.9 Le courant de sortie vers le CAN est nul ($I = 0$ A) : $\mathrm{R_1}$ et $\mathrm{R_2}$ sont parcourues par le même courant, c'est un **pont diviseur de tension** :

$$U_{CAN} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}\, U_{BAT} = \frac{2}{22 + 2}\, U_{BAT} = \frac{1}{12}\, U_{BAT} \approx 0{,}083\, U_{BAT}.$$

D'après la figure 10, la tension batterie est maximale à 100 % de charge : $U_{BAT,max} = 56$ V. Alors $U_{CAN,max} = \dfrac{56}{12} \approx 4{,}67$ V.

Comme 4,67 V $<$ 5 V, $\mathbf{U_{CAN}}$ ne dépasse jamais la tension de référence du CAN : le choix de $\mathrm{R_1} = 22$ kΩ et $\mathrm{R_2} = 2$ kΩ convient.

1.10 Le CAN code sur $n = 10$ bits, soit $2^{10} = 1\,024$ valeurs (de 0 à 1 023), pour une pleine échelle de 5 V :

$q = \dfrac{5}{2^{10} - 1} = \dfrac{5}{1\,023} \approx 4{,}89 \times 10^{-3}$ V, soit $\mathbf{q \approx 4{,}89\ mV}$.

(C'est la valeur cohérente avec la ligne fournie : $\dfrac{4{,}66}{4{,}89 \times 10^{-3}} \approx 953$; avec $q = \dfrac{5}{2^{10}} \approx 4{,}88$ mV, les valeurs de N ne changent que d'une ou deux unités.)

Lecture de la figure 10 : à 50 % de charge, $U_{BAT} = 50$ V ; à 30 % de charge, $U_{BAT} = 49$ V. Puis $U_{CAN} = U_{BAT}/12$ et $N_{CAN} = U_{CAN}/q$:

Charge	$\mathbf{U_{BAT}}$	$\mathbf{U_{CAN}}$	$\mathbf{N_{CAN}}$
100 %	56 V	4,66 V	953
50 %	**50 V**	**4,17 V**	**853**
30 %	**49 V**	**4,08 V**	**835**

Détail : $\dfrac{4{,}17}{4{,}89 \times 10^{-3}} \approx 853$ et $\dfrac{4{,}08}{4{,}89 \times 10^{-3}} \approx 835$.

> ⚠ **Piège.** Entre 50 % et 30 %, la courbe de la figure 10 est presque plate (1 V seulement d'écart) : lis les tensions avec soin sur le quadrillage (50 V et 49 V). Une erreur de lecture de 1 V décale N d'environ 17 unités, autant que l'écart entre les deux seuils.

1.11 Programme complété (N30 = 835 et N50 = 853, valeurs globales) :

```
def testBatterie() :
    """
    Informe l'utilisateur que la charge batterie passe
    sous les seuils de 50 % puis 30 %
    """
    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 test du seuil 30 % doit être placé en premier : une valeur inférieure à N30 est aussi inférieure à N50, et c'est l'alerte la plus grave qui doit s'afficher. (Les parenthèses après le nom de la fonction sont nécessaires en Python.)

Conclusion. Les deux seuils correspondent à des valeurs N bien distinctes (853 et 835, soit 18 quantums d'écart) ; un quantum correspond à $12 \times 4{,}89 \approx 59$ mV de tension batterie, bien inférieur à l'écart de 1 V entre 50 % et 30 %. **Le système est capable de détecter les deux seuils et d'alerter l'utilisateur.** La faible pente de la courbe dans cette zone rend toutefois la détection sensible aux variations de tension (par exemple une chute de tension quand le moteur tire beaucoup de courant).

Partie 1 – Sciences de l'ingénieur – Sous-partie 3 – Contrôle de la direction

1.12 Le volant tourne de -45° à $+45^\circ$, soit une course $\Delta\alpha_{volant} = 90^\circ$. Le système poulies-courroie est un multiplicateur de rapport $r = 10$: $\Delta\alpha_{codeur} = r \times \Delta\alpha_{volant} = 10 \times 90 = 900^\circ$, soit $\dfrac{900}{360} = 2{,}5$ tours.

Le codeur génère 100 impulsions par tour : $N = 2{,}5 \times 100 = 250$ impulsions. **Le codeur retourne bien 250 impulsions sur toute la course du volant.**

Le compteur doit pouvoir représenter les valeurs de 0 à 250, soit 251 positions. Avec 7 bits, on ne dispose que de $2^7 = 128$ valeurs (insuffisant) ; avec 8 bits, on dispose de $2^8 = 256$ valeurs (0 à 255). **Un compteur 8 bits est le plus petit format suffisant**, ce qui correspond à l'entier sur 8 bits transmis à l'unité arrière.

1.13 Le diagramme des exigences (figure 12, Id 2.1.1) impose une **précision de 1 degré** sur la mesure de l'angle du volant.

Résolution du système : une impulsion correspond à un angle volant de $\dfrac{90}{250} = 0{,}36^\circ$ (ou $\dfrac{360}{100 \times 10} = 0{,}36^\circ$).

Comme $0{,}36^\circ < 1^\circ$, le système atteint la précision demandée.

1.14 D'après la figure 15 :

- **sens anti-horaire** (comptage) : B est en retard d'un quart de période sur A ; au front montant de A, **B = 0** ;
- **sens horaire** (décomptage) : B est en avance d'un quart de période sur A ; au front montant de A, **B = 1**.

Programme complété :

```
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
```

(L'en-tête est celui du DR3 ; en Python strict, on écrirait *def comptage_decomptage(N):*.)

1.15 En FSK, une fréquence élevée code un 1 et une fréquence faible un 0. Dans chaque intervalle de bit (délimité par les traits verticaux), on compte 4 périodes (fréquence élevée) ou 2 périodes (fréquence faible). Le LSB est transmis en premier :

Bit	**b0 (LSB)**	**b1**	**b2**	**b3**	**b4**	**b5**	**b6**	**b7 (MSB)**	**Parité**
Périodes	4	2	4	4	2	4	2	4	?
Niveau logique	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**

On réécrit la donnée du MSB vers le LSB : **valeur en binaire : 1010 1101**.

En hexadécimal, par quartets : 1010 = A et 1101 = D, donc **valeur en hexadécimal : AD** (soit 173 en décimal).

La donnée contient cinq bits à 1 (nombre impair). Pour que le nombre total de bits à 1 transmis soit pair, **le bit de parité vaut 1**.

> ⚠ **Piège.** Le LSB est transmis en premier : le premier bit lu à gauche du chronogramme est le bit de poids faible. Il faut donc retourner l'ordre de lecture avant d'écrire le nombre binaire.

1.16 Durée de transmission d'une information de 9 bits à 8 kbit·s^{-1} :

$$t_{info} = \frac{9}{8\,000} = 1{,}125 \times 10^{-3}\ \text{s} = 1{,}125\ \text{ms}.$$

Une salve comporte quatre informations (direction, vitesse souhaitée, vitesse du moteur, niveau de charge de la batterie). La transmission étant continue, chaque information est suivie d'une pause de 10 ms (la quatrième pause précède la salve suivante) :

$$T_{salve} = 4 \times 1{,}125 + 4 \times 10 = 4{,}5 + 40 = 44{,}5\ \text{ms}.$$

Fréquence de transmission : $f = \dfrac{1}{T_{salve}} = \dfrac{1}{44{,}5 \times 10^{-3}} \approx 22{,}5\ \text{Hz}$.

La salve dure 44,5 ms et l'on obtient bien environ 22,5 transmissions par seconde.

1.17 La figure 12 (Id 2.2.1) exige que **les informations soient envoyées au moins 20 fois par seconde**, avec une transmission sans fil à 8 kbit·s^{-1} (Id 2.2).

Avec 22,5 transmissions par seconde (> 20), le système respecte l'exigence : la direction et la consigne de vitesse sont transmises assez souvent à la partie propulsion, avec une marge d'environ 12 %.

Partie 2 – Sciences physiques – Exercice A – Mouvement sur un plan incliné

Q1. Schéma à reproduire, avec les deux forces appliquées au centre de masse M :

- **poids** $\vec{P}$: vertical, dirigé vers le bas (vers le centre de la Terre) ; il n'est pas perpendiculaire au plan incliné, il fait un angle $\theta = 30^\circ$ avec la direction de $-\vec{j}$;
- **réaction normale** $\vec{R}$: perpendiculaire au plan incliné, dirigée vers le haut, dans le sens de $\vec{j}$ (le plan « repousse » le mobile).

Q2. Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, la deuxième loi de Newton appliquée au mobile de masse m s'écrit :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a} \quad \text{soit ici} \quad \vec{P} + \vec{R} = m\,\vec{a}$$

Q3. D'après la modélisation, $a_x = 4{,}92\ \text{m·s}^{-2}$ et $a_y = 0$: le vecteur accélération $\vec{a} = a_x\,\vec{i}$ est dirigé selon l'axe (Ox), dans le sens de $\vec{i}$. D'après la deuxième loi de Newton, la résultante des forces $\sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}$ est colinéaire à $\vec{a}$ et de même sens : **elle est dirigée selon Ox**, dans le sens de la descente, de norme $m\,a_x = 0{,}275 \times 4{,}92 \approx 1{,}35$ N. (En projection, $a_x = g\sin\theta = 9{,}80 \times 0{,}5 = 4{,}90\ \text{m·s}^{-2}$, cohérent avec la valeur du modèle.)

Q4. $x(0{,}3) = \frac{1}{2}\,a_x\,t^2 = \frac{1}{2} \times 4{,}92 \times 0{,}3^2 = 0{,}221$ m.

D'après la modélisation, x(0,3 s) ≈ 0,22 m.

Q5. Lecture sur la figure 3a : à $t = 0{,}3$ s, **x ≈ 0,185 m** (entre 0,18 et 0,19 m).

Écart relatif : $\dfrac{|0{,}185 - 0{,}221|}{0{,}221} \approx 0{,}16$, soit environ 16 %. La position mesurée est plus faible que la position prévue : le mobile a parcouru moins de distance que dans le modèle. Le modèle néglige les frottements (contact avec le plan, air), qui ralentissent le mobile. Les premiers points de la figure 3a restent à x ≈ 0 jusqu'à t ≈ 0,05 s : un léger décalage entre l'instant du lâcher et l'origine des dates peut aussi expliquer une partie de l'écart.

Q6. Les points de la figure 3b sont alignés : v est une fonction affine du temps et l'accélération est constante, égale au coefficient directeur de la droite. Avec deux points éloignés : $(0{,}10\ \text{s}; 0{,}49\ \text{m/s})$ et $(0{,}40\ \text{s}; 1{,}91\ \text{m/s})$:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1{,}91 - 0{,}49}{0{,}40 - 0{,}10} = \frac{1{,}42}{0{,}30} \approx 4{,}7\ \text{m·s}^{-2}.$$

L'accélération mesurée vaut environ 4,7 m·s^{-2}.

Q7. La valeur obtenue ($\approx 4{,}7\ \text{m·s}^{-2}$) **n'est pas exactement égale** à celle du modèle ($4{,}92\ \text{m·s}^{-2}$) : elle est inférieure d'environ 4 %. Le modèle ne prend pas en compte les frottements : une force de frottement, opposée au mouvement (sens de $-\vec{i}$), diminue la résultante selon Ox et donc l'accélération. Les incertitudes de mesure (lecture graphique, valeur exacte de l'angle θ) contribuent aussi à l'écart.

Partie 2 – Sciences physiques – Exercice B – Bilan thermique d'un avion en altitude de croisière

Q1. Un transfert thermique s'effectue spontanément du corps le plus chaud vers le corps le plus froid. Comme $T_{int} = 20\ ^\circ\text{C} > T_{ext} = -53\ ^\circ\text{C}$, **le transfert thermique par conduction s'effectue de l'intérieur vers l'extérieur du fuselage**.

Q2. Le flux thermique de conduction à travers une paroi de résistance thermique R_{th} vaut $\Phi_{cond} = \dfrac{T_{int} - T_{ext}}{R_{th}}$.
Avec $R_{th} = \dfrac{e}{2\pi\lambda r L}$:

$$\Phi_{cond} = (T_{int} - T_{ext})\,\frac{2\pi\lambda r L}{e}$$

Q3. L'écart de température vaut $T_{int} - T_{ext} = 20 - (-53) = 73$ °C, soit 73 K.

$$\frac{2\pi\lambda r L}{e} = \frac{2\pi \times 0{,}030 \times 2{,}8 \times 60}{0{,}30} \approx 105{,}6 \text{ W·K}^{-1}.$$

$\Phi_{cond} = 73 \times 105{,}6 \approx 7{,}7 \times 10^{3}$ W.

On vérifie bien $\boldsymbol{\Phi_{cond} \approx 7{,}7}$ kW.

Q4. La capacité thermique de l'air vaut $C_{air} = m_{air}\,c_{air}$ avec $m_{air} = \rho_{air}\,V$:

$$C_{air} = \rho_{air}\,V\,c_{air}$$

$C_{air} = 1{,}3 \times 1{,}4 \times 10^{3} \times 1{,}0 \times 10^{3} \approx 1{,}8 \times 10^{6}$ J·K^{-1}.

$\mathbf{C_{air} \approx 1{,}8 \times 10^{6}\ J{\cdot}K^{-1}}$, du même ordre de grandeur que $C = 1{,}9 \times 10^{6}$ J·K^{-1} (environ 96 % de C) : la capacité thermique de l'habitacle est essentiellement celle de son air, les sièges, passagers et équipements n'en représentant qu'une petite partie dans ce modèle.

Q5. Système : {air de l'habitacle}, système fermé, au repos macroscopique. Le premier principe s'écrit, sur une durée Δt : $\Delta U = W + Q$. En termes de puissances, la variation d'énergie interne par unité de temps est égale à la somme des puissances reçues :

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = P_{CVC} + P_{pass} - \Phi_{cond}$$

(l'air reçoit P_{CVC} du dispositif et P_{pass} des passagers, et cède Φ_{cond} vers l'extérieur à travers le fuselage). En régime permanent, la température est constante, donc l'énergie interne aussi : $\Delta U = 0$. D'où $P_{CVC} + P_{pass} - \Phi_{cond} = 0$, soit :

$$P_{CVC} = \Phi_{cond} - P_{pass}$$

Q6. $P_{CVC} = 7{,}7 - 14 = -6{,}3$ kW.

$\mathbf{P_{CVC} \approx -6{,}3\ kW < 0}$: le dispositif ne fournit pas d'énergie à l'air, il en reçoit. Les passagers apportent plus de chaleur que le fuselage n'en laisse fuir : **le dispositif doit fonctionner en climatisation**, en extrayant environ 6,3 kW de l'air de l'habitacle, malgré les -53 °C extérieurs.

> ⚠ **Piège.** Le signe de P_{CVC} est la réponse à la question : une puissance *apportée* négative signifie que le dispositif *reçoit* de l'énergie de l'air. Ne conclus pas « chauffage » parce qu'il fait froid dehors.

Q7. Sans le dispositif de CVC, l'habitacle (capacité thermique C) reçoit P_{pass} et perd Φ_{cond} ; le premier principe donne, pendant Δt :

$C\,(T_{déf} - T_{int}) = (P_{pass} - \Phi_{cond})\,\Delta t$

$$T_{déf} - T_{int} = \frac{(14 \times 10^{3} - 7{,}7 \times 10^{3}) \times 3\,600}{1{,}9 \times 10^{6}} = \frac{6{,}3 \times 10^{3} \times 3\,600}{1{,}9 \times 10^{6}} \approx 12 \text{ K}.$$

$\mathbf{T_{déf} \approx 20 + 12 = 32\ °C}$ une heure après la panne (avec C_{air} à la place de C, on trouverait environ 32,5 °C).

Commentaire. Une hausse de 12 °C en une heure rend la cabine très inconfortable : la climatisation est indispensable, même en vol à -53 °C. Le résultat est un majorant : quand T_{int} augmente, l'écart avec

l'extérieur grandit et le flux de conduction augmente (à $32\ ^\circ\text{C}$, $\Phi_{cond} \approx 85 \times 105{,}6 \approx 9{,}0\ \text{kW}$), ce qui ralentit l'échauffement. L'hypothèse d'un flux constant surestime donc légèrement $T_{déf}$.

Conseils pour le jour J

Ce sujet de sciences de l'ingénieur est très « lecture de documents » : la plupart des questions commencent par « extraire » ou « relever » une valeur dans un diagramme des exigences ou sur une courbe. Repère dès le début les deux diagrammes des exigences (figures 3 et 12) : ils donnent la vitesse de déjaugeage, les masses, l'énergie de la batterie, la précision de 1° et les 20 envois par seconde. Termine toujours une question de calcul par une comparaison explicite au cahier des charges (« 2,3 h $>$ 2 h, l'exigence est respectée ») : c'est là que se trouvent les points de conclusion.

Les questions sur documents réponses (DR1 à DR3) rapportent beaucoup pour peu de calcul : lis lentement la convention « Sens rotation $+$ » du DR1, compte les périodes dans chaque intervalle du chronogramme FSK en te rappelant que le LSB arrive en premier, et vérifie que tes valeurs N_{CAN} sont cohérentes avec la ligne déjà remplie (953 pour 56 V). N'oublie pas de rendre les DR avec la copie.

Gère ton temps : environ 2 h 30 pour la partie sciences de l'ingénieur et 1 h pour la physique, sur des copies séparées. En physique, l'exercice A demande surtout des lectures graphiques soignées (prends deux points éloignés pour calculer une pente) et l'exercice B un bilan de puissances avec le bon signe : écris toujours ce que le système reçoit et ce qu'il cède avant d'appliquer le premier principe.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).