



**MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE,
DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport du jury

Concours : Troisième concours du CAPET

Section : Sciences industrielles de l'ingénieur

Options : ingénierie des constructions, ingénierie électrique, ingénierie informatique, ingénierie mécanique.

Session 2020

Rapport de jury présenté par : Brigitte FLAMAND, Présidente du jury

Samuel VIOLLIN, Vice-Président du jury

Sommaire

Avant-propos	4
Résultats statistiques	6
Épreuve d'admissibilité : « Analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique »	
Éléments de correction	8
Rapport du jury	21

La réunion préparatoire à cette session 2020 du CAPET Troisième voie de sciences industrielles de l'ingénieur s'est tenue au lycée Fénélon à Paris.

La réunion de délibération d'admission s'est tenue au lycée Roosevelt à Reims.

Le directoire du concours et les membres du jury adressent leurs vifs remerciements aux proviseurs de ces établissements ainsi qu'à leurs collaborateurs pour l'accueil chaleureux qui leur a été réservé.

Avant-propos

La crise sanitaire exceptionnelle que traverse le pays a nécessité d'adapter l'organisation des concours.

Il a été décidé de maintenir l'organisation du concours du CAPET troisième voie en l'aménageant. En effet, l'objectif du ministère a été d'assurer le recrutement des futurs enseignants fonctionnaires et de ne léser aucun candidat, tout en assurant leur sécurité ainsi que celle de tous les personnels.

En conséquences :

- l'épreuve de mise en situation professionnelle a été annulée,
- les notes obtenues à l'admissibilité ont été celles utilisées pour fixer la barre d'admission.

La participation à l'épreuve d'admissibilité est en progrès cette année. Toutefois le jury regrette qu'encore trop de candidats, soit 42%, soient absents lors de cette phase d'admissibilité.

Il est indispensable de préparer soigneusement ce concours, cette préparation ayant vocation à renforcer les compétences attendues d'un enseignant recruté en qualité de fonctionnaire de l'État.

Les compétences pédagogiques sont vérifiées lors de l'épreuve commune d'admissibilité et, pour les sessions habituelles, lors de l'épreuve d'admission. Dans le cadre de cette préparation, il est conseillé de préparer soigneusement l'épreuve écrite mais aussi, dès l'inscription, l'épreuve d'admission.

Les candidats s'enrichiront à échanger avec des professeurs chevronnés qui maîtrisent la didactique des sciences industrielles de l'ingénieur. Cette démarche permettra aussi de travailler sur les évolutions de la pédagogie, le travail, l'implication et la réactivité des élèves et ainsi d'actualiser les connaissances du système éducatif.

Les futurs candidats devront, au cours de leur préparation au concours, mener les réflexions nécessaires à la mise en place d'une progression pédagogique par cycle, progression devant être élaborée dans le cadre d'une évaluation par compétences. Ils doivent se concentrer sur les objectifs des différentes séquences de collège et de lycée et imaginer les stratégies pédagogiques et didactiques à mettre en œuvre pour faire acquérir aux élèves les compétences visées par les différents programmes.

Le jury apprécie dans les exposés l'attention portée à la différenciation pédagogique, à l'évaluation des compétences et des connaissances associées, à la remédiation et à l'accompagnement personnalisé dans les contenus pédagogiques.

Bien évidemment, en plus des réflexions précédentes, les candidats sont invités à s'appuyer sur leur expérience professionnelle antérieure et montrer en quoi leur parcours pourra enrichir leur fonction de professeur.

Ce rapport est rédigé pour être utile aux futurs candidats au CAPET troisième voie de sciences industrielles de l'ingénieur dans les quatre options : ingénierie des constructions, ingénierie électrique, ingénierie informatique, ingénierie.

Tous sont invités à se l'approprier par une lecture attentive.

Il est également conseillé aux candidats de la session 2021 de relire attentivement le rapport de jury de la session 2019 afin de préparer au mieux la phase d'admission.

Nous espérons sincèrement que ce rapport sera très utile aux futurs candidats du CAPET troisième voie.

Brigitte FLAMAND, Présidente du jury
Samuel VIOLLIN, Vice-Président du jury

Résultats statistiques

Option ingénierie des constructions

Inscrits	Nombre de postes	Présents à l'épreuve d'admissibilité	Admissibles	Admis
37	8	17	9	6

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	13,24
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	7,02
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	13,,24
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	8,08

Option ingénierie électrique

Inscrits	Nombre de postes	Présents à l'épreuve d'admissibilité	Admissibles	Admis
76	9	25	18	9

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	13,71
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	5,58
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	13,71
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	8,12

Option ingénierie informatique

Inscrits	Nombre de postes	Présents à l'épreuve d'admissibilité	Admissibles	Admis
74	8	25	17	7

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	13,51
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	5
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	13,51
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	7,98

Option ingénierie mécanique

Inscrits	Nombre de postes	Présents à l'épreuve d'admissibilité	Admissibles	Admis en liste principale	Proposés en liste complémentaire
90	18	49	36	18	3

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	15,64
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	5,13
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	15,64
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis en liste principale	8,18
Moyenne obtenue par le premier candidat proposé en liste complémentaire	7,87
Moyenne obtenue par le dernier candidat proposé en liste complémentaire	7,48

Éléments de correction de l'épreuve d'admissibilité « analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique »

MISE EN SITUATION

IMPLANTATION DU RACK

Question 1 .

Désignation	Calcul	Masse totale (kg)	Poids (N)
Poteau			
Montant (rail de guidage)	10 × 2,97	29,7	
Crémaillère	10 × 5,9	59	
Platine			
Pied ancrage au sol (acier)		0	
Plaque de calage		0	0
Traverses			
Equerre	0,6 × 24 × 1,28	18,43	
Lisse	4 × 0,48 × 0,53	1,02	
Accessoires			
Visserie, entretoise, ...		1	
Charge permanente G			
		109,15	1070,76

Question 2 .

Désignation	Calcul	Masse totale (kg)	Poids (N)
Charge d'exploitation			
Bac	24 × 0,5 × 3	36	
Charge maxi embarquée par bac	24 × 0,5 × 30	360	
Charge d'exploitation Q			
		396	3884,76

Question 3 .

Charge totale $F = 1,35 G + 1,5 Q = 1,35 \times 1070,76 + 1,5 \times 3884,76 = 7274,16 \text{ N}$

Surface de la platine sur laquelle s'exerce la charge totale, $S = 100 \times 60 = 6000 \text{ mm}^2$

$$P = \frac{F}{S} = \frac{7274,16}{6000} = 1,21 \text{ MPa}$$

La pression exercée P est $< 25 \text{ MPa}$ donc le dallage résistera au poinçonnement.

Question 4 .

Poids du robot = $45 \times 9,81 = 441,45 \text{ N}$

Étant donné que le robot s'agrippe à 4 rails pour monter sur le rack, on considère que chaque poteau supporte un quart du poids du robot.

$$F' = 1,5 \times \frac{441,45}{4} = 165,54 \text{ N}$$

$$P' = \frac{165,54}{6000} = 0,027 \text{ MPa} \text{ à ajouter au résultat précédent.}$$

Si le robot transporte un bac chargé au maximum et s'il subit l'accélération à la descente, on ajoutera une force supplémentaire mais qui restera négligeable par rapport à la contrainte de poinçonnement du dallage. Donc le dallage résistera au poinçonnement quel que soit la situation.

I. ASCENSION DU ROBOT

Question 5 .

La masse totale est $M_{\text{total}} = M_r + M_b + M_c = 45+3+30 = 78 \text{ kg}$

Le torseur de l'action mécanique du poids en G est :

$$\{T_{\text{poids} \rightarrow 1}\} = \left\{ \begin{array}{c} -(M_r + M_b + M_c) \cdot g \cdot \vec{z} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G = \left\{ \begin{array}{c} -(45+3+30) \cdot g \cdot \vec{z} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G = \left\{ \begin{array}{c} -78 \cdot g \cdot \vec{z} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G$$

Question 6 .

Le principe fondamental de la dynamique s'écrit $R \cdot \vec{z} = M_{\text{total}} \cdot a_m \cdot \vec{z}$ (avec R résultante sur z).

Dans ce cas, on peut écrire, ($R = F_m - M_{\text{total}} \cdot g$) donc

$$F_m - M_{\text{total}} \cdot g = M_{\text{total}} \cdot a_m$$

$$F_m = M_{\text{total}} \cdot (g + a_m) = 78 \times (1+9,81) = 843,18 \text{ N}$$

Question 7 . La puissance maximale nécessaire à l'ascension du robot est

$$P_m = \frac{F_m \cdot V_m}{\eta} = \frac{843,18 \times 1}{0,8} = 1054 \text{ W}$$

Question 8 . On cherche le couple permettant d'atteindre la puissance souhaitée.

$$P_m = C_m \times \omega_m \text{ avec } \omega_m = \frac{\pi \cdot N_m}{30}$$

$$\text{Donc } C_m = \frac{30 \cdot P_m}{\pi \cdot N_m} = \frac{30 \times 1054}{\pi \times 3000} = 3,35 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Donc seul le moteur LT098-2-B peut convenir.

POSITIONNEMENT DU ROBOT SUR L'AXE VERTICAL

Question 9 .

Pas du pignon, $p = \pi \cdot m = 3,14 \times 3,18 = 10 \text{ mm}$

Question 10 .

Hauteur de la traverse, $H_i = D_1 + \text{Dist} \times (i-1)$

Hauteur à atteindre par le pignon, $H_f = H_i - \text{Dec} - 10 = D_1 + \text{Dist} \times (i-1) - \text{Dec} - 10$

Question 11 .

Pour le dernier emplacement, $H_f = 300 + 400 \times (24-1) - 100 - 10 = 9390 \text{ mm}$

La dernière équerre se trouve à 9400 mm, sur laquelle se trouve le dernier bac. La hauteur nécessaire est donc $9400 + 400 = 9800 \text{ mm}$. La lisse supérieure est ensuite positionnée. Le résultat est cohérent avec les 10 m de hauteur de l'étagère.

Question 12 .

Nombre de dents à compter $N_f = H_f/p$ ou $N_f = H_f/10$

Question 13 . Voir document réponse DR1.

Question 14 . Voir document réponse DR2.

Question 15 .

Fréquence du signal A généré par le capteur inductif, $f = \frac{N \cdot Z}{60} = \frac{240 \times 24}{60} = 96 \text{ Hz}$

Référence du capteur inductif retenu : IMT 12-4B-PS-K3

CARACTERISTIQUES DE LA BATTERIE POUR UNE AUTONOMIE OPTIMALE

Question 16 .

Énergie potentielle récupérée E_p en J puis en Wh lors de la descente du robot.

$$E_p = m_s \cdot g \cdot d_s \cdot 0,8 = 55 \times 9,81 \times 5 \times 0,8 = 2158,2 \text{ J} = 2158,2 / 3600 = 0,6 \text{ W}\cdot\text{h}$$

Question 17 .

Temps t_5 de la descente du robot (étape 5)

$$\text{Avec la formule (assimilée à une chute libre) } d_5 = \frac{1}{2} g t_5^2, \text{ on obtient } t_5 = \sqrt{\frac{2 \times d_5}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 5}{9,81}} = 1 \text{ s}$$

Question 18 .

Temps total t_{trajet} d'un trajet type.

$$\begin{aligned} t_{\text{trajet}} &= 2 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_8 = 2 \frac{d_1}{v_1} + 2 \cdot t_2 + \frac{d_3}{v_3} + t_4 + t_5 + t_8 \\ &= 2 \times \frac{20}{1,5} + 2 \times 5 + \frac{5}{1} + 5 + 1 + 40 = 87,67 \text{ s} \end{aligned}$$

Question 19 .

Énergie consommée $E_{\text{consommée}}$ par le robot durant un trajet type en J puis en W·h.

$$\begin{aligned} E_{\text{consommée}} &= 2P_{m1} \times \frac{d_1}{v_1} + 2U_{\text{bat}} \cdot I_2 \cdot t_2 + P_{m3} \times \frac{d_3}{v_3} + U_{\text{bat}} \cdot I_4 \cdot t_4 + U_{\text{bat}} \cdot I_9 \cdot t_{\text{trajet}} - E_p \\ E_{\text{consommée}} &= 2 \times 200 \times \frac{20}{1,5} + 2 \times 48 \times 3 \times 5 + 1100 \times \frac{5}{1} + 48 \times 10 \times 5 + 48 \times 1 \times 87,67 - 2158,2 \\ &= 16732,9 \text{ J} = 4,64 \text{ W}\cdot\text{h} \end{aligned}$$

Question 20 .

Énergie nécessaire $E_{\text{nécessaire}}$ en Wh pour réaliser 160 trajets types (en tenant compte du taux de décharge).

$$E_{\text{nécessaire}} = \frac{4,64 \times 160}{0,8} = 928 \text{ W}\cdot\text{h}$$

Question 21 .

Capacité nécessaire C_b en A·h de la batterie.

$$C_b = \frac{E_{\text{nécessaire}}}{48} = \frac{928}{48} = 19,33 \text{ A}\cdot\text{h}$$

Question 22 .

La structure de la batterie est

$$\frac{48}{3,7} = 12,97 \text{ donc } 13 \text{ cellules montées en série (pour obtenir la tension)}$$

$$\frac{19,33}{5,2} = 3,7 \text{ donc } 4 \text{ cellules montées en parallèle (pour obtenir l'intensité)}$$

Il faut donc 52 cellules pour une masse totale de $52 \times 0,092 = 4,784 \text{ kg}$

L'exigence « masse de la batterie < 5 kg » est respectée.

STABILITE DU ROBOT LORS DES DEPLACEMENTS AU SOL

A – On isole 1

$$\{T_{2 \rightarrow 1}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ Y_i & 0 \\ Z_i & 0 \end{pmatrix}_I \quad \{T_{3 \rightarrow 1}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ Y_j & 0 \\ Z_j & 0 \end{pmatrix}_J \quad \{T_{\text{poids} \rightarrow 1}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -m \cdot g & 0 \end{pmatrix}_G \quad \text{avec } m = \text{masse totale} = 78 \text{ kg.}$$

On déplace les torseurs au point O.

$$\text{Avec } OI = \begin{pmatrix} 0 \\ -\frac{L}{2} \\ h \end{pmatrix} \quad OJ = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{L}{2} \\ h \end{pmatrix} \quad OG = \begin{pmatrix} 0 \\ d \\ k \end{pmatrix}$$

$$\{T_{2 \rightarrow 1}\} = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{L}{2} \cdot Z_i - h \cdot Y_i \\ Y_i & 0 \\ Z_i & 0 \end{pmatrix}_O \quad \{T_{3 \rightarrow 1}\} = \begin{pmatrix} 0 & \frac{L}{2} \cdot Z_j - h \cdot Y_j \\ Y_j & 0 \\ Z_j & 0 \end{pmatrix}_O \quad \{T_{\text{poids} \rightarrow 1}\} = \begin{pmatrix} 0 & -d \cdot m \cdot g \\ 0 & 0 \\ -mg & 0 \end{pmatrix}_O$$

$$\text{Le principe fondamental de la statique donne } \begin{pmatrix} Y_i + Y_j = 0 \\ Z_i + Z_j - mg = 0 \\ -\frac{L}{2} Z_i - h Y_i + \frac{L}{2} Z_j - h Y_j - d m g = 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_i + Y_j = 0 \\ Z_i + Z_j = mg \\ Z_j - Z_i = \frac{2}{L} d m g \end{pmatrix}$$

On a 3 équations à plusieurs inconnues. La résolution donne :

$$\begin{pmatrix} Y_i + Y_j = 0 \\ Z_i = mg \left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L} \right) \\ Z_j = mg \left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L} \right) \end{pmatrix}$$

B – On isole 3

$$\{T_{1 \rightarrow 3}\} = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{L}{2} \cdot Z_j + h \cdot Y_j \\ -Y_j & 0 \\ -Z_j & 0 \end{pmatrix}_O \quad \{T_{2 \rightarrow 3}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_b & 0 \end{pmatrix}_B \quad \{T_{\text{sol} \rightarrow 3}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_d & 0 \end{pmatrix}_D$$

On déplace les torseurs au point O.

$$\text{Avec } OB = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ h \end{pmatrix} \quad OD = \begin{pmatrix} 0 \\ L \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\{T_{1 \rightarrow 3}\} = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{L}{2} \cdot Z_j + h \cdot Y_j \\ -Y_j & 0 \\ -Z_j & 0 \end{pmatrix}_O \quad \{T_{2 \rightarrow 3}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_b & 0 \end{pmatrix}_O \quad \{T_{\text{sol} \rightarrow 3}\} = \begin{pmatrix} 0 & L \cdot Z_d \\ 0 & 0 \\ Z_d & 0 \end{pmatrix}_O$$

$$\text{Le principe fondamental de la statique donne } \begin{pmatrix} -Y_j = 0 \\ -Z_j + Z_b + Z_d = 0 \\ -\frac{L}{2} Z_j + h Y_j + L Z_d = 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_i = Y_j = 0 \\ Z_b + Z_d = Z_j \\ Z_d = \frac{1}{2} Z_j \end{pmatrix}$$

$$\text{On trouve } \begin{pmatrix} Y_i = Y_j = 0 \\ Z_b = Z_d = \frac{1}{2} mg \left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L} \right) \\ Z_d = \frac{1}{2} mg \left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L} \right) \end{pmatrix}$$

C – On isole 2

Question 23. Les torseurs $\{T_{1 \rightarrow 2}\}$ en I, $\{T_{3 \rightarrow 2}\}$ en B, $\{T_{\text{solA} \rightarrow 2}\}$ en A et $\{T_{\text{solCE} \rightarrow 2}\}$ en O.

$$\{T_{1 \rightarrow 2}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -mg \left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L} \right) & 0 \end{pmatrix}_I \quad \{T_{3 \rightarrow 2}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -\frac{1}{2} mg \left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L} \right) & 0 \end{pmatrix}_B$$

$$\{T_{\text{solA} \rightarrow 2}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_a & 0 \end{pmatrix}_A \quad \{T_{\text{solCE} \rightarrow 2}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 2F & 0 \end{pmatrix}_O \quad \text{avec } F = Z_c = Z_e$$

Question 24 .

Le principe fondamental de la statique au point O.

Avec $OA = \begin{pmatrix} 0 \\ -L \\ 0 \end{pmatrix}$, le déplacement du torseur en O donne $\{T_{\text{solA} \rightarrow 2}\} = \begin{pmatrix} 0 & -L Z_a \\ 0 & 0 \\ Z_a & 0 \end{pmatrix}_O$

Avec $OI = \begin{pmatrix} 0 \\ -\frac{L}{2} \\ h \end{pmatrix}$, le déplacement du torseur en O donne $\{T_{1 \rightarrow 2}\} = \begin{pmatrix} 0 & \frac{L}{2} mg \left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L}\right) \\ 0 & 0 \\ -mg \left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L}\right) & 0 \end{pmatrix}_O$

$$\{T_{3 \rightarrow 2}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -\frac{1}{2} mg \left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L}\right) & 0 \end{pmatrix}_O$$

Le principe fondamental de la statique donne $\begin{cases} -mg \left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L}\right) - \frac{1}{2} mg \left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L}\right) + Z_a + 2F = 0 \\ \frac{L}{2} mg \left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L}\right) - L Z_a = 0 \end{cases}$

On trouve $\begin{cases} Z_a = \frac{1}{2} mg \left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L}\right) \\ F = \frac{1}{4} mg \end{cases}$

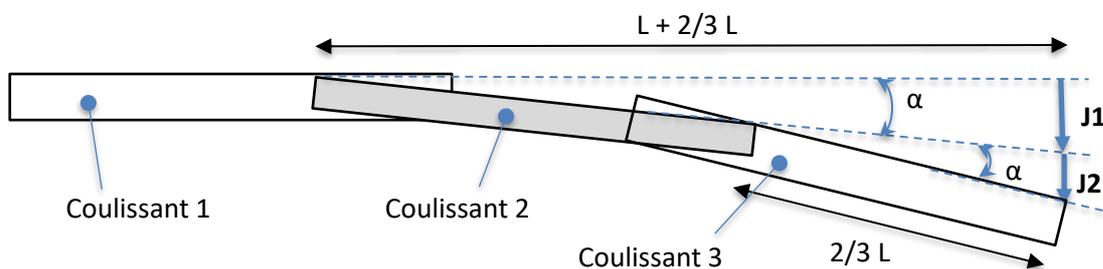
Question 25 . Les forces appliquées sur chacune des roues pour $d = 100$,

$$\begin{cases} Z_d = \frac{1}{2} \times 78 \times 9,81 \left(\frac{1}{2} - \frac{100}{300}\right) = 63,765 \text{ N soit } 6,5 \text{ Kg} \\ Z_a = \frac{1}{2} \times 78 \times 9,81 \left(\frac{1}{2} + \frac{100}{300}\right) = 318,825 \text{ N soit } 32,5 \text{ Kg} \\ F = \frac{1}{4} \times 78 \times 9,81 = 191,295 \text{ N soit } 19,5 \text{ Kg} \end{cases}$$

Dans tous les cas, chaque roue motrice supporte un quart de la charge totale soit 19,5 kg. Les deux roues suiveuses se partagent la moitié de la charge totale restante (39 kg) avec 32,5 kg et 6,5 kg. Le contact des 4 roues avec le sol est assuré.

DÉFORMATION DE LA FOURCHE

Question 26 . Schéma explicatif (attention défaut amplifié)



Dans le cas de petits déplacements, on a $\tan \alpha \cong \sin \alpha = 0,1/200$. On peut utiliser le théorème de Thalès aussi.

Soit $J1$, le jeu en bout de fourche, entre le coulissant 2 et le coulissant 1 :

$$J1 = (L + 2/3L) \times \tan \alpha \text{ ou } J1 = (L + 2/3L) \times \sin \alpha$$

$$J1 = (600 + 400) \times 0,1/200 = 0,5 \text{ mm}$$

Soit $J2$, le jeu en bout de fourche, entre le coulissant 3 et le coulissant 2 :

$$J2 = 2/3 L \times \tan \alpha \text{ ou } J2 = 2/3 L \times \sin \alpha$$

$$J2 = 400 \times 0,1/200 = 0,2 \text{ mm}$$

Donc $J_{\text{total}} = J_1 + J_2 = 0,5 + 0,2 = 0,7 \text{ mm}$

Question 27 . L'effort \vec{P}_{b-f} appliqué sur la glissière de gauche dans le cas le plus défavorable.
 $P_{b-f} = ((65\% \times 33) + 1) \times 9,81 = 220,2345 \text{ N}$ donc $\vec{P}_{b-f} = -220,23 \vec{z}$

Question 28 .

La flèche totale f_{totale} en bout de fourche $f_{\text{totale}} = 8,565 + 2,051 = 10,616 \text{ mm}$

Question 29 .

Le déplacement total D_{total} en bout de fourche $D_{\text{total}} = J_{\text{total}} + f_{\text{totale}} = 0,7 + 10,616 = 11,316 \text{ mm}$
 $D_{\text{total}} < 20 \text{ mm}$ donc aucune collision lors de l'extraction du bac !

CONCLUSION ET SYNTHÈSE

Question 30 .

L'entrepôt existant pourra implanter un rack sans risque de poinçonnement du dallage.

Le robot Skypod pourra se déplacer au sol en maintenant le contact de ses roues avec celui-ci (stabilité assurée). Il se hissera ensuite, grâce à ses deux moteurs adaptés, dans le rack. L'arrêt devant le bac à extraire est assuré. À l'aide de sa fourche télescopique, le robot extraira un bac sans rentrer en collision avec les équerres. Puis il se dirigera vers la station de préparation de commandes où les articles seront collectés par l'opérateur. Sa batterie lui permettra d'effectuer 160 trajets puis il se dirigera vers sa borne de rechargement. On conclut donc ce système pourra être implanté dans tous les cas.

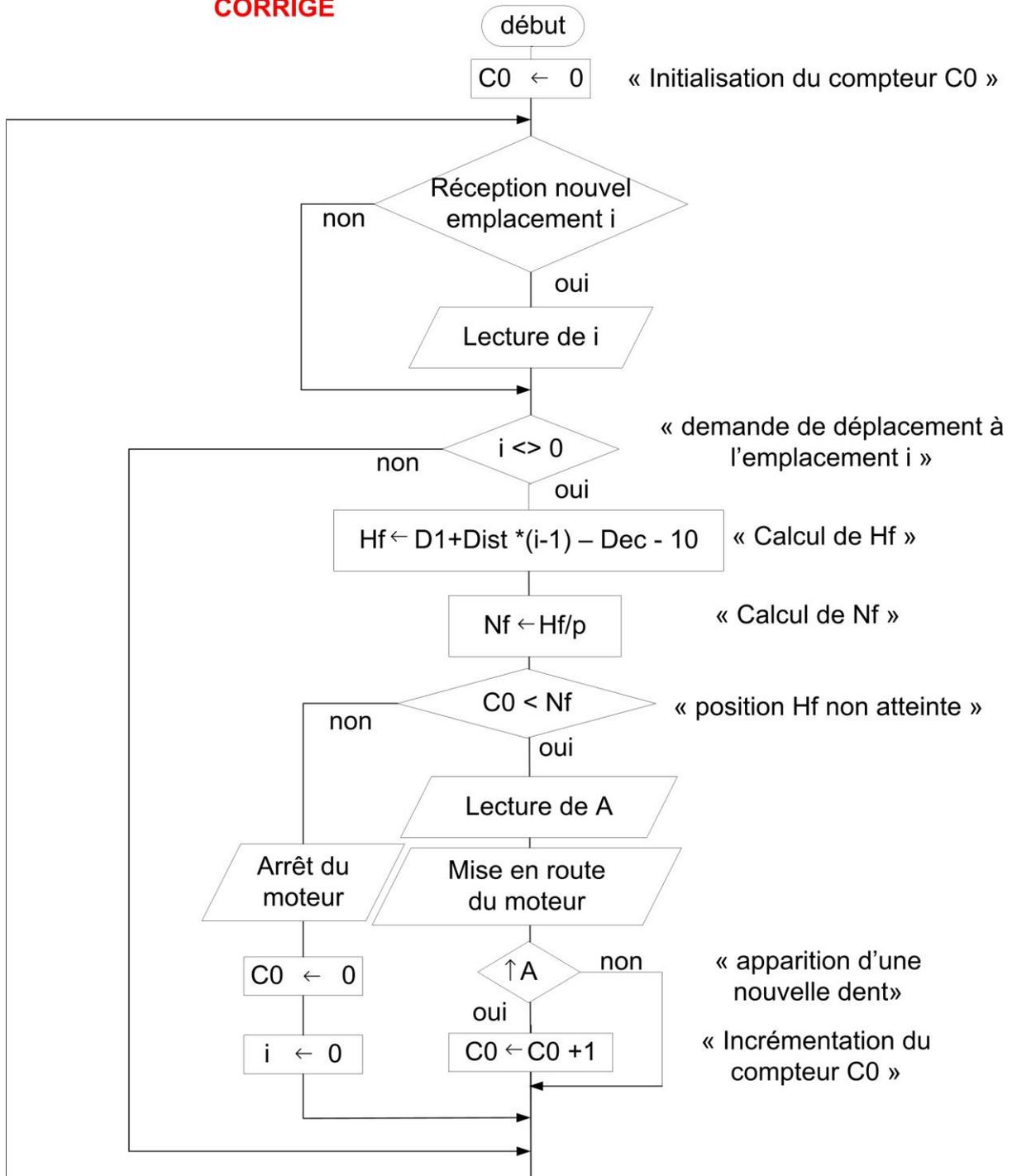
PARTIE PÉDAGOGIQUE

Toutes les réponses sont formulées sur les documents réponse fournis dans le sujet.

Document réponse DR1 – algorithme de positionnement du robot lors de la prise d'un bac à un emplacement i.

Déplacement jusqu'à la position d'arrêt Hf en vue de la prise d'un bac

CORRIGE



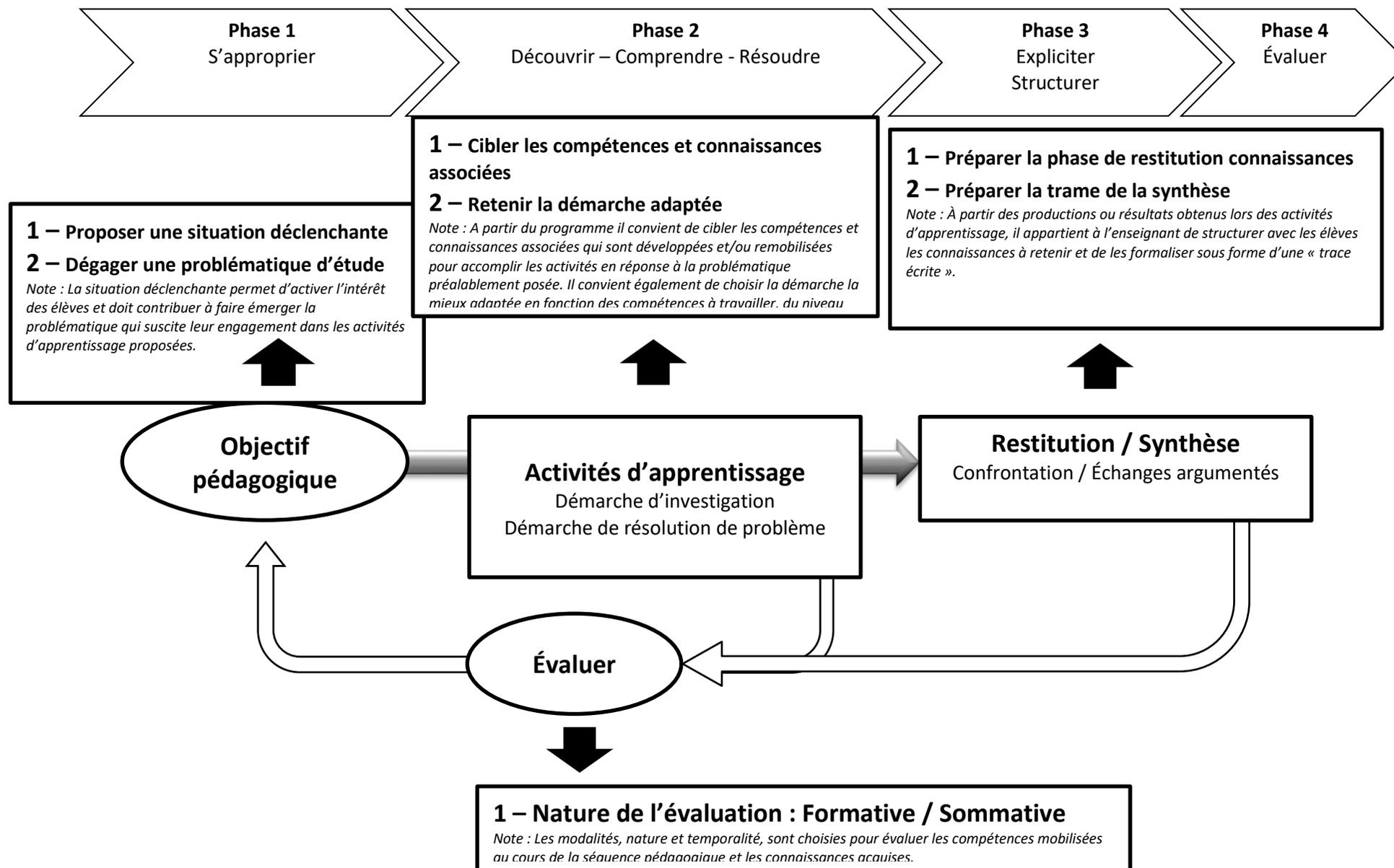
Remarque : C0 = compteur de nombre de dents

Document réponse DR2 – programme ARDUINO

```
// déclaration des constante et variables
const byte captind = 3;
const byte EnMotPin = 11;
const byte SensMotPin = 13;
int compteur = 0;
int etage = 0;
int hauteur = 0;
// Initialisation
void setup()
{
  pinMode(captind, INPUT);
  pinMode(EnMotPin, OUTPUT);
  pinMode(SensMotPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  interrupts(); // valide, autorise les interruptions
}
// définition de la fonction inter appelée lors de l'interruption, comptage des impulsions du capteur inductif
void inter()
{
  compteur++;
  Serial.println(compteur);
}
// fonction loop - boucle sans fin – corps du programme
void loop()
{
  // lecture de l'étage à atteindre saisi au clavier à l'aide de l'interface écran
  while (Serial.available() > 0)
  {
    etage = Serial.parseInt();
    delay(20); //pour rester dans la boucle entre chaque caractère
  }
  // déplacement jusqu'à l'étage souhaité
  if (etage!=0)
  {
    hauteur = 400*(etage-1)+190;
    if (compteur < hauteur/10)
    {
      digitalWrite(EnMotPin, HIGH);
      digitalWrite(SensMotPin, HIGH);
      attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(captind), inter, RISING);
    }
    else
    {
      detachInterrupt(digitalPinToInterrupt(captind));
      digitalWrite(EnMotPin, LOW);
      etage = 0;
      compteur = 0;
    }
  }
} // fin du programme
```

DR3 - Préparation d'une séquence pédagogique

Question 31



DR4 – Mise en œuvre d'une séquence pédagogique

Question 32

Situation déclenchante	Vidéo illustrant le travail de palettisation pour la préparation des commandes d'une société de vente par internet.
Déroulement de la phase d'appropriation (Durée 5 à 10 minutes)	<p>Le professeur projette la vidéo d'illustration au vidéo projecteur à l'ensemble de la classe.</p> <p>Il pose quelques questions pour guider les élèves dans leur analyse de la situation illustrée dans la vidéo.</p> <p>Par îlot pédagogique, les élèves disposent d'un temps de réflexion de 5 min pour formuler les réponses.</p> <p>Le professeur collecte les réponses à travers un échange avec la classe et les portent au tableau pour ne retenir que les plus pertinentes au regard de son intention pédagogique préalablement définie.</p> <p>A partir des réponses retenues, il fait émerger un problème à résoudre sous forme d'une question que les élèves doivent collectivement formuler.</p>
Questionnement	Quelles solutions techniques peut-on mettre en œuvre pour éviter un obstacle ?
Compétence Travaillée	CT2.4 Associer des solutions techniques à des fonctions.

Pour compléter ce tableau se reporter au document annexe DA6

Question 33

Action 1	Action	Garantir des objectifs ambitieux communs à tous
	Description Description succincte de l'action retenue	Traitement préventif de la difficulté scolaire en proposant des activités de difficultés graduelles qui toutes permettent de répondre au besoin initialement formulé. Il s'agira par exemple de retenir différentes solutions mettant en œuvre des capteurs plus ou moins simple à intégrer, ou bien pour un type de capteur retenu, d'imposer des contraintes d'intégration plus ou moins complexes à mettre en œuvre.
Action 2	Action	Organiser le tutorat entre élèves
	Description Description succincte de l'action retenue	Traitement curatif de la difficulté scolaire en répartissant les élèves dans les différents îlots pédagogiques et en mettant en œuvre le tutorat par un pair.

Pour compléter ce tableau, se reporter aux documents DA6 et DA7

DR5 – Mise en œuvre d’une séquence pédagogique

Question 34

Déroulement de la séquence					
	Questionnement	Démarche Pédagogique	Activités	Ressources – Matériels	Conclusion - Bilan
Séance 1	Quelles solutions techniques peut-on mettre en œuvre pour éviter un obstacle ?	Investigation	Rechercher de solutions techniques existantes. Analyser une partie du fonctionnement d'un véhicule autonome.	Pré-requis : classe inversée avec parcours numérique sur ENT Postes informatiques Documents ressources	Proposition de solutions techniques en réponse à un besoin
Séance 2	Comment concevoir la solution technique ?	Résolution de problème	Compléter un cahier des charges à partir des mesures effectuées. Réaliser un croquis.	Postes informatiques Documents ressources Outils de mesure (pieds à coulisse, réglet...)	Croquis
Séance 3	Comment modéliser et réaliser le prototype de la solution retenue ?	Démarche de projet	Modéliser et imprimer en 3D le prototype. Valider le prototype. <i>Note : Par îlot pédagogique, les élèves doivent prototyper une solution technique qui permet de répondre au besoin formulé lors de la séance 1 en respectant le cahier des charges complété lors de la séance 2. Plusieurs solutions plus ou moins complexes peuvent être envisagées afin de prendre en compte les différents profils d'élèves. Il convient de veiller à ce que chaque groupe parvienne à prototyper et valider sa solution dans le temps imparti.</i>	Pré-requis : classe inversée avec parcours numérique sur ENT (prise en compte du CdC retenu) Postes informatiques Documents ressources Imprimante 3D Outils de mesure (pieds à coulisse, réglet...) Module suiveur de ligne	Différentes solutions de prototypage Protocole de validation de solution technique
		Commentaires : <i>Cette séquence peut se poursuivre par une séquence consacrée à la modification du programme du véhicule autonome pour prendre en compte les capteurs ajoutés.</i>			

DR6 – Démarches pédagogiques

Question 35

	Démarche d'investigation	Démarche de résolution de problème
Objectif de la démarche	Comprendre	Comprendre et agir
Activités induites	Analyser et formaliser	Analyser des causes, choisir une solution, remédier et évaluer
Support d'activité Préciser en quelques mots ce qui caractérise le support d'activité.	La démarche d'investigation repose sur l'étude d'un produit abouti et vise à : <ul style="list-style-type: none"> - observer le comportement, le fonctionnement, - observer la constitution d'un produit, - rechercher des informations - identifier les solutions retenues ainsi que les principes qui le régissent. 	La démarche de résolution de problème technique est un ensemble structuré de réflexions et d'actions visant, à partir de l'expression du problème : <ul style="list-style-type: none"> - à l'expliciter, - à identifier les contraintes qui y sont associées, le niveau de réponse attendue et les types de résolutions possibles (lois, règles, outils, méthodes, organisation...), - à appliquer les méthodes de résolution, - à comparer les résultats afin de faire un choix justifiable.

Note :

La démarche d'investigation ou démarche de résolution de problème, elles sont initiées par une situation problème qui doit donner lieu à une question ouverte et impliquer une tâche complexe à résoudre.

Question 36

Questionnement	Démarche	Description de l'activité	Ressources
<p>La déformation totale en bout de fourche télescopique est-elle conforme à l'exigence du cahier des charges ?</p>	<p>Investigation : Observer le comportement de l'élément pour le comparer avec le comportement attendu dans la CdC ?</p> <p>Identifier les paramètres qui ont une incidence sur la flèche : Matériau, section droite</p>	<p>Définir ou prendre connaissance du protocole d'essai</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser les essais dans le strict respect du protocole - Collecter l'information « utile », ici la flèche en fonction des grandeurs paramétriques de l'étude (Matériau et section droite) - Mettre en forme les résultats dans un tableau les représenter sous forme de courbes interprétables – Conclure quant à la question posée. <p>Note : Une activité pratique d'expérimentation implique la mise en œuvre d'un protocole d'essai qui permet de garantir la justesse de l'observation au regard du comportement que l'on souhaite caractériser.</p>	<p>Banc d'essai, éléments à tester, environnement informatique permettant le traitement des valeurs relevées.</p> <p><i>Note : Pour enrichir l'étude plusieurs cas de figures peuvent être envisagés pour construire par exemple une loi comportementale - Flèche = f(Section) ou Flèche = f(Matériau).</i></p>
<p>Connaissances travaillées</p>			
<p>On aborde les connaissances en lien avec le comportement d'une structure sollicitée en flexion en fonction du matériau (loi de Hooke – Module de Young) ou bien de la section droite.</p>			

* CdC : Cahier des Charges

Rapport du jury de l'épreuve d'admissibilité « analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique »

1. Présentation du sujet

Le support du sujet est un système de préparation de commandes destiné au e-commerce et composé d'une brigade de robots capables d'aller chercher des produits contenus dans des bacs et entreposés sur plusieurs étages de racks de stockage, puis, d'amener ces produits aux préparateurs des commandes. Cette solution permet d'importants gains de productivité, une optimisation de la capacité de stockage et une réduction de la pénibilité du travail en diminuant de 15 kilomètres par jour la distance parcourue par un opérateur.

Le sujet est composé de plusieurs parties qui abordent six problématiques techniques indépendantes et d'une partie pédagogique. L'ensemble de cette étude permet de valider les solutions envisagées lors de l'étude d'avant-projet afin de lancer la conception détaillée du système.

2. Analyse globale des résultats

Le sujet propose un questionnement sur les différents champs des sciences industrielles de l'ingénieur. Les six parties indépendantes sont abordées de manière linéaire par une majorité des candidats. Mais les candidats se concentrent davantage sur les parties du questionnement en lien avec leur option. Le jury insiste sur le caractère transversal de l'épreuve qui doit engager les futurs candidats à acquérir des connaissances dans les quatre spécialités.

Globalement, le jury considère que beaucoup de candidats se sont préparés pour cette session, les formules et principes de base étant connus. Néanmoins l'application de ces principes au système proposé n'est souvent pas aboutie.

3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

3.1. Première partie : implantation du rack

Cette partie consiste à vérifier la résistance au poinçonnement du dallage en béton sous l'effet de la charge des poteaux intérieurs du rack. La plupart des candidats ont bien répondu à cette première partie. Le jury regrette, néanmoins que de trop nombreux candidats donnent la masse en kg alors que l'on demande le poids en N et que très peu d'entre eux aient évoqué l'accélération comme facteur possible de modification de la pression.

3.2. Deuxième partie : ascension du robot

Cette partie permet de choisir la motorisation permettant le déplacement vertical du robot sur le rack. Le jury remarque que la plupart des candidats perçoivent les principes à utiliser pour répondre à la problématique mais confondent le PFS et le PFD. Le jury regrette, également, que certains candidats rencontrent des difficultés à appliquer ces principes au sujet considéré.

3.3. Troisième partie : positionnement du robot sur l'axe vertical.

Cette partie doit permettre aux candidats de vérifier que le robot est capable de s'arrêter verticalement dans une position voulue pour saisir les bacs.

Dans cette partie, si, les caractéristiques d'une roue dentée sont souvent méconnues, l'analyse géométrique du positionnement du robot est, elle, assez bien traitée par de nombreux candidats.

La partie algorithme est souvent traitée. Le jury constate que les candidats se sont mieux préparés à lire et/ou compléter un algorithme pour cette session que pour les précédentes. Cela reste une notion à travailler pour la préparation du concours.

Par contre, le jury déplore que la question en lien avec l'écriture du programme n'ait été traitée que par un faible nombre de candidats.

Le choix du capteur, dans cette partie, est très rarement justifié. Le jury rappelle que toute conclusion doit être chiffrée en lien avec une grandeur physique.

3.4. Quatrième partie : caractéristiques de la batterie pour une autonomie optimale.

L'objectif de cette partie est de calculer la capacité de la batterie nécessaire pour que le robot puisse effectuer 160 trajets types.

Le jury note ici les progrès des candidats quant aux conversions d'unités mais déplore que des problématiques simples, comme le dimensionnement d'une batterie, ne soient pas maîtrisées. Là encore, le jury insiste sur le caractère transversal de l'épreuve.

3.5. Cinquième partie : stabilité du robot lors des déplacements au sol.

Cette partie permet au candidat de vérifier la répartition de la charge sur les quatre roues du robot et donc de s'assurer du contact des quatre roues avec le sol dans tous les cas.

Cette partie est une des parties la moins traitée par les candidats. Le jury constate un inventaire des actions mécaniques extérieures très souvent incorrect et un manque de rigueur dans l'écriture des torseurs. Le jury constate également la non maîtrise de la notion de moment de certains candidats. Le jury déplore également les difficultés de certains candidats pour résoudre un système d'équations. Ils n'explicitent pas précisément les nouvelles inconnues.

Par ailleurs, la conclusion, comme sur l'ensemble du sujet, est rarement réalisée ou justifiée.

3.6. Sixième partie : déformation de la fourche.

Cette partie consiste à vérifier la déformation totale en bout de fourche télescopique afin de s'assurer de la non-collision avec les étagères des racks.

Cette partie commence par un tracé de schéma explicatif afin de représenter le jeu. Le jury déplore la qualité graphique des schémas proposés par les candidats. Ce manque de soin, justesse et précision du tracé de ce schéma a induit de nombreuses erreurs dans le calcul du jeu demandé. Le jury insiste sur l'importance de la réalisation de schémas technologiques/explicatifs soignés en situation d'enseignement.

Le jury constate une mauvaise lecture de l'énoncé dans cette sixième partie. De nombreux candidats lisent 1 mm au lieu de 0.1 mm.

Cette partie révèle également que nombre de candidats rencontrent des difficultés dans la lecture de courbes simples de flexion.

3.7. Septième partie – Exploitation pédagogique

Dans un premier temps, la question porte sur la structuration d'une séquence pédagogique. Elle permet au candidat d'explicitier les différentes phases et objectifs des différentes parties d'une séquence pédagogique en s'appuyant sur un exemple de fiche pédagogique.

Dans un deuxième temps, le questionnement vise à détailler le début de la séquence. Sur la base de l'exemple proposé, le candidat doit proposer un énoncé pour la situation déclenchante. Il constitue un élément primordial pour activer l'intérêt et la curiosité des élèves et proposer le déroulement de la phase d'appropriation propice à l'engagement des élèves dans le but de répondre à la question posée en cohérence avec la compétence travaillée.

Dans cette partie le candidat est également amené à se questionner sur les modalités mises en œuvre pour proposer un enseignement en réponse à l'hétérogénéité du groupe classe pris en charge.

Enfin, sur la base de l'exemple proposé, le candidat est invité à décrire le contexte d'une séance en précisant la démarche retenue, la démarche la plus pertinente étant ici une démarche de projet.

Dans un troisième temps, le candidat doit définir les démarches d'investigation et de résolution de problème. Il est ensuite invité à proposer un exemple d'activité expérimentale en réponse à une thématique de travail en lien avec la partie VI du sujet « Déformation de la fourche ».

La partie pédagogique a été traitée de manière hétérogène. Les candidats ont su expliciter les principales étapes d'une séquence pédagogique. La question relative à la description du début de la séquence pédagogique est globalement correctement traitée. Le jury note néanmoins quelques incohérences entre les activités et la compétence travaillée. La question consacrée à l'identification des différentes approches mobilisables pour la prise en compte d'un groupe hétérogène n'est, pour la

majorité des candidats, traitée que partiellement, sans doute faute d'une lecture approfondie de la ressource proposée. La dernière partie n'est que très partiellement traitée. Les candidats peinent à décrire une démarche expérimentale et ne mentionnent que très rarement un protocole expérimental qui doit être à la base de toute démarche d'ingénierie lors de la phase de caractérisation du comportement d'un composant ou d'un système.

4. Conclusion

Le jury rappelle aux candidats l'importance de soigner la présentation de la copie, la qualité de la rédaction et la précision du vocabulaire. Le jury demande aux candidats de faire particulièrement attention aux fautes d'orthographe et de grammaire. Les candidats doivent correctement repérer les questions et en cas d'absence de réponse, l'indiquer clairement sur la copie. Le jury conseille également de mettre les résultats en évidence, en les encadrant par exemple. Le jury attire l'attention des candidats sur le fait que l'utilisation de stylos bille effaçables et du surligneur est déconseillée car certains résultats peuvent rapidement devenir illisibles sur la copie.

Il est important de connaître les unités des différentes grandeurs physiques pour avoir un regard critique sur l'homogénéité des relations et des résultats proposés. Le jury invite donc les candidats à traiter ces aspects avec plus de rigueur. Les résultats doivent être présentés sous forme littérale, et les applications numériques doivent être réalisées avec rigueur et un nombre significatif de chiffres après la virgule cohérent. Les candidats doivent se présenter pour l'épreuve avec une calculatrice scientifique en état de fonctionnement.

La rigueur scientifique fait partie des attendus des candidats aux concours de recrutement de professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur. Les grandeurs vectorielles ou scalaires doivent être clairement identifiées et la résolution d'équations maîtrisée.

Le jury recommande aux candidats d'apporter un soin particulier aux questions de conclusion de chacune des parties. Les écarts évalués doivent être clairement mis en évidence et commentés. La validation des performances se fait de façon justifiée vis-à-vis des critères du cahier des charges et des travaux réalisés dans la partie concernée.

Par ailleurs, une lecture attentive et complète du sujet est nécessaire pour permettre d'exploiter au mieux les documents ressources mis à disposition.

Enfin, le jury insiste sur le fait que pour traiter cette épreuve transversale, les candidats doivent avoir un minimum de connaissances et de culture scientifique et technologiques dans plusieurs domaines. Bien qu'une évolution soit constatée, ce point reste primordial pour des enseignants destinés à l'enseignement technologique

dans sa globalité. Le jury conseille donc aux futurs candidats de travailler dans ce sens.

5. Résultats

113 copies ont été évaluées pour cette épreuve, la moyenne des notes obtenues est de 7,1 et l'écart-type de 3,23 avec :

- 15,64 comme meilleure note ;
- 1,16 comme note la plus basse.

