



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

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Concours : CAFEP CAPET

Section : Sciences industrielles de l'ingénieur

Option : Ingénierie mécanique

Session 2021

Rapport de jury présenté par : Pascale COSTA, présidente du jury.

Sommaire

Avant-propos	3
Remerciements	4
Évolutions des épreuves à partir de la session 2022	5
Résultats statistiques.....	7
Analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnologique	8
A. Présentation de l'épreuve	8
B. Sujet	8
C. Éléments de correction	9
D. Commentaires du jury	16
E. Résultats	19
Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation.....	20
A. Présentation de l'épreuve	20
B. Sujet	20
C. Éléments de correction	21
D. Commentaires du jury	29
E. Résultats	31
Épreuve de mise en situation professionnelle.....	32
A. Présentation de l'épreuve	32
B. Commentaires du jury	32
C. Résultats	38
Épreuve d'entretien à partir d'un dossier.....	39
A. Présentation de l'épreuve	39
B. Commentaires du jury	39
C. Résultats	40
Rapport sur la transmission des valeurs et principes de la République	41

Avant-propos

Ce rapport est dans la continuité de ceux des sessions précédentes.

Les attentes du concours du Capet et du Cafep de sciences industrielles de l'ingénieur (SII) sont définies par l'arrêté du 13 avril 2013 qui en fixe l'organisation. Les concours de recrutement d'enseignants n'ont pas pour seul objectif de valider les compétences scientifiques et technologiques des candidats ; ils doivent aussi valider les compétences professionnelles qui sont souhaitées par l'État employeur qui recrute des professeurs. L'excellence scientifique et la maîtrise disciplinaire sont indispensables pour présenter le concours, mais pour le réussir, les candidats doivent aussi faire preuve de qualités didactiques et pédagogiques et de bonnes aptitudes à communiquer.

Les deux épreuves d'admissibilité sont construites de manière à évaluer un spectre large de compétences scientifiques et technologiques ; la première épreuve est commune aux quatre options de du Capet/Cafep SII, l'autre est spécifique à l'option.

Les deux épreuves d'admission sont complémentaires des épreuves d'admissibilité ; la première épreuve d'admission est commune aux quatre options, l'autre est spécifique à l'option. Elles permettent l'évaluation des compétences pédagogiques des futurs professeurs et s'appuient sur le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation (publié au BOEN du 25 juillet 2013). Elles comportent un entretien avec le jury qui permet d'évaluer la capacité du candidat à s'exprimer avec clarté et précision, à réfléchir aux enjeux scientifiques, technologiques, didactiques, épistémologiques, culturels et sociétaux que revêt l'enseignement du champ disciplinaire du concours. Ces épreuves d'admission, dont le coefficient total est le double de celui des épreuves d'admissibilité, ont eu une influence significative sur le classement final.

Les candidats et leurs formateurs sont invités à lire avec application les commentaires et conseils donnés dans ce rapport et dans ceux des sessions antérieures afin de bien appréhender les compétences ciblées. La préparation à ces épreuves commence dès l'inscription au concours. Proposer une séquence pédagogique puis une séance à partir d'activités expérimentales ne s'improvise pas et nécessite une préparation rigoureuse. De même, la qualité du dossier dépend de la pertinence du choix du support. Elle impose aux futurs professeurs de s'engager, dès le début de leur carrière, dans un processus de rapprochement avec le monde de l'entreprise et de la recherche.

Ces épreuves permettent « également d'évaluer la capacité du candidat à prendre en compte les acquis et les besoins des élèves, à se représenter la diversité des conditions d'exercice de son métier futur, à en connaître de façon réfléchie le contexte dans ses différentes dimensions (classe, équipe éducative, établissement, institution scolaire, société) et les valeurs qui le portent, dont celles de la République ». Les thématiques de la laïcité et de la citoyenneté trouvent toute leur place lors des entretiens avec le jury ; en effet, la mission première que fixe la Nation à ses enseignants est de transmettre et faire partager aux élèves les valeurs et principes de la République ainsi que l'ensemble des dispositions de la charte de la laïcité.

Pour l'épreuve d'admission pratique, l'accès à Internet était autorisé afin de mettre les candidats dans les conditions du métier qu'ils envisagent d'exercer. Mais cela ne doit pas masquer le fait que la réflexion, la cohérence, l'appréciation du niveau des élèves et la précision pédagogique dans les explications sont des qualités précieuses pour un futur enseignant.

Dans toutes les épreuves, le jury attend des candidats une expression écrite et orale irréprochable. Le Capet/Cafep est un concours exigeant qui impose de la part des candidats un comportement et une présentation exemplaires. Le jury reste vigilant sur ce dernier aspect et invite les candidats à avoir une

tenue adaptée aux circonstances particulières d'un concours de recrutement de cadres de catégorie A de la fonction publique.

La session 2021 de ce concours externe présentait 81 postes pour le concours public et 3 postes pour le privé. Il a été impossible de pourvoir tous les postes pour le public : seuls 50 candidats ont été admis.

Si globalement, les candidats présents à cette session d'admission étaient bien préparés, l'admission n'a pu être prononcée pour ceux dont les prestations n'ont pas donné la garantie qu'ils étaient aptes à embrasser la carrière de professeur de sciences industrielles de l'ingénieur. Cela est regrettable dans la mesure où les besoins dans les établissements scolaires sont importants.

Les épreuves des concours de recrutements d'enseignants évoluent à partir de la session 2022. Les définitions des épreuves sont indiquées dans ce rapport et sur le site Devenir enseignant¹.

Pour conclure cet avant-propos, le jury souhaite que ce rapport soit une aide efficace aux futurs candidats. Tous sont invités à se l'approprier par une lecture attentive.

Remerciements

Le lycée Roosevelt de Reims a accueilli les épreuves d'admission de cette session 2021 des quatre options du Capet/Cafep externe section sciences industrielles de l'ingénieur.

Les membres du jury tiennent à remercier le proviseur du lycée et son adjointe, son directeur délégué aux formations professionnelles et technologiques, ses collaborateurs et l'ensemble des personnels pour la qualité de leur accueil et l'aide efficace apportée tout au long de l'organisation et du déroulement de ce concours qui a eu lieu dans d'excellentes conditions malgré le contexte difficile lié à la crise sanitaire.

¹ <https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid158866/epreuves-capet-externe-cafep-capet-sii.html>

Évolutions des épreuves à partir de la session 2022

Les épreuves de concours évoluent à partir de la session 2022.

Les épreuves du Capet externe et du Cafep-Capet de la section sciences industrielles de l'ingénieur se composent de deux épreuves écrites d'admissibilité (une épreuve disciplinaire et une épreuve disciplinaire appliquée) et de deux épreuves orales d'admission (une épreuve de leçon et une épreuve d'entretien).

Les textes décrivant les épreuves ont été publiés dans l'arrêté du 25 janvier 2021 fixant les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique :

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043075536>

A. Épreuves d'admissibilité

- **Épreuve écrite disciplinaire**

Durée : 5 heures

Coefficient 2

L'épreuve, spécifique à l'option choisie, porte sur l'étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation.

Elle a pour but de vérifier que le candidat est capable, à partir de l'exploitation d'un dossier technique remis par le jury, de conduire une analyse critique de solutions technologiques et de mobiliser ses connaissances scientifiques et technologiques pour élaborer et exploiter les modèles de comportement permettant de quantifier les performances d'un système ou d'un processus lié à la spécialité et définir des solutions technologiques.

L'épreuve est notée sur 20. Une note globale égale ou inférieure à 5 est éliminatoire.

- **Épreuve écrite disciplinaire appliquée**

Durée : 5 heures

Coefficient 2

L'épreuve, commune à toutes les options, porte sur l'analyse et l'exploitation pédagogique d'un système pluri-technologique. Elle invite le candidat à la conception d'une séquence d'enseignement, à partir d'une problématique et d'un cahier des charges.

L'épreuve permet de vérifier :

- que le candidat est capable de mobiliser ses connaissances scientifiques et technologiques pour conduire une analyse systémique, élaborer et exploiter les modèles de comportement permettant de quantifier les performances d'un système pluri-technologique des points de vue de la matière, de l'énergie et/ou de l'information, afin de valider tout ou partie de la réponse au besoin exprimé par un cahier des charges ;
- qu'il est capable d'élaborer tout ou partie de l'organisation d'une séquence pédagogique ainsi que les documents techniques et pédagogiques associés (documents professeurs, documents fournis aux élèves, éléments d'évaluation).

Les productions pédagogiques attendues sont relatives à une séquence d'enseignement portant sur les programmes de collège ou de lycée.

L'épreuve est notée sur 20. Une note globale égale ou inférieure à 5 est éliminatoire.

B. Épreuves d'admission

- **Épreuve de leçon**

Durée des travaux pratiques encadrés : 5 heures

Durée de la présentation : 30 maximum

Durée de l'entretien : 30 minutes maximum

Coefficient : 5

L'épreuve a pour objet la conception et l'animation d'une séance d'enseignement dans l'option choisie. Elle permet d'apprécier à la fois la maîtrise disciplinaire, la maîtrise de compétences pédagogiques et de compétences pratiques.

L'épreuve prend appui sur les investigations et analyses effectuées par le candidat pendant les cinq heures de travaux pratiques relatifs à une approche spécialisée d'un système pluri-technologique et comporte la présentation d'une séance d'enseignement suivi d'un entretien avec les membres du jury. L'exploitation pédagogique attendue, directement liée aux activités pratiques réalisées, est relative aux enseignements en collège, en lycée et aux sections de STS de la spécialité.

L'épreuve est notée sur 20 : 10 points sont attribués à la partie liée aux travaux pratiques et 10 points à la partie liée à la soutenance. La note 0 à l'ensemble de l'épreuve est éliminatoire.

- **Épreuve d'entretien**

Durée : 35 minutes

Coefficient 3

L'épreuve d'entretien avec le jury porte sur la motivation du candidat et son aptitude à se projeter dans le métier de professeur au sein du service public de l'éducation.

L'entretien comporte une première partie d'une durée de quinze minutes débutant par une présentation, d'une durée de cinq minutes maximum, par le candidat des éléments de son parcours et des expériences qui l'ont conduit à se présenter au concours en valorisant ses travaux de recherche, les enseignements suivis, les stages, l'engagement associatif ou les périodes de formation à l'étranger. Cette présentation donne lieu à un échange avec le jury.

La deuxième partie de l'épreuve, d'une durée de vingt minutes, doit permettre au jury, au travers de deux mises en situation professionnelle, l'une d'enseignement, la seconde en lien avec la vie scolaire, d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- s'approprier les valeurs de la République, dont la laïcité, et les exigences du service public (droits et obligations du fonctionnaire dont la neutralité, lutte contre les discriminations et stéréotypes, promotion de l'égalité, notamment entre les filles et les garçons, etc.) ;
- faire connaître et faire partager ces valeurs et exigences.

Le candidat admissible transmet préalablement une fiche individuelle de renseignement établie sur le modèle figurant à l'annexe VI de l'arrêté du 25 janvier 2021 fixant les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique, selon les modalités définies dans l'arrêté d'ouverture.

L'épreuve est notée sur 20. La note 0 est éliminatoire.

Résultats statistiques

Ingénierie mécanique

CAPET externe public :

Session	Nombre de postes	Inscrits	Présents aux épreuves écrites	Admissibles	Présents aux épreuves orales	Admis
2019	83	368	154	123	97	73
2020	85	253	121	105	85	64
2021	81	265	112	94	62	50

CAFEP CAPET privé :

Session	Nombre de postes	Inscrits	Présents aux épreuves écrites	Admissibles	Présents aux épreuves orales	Admis
2019	3	83	37	7	6	3
2020	4	61	26	9	9	4
2021	3	64	28	9	9	3

Statistiques obtenues à l'admissibilité et à l'admission à la session 2021 :

		CAPET (public)	CAFEP (privé)
Admissibilité	Moyenne de la note obtenue par le premier candidat admissible	17,10	14,17
	Moyenne de la note obtenue par le dernier candidat admissible	5,00	12,77
	Moyenne des candidats non éliminés	8,91	9,85
	Moyenne des candidats admissibles	9,93	14,31
Admission	Moyenne de la note obtenue par le premier candidat admis	17,24	18,06
	Moyenne de la note obtenue par le dernier candidat admis	7,89	16,19
	Moyenne des candidats présents	10,57	14,50
	Moyenne des candidats admis	11,69	17,14

Analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnologique

A. Présentation de l'épreuve

Durée : 5 heures

Coefficient 2

L'épreuve est commune à toutes les options.

Elle a pour but de vérifier que le candidat est capable de mobiliser ses connaissances scientifiques et technologiques pour conduire une analyse systémique, élaborer et exploiter les modèles de comportement permettant de quantifier les performances d'un système pluritechnique des points de vue matière, énergie et information afin de valider tout ou partie de la réponse, au besoin exprimée par un cahier des charges.

Elle permet également de vérifier que le candidat est capable d'élaborer tout ou partie de l'organisation d'une séquence pédagogique, relative à l'enseignement de technologie du collège ou aux enseignements technologiques non spécifiques du cycle terminal "sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)" ou à l'enseignement de sciences de l'ingénieur du lycée général, ainsi que les documents techniques et pédagogiques associés (documents professeurs, documents fournis aux élèves, éléments d'évaluation).

B. Sujet

Le sujet est disponible en téléchargement sur le site du ministère à l'adresse :

https://media.devenirensignant.gouv.fr/file/capet_externe/06/5/s2021_capet_externe_sii_1_1390065.pdf

L'étude porte sur l'optimisation d'une étape d'un procédé industriel d'extraction du nickel de l'usine Vale en Nouvelle-Calédonie.



C. Éléments de correction

Question 1. Il s'agit de l'exigence 1.4.2.1 : « Objectif de fonctionnement nominal ».

Question 2. On obtient une masse volumique $\rho_{\text{boue}} = 1740 \text{ kg.m}^{-3}$.

Question 3. $\omega_{\text{bras}} = \frac{2\pi}{60} \times N = \frac{2\pi}{60} \times 0,064 = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ rad.s}^{-1}$

Question 4. $V = r \times \omega_{\text{bras}}$

Question 5. $dS = h \times dr$

Question 6. $dF = k \times \rho \times S \times V$ donc $dF = k \times \rho \times dS \times V = k \times \rho_{\text{boue}} \times r \times \omega_{\text{bras}} \times h \times dr$ d'après les résultats des questions 4 et 5.

Question 7. Par intégration, on a : $C = k \times \rho_{\text{boue}} \times \omega_{\text{bras}} \times h \times \frac{1}{3} (R_{\text{ext}}^3 - R_{\text{int}}^3)$.

Par application numérique :

$$C_{\text{court}} = 120 \times 1740 \times 6,7 \cdot 10^{-3} \times 0,1 \times \frac{1}{3} (10^3 - 3^3) = 45\,400 \text{ N.m}$$

$$C_{\text{long}} = 120 \times 1740 \times 6,7 \cdot 10^{-3} \times 0,1 \times \frac{1}{3} (30^3 - 3^3) = 1\,260\,000 \text{ N.m}$$

Question 8. $C_{\text{bras}} = 2C_{\text{court}} + 2C_{\text{long}} = 2\,610 \text{ kN.m}$

Question 9. D'après la courbe de tendance de la Figure 7, $C_{\text{bras}} = 11,19e^{0,11 \times 50} = 2738 \text{ kN.m}$.

Il y a donc un écart relatif faible entre les valeurs théorique et expérimentale :

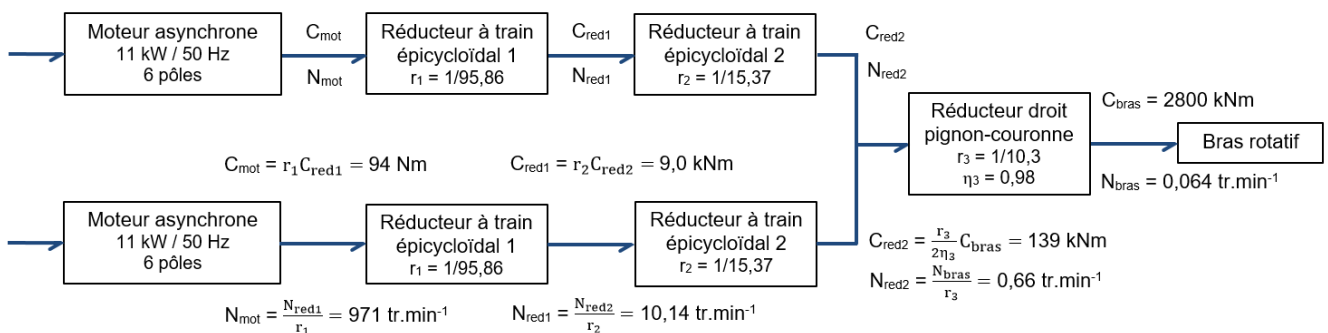
$$\frac{C_{\text{bras expe}} - C_{\text{bras theo}}}{C_{\text{bras expe}}} \times 100 = \frac{2738 - 2610}{2738} \times 100 = 4,7\%$$

La valeur théorique, et l'approche associée, sont donc validées.

Question 10. $r_3 = \frac{12}{124} = \frac{1}{10,3} = 0,097$

Question 11. $N_{\text{mot}} = \frac{N_{\text{bras}}}{r_1 \times r_2 \times r_3} = 971 \text{ tr.min}^{-1}$

Question 12. $C_{\text{mot}} = \frac{r_1 \times r_2 \times r_3}{2 \times \eta_3} C_{\text{bras}} = 94 \text{ N.m}$



Question 13.

- Le couple de charge maximum des moteurs sélectionnés est de 108 Nm, ce qui est légèrement supérieur au couple nécessaire pour mettre en rotation le bras lorsque la boue contient 50% de solides.
- De plus, on relève que le rendement des moteurs est optimal lorsqu'ils travaillent entre 75 et 100% de leur capacité de charge, ce qui correspond bien au cas à 50% de solides dans la boue.
- La vitesse de rotation nominale de ces moteurs est de 970 tr.min⁻¹, ce qui est très légèrement en-dessous de la vitesse imposée de 971 tr.min⁻¹.
- Et la puissance consommée avec un couple de 94 Nm et une vitesse de 971 trOmin⁻¹ = 102 radOs⁻¹ est de $P = C_{mot} \cdot \omega_{mot} = 9,6 \text{ kW}$, ce qui est inférieur à la puissance de 11 kW des moteurs installés.

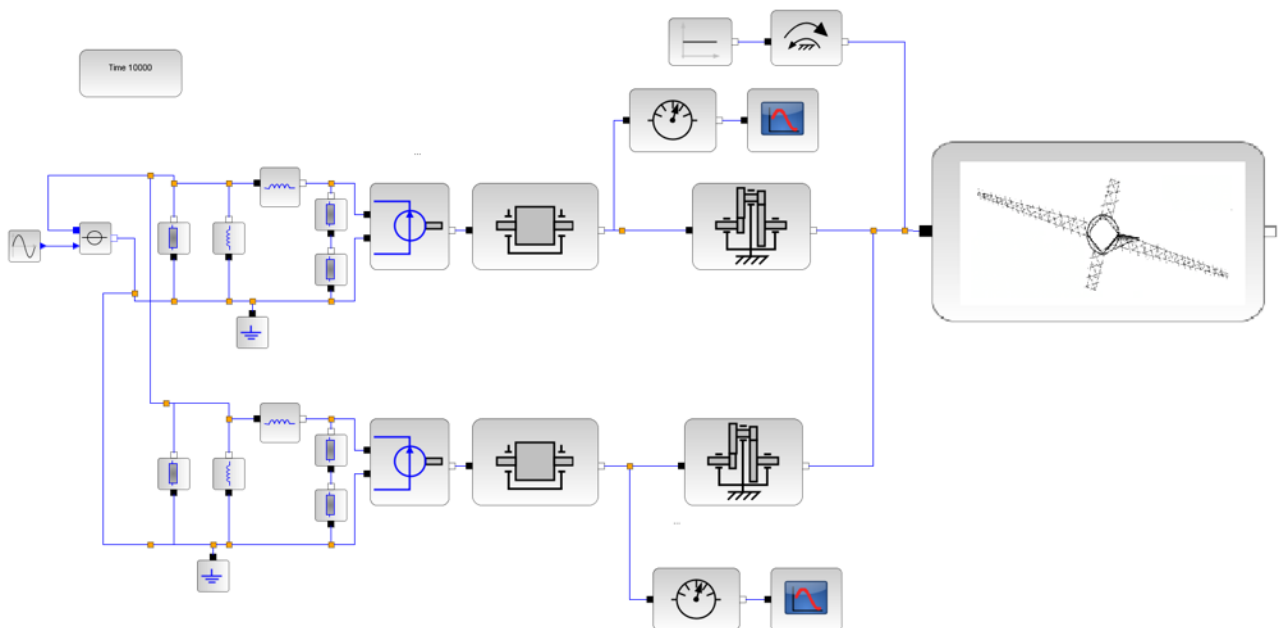
Ainsi, les moteurs utilisés sont bien dimensionnés pour le cas souhaité.

Avec le pourcentage actuel de 35% de solides dans la boue, les moteurs sont largement surdimensionnés et fonctionnent notamment avec un rendement non optimal.

Question 14.

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1 : Réseau électrique | 4 : Trains d'engrenage |
| 2 : MAS | 5 : Lames racleuses |
| 3 : MAS | |

Question 15.



Question 16. La machine alimentée sous tension et fréquence nominales possède une vitesse de 970 tr/min. On en déduit que la vitesse de synchronisme est de 1000 tr/min. Le nombre de paires de pôle du moteur est 3, la machine possède 6 pôles.

Question 17. Le glissement nominal est donné par

$$g_n = \frac{N_s - N_n}{N_s} = 3\%$$

Question 18. La puissance réactive absorbée par la machine est consommée par les trois réactances

de magnétisation $Q_0 = \frac{3V^2}{L_p \omega}$ donc $L_p = 79 \text{ mH}$

Question 19. Le modèle n'est pas validé car le courant calculé à rotor bloqué (270 Nm) ne correspond à celui du modèle. En revanche, le courant à vitesse nominale (108 Nm) correspond à celui de la documentation. La validation envisagée pour le modèle peut être critiquée car uniquement faite sur 2 points caractéristiques. Elle serait plus adaptée à partir d'une courbe de courant en fonction du couple composée d'un plus grand nombre de point.

Question 20. Avec un pourcentage de boue qui varie légèrement autour de 50%, le couple moteur reste toujours inférieur à 100% du couple nominal, donc les moteurs sont correctement dimensionnés et peuvent fournir le couple nécessaire.

Question 21. $F = C_{mot}/L = 90/0,3 = 300 \text{ N}$

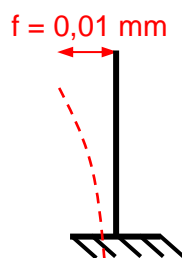
Question 22. La charge vaut $F/g = 300/10 = 30 \text{ kg}$, on peut donc choisir, pour cette application, le capteur dont la charge nominale est 30 kg.

Si calcul avec $g=9,81 \text{ m/s}^2$, on obtient : $F/g = 300/9,81 = 30,6 \text{ kg}$ -> on peut accepter 40 kg de charge nominale.

Question 23. $I = \frac{\pi \times D^4}{64} = \frac{\pi \times (27,5 \times 10^{-3})^4}{64} = 2,8 \times 10^{-8} \text{ m}^4$

donc $f = \frac{F \times l^3}{3 \times E \times I} = \frac{300 \times (82 \times 10^{-3})^3}{3 \times 200 \times 10^9 \times 2,8 \times 10^{-8}} \approx 1 \times 10^{-5} \text{ m}$ soit 10^{-2} mm , ce qui est très inférieur à la limite de 1 mm spécifiée par la documentation technique du capteur. Il est donc validé pour cette utilisation.

Question 24.



Question 25. $C_{lim} = 1600 \text{ kNm}$ or à 50% de solides dans la boue, $C_{bras} = 2800 \text{ kNm}$ donc, avec ce réglage du dispositif de sécurité, on va tout le temps relever les lames, voire arrêter le moteur.

Question 26. Il y a 500 incréments par tour, donc $K_{cod} = \frac{2\pi R_{poulie}}{500} = 2,26 \times 10^{-3} \text{ m/incrément}$.

Question 27.

```
# -*- coding: Latin-1 -*-
import os
import numpy
import matplotlib.pyplot as plt

#définition de la valeur du codeur incrémental
Kcod =0,0026

## Ouverture et lecture du fichier de donnees mesurées par la sonde
fichierIn = "courbe_sonde_.CSV"

with open(fichierIn,"r") as file:
    valeurs = file.read()

#Initialisation de la liste de mesures
mesures = []

#Stockage des valeurs mesurée par la sonde dans la première colonne de mesures
for val in valeurs:
    mesures.append(float(val.split(";")[0]))

## Ouverture et lecture du fichier de donnees mesurées par le codeur
fichierIn2 = "courbe_codeur.CSV"

with open(fichierIn2,"r") as file:
    valeurs2 = file.read()

#Stockage des valeurs mesurée par le codeur dans la seconde colonne de mesures
for val2 in valeurs2:
    mesures.append(float(val2.split(";")[2]))

#Création d'une variable égale à la longueur de la liste mesures
long= []
long=len(mesures)

#Fonction d'affichage de la profondeur (dernière valeur mesurée)
def affichage_mesures(mesures):
    if mesures[long][0]<20:
        floculant = 'necessaire'
    else
        floculant = 'non necessaire'

profondeur = Kcod*mesures[long][1]

print("profondeur de la sonde en m =" + str(profondeur))
print("L'ajout de floculant est " + floculant)
```

Question 28. Un tour complet de bras dure $1/0,064 = 15,6$ minutes, soit $15,6/2 = 7,8$ minutes entre deux passages de bras long.

Question 29.

- Attente 10 s après détection du bras
- Descente de 2,5 m à 0,1 m/s : $2,5/0,1 = 25$ s
- Attente 10 s (mesure de référence)
- Descente de 4 m à 0,1 m/s : $4/0,1 = 40$ s
- Montée de 6,5 m à 0,2 m/s : $6,5/0,2 = 32,5$ s

TOTAL : $10 + 25 + 10 + 40 + 32,5 = 117,5$ s soit quasiment **2 min** (1,96 min)

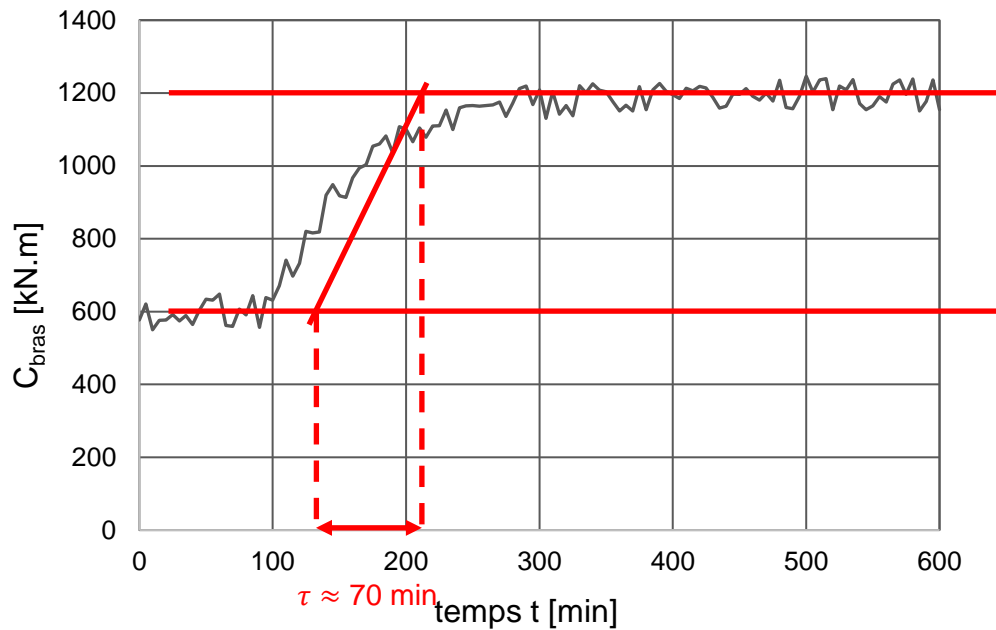
Question 30. 2 min < 7,8 min : il n'y a normalement aucun risque que le câble de sonde s'enroule dans un bras long.

Question 31. La réponse du système a un échelon correspond à une exponentielle amortie (tangente non nulle au départ de l'échelon, pas de dépassement de la valeur finale) : on peut bien modéliser le système par un ordre 1.

Question 32. En régime permanent,

$$\Delta C_{\text{bras}} = K \times \Delta U_0 \text{ donc } K = \Delta C_{\text{bras}}/\Delta U_0 = 600/10 = 60 \text{ kN.mV}^{-1}.$$

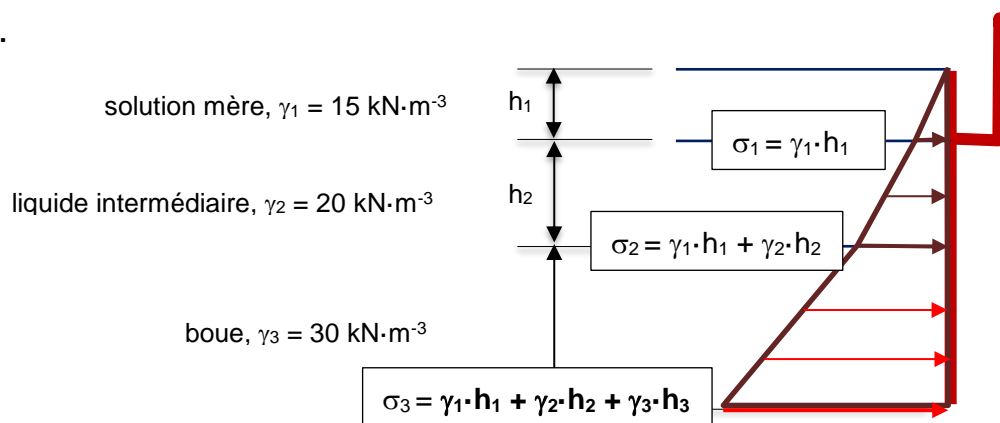
Le système met environ 70 min pour passer de $C_{\text{bras}} = 600$ kN.m à $C_{\text{bras}} = 600 + 0,63.600 = 978$ kN.m, donc $\tau \approx 70$ min.



Question 33.

- Le réglage 1 permet d'avoir de faibles dépassements de la valeur finale mais n'est pas précis (erreur statique non nulle en régime permanent).
- Le réglage 2 est précis mais présente des dépassements très importants.
- Le réglage 3 est précis, suffisamment rapide car, à chaque échelon de variation de ρ_{pulp} , la réponse met un peu moins de 500 min à se stabiliser, et les dépassements sont bien inférieurs à 15% du couple consigne. C'est le meilleur réglage vis-à-vis des exigences de l'asservissement.

Question 34.



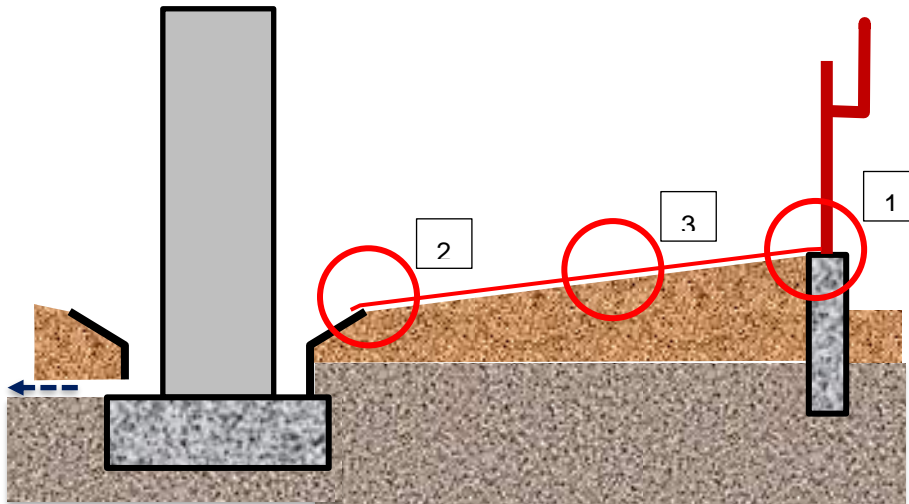
Question 35. Le poids volumique de la boue est γ_3 . Plus la boue est dense, plus elle va pousser en pied de paroi.

Question 36. Le poids volumique de la boue est γ_3 . Plus la boue est dense, plus elle va pousser sur le sol.

Question 37.



Question 38.



- 1- Fuites en pied de paroi métallique où la poussée horizontale des fluides est la plus importante (liaison métal/bâche). Mais aussi entre les plaques si elles ne sont pas bien assemblées.
- 2- Fuites entre la bâche et le système de collecte. La poussée verticale y est la plus importante.
- 3- Fuites entre les pans de bâches. Mais aussi par abrasion des bâches due au raclage des éléments solides dans la boue.

Question 39.

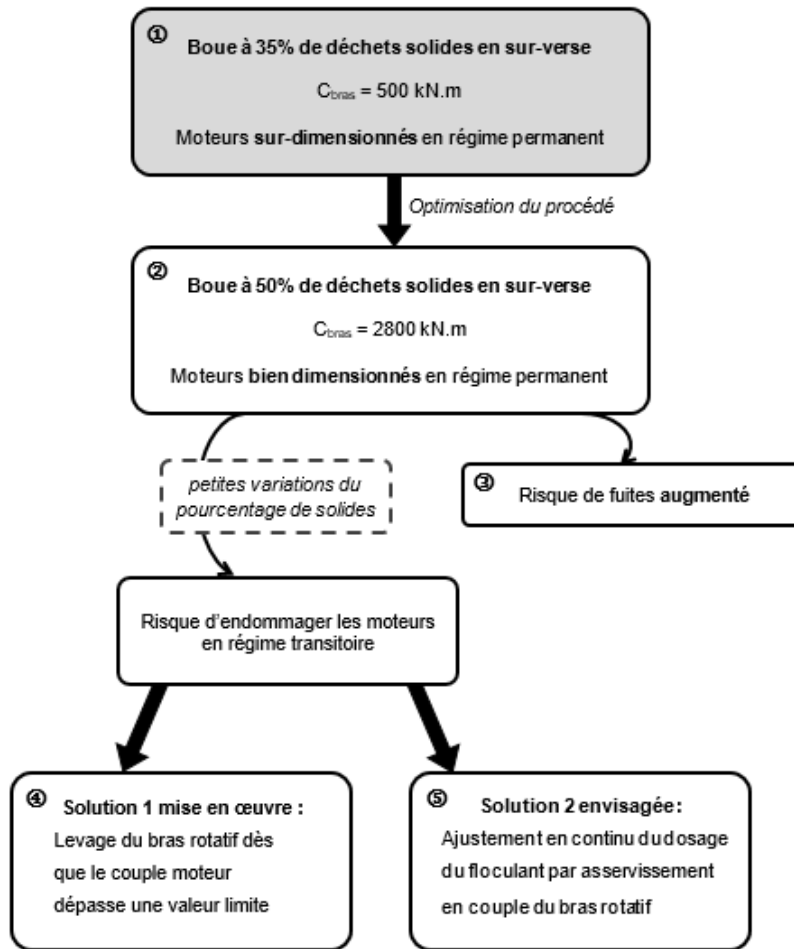
En phase de construction :

- assurer l'assemblage étanche des plaques de paroi : soudure, joints... ;
- assurer la jonction bâche/parois par pincement entre la paroi et le muret de béton ;
- souder les bâches entre elles (colle...) ;
- assurer la jonction bâche/système de collecte ;
- mettre en place un drainage pour collecter les eaux de fuite sous les cuves ;

En service :

- s'assurer visuellement qu'il n'y a pas de fuites dans les zones extérieures accessibles ;
- contrôler le débit des eaux de drainage et agir en cas d'augmentation continue ;
- contrôler l'état des bâches posées au fond de la cuve.

Question 40.



Question 41.

	Évaluation diagnostic	Évaluation formative	Évaluation sommative	Évaluation certificative
Moment de l'évaluation	Début de séquence Début de séance Avant l'introduction de nouvelles notions	Pendant une activité d'apprentissage	A la fin de la séquence, lorsque les élèves sont prêts	A la fin d'un cycle, date définie par l'organisme certificatif
But de l'évaluation	Faire un état des lieux des connaissances des élèves pour adapter l'enseignement, cibler les points à approfondir avec les élèves	Permettre à l'élève de se situer dans l'apprentissage Valoriser les productions, encourager les élèves	Donner une photographie des acquis des élèves Ajuster son enseignement	Déterminer si le candidat a le niveau requis pour un diplôme
Forme de l'évaluation	QCM individuels écrits ou assistés par logiciels (Plickers...), questions réponses collectives	Autoévaluation Grille d'apprentissage définie au préalable	Etude individuelle ou non mobilisant les compétences visées sur un nouveau contexte, donnant lieu à un bilan (sous forme de note ou non)	Sujet individuel ou non, noté, ayant un impact sur la certification

Questions 42 et 43.

1. Trouver la vitesse de rotation des bras dans le SYSML fourni, déterminer le temps disponible pour le passage de la sonde (compétences 1 et 4)
2. À partir du SYSML, déterminer la distance à parcourir par la sonde lors d'un cycle de mesurage (compétence 1)
3. En déduire la vitesse nécessaire de la sonde lors de ce cycle en supposant la vitesse constante (compétence 4)
4. Déterminer la vitesse de rotation du moteur correspondante (compétence 4)
5. Déterminer l'intensité aux bornes du moteur correspondante (compétence 4)
6. Trouver les valeurs possibles de commande dans le SYSML, en déduire s'il est possible d'éviter les collisions (compétence 1)

Question 44. Plusieurs organisations possibles : mettre les élèves sur les supports utilisés en TP en s'assurant qu'ils passent sur l'un qu'ils n'ont pas encore fait, trouver un autre support qui se prête aux activités demandées... L'évaluation doit être en effectif réduit donc 3h maxi, validation des compétences notée ou non.

Question 45. Une partie mesurage sur le système, une autre modélisation multiphysique avec simulation de la loi entrée/sortie. Mener une campagne de mesurage avec des outils déjà utilisés, effectuer des simulations sur un modèle multiphysique complet, les élèves devant intégrer les valeurs mesurées pour déterminer le comportement du système. Calculs d'écart à compléter.

D. Commentaires du jury

1. Présentation du sujet

Le sujet s'appuie sur l'étude d'une cuve de décantation utilisée dans un processus d'obtention du nickel appelé hydrométallurgie, situé dans un site de Nouvelle-Calédonie. Ce procédé permet la production de nickel avec un impact écologique moindre par rapport au procédé historique.

Les questions sont réparties en huit parties indépendantes. Sur les sept premières parties, l'étude vise à améliorer le procédé actuel en augmentant la concentration du fluide traité, appelé flocculant, pour obtenir un meilleur rendement. Il s'agit d'abord de valider les choix de moteurs permettant le fonctionnement de la cuve, puis de valider des améliorations du système, avec un dispositif de levage des bras en cas de résistance excessive et l'ajout en continu de flocculant, asservi en fonction du profil acoustique relevé dans la cuve.

La dernière partie correspond à l'exploitation pédagogique du support et de son étude et vise à concevoir une évaluation avec une approche par compétences.

2. Analyse globale des résultats

Grâce aux huit parties qui composent le sujet, les différents champs des sciences industrielles de l'ingénieur sont abordés. Le jury constate que de plus en plus de candidats n'hésitent pas à traiter les parties de manière moins linéaire. Cependant, la linéarité se retrouve encore trop au sein des parties. Si le jury apprécie le recul des candidats qui apportent un avis critique sur les résultats parfois erronés qu'ils obtiennent, il insiste sur l'importance de continuer l'étude de la partie, la méthode de calcul étant valorisée même si le résultat final est faux.

La longueur du sujet permettait aux candidats de traiter sereinement toutes les parties et de soigner sa présentation. Un affichage des questions traitées, ainsi qu'une mise en avant du résultat obtenu permet une clarté indispensable aux postes visés.

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

Partie 1 : Mise en situation

Cette partie est constituée par une unique question, majoritairement bien traitée par les candidats, qui maîtrisent la lecture des diagrammes SYSML.

Partie 2 : Choix d'un moteur pour le bras rotatif en régime permanent

Cette partie a été bien traitée par les candidats. Les premières questions correspondaient à des applications numériques, des conversions d'unités ou l'utilisation de formules simples d'une faible difficulté. Le jury est tout de même surpris de la proportion importante de candidats n'arrivant pas à répondre à ces questions, se trompant parfois sur la valeur d'un périmètre. L'intégration nécessaire à la question 7 n'a été possible que pour un nombre trop limité de candidats. Enfin, le rendement est aussi très peu maîtrisé.

Partie 3 : Validation d'un choix de moteur en régime permanent

Cette partie s'appuie sur un modèle multiphysique. Elle a été traitée de manière très différente en fonction des spécialités présentées par les candidats. Le jury rappelle la nécessité d'une culture transversale, qui s'appuie sur les quatre spécialités, pour aborder les problématiques technologiques actuelles. Les modèles multiphysiques sont primordiaux dans l'enseignement de la spécialité SI et de la filière STI2D, leur maîtrise est indispensable pour tout candidat au concours.

Partie 4 : Analyse du dispositif de levage de sécurité

Cette partie fait appel à une relation mécanique simple et une application numérique. Les candidats ont trop souvent rencontré des difficultés sur ces deux points, la manipulation des unités et des puissances étant très souvent hasardeuse et entraînant des résultats dont l'ordre de grandeur même était faux. De plus, certains schémas des candidats montrent qu'ils ne maîtrisent pas le contexte d'étude.

Partie 5 : Mise en œuvre d'une solution d'ajustement en continu du dosage du flocculant

Cette partie a été moins traitée que les autres. Le jury constate, comme pour les modèles multiphysiques, que la maîtrise du langage Python est très dépendante des spécialités présentées et reste globalement très insuffisante. Les calculs cinématiques manquent de rigueur. La sous-partie correspondant à l'étude d'un asservissement est très peu traitée, et la qualité des réponses est faible. La lecture graphique d'une courbe est la question la moins bien traitée du sujet.

Partie 6 : Limitation des fuites de la cuve de décantation en fonction de la densité de la boue

Si les questions du début de cette partie ont été plutôt bien traitées, celles nécessitant un travail de rédaction l'ont été beaucoup moins. Trop peu de candidats ont fait la distinction entre les solutions possibles en phase de construction ou en service. De plus, la qualité de rédaction des candidats a globalement été insuffisante et n'a que très peu permis au jury d'apprécier les propositions, faute de soin et de clarté.

Partie 7 : Conclusion et synthèse

Cette partie permettait aux candidats de montrer, quelles que soient les réponses précédentes, leur compréhension globale des enjeux de l'étude. Elle n'a été que peu traitée. Le jury conseille donc aux candidats de lire l'intégralité du sujet, d'en comprendre le contexte, ce qui leur permettra de répondre plus justement à plus de questions.

Partie 8 : Exploitation pédagogique du support

Cette partie permettait aux candidats de concevoir un dispositif d'évaluation de compétences à la fois théoriques et pratiques. L'évaluation et ses formes diverses sont globalement bien maîtrisées par les

candidats. Un nombre trop important de candidats n'a pas su allier une évaluation écrite et pratique des élèves. Quant à la description des activités envisagées, elle souffre une nouvelle fois de qualités rédactionnelles insuffisantes et est souvent trop sommaire pour permettre au jury de se projeter. Le lien entre les questions posées et les compétences visées n'est pas évident pour les candidats.

4. Conclusion

Le jury rappelle une nouvelle fois 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 au soin apporté et à la qualité de la rédaction. 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.

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 aussi être réalisées avec rigueur avec un nombre significatif de chiffres après la virgule cohérent.

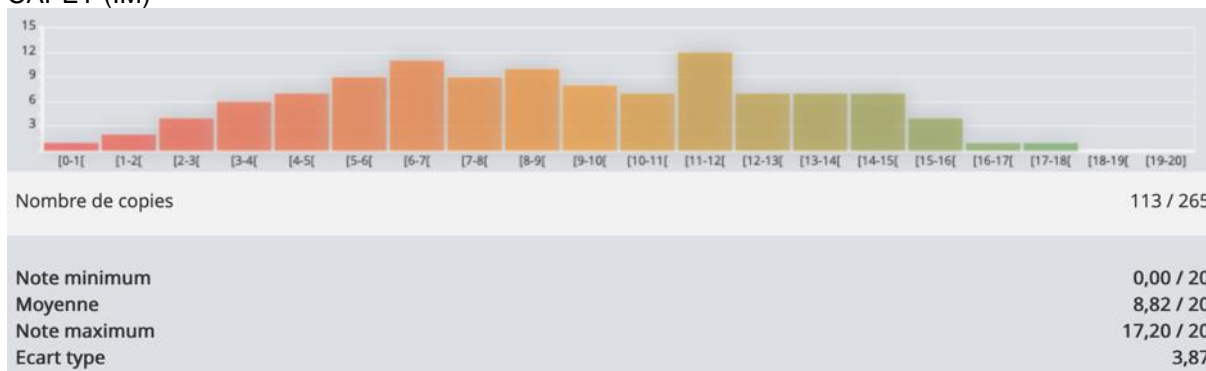
Les candidats doivent se présenter pour l'épreuve avec une calculatrice scientifique en état de marche. La rigueur mathématique fait partie des attendus des candidats aux concours de recrutement de professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur. Les grandeurs vectorielles ou scalaires doivent être clairement identifiées et la résolution d'équations mathématiques 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 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.

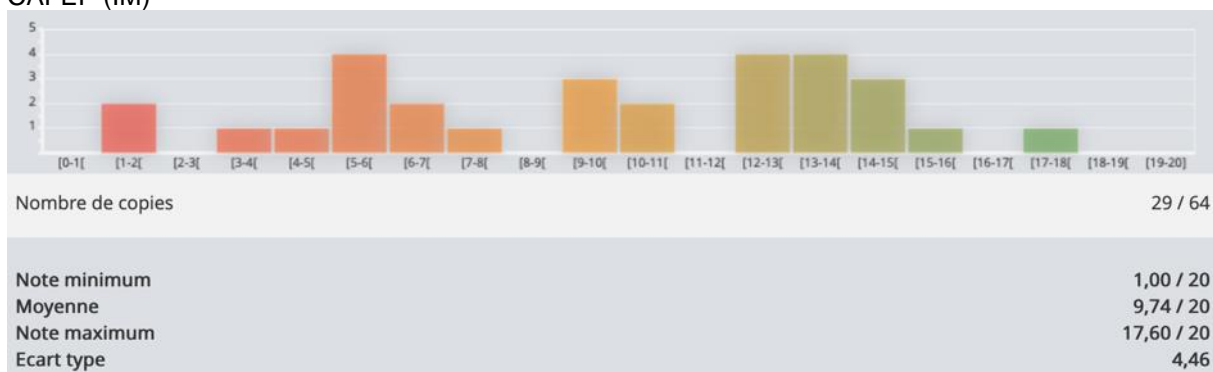
E. Résultats

Les statistiques générales pour cette épreuve sont données ci-dessous.

CAPET (IM)



CAFEP (IM)



Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation

Ingénierie mécanique

A. Présentation de l'épreuve

Durée : 4 heures

Coefficient 1

L'épreuve est spécifique à l'option choisie.

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable de conduire une analyse critique de solutions technologiques et de mobiliser ses connaissances scientifiques et technologiques pour élaborer et exploiter les modèles de comportement permettant de quantifier les performances d'un système ou d'un processus lié à la spécialité et définir des solutions technologiques.

B. Sujet

Le sujet est disponible en téléchargement sur le site du ministère à l'adresse :

https://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/capet_externe/45/9/s2021_capet_externe_sii_mecanique_2_1390459.pdf

Le système étudié est un vélo à assistance électrique.



C. Éléments de correction

Question 1 : d'après les données fournies dans le tableau 1, et considérant le trajet domicile-travail-domicile

- Pour la voiture : on donne $V_{\text{moy}}=35 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ donc
 $t_{\text{voiture}} = d_{\text{trajet}}/V_{\text{moy}} + 2 \cdot (10/60) = 16/35 + 20/60 = 0,79 \text{ h}$ soit 47 min 25 s ;
- Pour le vélo : on donne $V_{\text{moy}}=22 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ donc
 $t_{\text{vélo}} = d_{\text{trajet}}/V_{\text{moy}} + 4 \cdot (3)/60 = 16/22 + 12/60 = 0,927 \text{ h}$ soit 55 min 38 s ;
- Pour le bus : $t_{\text{bus}} = (20+12+5) \cdot 2 = 37 \cdot 2 = 74 \text{ min}$.

Question 2 : il est écrit que l'utilisateur ne veut pas perdre plus de 10 min par rapport au trajet le plus rapide. D'après les résultats de la question 1, le trajet le plus rapide est le trajet en voiture.

On remarque que $t_{\text{vélo}} = t_{\text{voiture}} + 5 \text{ min } 13 \text{ s}$. Le temps supplémentaire étant inférieur à 10 min, on peut conclure que le vélo est un choix pertinent pour l'utilisateur.

Question 3 : la résistance au roulement impactera l'action mécanique de la roue arrière sur le sol et l'action mécanique de la roue avant sur le sol.

- l'action du sol sur la roue arrière : $\{T_{\text{sol}\rightarrow\text{arr}}\} = \left\{ \begin{array}{l} (T_{\text{arr}} - f \cdot N_{\text{arr}}) \cdot \vec{x}_1 + N_{\text{arr}} \cdot \vec{y}_1 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_A$;
- l'action du sol sur la roue avant : $\{T_{\text{sol}\rightarrow\text{av}}\} = \left\{ \begin{array}{l} (-f \cdot N_{\text{av}}) \cdot \vec{x}_1 + N_{\text{av}} \cdot \vec{y}_1 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_B$;

Question 4 : il faut utiliser le principe fondamental de la dynamique appliqué au système Σ en mouvement par rapport au référentiel galiléen (équations de résultantes).

Le théorème de la résultante dynamique en projection sur \vec{x}_1 permet d'écrire l'équation suivante (l'accélération est nulle) :

$$T_{\text{arr}} = F_{\text{aero}} + m_{\Sigma} \cdot g \cdot \sin\alpha + f \cdot (N_{\text{arr}} + N_{\text{av}}) \quad (1)$$

Le théorème de la résultante dynamique en projection sur \vec{y}_1 permet d'écrire l'équation suivante (l'accélération est nulle) :

$$N_{\text{av}} + N_{\text{arr}} - m_{\Sigma} \cdot g \cdot \cos\alpha = 0 \quad (2)$$

En injectant (2) sur (1), on obtient :

$$\begin{aligned} T_{\text{arr}} &= F_{\text{aero}} + m_{\Sigma} \cdot g \cdot \sin\alpha + f \cdot m_{\Sigma} \cdot g \cdot \cos\alpha \\ T_{\text{arr}} &= F_{\text{aero}} + m_{\Sigma} \cdot g \cdot (\sin\alpha + f \cdot \cos\alpha) \end{aligned}$$

Application numérique :

Avec :

- $F_{\text{aero}} = 0,5 \cdot \rho \cdot SC_x \cdot v^2$, $\rho = 1,204 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ à 20°C et $SC_x = 0,71$
d'où $F_{\text{aero}} = 0,5 \cdot 1,204 \cdot 0,71 \cdot \left(\frac{15000}{3600}\right)^2 = 7,42 \text{ N}$
- $m_{\Sigma} = (m_{\text{vélo}} + m_{\text{cycliste}}) = 105 \text{ kg}$
- $\sin\alpha = \sin 5^\circ = 0,087$ et $\cos\alpha = 0,996$
 - o on peut aussi faire la remarque que si α est petit alors $\tan\alpha = \sin\alpha = \alpha = 0,0875$ et $\cos\alpha = 1$

$$T_{\text{arr}} \approx 103,4 \text{ N}$$

Question 5 : la puissance nécessaire pour maintenir l'allure du cycliste à $v = 15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ s'exprime par

$$\begin{aligned} P_{\text{nécessaire}} &= T_{\text{arr}} \cdot v \\ P_{\text{nécessaire}} &= (F_{\text{aero}} + m_{\Sigma} \cdot g \cdot (\sin\alpha + f \cdot \cos\alpha)) \cdot v \\ P_{\text{nécessaire}} &= 431 \text{ W} \end{aligned}$$

Question 6 : si on considère le trajet avec la pente la plus « raide » étant entre les points (1000 ;45) et (1400 ;72), alors, le cycliste roulant en moyenne à $v = 15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, la phase de montée sur 400 m durera 1 min 36 s.

En partant du principe que notre cycliste est un utilisateur occasionnel, il sera alors capable de fournir de 3 à $3,7 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$, ce qui, pour une masse de 80 kg correspond alors à une puissance de $P = 240 \text{ W}$ à $P = 296 \text{ W}$.

Question 7 : le cycliste peut fournir un effort de 240 W (cas défavorable) lors de la phase de montée, et il faut fournir une puissance de 431 W pour maintenir l'allure du cycliste.

$$P_m = P_{\text{nécessaire}} - P_{\text{cycliste}}$$

Il faut alors que le moteur fournisse 191 W pour permettre à l'utilisateur de maintenir son allure à $v = 15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Question 8 : d'après le diagramme SysML fourni, id 4.2, on doit limiter l'apport de puissance du moteur à 250 W, ce qui est bien le cas ici. La faisabilité du projet est validée d'un point de vue puissance moteur.

Question 9 : pour l'usage prévu, à savoir une utilisation en ville, avec une vitesse moyenne qui ne dépassera pas $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, la résistance prépondérante est la résistance au roulement.

Question 10 : d'après la figure 6, à pression de gonflage de pneu égale, on remarque qu'un pneu large aura un coefficient de résistance au roulement plus faible qu'un pneu standard.

Et toujours d'après la figure 6, à coefficient de résistance au roulement égal, on remarque que la pression de gonflage d'un pneu large devra être plus faible (de 1 à 3 bars en fonction du coefficient de roulement choisi) que la pression de gonflage d'un pneu standard.

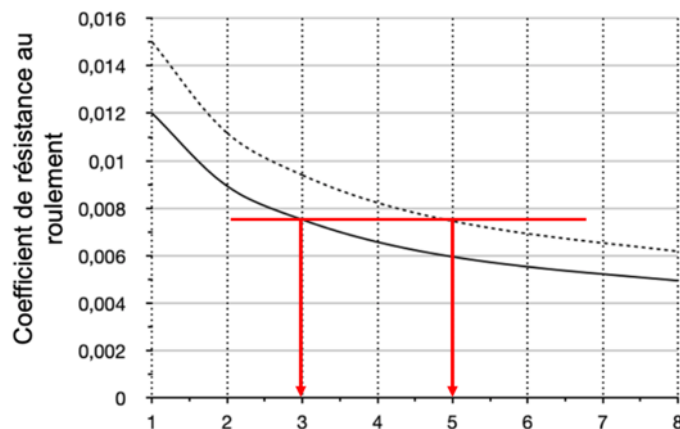


figure 6 : pression de gonflage en bar

Question 11 : un pneu plus large aura une surface de contact au sol plus importante, donc agira comme un filtre entre la route et le pneu. Les petites aspérités de la route seront moins ressenties qu'avec un pneu standard. Plus la dimension du pneu est large, plus le confort augmente car le pneu est capable d'absorber les déformations du sol.

Question 12 : $v_{\text{vélo}} = \omega_r \cdot R_r$

$$\omega_p = \frac{N_p \cdot 2\pi}{60} \quad r = \frac{\omega_r}{\omega_p}$$

$$v_{\text{vélo}} = \frac{r \cdot R_r \cdot N_p \cdot 2\pi}{60}$$

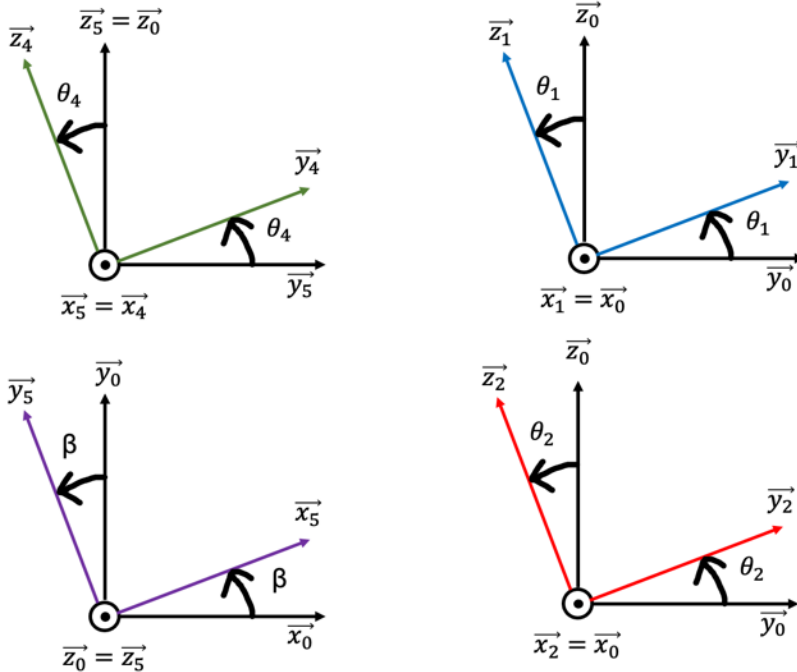
Question

13 :

$$r = \frac{60 \cdot v_{\text{vélo}}}{R_r \cdot N_p \cdot 2\pi}$$

$$r_{\text{min}} = 1,38 \text{ et } r_{\text{max}} = 4,02$$

Question 14 :



Question 15 :

$$\vec{V}(I,1/0) = \vec{V}(O,1/0) + \vec{IO} \wedge \vec{\Omega}_{1/0} = -R \vec{y}_0 \wedge \dot{\theta}_1 \vec{x}_0 = R \dot{\theta}_1 \vec{z}_0$$

Question 16 :

$$\begin{aligned} \vec{AI} &= r_4 \cdot (-\sin \alpha \vec{x}_0 + \cos \alpha \vec{y}_0) \\ \vec{AI} &= r_4 \cdot (-\sin \alpha (\cos \beta \vec{x}_5 - \sin \beta \vec{y}_5) + \cos \alpha (\sin \beta \vec{x}_5 + \cos \beta \vec{y}_5)) \\ \vec{AI} &= r_4 \cdot (-\sin(\alpha - \beta) \vec{x}_5 + \cos(\alpha - \beta) \vec{y}_5) \end{aligned}$$

Question 17 : la liaison entre 4 et 5 est une liaison pivot d'axe (A, \vec{x}_4) donc $\vec{V}(A,4/5) = \vec{0}$.

Question 18 : la pièce 5 est fixe par rapport à 0 donc $\vec{\Omega}_{5/0} = \vec{0}$

$$\vec{V}(A,4/0) = \vec{V}(A,4/5) + \vec{V}(A,5/0) = \vec{0}$$

Donc, en écrivant une relation de champs de vecteurs vitesse :

$$\vec{V}(I,4/0) = \vec{V}(A,4/0) + \vec{IA} \wedge \vec{\Omega}_{4/0} = \vec{V}(A,4/0) + \vec{IA} \wedge (\vec{\Omega}_{4/5} + \vec{\Omega}_{5/0})$$

On en déduit que

$$\vec{V}(I,4/0) = \vec{IA} \wedge \vec{\Omega}_{4/5} = -r_4 \cdot (-\sin(\alpha - \beta) \vec{x}_5 + \cos(\alpha - \beta) \vec{y}_5) \wedge \dot{\theta}_4 \vec{x}_5$$

$$\vec{V}(I,4/0) = -r_4 \cdot \dot{\theta}_4 (\cos(\alpha - \beta) \vec{y}_5 \wedge \vec{x}_5)$$

$$\vec{V}(I,4/0) = r_4 \cdot \dot{\theta}_4 \cos(\alpha - \beta) \vec{z}_5 = r_4 \cdot \dot{\theta}_4 \cos(\alpha - \beta) \vec{z}_0$$

Question 19 : la condition de roulement sans glissement entre (1) et (4) au point I est :

$$\vec{V}(I,4/0) = \vec{0}$$

$$\vec{V}(I,4/0) + \vec{V}(I,0/1) = \vec{0}$$

$$(r_4 \cdot \dot{\theta}_4 \cos(\alpha - \beta) - R \dot{\theta}_1) \cdot \vec{z}_0 = \vec{0}$$

$$r_4 \cdot \cos(\alpha - \beta) \cdot \dot{\theta}_4 = R \dot{\theta}_1$$

Question 20 : la condition de roulement sans glissement entre (2) et (4) au point J est :

$$\vec{V}(J,4/2) = \vec{0}$$

$$\vec{V}(J,4/0) + \vec{V}(J,0/2) = \vec{0}$$

Par analogie, et grâce à la symétrie par rapport à (A, \vec{y}_0) , on peut écrire :

$$\begin{aligned} \vec{AJ} &= r_4 \cdot (\sin \alpha \vec{x}_0 + \cos \alpha \vec{y}_0) \\ \vec{AJ} &= r_4 \cdot (\sin \alpha (\cos \beta \vec{x}_5 - \sin \beta \vec{y}_5) + \cos \alpha (\sin \beta \vec{x}_5 + \cos \beta \vec{y}_5)) \\ \vec{AJ} &= r_4 \cdot (\sin(\alpha + \beta) \vec{x}_5 + \cos(\alpha + \beta) \vec{y}_5) \\ \vec{V}(J,4/0) &= \vec{JA} \wedge \vec{\Omega}_{4/5} = -r_4 \cdot (\sin(\alpha + \beta) \vec{x}_5 + \cos(\alpha + \beta) \vec{y}_5) \wedge \dot{\theta}_4 \vec{x}_5 \\ \vec{V}(J,4/0) &= -r_4 \cdot \dot{\theta}_4 (\cos(\alpha + \beta) \vec{y}_5 \wedge \vec{x}_5) \\ \vec{V}(J,4/0) &= -r_4 \cdot \dot{\theta}_4 \cos(\alpha + \beta) \vec{z}_5 = r_4 \cdot \dot{\theta}_4 \cos(\alpha + \beta) \vec{z}_0 \\ \vec{V}(J,2/0) &= \vec{V}(O,2/0) + \vec{JO} \wedge \vec{\Omega}_{2/0} = -R \vec{y}_0 \wedge \dot{\theta}_2 \vec{x}_0 = R \dot{\theta}_2 \vec{z}_0 \\ \text{Rappel : } \vec{V}(J,4/0) + \vec{V}(J,0/2) &= \vec{0} \\ \text{Donc : } r_4 \cdot \dot{\theta}_4 \cos(\alpha + \beta) \vec{z}_0 - R \dot{\theta}_2 \vec{z}_0 &= \vec{0} \\ r_4 \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot \dot{\theta}_4 &= R \dot{\theta}_2 \end{aligned}$$

Question 21 : on a $r_4 \cdot \cos(\alpha - \beta) \dot{\theta}_4 = R \dot{\theta}_1$ et $r_4 \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot \dot{\theta}_4 = R \dot{\theta}_2$, donc on peut écrire

$$\begin{aligned} \frac{R}{r_4 \dot{\theta}_4} &= \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\dot{\theta}_1} = \frac{\cos(\alpha + \beta)}{\dot{\theta}_2} \\ \frac{\dot{\theta}_2}{\dot{\theta}_1} &= \frac{\cos(\alpha + \beta)}{\cos(\alpha - \beta)} \end{aligned}$$

Question 22 : le système est réglé tel que $\alpha = 35^\circ$ et $-26^\circ < \beta < 23^\circ$

$$\begin{aligned} r'_{\min} &= \frac{\cos(35+23)}{\cos(35-23)} = \frac{\cos 58}{\cos 12} = 0,542 \\ r'_{\max} &= \frac{\cos(35-26)}{\cos(35+26)} = \frac{\cos 9}{\cos 61} = 2,037 \end{aligned}$$

Question 23 : d'après question 13, $r_{\min} = 1,38$ et $r_{\max} = 4,02$

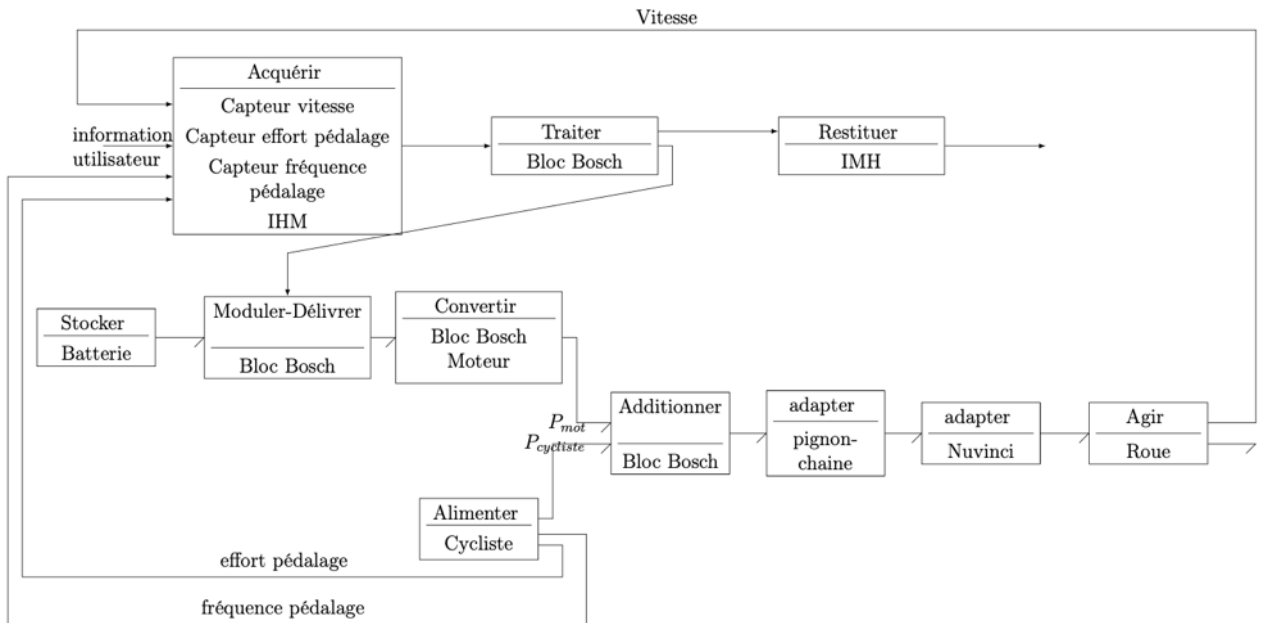
$$r_{pc} = 0,4 \text{ donc comme } r' = r \cdot r_{pc}$$

Après calculs, on obtient :

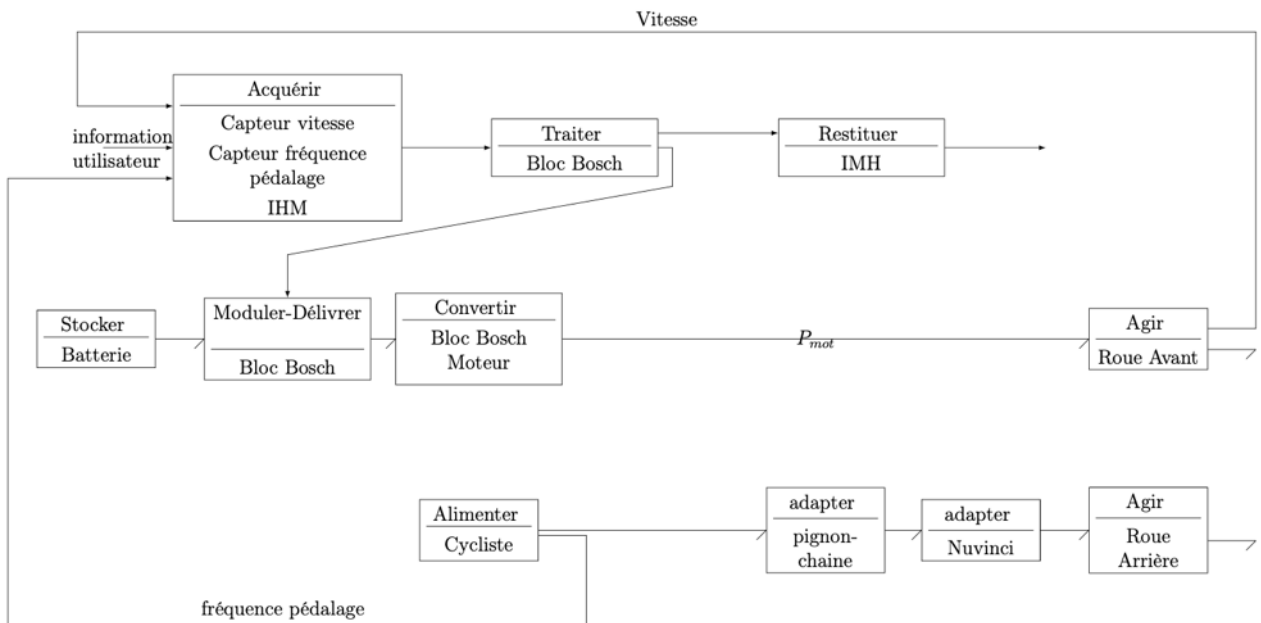
$$\begin{aligned} \frac{r'_{\min}}{r_{pc}} &= 1,355 < r_{\min} \\ \frac{r'_{\max}}{r_{pc}} &= 5,0925 > r_{\max} \end{aligned}$$

Le variateur permet d'obtenir la plage de valeur de réduction conforme au cahier des charges (id 6.1).

Question 24 :



Version moteur roue avant



Version moteur roue arrière

Question 25 :

Capteurs :

- avec des capteurs d'efforts, on maîtrise mieux la conduite (quelle que soit la vitesse (sinon, on risque de ne pas pouvoir aller à vitesse très faible) et pas d'à-coup ;
- avec un capteur de couple, l'énergie à fournir est proportionnelle au couple donc n'est délivrée que lorsqu'il y en a besoin : cela entraîne une plus grande autonomie batterie.

Positionnement du moteur :

- placé au centre et à l'avant, il y a une meilleure répartition des masses ;
- placé à l'arrière et au centre, c'est une propulsion et non une traction, c'est donc plus maniable.

Question 26 : au démarrage : on prend r le plus petit possible soit 1,25 et pour $v = 15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, on prend r plus grand, soit 1,72 par calcul.

Question 27 :

$$m \cdot \ddot{x} + m \cdot g \cdot \sin \alpha - (C_C + C_m) \cdot \frac{\eta}{r \cdot R_r} = 0$$

$$\ddot{x} = -g \cdot \sin \alpha + (C_C + C_m) \cdot \frac{\eta}{m \cdot r \cdot R_r} = 0$$

$$C_m = (\ddot{x} + g \cdot \sin \alpha) \cdot \frac{m \cdot r \cdot R_r}{\eta} - C_C$$

$$\dot{x} = \left(-g \cdot \sin \alpha + (C_C + C_m) \cdot \frac{\eta}{m \cdot r \cdot R_r} \right) \cdot t + cte$$

à $t = 0$, $v = 0$ donc $cte = 0$

$$\dot{x} = \left(-g \cdot \sin \alpha + (C_C + C_m) \cdot \frac{\eta}{m \cdot r \cdot R_r} \right) \cdot t$$

à $t = t_f = 7$ s, $V_f = 15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (soit $4,17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

$$V_f = \left(-g \cdot \sin \alpha + (C_C + C_m) \cdot \frac{\eta}{m \cdot r \cdot R_r} \right) \cdot t_f$$

Donc

$$C_m = \left(\frac{V_f}{t_f} + g \cdot \sin \alpha \right) \cdot \frac{m \cdot r \cdot R_r}{\eta} - C_C$$

$$C_m = \left(\frac{4,167}{7} + 9,81 \cdot \sin 5 \right) \cdot \frac{105 \cdot 1,25 \cdot 0,33}{0,9} - 20 = 49,8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Question 28 :

En calculant $C_m/C_c = 249\% < 250\%$ et avec $C_m = 49,8 \text{ Nm} < 50 \text{ Nm}$, on peut conclure que le moteur Active Line est suffisant pour l'utilisation faite de ce vélo.

Question 29 : le torseur de cohésion est le suivant

$$\{T_{\text{cohésion}}\} = \{T_{\text{ext} \rightarrow E2}\} = \begin{Bmatrix} F_{Ax} \cdot \vec{x} + F_{Ay} \cdot \vec{y} \\ M_A \cdot \vec{z} \end{Bmatrix}_A$$

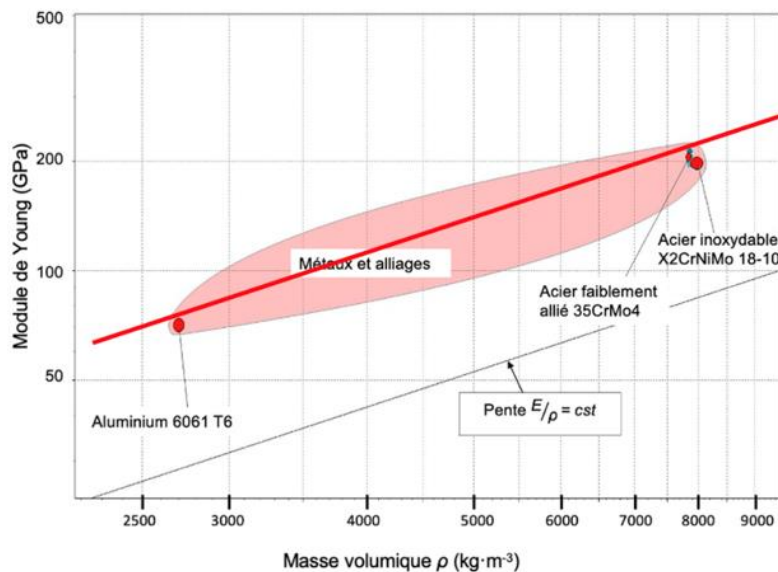
$$\{T_{\text{cohésion}}\} = \begin{Bmatrix} F_{Ax} \cdot \vec{x} + F_{Ay} \cdot \vec{y} \\ (M_A + (L - x) \cdot F_{Ay}) \cdot \vec{z} \end{Bmatrix}_G$$

Question 30 : la poutre est soumise à des sollicitations de flexion simple et de traction.

Question 31 : on utilise le diagramme d'Ashby fourni en annexe.

En déplaçant la droite de pente E/ρ (liée à l'indice de performance), on remarque que l'alliage d'aluminium est le plus performant.

N.B. : le diagramme est fait pour éviter les calculs, il permet une lecture graphique.



Question 32 : en analysant les données de l'annexe 3, on remarque que la géométrie du tube aux extrémités a une épaisseur compatible avec le procédé de soudage TIG.

Question 33 : la contrainte en flexion a pour l'expression

$$\sigma_f(x,y) = \frac{-M_{fz}(x)}{I_{Gz}(x)} \cdot y(x)$$

La contrainte est maximale pour $x = 0$ et $y(0) = \frac{h_{ext}}{2}$.

$$\sigma_{f_max} = \left| \sigma_f \left(0, \frac{h_{ext}}{2} \right) \right| = \left| \frac{-M_{fz}(0)}{I_{Gz}(0)} \cdot y(0) \right| = \frac{M_A + L \cdot F_{Ay}}{I_{Gz1}} \cdot \frac{h_{ext}}{2}$$

Question 34 : la contrainte maximale de flexion a pour valeur 99 MPa et la déformée max 7,65 mm. Le matériau peut encaisser la contrainte de flexion sans déformation permanente et la déformée maximale est en-dessous de la déformation maximale admissible (cf. figure 13).

Question 35 : la sollicitation en statique ne correspond à l'usage as à l'image de l'utilisation faite du vélo. Pour compléter l'étude du cadre, il faudrait faire un essai de fatigue et des essais dynamiques.

Question 36 :

4.8.2 : Le cadre du vélo se déforme de 5 +/- 1 mm et la déformation admise est de 30 mm : conforme

4.8.3 : le cadre du vélo se déforme de 4 +/- 1 mm et la déformation admise est de 60 mm : conforme

4.8.5 et 4.8.6 : le cadre du vélo ne montre pas de fissure après essai de fatigue avec forces horizontales et avec forces verticales.

Le cadre de vélo VAE est donc conforme selon les résultats des essais normalisés réalisés.

Question 37 : l'effort de freinage au niveau du contact roue/sol a pour expression

$$F_f = f_p \cdot \frac{R_{disque}}{R_r} \cdot 7 \cdot \frac{D_{pe}^2}{D_{pm}^2} \cdot F_{main \rightarrow frein}$$

Application numérique :

$$F_f = 0,5 \cdot \frac{8}{33} \cdot 7 \cdot \frac{18^2}{7^2} \cdot 20 = 112,2 \text{ N}$$

Question 38 :

$$d_{totale \text{ freinage}} = v_0 \cdot t_1 + \frac{m}{2C_x} \ln \left(1 + \frac{C_x v_0^2}{(mg(f_r - p) + F_f)} \right)$$

Par temps sec, $F_f = 400 \text{ N}$ donc

$$d_{totale \text{ freinage temps sec}} = \frac{36000}{3600} \cdot 1 + \frac{105}{2 \cdot 0,7} \cdot \ln \left(1 + \frac{0,7 \cdot \left(\frac{36000}{3600} \right)^2}{(105 \cdot 9,81(0,01 - 0) + 400)} \right) = 10 + 11,81 = 21,81 \text{ m}$$

Par temps humide, $F_f = 100 \text{ N}$

$$d_{totale \text{ freinage temps humide}} = \frac{36000}{3600} \cdot 1 + \frac{105}{2 \cdot 0,7} \cdot \ln \left(1 + \frac{0,7 \cdot \left(\frac{36000}{3600} \right)^2}{(105 \cdot 9,81(0,01 - 0) + 100)} \right) = 10 + 36,86 = 46,86 \text{ m}$$

Question 39 :

$d_{totale \text{ freinage temps sec}} = 21,81 \text{ m} < 30 \text{ m}$

$d_{totale \text{ freinage temps humide}} = 46,86 \text{ m} < 50 \text{ m}$

Les 2 valeurs sont inférieures à celles du cahier des charges, le cahier des charges est donc respecté.

Question 40 : le système hydraulique est plus réactif car sans perte.

Les pertes liées au freinage avec câble ne sont pas linéaires, donc moins progressives.

Question 41 :

Le système hydraulique freine correctement et de façon réactive et progressive. Il correspond donc aux attentes.

Question 42 : la conclusion vis-à-vis des différents objectifs étudiés tout au long du sujet :

- Pourquoi choisir un vélo à assistance électrique ? Il permet de gagner du temps par rapport au transport le plus long, il est meilleur pour l'environnement, tout en permettant à l'utilisateur d'avoir une activité physique régulière. Ce choix est pertinent pour un utilisateur citadin.
- De l'importance des pneumatiques : ils permettent d'avoir un confort d'utilisation du vélo en ville malgré les aspérités de la route.
- Une variation de vitesse tout en fluidité : la variation continue de vitesse facilite la conduite du vélo par l'utilisateur, surtout lors des démarrages à plat ou en côte.
- Emplacement et choix du moteur : l'emplacement permet d'optimiser l'autonomie de la batterie.
- De l'importance du cadre pour le confort et la sécurité de l'utilisateur : le forme du cadre permet à l'utilisateur de monter et descendre facilement de vélo, sans perdre en rigidité, donc en sécurité pour l'utilisateur.
- Freiner rapidement par tous temps en toute sécurité : grâce à son système hydraulique, le VAE garantit à l'utilisateur un freinage efficace et progressif, primordial pour sa sécurité.

D. Commentaires du jury

1. Présentation du sujet

De nos jours, les habitants d'une grande agglomération, ou à proximité, recherchent une solution de remplacement ou de substitution à la voiture. Il s'agit de pouvoir se déplacer rapidement sur le lieu de travail, en respectant l'environnement, sans se mettre en danger et en maintenant une bonne condition physique.

Le support de ce sujet d'admissibilité est un vélo à assistance électrique (VAE) de la marque Moustache Bikes. Le modèle étudié est destiné à une utilisation urbaine.

2. Analyse globale des résultats

L'ensemble des questions a été traité.

Le sujet a été traité majoritairement de façon linéaire.

D'un point de vue niveau scientifique et technique :

- ¼ des candidats a un niveau satisfaisant (candidats qui répondent à la plupart des questions correctement) ;
- ¼ des candidats a un niveau correct (candidats ayant quelques parties du programme pas maîtrisées) ;
- ¼ des candidats a un niveau fragile (des difficultés dans beaucoup de notions abordées) ;
- ¼ des candidats a un niveau tout à fait insuffisant (pas de recul sur les calculs et les résultats, problème de syntaxe, orthographe, rédaction, applications numériques faites à la calculatrice fausses, et incapacité à changer d'unités. Les candidats ont de grosses lacunes scientifiques, et les notions de base du programme de sciences industrielles de l'ingénieur ne sont pas maîtrisées).

3. Commentaires sur les réponses apportées

3.1. Pourquoi choisir un vélo à assistance électrique ?

L'objectif est de vérifier la pertinence d'un vélo à assistance électrique pour l'utilisateur défini.

De nombreux candidats ont calculé le temps de trajet uniquement pour un aller alors que le cahier des charges parlait de temps gagné par jour.

Les calculs ont été globalement bien menés. Mais la conclusion a été très traitée souvent de façon peu rigoureuse.

3.2. De l'importance des pneumatiques

L'objectif est de déterminer la puissance nécessaire pour déplacer le cycliste afin de dimensionner le moteur d'assistance et de justifier le type de pneumatique pour garantir de confort de l'utilisateur.

Beaucoup de candidats ne savent pas utiliser une démarche rigoureuse lors de l'application du principe fondamental de la dynamique.

Les 2/3 des candidats ont traité l'ensemble des questions.

3.3. Une variation de vitesse en toute fluidité

L'objectif est de vérifier que le variateur de vitesse choisi permet une variation continue quelle que soit la situation du VAE.

Cette partie a été globalement mal traitée, des questions basiques de cinématique ne sont pas maîtrisées (exemple : justification de la vitesse nulle d'un point appartenant à l'axe d'une liaison pivot).

3.4. Emplacement et choix du moteur

L'objectif était de justifier le choix du positionnement du moteur électrique fait par Moustache Bikes pour ce VAE.

Cette partie faisait appel à une analyse rigoureuse du système, aucun calcul n'était demandé, elle a été majoritairement mal traitée (et donc maltraitée).

3.5. De l'importance du cadre pour le confort et la sécurité de l'utilisateur

L'objectif était de vérifier le critère de rigidité du VAE.

Cette partie a été abordée par 88% des candidats, il s'agissait de mener une étude de RDM et d'analyser des résultats pour conclure sur la rigidité du cadre du VAE. Cette partie a été correctement traitée dans l'ensemble. Le jury regrette un problème de rigueur au niveau des notations. Le diagramme d'Ashby et son utilisation (graphique, sans faire de calcul) ne semble pas connus des candidats.

3.6. Freiner rapidement par tous temps et en toute sécurité

L'objectif est de vérifier que le cycliste peut freiner sur une distance imposée par le cahier des charges, par temps sec et par temps humide, tout en dosant son freinage.

Même si 72 % des candidats ont abordé au moins une question de cette partie, il semblerait qu'ils aient manqué de temps pour y répondre correctement. Il n'y avait pas de difficulté particulière, il fallait faire des applications numériques avec des formules qui étaient données et conclure.

Il est à noter que certains candidats ne sont pas critiques face à leurs résultats ; par exemple : répondre 350 m (petit tour de stade) ou encore répondre 88 mm (taille d'un téléphone portable) pour freiner de $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ à $0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$...

3.7. Conclusion

Il s'agissait ici de faire un bilan de toutes les parties du système et de conclure sur la pertinence de ce vélo pour un utilisateur citoyen.

Seuls 40 % des candidats ont traité la question, et dans l'ensemble, sans méthodologie. Après avoir traité toutes les parties, il est important de prendre du recul et exercer un regard critique sur l'approche du sujet pour répondre à une problématique.

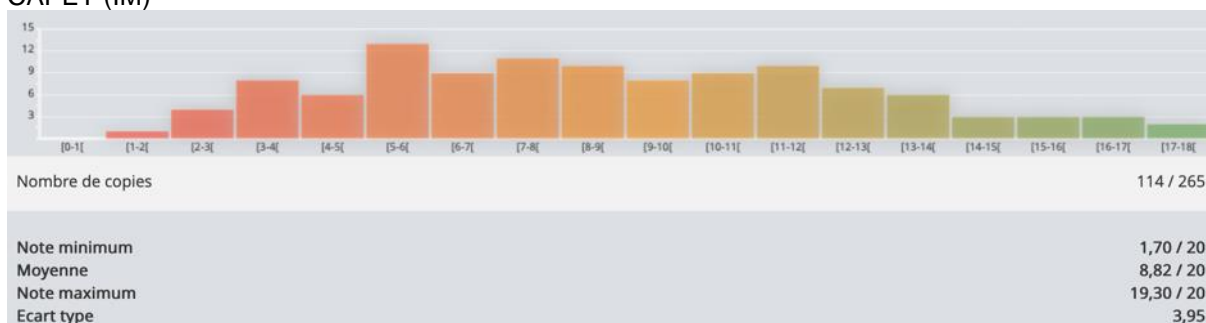
4. Conclusions et conseils aux candidats

Comme l'année précédente, le jury rappelle aux candidats l'importance de répondre aux problématiques en se plaçant aussi en qualité d'enseignant donc de soigner la présentation de la copie l'orthographe, la précision des réponses et la qualité de la rédaction. Le jury demande aux candidats de faire particulièrement attention aux fautes d'orthographe et de syntaxe. Les candidats doivent correctement repérer les questions et en cas d'absence de réponse, l'indiquer. Le jury conseille également de mettre les résultats en évidence en les encadrant par exemple. Le jury invite les candidats à traiter avec plus de rigueur les unités des différentes grandeurs physiques pour avoir un regard critique sur l'homogénéité des relations et des résultats proposés. Le jury invite les candidats à porter une attention particulière à la gestion du temps de composition. Les raisonnements doivent être menés de façon claire et explicite de manière à faire ressortir la méthode utilisée. Les réponses qui se limitent à l'écriture du résultat sans explication ne sauraient suffire. Tous ces éléments sont nécessaires dans la pratique du futur métier d'enseignant pour exposer clairement les notions qu'ils souhaiteront transmettre.

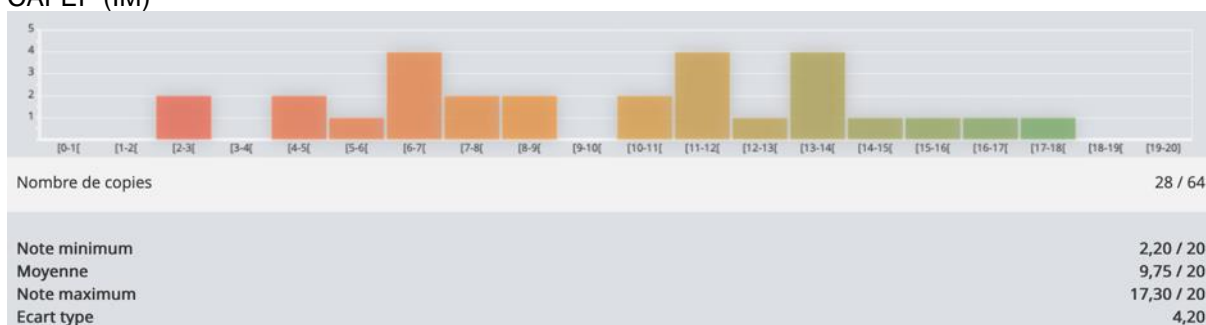
E. Résultats

Les statistiques générales pour cette épreuve sont données ci-dessous.

CAPET (IM)



CAFEP (IM)



Épreuve de mise en situation professionnelle

A. Présentation de l'épreuve

Durée des travaux pratiques : 4 heures

Durée de la préparation de l'exposé : 1 heure

Durée de l'exposé : 30 minutes

Durée de l'entretien : 30 minutes

Coefficient 4

10 points sont attribués à la première partie liée au travail pratique et 10 points à la seconde partie liée à la leçon.

L'épreuve prend appui sur les investigations et les analyses effectuées par le candidat pendant les quatre heures de travaux pratiques relatifs à un système pluritechnologique et comporte un exposé suivi d'un entretien avec les membres du jury. L'exploitation pédagogique attendue, directement liée aux activités pratiques réalisées, est relative aux enseignements de technologie du collège ou aux enseignements technologiques non spécifiques du cycle terminal « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » ou à l'enseignement des sciences de l'ingénieur du lycée général.

B. Commentaires du jury

Le rapport de jury prend comme référence exclusive le règlement de concours en vigueur et ne fait pas de projections en termes de conseils aux candidats sur le règlement de concours qui serait applicable pour la session 2022, des changements quant à la définition des épreuves d'admission étant annoncés mais encore précisément connus au moment de l'écriture de ce rapport.

1. Présentation de l'épreuve

La durée de cette épreuve est de six heures. Elle est scindée en trois temps :

- quatre heures de travaux pratiques sur un système pluri-technologiques ;
- une heure en loge pour concevoir une exploitation pédagogique et sa présentation ;
- une heure devant un jury organisée en 30 minutes maximum de présentation par le candidat de son exploitation pédagogique et 30 minutes maximum d'échanges.

Les deux parties, travaux pratiques et exploitation pédagogique, sont indépendantes et sont notées chacune sur dix points.

La séparation de l'évaluation des deux parties de l'épreuve permet de dissocier la réussite à la partie « travaux pratiques » de celle à la partie « exploitation pédagogique ».

Les supports utilisés, pour cette session, sont des systèmes pluri-technologiques actuels :

- robot collaboratif ;
- bras deux axes de contrôle par caméra ;
- banc de simulation de séisme ;
- système de ventilation double flux ;
- système de caméra auto-suiveuse ;
- nacelle de prise de vue ;
- robot humanoïde ;
- système de travelling ;

- banc d'étude sur la cohésion des sols ;
- banc d'essai de flexion ;
- robot haptique ;
- véhicule de mobilité urbaine.

Un tirage au sort du support est réalisé indépendamment de la spécialité du candidat pour l'épreuve de mise en situation professionnelle.

Le travail pratique proposé est construit pour être accessible à tous les candidats, quelle que soit son option d'inscription au concours. Les documents accompagnant le support fournissent une guidance qui permet aux candidats, quelle que soit leur connaissance du système, quelle que soit leur spécialité, de mobiliser leurs compétences scientifiques et pédagogiques.

Chaque support conduit à une exploitation pédagogique de niveau imposé en technologie au collège, en série STI2D (sciences et technologies de l'industrie et du développement durable) ou en spécialité sciences de l'ingénieur de la voie générale.

Les objectifs de formation pour l'exploitation pédagogique sont donnés aux candidats ainsi que le contexte de mise en œuvre de la séquence (effectifs, répartition horaire...)

Les compétences évaluées lors de cette épreuve sont les suivantes :

- analyser, mettre en œuvre un protocole expérimental, simuler et vérifier des performances ;
- exploiter des résultats, justifier des choix et des solutions ;
- présenter la structure et l'organisation d'une séquence pédagogique ;
- présenter de manière détaillée une partie significative d'une séance de formation constitutive de la séquence ;
- élaborer des documents de qualité pour présenter la séquence et la partie significative de la séance ;
- s'exprimer correctement à l'oral pour présenter la séquence et la partie significative d'une séance de formation.

Ces compétences sont évaluées, quels que soient les supports d'activité pratiques mis en œuvre.

Les candidats disposent :

- d'un espace numérique personnel qu'ils conservent pendant les six heures de l'épreuve ;
- d'un poste informatique équipé des logiciels de bureautique et dédié aux activités pratiques ;
- de toutes les ressources numériques en lien avec le travail pratique (dont les programmes d'enseignement, les repères pour la formation et les guides d'accompagnement lorsqu'ils existent).

Le jury dispose d'une traçabilité des connexions sur le réseau permettant de suivre les sites consultés.

Pour la partie travaux pratiques, les postes de travail sont équipés, selon la nécessité des activités proposées, des matériels usuels de mesure des grandeurs physiques (oscilloscopes numériques, multimètres, dynamomètres, tachymètres, cartes d'acquisition associées à un ordinateur...). Cette liste n'est pas exhaustive.

2. Analyse globale des résultats

Le jury tient à souligner la qualité de préparation de la majorité des candidats. Néanmoins, les attendus de l'épreuve et les modalités de mise en œuvre décrits au JORF et repris dans les rapports des jurys des années précédentes ne sont toujours pas connus de tous. Il s'avère extrêmement difficile de réussir les activités pratiques et l'exploitation pédagogiques si les objectifs spécifiques de ces deux parties de l'épreuve ne sont pas connus.

Les notions théoriques portant sur la didactique de la discipline et sur les différentes démarches pédagogiques associées sont régulièrement citées par les candidats. Elles sont rarement justifiées et parfois énoncées d'une façon inappropriée. Elles ne font que trop rarement l'objet d'une contextualisation ou d'une proposition concrète dans le cadre de la séquence présentée lors de la leçon.

Une proportion notable de candidats ne connaît pas les grands éléments de la réforme du lycée dont la première session du baccalauréat se déroule au moment du concours. Les programmes de technologie au collège et de la série STI2D et de la spécialité sciences de l'ingénieur du lycée général et technologique ainsi que les documents ressources pour faire la classe sont parfois inconnus des candidats. Bien que donnés, ces différents textes et documents nécessitent un temps important pour s'approprier leur économie. La méconnaissance de ceux-ci se révèle pénalisante pour construire une séquence et une séance pédagogique réaliste dans le temps imparti. Le jury a été également surpris que des candidats ne soient pas acculturés au socle commun de connaissances, de compétences et de culture ainsi qu'à l'évaluation par compétences.

Le nombre des exploitations pédagogiques portant sur le collège, la série STI2D et la spécialité SI a été équilibré sur l'ensemble de la session. Les candidats doivent être en mesure de produire des séquences et séances sur tous les niveaux d'enseignement afin de pouvoir répondre aux attentes du jury.

Le jury rappelle que les exploitations pédagogiques doivent s'appuyer sur les programmes en vigueur lors de la session du concours.

3. Commentaires du jury sur les réponses apportées par les candidats et conseils aux candidats

Le jury a noté une prise en compte des remarques des années précédentes portant sur la concision de la présentation des activités pratiques et sur l'intérêt de mettre en regard l'étude réalisée sur le système du laboratoire et la séquence pédagogique demandée. Le jury invite les candidats à faire preuve d'une grande rigueur scientifique lors de la présentation des travaux réalisés et ne pas s'attacher à restituer l'intégralité (dans tous ses détails) des activités pratiques. Lors de l'exploitation pédagogique, les activités pratiques et leurs résultats ne sont pas encore suffisamment réinvestis, au niveau de la séquence demandée.

Le jury conseille d'organiser la présentation de la façon suivante :

- présentation du système (durée maximale cinq minutes) ;
- synthèse des activités menées en travaux pratiques (durée maximale cinq minutes) ;
- exploitation pédagogique (durée maximale vingt minutes).

Le manque de culture scientifique et technologique pénalise de nombreux candidats dans l'appropriation des supports pluri-technologiques. Il est impératif, pour espérer réussir l'épreuve de mise en situation professionnelle, de disposer de compétences et de connaissances scientifiques et technologiques avérées. Cette culture technologique ne se limite en aucun cas à un domaine disciplinaire unique. Les futurs professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur se doivent d'avoir une vision transversale et globale de leur discipline et de conduire une veille technologique régulière.

Quelques candidats proposent des présentations (orales et écrites) très formatées, quelques fois hors du contexte des activités pratiques réalisées en amont, qui ne résistent pas aux questionnements du jury et mettent en évidence des lacunes. Le jury invite les candidats à, certes, maîtriser les attendus pédagogiques et didactiques de la discipline, mais surtout à être en capacité de les réinvestir de façon adaptée et pertinente. À titre d'exemples, les termes « formatif », « sommatif », « inductif »... doivent être utilisés à bon escient et dans un contexte adapté.

Les candidats les plus efficaces font preuve d'autonomie et d'écoute lors des travaux pratiques. Ils prennent des initiatives dans la conception de leur séquence pédagogique. Ils mettent à profit l'ensemble des ressources numériques mises à leur disposition.

Enfin, le jury rappelle que le concours constitue la première étape de l'entrée dans le métier du professorat. Le candidat se doit donc d'adopter une posture et un positionnement exemplaires constitutifs de la mission d'enseignant. Le jury invite vivement les candidats à s'appropriier le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation (arrêté du 1-7-2013 - J.O. du 18-7-2013).

Conseils aux candidats

Le jury conseille aux candidats de :

- s'approprier les programmes de tous les niveaux énoncés dans la définition de l'épreuve ainsi que les documents ressources associés ;
- prendre connaissance du socle commun de connaissances, de compétences et de culture ;
- s'informer des évolutions des programmes et des enseignements en collège ;
- s'informer des pratiques pédagogiques, des modalités de fonctionnement et de l'organisation des horaires de tous les niveaux d'enseignement que peuvent assurer les professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur ;
- se préparer à exploiter les résultats d'investigations et d'expérimentations en regard des contenus disciplinaires.
- s'informer sur les modalités des épreuves d'examen auxquelles ils préparent leurs futurs élèves.

Qualité des documents de présentation et expression orale

Il est attendu des candidats une maîtrise des outils numériques pour l'enseignement afin de construire un document clair, lisible et adapté à la présentation de l'exposé.

Le jury est extrêmement attentif à la qualité de la syntaxe et de l'orthographe.

Les candidats s'expriment généralement correctement. La qualité de l'élocution et la clarté des propos sont indispensables aux métiers de l'enseignement.

Pour la partie travaux pratiques

Organisation à suivre lors de l'épreuve

Dans un premier temps, les candidats doivent prendre connaissance des compétences visées relatives à la séquence de formation à élaborer. Durant les quarante-cinq premières minutes, le travail demandé consiste à concevoir l'ingénierie pédagogique relatif à la séquence imposée (niveau, organisation temporelle et structurelle...). Ce premier temps est décontextualisé du système support de l'évaluation de l'épreuve de travaux pratiques.

À l'issue de ce premier temps, les candidats doivent rapidement mettre en œuvre et s'approprier le système. Des documents d'aide sous forme numérique leur sont fournis.

Les candidats réalisent des activités expérimentales et analysent des résultats afin de conclure sur les problématiques du sujet. Ces manipulations, mesures et interprétations, sont réalisées au niveau de compétences d'un master première année.

Les candidats doivent penser à garder des traces numériques de leurs résultats et de leurs travaux afin de les réinvestir dans une séquence adaptée au collège ou au lycée.

Lors de cette session, durant les quatre heures des activités pratiques, une heure et quinze minutes peuvent être consacrées à la conception de l'exploitation pédagogique présentée lors de la dernière partie de l'épreuve. Organisés en deux temps distincts, l'un en début de travaux pratiques pour 45 minutes et l'autre en fin de travaux pratiques pour 30 minutes, ces moments de travail permettent d'engager une réflexion portant sur l'ingénierie pédagogique demandée et de commencer l'élaboration

des documents pédagogiques attendus lors de l'exposé. Le temps d'ingénierie pédagogique ne nécessite pas de manipulation du système.

La connaissance préalable du système et des logiciels n'étant pas demandée, les membres de jury peuvent être sollicités par les candidats en cas de problème ou de difficultés liées à l'exploitation d'un logiciel ou d'un appareil de mesure spécifique. Plus généralement, le jury est présent pour accompagner les candidats dans leur démarche.

Aptitude à mener un protocole expérimental

La mise en œuvre des matériels de mesure et d'acquisition ne suscite pas de difficultés particulières. Les membres du jury assurent l'accompagnement nécessaire afin que la spécificité d'un équipement ne constitue pas un obstacle à la réussite du candidat. On attend du candidat qu'il soit capable de proposer et de justifier des choix de protocoles expérimentaux.

Utilisation des modèles numériques

Globalement, les candidats utilisent correctement les modèles numériques fournis. Le jury note cependant que de nombreux candidats manquent de recul et d'esprit critique dans l'interprétation des résultats de la simulation numérique et dans l'analyse des hypothèses utilisées lors de l'élaboration du modèle. Il est attendu des candidats une analyse pertinente des écarts entre les résultats fournis par la modélisation, les mesures issues du système réel à partir d'expérimentations et/ou les performances attendues indiquées dans le cahier des charges.

Pour l'exposé devant le jury

Présentation du travail pratique

Une présentation succincte du support, des travaux réalisés et des résultats obtenus permet de contextualiser la séquence et la séance qui seront présentées. Elle doit être réalisée avec toute la rigueur scientifique que le jury peut attendre d'un étudiant de Master 1^{re} année qui se destine au métier d'enseignant. Le jury apprécie les présentations synthétiques mettant en évidence les points qui feront l'objet d'un réinvestissement dans la description de la séquence et de la séance. Afin de faciliter l'exposé, il est suggéré d'utiliser les outils adaptés à la production d'une présentation de qualité.

Description de la séquence

Les candidats inscrivent leur développement pédagogique dans un contexte pédagogique donné dans le sujet. L'objectif de formation, une progression pédagogique dans laquelle peut s'inclure la séquence à développer, les programmes et les documents ressources pour faire la classe sont mis à disposition sur le répertoire numérique personnel du candidat.

Les candidats doivent structurer une séquence pédagogique dont la position dans la progression pédagogique de cycle est le plus souvent donné. Pour ce faire, les progressions didactiques publiées sur le site de référence EDUSCOL STI sont un point d'appui que les candidats ne peuvent ignorer.

Les hypothèses d'organisation de la pédagogie dans l'établissement doivent être précisées (par exemple 9 heures d'enseignement de I2D dont 6 heures en groupe à effectif réduit). Le positionnement de la séquence dans le plan de formation du cycle ou de l'année doit être précisé pendant la présentation.

Une séquence se compose de plusieurs séances. Il est demandé, pour chaque séance, de préciser les prérequis et les objectifs (compétences à faire acquérir, capacités et connaissances attendues), l'organisation de la classe, les systèmes utilisés, la durée, le nombre d'élèves, les modalités pédagogiques (cours, activités dirigées, activités pratiques, projet), les stratégies pédagogiques (déductif, inductif, différenciation pédagogique, démarche d'investigation, démarche de résolution de problème technique, pédagogie par projet, approche spiralaire...), les activités des élèves et les

productions attendues. Les descriptions de la séquence et des séances devraient faire explicitement apparaître la prise en compte de la diversité des publics accueillis dans la classe.

Les phases de structuration des connaissances permettant la construction des connaissances des élèves et les différentes formes d'évaluations des élèves sont des parties intégrantes de la séquence et doivent reprendre les objectifs annoncés. Les modalités d'évaluation de ses connaissances et compétences doivent être présentées. Les différentes modalités d'enseignement (EPI, interdisciplinarité, concours scientifique et technique...) et les dispositifs d'accompagnement et de remédiation doivent être précisés.

Utilisation du numérique

Le jury note qu'une majorité de candidats fait appel aux ressources et usages du numérique dans les activités proposées aux élèves. Néanmoins, le jury conseille aux candidats de bien identifier les points de leur séquence pédagogique pour lesquels l'usage du numérique apportera une réelle plus-value aux apprentissages des élèves. Si l'exploitation du numérique disciplinaire est souvent mise en œuvre par de nombreux candidats, peu d'entre eux proposent une séquence exploitant le numérique éducatif.

Réinvestissement des résultats de travaux pratiques

L'objectif attendu de la leçon est une exploitation pédagogique en lien avec tout ou partie des activités pratiques réalisées. Celles-ci étant d'un niveau supérieur à la séquence demandée, il ne s'agit pas de faire, au travers de la séquence pédagogique, un compte-rendu de l'activité pratique réalisée, mais de s'appuyer sur les expérimentations pour en extraire des données et des activités à proposer aux élèves. Les candidats doivent, en dix minutes au maximum :

- présenter brièvement le support, la problématique et la démarche méthodologique proposée ;
- justifier le(s) lien(s) avec la séquence pédagogique, expliciter les résultats et les investigations qui seront réutilisées dans la séquence.

De plus, il est important que les candidats explicitent comment les adapter au niveau d'enseignement visé. Le jury ne se satisfait en aucun cas d'une exploitation brute des activités proposées dans la première partie de l'épreuve.

Les candidats peuvent aussi envisager l'utilisation d'autres systèmes présents dans les établissements, en complément du système étudié pendant la première partie de l'épreuve.

Réalisme de l'organisation de la classe

Le jury attend des candidats qu'ils émettent des hypothèses réalistes sur les conditions d'enseignement. Leurs propositions doivent être pragmatiques afin que le jury puisse appréhender le scénario pédagogique envisagé.

Évaluation

Le processus retenu par le candidat pour l'évaluation des compétences doit être clairement décrit (évaluation diagnostique, formative, sommative, certificative...) et justifié. Les critères d'évaluation doivent être explicités. Les modalités et les outils doivent être précisés. Si des remédiations ou des différenciations pédagogiques sont envisagées, elles doivent être explicitées.

Trop souvent, les candidats se contentent d'évoquer les processus d'évaluation sans pouvoir en expliquer réellement le déroulement, les modalités et surtout l'objectif en termes d'acquisition des compétences par les élèves.

Réactivité au questionnement

Le jury attend de la concision et de la précision ainsi qu'une honnêteté intellectuelle dans les réponses formulées. Les réponses au questionnement doivent laisser transparaître un positionnement adapté aux attentes de l'Institution et une réelle appropriation des valeurs de la République ne se limitant pas à l'exposé des grands principes sans en démontrer le bienfondé pour les élèves.

Le candidat se doit d'être réactif sans chercher à éluder les questions ou à noyer le propos dans un discours pédagogique non maîtrisé. Plus qu'une réponse exacte instantanée, le jury apprécie la capacité à argumenter, à expliquer et justifier une démarche ou un point de vue.

4. Conclusion

L'épreuve de mise en situation professionnelle nécessite une préparation sérieuse et approfondie en amont de l'admissibilité. Cette préparation doit porter tout autant sur la partie « travaux pratiques » que sur la partie « exploitation pédagogique », car ces deux parties de l'épreuve sont complémentaires et indissociables. Les compétences nécessaires à la réussite de cette épreuve sont à acquérir et à développer notamment lors de stages en situation et de périodes d'observation ou d'enseignement. Elles sont complétées par une connaissance fine des référentiels et des documents ressources pour faire la classe. L'épreuve s'appuie sur la maîtrise disciplinaire des sciences industrielles de l'ingénieur. Le métier d'enseignant exige une exemplarité dans la tenue, dans la posture ainsi que dans le discours. L'épreuve de mise en situation professionnelle permet la valorisation de ces qualités.

C. Résultats

Les résultats pour l'option IM sont les suivants :

	CAPET	CAFEP
Note maximale	20	20
Note minimale	1,20	6,80
Moyenne des candidats présents	11,06	15,28
Moyenne des candidats admis	12,90	18,93

Épreuve d'entretien à partir d'un dossier

A. Présentation de l'épreuve

Durée totale de l'épreuve : 1 heure (présentation : 30 minutes maximum, entretien avec le jury : 30 minutes)

Coefficient 2

L'épreuve est basée, dans l'option choisie, sur un entretien avec le jury à partir d'un dossier technique, scientifique et pédagogique réalisé par le candidat, suivi d'un entretien. Elle a pour but de vérifier que le candidat est capable de rechercher des supports pluritechnologiques de son enseignement dans le milieu économique et d'en extraire des exploitations pertinentes pour son enseignement au collège ou en lycée.

L'entretien qui succède à la présentation du candidat permet au jury d'approfondir les points qu'il juge utiles. Il permet en outre d'apprécier la capacité du candidat à prendre en compte les acquis et les besoins des élèves, à se représenter la diversité des conditions d'exercice de son métier futur, à en connaître de façon réfléchie le contexte dans ses différentes dimensions (classe, équipe éducative, établissement, institution scolaire, société) et les valeurs qui le portent, dont celles de la République.

Les dossiers doivent être déposés au secrétariat du jury cinq jours francs avant le début des épreuves d'admission.

B. Commentaires du jury

À compter de la session 2022, cette épreuve sera remplacée par l'épreuve « entretien avec le jury ».

Le jury constate que le caractère pluri technologique des supports choisis par les candidats est parfois absent et présente rarement un caractère innovant ; leur pertinence au regard des attendus de l'épreuve est parfois remise en question. De nombreux dossiers sont composés de documents commerciaux contenant ainsi des informations recueillies à partir de sites Internet ; la question des autorisations d'exploitation dans le cadre d'un concours est souvent éludée. De nombreux candidats ont fait part au jury de leur difficulté à accéder au cahier des charges des produits ou encore aux résultats d'essais conduits par l'entreprise. Le jury constate un manque un manque de discernement relatif aux éléments qu'il aurait été judicieux de recueillir.

En matière d'outil de description des systèmes, le jury a constaté que certains candidats mobilisent encore des outils anciens et que les diagrammes SYSMML apparaissent mal maîtrisés tant dans leur rédaction que dans leur lecture/interprétation. Le jury regrette que les développements scientifiques et technologiques soient quasiment inexistantes ; les représentations volumiques, les modèles multiphysiques et les simulations numériques associées sont trop souvent absents. Le jury constate que seule une minorité de candidats développe, même modestement, une analyse scientifique à partir du support choisi pour en faire des exploitations pédagogiques.

Pour l'essentiel, les activités pédagogiques proposées sont relatives à la filière STI2D et la technologie en cycle 4 ; la spécialité sciences de l'ingénieur du baccalauréat est rarement retenue. Le jury constate chez de nombreux candidats qu'une certaine confusion existe entre les démarches d'investigation, de résolution de problème et la démarche de projet ; notamment dans les interrelations entre celles-ci. Les activités envisagées apparaissent souvent déconnectées des objectifs pédagogiques ; cela se traduit par une juxtaposition d'intitulés de séquences ou de séances, sans intégration dans une véritable progression pédagogique et didactique. La dimension expérimentale est trop souvent occultée.

Certains candidats se contentent de lire le diaporama qu'ils projettent. La phase d'entretien met en avant le manque de pertinence des réponses aux questions. Ces réponses manquent souvent de précision et de concision et sont rarement étayées par une réflexion scientifique. Le jury constate une maîtrise insuffisante de la représentation normalisée des chaînes fonctionnelles, des schémas mécanique et cinématique, des algorigramme – algorithme, des diagrammes orthonormés.

Les stratégies de différenciation – remédiation pédagogique sont rarement développées, et quand elles le sont, restent superficielles ; il en est de même pour l'évaluation.

Le jury constate une grande disparité entre des candidats issus du milieu de l'entreprise qui présentent des compétences scientifiques et techniques affirmées mais peu de réflexion pédagogique et des candidats issus de l'Inspé qui disposent d'une réflexion pédagogique intéressante mais des compétences techniques et scientifiques tout juste suffisantes.

Concernant les valeurs de la République, si les meilleurs candidats savent faire preuve d'analyse réflexive, le jury regrette vivement qu'une majorité d'entre eux s'en remette à des poncifs et manquent de conviction quant aux dimensions éducatives qu'elles portent. Le respect des valeurs de la République est une obligation faite aux fonctionnaires qui ne saurait se réduire à la connaissance des principaux textes ; cela doit se traduire dans la façon qu'auront les futurs professeurs d'exercer leur service.

C. Résultats

Les résultats pour l'option IM sont les suivants :

	CAPET	CAFEP
Note maximale	20	20
Note minimale	0,5	1
Moyenne des candidats présents	9,65	13,22
Moyenne des candidats admis	11,01	16,67

Rapport sur la transmission des valeurs et principes de la République

Les valeurs de la République ont fait leur entrée dans le code de l'Éducation en 2005, à l'occasion de la Loi d'orientation et de programme sur l'avenir de l'école, dite loi Fillon. Le code de l'éducation précise depuis cette date que : « Outre la transmission des connaissances, la Nation fixe comme mission première à l'école de faire partager aux élèves les valeurs de la République. »

L'école doit promouvoir non seulement les valeurs de la République mais aussi celles du dialogue, de la réflexion, de la curiosité, de la preuve, de la mesure, de l'explicitation ainsi que celles de l'effort, de la politesse, de la tolérance ou encore de la solidarité. Elles sous-tendent la dignité de l'homme, la liberté, l'égalité, la solidarité, l'esprit de justice, le refus de toute forme de discrimination.

Lors des épreuves d'admission, le jury évalue la capacité du candidat à agir en agent du service public d'éducation, en vérifiant qu'il intègre dans l'organisation de son enseignement :

- la conception des apprentissages des élèves en fonction de leurs besoins personnels ;
- la prise en compte de la diversité des conditions d'exercice du métier et la connaissance réfléchie des contextes associés ;
- le fonctionnement des différentes entités éducatives existant au sein de la société et d'un EPLE;
- les valeurs portées par l'Éducation nationale, dont celles de la République.

Il s'agit d'évaluer la posture du candidat au regard de la transmission des valeurs et des principes de la République à l'école. La dimension civique de l'enseignement doit être explicite.

Le candidat doit prendre en compte ces exigences dans la conception des séquences pédagogiques présentées au jury. Il s'agit de faire acquérir, à l'élève, des compétences alliant des connaissances scientifiques et technologiques et des savoir-faire associés, mais également d'instaurer des comportements responsables et respectueux des valeurs républicaines.

Cet objectif exigeant induit une posture réflexive du candidat lors de la préparation et de la présentation d'une séquence pédagogique. En particulier, les stratégies pédagogiques proposées devront permettre d'atteindre l'objectif de formation visé dans le cadre de « l'école inclusive ». Il est indispensable de donner du sens aux enseignements en ne les déconnectant pas d'un contexte sociétal identifiable. Cela doit contribuer à convaincre les élèves du bien-fondé des valeurs républicaines et à se les approprier. L'éducation aux valeurs républicaines doit conduire à adopter des démarches pédagogiques spécifiques, variées et adaptées. Il s'agit en particulier de doter chaque futur citoyen d'une culture faisant de lui un acteur éclairé et responsable de l'usage des technologies et des enjeux éthiques associés. À dessein, il est nécessaire de lui faire acquérir des comportements fondateurs de sa réussite personnelle et le conduire à penser et construire son rapport au monde.

Les modalités pédagogiques déployées en sciences industrielles de l'ingénieur, sont nombreuses et sont autant d'opportunités offertes à l'enseignant pour apprendre aux élèves :

- à travailler en équipe et coopérer à la réussite d'un projet ;
- à assumer une responsabilité individuelle et collective ;
- à travailler en groupe à l'émergence et à la sélection d'idées issues d'un débat et donc favoriser le respect de l'altérité ;
- à développer des compétences relationnelles en lui permettant de savoir communiquer une idée personnelle ou porter la parole d'un groupe ;

- à comprendre les références et besoins divers qui ont conduit à la création d'objets ou de systèmes à partir de l'analyse des « modes », des normes, des lois... ;
- à différencier, par le déploiement de démarches rigoureuses, ce qui relève des sciences et de la connaissance de ce qui relève des opinions et des croyances. L'observation de systèmes réels, l'analyse de leur comportement, de la construction ou de l'utilisation de modèles multi physiques participent à cet objectif ;
- à observer les faits et situations divers suivant une approche systémique et rationnelle ;
- à adopter un positionnement citoyen assumé au sein de la société en ayant une connaissance approfondie de ses enjeux au sens du développement durable. L'impact environnemental, les coûts énergétiques, de transformation et de transport, la durée de vie des produits et leur recyclage, sont des marqueurs associés à privilégier ;
- à réfléchir collectivement à son environnement, aux usages sociaux des objets et aux conséquences induites ;
- à comprendre les enjeux sociétaux liés au respect de l'égalité républicaine entre hommes et femmes ;
- ...

Lors de l'épreuve, le jury a apprécié les postures de certains candidats quant aux valeurs dont l'école est porteuse et celles, intellectuelles et morales, qu'elle cherche à développer. Ces mêmes candidats ont fait preuve d'un sens de l'éthique professionnelle et de l'éthique de la responsabilité lors de l'exposé de leurs séquences d'enseignement et de leurs actions, au sein de la classe, envisagées en particulier dans leurs pratiques d'évaluation. La prise de risque pour quelques-uns d'entre eux lors des questions posées par les membres du jury pour adapter leurs enseignements aux réalités du terrain et garantir les apprentissages quelques soient les situations évoquées a montré qu'ils étaient porteurs des valeurs de l'école et de la République.

Cette déontologie professionnelle suppose au moins l'appropriation par le candidat des ressources et textes suivants :

- les droits et obligations du fonctionnaire présentés sur le portail de la fonction publique (<https://www.fonction-publique.gouv.fr/droits-et-obligations>) ;
- les articles L 111-1 à L 111-4 et l'article L 442-1 du code de l'Éducation ;
- le vade-mecum « la laïcité à l'École » (<https://eduscol.education.fr/1618/la-laicite-l-ecole>) ;
- le vade-mecum « Agir contre le racisme et l'antisémitisme » (<https://eduscol.education.fr/1720/agir-contre-le-racisme-et-l-antisemitisme>) ;
- « Qu'est-ce que la laïcité ? », Conseil des sages de la laïcité, janvier 2020 (<https://www.education.gouv.fr/le-conseil-des-sages-de-la-laicite-41537>) ;
- le parcours magistère « faire vivre les valeurs de la République » (<https://magistere.education.fr/f959>) ;
- « L'idée républicaine aujourd'hui », Conseil des sages de la laïcité ;
- « La République à l'École », Inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche ;
- le site IH2EF (<https://www.ih2ef.gouv.fr/laicite-et-services-publics>).