



**MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE
ET DE LA JEUNESSE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport du jury

Concours : Agrégation interne et CAER-agrégation

Section : Sciences industrielles de l'ingénieur

Option : Sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie électrique

Session 2022

Rapport de jury présenté par : Madame Pascale COSTA, inspectrice générale de l'éducation,
du sport et de la recherche
Présidente du jury

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| Avant-propos | 3 |
| Remerciements | 4 |
| Résultats statistiques..... | 5 |
| Épreuve d'admissibilité d'analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnologique | 6 |
| A. Présentation de l'épreuve | 6 |
| B. Sujet | 6 |
| C. Éléments de correction | 7 |
| D. Commentaires du jury | 15 |
| E. Résultats | 17 |
| Épreuve d'admissibilité de modélisation d'un système, d'un procédé ou d'une organisation | 18 |
| Épreuve d'admission d'exploitation pédagogique d'une activité pratique relative à l'approche globale d'un système pluritechnologique | 37 |
| A. Présentation de l'épreuve | 37 |
| B. Commentaires du jury | 38 |
| C. Résultats | 40 |
| Épreuve d'admission de soutenance d'un dossier industriel | 41 |
| A. Présentation de l'épreuve | 41 |
| B. Commentaires du jury | 42 |
| C. Résultats | 45 |

Avant-propos

L'objectif du concours de l'agrégation est d'identifier les candidats capables d'enseigner les sciences industrielles de l'ingénieur (SII) et notamment l'ingénierie électrique (IE) à un haut niveau de compétences scientifiques, technologiques et pédagogiques. Les épreuves proposées aux candidats permettent de révéler leur potentiel d'adaptabilité, leur capacité à faire évoluer leurs pratiques pédagogiques et à suivre, de façon réfléchie, les mutations d'un secteur d'activité en perpétuelle évolution.

Les épreuves sont organisées de façon complémentaire afin de bien évaluer l'ensemble des compétences attendues d'un professeur agrégé. Les coefficients cumulés, qui sont identiques pour les épreuves d'admissibilité et les épreuves d'admission, mettent en évidence la nécessité d'une bonne préparation de toutes les épreuves du concours. La complémentarité des épreuves et leurs différentes natures nécessitent une préparation spécifique, bien en amont des phases d'admissibilité et d'admission.

Pour l'option ingénierie électrique de ce concours interne, les candidats déterminent, au moment de l'inscription, un domaine d'activité parmi deux : "systèmes d'information" ou "gestion de l'énergie".

Les épreuves contrôlent la capacité des candidats à former des élèves et de futurs professionnels du domaine de l'ingénierie électrique tout en garantissant une maîtrise satisfaisante de concepts scientifiques et technologiques plus transversaux. À ce titre, si le professeur agrégé doit être crédible lorsqu'il interagit dans un milieu professionnel de l'ingénierie électrique, pour lui permettre de travailler en lien avec des techniciens, des ingénieurs et des chercheurs, il doit également s'attacher à explorer des domaines connexes à sa discipline et relevant des sciences industrielles de l'ingénieur. L'épreuve d'admissibilité d'analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique a pour but de valider cette appétence. Le jury encourage vivement l'ensemble des candidats à prendre en compte cette exigence dans le cadre de la préparation à ce concours.

Il est également absolument essentiel que les candidats prennent connaissance des programmes de formation dans lesquels ils peuvent être amenés à exercer.

Le jury attend des candidats, dans toutes les épreuves, une expression écrite et orale de qualité.

L'agrégation interne est un concours de recrutement de professeurs qui impose de la part des candidats un comportement et une présentation irréprochables.

L'agrégation interne, comme tous les concours de recrutement de fonctionnaire, impose de la part des candidats un comportement et une présentation irréprochables. Le jury y est attentif et invite les candidats à respecter et à porter les valeurs de l'École de la République dans les circonstances de leur exercice professionnel de cadres de catégorie A de la fonction publique.

Cette année, six postes étaient offerts à l'agrégation interne SII option IE pour le public et un poste pour le privé. Le nombre d'inscrits étaient de 349 (311 publics et 38 privés), 174 candidats du public ont composé les deux épreuves d'admissibilité et 19 candidats du privé. 20 candidats ont été déclarés admissibles pour les 6 postes offerts au concours public et 3 candidats ont été déclarés admissibles pour le poste offert au concours privé. Ces chiffres confirment l'attractivité du concours sur un vivier de candidats important. Il s'agit là d'un élément positif.

Le jury félicite les lauréats admis et encourage l'ensemble des candidats inscrits non admis à poursuivre leur préparation avec le plus grand sérieux, gage d'une prochaine réussite.

Le présent rapport participe à la préparation des candidats pour la session 2023 du concours. Les conseils prodigués constituent une aide précieuse et le jury encourage vivement les candidats à les prendre en compte dans le cadre d'une préparation soutenue et continue.

Remerciements

Le lycée Joliot Curie de Rennes a accueilli les épreuves d'admission de cette session 2022.

Les membres du jury tiennent à remercier le proviseur du lycée, 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.

Résultats statistiques

Public

| Session | Nombre de postes | Inscrits | Présents aux épreuves d'admissibilité | Admissibles | Présents aux épreuves d'admission | Admis |
|-------------|------------------|------------|---------------------------------------|-------------|-----------------------------------|----------|
| 2020 | 6 | 298 | 166 | 19 | | 6 |
| 2021 | 6 | 317 | 192 | 18 | 14 | 6 |
| 2022 | 6 | 311 | 174 | 20 | 17 | 6 |

Privé

| Session | Nombre de postes | Inscrits | Présents aux épreuves d'admissibilité | Admissibles | Présents aux épreuves d'admission | Admis |
|-------------|------------------|-----------|---------------------------------------|-------------|-----------------------------------|----------|
| 2020 | 2 | 43 | 21 | 5 | | 2 |
| 2021 | 2 | 35 | 20 | 6 | 6 | 2 |
| 2022 | 1 | 38 | 19 | 3 | 3 | 1 |

Statistiques des moyennes obtenues à l'admissibilité à la session 2022

| | Public | Privé |
|---|--------------|-------------|
| Moyenne du premier candidat admissible | 12,83 | 9,77 |
| Moyenne du dernier candidat admissible | 8,90 | 8,83 |
| Moyenne des candidats présents | 6,00 | 6,50 |
| Moyenne des candidats admissibles | 10,26 | 9,22 |

Statistiques des moyennes obtenues à l'admission à la session 2022

| | Public | Privé |
|--|--------------|-------------|
| Moyenne du premier candidat admis | 14,92 | 9,72 |
| Moyenne du dernier candidat admis | 11,12 | 9,72 |
| Moyenne des candidats présents | 10,77 | 8,84 |
| Moyenne des candidats admis | 12,39 | 9,72 |

Épreuve d'admissibilité d'analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnologique

A. Présentation de l'épreuve

Texte de référence : <https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid98755/les-epreuves-de-l-agregation-interne-et-du-caerpa-section-sciences-industrielles-de-l-ingenieur.html>

- Durée totale de l'épreuve : 5 heures
- Coefficient 2

L'épreuve est commune à toutes les options. Les candidats composent sur le même sujet au titre de la même session quelle que soit l'option choisie.

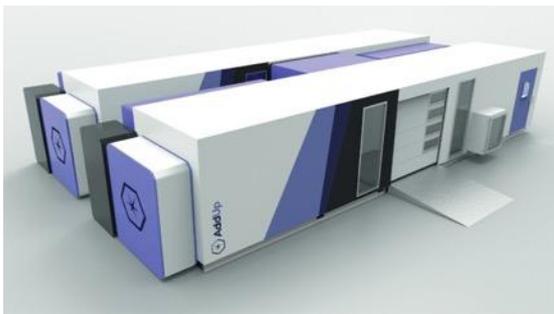
L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable de mobiliser ses connaissances scientifiques et techniques pour conduire une analyse systémique, élaborer et exploiter les modèles de comportement permettant de quantifier les performances globales et détaillées d'un système des points de vue matière, énergie et information afin de valider tout ou partie de la réponse au besoin exprimé par un cahier des charges. Elle permet de vérifier les compétences d'un candidat à synthétiser ses connaissances pour analyser et modéliser le comportement d'un système pluritechnologique.

Elle permet également de vérifier que le candidat est capable d'élaborer tout ou partie de l'organisation d'une séquence pédagogique, relative aux enseignements non spécifiques de la spécialité ingénierie, innovation et développement durable du cycle terminal " sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) " et/ ou de l'enseignement des 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.devenirenseignant.gouv.fr/file/agreg_interne/25/2/s2022_agreg_interne_sij_1_1424252.pdf



Le sujet porte sur un système de fabrication additive développé par la société AddUp FlexCare System™. L'étude est décomposée en cinq parties permettant de répondre aux problématiques techniques suivantes :

- Quelles technologies pour imprimer des pièces métalliques ?
- Comment mettre en place une atmosphère contrôlée ?
- Comment améliorer la récupération et le recyclage des poudres ?
- Comment adapter la structure du module AddUp FlexCare System à l'utilisation d'imprimantes 3D à poudres métalliques ?
- Quelle exploitation pédagogique du dossier ?

C. Éléments de correction

Partie 1. Quelles technologies pour imprimer des pièces métalliques ?

Question 1

Il est attendu une identification des critères caractérisant les technologies présentées dans le dossier. Ces critères peuvent être par exemple : la résistance des pièces obtenues, le post traitement, le besoin de supports, les contraintes résiduelles, la possibilité de créer des pièces en série ou uniquement des prototypes, le coût, etc. Un tableau comparatif cohérent avec le texte permet de synthétiser et classifier les différentes technologies.

Exemple de tableau :

| | Critères | Fusion sur lit de poudre | | | Dépôt | Projection |
|----------|-------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------------|--------|----------------------------|
| | | SLS | SLM | EBM | BDM | Liant |
| | Proto/série | proto | proto | proto | proto | Petites et moyennes séries |
| Procédés | Coût | Important (Laser) | Important (Laser) | Important (électrons – sous vide) | faible | |
| | Dangerosité | ++ | ++ | ++ | +- | +- |
| | Post traitement | Non | Non | | oui | oui |
| | Support | non | non | non | oui | |
| Pièces | Contraintes résiduelles | | | faible | | |
| | Résistance des pièces | +- | + | ++ | - | - |

Question 2

Il est attendu un lancement de séquence en réinvestissant le contexte et le support du dossier. Plusieurs axes sont possibles comme l'innovation, la sécurité, etc. Des compétences comme : C1.3 et C3.4 peuvent être mobilisées notamment en s'appuyant sur le tableau comparatif demandé précédemment.

La proposition de lancement de séquence (ou situation déclenchante) doit s'appuyer sur les éléments du dossier et sur la pertinence de l'argumentation, en particulier pour faire le lien entre la partie technique et le contexte pédagogique proposé.

La compétence identifiée devra être argumentée et pertinente.

Partie 2. Comment mettre en place une atmosphère contrôlée ?

2.1 Régulation de pression – requirement Pressure Id 1.1.3

Question 3

Repérer le point (600 Pa, 1700 m³·h⁻¹). La parabole passant par ce point est déjà tracée.

Le point (600 Pa, 1700 m³·h⁻¹) devient en suivant cette parabole le point (1360 Pa, 2550 m³·h⁻¹), d'où

$$X = \frac{1700}{2550} = 0,666 \text{ ou } X = \sqrt{\frac{600}{1360}} = 0,664 \quad \text{ce qui donne } n_2 = 0,665 \times 2870 = 1908 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}.$$

Question 4

$$C_{em} = \frac{3p}{L} \cdot \left(\frac{V}{\omega}\right)^2 \cdot \frac{1}{\frac{R}{gL\omega} + \frac{1}{R}} \approx \frac{3p}{L} \cdot \left(\frac{V}{\omega}\right)^2 \cdot \frac{1}{\frac{1}{R}} = \frac{3p}{L} \cdot \left(\frac{V}{\omega}\right)^2 \cdot \frac{gL\omega}{R}$$

$$C_{em} = \frac{3p}{L} \cdot \left(\frac{V}{2\pi f}\right)^2 \cdot \frac{1}{R} \cdot \frac{n_s - n}{n_s} \cdot L \cdot p \cdot \Omega_s = \frac{3p}{L} \cdot \frac{1}{(2\pi)^2} \cdot \left(\frac{V}{f}\right)^2 \cdot \frac{1}{R} \cdot \frac{n_s - n}{n_s} \cdot L \cdot p \cdot \frac{2\pi \cdot n_s}{60} = K(n_s - n) \text{ avec } K = \frac{p^2}{40\pi R} \left(\frac{V}{f}\right)^2$$

Question 5

$$C_{nom} = \frac{P_{nom}}{\Omega_{nom}} = \frac{2200}{\frac{\pi}{30} \cdot 2870} = 7,32 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$C_{nom} = K \cdot (n_{Snom} - n_{nom}) \quad K = \frac{C_{nom}}{n_{Snom} - n_{nom}} = \frac{7,32}{3000 - 2870} = 0,05631 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min}$$

Question 6

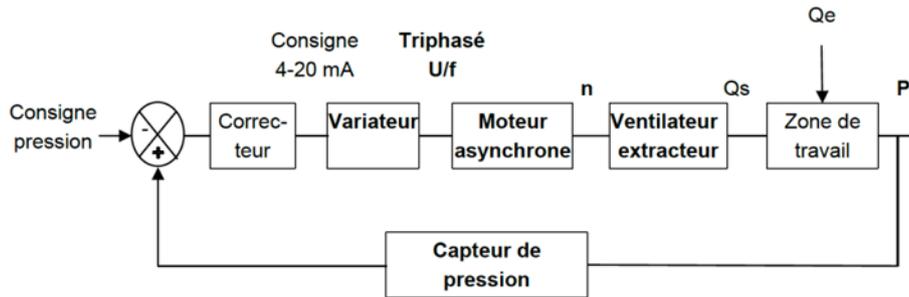
$$C_1 = \frac{P_{vent}}{\eta \cdot \Omega_1} = \frac{P \cdot Q}{\eta \cdot \Omega_1} = \frac{250 \times \frac{1700}{3600}}{0,677 \times \frac{\pi}{30} \cdot 1369} = 1,216 \text{ N} \cdot \text{m} \quad C_2 = \frac{P_{vent}}{\eta \cdot \Omega_1} = \frac{P \cdot Q}{\eta \cdot \Omega_1} = \frac{600 \times \frac{1700}{3600}}{0,684 \times \frac{\pi}{30} \cdot 1908} = 2,07 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$n_s = \frac{C_m}{K} + n = \frac{60f}{p}$$

$$f_1 = \frac{p}{60} \cdot \left(\frac{C_m}{K} + n \right) = \frac{1}{60} \times \left(\frac{1,216}{0,05631} + 1369 \right) = 23,17 \text{ Hz}$$

$$f_2 = \frac{1}{60} \times \left(\frac{2,07}{0,05631} + 1908 \right) = 32,41 \text{ Hz}$$

Question 7



Question 8

$$S_{capteur_mA} = \frac{16}{100} \cdot P + 12 = \frac{16}{100} \times (-20) + 12 = 8,8 \text{ mA}$$

Question 9

$$20_{10} = 10100,02 = 1,0100 \cdot 2^4$$

L'exposant 4 devient $127+4 = 131_{10} = 10000011_2$

| Signe | Exposant | Mantisse (sans le 1) sur 23 bits |
|-------|----------|----------------------------------|
| 1 | 1000011 | 0100 0000 0000 0000 0000 000 |

En rassemblant par quartet :

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| 1100 | 0001 | 1010 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | en binaire |
| C | 1 | A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | en hexadécimal |

Donc -20 devient 0xC1 0xA0 0x00 0x00

Trame complète : 0x02 0x03 0x04 **0x00 0x00 0xC1 0xA0** 0x98 0xDB

Question 10

function $n = fcn(f,C)$

$P_{nom}=2200$

$N_{nom}=2870$

$N_{snom}=3000$

$C_{nom}=P_{nom}/(N_{nom} \cdot (\pi)/30)$

$K=C_{nom} / (N_{snom}-N_{nom})$

$$ns=60*f$$

$$n=ns-(C/K)$$

Question 11

Le correcteur proportionnel seul donne un écart statique trop important ne permettant pas d'atteindre la pression de consigne.

L'action intégrale annule cette erreur statique si elle n'est pas trop forte, mais au prix d'oscillations, et rend le système divergent, donc dangereux, si elle est trop forte.

Grâce à une action dérivée, on obtient une mise en dépression satisfaisante.

Question 12

Une activité cohérente avec le niveau d'enseignement est exigée tout en veillant à une rigueur scientifique.

Six éléments sont demandés dans la fiche expérimentation.

1 – Le titre

2 – Les compétences et connaissances associées

3 – La typologie de l'activité

4 – La description du montage expérimental

5 – Le traitement des données au regard de l'objectif de l'activité

6 – Les liens envisageables avec les mathématiques et la physique pour une approche STEM

Notamment :

- La liaison entre les questions du chapitre et la proposition de fiche (exemple : acquisition ou traitement) ;
- La cohérence globale de la fiche ;
- Le choix des compétences et des connaissances associées (exemple : \$2.2 Approche fonctionnelle et structurelle d'une chaîne d'information)
- La mobilisation d'un des trois concepts et la cohérence avec l'expérimentation proposée ;
- La justesse et la rigueur scientifique dans le domaine de l'information.

2.2 Climatisation – requirement Température 1.1.2 et Humidité 1.1.4

Question 13

$$R_g \text{ mur} = R_{si} + \sum(e/\lambda) = 0,22 + (0,15/0,041) = 0,22 + 3,658 = 3,878 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_g \text{ plafond} = 0,18 + 3,658 = 3,838 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_g \text{ sol} = 0,19 + (0,20/0,035) + 0,34 = 6,244 \text{ m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

On néglige la porte et le passe plat.

Déperditions des parois :

$$D_p = \left(\frac{1}{R} \cdot S \right) \cdot \Delta\theta$$

$$\frac{D_p}{\Delta\theta} = \left(\frac{1}{3,878} \times (11,80 \times 2,50 \times 2 + 4,48 \times 2,5 \times 2) \right) + \left(\frac{1}{3,838} \times (11,80 \times 4,48) \right) + \left(\frac{1}{6,244} \times (11,80 \times 4,48) \right)$$

$$D_p = 345,84 \text{ W si } \Delta\theta = 28 - 20$$

$$D_p = 432,30 \text{ W si } \Delta\theta = 28 - 18$$

Question 14

$$Q = 13 + 1 + 2 \times 0,12 = 14,24 \text{ kW (process + divers + hommes)}$$

Question 15

$$\text{Débit d'air neuf} = 1520 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,422 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\varphi_{\text{air}} = 1,204 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \text{ à } 20^\circ\text{C}$$

$$\text{Débit air neuf dans le local} = 0,508 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Calcul charge en humidité de l'air extérieur :

$$28^\circ\text{C et } 55\% \rightarrow W = 0,013 \text{ kge/kgas} \quad 20^\circ\text{C et } 35\% \rightarrow W = 0,005 \text{ kge/kgas} ;$$

$M_{\text{ext}} = q_{\text{minf}}(W_{\text{ext}} - W_{\text{int}}) = 0,508 \times (0,013 - 0,005) = 4,064 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$
 Charges dues à l'occupation humaine = 2 personnes $\times 85 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1} = 0,0472 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$
 Donc total charges latentes = 4,11 $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$

Question 16

Puissance de la batterie froide.
 Hypothèses retenues pour l'air : 28°C et 55% d'humidité entrant.
 Consigne : 20°C et 40%
 Tube batterie à 9°C avec débit de 1500 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.
 Lecture sur le diagramme enthalpie : $h_A = 62$ $h_B = 45$ $V_{SA} = 0,875$

$$P = q_n \cdot \Delta h = \frac{q_v}{3600 \cdot V_{SA}} \cdot (h_A - h_B) = \frac{1500}{3600 \times 0,875} \times (60 - 45) = 7,14 \text{ kW}$$

Efficacité = $(28 - 20) / (28 - 9) = 0,42$ (peu performant).

Quantité d'eau enlevée par la batterie : $Q_{\text{eau}} = q_v \cdot (\omega_a - \omega_b) / V_{SA} = 1500 \times (0,013 - 0,005) / 0,870 = 13,79 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$

La consigne précisée dans le diagramme d'exigence indique une température de 20°C (Id = « 1.1.2 ») et une humidité comprise entre 35% et 45% (Id = « 1.1.4 »), or le point B est à 20°C, mais à 67% d'humidité. Il faut donc avoir une batterie froide avec des tubes plus froids.

Question 17

Hypothèse du tube à 2°C, efficacité à 85% donc une température de tube à 5°C.

On place C sur le diagramme, on lit $h_A = 60$ et $h_C = 17$.

On obtient B en réchauffant l'air, ce qui donne B à 35% d'humidité.

Puissance de chauffe : $P = 1500 \times (17 - 32) / (0,795 \times 3600) = -7,86 \text{ kW}$.

Question 18

Cette question est similaire à la question 12, mais dans le champ de l'énergie. Il est attendu des activités dans un champ différent mettant en valeur la transversalité des compétences et connaissances.

Six éléments sont demandés dans la fiche expérimentation.

- 1 – Le titre
- 2 – Les compétences et connaissances associées
- 3 – La typologie de l'activité
- 4 – La description du montage expérimental
- 5 – Le traitement des données au regard de l'objectif de l'activité
- 6 – Les liens envisageables avec les mathématiques et la physique pour une approche STEM

Notamment :

- La liaison entre les questions du chapitre et la proposition de fiche ;
- La cohérence globale de la fiche ;
- La mobilisation d'un des trois concepts et la cohérence avec l'expérimentation proposée ;
- La justesse et la rigueur scientifique dans le domaine de l'énergie.

Partie 3. Comment améliorer la récupération et le recyclage des poudres ?

3.1 Coulabilité dans la trémie, des poudres utilisées par le procédé DED

Question 19

La force de gravité d'une particule est $P = mg = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d_p}{2}\right)^3 \rho^* g$ $P > F_{VdW} \leftrightarrow d > \frac{1}{2a} \sqrt{\frac{A}{\pi \rho g}}$

Application numérique : $d > \frac{1}{2 \times 0,4 \times 10^{-9}} \sqrt{\frac{21 \times 10^{-20}}{\pi \times 4,7 \times 10^3 \times 9,81}} = 1,5 \text{ mm}$

D'après le DT9, la taille des poudres est comprise en 3 et 16 μm , elles sont donc cohésives. Il est nécessaire de prévoir une solution pour assurer la coulabilité des poudres.

Question 20

$T = P \cdot \sin(\theta - \delta\theta)$ $N = P \cdot \cos(\theta - \delta\theta)$

Question 21

La loi du frottement solide nous indique qu'il n'y a pas glissement tant que $T < \mu N$.

$$\tan(\theta - \delta\theta) < \tan(\Phi)$$

On en déduit donc finalement que pour assurer la coulabilité, il faut que l'inclinaison θ soit supérieure à Φ .

Application numérique : $\mu = 0,5$ soit $\tan(\Phi) = 0,5$ donc $\Phi = 26,5^\circ$.

Question 22

La trémie doit avoir un angle supérieur à $26,5^\circ$.

Question 23

$$P + \sigma \frac{\pi D^2}{4} - (\sigma + d\sigma) \frac{\pi D^2}{4} - \tau_p \pi D dz = 0$$

$$\frac{d\sigma}{dz} + \frac{4\tau_p}{D} = \rho g \quad (1)$$

$$\tau_p = \mu_s K \sigma \quad (2)$$

$$\frac{d\sigma}{dz} + \frac{4\mu_s K \sigma}{D} = \rho g \quad (1 \text{ et } 2)$$

Question 24

$$\sigma = \frac{\rho g D}{4\mu_s K} \left(1 - e^{-\frac{4\mu_s K}{D} z}\right)$$

$$H_c = \frac{D}{4\mu_s K}$$

$$m_{\text{sat}} = \frac{\pi \rho D^3}{16\mu_s K}$$

$$\sigma_{\text{maxi}} = \frac{\rho g D}{4\mu_s K}$$

Applications numériques : $D = 400 \text{ mm}$; $K = 0,45$; $\mu_s = 0,5$

$$H_c = \frac{0,4}{4 \times 0,5 \times 0,45} = 444 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{maxi}} = \frac{4,7 \times 10^6 \times 9,81 \times 0,4}{4 \times 0,45 \times 0,5} = 20,5 \times 10^6 = 20,5 \text{ MPa}$$

Question 25

Oui, la hauteur étant de 500 mm, et le diamètre diminuant dans la partie conique, le risque de voute est probable.

Présence vibration, donc de pieds souples ou d'une tige anti-voute.

Question 26

Alimentation électrique.

Sécurité zone ATEX 21 ou 22.

Décolmatage donc fréquence 2000 à 3000 tr/min.

Calcul de la masse à vibrer :

$$m_{\text{sat}} = \frac{\pi \times 4,7 \times 10^6 \times 0,4^3}{16 \times 0,5 \times 0,45} = 0,26 \times 10^6 \text{ g} = 260 \text{ Kg}$$

Masse de la trémie : cylindre + cône tronqué 7,2 kg.

Moteur UVC3Y.

3.2 Calcul du débit d'écoulement en fond de trémie**Question 27**

$$Q = \frac{4,7 \times 10^6 \times \pi \times 0,03^2}{8} \sqrt{\frac{0,03 \times 9,81}{\tan 35^\circ}} = 10,7 \times 10^2 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} = 1,07 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

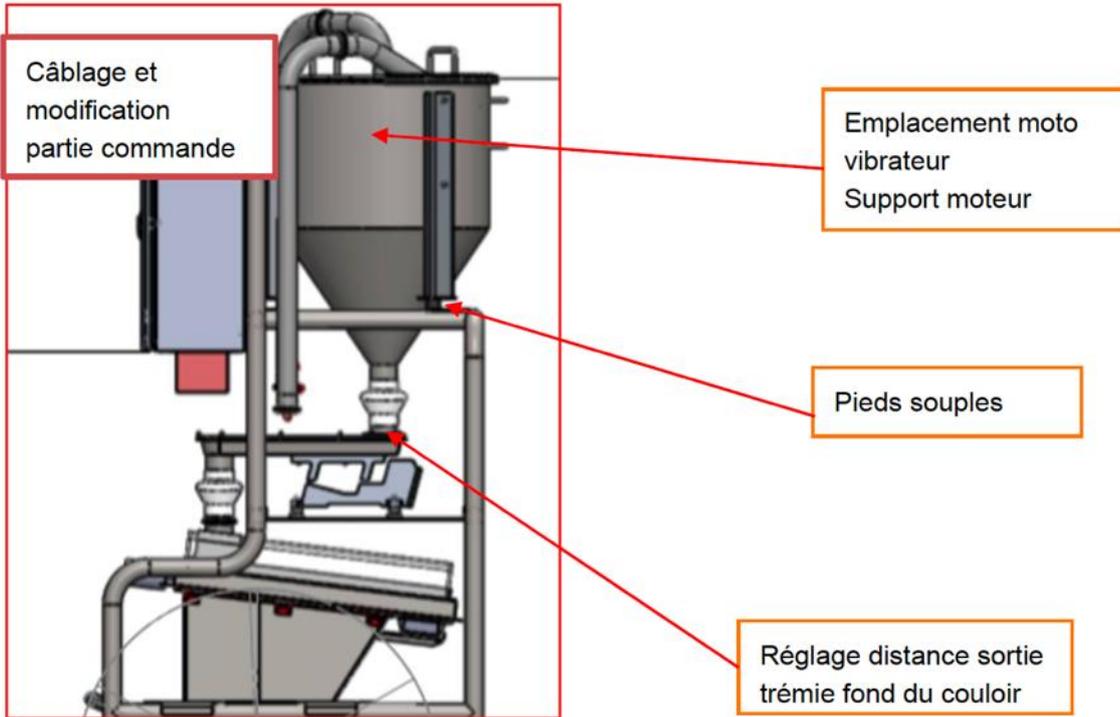
Question 28

Le diagramme d'exigence préconise un débit de $5 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$.

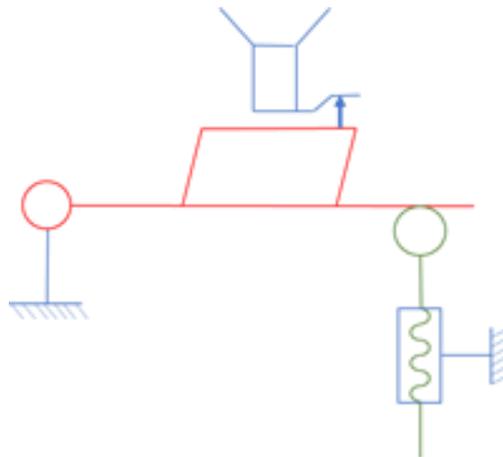
Il est nécessaire de prévoir une diminution du débit.

Prévoir un réglage de la distance entre le fond du couloir vibrant et la sortie de la trémie, afin de réduire le passage de la poudre. Avec le risque qu'il se produise un tassement dans la trémie....

Question 29



Question 30



Partie 4. Comment adapter la structure du module AddUp FlexCare System à l'utilisation d'imprimantes 3D à poudres métalliques ?

4.1 Déformation du plancher – requirement – Etanchéité Id 1.1.

Question 31

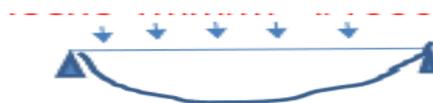
$I (ctbx) = 0,025^3 \times 1,95 / 12$

$E \text{ bois} = 8000 \text{ MPa}$

$\text{Flèche } 1 \text{ mm/m} = l / 1000$

On assimile la traverse à une poutre sur deux appuis simples chargée de façon répartie.

On vérifie le critère de flèche pour déterminer l'espacement que l'on arrondit à la dizaine inférieure.



$F = (5 \cdot P \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot I) = l / 1000$ donc $l = \sqrt[4]{\frac{384 \cdot E \cdot I}{1000 \cdot 5 \cdot P}} = 0,617 \text{ m}$ on prendra un espacement de 60 cm.

Question 32

$F_{\max} = 1\text{ mm/m}$ soit $1,95\text{ mm}$

Charges dues aux pieds : $2300 \times 10/4 = 5750\text{ N}$ par pied

Charges {exploitation + plancher} = $(2,50 + 0,90) \times 0,60$ (espacement calculé Q 47) = 2040 N/m

Principe de superposition :



$$f_1 = \frac{2Pa^2(L-a)^3}{3EI(3L-2a)^2} \text{ donc } f_1 = \frac{9,376 \cdot 10^{-10}}{I}$$

$$f_2 = \frac{2Pa^3b^2}{3EI(L+2a)^2} \text{ donc } f_2 = \frac{2,3596 \cdot 10^{-11}}{I}$$

$$f_3 = \frac{5Pl^4}{384EI} \text{ donc } f_3 = \frac{1,8289 \cdot 10^{-9}}{I}$$

Somme des $f < 1,95\text{ mm}$ donc $I > 1 \cdot 10^{-6}\text{ m}^4$, donc un IPE 100 convient.

Question 33

Cette question est similaire aux questions 12 et 18, mais dans le champ de la matière. Il est attendu des activités dans le troisième champ permettant la transversalité des compétences et connaissances.

Six éléments sont demandés dans la fiche expérimentation.

- 1 – Le titre
- 2 – Les compétences et connaissances associées
- 3 – La typologie de l'activité
- 4 – La description du montage expérimental
- 5 – Le traitement des données au regard de l'objectif de l'activité
- 6 – Les liens envisageables avec les mathématiques et la physique pour une approche STEM

Notamment sur :

- La liaison entre les questions du chapitre et la proposition de fiche ;
- La cohérence globale de la fiche ;
- La mobilisation d'un des trois concepts du champ de la matière et la cohérence avec l'expérimentation proposée ;
- La justesse et la rigueur scientifique dans le domaine de la matière.

Partie 5. Quelle exploitation pédagogique du dossier ?

Question 34

Il est attendu une construction de séquence pédagogique cohérente et respectant la didactique significative de l'enseignement de spécialité 2I2D, intégrant la partie commune et spécifique. La structuration de cette séquence passe par :

- le choix d'un intitulé de séquence faisant appel à une problématique sociétale en lien avec le thème global ;
- l'identification de compétences et connaissances associées cohérentes avec l'objectif de la séquence et permettant un lien entre la partie commune et la partie spécifique développée. Il convient de cibler des connaissances en lien avec les 4 enseignements spécifiques pour la partie commune (exemple : paramétrage d'un modèle) puis des connaissances spécifiques (exemple ITEC/AC : concept de résistance/simulation par éléments finis) ;
- des activités permettant de mobiliser les compétences ciblées et correspondant aux profils d'élèves en STI2D, notamment en valorisant les expérimentations même dans la partie commune ;
- des synthèses et des évaluations au bon niveau en fonction des compétences et des connaissances ciblées dans la partie commune et la partie spécifique ;
- des solutions constructives abordées en enseignement spécifique.

L'argumentation justifiant les choix effectués est un élément également évalué.

Question 35

L'organisation nécessite la prise en compte du contexte indiqué en associant la partie commune et spécifique de cet enseignement.

| | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|
| Enseignement commun | TSTI2D 1 (36 élèves) | | TSTI2D 2 (36 élèves) | | TSTI2D 3 (36 élèves) | | 1 h/sem |
| | Gr STI2D 1A (18 élèves) | Gr STI2D 1B (18 élèves) | Gr STI2D 2A (18 élèves) | Gr STI2D 2B (18 élèves) | Gr STI2D 3A (18 élèves) | Gr STI2D 3B (18 élèves) | 3 h/sem |
| Enseignement spécifique | ITEC (27 élèves) | | AC (27 élèves) | | EE (27 élèves) | | 2 h/sem |
| | Groupe ITEC1 (14) | Groupe ITEC2 (13) | Groupe AC1 (14) | Groupe AC2 (13) | Groupe EE1 (14) | Groupe EE2 (13) | 6 h/sem |

L'ensemble des éléments constitutifs d'une séquence pédagogique (phase de lancement, activités, synthèses, évaluation) doivent être présents.

L'exemple suivant n'est qu'une possibilité parmi d'autres. Pour simplifier la représentation, l'exemple porte sur une division et sur un seul enseignement spécifique ITEC.

| | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi |
|-------|--|---|--|--|---|
| Sem 1 | | ITEC (2h) Démarrage partie spécifique | Gr ITEC1 (3h) Activités partie spécifique | Gr STI2D 1B (3h) Activités partie commune | Gr ITEC1 (3h) Activités partie spécifique |
| | TSTI2D 1 (1h) Lancement de séquence | | Gr STI2D 1A (3h) Activités partie commune | Gr ITEC2 (3h) Activités partie spécifique | Gr ITEC2 (3h) Activités partie spécifique |
| Sem 2 | | ITEC (2h) Bilan intermédiaire des activités de la partie spécifique | Gr ITEC1 (3h) Activités partie spécifique | Gr STI2D 1B (3h) Activités partie commune | Gr ITEC1 (3h) Activités partie spécifique |
| | TSTI2D 1 (1h) Bilan intermédiaire des activités de la partie commune | | Gr STI2D 1A (3h) Activités partie commune | Gr ITEC2 (3h) Activités partie spécifique | Gr ITEC2 (3h) Activités partie spécifique |
| Sem 3 | | ITEC (2h) Synthèse partie spécifique | Gr ITEC1 (3h) Évaluation partie spécifique | Gr STI2D 1B (3h) Évaluation partie commune | Gr ITEC1 (3h) Remédiation possible |
| | TSTI2D 1 (1h) Synthèse activités partie commune | | Gr STI2D 1A (3h) Évaluation partie commune | Gr ITEC2 (3h) Évaluation partie spécifique | Gr ITEC2 (3h) Remédiation possible |

Pour résumer, la séquence comprend par élève :

Partie commune :

- 1h de lancement ;
- 6h d'activités ;
- 1h de bilan intermédiaire ;
- 1h de synthèse sur les compétences et connaissances communes ;
- 2h d'évaluation pouvant être regroupée avec l'évaluation de la partie spécifique de type épreuve terminale.

Partie spécifique :

- 2h de démarrage (une partie pouvant être destinée à la fin de la séquence précédente) ;
- 12h d'activités ;
- 2h de bilan intermédiaire par exemple pour faire intervenir les élèves sur des présentations orales ;
- 2h de synthèse notamment pour clarifier les solutions constructives ;
- 3h d'évaluation pouvant être regroupée avec l'évaluation de la partie commune de type épreuve terminale.

Question 36

Il est attendu la conception d'une activité pratique :

- en lien avec les compétences et les connaissances ciblées ;
- en mobilisant des matériels pertinents ;
- en plaçant l'élève au cœur de l'activité en le rendant actif.

D. Commentaires du jury

Remarques générales

Beaucoup de copies présentaient un niveau scientifique trop faible dans les questions relevant de leur spécialité d'origine. Globalement, les candidats ont eu des difficultés à faire preuve de transversalité et se sont trop souvent concentrés sur les parties abordant leur spécialité en restant dans leur « zone de confort ». Le jury encourage fortement les candidats à traiter toutes les parties du sujet et à montrer qu'ils maîtrisent l'ensemble des domaines des sciences industrielles de l'ingénieur. Il est important que les candidats élargissent leurs compétences pour réussir correctement cette épreuve transversale.

Qualité des copies

Il est demandé au candidat de soigner ses réponses manuscrites de manière à les rendre lisibles et exploitables en vue d'une correction.

La présentation doit être irréprochable, les notations imposées dans le sujet doivent être scrupuleusement respectées et il n'est pas inutile de rappeler qu'il est attendu d'un fonctionnaire de l'État qu'il maîtrise convenablement la langue française et veille à construire ses phrases dans le respect de la sémantique. Il doit aussi respecter dans une mesure raisonnable les règles de l'orthographe et de la grammaire française afin de s'assurer que ce qu'il souhaite exprimer sera compréhensible et lisible.

Au vu de certaines copies, il apparaît nécessaire de rappeler que « calculer » implique une application numérique avec l'unité appropriée.

Remarques sur la partie 1

Ces questions nécessitaient la compréhension et l'exploitation d'informations issues de documents techniques. Le jury se réjouit qu'une large majorité des candidats aient traités ces questions, cependant, la notion de critère n'est pas claire pour plusieurs candidats et les tableaux comparatifs sont souvent trop succincts.

La séquence pédagogique de lancement est correctement rédigée par beaucoup de candidats.

Remarques sur la partie 2

Cette partie a été traitée par environ 80 % des candidats, cependant, peu de candidats ont su exploiter la courbe de pression-débit et correctement simplifier l'expression du couple moteur qui était donnée. La connaissance de l'expression d'une puissance en fonction du débit et la pression semble être ignorée par quasiment tous les candidats, rendant impossible la détermination des fréquences d'alimentation du moteur.

Pour le calcul des valeurs de couple moteur, des ordres de grandeur incohérentes ont trop souvent été présentées entre le calcul du couple nominal et du couple sous charge réduite. Le jury apprécie lorsque les relations littérales sont données avant le passage à l'application numérique et lorsque des analyses pertinentes des résultats sont faites.

La partie concernant le capteur a été correctement traitée par la majorité des candidats.

L'analyse des courbes de simulation fût trop souvent superficielle, une analyse qualitative de l'influence des paramètres P, I et D était attendue.

Quelques candidats ont abordé le calcul des déperditions thermiques, sans aboutir. De même, le calcul de la batterie froide, n'a été que très peu abordé et n'a conduit à aucun résultat. Le jury conseille aux futurs candidats de s'investir sérieusement dans toutes les parties du programme du concours.

Pour les questions pédagogiques de la partie 2, de nombreuses fiches d'activités expérimentales cohérentes ont été fournies et appréciées par le jury.

Remarques sur la partie 3

Cette partie a été traitée par moins d'un candidat sur deux. Il est à noter que de nombreux candidats ignoraient le volume d'une sphère et ne pouvaient ainsi pas conclure à la question 19. L'expression correcte de l'équilibre de 3 forces ne fut traitée que par très peu de candidats, tandis qu'aucun candidat n'a réussi à amorcer correctement l'écriture de l'équation différentielle.

Les réponses des quelques candidats ayant abordé le choix du moto vibreur ont été trop superficielles. Quelques rares candidats ont proposé des solutions de réglage, mais sans association de schéma cinématique.

Remarques sur la partie 4

Les candidats ont majoritairement peu traité ces questions et commis de nombreuses erreurs, rendant inutile l'utilisation des formules données pour cette problématique. Dans cette partie, la connaissance du moment quadratique de quelques sections de base (rectangulaire ici) était nécessaire et ignorée par la quasi-totalité des candidats.

Le jury note que malgré un traitement « limité » des questionnements scientifiques, des fiches d'activités expérimentales cohérentes ont été proposées par les candidats.

Remarques sur la partie 5

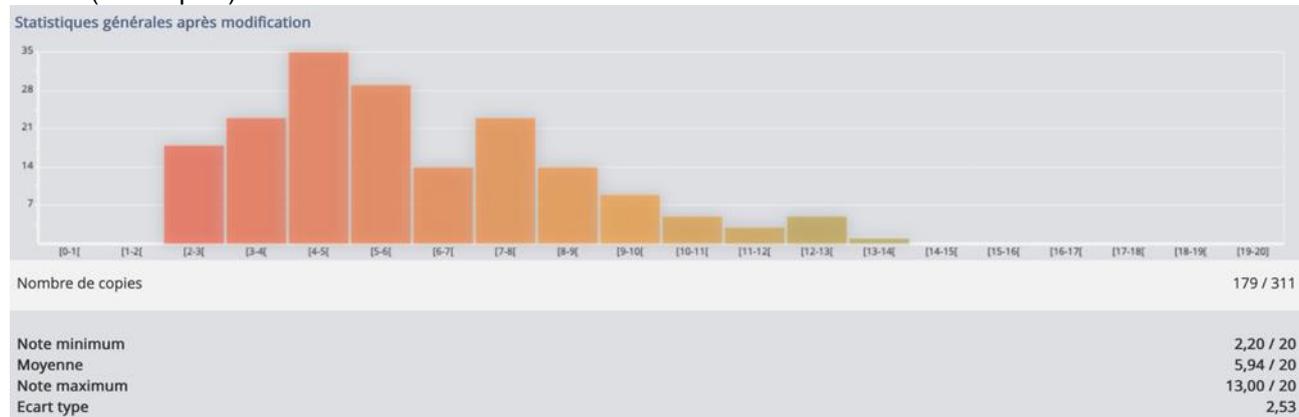
Cette partie pédagogique a été abordée par la moitié des candidats, cependant, les activités proposées se sont trop souvent cantonnées à un seul champ MEI. Le jury note que les différentes formes d'évaluation ainsi que les synthèses ne font que trop peu le lien avec les compétences et connaissances associées. De même, l'organisation pédagogique proposée par la majorité des candidats ne tient pas compte du contexte proposé dans le sujet (nombre d'élèves, répartition horaire, ...).

La dernière activité pratique demandée a été très peu abordée et l'a été de manière trop sommaire.

E. Résultats

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

Public (179 copies)



Privé (21 copies)



Épreuve d'admissibilité de modélisation d'un système, d'un procédé ou d'une organisation

A. Présentation de l'épreuve

Texte de référence : <https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid98755/les-epreuves-de-l-agregation-interne-et-du-caerpa-section-sciences-industrielles-de-l-ingenieur.html>

- Durée totale de l'épreuve : 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/agreg_interne/25/4/s2022_agreg_interne_sii_electrique_2_1424254.pdf

Le support de l'étude est un système de guidage dynamique pour parking « LEADER PARK® ». C'est un système de guidage et comptage dynamique pour parking de toute dernière génération qui fournit en temps réel toutes les informations d'occupation, pour les usagers (guidage fiable et intuitif vers les places libres) et pour les exploitants (vision en temps réel, fréquentation, temps de présence, rotations, zones, statistiques, etc.).



C. Éléments de correction

Partie A – VÉRIFICATION DE LA DÉTECTION D'UN VÉHICULE

Question 1

$$dm = \sqrt{h^2 + l^2}$$

$$AN : dm \text{ maxi} = \sqrt{3.6^2 + (2.5 + 0.5)^2} = 4.68 \text{ m}$$

La distance de détection est bien conforme à l'exigence ID2.1.3 (> à 4,5m)

Question 2

$$C1P = \sqrt{(Xp - Xc1)^2 + (Yp - Yc1)^2 + (Zp - Zc1)^2}$$

Question 3

$$\alpha \text{ azimut} = \sin^{-1} \frac{Yp - Yc1}{\sqrt{(Xp - Xc1)^2 + (Yp - Yc1)^2}} = \tan^{-1} \frac{Yp - Yc1}{Xp - Xc1} = \cos^{-1} \frac{Xp - Xc1}{\sqrt{(Xp - Xc1)^2 + (Yp - Yc1)^2}}$$

$$\alpha \text{ élévation} = -\cos^{-1} \frac{Xp - Xc1}{\sqrt{(Xp - Xc1)^2 + (Zp - Zc1)^2}} = -\tan^{-1} \frac{Zc1 - Zp}{Xp - Xc1} = -\sin^{-1} \frac{Zp - Zc1}{\sqrt{(Xp - Xc1)^2 + (Zp - Zc1)^2}}$$

Question 4

| Position du capteur N°1 : | | | | $X_{C1} = 0.5\text{m} ; Y_{C1} = 0.5\text{m} ; Z_{C1} = 3.6\text{m}$ | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--|-------------------------|----------------------------|
| Point | X_P (m) | Y_P (m) | Z_P (m) | Distance C1P (m) | Angle azimut (degré) | Angle élévation (degré) |
| P1 | 1 | 0 | 0 | 3.67 m | -45 ° | -82.1 ° |
| P2 | 4,5 | 0 | 0 | 5.40 m | -7.2 ° | -42 ° |
| P3 | 4,5 | 2 | 0 | 5.59 m | 20.6 ° | -42 ° |
| P4 | 1 | 2 | 0 | 3.93 m | 71.6 ° | -82.1 ° |

Question 5

| Distances et angles moyens en fonction de la position du capteur | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Capteur | X_{Cx} (m) | Y_{Cx} (m) | Z_{Cx} (m) | Distance CxPx Moyenne (m) | Angle azimut Moyen (degré) | Angle élévation Moyen (degré) |
| C1 | 0,5 | 0,5 | 3,6 | 4.65m | 10 | -62.04° |
| C2 | 0,5 | 1,5 | 3,6 | 4,65 | 10 | -62,04 |
| C3 | 0,5 | 0,5 | 1,8 | 3,35 | -10 | -49,35 |
| C4 | 0,5 | 1,5 | 1,8 | 3,35 | 10 | -49.35 |
| C5 | -0,5 | 0,5 | 3,6 | 5,16 | -9,4 | -51,57 |
| C6 | -0,5 | 1,5 | 3,6 | 5,16 | 9,4 | -51,57 |
| C7 | -0,5 | 0,52 | 1,8 | 4,01 | -9,4 | -35 |
| C8 | -0,5 | 1,5 | 1,8 | 4,01 | 9,4 | -35 |
| Choix des valeurs d'azimut et d'élévation (moyenne des valeurs) | | | | | 2,5 | -49.5 |

Question 6

D'après l'abaque de la doc constructeur « Beam Angle » :

En azimut, à + ou - 10° on a -2dB d'atténuation

En élévation, à -35° (axe du capteur supérieur) on a 0db d'atténuation et à -63° (axe du capteur inférieur -8°) on a -2db également. Donc la disposition des capteurs assure bien l'exigence d'atténuation maximum.

Question 7

Calcul de M : $M = FCLKOUT/FCLKIN = 48/12 = 4$

Calcul de P : $P = 2$

$$FCCO = FCLKOUT * 2^2 = 192 \text{ MHz}$$

(Seule solution pour respecter $156 \text{ MHz} < FCCO < 230 \text{ MHz}$)

Question 8

| | b15 | b14 | b13 | b12 | b11 | b10 | b9 | b8 | b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| IOCON_PIO1_9 | x | x | x | x | x | 0 | x | x | x | x | x | x | x | 0 | 0 | 1 |
| TMR16B1MCR | x | x | x | x | x | x | x | 0 | 1 | 0 | x | x | x | x | x | x |
| TMR16B1PWMC | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | 1 |

IOCON_PIO1_9 : b10 = 0 → Sortie GPIO standard (pas de drain ouvert)
 b2 .. b0 = 0x01 → Sortie associée au « match » du compteur

TMR16B1MCR : b6 = 0 → gestion PWM matérielle : pas d'interruption
 b7 = 1 → reset MR2 sur « match » : fixe la période PWM
 b8 = 0 → comptage cyclique : pas d'arrêt du compteur

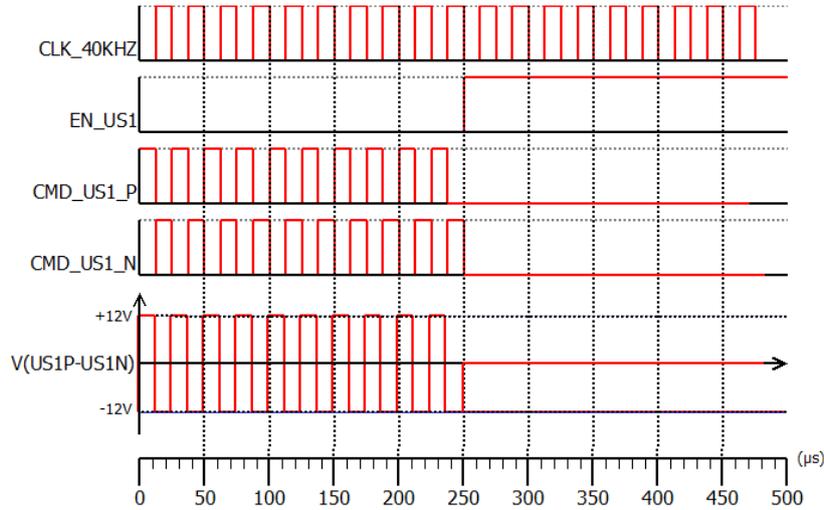
TMR16B1PWMC : b0 = 1 → signal PWM sur la sortie CT16B1_MAT0

| | b15 ... b0 (hexadécimal) |
|-------------------|--------------------------|
| TMR16B1MR2 | 0x4B0 |
| TMR16B1MR0 | 0x258 |

TMR16B1MR2 : fixe la période du signal : signal PWM sur la sortie CT16B1_MAT0 ($48000 / 40 = 1200$ soit 0x4B0 en hexadécimal)

TMR16B1MR0 : fixe la durée de l'état haut du signal PWM : signal carré donc : $0x4B0 / 2 = 0x258$.

Question 9



Question 10

Le circuit LV8548 permet de doubler l’amplitude du signal à destination du transducteur. Ainsi la distance de détection est optimisée. Cette tension reste néanmoins inférieure à la tension maximale admissible par le composant (28V cac).

La fréquence générée correspond bien à la fréquence préconisée par le constructeur (40 kHz).

Question 11

$$S_B = 10 \cdot \log \left(\frac{(V_{eff\ 40KHz})^2}{(\sqrt{V_{eff\ 50Hz}^2 + V_{eff\ 850kHz}^2 + V_{eff\ 48MHz}^2})^2} \right) \quad AN : S_B = 7.6\ dB$$

Question 12

$$V1 = \frac{ZC + R48}{ZC} * (VUS1_P * \frac{R55}{R55 + ZB} - VUS1_N * \frac{R48}{ZC + R48})$$

Avec $ZC=ZD = (\frac{1}{jC\omega} + R)$

$R55 = R48 = 100R$

$R50 = R53 = R$

$$V1 = 100 * \frac{jRC\omega}{1+jRC\omega} (VUS1_P - VUS1_N) + 6$$

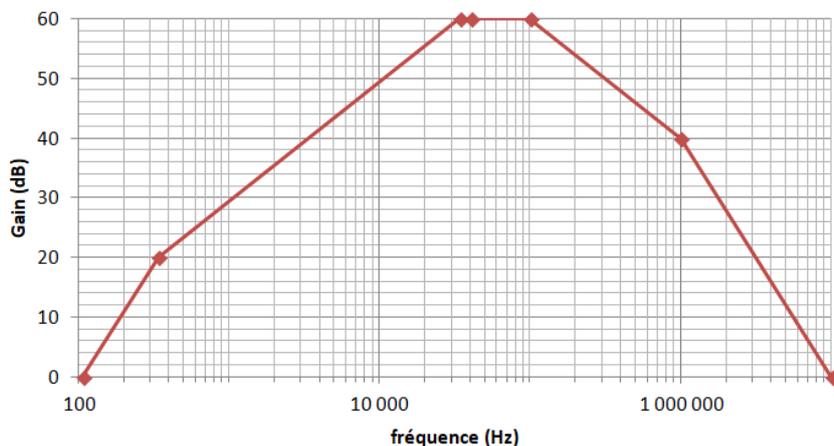
Avec $C = 1nF$ et $R = 4.7k\Omega$ **A1 = 100, passe haut, Fc = 33,8 kHz**

Question 13

Le produit gain bande minimum des amplificateurs utilisés est de 10MHz, le premier étage a une amplification de 100, tandis que le deuxième, une amplification de 10, donc :

f_{CH1} = 100 kHz et f_{CH2} = 1MHz

Un seul étage d’amplification égale à 1000 ne peut être utilisé car dans ce cas la fréquence de coupure due à la limitation de la bande passante serait de 10 KHz (inférieure à la fréquence du signal utile 40 KHz).



Question 14

| | | | | |
|---|--------|-----|-------|-------|
| Fréquence (Hz) | 50 | 40k | 850k | 48M |
| Gain (dB) | -13 | 60 | 41 | -27 |
| Veff (V) | 0.0009 | 10 | 0.045 | 53e-6 |
| $S_B = 10 \cdot \log \left(\frac{(V_{eff} 40KHz)^2}{(\sqrt{V_{eff} 50Hz^2 + V_{eff} 850kHz^2 + V_{eff} 48MHz^2})^2} \right) \quad AN: S_B = 47 \text{ dB}$ | | | | |

Le rapport signal sur bruit a été nettement amélioré. Le signal noyé dans le bruit en entrée est exploitable en sortie de la structure.

Partie B – TRAITEMENT LOGICIEL DU SIGNAL**Question 15**

Le signal d'entrée ne comporte que 2 harmoniques (harmoniques paires nulles) à 40KHz et à 120KHz dans sa bande passante.

L'échantillonnage implique une duplication des harmoniques autour de la fréquence f_e . On se retrouve donc avec de nouvelles harmoniques à 120kHz, 200kHz, 240kHz, 280kHz, et 360kHz.

On ne s'intéressera qu'au fondamental, cette harmonique n'est pas modifiée. D'autre part l'harmonique de rang 2 reste nulle, ce qui facilitera le filtrage. Il n'est donc pas nécessaire d'échantillonner à une fréquence plus haute.

Question 16

AD0CR = 0x5003 donc la fréquence d'horloge du convertisseur est de **4,5MHz** (CLKDIV = 1). On est en mode « Burst » avec 9 coups d'horloge pour la conversion (soit 8 bits). La durée de conversion est donc de $9 \cdot 0.22\mu s$ soit **2μs**.

La période d'échantillonnage est de $1/240kHz$ soit **4.16μs donc compatible avec la durée de conversion**.

Question 17

La distance maxi de détection est fixée à 5m. Le signal parcourt donc 10 m. La durée du signal à échantillonner est de :

$$d = \frac{10}{340} + 0.0025 = 31,9 \text{ ms}$$

La conversion s'effectue sur un octet à une fréquence de 240 kHz. Le nombre d'octet à mémoriser est donc de $N = 31,9 \cdot 240000 = 7658$ Octets soit : 7,4kO

La taille totale étant de 16 kO, on occupe moins de 50 % de la mémoire totale.

Question 18

$$\omega_{ac} = 2.240k \cdot \tan \left(\frac{\pi \cdot 40k}{240k} \right) = 277128 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{ah} = 2.240k \cdot \tan \left(\frac{\pi \cdot 41k}{240k} \right) = 285570 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{ab} = 2.240k \cdot \tan \left(\frac{\pi \cdot 39k}{240k} \right) = 268813 \text{ rad/s}$$

Question 19

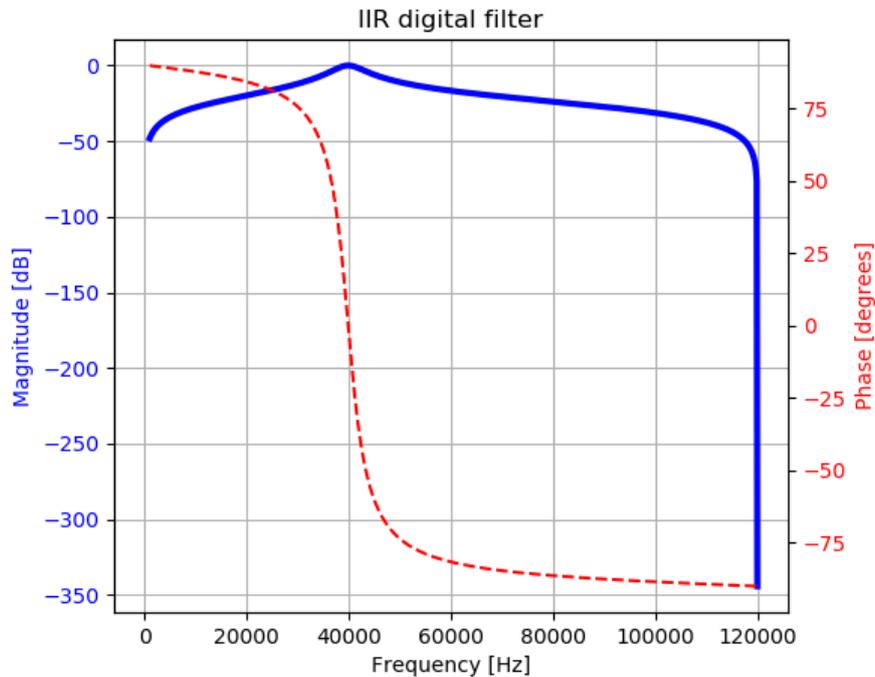
Par transformation des prototypes, on obtient :

$$H(s) = \frac{2,8628 \text{ s} \cdot W}{s^2 + 2,8628 \text{ s} \cdot W + \omega a 0^2} = \frac{47623 \text{ s}}{s^2 + 47623 \text{ s} + 76.8 \cdot 10^9}$$

Question 20

On applique la transformation bilinéaire au filtre analogique déterminé précédemment :

$$H(Z) = \frac{47623 (z - 1)(z + 1)}{2 \cdot f_e (z - 1)^2 + 47623(z^2 - 1) + 160000(z + 1)^2}$$
$$H(Z) = \frac{0,069257 (z^2 - 1)}{z^2 - 0,9367425 z + 0,861485}$$
$$H(Z) = \frac{0,069257 - 0,069257 z^{-2}}{1 - 0,9367425 z^{-1} + 0,861485 z^{-2}}$$



Question 21

Si on veut une précision maximum sur 8 bits, on choisit un Lsb égal à 2^{-11} . Ce qui donne une constante :

$$\frac{0,069}{2^{-11}} = 141,312 \quad \text{soit } a_0 = a_1 = 141$$

$$\text{Num}[i] = 141 - 141 * \text{TabEch}[i-2];$$

Num[i] est codé sur 16 bits avec un Lsb de poids 2^{-11}

Question 22

```
//  
// Cette fonction assure le calcul du signal d'autocorrélation sur une fenêtre du  
// signal échantillonné :  
//  
// PE : DebutF      : Indice du début de la fenêtre [0 .. 7680]  
//   TailleF      : Taille de la fenêtre pour le calcul [100 ..580]  
//   Moy         : Moyenne du signal échantillonné [-128 .. 127]  
//   Ech[]       : Tableau du signal échantillonné filtré  
//               (la valeur des échantillons est compris dans l'intervalle [-128 .. 127])  
//  
// PS : ValAutoCorr : Valeur du signal d'autocorrélation sur la fenêtre  
  
Pour(n=DebutF ; n != (DebutF+TailleF) ; n++)  
    ValAutoCorr = ValAutoCorr + (Ech[n] - Moy)*(Ech[n-DebutF] - Moy);  
Fin pour
```

Question 23

$$E = \sum_{i=0}^n |X(i)|^2$$

Le signal échantillonné est codé sur 8 bits, la mise au carré entraîne un codage sur 16 bits. La sommation sur 100 échantillons augmente la taille de 7 bits dans le cas le plus défavorable, **soit 23 bits au maximum**.

Question 24

Le signal d'autocorrélation permet de mesurer la distance de l'objet détecté (on voit que le maximum de la valeur correspond au début de la réception d'un écho). Le calcul d'énergie du signal permet de ne pas prendre en compte les échos parasites (l'énergie des échos indésirables est beaucoup plus faible).

Partie C – CONFIGURATION ET COMMUNICATION

Question 25

$$T_Q = \frac{1}{48MHz/(BRP)} = 1.33 \mu s \quad \text{avec } BRP = 64 (*)$$

$$T_{SEG1} = 5 \quad T_{SEG2} = 5$$

$$N_{BT} = (SYNC_{SEG} + PROP_{SEG} + T_{SEG1} + T_{SEG2}) \cdot T_Q = 20\mu s (*)$$

(*) il faut ajouter 1 à la valeur des bits du registre comme indiqué dans la documentation du constructeur fournie en annexe.

La vitesse de transmission brute est donc de **50 kBits.s⁻¹**

Question 26

L'identificateur de la trame de requête correspondant au capteur N°233 est :

$$0x100+0xE9 = \mathbf{0x1E9}$$

Il ne faut accepter que ce message donc :

$$CANIF1_MSK2_{[12..0]} = \mathbf{0b1\ 1111\ 1111\ 11xx}$$

$$CANIF1_ARB2_{[12..0]} = \mathbf{0b0\ 0111\ 1010\ 01xx}$$

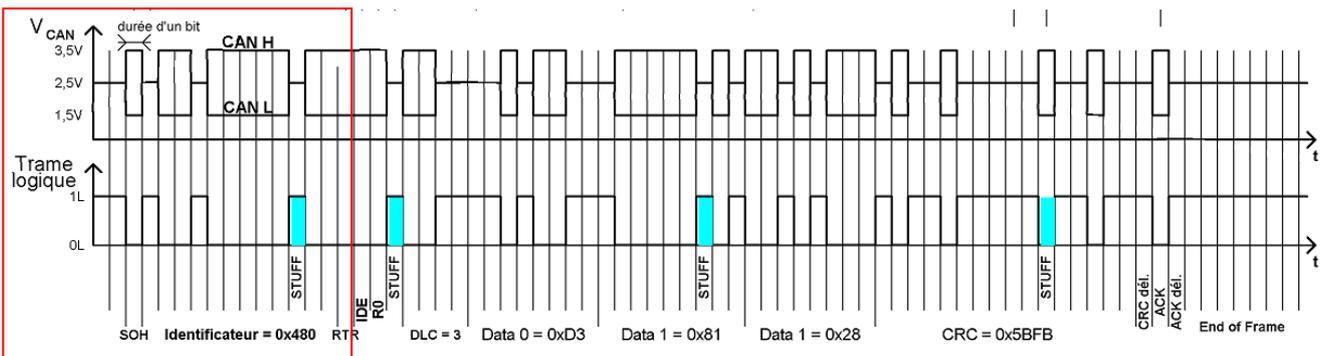
CANIF1_ARB2 : contient l'identificateur en binaire du message à accepter.

CANIF1_MSK2 : contient le masque des bits à prendre en compte. 1 seul identificateur doit être accepté, donc tous les bits doivent être à 1.

NB : dans le cas d'un identificateur standard, les 2 bits de poids le plus faible sont non significatifs comme précisé dans la documentation du constructeur.

Question 27

Le décodage de la trame après détection des « stuffing bit » donne le résultat suivant :



Le numéro du capteur émetteur de la trame est indiqué par l'identificateur : $0x480 - 0x400 = 0x80$ soit le capteur N° 128.

L'état du capteur est donné par le bit7 de l'octet de donnée 1 : la place est occupée.

Le type de place est donné par les bits 6 à 0 de l'octet de donnée 1 : la place est une place générique (vert).

La distance mesurée est indiquée par la valeur de l'octet 2 : $0x28 = 40$ donc la distance est de $40 * 2,5 = 100 \text{ cm}$.

Question 28

Le capteur N°48 est une place « handicapé » (couleur bleu). Elle est inoccupée. On a donc:

$$ID = \mathbf{0x430}, \text{ Data 0} = \mathbf{0xD3}, \text{ Data 1} = \mathbf{0x02}, \text{ Data 3} = \mathbf{0xBC} \quad (d = 470/2,5)$$

Question 29

Durée d'une trame de requête d'état capteur (2 octets de données) : $60 \text{ bits} * 20 \mu\text{s} = 1.2\text{ms}$

Durée d'une trame de réponse d'état capteur (3 octets de données) : $68 \text{ bits} * 20 \mu\text{s} = 1.36\text{ms}$

On a 300 capteurs, la durée complète minimum d'interrogation des capteur est donc de $(1.2\text{ms} + 1.36\text{ms}) * 300 = 768\text{ms}$. Cette durée est compatible avec une visualisation en temps réel de l'état d'occupation du parking par le superviseur (plus d'1 rafraichissement par seconde).

Partie D – ALIMENTATION DES ÉQUIPEMENTS

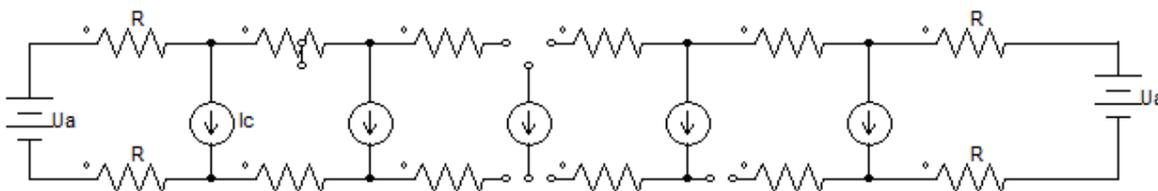
Question 30

Nb_capt=300, $P_{\text{captmax}} = 2.5\text{W}$, $N_{\text{baff}} = 6$, $P_{\text{affmax}} = 25\text{W}$, $P_{\text{captmoy}} = 1\text{W}$, $P_{\text{affmoy}} = 12\text{W}$
 $U_a = 70\text{V}$,

$$I_{\text{captmax}} = \frac{P_{\text{captmax}}}{70} = 0.036\text{A}, \quad I_{\text{captmoy}} = \frac{P_{\text{captmoy}}}{70} = 0.014\text{A}$$

$$I_{\text{affmax}} = \frac{P_{\text{affmax}}}{70} = 0.357\text{A}, \quad I_{\text{affmoy}} = \frac{P_{\text{affmoy}}}{70} = 0.171\text{A}$$

Question 31



R_c résistance d'un fil du bus CAN

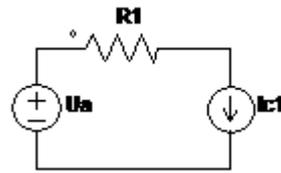
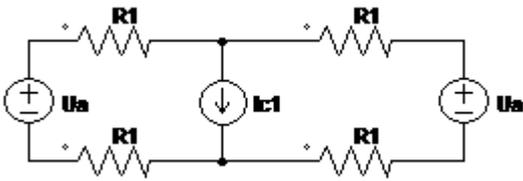
$R = R_c / N_{\text{bcapt}} + 1$, I_c courant consommé par un capteur

Question 32

Approximation

Toutes les charges sont en milieux de câble

Schéma simplifié



$$R1 = R_c / 2,$$

I_{c1} : courant consommé par les N capteurs

Dans le système réel, le courant sera plus faible sur la plus grande partie du conducteur => La chute de tension est exagérée

Question 33

Résistance linéique R_m

Doc technique $16.5 \Omega / 1000ft$

câble RS'485 1000ft = 304,8m

Resistance sans correction de tpt

$$R_m = \frac{16.5}{304} = 0.054 \text{ soit pour } 300m \text{ } 16.2 \Omega$$

Avec correction de la tpt a $40^\circ C$ on a $17,56 \Omega$

$$R_{cm} = R_m (1 + k\theta(\theta_{max} - \theta_a)) = 0.059 \Omega/m$$

$$R_c = R_{cm} * L_{max} = 17.63 \Omega$$

Calcul des chutes de tension

$$V_0 := 72$$

Les capteurs sont répartis équitablement sur les quatre lignes :

Courant moyen par ligne de capteur

$$I_{moyc} = \frac{N_{b_{capt}}}{4} * I_{captmoy} = 1.071A$$

Pour les afficheurs, il y a deux lignes

$$I_{moyaff} = \frac{N_{b_{aff}}}{2} * I_{aff} = 0.514A$$

Calcul de la tension au point le plus contraignant (milieu du bus)

Capteur

$$V_{cmoy} = V_0 - \frac{R_c}{2} * I_{moyc} = 62.59V$$

Afficheur

$$V_{amoy} = V_0 - \frac{R_c}{2} * I_{moyaff} = 67.48V$$

$62 > 60V$ et $67 > 60V$ ok

Question 34

Pertes joules et rendement

$$P_{JT} = 4 * \frac{R_c}{2} * I_{moyc}^2 + 2 * \frac{R_c}{2} * I_{moyaff}^2 = 44.97W$$

Puissance demandée

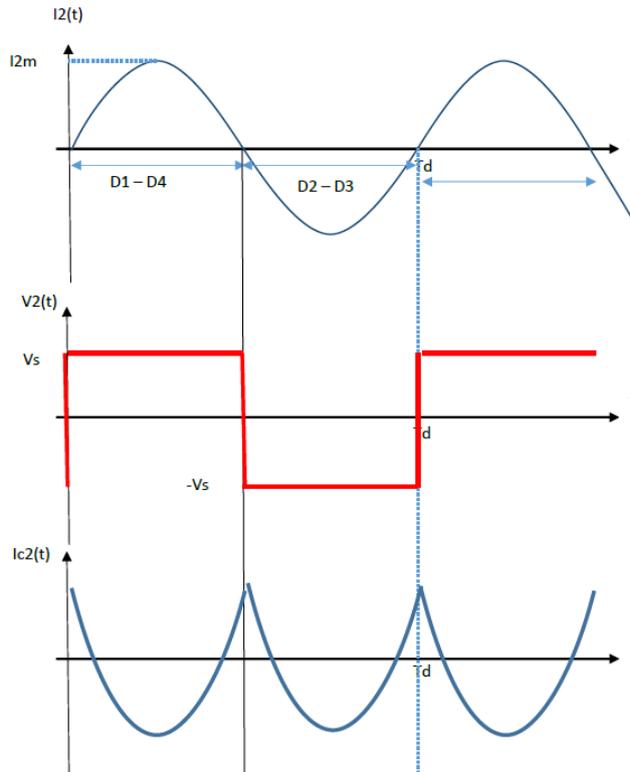
$$P_t = Nb_{capt} * I_{captmoy} * V_{cmoy} + Nb_{aff} * I_{affmoy} * V_{amoy} + P_{JT} = 382.7W$$

$$\eta = \frac{P_t - P_{JT}}{P_t} = 0.882$$

Il y a davantage de pertes dans les câbles que dans l'alimentation donc le système n'est pas optimisé du point de vue énergétique. Cependant le fait d'avoir deux paires en parallèle et d'alimenter le câble des deux côtés permet une alimentation correcte des capteurs.

Question 35

Redresseur de courant :



$I_s = 13.3A$

$$I_{2eff} = \pi * \frac{I_s}{2 * \sqrt{2}} = 14.773A \quad I_{2m} = I_{2eff} * \sqrt{2}$$

Question 36

Le courant I_s étant considéré comme continu, le courant dans le condensateur est donc composé des harmoniques de $n=1$ à l'infini

1° harmonique, $n=1$

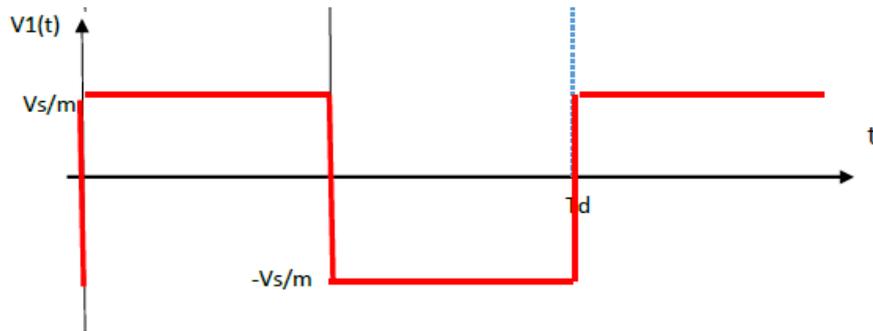
$$I_{c1}(t) = 4 * \frac{I_{max}}{3 * \pi} * \cos(2 * \omega * t)$$

Approximation du premier harmonique

$\Delta V_s = Z_{c2} * 2 * I_{c2max}$:

$$I_{c2max} = \frac{4 * I_{2m}}{3 * \pi} = 8.87A \quad Z_{c2} = V_s * \frac{0.05}{2 * I_{c2max}} = 0.203\Omega \quad C_2 = \frac{1}{Z_{c2} * \omega r} = 7.84 * 10^{-6}$$

Question 37



Fondamental de \$V_1(t)\$

$$V_{1f}(t) = \frac{4 * V_s}{\pi * m} * \sin(\omega * t) \quad V_{1feff} = \frac{4 * V_s}{\pi * m * \sqrt{2}} = 225V$$

Résistance ramenée au primaire

$$R = \frac{8}{\pi^2 * m^2} * \frac{V_s}{I_s} = 52.9\Omega$$

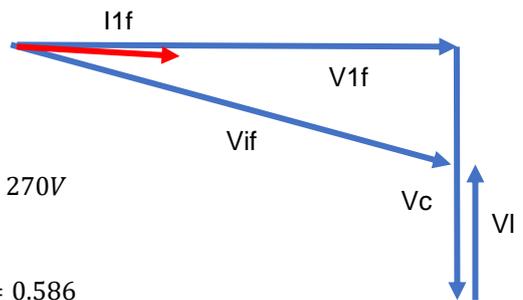
Question 38

$$\vec{v}_{if} = \vec{v}_{1f} + \vec{v}_c + \vec{v}_l$$

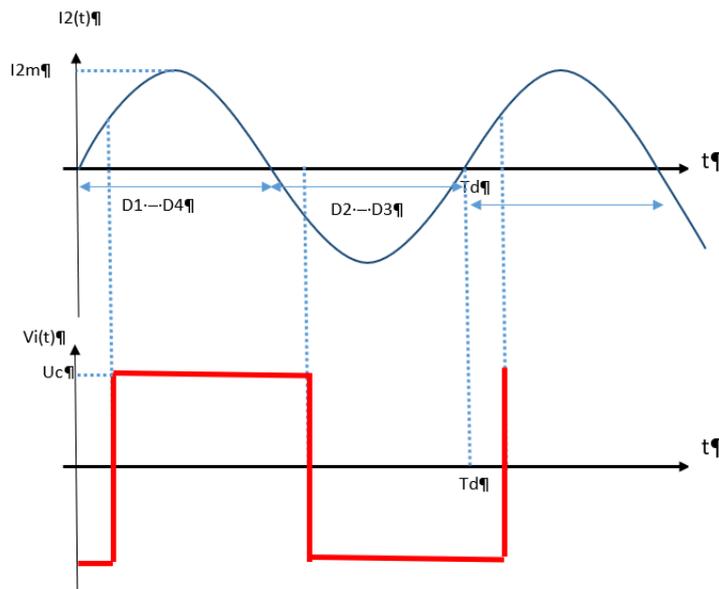
Fondamental de \$V_i(t)\$

$$V_{ifeff} = 4 * \frac{U_c}{\pi * \sqrt{2}} = 270V$$

$$\theta = \arccos\left(\frac{V_{1feff}}{V_{ifeff}}\right) = 0.586$$



$$\theta = \arccos$$



Impédance du circuit LC au point nominal

$$Z_{lc} = \frac{\sqrt{V_{1eff} f^2 - V_{1eff} f^2}}{I_{1eff}} = 35.1 \Omega$$

Soit une fréquence de découpage

$$C_a = 60 * 10^{-9} F \quad L_a = 42 * 10^{-6} H$$

Equation du second ordre : determinant

$$a = 1 \quad b = -Z_{lc} * \sqrt{\frac{C_a}{L_a}} = -1.326 \quad c = 1$$

$$D = b^2 - 4 * a * c = 5.759$$

$$X1 = \frac{(-b - \sqrt{D})}{2a} = 0.537 \quad X2 = -1.863 \quad f_d = x1 * f_r = 53.67 \text{ kHz}$$

Soit 53,7 kHz

Question 39

Les commutations donnent lieu à des pertes et a des di(t)/dt

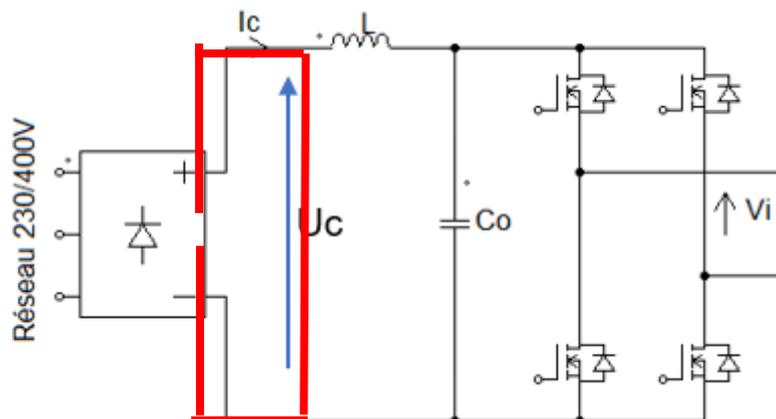
Les semi-conducteurs sont constitués par une diode et un transistor en anti parallèle.

Le courant étant en avance sur la tension seule

- L'amorçage du transistor engendre des pertes
- Le blocage de la diode engendre des pertes par commutation.
- Le blocage de l'interrupteur (amorçage de la diode) se font a courant nul.

L'amorçage de l'interrupteur est source de pertes et de di(t)/dt.

Question 40

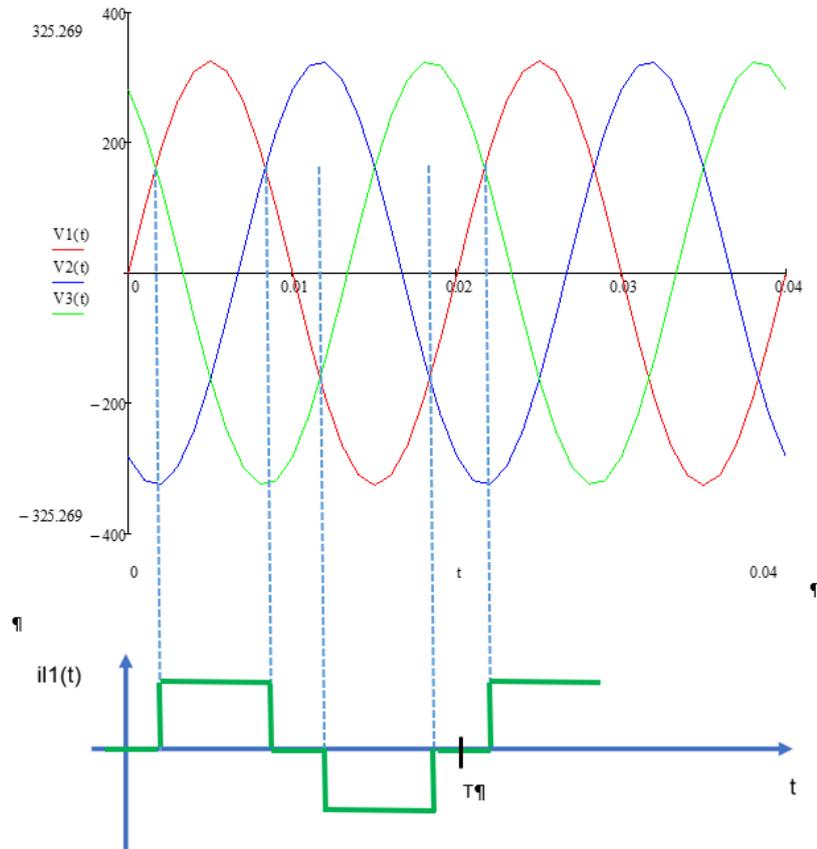


Fréquence équivalente

$$\frac{IM}{0.8 * tm} = \frac{Im}{2 * \pi * feq}$$

$$tm = 20 * 10^{-9} \quad feq = \frac{0.8}{2 * \pi * tm} = 6.37 * 10^6$$

Question 41



$$I_{eff} = \sqrt{\frac{2}{3}} * I_c \quad I_{1eff} = \frac{2 * \sqrt{3} * I_c}{\pi * \sqrt{2}} = 2.495 \quad Thd = \frac{\sqrt{I_{eff}^2 - I_{1eff}^2}}{I_{1eff}} = 0.311$$

Harmoniques 5, 7, 11, 13...

Question 42

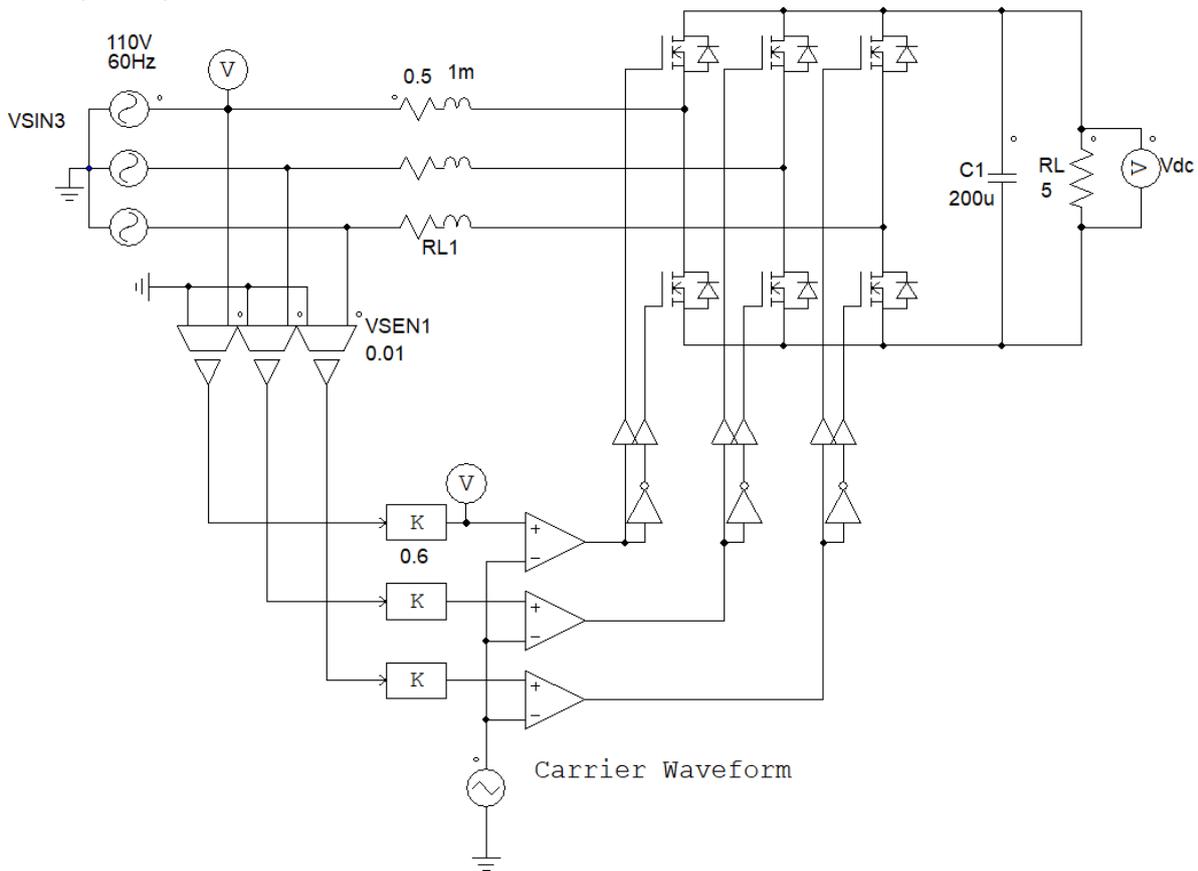
$$F_p = 3 * V_{seff} * I_{1eff} / 3 * V_{seff} * I_{eff} = I_{1eff} / I_{eff} = 0.955$$

Même chose sur le document constructeur si le courant diminue, il n'est plus continu. Il est possible de passer en conduction discontinu. Le rapport I_{1eff}/I_{eff} diminue et donc le facteur de puissance diminue

Question 43

Le rôle de PFC est de faire que le courant en ligne soit sinusoïdal et en phase avec la tension.

Structure pont triphasé a transistor



Partie E – SYNTHÈSE

Question 44

| | |
|--|---|
| ID2.1 "détection des véhicules" | |
| ID2.1.1 "Dimension de la place" | <ul style="list-style-type: none"> - L'inclinaison des 2 capteurs, ainsi que leurs caractéristiques permettent une détection sur la totalité de la place de parking avec une marge de positionnement possible. - Le traitement analogique assure une amélioration du rapport signal sur bruit - Le traitement numérique permet de s'affranchir des faux signaux (écho des autres capteurs) grâce au signal d'autocorrélation et du calcul de l'énergie du signal reçu. |
| ID2.1.2 "Positionnement du capteur" | |
| ID2.1.3 "Distance de détection" | |
| ID2.2 "communication" | |
| <ul style="list-style-type: none"> - La vitesse du bus CAN ainsi que la nature des trames échangées autorise la configuration des capteurs ainsi que la visualisation en temps réel de l'occupation du parking. | |
| ID2.3 « Alimenter les équipements » | |
| ID2.3.1 « Alimenter les capteurs » | <ul style="list-style-type: none"> - Le choix des câbles et de l'alimentation permet bien d'alimenter les 300 capteurs est les 6 afficheurs avec une chute de tension raisonnable et un rendement moyen. - Les perturbations électromagnétiques sont limitées par l'utilisation d'une alimentation à découpage à résonance |
| ID2.3.2 « Alimenter les afficheurs » | |
| ID2.3.3 "Équipements à alimenter" | |

D. Commentaires du jury

Le jury rappelle qu'il attend des candidats des compétences transversales permettant de traiter les problèmes dans les domaines assez larges allant de l'énergie aux systèmes d'information. De nombreux candidats ne traitent que partiellement le sujet, se concentrant uniquement sur la ou les parties correspondant à un champ étroit de spécialité. La partie D traitant de l'alimentation du système et plus particulièrement de l'électronique de puissance a été négligé par un grand nombre de candidats.

D'une manière générale, le jury conseille aux candidats de veiller à la qualité de présentation des résultats. Les points essentiels sont :

- la lisibilité de l'écriture ;
- l'identification des parties et des questions ;
- lorsque le document réponse est utilisé, l'indication claire de la question traitée, les justifications et le renvoi au document réponse ;
- dans le cas où le sujet n'aurait pas été traité de manière linéaire, le respect de l'enchaînement des questions et le découpage par parties proposé en laissant si nécessaire des pages vierges ;

Il convient également :

- de porter une attention aux ordres de grandeur, aux unités et d'une manière générale à la cohérence des réponses et de ne pas encadrer des résultats manifestement faux ;
- de réaliser des analyses critiques pour les questions de synthèse. Le jury attend que les candidats s'appuient sur les questionnements du sujet, les documents techniques et sur leurs connaissances/expériences personnelles pour les synthétiser et les mettre en perspective.

Le jury conseille aux candidats d'analyser la globalité du sujet et ses différentes parties qui sont généralement indépendantes. Il est également recommandé de bien lire chaque question, ainsi que les figures ou les documents ressources qui leur sont liées.

PARTIE A : Cette partie traite de la validation du nombre et de la disposition des capteurs, de leur commande, ainsi que de l'extraction du signal utile noyé dans le bruit. Si la partie traitant de l'orientation des capteurs a été bien traité par la majorité des candidats, la chaîne d'acquisition et de traitement analogique du signal a posé des difficultés à beaucoup de candidats. La méconnaissance des formules de base (calcul du rapport signal sur bruit par exemple) et des difficultés d'utilisation de l'outil mathématique pour la résolution des filtres ont porté préjudice à de nombreux candidats.

Q1 à Q5 : Ces questions ont été globalement bien traité par la majorité des candidats. Les formules trigonométriques de bases sont bien maîtrisées.

Q6 : Les justifications sont trop souvent approximatives et ne s'appuie pas assez sur la documentation du constructeur du capteur et les inclinaisons retenues.

Q7 : La question a été traitée correctement par la plupart des candidats. Cependant certains d'entre eux proposent des valeurs décimales ou négatives alors que les valeurs de P et M correspondent à des valeurs de registre de configuration du microcontrôleur (comme indiquée à la figure 7 : PSEL et MSEL) donc forcément entière et positive.

Q8 : Les candidats ont eu beaucoup de difficulté à analyser et comprendre les informations issues de la documentation du constructeur pour la configuration du « timer » en mode « PWM ». Quelques candidats ont cependant réussi à déterminer l'ensemble des valeurs de ces registres.

Q9 : Une petite moitié des candidats a réussi à tracer ces chronogrammes. Parfois les signaux étaient inversés par rapport à l'état du signal EN_US1, ce qui est dommage. Beaucoup trop de candidats ne sont pas arrivés à analyser le schéma structurel (2 portes NOR) ainsi que la table de vérité du circuit LV8548.

Q10 : Un grand nombre de candidat se contente de valider la fréquence de 40Khz et oublie la vérification de l'amplitude de la tension, pourtant limitée par le constructeur (risque de destruction du capteur).

Q11 : Presque aucun candidat ne connaît la formule du rapport Signal/Bruit et ne peuvent donc déterminer le très mauvais rapport signal sur bruit en entrée de la structure. Cette formule est pourtant importante pour caractériser une chaîne d'information.

Q12 : Une petite minorité des candidats est arrivé à exprimer la fonction de transfert sans erreur. La mise en équation, puis l'expression de la tension de sortie en fonction de la tension différentielle d'entrée pose de grosses difficultés. L'outil mathématique correspondant n'est pas suffisamment maîtrisé par la majorité des candidats.

La nature « passe haut » du filtre pouvait être mise en évidence rapidement de manière qualitative, de trop nombreuses erreurs ont pu être constatées à ce sujet.

Certains candidats ne tiennent pas compte des capacités et se contentent de calculer la fonction de transfert d'un soustracteur.

Le décalage de la tension de référence à 6V (alimentation non symétrique) n'a pas été vue par la plupart des candidats ayant traité cette question.

Q13 : La notion de produit gain bande pour un AOP est insuffisamment connue. Aucun candidat n'a réussi à compléter correctement le diagramme de Bode demandé. Certains tracés étaient totalement incohérents (gain infini aux hautes fréquences ...). Il est rappelé aux candidats de ne pas faire figurer des résultats manifestement faux.

Q14 : La question de synthèse n'a été malheureusement traitée que par très peu de candidats, suite à l'impossibilité de répondre aux questions précédentes.

PARTIE B : Cette partie concerne la conversion analogique numérique du signal ainsi que son traitement logiciel afin d'assurer la détection d'un véhicule, tout en s'affranchissant des échos indésirables. Dans l'ensemble, les notions de traitements numériques du signal ne sont pas assez maîtrisées par les candidats, alors que ces techniques sont de plus en plus utilisées. La synthèse du filtre numérique n'a pu être réalisée que par trop peu de candidats alors que la démarche était expliquée. Il faut que les candidats travaillent à l'avenir ces techniques.

Q15 : Trop de candidats ne connaissent pas les principes de l'échantillonnage et du repliement de spectre : notion fondamentale en traitement du signal. La majorité des candidats s'est contentée de vérifier le théorème de Shannon appliqué à un signal sinusoïdal de 40kHz, alors qu'il était bien précisé que le signal d'entrée était carré.

Q16 : Beaucoup trop d'erreur ont été constaté lors du décodage du mot de 32 bits du registre de configuration du CAN intégré au microcontrôleur. Ce qui a entraîné l'impossibilité de déterminer la fréquence de cadencement, le nombre de bits utilisé pour la conversion et par conséquent la durée de conversion.

Q17 : Les candidats ayant traité cette question l'on bien réussi dans l'ensemble.

Q18 et Q19 : il s'agissait d'appliquer les formules données dans le tableau figure 12. Beaucoup d'erreurs sont dues à l'absence de lecture de ce tableau ou à l'incompréhension des formules données. Peu de candidats ont réussi à trouver l'équation de $H(s)$ alors que la démarche et les formules étaient proposées

Q20 : Seuls quelques candidats ont réussi à mener à bien la transformation bilinéaire avec la formule indiquée. Des difficultés dans la maîtrise de l'outil mathématique ont conduit à de nombreuses erreurs de calcul.

Q21 : Très peu de candidats ont réussi à déterminer la valeur de la constante en notation à virgule fixe. L'algorithme de codage du filtre numérique a été également très peu abordé. Il faut souligner que le filtrage numérique est de nos jours très utilisé dans les systèmes de traitement de l'information, et que ces notions doivent être connues des candidats.

Q22 : Peu de candidats réussissent à passer de la formule mathématique du calcul de l'autocorrélation à un algorithme utilisant les paramètres d'entrée et de sortie de la fonction. Il est dommage de constater que la programmation algorithmique n'est pas assez maîtrisée.

Q23 : Un grand nombre de candidats ne connaît pas la formule du calcul de l'énergie d'un signal échantillonné. La détermination de la taille du résultat du calcul n'a pu être menée à bien. Cette vérification est importante lors de l'utilisation de microcontrôleur où la taille mémoire est limitée.

Q24 : Cette question de synthèse n'a été traitée que par quelques candidats. Peu d'entre eux ont compris le rôle de la valeur d'autocorrélation pour déterminer la présence d'un véhicule et de l'énergie pour discriminer les échos non significatifs. Cette question pouvait pourtant être traitée uniquement avec la figure 13, sans avoir besoin de réussir les questions précédentes.

PARTIE C : Cette partie permettait de s'assurer que le réseau de terrain permet bien la communication avec les détecteurs et un fonctionnement en temps réel du superviseur. Beaucoup trop de candidats ne maîtrisent pas le fonctionnement du bus CAN et ont du mal à décoder les trames de communication. L'interprétation des diagrammes de séquence SysML est parfois trop approximative.

Q25 : Le calcul du « time quantum » est rarement conforme à celui attendu. Les candidats ont du mal à analyser le rôle des bits de configuration du registre CANBT et notamment la partie « BRP ». Aucun candidat n'a vu qu'il fallait ajouter 1 aux valeurs issues du registre pour déterminer les valeurs des différents segments du « nominal bit time » et du BRP. Il faut lire attentivement l'intégralité des documentations données.

Q26 : Peu de candidats réussissent à déterminer les valeurs des registres de masque et d'arbitrage. Le principe de fonctionnement de l'acceptation des trames CAN est insuffisamment connu.

Q27 : Le décodage des 11 bits de l'identificateur pose problème à de nombreux candidats et ce malgré la documentation fournie en annexe. Les « stuffing bit » sont souvent ignorés conduisant à une erreur de décodage.

L'exploitation de la charge utile est bien souvent incomplète alors que toutes les informations nécessaires à leur interprétation figuraient dans le tableau précédent la question.

Q28 : L'identificateur n'a été trouvé que par de rares candidats. Beaucoup d'erreurs sont dues à l'addition de la valeur hexadécimale de l'identificateur avec la valeur décimale du capteur, sans faire la conversion de l'une ou l'autre dans la même base.

Le calcul des données de la charge utile a été correctement déduite pour les candidats ayant traité cette question.

Q29 : Quelques candidats ont réussi à calculer les durées des trames afin de s'assurer du fonctionnement en temps réel de la supervision. Le calcul du nombre de bit des trames n'a pas été correctement réalisé malgré la décomposition de la trame fournie en annexe et la description des charges utiles dans l'analyse SysML.

PARTIE D : La partie D a pour objectif, sur les premières questions, de s'assurer d'une alimentation correcte des capteurs et des afficheurs et à chercher le rendement global de l'installation. La suite s'intéressait à l'alimentation à découpage elle-même avec un focus sur les perturbations harmonique ou RF pouvant être engendrées. Nous avons constaté une méconnaissance, par de nombreux candidats, des structures et du fonctionnement des convertisseurs d'électronique de puissance

Q30 : Cette question où il fallait calculer le courant consommé par les capteurs et les actionneurs a été bien traitée par presque tous les candidats.

Q31 et Q32 : Sur ces deux questions l'objectif est de tracer le modèle en courant continu de l'alimentation des capteurs en prenant en compte la résistance des câbles. Il fallait ensuite simplifier ce modèle pour permettre les calculs. Malgré l'explication sur le câblage et le schéma de l'installation, très peu de candidats ont réussi à fournir le modèle représentant la réalité. Il est recommandé aux candidats de lire attentivement la description du système.

Q33 : Les candidats ont généralement trouvé la résistance du câble sur la documentation du constructeur, mais la correction dû à la température est rarement correctement réalisée. Les lois permettant de calculer la tension d'alimentation des capteurs sont connus mais l'application pose problème.

Q34 : Les formules visant au calcul des pertes joules ou du rendement sont connus, mais leur application a, là aussi, posé des problèmes aux candidats qui n'ont, pour la plupart, pas su appliquer les lois de Kirchoff à l'alimentation en courant continu des capteurs.

Q35 : Le fonctionnement en redresseur de courant d'un pont de diode et méconnu des candidats. Bien que les phases de conduction des diodes soient données, très peu de candidats ont trouvés les bonnes allures des signaux. Les candidats doivent se familiariser à l'études des convertisseurs d'électronique de puissance courant.

Q36 : Cette question faisait appel à la loi des nœuds en se rappelant que le courant moyen dans un condensateur est nul. Très peu de candidats ont trouvées les allures correctes des signaux.

Q37 : Les quelques candidats qui ont traité cette question se sont contentés de tracer l'allure du signal, sans indiquer son amplitude.

Q38 : Cette question faisait appel à quelques outils mathématique qui sont la recherche du fondamental d'un signal carré et le tracé d'un diagramme de Fresnel. Très peu de candidat ont répondu et semblent maîtriser ces outils.

Q39 : Cette question abordait les commutations douces sur les convertisseurs qui n'ont été vu par aucun candidats. Les plus avancés se sont bornés à préciser la présence de pertes lors des commutations.

Q40 : Cette question abordait la notion de fréquence équivalente à un front pour estimer la bande de fréquence dans laquelle on peut retrouver des perturbations. Aucun candidat ne l'a traité correctement.

Q41 et 42 : Ces questions avaient pour objectif de trouver les harmoniques de courant générées par un pont de diodes triphasé sur charge inductive et, au passage, de retrouver le facteur de puissance annoncé par le constructeur. Ce type de montage et le calcul qui s'en suit n'est pas maîtrisé par la majorité des candidats.

Q43 : Aucun candidat n'a proposé de structure permettant de réaliser la fonction PFC de l'alimentation

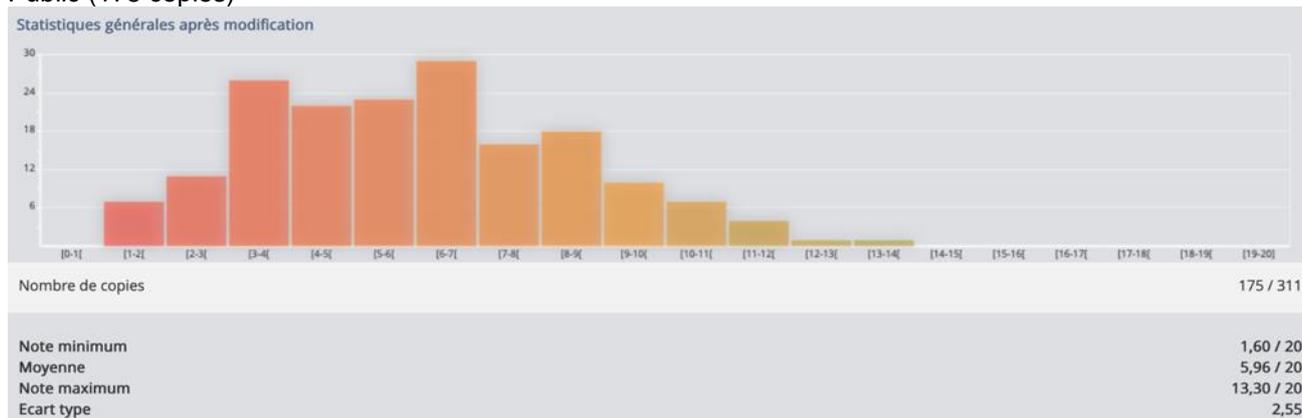
PARTIE E : Cette partie correspond à la synthèse du sujet et permet de s'assurer que l'ensemble des traitements concourent à la bonne gestion du parking.

Q44 : Plusieurs candidats ont réussi à traiter cette question de synthèse partiellement ou complètement en s'appuyant sur leurs résultats ou sur l'articulation des problématiques du sujet. Le recours au diagramme d'exigence de l'analyse SysML a été apprécié par les correcteurs.

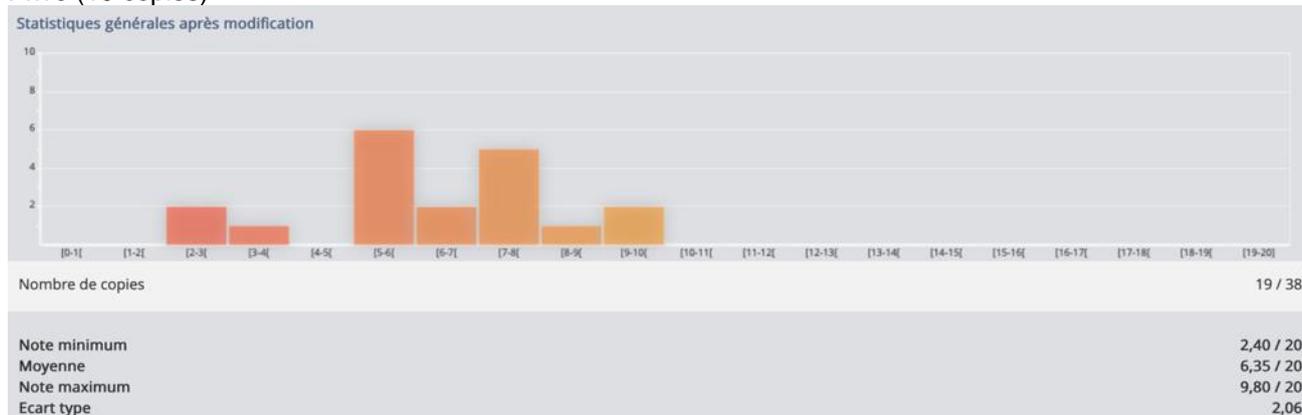
E. Résultats

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

Public (175 copies)



Privé (19 copies)



Épreuve d'admission d'exploitation pédagogique d'une activité pratique relative à l'approche globale d'un système pluritechnologique

A. Présentation de l'épreuve

Texte de référence : <https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid98755/les-epreuves-de-l-agregation-interne-et-du-caerpa-section-sciences-industrielles-de-l-ingenieur.html>

Durée totale : 6 heures (activités pratiques : 4 heures, préparation de l'exposé : 1 heure, exposé : 30 minutes maximum, entretien : 30 minutes maximum)

Coefficient 2

10 points sont attribués à la première partie liée aux activités pratiques et 10 points à la seconde partie liée à la leçon.

Le candidat détermine, au moment de l'inscription, un domaine d'activité parmi deux qui lui sont proposés : pour l'option sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie électrique : "systèmes d'information" ou "gestion de l'énergie".

Le support de l'activité pratique proposée permet, à partir d'une analyse systémique globale, l'analyse d'un problème technique particulier relatif à la spécialité de l'agrégation.

La proposition pédagogique attendue, directement liée aux activités pratiques réalisées, est relative aux enseignements spécifiques liés à la spécialité du cycle terminal ingénierie, innovation et développement durable du cycle terminal " sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) " du lycée et à l'enseignement de spécialité sciences de l'ingénieur, des programmes de CPGE ou des programmes de BTS et DUT relatifs aux champs couverts par l'option choisie.

L'épreuve a pour but d'évaluer l'aptitude du candidat à :

- mettre en œuvre des matériels ou équipements, associés si besoin à des systèmes informatiques de pilotage, de traitement, de simulation, de représentation,
- conduire une expérimentation, une analyse de fonctionnement d'une solution, d'un procédé, d'un processus afin d'analyser et vérifier les performances d'un système technique,
- exploiter les résultats obtenus et formuler des conclusions,
- concevoir et organiser une séquence de formation pour un objectif pédagogique imposé à un niveau de classe donné et présenter de manière détaillée un ou plusieurs points-clefs des séances de formation constitutives. Elle prend appui sur les investigations et les analyses effectuées au préalable par le candidat au cours des activités pratiques relatives à un système technique.

Le candidat est amené au cours de sa présentation orale à expliciter sa démarche méthodologique, à mettre en évidence les informations, données et résultats issus des investigations conduites au cours des activités pratiques qui lui ont permis de construire sa proposition pédagogique.

Au cours de l'entretien, le candidat est conduit plus particulièrement à préciser certains points de sa présentation ainsi qu'à expliquer et justifier les choix de nature didactique et pédagogique qu'il a opérés dans la construction de la séquence de formation présentée.

B. Commentaires du jury

• Déroulement de l'épreuve

Cette épreuve d'admission a pour objectif de vérifier la capacité du candidat à prendre en charge un système technique imposé et à développer des expérimentations ayant pour objectif la construction d'activités pédagogiques en STI2D, en STS ou en BUT.

Pour préparer cette épreuve, le jury recommande aux candidats qui n'exercent pas dans ces sections de se rapprocher des équipes qui y enseignent pour en maîtriser l'organisation (horaires, systèmes techniques utilisés, construction des séquences pédagogiques).

Cette épreuve se décompose en trois phases distinctes et complémentaires.

Expérimentation (4h)

Après avoir tiré au sort un sujet traitant d'une problématique liée à la spécialité choisie (gestion de l'énergie, GE ou systèmes d'information, SI), le candidat doit mener des investigations sur un objet technique imposé.

Le candidat est d'abord guidé, avec un sujet, pendant deux heures, afin de s'approprier le fonctionnement et la structure du système.

Il est ensuite invité pendant les deux heures suivantes à poursuivre sa démarche d'investigation en explorant, s'il le souhaite, d'autres pistes d'exploitation. Afin d'anticiper l'élaboration d'une application pédagogique, il doit sauvegarder les résultats expérimentaux qui illustreront ses propositions.

Durant les deux premières heures, le candidat est suivi par les membres du jury qui le questionnent sur les protocoles expérimentaux qu'il met en œuvre, sur l'analyse des résultats obtenus et qui vérifient ses connaissances sur le thème abordé. Durant les deux heures suivantes, alors que le candidat doit commencer à construire ses activités pédagogiques au niveau imposé dans le sujet, les membres du jury lui apportent le soutien technique nécessaire à la mise en place des investigations qu'il souhaite réaliser.

Préparation de la production pédagogique (1h)

Le candidat dispose d'une heure en loge afin de préparer sa soutenance. Il peut emporter les documents qui lui étaient fournis lors des quatre heures d'activités pratiques et une clé USB où il a sauvegardé ses relevés expérimentaux. Il dispose d'un ordinateur équipé d'une suite bureautique classique.

Soutenance (1h)

Le candidat doit présenter durant trente minutes et devant une commission de jury la production pédagogique qu'il a élaborée. Trente minutes sont ensuite dédiées à l'entretien avec les membres du jury. Le candidat dispose d'un PC, d'un vidéoprojecteur et des supports numériques préparés lors des précédentes phases de cette épreuve.

• Remarques concernant la session 2022

Domaine d'activité « gestion de l'énergie »

Les supports proposés ont pour fil conducteur la performance énergétique. La modélisation ainsi que la simulation numérique tiennent une place importante dans tous les sujets proposés.

Les thématiques abordées portent sur les thématiques suivantes :

- le domaine tertiaire qui est traité par la gestion des flux de ventilation ;
- la production d'énergie photovoltaïque ;
- la réversibilité de la chaîne d'énergie ;
- les systèmes asservis et les modèles associés ;
- la qualité de l'énergie électrique.

L'ensemble de ces thèmes et supports permettent d'évaluer un spectre étendu de compétences de l'ingénierie électrique.

Le jury a apprécié :

- la connaissance préalable des solutions d'optimisation énergétique, des problématiques liées aux harmoniques et au réglage des correcteurs ;
- de la part de certains candidats, la mise en œuvre de protocoles expérimentaux pertinents et adaptés au problème posé ;
- l'autonomie de la plupart des candidats dans l'utilisation des outils de simulation numérique et de modélisation multi-physique ;
- la maîtrise d'appareils de mesurage tels qu'un analyseur de réseau d'énergie ;
- la capacité des candidats à rebondir suite aux aides ponctuelles apportées par le jury ;
- une exploitation pertinente des mesures obtenues.

Il faut remarquer toutefois que la maîtrise des outils mathématiques n'est pas toujours bien acquise : décomposition en série de Fourier, notions autour des puissances. Les méthodes de réglage empiriques des correcteurs sont trop peu connues des candidats.

Le jury attend de la part des candidats une culture technologique solide.

Les meilleurs candidats ont été ceux qui ont su proposer un scénario pédagogique cohérent, réfléchi dès le début de la phase d'expérimentation et qui ont respecté un cahier des charges réaliste.

Domaine d'activité « systèmes d'information »

Les supports choisis dans le champ des systèmes de l'information mettaient en œuvre des platines de prototypage rapide, des matériels et des logiciels permettant :

- l'acquisition et le traitement de l'information par cible FPGA ou CPLD ;
- les réseaux de terrain ;
- la transmission de données ;
- la programmation en langage évolué des microcontrôleurs ;
- la programmation par flux de données.

Le jury a apprécié :

- la faculté d'adaptation de la plupart des candidats quant à la mise en œuvre des différents systèmes de prototypage rapide et matériels proposés dans les activités de travaux pratiques et à l'utilisation des logiciels proposés ;
- la connaissance des langages procéduraux et matériels employés lors des investigations ;
- pour la plupart des candidats, une capacité d'analyse satisfaisante permettant l'appropriation des concepts.

Une préparation préalable est indispensable dans les domaines suivants :

- connaissance des réseaux informatiques et des réseaux de terrain ;
- compétences techniques générales dans le domaine du numérique (composants programmables, développement logiciel, ...) ;
- mise en œuvre et maîtrise des instruments de mesure et des logiciels de programmation de test et mesures.

Présentation de la production pédagogique (pour les deux domaines d'activités)

En majorité, les candidats n'utilisent pas les trente minutes mises à disposition pour la présentation de l'exploitation pédagogique. Certains se limitent à une description sommaire des activités expérimentales

conduites en amont alors qu'il est attendu qu'ils transfèrent ces différentes activités vers une application pédagogique au niveau imposé dans le sujet.

Le jury a apprécié les prestations des candidats qui ont réellement exploité la phase expérimentale pour développer un projet pédagogique structuré comportant :

- une description des intentions pédagogiques qui fasse apparaître les objectifs de formation en termes de compétences et de connaissances visées en lien avec les textes officiels ;
- la structure de la séquence pédagogique avec une estimation des volumes horaires des différentes séances ;
- un positionnement de la séance pédagogique dans la séquence et les prérequis attendus chez les élèves ;
- un choix justifié des stratégies pédagogiques mises en œuvre ;
- une description détaillée de la séance ;
- une description des moyens mis en œuvre dans la classe pour conduire l'activité pratique proposée (organisation du groupe classe, mise en activité des élèves, matériel mis en œuvre, consignes données et résultats attendus, ...)
- des précisions sur les évaluations et les remédiations envisagées ;
- une réflexion sur la prise en compte des différents besoins des élèves au sein de la classe ;
- une conclusion.

Certains candidats ont judicieusement intégré à leur présentation pédagogique des relevés de mesures effectuées pendant les quatre heures d'activités pratiques.

Dans la phase de questionnement, le jury a particulièrement apprécié que les candidats justifient :

- les fondements scientifiques et technologiques en relation avec l'exploitation pédagogique proposée ;
- leurs choix et stratégies pédagogiques de manière claire et synthétique.

C. Résultats

| | Public | Privé |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Nb candidats présents | 17 (9 en GE et 8 en SI) | 3 (1 en GE et 2 en SI) |
| Note maximale | 18,5 | 9 |
| Note minimale | 2,5 | 6,5 |
| Moyenne | 11,62 | 7,33 |
| Écart-type | 3,14 | 1,44 |

Épreuve d'admission de soutenance d'un dossier industriel

A. Présentation de l'épreuve

Texte de référence : <https://www.devenirensignant.gouv.fr/cid98755/les-epreuves-de-l-agregation-interne-et-du-caerpa-section-sciences-industrielles-de-l-ingenieur.html>

Durée de la préparation : 1 heure

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

Coefficient 1

L'épreuve consiste en la soutenance devant le jury d'un dossier technique et scientifique réalisé par le candidat dans un domaine de l'option préparée, suivie d'un entretien.

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable de rechercher les supports de son enseignement dans le milieu économique et d'en extraire des exploitations pertinentes pour son enseignement en cycle terminal du lycée, en sections de techniciens supérieurs et instituts universitaires de technologie. L'authenticité et l'actualité du support sont des éléments importants.

L'exposé et l'entretien permettent d'apprécier l'authenticité et l'actualité du problème choisi par le candidat, sa capacité à en faire une présentation construite et claire, à mettre en évidence les questionnements qu'il suscite et à en dégager les points remarquables et caractéristiques. Ils permettent également au candidat de mettre en valeur la qualité de son dossier et l'exploitation pédagogique qu'il peut en faire dans le cadre d'un enseignement.

En utilisant les moyens courants de présentation (vidéoprojecteur et informatique associée, en particulier), le candidat présente le support technique qu'il a choisi pour l'épreuve ainsi que les investigations et développements qu'il a conduits pour s'en approprier le fonctionnement et les évolutions potentielles. Lors de la présentation, le candidat justifiera le choix du support d'étude et les investigations conduites qui pourraient, selon lui, donner lieu à des exploitations pertinentes.

Pendant l'entretien, le jury conduit des investigations destinées à se conforter dans l'idée que le dossier présenté résulte bien d'un travail personnel du candidat et s'en faire préciser certains points.

Les éléments constitutifs du dossier sont précisés par note publiée sur le site internet du ministère chargé de l'Éducation nationale. Les dossiers doivent être déposés au secrétariat du jury cinq jours francs avant le début des épreuves d'admission.

B. Commentaires du jury

L'épreuve a pour objectif de vérifier que le candidat est capable de rechercher les supports de son enseignement dans le milieu économique et industriel et d'en extraire des exploitations pédagogiques pertinentes pour son enseignement. Le dossier doit mettre en évidence les compétences du candidat à transférer des données scientifiques et technologiques du milieu économique et industriel vers l'éducation nationale.

Le candidat déclaré admissible envoie par courrier postal avec accusé de réception, avant une date définie par le calendrier du concours, deux exemplaires imprimés sur papier et une version numérique sur clé USB du dossier

Le jury expertise ce dossier avant la soutenance du candidat.

La salle de l'épreuve est mise à disposition du candidat une heure avant le début de l'épreuve afin de préparer l'environnement de présentation. Les équipements mis à disposition sont : un poste informatique, un vidéoprojecteur, un tableau. Le candidat peut aussi utiliser son ordinateur portable personnel.

• Constitution du dossier

Le dossier présenté par le candidat est relatif à un système technique de la spécialité choisie. Son authenticité et son actualité sont des éléments décisifs qui devront s'appuyer sur des documents techniques de l'industriel/bureau d'études/concepteur/intégrateur. Le dossier préparé par le candidat ne doit pas dépasser quarante pages. Il est constitué des éléments définis ci-dessous.

Une partie dossier technique comprenant :

- Les représentations (graphiques, synoptiques) et documents techniques nécessaires à la compréhension du système technique, du contexte, des enjeux et des problématiques du client. Le cahier des charges comportant les performances attendues doit être présent.

Si ces documents sont trop volumineux et nombreux, le candidat doit faire des choix pour son dossier et sa présentation, mais il peut transmettre la totalité des documents en annexe sous format numérique.

- Une réflexion sur le choix du support et les études conduites, mobilisant les connaissances disciplinaires attendues d'un professeur dans la spécialité choisie pour le concours, qui peut être articulée autour :
 - du traitement d'une ou plusieurs problématiques pertinentes au regard du support utilisé ;
 - de simulations (de fonctionnement et de comportement), lorsqu'elles sont utiles ; les fichiers de simulation sont également à transmettre sur le support numérique inclus dans le dossier ;
 - de mesures effectuées sur le support industriel ;
 - de toutes les informations permettant de justifier les solutions et/ou les évolutions projetées du système.

Une étude technique menée au plus haut niveau d'expertise du candidat devra permettre de valider les choix et/ou les performances des principaux constituants du système. Dans le cas d'utilisation de modèles liés à des simulations, les hypothèses devront être précisées. Les écarts observés entre le réel et le modèle devront être commentés. Pour cela, le candidat pourra exploiter des résultats expérimentaux effectués sur le système étudié.

Le candidat doit mettre en évidence sa capacité à s'approprier la structure, le fonctionnement et les problématiques du support d'étude.

Une partie dossier pédagogique comprenant :

- Les investigations menées qui pourraient donner lieu à des exploitations pédagogiques pertinentes au cycle terminal du lycée, en STS, en IUT ou en CPGE. Le cadre des exploitations pédagogiques doit être proposé de manière détaillée. Toute production pédagogique doit être structurée à partir des compétences à faire acquérir aux élèves.

Le candidat doit donc :

- présenter les objectifs, le principe de déroulement et les moyens didactiques à mobiliser pour une séquence de formation correspondant à un objectif pédagogique d'un programme ou d'un référentiel et d'un niveau de classe précisé ;
- indiquer, selon son point de vue, les points clefs, les difficultés prévisibles et les scénarios alternatifs pouvant permettre de les contourner.

• **Exposé et entretien**

L'exposé et l'entretien permettent d'apprécier l'authenticité et l'actualité des problématiques choisies par le candidat, la capacité de ce dernier à en faire une présentation construite et claire, à mettre en évidence les questionnements qu'elles suscitent et à en dégager les points remarquables et caractéristiques de l'option choisie. Ils permettent également au candidat de mettre en valeur l'analyse scientifique et technologique développée ainsi que l'exploitation pédagogique envisagée. En utilisant les moyens courants de présentation (vidéoprojecteur et informatique associée, etc.), le candidat présente le support technique qu'il a choisi pour l'épreuve, ainsi que les investigations et développements qu'il a conduits pour s'en approprier le fonctionnement et les évolutions potentielles.

La gestion du temps doit être respectée et judicieusement gérée pour présenter de façon équilibrée les aspects technique et pédagogique du support choisi.

Pendant l'entretien, le jury conduit des investigations destinées à se conforter dans l'idée que le dossier présenté résulte bien d'un travail personnel du candidat et s'en fait préciser certains points.

• **Critères d'évaluation**

Le jury évalue :

- l'authenticité et actualité du support choisi ;
- la justesse et niveau des développements scientifiques et technologiques ;
- la mise en évidence de problématiques pertinentes ;
- la capacité du candidat à en faire une présentation construite, claire et objective ;
- l'identification, dans le sujet traité, des points remarquables et transférables dans un enseignement ;
- la qualité des investigations conduites et la pertinence des exploitations pédagogiques retenues par rapport aux niveaux de formation choisis ;
- la description détaillée de certaines exploitations pédagogiques ;
- la qualité du dossier élaboré par le candidat.

• **Remarques concernant la session 2022**

Les points décrits ci-dessous ont été valorisés par le jury.

- Partie dossier technique :
 - le dossier fait référence à un support industriel ou du domaine du grand public parfaitement maîtrisé et analysé. La complexité est suffisante pour envisager l'analyse scientifique et technologique au niveau du concours de l'agrégation ;
 - le candidat a rencontré les concepteurs ou les responsables techniques et a su identifier les problématiques technologiques réelles du support industriel ;
 - l'analyse du support a été conduite avec précision sans élément inutile. Elle est étayée de développements scientifiques et de modélisations et simulations numériques. Les choix technologiques sont analysés et discutés.

- Partie dossier pédagogique :
 - les problématiques étudiées et exploitées au niveau pédagogique sont en relation avec les éléments essentiels de l'analyse du support retenu ;
 - les objectifs pédagogiques sont explicités, organisés et font clairement apparaître les compétences visées ;
 - le dossier comporte une ou des séquences pédagogiques complètement développées (avec les documents à transmettre aux élèves, la préparation professeur, les dossiers annexes) ;
 - la ou les séquences développées sont contextualisées au sein d'une progression annuelle ;
 - les objectifs, les contenus et les modalités des évaluations sont précisés ;
 - les stratégies pédagogiques sont clairement explicitées ;
 - le travail attendu des élèves est clairement présenté ;
 - le candidat qui a expérimenté les propositions pédagogique présentées, ou qui a rencontré des professeurs qui enseignent dans les classes retenues pour ces propositions ;
 - la présentation est bien organisée et bien minutée, le candidat expose clairement son propos en s'adressant au jury de façon détachée vis-à-vis du texte ou support de présentation ;
 - le niveau de langage et la présentation du candidat sont irréprochables.

Pour les candidats n'ayant pas correctement réussi cette épreuve, le jury a constaté les insuffisances détaillées ci-dessous :

- Partie dossier technique :
 - l'absence du cahier des charges industriel original ;
 - l'absence de données scientifiques et techniques liées au système ;
 - le choix d'un système déjà didactisé par une entreprise spécialisée alors qu'il est attendu du candidat qu'il effectue lui-même ce transfert du produit industrialisé vers une application pédagogique ;
 - la reprise d'une tâche développée par des lycéens en projet ou par des étudiants dans le cadre des épreuves professionnelles de synthèse ;
 - une étude technique réduite à une compilation de documents, ne proposant que peu d'analyses scientifiques et technologiques des solutions retenues par le concepteur ;
 - l'obsolescence des systèmes choisis, ou des supports insuffisamment riches sur les plans scientifiques et technologiques ;
 - une présentation du système se limitant à une représentation SysML ;
 - l'absence de description fonctionnelle et/ou structurelle du support ;
 - une lisibilité insuffisante des documents fournis ;
 - un manque d'initiative et de curiosité scientifique ;
 - un manque de maîtrise des différents champs scientifiques et technologiques abordés ;
 - un niveau scientifique et technologique correspondant davantage à celui d'un CAPET que d'une agrégation ;
 - des études qui ne concernent que le champ technologique lié à l'option du concours alors que d'autres problématiques davantage transversales seraient intéressantes à développer ;
 - un manque d'analyse critique des performances du support au regard des problématiques étudiées, notamment en s'appuyant sur les valeurs de grandeurs mesurées ou obtenues à l'aide de simulations numériques.

- Partie dossier pédagogique :
 - une partie pédagogique réduite à quelques intentions « génériques » ne permettant pas d'explicitier de réels choix pédagogiques ;
 - une réflexion pédagogique succincte sur différentes applications pédagogiques possibles plutôt qu'une réflexion aboutie sur une seule séquence ;

- les démarches d'élaboration des modèles de simulation largement décrits dans le dossier mais exploitées lors des développements pédagogiques ;
- l'éloignement de l'exploitation pédagogique par rapport aux problématiques abordées avec le support industriel choisi.

Les candidats doivent apporter une attention particulière à la préparation de cette épreuve. L'élaboration d'un dossier répondant aux attentes du jury demande plusieurs mois. Elle doit donc être largement anticipée et ne peut pas être raisonnablement prévue entre les épreuves d'admissibilité et les épreuves d'admission.

C. Résultats

| | Public | Privé |
|-----------------------|---------------|--------------|
| Nb candidats présents | 17 | 3 |
| Note maximale | 18,5 | 13 |
| Note minimale | 3,5 | 8 |
| Moyenne | 10,12 | 10,67 |
| Écart-type | 4,01 | 2,52 |