



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE

## Concours de recrutement du second degré

### Rapport de jury

**Concours : Troisième CAPET**

**Section : sciences industrielles de l'ingénieur**

**Options :** ingénierie des constructions  
ingénierie électrique  
ingénierie informatique  
ingénierie mécanique

**Session 2017**

Rapport de jury présenté par :  
Norbert PERROT  
Président du jury

## Sommaire

Avant-propos	4
Résultats statistiques	7
Épreuve d'admissibilité « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation »	
Éléments de correction pour l'option ingénierie des constructions	11
Rapport du jury pour l'option ingénierie des constructions	27
Éléments de correction pour l'option ingénierie électrique	31
Rapport du jury pour l'option ingénierie électrique	40
Éléments de correction pour l'option ingénierie informatique	45
Rapport du jury pour option ingénierie informatique	55
Éléments de correction pour l'option ingénierie mécanique	58
Rapport du jury pour l'option ingénierie mécanique	67
Épreuve d'admission « Mise en situation professionnelle »	
Exemple de sujet	71
Rapport du jury	85
Rapport sur la transmission des valeurs et principes de la République	92

Les réunions préparatoires à cette session 2017 du CAPET 3<sup>e</sup> voie de sciences industrielles de l'ingénieur (concours externe et CAFEP) se sont déroulées au lycée Raspail à Paris. Les épreuves d'admission se sont déroulées les 14 et 15 juin 2017 dans de très bonnes conditions au lycée Franklin Roosevelt à Reims.

Les membres du jury adressent de vifs remerciements aux proviseurs de ces établissements et à leurs directeurs délégués aux formations professionnelles et technologiques ainsi qu'à leurs collaborateurs pour l'accueil chaleureux qui leur a été réservé.

## Avant-propos

Pour la deuxième année consécutive, le CAPET de sciences industrielles de l'ingénieur a été ouvert pour des candidats de la 3<sup>e</sup> voie. Ce concours s'appuie sur deux épreuves du concours externe.

Pour cette session 2017, l'épreuve d'admissibilité était très classique. Par conséquent, j'insisterai plus dans cet avant-propos sur l'épreuve d'admission.

En effet, il est utile de rappeler que le CAPET a pour objectif de répondre à la demande de l'État employeur qui souhaite recruter des professeurs. Les compétences pédagogiques ont été vérifiées lors de cette session 2017, essentiellement lors de l'épreuve d'admission. Ainsi, il est indispensable de s'y préparer dès l'inscription au concours, en assistant dans plusieurs lycées et collèges à des séances en présence d'élèves et en échangeant avec des professeurs chevronnés qui maîtrisent la didactique des sciences industrielles de l'ingénieur. Cette immersion en établissements scolaires permet aussi d'observer les évolutions de la pédagogie, le travail, l'implication et la réactivité des élèves et ainsi d'actualiser ses connaissances du système éducatif.

Les futurs candidats devront, au cours de leur préparation au concours, mener les réflexions nécessaires à la mise en place d'une progression pédagogique par cycle, progression devant être élaborée dans le cadre d'une évaluation par compétences. Ils doivent se concentrer sur les objectifs des différentes séquences de collège et de lycée, et imaginer les stratégies pédagogiques et didactiques à mettre en œuvre pour faire acquérir aux élèves les compétences visées par les différents programmes. Le jury attend la description précise de la séquence inscrite dans une progression pédagogique, de ses attendus, de l'organisation de la séance présentée par le candidat, ainsi que la justification des choix faits pour chacun de ces points. Bien évidemment, dans un souci d'efficacité, en plus des réflexions précédentes, les candidats doivent vraiment s'appuyer sur leur expérience professionnelle pour intégrer à leur exposé la différenciation pédagogique, l'évaluation des compétences et des connaissances associées, la remédiation et l'accompagnement personnalisé dans les contenus pédagogiques présentés.

L'épreuve d'admission a pour objectif de valider les compétences scientifiques, technologiques, expérimentales, pédagogiques et didactiques des candidats. La séquence pédagogique à présenter est liée aux activités pratiques réalisées lors de la première phase de l'épreuve ; elle est relative aux enseignements de technologie au collège ou aux enseignements technologiques du cycle terminal « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » ou bien aux sciences de l'ingénieur de la voie scientifique du lycée (S-SI). Le niveau de cette séquence est imposé aux candidats. Par conséquent, ces derniers devront se préparer à être confrontés à l'une des trois situations d'enseignement précisées ci-dessus. Il est donc indispensable que les candidats se soient approprié les programmes du collège et du lycée, et surtout se soient imprégné de la philosophie des enseignements, en, je le rappelle, se déplaçant directement dans des établissements scolaires pour échanger avec des enseignants sur leurs pratiques pédagogiques et pour prendre connaissance de la réalité des plateaux techniques : organisation du laboratoire, quantités et types de supports didactiques et de postes informatiques mis à la disposition des élèves.

Le jury a été surpris de constater que certains candidats n'avaient pas lu les programmes correspondants aux exigences de l'épreuve, pourtant facilement accessibles par Internet. Cette désinvolture a souvent entraîné des notes qui ne permettent pas d'être reçu à ce concours.

Le jury a été également surpris de constater que de nombreux candidats ne maîtrisaient pas les différentes démarches : investigation, résolution de problème technique et démarche de projet. Trop souvent, la démarche d'investigation se résume à une recherche sur documents. Ces démarches suivent des schémas qui leur sont propres et prédéfinis, elles sont illustrées dans les documents d'accompagnements disponibles sur Eduscol. Le jury encourage les candidats à se familiariser avec ces démarches et ainsi les réexploiter avec efficacité lors de la présentation de la séquence et des séances.

L'épreuve d'admission est une épreuve longue qui nécessite également une bonne gestion du temps afin que l'exposé ne porte pas que sur la partie TP qui a déjà été évaluée, mais essentiellement sur la présentation de la séquence au niveau demandé.

Depuis la session 2017, que ce soit à l'agrégation ou au CAPET, à l'externe comme à l'interne, il existe une option ingénierie informatique et surtout un programme d'informatique pour toutes les options de ces concours. Les compétences liées à ce programme sont par conséquent également évaluées. Le jury conseille aux futurs candidats de ne surtout pas faire l'impasse sur l'informatique qui tient dorénavant une place non négligeable dans les programmes de technologie au collège, des enseignements technologiques du cycle terminal « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » et des sciences de l'ingénieur de la voie scientifique du lycée (S-SI).

La réussite à cette épreuve ne s'improvise pas. Il faut s'y préparer dès l'inscription au concours. Proposer une séquence pédagogique étayée à partir d'activités expérimentales nécessite une préparation rigoureuse. Mettre à profit son expérience professionnelle en s'imposant une élaboration, de ses propres séquences pédagogiques, qui respecte la démarche didactique exigée par le concours, ne peut que favoriser de bons résultats.

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

La description des épreuves des concours précise qu' *« au cours de l'entretien qui suit l'exposé du candidat, la perspective d'analyse de situation professionnelle définie par l'épreuve est élargie à la capacité du candidat à prendre en compte les acquis et les besoins des élèves, à se représenter la diversité des conditions d'exercice de son métier futur, à en connaître de façon réfléchie le contexte dans ses différentes dimensions (classe, équipe éducative, établissement, institution scolaire, société) et les valeurs qui le portent, dont celles de la République »*. Le ministère de l'Éducation nationale a demandé à tous les présidents des concours de recrutement *« de veiller à ce que dans ce cadre, les thématiques de la laïcité et de la citoyenneté trouvent toute leur place »* afin *« que l'École soit en mesure, par la formation et le recrutement de nos futurs enseignants, de valider la mission première que lui fixe la Nation, à savoir de transmettre et de faire partager aux élèves les valeurs et principes de la République ainsi que l'ensemble des dispositions de la Charte de la laïcité, portant notamment égale dignité de tous les êtres humains et liberté de conscience de chacun »*.

Cette demande a été prise en compte pour l'épreuve d'admission. Le comportement des candidats face aux questions du jury, sur ces sujets particulièrement sensibles, a donné globalement satisfaction. Des informations sur les questions posées et quelques conseils aux futurs candidats sont donnés dans ce rapport.

Dans toutes les épreuves, le jury attend des candidats une expression écrite et orale irréprochable.

Le CAPET est un concours exigeant qui impose de la part des candidats un comportement et une présentation exemplaires. Le jury reste vigilant sur ce dernier aspect et invite les candidats à avoir une tenue adaptée aux circonstances particulières d'un concours de recrutement de cadres de catégorie A de la fonction publique.

Pour cette deuxième session, le jury est globalement satisfait des prestations des candidats. Il regrette cependant que des candidats admissibles (environ 15 %) ne se soient pas présentés à la session d'admission. Cela étant, il conseille aux futurs candidats de lire attentivement ce rapport, de s'imprégner de la didactique de la discipline et de la méthode pour élaborer une séquence pédagogique et d'avoir étudié les programmes du collège, de STI2D et de sciences de l'ingénieur de la série S.

Pour la prochaine session, l'épreuve d'admissibilité sera la même que la première épreuve écrite d'admissibilité du concours externe du CAPET de sciences industrielles de l'ingénieur (voir arrêté du 30 mars 2017 publié au JORF du 2 mai 2017). Les compétences pédagogiques seront donc aussi évaluées lors de l'épreuve d'admissibilité. J'engage les futurs candidats à se préparer à cette épreuve dont des exemples sont reproduits dans le rapport 2017 du CAPET externe sciences industrielles de l'ingénieur.

Pour conclure cet avant-propos, j'espère sincèrement que ce rapport sera très utile aux futurs candidats du CAPET SII 3<sup>e</sup> voie.

Norbert PERROT  
Président du jury

# Résultats statistiques

## Option ingénierie des constructions

### CAPET

Inscrits	Nombre de postes	Présents à l'épreuve d'admissibilité	Admissibles	Présents à l'épreuve d'admission	Admis
52	9	19	12	10	7

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	15,03
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	6,04
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	12,87
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	7,50

## Option ingénierie électrique

### CAPET

Inscrits	Nombre de postes	Présents à l'épreuve d'admissibilité	Admissibles	Présents à l'épreuve d'admission	Admis
88	9	25	17	16	9

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	16,26
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	6,09
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	14,67
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	9,44



## Option ingénierie informatique

### CAPET

Inscrits	Nombre de postes	Présents à l'épreuve d'admissibilité	Admissibles	Présents à l'épreuve d'admission	Admis
136	5	45	13	9	5

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	14,85
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	11,63
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	15,98
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	11,33

## Option ingénierie mécanique

### CAPET

Inscrits	Nombre de postes	Présents à l'épreuve d'admissibilité	Admissibles	Présents à l'épreuve d'admission	Admis
96	17	33*	22	19	15

\* : un candidat a rendu une copie relative à l'option ingénierie des constructions ; la note zéro lui a été attribuée.

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	17,99
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	6,03
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	15,22
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	7,03

### CAFEP

Inscrits	Nombre de postes	Présents à l'épreuve d'admissibilité	Admissibles	Présents à l'épreuve d'admission	Admis
30	1	6	3	3	1

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	15,69
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	8,69
Moyenne obtenue par le candidat admis	15,75

# Éléments de correction de l'épreuve « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » – option ingénierie des constructions

## Question 1

Le projet est situé en zone UD1 45mHT SMS2.

Article 2 : Zone SMS2 et Programme 57 logements  $\geq$  / 12 logements

⇒ 35 % de logements locatifs sociaux à produire soit :

$4\,339\text{ m}^2 \times 0,35 = 1\,518,65\text{ m}^2$  minimum de logements locatifs sociaux

**Article NON RESPECTÉ** car seulement 25 % de logements locatifs sociaux (1039/4339)

Article 10 et règlement graphique : hauteur maximale HT = 45 mHT.

ÉLÉVATION OUEST

Quai : 137,62 m NGF (- 1,16 m)	Dénivelée Tourette – Quai : $26,91+1,16 = 28,07\text{ mHT}$
Hauteur Tourette 165,69 m NGF (+ 26,91 m)	
Hauteur mât de drapeau : 172,68 m NGF (+33,90 m)	Dénivelée Mât - Quai : $33,90 +1,16 = 35,06\text{ mHT}$

**Article RESPECTÉ**, la hauteur du bâtiment :  $28,07\text{ mHT} < 35,06\text{ mHT} < 45,00\text{ mHT}$

## Question 2

Critère CCTP :	TMS Efyos	Knauf Thane Sol
Épaisseur isolant sous chape 60 +/- 5 mm	disponible en 56, 60 et 61 mm <b>OK</b>	disponible en 57 et 61 mm <b>OK</b>
Réduction des bruits de chocs : $\Delta L_w \geq 20\text{ dB}$ (isolant seul $\Delta L_w \geq 18\text{ dB}$ )	Sans objet plancher donnant sur l'extérieur (porte à faux)	
Isolation thermique : $R = 3,7\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Impossible à atteindre avec ces épaisseurs $R_{\text{isolant max}}(61\text{mm}) = 2,80\text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$	
Coefficient de conductivité thermique = $0,022\text{ W}\cdot\text{m}\cdot\text{K}$	$\lambda = 0,022\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ (de 40 à 160 mm) <b>OK</b>	$\lambda = 0,022\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ (de 40 à 160 mm) <b>OK</b>
Classement des couches isolantes : SC1a <sub>2</sub> Ch	21 à 120 mm : SC1a <sub>2</sub> Ch <b>OK</b>	24 à 101 mm : SC1a <sub>2</sub> Ch <b>OK</b>
Mise en œuvre d'un isolant thermique de 56 mm d'épaisseur	Existe en 56 mm : <b>OK</b>	Seulement disponible en 57 et 61 mm Acceptable
Mousse de polyuréthane revêtue sur ses 2 faces d'un parement multicouche	<i>FDES</i> : un panneau rigide en polyuréthane (PUR) parementé, <b>OK</b>	<i>FDES</i> : un panneau rigide en Polyuréthane (PUR) <i>aucune info sur le parement</i>

### Question 3

L'unité fonctionnelle est la base d'une analyse de cycle de vie d'un produit.

Elle précise les caractéristiques du produit étudié :

- nature du produit ;
- quantité étudiée et épaisseur ;
- durée considérée pour l'étude et Durée de Vie Typique (DVT) du produit.

	TMS Efyos	Knauf Thane Sol	Conclusion
Nature du produit	1 m <sup>2</sup> d'isolant PU parementé	1 m <sup>2</sup> d'isolant PU	<b>Comparable</b>
Épaisseur	Épaisseur 56 mm	Épaisseur 62 mm	Les épaisseurs sont proches mais <b>différentes</b>
Résistance thermique	$R_D = 2,60 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$	$R_D$ non précisé (2,80 d'après Acermi)	Différentes
DVT	50 ans	50 ans	<b>OK</b>

**Conclusion :** les épaisseurs des deux produits sont différentes et donc leur  $R_D$  aussi. Il y a un écart de 10 % entre les deux épaisseurs : la comparaison reste acceptable.

Préconisation : application d'un coefficient de  $56 / 62 = 0,903$  sur le Knauf Thane Sol.

		TMS 56 mm	Knauf Thane Sol ep. Équivalente 56 mm	
N°	Impact environnemental	Valeur de l'indicateur pour toute la DVT	Valeur de l'indicateur pour toute la DVT	Comparaison épaisseurs équivalentes
1	Consommation de ressources énergétiques			
	Énergie primaire totale	220 MJ	206,3 MJ	-6,23 %
	Énergie renouvelable	11,9 MJ	21,1 MJ	77,61 %
	Énergie non renouvelable	208 MJ	185,2 MJ	-10,98 %
2	Épuisement des ressources (ADP)	0,0823 kg eq. Sb	0,00170 kg eq. Sb	-97,94 %
3	Consommation d'eau totale	151 L	47,8 L	-68,36 %
4	Déchets solides			
	Déchets valorisés (total)	0,219 kg	0,0411 kg	-81,23 %
	Déchets éliminés			
	Déchets dangereux	0,105 kg	1,11 kg	958,06 %
	Déchets non dangereux	2,39 kg	4,74 kg	98,41 %
	Déchets inertes	0,423 kg		
	Déchets radioactifs	2,42E-04 kg	2,75E-03 kg	1 038,36 %
5	Changement climatique	7,83 kg eq. CO2	7,12 kg eq. CO2	-9,10 %
6	Acidification atmosphérique	0,0407 kg eq. SO2	0,0292 kg eq. SO2	-28,32 %
7	Pollution de l'air	556 m <sup>3</sup>	672 m <sup>3</sup>	20,86 %
8	Pollution de l'eau	2,57 m <sup>3</sup>	1,74 m <sup>3</sup>	-32,17 %
9	Destruction couche d'ozone	0,0 kg CFC eq.R11	0,0 kg CFC eq.R11	
10	Formation d'ozone photochimique	0,0043 kg eq. éthylène	0,00337 kg eq. éthylène	-21,65 %

### Indicateurs les plus significatifs

N°	Commentaires
1	À épaisseur équivalente le produit Knauf est plus performant, sa production consomme moins d'énergie primaire totale et d'énergie non renouvelable Le produit knauf utilise deux fois plus d'énergie renouvelable, c'est mieux
4	La production de déchet est dix fois plus importante pour le produit knauf néanmoins il faut regarder précisément ce qu'incluent les deux études (découpes, emballages...)
5	À épaisseur équivalente le produit Knauf est plus performant pour les émissions de CO2
6	À épaisseur équivalente le produit Knauf est moins polluant vis-à-vis de l'acidification de l'atmosphère.

#### Question 4

Épaisseur minimale de l'isolant :

$$R \geq 3,70 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R = \frac{3,5 \cdot 10^{-2}}{1,75} + \frac{5 \cdot 10^{-2}}{1,75} + \frac{e}{0,022} + \frac{14 \cdot 10^{-2}}{1,75} + 0,17 + 0,04 \geq 3,70$$

Soit :

$$e \geq \left( 3,70 - 0,21 - \frac{0,225}{1,75} \right) \times 0,022$$

$$e \geq 74 \text{ mm}$$

La réserve pour le revêtement de sol sur le plan de CM est de 266 mm, l'épaisseur minimale de l'ensemble sera de :

140 mm (prédalle) + **74 mm (isolant)** + 50 mm (chape) + 35 mm (revêtement et ragréage) = 299 mm minimum.

**L'épaisseur d'isolant est donc incompatible avec la réserve prévue.** Il faut prévoir une isolation sous chape de 41 mm maximum (266 - 140 - 85 = 41 mm) et un complément d'isolation en sous-face des prédalles entre les HEB300.

#### Question 5

Exigence BE Thermique (pour RT2012) :

$$U \leq 0,17 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$
$$\text{soit } R \geq 5,88 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_{\text{revêtement+ragréage}} + R_{\text{chape}} + R_{\text{isolant sous chape}} + R_{\text{prédalle}} + R_{\text{isolant sous face}} + R_{\text{si}} + R_{\text{se}} \geq 5,88$$

$$\frac{3,5 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 10^{-2}}{1,75} + \frac{40 \cdot 10^{-3}}{0,022} + \frac{14 \cdot 10^{-2}}{1,75} + \frac{e}{0,035} + 0,17 + 0,04 \geq 5,88$$

$$0,05 + 1,82 + 0,08 + \frac{e}{0,035} + 0,21 \geq 5,88$$

Soit :

$$e \geq (5,88 - 2,16) \times 0,035$$

$$e \geq 3,73 \times 0,035$$

$$e \geq 0,130 \text{ m}$$

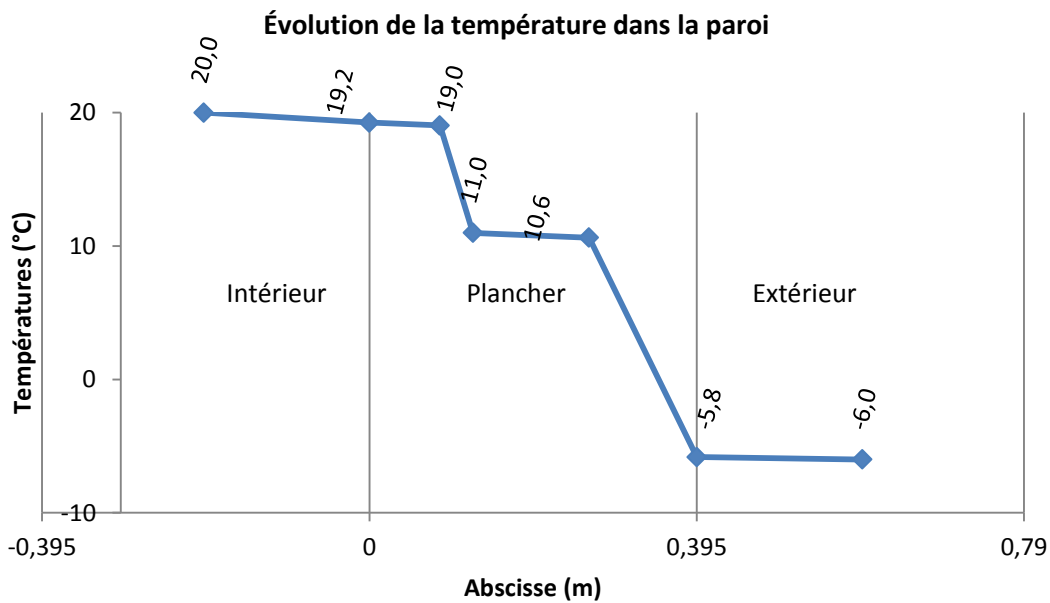
Choix isolant Rockfeu REI 120 de **130 mm avec R= 3,75 m<sup>2</sup>·K·W<sup>-1</sup>**

Le calcul, pour être plus précis, **aurait dû prendre en compte les ponts thermiques linéiques** créés par les profilés HEB300 et **les ponts thermiques ponctuels** des fixations.

#### Question 6

$$6.1 \text{ Flux de chaleur : } \phi = U \cdot \Delta T = 0,17 \times [20 - (-6)] = 4,42 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Matériaux	Abscisse (m)	Épaisseur (m)	$\lambda$ ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )	$R$ ( $\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$ )	$T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
$R_{si}$				0,17	20
Chape + revêtement	0	0,085	1,75	0,049	19,25
Polyuréthane	0,085	0,04	0,022	1,818	19,03
Béton	0,125	0,14	1,75	0,080	10,98
Isolant sous face $LdR$	0,265	0,13	0,035	3,714	10,63
$R_{se}$				0,04	-5,82
				$R$ <b>5,871</b>	-6,00
				$U=$ <b>0,170</b>	<b><math>\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}</math></b>



## 6.2 Pressions saturantes

$T(^{\circ}\text{C})$	$P_s$ (Pa)
20	2 339,0
19,25	2 233,6
19,03	2 203,5
10,98	1 311,3
10,63	1 281,6
-5,82	374,0
-6,00	368,0

## 6.3 Pressions réelles

$$P_{se} (-6^{\circ}\text{C}) = 368 \text{ Pa}$$

$$P_e (\text{HR}=95 \%) = 0,95 \times 368 = 349,6 \text{ Pa}$$

$$S_{d1} = 130 \times 0,085 = 11,05 \text{ m, etc.}$$

$$S_{\text{GLOBAL}} = \sum Sd = 11,05 + 2,40 + 18,20 + 0,13 = \mathbf{31,78 \text{ m}}$$

$$P_{si} (20^{\circ}\text{C}) = 2 339 \text{ Pa}$$

$$P_e (\text{HR}=95 \%) = 0,60 \times 2339 = 1 403,4 \text{ Pa}$$

Flux de vapeur :  $\left[ \text{NOTA: } m = \frac{g}{\pi_{\text{air}}} \right]$

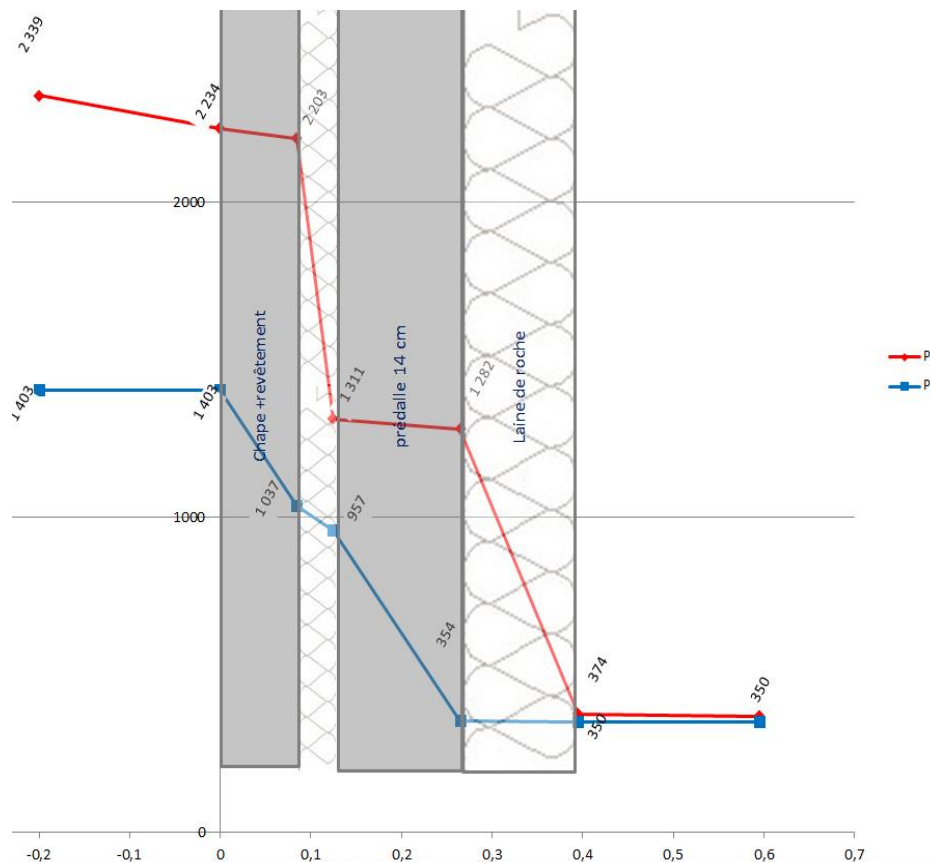
$$m = \frac{\Delta P}{S_{\text{GLOBAL}}} = \frac{1403,4 - 349,6}{31,78} = \mathbf{33,16 \text{ Pa}\cdot\text{m}^{-1}} \quad (g = 6,135 \cdot 10^{-9} \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$$

$$P_{V1} = P_i - R_{D1} \times g = P_i - R_{D1} \times (m \times \pi_{\text{air}}) = P_i - \frac{S_{D1}}{\pi_{\text{air}}} \times (m \times \pi_{\text{air}}) =$$

$$P_{V1} = P_i - S_{D1} \times m = 1403,4 - 11,05 \times 33,16 = 1036,99 \text{ Pa}$$

Et ainsi de suite pour les pressions de vapeur aux autres interfaces.

Matériaux	Épaisseur (m)	Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur $\mu$	$S_d$ (m)	$P_v$ (Pa)
Chape+revêtement	0,085	130	11,05	<b>1 403,40</b>
Polyuréthane	0,04	60	2,40	<b>1 036,99</b>
Béton	0,14	130	18,20	<b>957,41</b>
Isolant sous face LdR	0,13	1	0,13	<b>353,91</b>
			$S_{\text{GLOBAL}} =$	<b>31,78</b>



La composition de la paroi permet d'éviter les risques de condensation dans la paroi. La pression de vapeur réelle est toujours inférieure à la pression de vapeur saturante.



Néanmoins, même dans d'autres configurations hygrométriques, le risque sera limité, car l'isolant sous chape est revêtu sur les deux faces. Donc la vapeur d'eau ne peut pas migrer.

### Question 7

**Aire d'absorption équivalente du couloir :**

$$A = S_{sol} \cdot 0,20 + S_{plafond} \cdot 0,10 + S_{mur} \cdot 0,02 + S_{porte} \cdot 0,08 \geq \frac{S_{sol}}{4}$$

$$A = S_{sol} \cdot 0,20 + S_{plafond} \cdot 0,10 + S_{mur} \cdot 0,02 + S_{porte} \cdot 0,08 \geq 0,25 \cdot S_{sol}$$

Or  $S_{sol} = S_{plafond}$  soit :

$$S_{sol} \cdot 0,20 + S_{sol} \cdot 0,10 + S_{mur} \cdot 0,02 + S_{porte} \cdot 0,08 \geq 0,25 \cdot S_{sol}$$

$$0,30 \cdot S_{sol} + S_{mur} \cdot 0,02 + S_{porte} \cdot 0,08 \geq 0,25 \cdot S_{sol}$$

Respecté, car  $0,30 > 0,25$  ! Inutile de faire le calcul...

### Question 8

**Bruits aériens :** bruits se déplaçant dans l'air ( $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

La mesure de l'isolement acoustique d'un local s'effectue en mettant en place dans un local d'émission une machine à bruit (bruit rose à l'émission) et en mesurant le niveau sonore dans le local de réception à l'aide d'un sonomètre. L'étude s'effectue en général par bande d'octaves ou par un tiers d'octave pour plus de précision.

**Bruits de chocs** ou bruits d'impacts : bruits se déplaçant dans les solides dus aux chocs sur un plancher ou un mur.

La vérification du bon isolement d'un plancher vis-à-vis de ces bruits se fait à l'aide d'une machine à choc, munie de 5 marteaux, posée sur le plancher du local d'émission. Le niveau sonore est mesuré dans le local réception et ne doit pas dépasser un certain seuil.

### Question 9

**Intérêt d'étudier cette zone :**

- plus le volume de réception  $V$  est petit, plus le calcul d'isolement est défavorable d'après l'expression

$$D_{nT,A} = [R_w + C] + 10 \cdot \log\left(\frac{0,32 \cdot V}{S}\right) - A$$

- de plus, l'objectif visé n'est pas la NRA2000, mais le niveau NF Habitat HQE qui est plus contraignant lorsque le local de réception est un studio.

### Vérifications

#### Bruits aériens

	NF Habitat HQE
Lorsque le local de réception est une chambre ou une pièce principale d'un studio.	$D_{nT,A} \geq 58 \text{ dB}$

1. Détermination de l'indice d'affaiblissement de la prédalle béton par la loi de masse

$$m_S = 0,14 \times 2400 = 336 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$(R_w + C) = (40 \log 336) - 47$$

$$(R_w + C) = 54 \text{ dB}$$

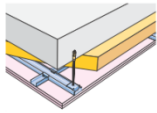
2. Prise en compte de la chape flottante

$$17 \leq \Delta L_w \leq 20 \text{ dB et } e \geq 10 \text{ mm.}$$

$$(R_w + C) = (R_w + C)_{\text{support}} + 1 \text{ dB}$$

$$(R_w + C) = 54 + 1 = \mathbf{55 \text{ dB}}$$

### 3. Prise en compte du faux plafond avec laine minérale (Solution Placoplatre)

Type de support	Dénomination commerciale	Descriptif de la solution	Performance acoustique	Rapport d'essai
Dalle béton armée 140 mm 	<b>Plafond Placostil®</b>	Plafond suspendu constitué de : cavaliers F 530 + 1 Placoplatre® BA13 + laine minérale 85 mm	Support : $R_w = 56(-2;-7)$ dB Support + plafond Placostil® : $R_w = 68(-3;-10)$ dB $R_A = 65$ dB $R_{AT} = 58$ dB $L_{n,w} = 65$ dB	AC98-127

$$\Delta R_w + C = (68-3) - (56-2) = 65-54$$

$$\Delta R_w + C = \mathbf{11 \text{ dB}}$$

$$(R_w + C) = 55 \text{ dB} + 11 \text{ dB} = \mathbf{66 \text{ dB}}$$

### 4. Calcul prévisionnel simplifié de l'isolement acoustique entre deux locaux :

$$D_{nT,A} = (R_w + C) + 10 \log \left( \frac{0,32V}{S} \right) - A$$

$$S = 3,76 + 18,56 = 22,32 \text{ m}^2$$

$$V = 22,32 \times 2,50 = 55,800 \text{ m}^3$$

$$D_{nT,A} = 66 + 10 \cdot \log \left( \frac{0,32 \times 55,800}{22,32} \right) - 5 = \mathbf{60 \text{ dB}}$$

$D_{nT,A} > 58$  dB, l'isolement aux bruits aériens est satisfaisant pour respecter la NF Habitat HQE.

### Bruits d'impacts

	NF Habitat HQE
Lorsque le local de réception est une chambre ou une pièce principale d'un studio.	$L'_{nT,w} \leq 52$ dB

Sans prendre le faux plafond :

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + 15 - 10 \cdot \log(V) + A + K$$

$$L'_{nT,w} = 75 - 18 + 15 - 10 \cdot \log(55,800) + 5 + 0 = \mathbf{59,5 \text{ dB}} \Rightarrow \text{Exigence non respectée (} > 52 \text{ dB)}$$

Avec prise en compte du faux plafond :

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + 15 - 10 \cdot \log(V) + A + K$$

$$L'_{nT,w} = 65 - 18 + 15 - 10 \cdot \log(55,800) + 5 + 0 = \mathbf{49,5 \text{ dB}} \Rightarrow \text{Exigence respectée (} \leq 52 \text{ dB)}$$

### Question 10

	NF Habitat HQE
Lorsque le local de réception est une chambre ou une pièce principale d'un studio.	$D_{nT,A} \leq 45$ dB

Indice d'affaiblissement minimal porte + cloison :

$$D_{nT,A} = (R_w + C) + 10 \cdot \log \left( \frac{0,32 \cdot V}{S} \right) - 5 + N - \frac{Sr}{10}$$

$$\text{Volume : } 55,800 \text{ m}^3$$

$$S = 4,13 \text{ m}^2$$

$$N = 0$$

$$Sr = 0$$

donc :  $(R_w+C) = - (10 \log (0,32 \cdot V/S) - 5 + N - \underline{Sr}/10$

$$(R_w+C) = \mathbf{43,6 \text{ dB}} \text{ Soit } > \mathbf{44 \text{ dB}}$$

### Question 11

11.1 Affaiblissement minimal de la menuiserie  $R_{W+C_{porte}} = 38 \text{ dB}$  dans le CCTP

$$R_g = 10 \cdot \log \frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i \cdot 10^{-\frac{R_i}{10}}}$$

$$44 = 10 \cdot \log \frac{4,13}{2,03 \times 10^{-\frac{38}{10}} + 2,10 \times 10^{-\frac{R}{10}}}$$

On inverse le logarithme décimal pour isoler R :

$$10^{\frac{44}{10}} = \frac{4,13}{2,03 \times 10^{-\frac{38}{10}} + 2,10 \times 10^{-\frac{R}{10}}}$$

$$2,03 \times 10^{-3,8} + 2,10 \times 10^{-\frac{R}{10}} = \frac{4,13}{10^{4,4}}$$

$$10^{-\frac{R}{10}} = \frac{1}{2,10} \left[ \frac{4,13}{10^{4,4}} - 2,10 \times 10^{-3,8} \right]$$

$$R = -10 \cdot \log \left( \frac{1}{2,10} \left[ \frac{4,13}{10^{4,4}} - 2,10 \times 10^{-3,8} \right] \right) = -10 \cdot \log(-7,5 \cdot 10^{-5}) \text{ PAS DE SOLUTION}$$

Le label ne peut être atteint en conservant cette menuiserie. On devra changer de menuiserie ou se contenter du niveau NRA2000 ( $D_{nTA} = 40 \text{ dB}$ ). Le niveau sonore d'une paroi composite est toujours plus proche de l'élément le plus faible (dans ce cas, la porte).

### 11.2

Affaiblissement minimal de la menuiserie  $R_{W+C_{porte}} = 38 \text{ dB}$  dans le CCTP.

Affaiblissement minimal de la cloison  $R_{W+C_{cloison}} = 67 \text{ dB}$  dans le CCTP.

$$R_g = 10 \cdot \log \frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i \cdot 10^{-\frac{R_i}{10}}}$$

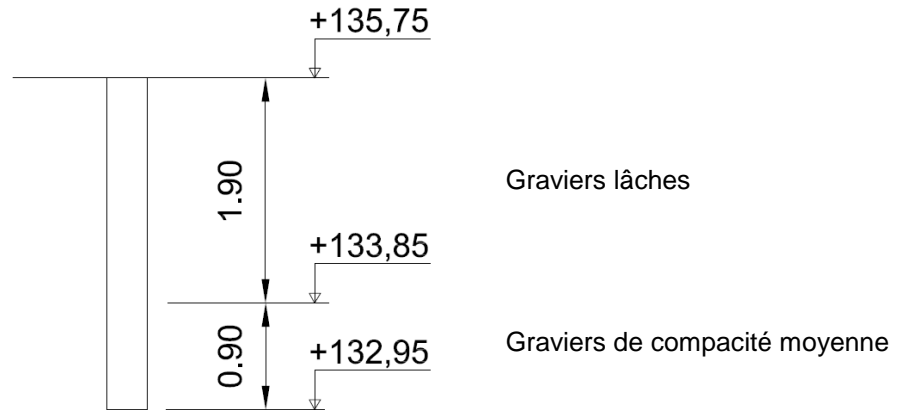
$$R_g = 10 \cdot \log \frac{4,13}{2,03 \times 10^{-\frac{38}{10}} + 2,10 \times 10^{-\frac{67}{10}}} = \mathbf{41,1 \text{ dB}}$$

$$D_{nT,A} = (R_w + C) + 10 \cdot \log \left( \frac{0,32 \cdot V}{S} \right) - 5 + N - \frac{Sr}{10}$$

$$D_{nTA} = 41,1 + 10 \cdot \log \frac{0,32 \times 55,800}{4,13} - 5 = \mathbf{42,4 \text{ dB}}$$

Le niveau NRA2000 est bien vérifié ( $D_{nTA} > 40 \text{ dB}$ ), mais le label NF Habitat HQE ne l'est pas.

### Question 12



Résistance de pointe :

$$R_b = A_b \cdot q_b$$

Avec :

$$q_b = k_p \cdot \rho_{ie}^* = 2 \cdot 1 = 2,6 \text{ Mpa}$$

$$A_b = 0,34 \cdot 0,34 = 0,1156 \text{ m}^2$$

$$R_b = 300,56 \text{ kN}$$

Résistance de frottement latéral :  $R_s = q_s \cdot D \cdot P_s$

$$\Rightarrow R_s = 25 \cdot 0,34 \cdot 4 \cdot 1,9 + 80 \cdot 0,34 \cdot 4 \cdot 0,9$$

$$R_s = 162,52 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow R_c = R_b + R_s, \text{ donc } R_c \square 463 \text{ kN}$$

### Question 13

$$R_{C/3pieux} = 3 \cdot 463 = 1\,389 \text{ kN}$$

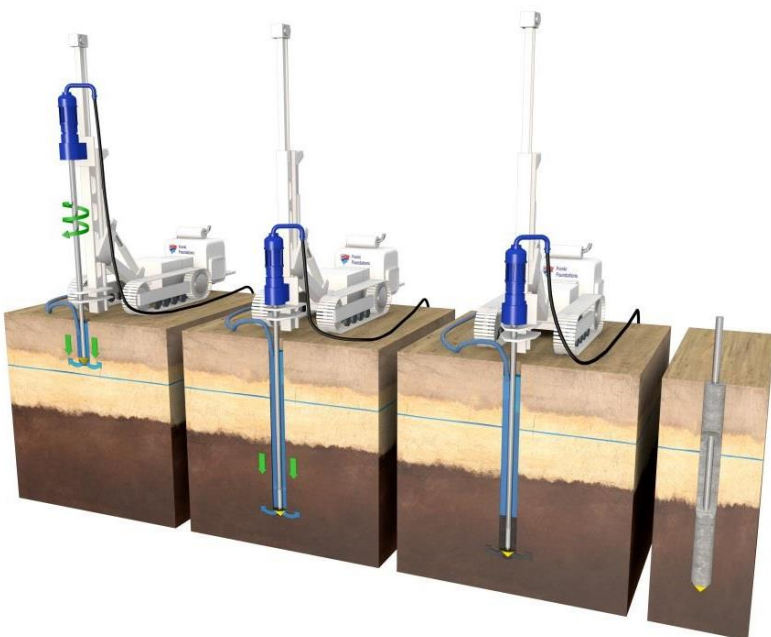
### Question 14

Le micropieu est un pieu foré de faible diamètre mis en place dans le sol par injection de coulis de ciment et équipé le plus souvent d'une armature métallique perdue (barre, tube d'acier, profilé métallique...). Le pieu est foré à l'air comprimé ou au moyen d'un fluide de forage (eau, coulis de ciment, bentonite).

#### Procédé d'exécution

1. Mise en place du premier tube de forage, pourvu du taillant, et démarrage du forage sous fluide à travers le tube de forage.
2. Couplage des tubes de forage et poursuite du forage sous fluide de forage jusqu'au niveau d'assise désiré.
3. La profondeur prescrite atteinte, remplacement du fluide de forage par un coulis de scellement (coulis de ciment). Exécution de l'injection du mortier de scellement sous pression.
4. Micropieu achevé.

#### Question 15

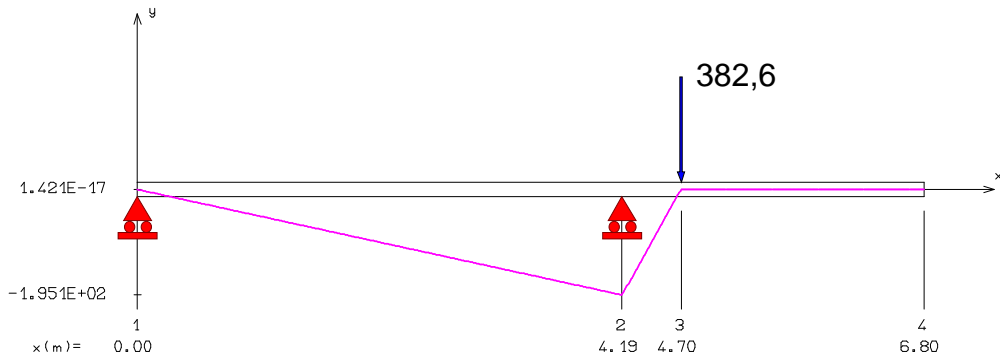


<b>Logements</b>						
Charges permanentes						
	Plancher	650	4,5	2925		
	Poids propre			117		
				<b>g1 =</b>	<b>3 042</b>	<b>daNžm<sup>-1</sup></b>
Charges d'exploitation						
		150	4,5	675		
				<b>q1 =</b>	<b>675</b>	<b>daNžm<sup>-1</sup></b>
<b>Balcons</b>						
Charges permanentes						
	Plancher	100	4,5	450		
	Poids propre			117		
				<b>g2 =</b>	<b>567</b>	<b>daNžm<sup>-1</sup></b>
Charges d'exploitation						
		350	4,5	1575		
				<b>q2 =</b>	<b>1575</b>	<b>daNžm<sup>-1</sup></b>

### Question 16

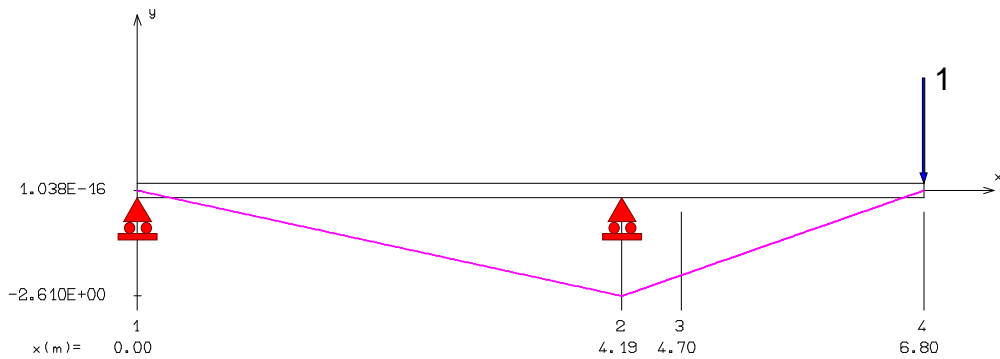
#### Structure (S)

MOMENT FLECHISSANT [ kN.m ]



#### Structure ( $\bar{S}$ )

MOMENT FLECHISSANT [ kN.m ]



$$E \cdot I \cdot \Delta_F = \int_{\text{structure}} M(x) \cdot \bar{M}_j(x) \cdot dx$$

$$= \int_0^{4,19} \begin{matrix} \text{triangle} \\ -195,1 \end{matrix} + \int_{4,19}^{4,7} \begin{matrix} \text{triangle} \\ -2,61 \end{matrix} + \int_{4,7}^{6,80} \begin{matrix} \text{trapezoid} \\ -2,61 \quad -2,10 \end{matrix}$$

$$= \frac{1}{3} \times 4,19 \times 195,1 \times 2,61 + \frac{1}{6} \times 0,51 \times 195,1 \times (2 \times 2,61 + 2,10)$$

$$= 711,20 + 122,03$$

$$= 833,23$$

$$\Delta_F = \frac{833,23 \cdot 10^{-3}}{210000 \times 25170 \cdot 10^{-8}} = 0,0158 \text{ m}$$

$$\Delta_F = 1,58 \text{ cm}$$

**Question 17**

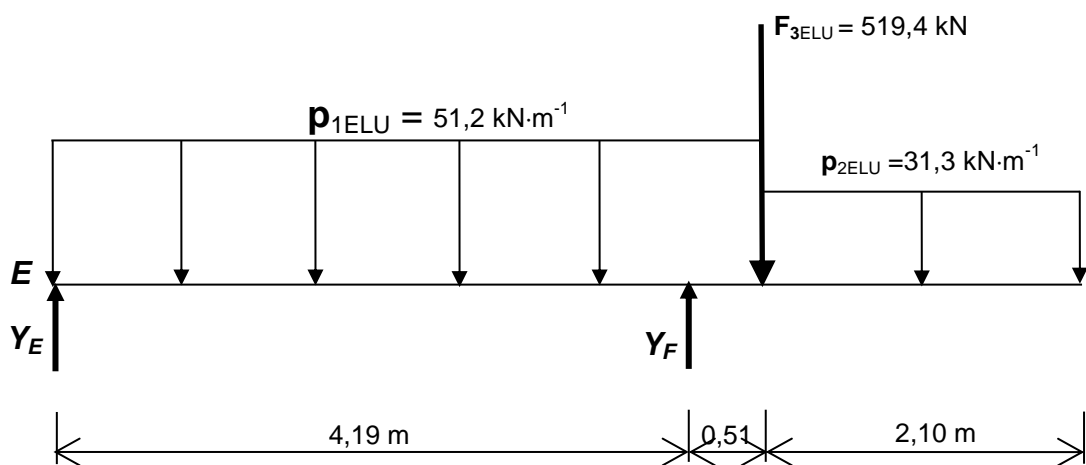
$$f_{\text{adm}} = \frac{L}{200} = \frac{261}{200} = 1,30 \text{ cm} < f_{\text{calculée}} = 1,58 \text{ cm}$$

En conclusion, la rigidité du profilé HEB 300 est insuffisante.

**Question 18**

Moment quadratique du HEM 280 plus élevé (39 550 cm<sup>4</sup> contre 25 170 cm<sup>4</sup> pour le HEB300) grâce à :

- une plus grande hauteur ;
- des épaisseurs d'âmes et surtout d'ailes plus importantes.

**Question 19**

$$Y_F = \frac{51,2 \times 4,7 \times 2,35 + 31,3 \times 2,10 \times 5,75 + 519,4 \times 4,7}{4,19}$$

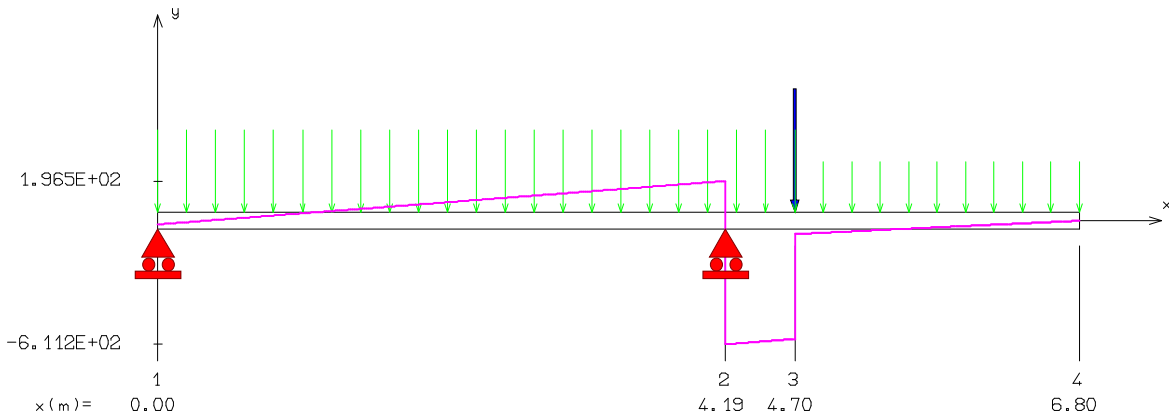
$$Y_F = 807,8 \text{ kN}$$

$$Y_E = 51,2 \times 4,7 + 31,3 \times 2,10 + 519,4 - 807,84$$

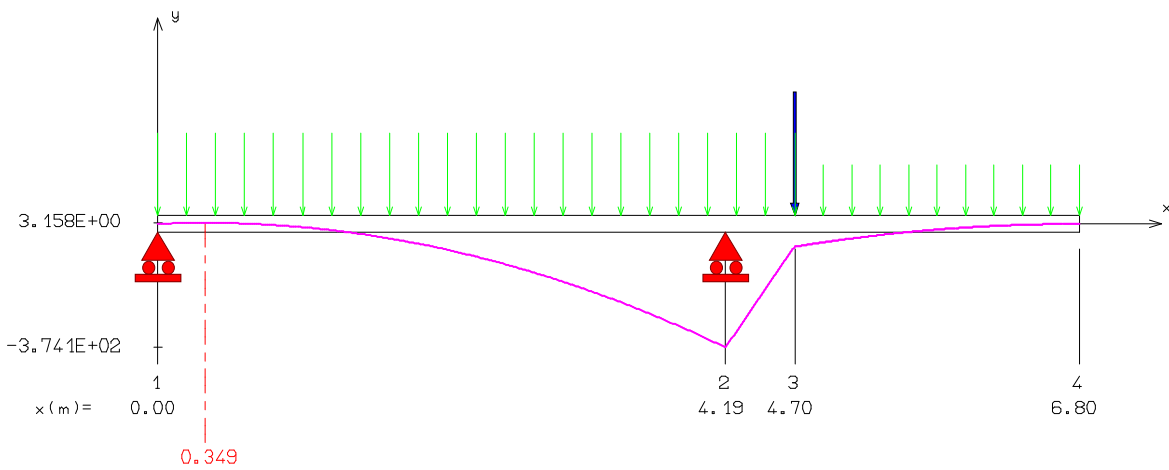
$$Y_E = 17,97 \text{ kN}$$

### Question 20

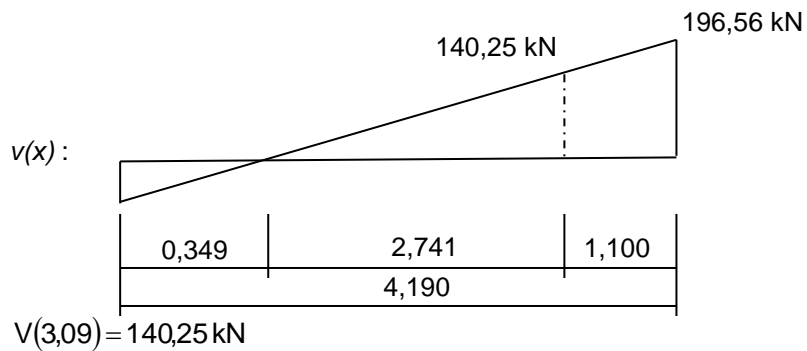
EFFORT TRANCHANT [ kN ]



MOMENT FLECHISSANT [ kN.m ]



### Question 21



$$V(3,09) = 140,25 \text{ kN}$$

$$M(3,09) = -374,25 + \frac{196,56 + 140,25}{2} \times 1,10$$

$$M(3,09) = 189 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



**Question 22**

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 600 \times 561}{1,5} \times 10^{-3}$$

$$F_{t,Rd} = 201,96 \text{ kN}$$

**Question 23**

Les boulons les plus sollicités sont ceux qui sont les plus éloignés de l'axe de compression, c'est-à-dire ceux qui se trouvent au-dessus de l'aile supérieure des profilés.

**Question 24**

$$N_1 = \frac{M \times d_i}{\sum d_i^2} = \frac{190 \times 0,342}{0,342^2 \times 0,192^2 \times 0,092^2} = 400,4 \text{ kN}$$

Il y a deux boulons sur cette rangée, chaque boulon doit donc reprendre un effort de traction  $F_{t,Ed}$  égal à :

$$\frac{N_1}{2} = \frac{400,4}{2} = 200,2 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = 200,20 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 201,96 \text{ kN}$$

En conclusion, l'assemblage est bien dimensionné vis-à-vis du moment fléchissant.

**Question 25**

$$F_{V,Rd} = \frac{\alpha_V \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,5 \times 600 \times 561}{1,25} \times 10^{-3}$$

$$F_{V,Rd} = 134,64 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{\text{assemblage}}}{F_{V,Rd}} = \frac{V(3.09)}{F_{V,Rd}} = \frac{140,25}{134,64} = 1,04 \Rightarrow 2 \text{ boulons suffisent pour reprendre l'effort tranchant.}$$

$$F_{V,Ed} = \frac{140,25}{6} = 23,4 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{23,4}{134,64} + \frac{200,2}{1,4 \times 201,96} = 0,88 < 1 \Rightarrow \text{vérifié.}$$

**Question 26**

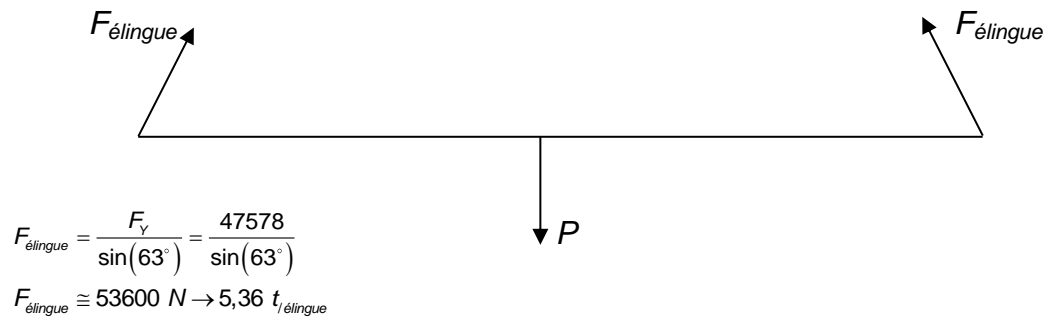
Désignations / Calculs				Longueur (m)	Masse linéique (kg·m <sup>-1</sup> )	Masse (kg)
HEA 300	3,705	x 1 =	3,71			
	12,557	x 1 =	12,56			
	2,484	x 2 =	4,97			
	4,17	x 2 =	8,34			
	9,626	x 1 =	9,63			
		ens	39,20			
HEA 280	9,00	x 2 =	18,00	76,4	1375,2	
HEB 300			17,50	117,0	2047,5	
PL 25*270	10,05	x 2 =	20,10	53,0	1065,1	
PL 20*200	10,05	x 4 =	40,20	31,4	1262,3	
					Total	<b>9211,1</b>

Masse linéique PL25\*270 = 7850×0,025×0,27=52,99 kg·m<sup>-1</sup>

$$M_{TOTAL} = 9211 \times 1,05 = 9671,55 \cong 9700 \text{ kg}$$

**Question 27**

$$P = 9700 \cdot 9,81 = 95157 \text{ N}$$



**Question 28**

Choix : élingues Ø 24

**Question 29**

Hauteur du bâtiment / base de la grue = 21,92+1,16 = 23,08 m

H<sub>levage</sub> = 23,08 + 5,36 + 2 = 30,44 m

Portée = 18 m

Capacité de levage de la grue : 13,3 t pour une hauteur de 32 m.

# Rapport du jury de l'épreuve « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » – option ingénierie des constructions

## 1. Présentation du sujet

Le support du sujet est une réhabilitation des entrepôts Seegmuller, un bâtiment industriel des années 30, en un ensemble mixte de logements, bureaux, commerces et un espace dédié au numérique et à la culture. Ce projet nommé « Les Dock's » est un projet architectural et technique fort pour la ville de Strasbourg.

Le sujet vise à évaluer les compétences des candidats dans de nombreux domaines de l'ingénierie des constructions. Ces domaines – validation architecturale, étude thermique et étude d'impact environnemental, étude acoustique, études mécaniques et technologiques – sont indispensables à l'enseignement des sciences de l'ingénieur de la série S et de l'enseignement spécifique de spécialité architecture et construction en STI2D.

## 2. Analyse globale des résultats

Le sujet propose un questionnement sur les différents champs des sciences de l'ingénieur de la construction. Comme lors des sessions précédentes, la majorité des candidats a abordé le sujet de manière linéaire en suivant le questionnement proposé. Les différentes parties sont donc traitées de manière inégale alors qu'une lecture complète du sujet aurait permis aux candidats de mieux cibler leurs points forts et de mieux gérer leur temps.

Le jury constate que les questions d'analyse documentaire du début de sujet sont bien traitées. Les études techniques proposées, elles, le sont de manière inégale. La multitude des domaines abordés ne permettait peut-être pas de répondre à l'intégralité du sujet mais devait permettre à chaque candidat de réussir les parties dans lesquelles il est le plus compétent. Il s'avère que c'est assez peu le cas.

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

### *Étude 1 : validation architecturale des règles d'urbanisme*

Cette courte partie permet au candidat de prendre connaissance du sujet et de vérifier le respect des règles d'urbanisme de ce projet vis-à-vis du PLU. Ces vérifications sont à présenter de manière claire et synthétique. Une dissertation de plusieurs pages est inutile et chronophage.

### *Étude 2 : étude thermique du plancher sur porte-à-faux*

Cette étude est l'une des plus longues du sujet. Elle comporte un questionnaire visant les notions et vérifications des bases de thermique que doivent connaître les candidats. Après une validation technique d'un isolant sous chape, les candidats comparent l'impact environnemental de deux systèmes d'isolation sous chape similaires techniquement. Cette étude, à partir des FDES de produit, est similaire à ce qui est fait en enseignement transversal de STI2D lors des études d'Analyse de Cycle de Vie des produits. Cette comparaison doit être présentée sous forme de tableau en calculant des écarts en pourcentage et sur une base commune. Il est donc nécessaire de ramener les impacts

environnementaux des deux produits à une durée égale (un an ou DVT) et à une épaisseur égale. De nombreux candidats oublient de le faire, et une très faible proportion fait une comparaison en pourcentage des écarts ce qui est indispensable pour avoir une comparaison objective. Il est, de plus, indispensable d'indiquer les unités des impacts étudiés et de conclure l'étude.

La majorité des candidats a ensuite traité les calculs de thermique permettant de mettre en évidence la nécessité d'un complément d'isolation en sous-face du plancher sur porte-à-faux. Certains oublient cependant de prendre en compte les résistances superficielles dans ces calculs, résistances permettant de prendre en compte de manière forfaitaire les phénomènes de convection et rayonnement sur la paroi.

En revanche, peu de candidats ont tracé les diagrammes des températures, et surtout des pressions de vapeur d'eau dans la paroi. Sauf exception, le jury constate que la méthode proposée pour le calcul des pressions réelles à partir des coefficients de résistance à la diffusion de vapeur  $\mu$  donnés dans les règles ThU de la RT2012 n'est pas bien comprise par les quelques candidats traitant la question.

### *Étude 3 : étude acoustique d'un appartement et des circulations*

Cette partie aborde l'ensemble des problématiques d'acoustique du bâtiment que sont en mesure d'appréhender des élèves de STI2D AC ou de S SI. Cependant, quand elle est traitée par les candidats, de nombreuses lacunes apparaissent.

La vérification du temps de réverbération des circulations est plutôt réussie bien que la méthode soit parfois maladroite. Il n'est en effet pas nécessaire de calculer les surfaces des différents matériaux constitutifs des parois de circulation dès lors que le problème est bien posé.

En ce qui concerne la question 8, le jury s'inquiète du grand nombre de candidats incapables de définir clairement les bruits d'impact et les bruits aériens, bases de l'acoustique du bâtiment, ainsi que les protocoles de mesurages in situ associés à ces bruits. Ces méconnaissances sont préjudiciables pour l'étude suivante de l'isolement acoustique d'un plancher entre un appartement et un studio devant être mené pour ces deux types de bruits. Cela étant, trop de candidats font des erreurs dans l'exploitation des formules et notamment des erreurs de signes.

La dernière étude d'acoustique, consistant en l'étude d'une cloison séparative entre un logement et une circulation comportant une porte palière, nécessite l'utilisation des écritures logarithmiques pour prévoir l'affaiblissement de cette paroi composite. Aucun candidat ne réussit à utiliser correctement cette loi physique pour se rendre compte in fine que seul le niveau NRA2000 était atteignable en lieu et place de l'affaiblissement visé NF Habitat HQE.

### *Étude 4 : vérification des fondations existantes*

Cette partie du sujet relève du traitement d'un problème de mécanique des sols en phase de pré-dimensionnement et plus précisément, dans le cadre de cette réhabilitation, de la vérification ponctuelle d'une partie du système de fondations en vue de la nouvelle destination du bâtiment.

D'une manière générale cette partie du sujet, pourtant très simple et d'un niveau STS, n'a été abordée que par seulement la moitié des candidats. Le jury déplore le manque de connaissances dans ce domaine spécifique de la construction, pourtant indispensable à la maîtrise de la conception structurelle des bâtiments.

L'analyse des copies abordant ces questions témoigne de lacunes tant sur le plan scientifique que technologique. Certains candidats confondent le comportement mécanique des fondations superficielles avec celui des fondations profondes. Le jury rappelle qu'il est indispensable de lire attentivement les documents fournis (plans, extraits de DTU et extrait du rapport de sol) pour appréhender ce type de problématique.

Les candidats doivent s'attacher à maîtriser, préalablement à cette épreuve, les modes d'exécution des éléments d'ouvrages et ouvrages simples et récurrents de type fondations, porteurs verticaux et horizontaux, etc. tant pour les bâtiments que les ouvrages d'art.

#### *Étude 5 : étude de la structure métallique du porte-à-faux latéral*

Cette partie du sujet permet d'aborder l'un des aspects structurels du bâtiment. Le questionnement relève essentiellement du domaine de la résistance des matériaux. Quelques candidats témoignent d'une bonne maîtrise des démarches scientifiques attendues dans le domaine de la conception. Toutefois, trop de copies laissent apparaître des lacunes inquiétantes en mécanique des structures.

Le jury conseille aux futurs candidats de mieux se préparer, pour les prochaines sessions, à la mécanique des structures. Elle est indispensable pour assurer les fonctions professionnelles qu'ils briguent.

Le jury rappelle aux candidats les notions fondamentales :

- transmission des efforts et descente de charges avec la maîtrise des unités ;
- application du principe fondamental de la statique (PFS) sur des systèmes isostatiques ;
- maîtrise, pour le moins graphique, de la répartition des sollicitations internes dans une poutre ;
- lecture d'un règlement de calcul type Eurocodes.

#### *Étude 6 : préhension des fermes treillis*

Cette partie permet d'aborder une phase opérationnelle de l'exécution des travaux et concerne plus précisément l'approche globale d'une préparation à la phase de préhension d'une partie d'ouvrage réalisé en structure métallique. Le questionnement demandé est des plus classiques et correspond à des problématiques simples rencontrées sur chantier.

Seulement 30 % des candidats abordent cette partie. Pour ceux issus du secteur professionnel, à la recherche d'une reconversion, cette partie aurait pu permettre de s'exprimer largement.

Encore une fois, dans les copies qui ont traité cette étude, l'analyse des réponses montre un manque dans la maîtrise de calculs très simples liés à la mécanique des structures. Les candidats doivent davantage se préparer à ce type de questionnement pour les sessions à venir. Un questionnement sur des problématiques de préparation de travaux nécessite une approche scientifique autour de connaissances simples en résistance des matériaux.

Il est bon de rappeler ici que les problématiques de préparation de travaux nécessitent une approche très rigoureuse usant de connaissances bien établies en résistance des matériaux. On peut même avancer que dans certains cas, en particulier dans les situations de manutention, l'impréparation peut se révéler source d'accidents très graves.

#### **4. Conclusion**

Le jury rappelle aux candidats l'importance à accorder au soin dans la présentation des copies et la qualité de la rédaction, à l'orthographe et la grammaire. Les candidats doivent correctement repérer les questions traitées, et penser à mettre les résultats en évidence en les encadrant par exemple.

Les raisonnements doivent être menés de façon lisible et explicite de manière à faire ressortir la méthode utilisée. Les réponses qui se limitent à l'écriture du résultat sans explication ne sont pas admises.

Il est également important de connaître les unités des différentes grandeurs physiques pour avoir un regard critique sur l'homogénéité des relations et des résultats proposés. Le jury invite donc les candidats à traiter ces aspects avec beaucoup plus de rigueur.

Enfin, le jury rappelle à tous les candidats l'importance d'avoir un minimum de connaissances et de culture technologique dans le domaine du BTP.

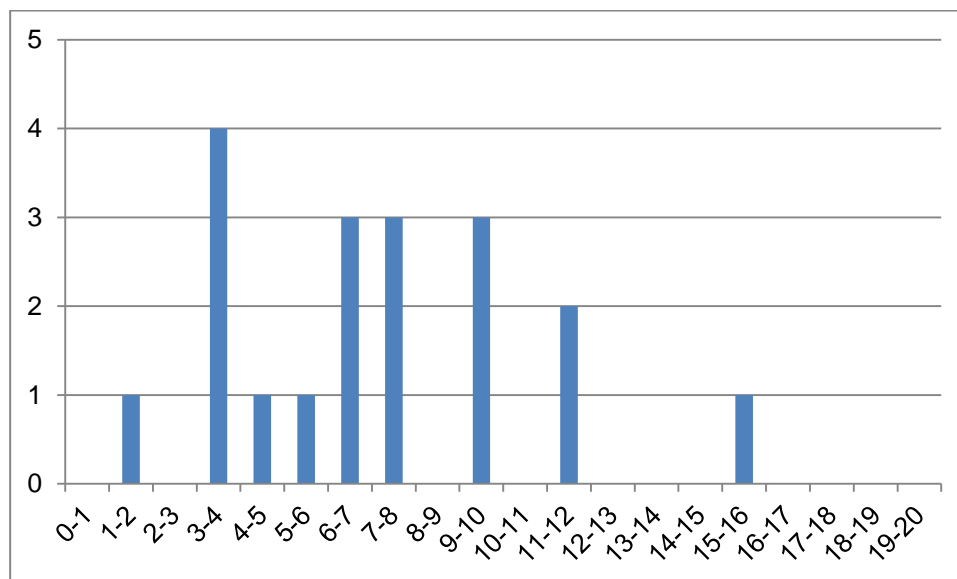
À titre d'annales, les candidats sont invités à visualiser les contenus et les éléments de correction des épreuves U4 et U5 des différents BTS du secteur du BTP.

Tous ces points seront nécessaires aux candidats dans la pratique de leur futur métier d'enseignant pour exposer clairement les savoirs qu'ils souhaiteront communiquer aux apprenants.

## 5. Résultats

19 copies ont été évaluées pour cette épreuve du CAPET, la moyenne des notes obtenues est de 7,0 avec :

- 15,03 comme meilleure note ;
- 1,35 comme note la plus basse.



# Éléments de correction de l'épreuve « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » – option ingénierie électrique

## PARTIE A

### Question A1

C'est la température de consigne  $T_{cons}$ .

### Question A2

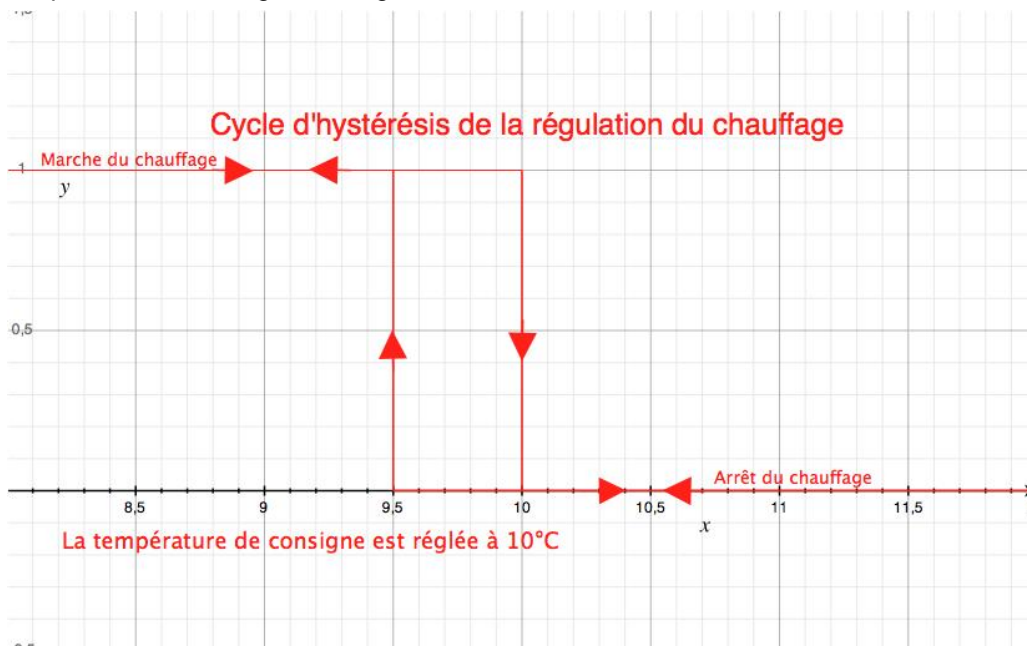
Variable « mode » qui correspondra à : « hors gel », « mode standard » et « mode éco ».

Variable « température de l'eau » :  $T_{eau}$  indique la température de l'eau dans le spa.

Variable « chauffage » qui est utilisée pour la mise en marche ou l'arrêt du chauffage.

### Question A3

La température de consigne est réglée à  $10^{\circ}\text{C}$ .



### Question A4 :

Si *filtration* est vraie

Alors

Si  $T_{eau}$  est supérieure à la  $T_{cons}$

Alors mise à l'arrêt du chauffage

Si  $T_{eau}$  est inférieure à la  $T_{cons}-0,5$

Alors mise en marche de chauffage

Sinon mise à l'arrêt du chauffage

Autre présentation

Si *filtration* = vraie

Alors  
 Si  $T_{eau} > T_{cons}$   
     Alors chauffage ← arrêt  
 Si  $T_{eau} < (T_{cons} - 0,5)$   
     Alors chauffage ← marche  
 Sinon chauffage ← arrêt

**Question A5.**

Tant que mode correspond au « mode eco » Faire  
 Si filtration est vraie  
     Alors  
         Si  $T_{eau} > T_{cons}$   
             Alors mise à l'arrêt du chauffage  
         Si  $T_{eau} < T_{cons} - 0,5$   
             Alors mise en marche du chauffage  
         Sinon mise à l'arrêt du chauffage  
 Mise à jour de la valeur de mode  
 Fin tant que

Autre présentation

Tant que mode = « mode eco » faire  
 Si filtration = vraie  
     Alors  
         Si  $T_{eau} > T_{cons}$   
             Alors chauffage ← arrêt  
         Si  $T_{eau} < (T_{cons} - 0,5)$   
             Alors chauffage ← marche  
         Sinon chauffage ← arrêt  
 Mise à jour de la valeur de mode  
 Fin tant que

**PARTIE B**

**Question B1.1**

Réchauffeur : 3 kW  
 Pompes d'hydro massage : 2 x 2,25 kW  
 Pompes de circulation : 260 W

**Question B1.2**

Voir document réponse n°2.

**Question B1.3**

**Réchauffeur**

En monophasé pour 3 kW (4HP, il faut une base LUB32  
 Module de contrôle LUCC pour du monophasé  
 $I_{réchauffeur} = 13,05 \text{ A} \Rightarrow$  calibre de 4,5 A à 18 A soit LUCC18\*\*  
 Commande 24 V alternatif  $\Rightarrow$  LUCC18B

**Pompes d'hydro massage**

En monophasé pour 2,25 kW (3 HP), il faut une base LUB32  
 Module de contrôle standard LUCC



$I_{Pompe H} = 11,37 \text{ A} \Rightarrow$  calibre de 3 A à 12 A soit LUCC12\*\*

Commande 24 V alternatif  $\Rightarrow$  LUCC12B

### **Pompe de circulation**

En monophasé pour 0,26 kW (1/3 HP) Il faut une base LUB12

Module de contrôle standard LUCC

$I_{Pompe C} = 1,41 \text{ A} \Rightarrow$  calibre de 1,25 à 5 A soit LUCC05\*\*

Commande 24 V alternatif  $\Rightarrow$  LUCC05B

### **Question B1.4**

Voir document réponse n°1 : le réchauffeur et les pompes doivent être raccordés sur les phases 1 et 3 du LUB et non rebouclés avec la phase 2.

Le propriétaire du SPA a un abonnement de 18 kVA en triphasé avec heures creuses. Ces dernières factures font apparaître des consommations régulières de 16 kW au maximum sans déséquilibre notable.

### **Question B2.1**

Lors de l'utilisation des pompes d'hydro massage, la pompe de circulation n'est pas utilisée puisque le réchauffeur est arrêté.

Cas 1 : pompe de filtration et réchauffeur.

Cas 2 : pompes d'hydro massage.

Cas 3 : pompe de filtration seule.

### **En mode « éco »**

Lors de l'utilisation des pompes d'hydro massage, la pompe de circulation n'est pas utilisée puisque le réchauffeur est arrêté.

Cas 1 : pompe de filtration et réchauffeur.

Cas 2 : pompes d'hydro massage.

Cas 3 : pompe de filtration seule.

Le mode « éco » est ainsi nommé, car pendant les phases de non filtration le réchauffeur n'est pas mis en marche quelle que soit la température.

### **Question B2.2**

Bilan de puissance et cas de fonctionnement : voir document réponse °2.

Le SPA consomme plus de courant et de puissance quand le réchauffeur et la pompe de circulation fonctionnent.

### **Question B2.3**

C'est lors du fonctionnement du réchauffeur que la puissance est la plus élevée. La puissance supplémentaire sur la phase 1 est :

$$P_{phase1} = P_{réchauffeur} + P_{circulation} = 3000 + 260 = 3260 \text{ W soit } 3,26 \text{ kW} .$$

$$\text{Puissance nécessaire en plus sur l'abonnement triphasé : } P = 3 \times P_{phase1} = 3 \times 3,26 = 9,78 \text{ kW} .$$

Nouvel abonnement = consommation maximale actuelle + puissance nécessaire en plus sur le triphasé :

$$P = 16 + 9,78 = 25,78 \text{ kW} .$$

Soit un nouvel abonnement de 30 kVA.

	Puissance souscrite (kVA)	Abonnement annuel (€ TTC/an)	Prix du kWh (cts € TTC/kWh)	
			HP	HC
Ancien abonnement	18	266,84	16,36	11,50
Nouvel abonnement	30	761,47	16,36	11,50

Le tarif de l'abonnement augmente de :  $761,47 - 266,86 = 494,61\text{€}$ .

Le tarif du kWh est le même.

## PARTIE C

### Question C1.1

La puissance dissipée par une résistance soumise à une tension continue de 230 V est la même que celle d'une résistance soumise à une tension dont la valeur efficace vaut 230 V.

Il est nécessaire de réaliser le modèle avec une tension continue, car il n'est pas possible de simuler correctement en même temps une fréquence de 50 Hz (tension du réseau) et une fréquence de  $1,15 \cdot 10^{-5}$  Hz (fréquence de la température extérieure de la simulation).

### Question C1.2

La puissance du réchauffeur est de 3 000 W et la tension d'alimentation est de 230 V

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{3000} = 17,6 \Omega$$

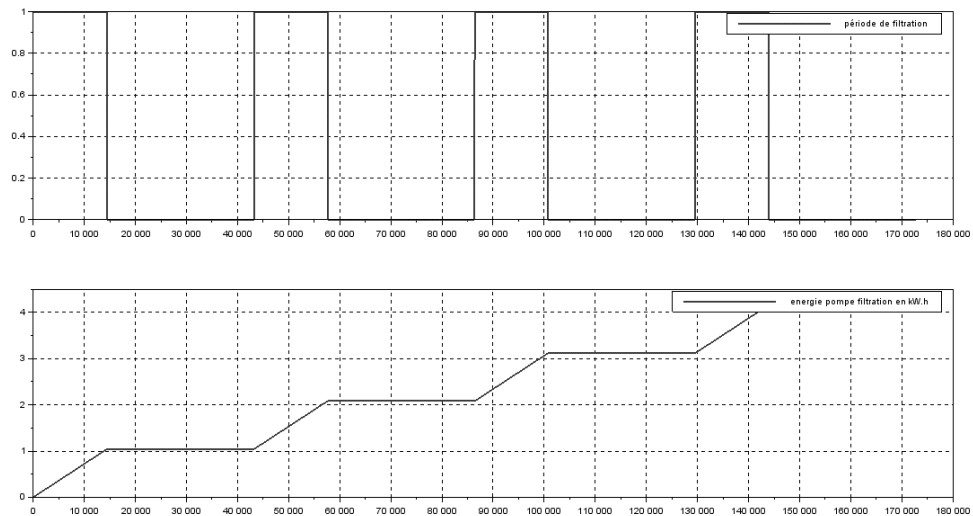
### Question C2.1

D'après le DT1, la masse de l'eau dans le SPA est de 1 620 kg, d'où :

$$C_{spa} = 4\,186 \times 1\,620 = 6\,779\,700 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

### Question C2.2

Les dimensions du SPA sont les suivantes :  $2,18 \times 2,18 \times 0,90$  soit une surface d'environ  $S_e = 2,18 \times 2,18 = 4,75 \text{ m}^2$  entre la couverture et l'eau du SPA.



Unités en abscisses : seconde.

### Question C2.3

$$\lambda = \lambda_p \times \frac{S_e}{e} = 0,4 \times \frac{4,75}{0,11} = 17,3 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

### Question C3.1

Un cycle de filtration a lieu durant les heures pleines soit une énergie de  $E_{fhp} = 0,26 \times 4 = 1,04 \text{ kWh}$  .

Un cycle de filtration a lieu durant les heures creuses soit une énergie de  $E_{fnc} = 0,26 \times 4 = 1,04 \text{ kWh}$  .

### Question C3.2

$$C_{fh} = E_{fhp} \times 0,1636 + E_{fnc} \times 0,115 = 1,04 \times 0,1636 + 1,04 \times 0,115 = 0,170144 + 0,1196 = 0,289744 \approx 0,29 \text{ €}$$

### Question C3.3

Si l'on considère que la simulation commence à minuit : la période d'heures pleines commence à 7 h 30 soit 7,5 h plus tard soit 27 000 s plus tard.

La période d'heures pleines commence à l'instant  $t = 27\ 000$  s. L'énergie à cet instant vaut 1,95 kWh.

La période d'heures pleines se termine à 22 h 30 soit 15 h plus tard soit 54 000 s plus tard. La période d'heures pleines se termine à l'instant  $t = 27\ 000 + 54\ 000 = 81\ 000$  s.

L'énergie à cet instant vaut 5,85 kW·h.

L'énergie consommée pendant la période d'heures pleines est donc de :

$$E_{fep} = 5,85 - 1,95 = 3,9 \text{ kWh} .$$

La période d'heures creuses dure 9 h. La pompe fonctionnant en continu :

$$E_{fec} = 0,26 \times 9 = 2,34 \text{ kWh} .$$

### Question C3.4

$$C_{fe} = E_{fep} \cdot 0,1636 + E_{fec} \cdot 0,115 = 3,9 \cdot 0,1636 + 2,34 \cdot 0,115 = 0,63804 + 0,2691 = 0,90714 \approx 0,91 \text{ €} .$$

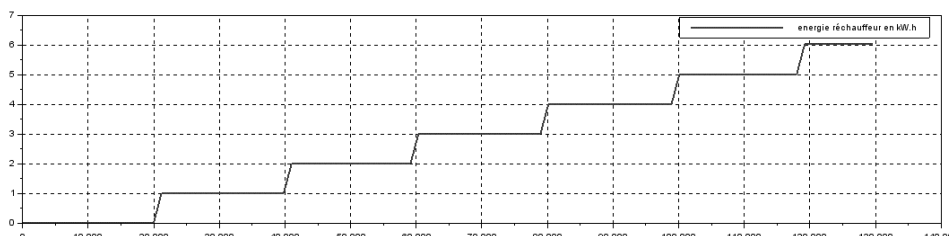
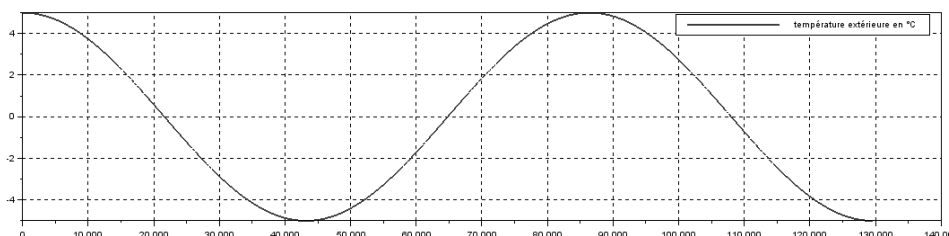
### Question C3.5

La simulation débute en heures pleines. La période d'heures creuses commence à 22 h 30 soit 8,5 heures plus tard. Soit 30 600 secondes plus tard. Durant cette première période, 1 kWh a été consommé.

La période d'heures creuses se termine à 7 h 30 soit 9 h plus tard soit 32 400 s plus tard. La nouvelle période d'heures pleines commence à l'instant  $t = 30\ 600 + 32\ 400 = 63\ 000$  s

La consommation repart alors de 3 kW·h jusqu'au maximum de température suivant qui correspond à 14 h 00 ; 1 kW·h a été consommé.  $E_{rhp} = 2 \text{ kW} \cdot \text{h}$  .

La période d'heures creuses a lieu entre les instants 30 600 s et 63 000 s.  $E_{rhc} = 2 \text{ kWh}$  .



Unité en  
abscisses :  
seconde.

**Question C3.6**

$$C_{th} = E_{thp} \times 0,1636 + E_{thc} \times 0,115 = 2 \times 0,1636 + 2 \times 0,115 = 0,3272 + 0,23 = 0,5572 \approx 0,56 \text{ €}$$

**Question C3.7**

La simulation débute en heures pleines. La période d'heures creuses commence à 22 h 30 soit 8,5 heures plus tard. Soit 30 600 secondes plus tard. Durant cette première période, il n'y a eu aucune consommation.

La période d'heures creuses se termine à 7 h 30 soit 9 h plus tard soit 32 400 s plus tard. La nouvelle période d'heures pleines commence à l'instant  $t = 30\,600 + 32\,400 = 63\,000$  s

La consommation repart alors de 2 kW·h.

Jusqu'au maximum de température suivant qui correspond à 14 h 00, il n'y a eu aucune consommation.

$$E_{rep} = 0 \text{ kWh}$$

La période d'heures creuses a lieu entre les instants 30 600 s et 63 000 s

$$E_{rec} = 2 \text{ kWh} .$$

**Question C3.8**

$$C_{re} = E_{rep} \times 0,1636 + E_{rec} \times 0,115 = 0 \times 0,1636 + 2 \times 0,115 = 0,23 \text{ €}$$

**Question C3.9**

Les pompes de massage fonctionnent de 17 h à 17 h 30 soit 0,5 h pendant les heures pleines.

Leur puissance électrique consommée vaut  $2 \times 2,25$  kW soit 4,5 kW.

$$E_m = 4,5 \times 0,5 = 2,25 \text{ kWh}$$

On en déduit que :  $C_m = E_m \times 0,1636 = 2,25 \times 0,1636 = 0,3681 \approx 0,37 \text{ €} .$

**Question C3.10**

$$C_{Th} = C_{th} + C_{th} + C_m = 0,289744 + 0,5572 + 0,3681 \approx 1,215 \text{ €} .$$

$$C_{Te} = C_{fe} + C_{re} + C_m = 0,90714 + 0,23 + 0,3681 \approx 1,515 \text{ €} .$$

$$C_{TA} = C_{Th} \times \frac{8}{12} \times 365 + C_{Te} \times \frac{4}{12} \times 365 = 1,215 \times \frac{8}{12} \times 365 + 1,515 \times \frac{4}{12} \times 365 = 295,65 + 180,13 = 475,78 \text{ €} .$$

**PARTIE D****Question D1.1**

Voir document réponse n°3.

**Question D1.2**

Il est possible de régler les programmes et l'horodateur pour profiter au maximum des heures creuses.

**Question D2.1**

Il est possible de mettre en œuvre des panneaux solaires PV pour alimenter le spa la journée en heures pleines, d'utiliser des panneaux solaires thermiques ou une PAC pour maintenir la température de l'eau dans le SPA.

**Question D2.2**

$$T_{ch} = 20 \times \frac{3000}{5500} = 10,9 \text{ min.}$$

$$W_{jPAC\acute{e}t\acute{e}} = 1500 \times \frac{60}{12} = 0,55 \text{ kWh} .$$

$$W_{jPAC\text{hiver}} = 1500 \times \frac{60}{6} = 1,09 \text{ kWh} .$$

### Question D2.3

Voir document réponse n°3.

### Question D2.4

Calcul de l'économie sur la consommation :  $Eco_{consa} = 480,20 - 357,01 = 123,19 \text{ €} .$

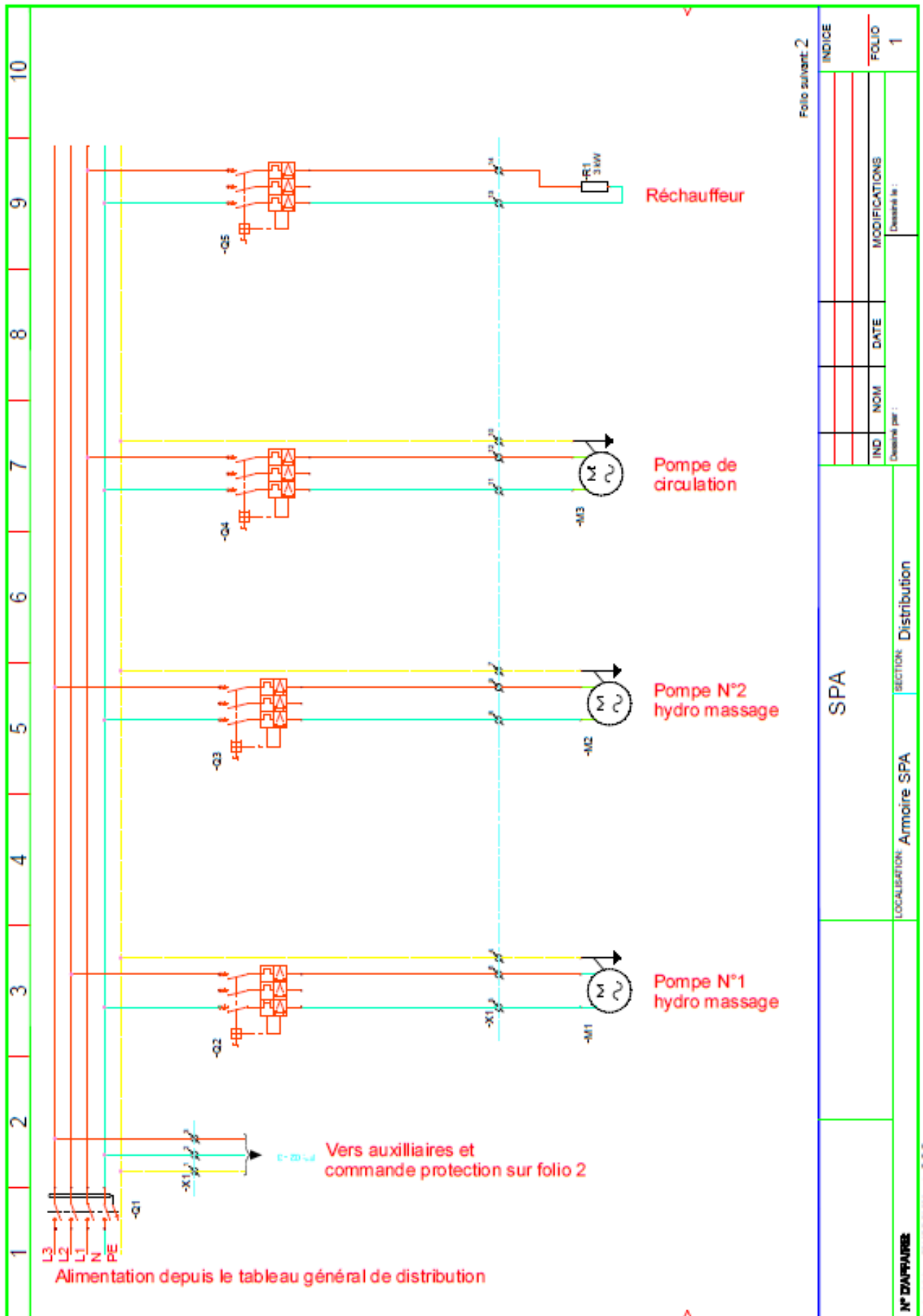
Calcul de l'économie sur l'abonnement :  $Eco_{abo.} = 661,91 - 560,18 = 101,73 \text{ €} .$

Le retour sur investissement est de :

$$RI = \frac{1800}{123,19 + 101,73} = \frac{1800}{224,92} = 8 \text{ ans}$$

L'investissement n'est pas très rentable financièrement par rapport à la durée de vie d'une PAC, mais il est intéressant du point de vue du développement durable.

Document réponse DR1



**Document réponse DR2**

**Question B1.2**

Récepteurs	Réchauffeur	Pompes d'hydro massage	Pompe de circulation
$P (W)$	3000	2250	260
Facteur de puissance	1	0,86	0,8
$S (VA)$	3000	$S = \frac{P}{FP} = \frac{2250}{0,86} = 2616 VA$	$S = \frac{P}{FP} = \frac{260}{0,8} = 325 VA$
$I (A)$	$I_R = \frac{S}{U} = \frac{3000}{230} = 13,05 A$	$I_P = \frac{S}{U} = \frac{2616}{230} = 11,37 A$	$I_C = \frac{S}{U} = \frac{325}{230} = 1,41 A$

**Question B2.2**

Remarque : le nombre de colonnes ne présage pas du nombre de cas.

Cas	Pompe de filtration et réchauffeur	Pompes d'hydro massage	Pompe de filtration seule	
$P (W)$	$3000+260=3260$	2250	260	
$S (VA)$	$S = \sqrt{3260^2 + (325 \times 0,6)^2} = 3265 VA$	2616	325	
$I (A)$	$I_{phase1} = \frac{3265}{230} = 14,2 A$	$I_{phase2} = I_P = 11,37 A$ et/ou $I_{phase3} = I_P = 11,37 A$	$I_{phase1} = I_C = 1,41 A$	

**Document réponse DR3**

**Question D1.1**

	<b>HC</b>	<b>HP</b>	<b>Base</b>
PU TTC cts €/kWh	11,50	16,36	15,03
été	57,80 €	127,14 €	192,35 €
hiver	84,95 €	210,30 €	304,24 €
total	142,76 €	337,44 €	496,59 €
bilan	480,20 €		496,59 €
	661,91 €		624,69 €
	1 142,11 €		1 121,28 €

**Question D2.3**

	<b>filtration</b>		<b>pompage</b>		<b>chauffage</b>		<b>total/jour</b>		
	<b>HC</b>	<b>HP</b>	<b>HC</b>	<b>HP</b>	<b>HC</b>	<b>HP</b>	<b>HC</b>	<b>HP</b>	<b>total</b>
été	3	3	0	2,25	0,27	0,27	3,39	5,64	9,04
hiver	1	1	0	2,25	0,55	0,55	1,59	3,84	5,42

**Question D2.3**

	<b>nb jours</b>	<b>nb heures</b>	<b>Total consommation (kWh)</b>	
			<b>HC</b>	<b>HP</b>
été	122	2928	413,91	688,41
hiver	243	5832	385,27	932,02
année	365	8760	799,18	1620,43

**Question D2.4**

	<b>HC</b>	<b>HP</b>
PU TTC cts €/kWh	11,50	16,36
été	47,60 €	112,62 €
hiver	44,31 €	152,48 €
total	91,91 €	265,10 €
bilan	357,01 €	



# Rapport du jury de l'épreuve « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » – option ingénierie électrique

## 1. Présentation du sujet

Le support de l'épreuve est le SPA « Sydney Premium » de la marque VOLITION SPAS® installé chez un particulier.

La pratique du SPA (bain à remous) est reconnue pour apporter de nombreux bienfaits. L'action des multiples buses de massage d'eau chaude décontracte chacun des muscles, favorise la circulation du sang et l'élimination des toxines de l'organisme. Les effets conjugués de la chaleur, de l'apesanteur et du massage sont les trois ingrédients apportant une sensation de détente et de bien-être. L'eau chaude fait monter la température du corps et dilate les vaisseaux, améliorant ainsi la circulation sanguine.

La pression exercée sur les muscles et sur les articulations se relâche.

L'hydro massage des articulations et des muscles procuré par les jets accélère la récupération après l'effort.

La problématique retenue est résumée par les deux questions suivantes : comment réduire l'énergie électrique consommée par un SPA ? La solution retenue est-elle économiquement viable ?

## 2. Analyse globale des résultats

Les candidats ont majoritairement traité l'ensemble des questions posées, signe d'une préparation sérieuse à cette épreuve du concours. Certains candidats montrent une certaine maîtrise des attendus du programme.

Si les candidats parviennent en grande majorité à faire le lien entre les différentes parties de l'épreuve, un nombre non négligeable n'a pas assez pris de recul sur l'objectif du sujet dans la recherche d'une solution économique viable pour la consommation d'énergie électrique.

Le jury constate des lacunes sur le plan disciplinaire dans les fondamentaux de l'ingénierie électrique (choix de matériel, élaboration de schéma électrique, rudiments de programmation).

Le jury rappelle aux candidats l'importance de soigner la présentation de la copie et la qualité de la rédaction. Le jury demande aux candidats de faire particulièrement attention aux fautes d'orthographe et de grammaire. Les candidats doivent correctement repérer les questions et en cas d'absence de réponse, l'indiquer. Le jury conseille également de mettre les résultats en évidence en les encadrant par exemple.

Les raisonnements doivent être menés de façon lisible et explicite de manière à faire ressortir la méthode utilisée. Les réponses qui se limitent à l'écriture du résultat sans explication ne sont pas admises. Certains candidats sont en difficulté dans la conduite de calculs complexes.

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

#### **PARTIE A**

Cette partie permet d'évaluer, d'une part le candidat sur la compréhension du fonctionnement du système, et d'autre part sur les connaissances des algorithmes. Une grande majorité des candidats a traité cette partie.

Les réponses à la question A1 sont trop souvent imprécises. La lecture du sujet sur le fonctionnement du système met en évidence l'élément central de la gestion de la température dans ce mode. Les candidats ont trop souvent recopié une liste de caractéristiques. Il était attendu un paramètre intervenant dans la régulation.

Pour la question A2, comme pour la question précédente, le manque de précision dans les réponses montre la difficulté qu'ont rencontrée les candidats dans l'analyse du système dès le début de sujet. La question porte sur la définition de variables et non une simple liste. Il faut indiquer la grandeur physique correspondant à chaque variable. Des candidats n'ont pas respecté le mode de fonctionnement imposé : « mode éco ».

Trop peu de candidats ont mis en évidence, dans la question A3, le cycle d'hystérésis de ce mode de régulation de chauffage. Il ne s'agit pas de recopier un morceau incomplet de la présentation du système, mais bien de retranscrire son fonctionnement. Une représentation graphique accompagnée d'un petit commentaire suffit amplement.

La maîtrise de ces représentations « informatiques », dans la question A4, fait défaut chez de nombreux candidats. Il s'agit de retranscrire le résultat de la question précédente sous un formalisme différent. Des candidats décrivent des fonctionnements différents du système sur ces deux questions. Le fonctionnement réalisé doit rester logique en évitant le blocage de l'algorithme sur une ligne en attendant une condition de température. En effet, les constantes de temps thermiques du SPA étant grandes, les ordres du propriétaire doivent être pris en compte à tout instant. La structure de choix attendue est :

Si condition est vraie :

Alors faire action 1  
Sinon faire action 2.

La question A5, moins abordée par les candidats, utilise une structure de boucle : « Tant que condition est vraie Faire action Fin tant que » qui englobe la question précédente dans son corps. Il ne faut pas oublier, dans l'action, la mise à jour de la variable « condition » pour éviter les dysfonctionnements dus à une boucle infinie.

#### **Partie B**

C'est la capacité du candidat à mobiliser ses connaissances techniques et à exploiter les documentations qui est mise en valeur dans cette partie. Presque tous les candidats ont abordé cette partie orientée électrotechnique. Il est conseillé aux candidats de noter sur leur copie les formules littérales et le détail de leurs calculs pour éviter les notations binaires lorsque seuls les résultats apparaissent.

Peu de candidats ont échoué à la question B1.1 de lecture de diagramme SysML.

La remarque générale prend tout son sens dans la question B1.2. Il est à déplorer que des candidats ne connaissent pas cette relation de base de l'électrotechnique. Les notions de facteur de puissance et

des différentes puissances  $P$ ,  $Q$ ,  $S$  sont connues de façon trop imprécise et ne permettent pas aux candidats de se corriger dans leurs éventuelles erreurs de calcul.

Pour la question B1.3, il est fortement conseillé aux candidats de faire apparaître clairement les critères de choix et le raisonnement employé pour définir le matériel. Il ne s'agit pas de faire un récit littéraire, mais d'exposer sa réflexion. Les références complètes ne justifient pas le choix.

Trop peu de candidats ont présenté un schéma électrique correct à la question B1.4. Les candidats doivent se présenter à l'option ingénierie électrique du CAPET sciences industrielles de l'ingénieur avec les bases concernant la sécurité des personnes et des biens. Le câblage des « départs-moteur auto-protégés » est à recopier à partir de la documentation.

La nouvelle information introduite dans la question B2.1 n'a pas été prise en compte par tous les candidats. Cette question de synthèse du fonctionnement permet d'isoler les différents cas de fonctionnement « simultanés » des consommateurs électriques dans le but de faire un bilan des puissances. L'erreur à ne pas commettre est d'introduire le facteur temps lié à la pompe de filtration qui multiplie les cas et apporte des redondances.

Pour la question B2.2, même remarque générale que pour la question B1.2. Les puissances apparentes, dans ce cas et très souvent, ne s'ajoutent pas. De plus, le système est triphasé et déséquilibré, le bilan de consommation doit être réalisé pour chaque phase, ou du moins pour la plus consommatrice.

La question B2.3 est trop souvent traitée sans une argumentation construite et logique basée sur des chiffres. L'information de consommation régulière de 16 kW au maximum sans déséquilibre notable est à prendre en compte en supplément de celle du spa. Dans cette question de conclusion, le comparatif des abonnements n'est globalement pas réalisé.

## **PARTIE C**

Dans cette partie les candidats étaient amenés à déterminer les éléments du modèle et à exploiter la simulation de ce modèle pour prédire la consommation énergétique annuelle du SPA.

À la question C1.1, peu de candidats connaissent parfaitement la notion de grandeur efficace et de puissance active qui correspond à la valeur moyenne de la puissance instantanée.

Pour une simulation sous Matlab ou Scilab, il est préférable de ne pas prendre de tension d'alimentation sinusoïdale pour réduire le nombre d'échantillons, car pour l'étude du système thermique il faut une simulation sur une journée complète. Le temps de simulation serait beaucoup trop long. Ce point n'a quasiment jamais été évoqué par les candidats.

Dans la question C1.2, certains candidats ne savent pas déterminer une résistance à partir de sa puissance.

Pour le calcul de la capacité thermique à la question C2.1, il fallait rechercher dans la documentation technique la masse correspondant au volume d'eau dans le SPA qui ne correspond pas à la masse brute du SPA.

Le calcul de surface à la question C2.2 n'a pas posé de problème, certains candidats ont enlevé l'épaisseur des bordures du SPA pour un calcul plus rigoureux.

Les candidats confondent souvent conductivité et résistance thermique à la question C2.3.

Pour l'ensemble des questions C3.1 à C3.10, deux cas de figure se sont présentés : soit les candidats ont traité complètement et correctement cette partie, soit les candidats n'ont pas abordé du tout cette partie. D'une part, il fallait conduire des calculs assez longs, d'autre part il fallait lire les consommations en kWh directement sur les chronogrammes de simulation ; un grand nombre de candidats n'ont pas su interpréter les résultats de la simulation.

#### **PARTIE D**

Cette partie n'a pas été abordée par 20 % des candidats. Le calcul de la consommation énergétique d'une installation et du coût de l'énergie électrique est mal maîtrisé par les candidats. Cela n'a pas permis de faire la comparaison entre les différentes formules qui s'offraient au client et de choisir la bonne option tarifaire.

De façon générale les calculs sont imprécis. La notion de consommation d'énergie exprimée en kWh est mal maîtrisée par un grand nombre de candidats.

À la question D1.1, beaucoup de candidats ont confondu cts € (centimes d'euro) et €. Une grande partie n'a pas fait la distinction entre l'option de base pour laquelle il faut prendre la consommation totale en kWh pour chaque saison (colonne bilan) et l'option heures creuses et heures pleines pour laquelle il faut conduire le calcul avec la consommation en kW·h de chaque période (colonnes HC et HP). Le bilan permettait de mettre en évidence que l'option HC/HP n'avait pas d'intérêt pour le SPA seul. Néanmoins, celle-ci pouvait être intéressante pour le reste de la maison et notamment pour le chauffe-eau électrique.

À la question D1.2, les candidats n'ont pas su proposer de solutions pour utiliser au mieux l'option HC/HP tarifaire en modifiant le réglage de l'horodateur pour faire fonctionner les appareils les plus énergivores pendant les heures creuses.

À la question D2.1, peu de candidats ont fait l'inventaire de toutes les solutions alternatives, qui se présentaient à l'utilisateur et montré que la réduction de la consommation engendrait en plus une diminution de la puissance souscrite donc de l'abonnement (frais fixe).

La question D2.2 n'a pas été traitée par la majeure partie des candidats, pourtant elle était nécessaire pour faire le nouveau bilan de consommation avec la PAC.

Pour la question D2.3, la modification apportée ne concernait que la partie chauffage qui grâce à la PAC permettait de réduire le temps de chauffe par l'augmentation de la puissance restituée et la puissance absorbée donc *a fortiori* de la consommation d'énergie électrique. Cette partie, lorsqu'elle a été abordée par le candidat, a été correctement traitée.

À la question D2.4, le jury a été surpris de constater que certains candidats ne connaissent pas la notion de retour sur investissement qui permet de vérifier qu'une solution est économiquement viable.

#### **4. Conclusion**

Le jury a apprécié la qualité de l'argumentation déployée par certains candidats qui ont montré une bonne maîtrise des savoirs disciplinaires, mais a regretté que de trop nombreux candidats aient abordé cette épreuve de manière trop superficielle et sans se soucier de l'articulation entre les différentes parties.

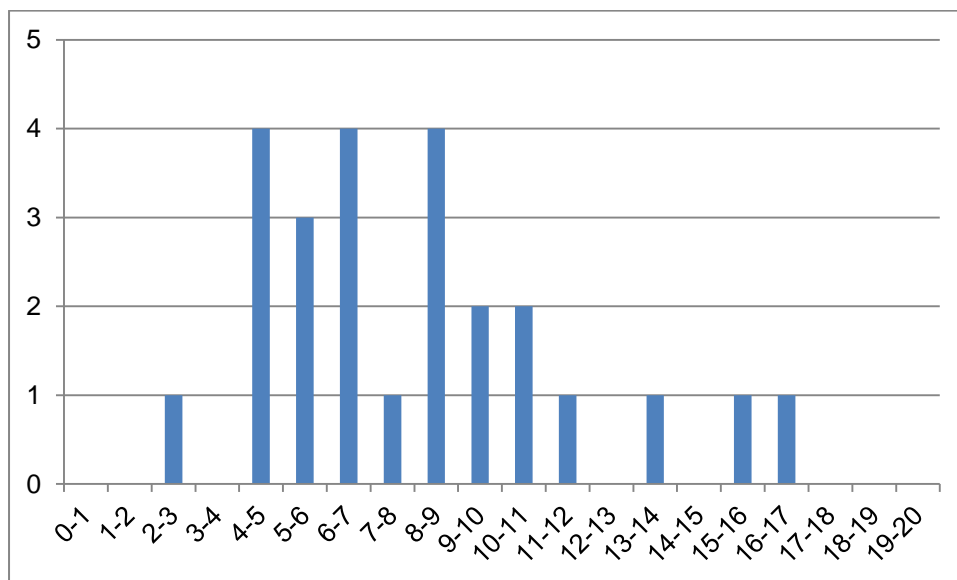
Il est important de connaître les unités des différentes grandeurs physiques pour avoir un regard critique sur l'homogénéité des relations et des résultats proposés. Le jury invite donc les candidats à traiter ces aspects avec plus de rigueur.

Enfin, le jury rappelle aux candidats qu'il est essentiel d'accorder une grande importance à la présentation de la copie et à la qualité de la rédaction.

### 5. Résultats

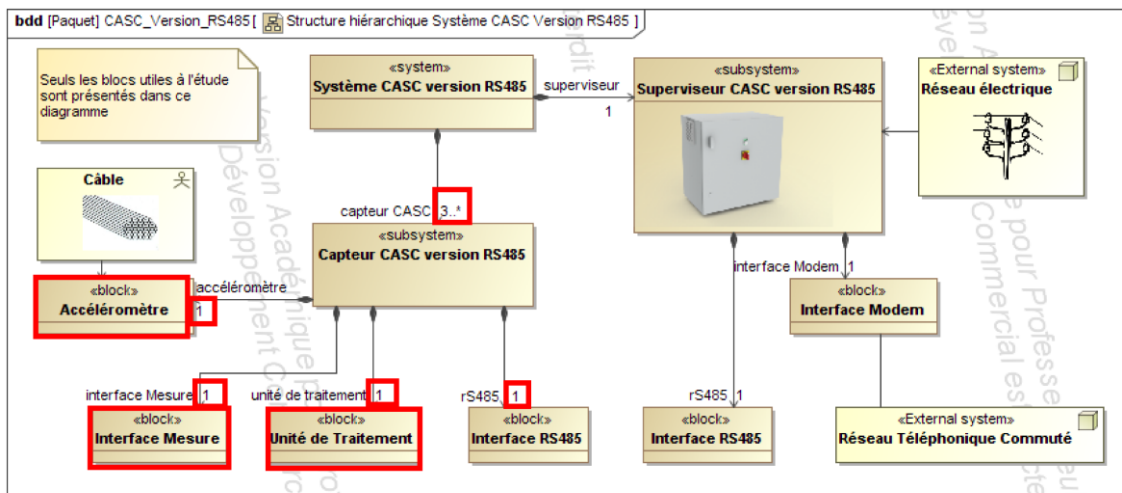
25 copies ont été évaluées pour cette épreuve du CAPET, la moyenne des notes obtenues est de 8,0 avec :

- 16,26 comme meilleure note ;
- 2,13 comme note la plus basse.



# Éléments de correction de l'épreuve « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » – option ingénierie informatique

## Question 1



## Question 2

Avantages RS485 : liaison filaire différentielle garantissant une bonne immunité au bruit sur une longue distance.

Inconvénients RS485 : coût de la liaison filaire (des kilomètres de fil de cuivre). Difficulté d'installation.

Avantages Wifi : liaison radio. Facilité d'installation et d'utilisation.

Inconvénients Wifi : risque de perturbation radio. Sécurité à garantir.

Justification : la transmission Wifi est moins coûteuse, plus facile à installer et à maintenir que l'installation RS485.

## Question 3

La méthode CSMA/CD fait partie des méthodes non persistantes. Si l'émetteur constate que le média est occupé, il ne reste pas à l'écoute en attendant qu'il soit libre, mais réessaie ultérieurement. Dans une méthode CSMA/CD, l'interface réseau reste à l'écoute pendant l'émission de la trame, au cas où une autre trame serait émise d'un autre point du réseau alors que l'émission a commencé. Le temps d'écoute après émission doit être au moins égal à deux fois celui nécessaire pour transmettre la trame entre les points les plus éloignés du réseau. Si une autre émission est détectée, chaque émetteur arrête son émission et attend pendant une durée différente puis émet de nouveau son message.

Dans le cas d'une transmission par Wifi, l'interface ne peut écouter et émettre simultanément, d'où l'utilisation de la méthode CSMA/CA. Dans ce cas, les conflits d'accès au média sont évités avant l'émission d'un message. L'émetteur envoie un premier message indiquant qu'il va émettre des données. L'inconvénient de ces méthodes est qu'elles ne sont pas déterministes (voir question suivante).

## Question 4

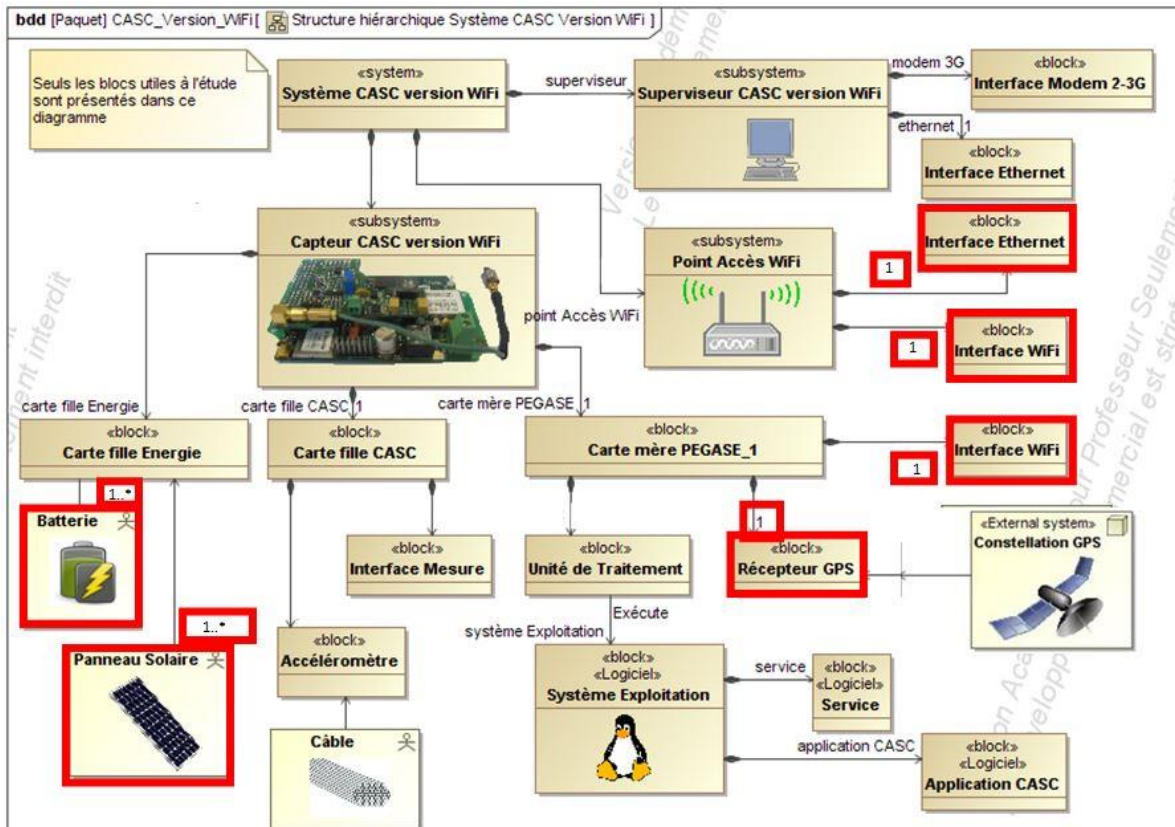
La communication par bus RS485 avec un protocole Maître-Esclave est déterministe, c'est-à-dire qu'elle permet un fonctionnement en temps réel, donc une datation du signal émis par synchronisation

de tous les capteurs sur une même horloge. La méthode CSMA/CA implique que l'émission peut être retardée aléatoirement, si bien que la datation n'est plus possible du fait que l'on ne peut pas garantir que les capteurs aient la même horloge (qui doit être précise à quelques micro-secondes dans le cas de l'application CASC).

### Question 5

Si la présence d'une interface GPS permet la localisation, elle permet aussi d'avoir l'heure absolue, donc la datation des événements détectés (signal PPS – Pulse Per Second – précis à +/-50 ns).

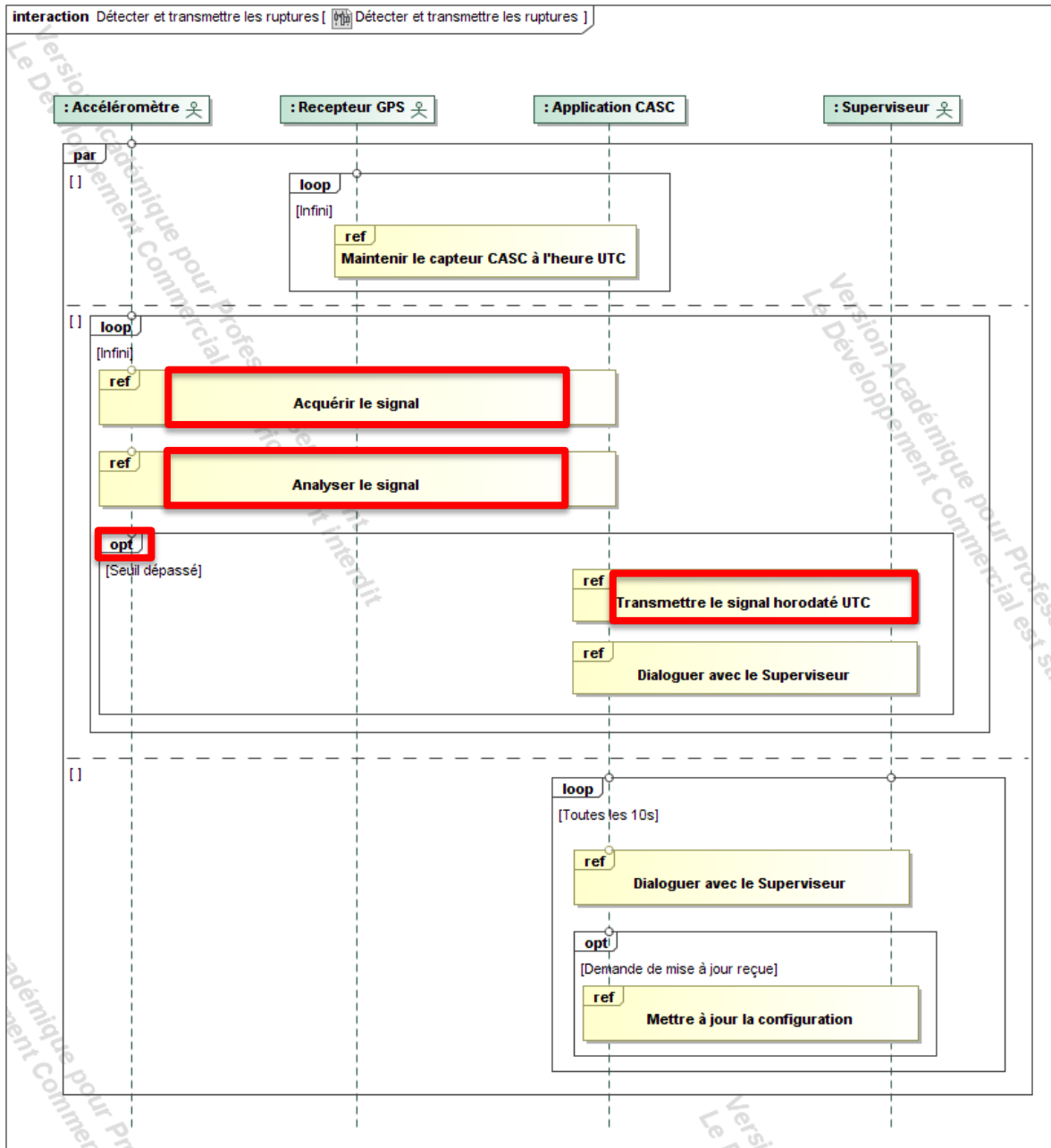
### Question 6







### Question 8



### Question 9

Relation d'association : la classe GestionnaireSPI doit pouvoir utiliser la méthode MessageAddSignal() de la classe GestionnaireTrames.

### Question 10

```
void GestionnaireSPI::AnalyserBufferSPI(short *buffer, unsigned int buffer_size)
{
```

Donné dans l'énoncé...

```

for (index=0; index<buffer_size; index++) {
    // Si dépassement du seuil haut
    if ((buffer[index] >= seuil_haut) || (buffer[index] <= 0 - seuil_haut)) {
        // Datation absolue du signal au dépassement de seuil
    }
}
    
```

```

    this->CalculHeureAuDepSeuil (index, &heure, &minute, &seconde, &microseconde,
&gps);

    // Recopie bloc à bloc les données dans le signal à envoyer
    memcpy (buffer_signal, buffer + index - PRE_TRIGGER + 1, sizeof(short) *
(PRE_TRIGGER + POST_TRIGGER));

    // Autre solution
    for (int i=0; i < NOMBRE_ECHANTILLONS_TOTAL; i++)
        buffer_signal[i] = buffer[index - PRE_TRIGGER + 1 + i];

    // Passe le signal évalué au Gestionnaire de trames
    this->gestionnaire_trames->MessageAddSignal (heure, minute, seconde, microseconde, gps,
buffer_signal, NOMBRE_ECHANTILLONS_TOTAL * sizeof(short));

    // Avance l'index de recherche après ce signal
    index += POST_TRIGGER;
    }
}
}
}

```

#### Question 11

MUTEX ou sémaphore booléen : lock et unlock en début et fin de construction de la trame qui est une zone critique.

#### Question 12

L'allocation dynamique (new et delete) se fait dans le tas.

Il peut y avoir des fuites mémoires (tas plein) entraînant un « plantage » de l'application.

Libérer chaque allocation mémoire après son utilisation (un new = un delete).

#### Question 13

UDP : pas de contrôle des données donc plus rapide.

TCP : contrôle des données donc plus de sécurité sur la transmission.

Choix de la fiabilité des transmissions (vies humaines en jeu).

#### Question 14

Message est une union des différents types de message :

MessageSignal : 4 unsigned short + 1 unsigned int + 2000 unsigned shorts soit

$$4 \times 2 + 1 \times 4 + 2000 \times 2 = 4012 \text{ octets}$$

MessageASCII : 100 char soit  $1 \times 100 = 100$  octets

MessageDemandeMAJ : 5 short soit  $5 \times 2 = 10$  octets

MessageReceptionMAJ : 12 short soit  $12 \times 2 = 24$  octets

Le compilateur réservera la taille de 3 short (id, size et sub\_id) plus la taille de la structure la plus grande (MessageSignal) pour un message (union).

La taille maximale d'un message est donc de :  $3 \times 2 + 4012 = 4018$  octets.

#### Question 15

Capteur CASC : client – Superviseur : serveur.

**Question 16**

Pas d'acquittement lors de la demande de synchronisation.

Le port d'écoute du superviseur est sur 4001 au lieu du port 4000 annoncé en configuration dans l'énoncé.

**Question 17**

Capteur CASC : Port TCP : 51220 (c814 en hexadécimal) Adresse IP : 192.168.0.11 Adresse MAC : 54 : 42 : 49 : 5a : ed : bd	Superviseur Port TCP : 4000 (0fa0 en hexadécimal) Adresse IP : 192.168.0.20 Adresse MAC : 14 : fe : b5 : c5 : b9 : 62
--	--

**Question 18**

Trames 2 et 3 correspondant à la recherche de l'adresse MAC du destinataire (ARP : Address Resolution Protocol) pour amorcer la communication.

**Question 19**

Trame 1 : demande de communication (Synchronisation SYN) de la part du client.

Trame 4 : acquittement de la demande SYN de la part du superviseur.

Trame 5 : acquittement de l'acquittement de la part du client.

**Question 20**

Début du message :  $(0E\ 00)_{16}$  Little Indian =  $(00\ 0E)_{16}$  =  $(14)_{10}$ . Il s'agit donc d'un message de type MessageSignal.

**Question 21**

Les trames 6, 7 et 8 émettent les trames contenant les données relatives à la rupture. La couche 3 (IP) s'occupe de fragmenter le paquet de données IP en 3 trames, car la couche 2 (Ethernet) ne peut émettre 1 500 octets par trame (MTU Ethernet : Maximum Transfert Unit).

Taille trame 6 : len = 1448

Taille trame 7 : len = 1448

Taille trame 8 : len = 1122

Taille totale = 4018 = taille d'un message de la question 14.

**Question 22**

Processeur SIMD : Single Instruction on Multiple Data « instruction unique, données multiples ». La même instruction est appliquée simultanément à plusieurs données pour produire plusieurs résultats. Mettre du parallélisme pour traiter des données de vecteurs ou de matrices. Application CASC : domaine du traitement du signal, donc SIMD adapté.

**Question 23**

Ce processeur possède un sous-système DSP (Imaging Video and Audio Processor). Le DSP (Digital Signal Processor) contient un jeu d'instructions spécifique pour le traitement du signal adapté à l'application CASC.

**Question 24**

Type de fichier	Contenu du fichier (texte : code ASCII)	Contenu du fichier (binaire : code machine)	Utilisé en entrée de la phase de compilation	Utilisé en entrée de la phase d'édition de lien
GestionnaireTrames.cpp	X		X	
GestionnaireTrames.o		X		X
GestionnaireTrames.h	X		X	
libboost_system.so		X		X
build/Release/bin/Casc		X		

**Question 25**

C'est la phase d'édition de lien (linkage) permettant de générer l'exécutable à partir des fichiers objets et des bibliothèques.

**Question 26**

Boucle « while » : le capteur CASC teste la connectivité avec le cloud à travers le réseau IP (commande ping). Si le ping aboutit, l'application CASC ainsi que quelques services sont démarrés. Au bout de 10 tentatives infructueuses, le capteur reboote.

Remarque : une erreur de transcription s'est glissée dans le script shell du DT9 : il manque la commande `exit(0)` après le lancement de l'application CASC (`Casc &`) afin d'éviter le problème du redémarrage permanent du capteur.

**Question 27**

Pas de droit d'exécution (absence de « x »).

**Question 28**

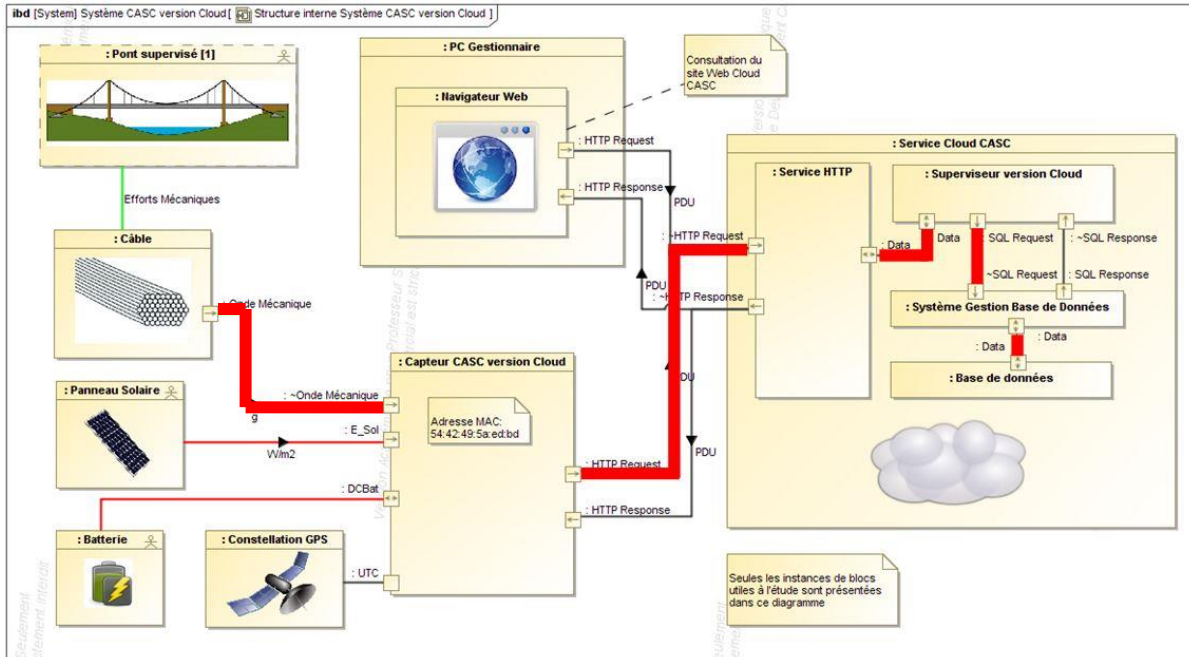
Commande modifiant les droits d'exécution :

`chmod ugo+x autorun.sh`

ou bien `chmod 755 autorun.sh`

ou bien `chmod u=rwx, g=rx, o=rx autorun.sh`

### Question 29



### Question 30

Champs	Explications
POST	requête http POST (émission de données)
/cloudcascapp/evenement_casc/	adresse URL du service cloud concerné par la demande
HTTP/1.1	protocole et version du protocole http utilisée (1.1)
Host: casc.ifsttar.fr	adresse du destinataire dans le cloud
Content-Length:16241	nombre de données transmises
timestamp=...	données transmises avec la requête

### Question 31

Requête POST : émission de données vers un service web.

Requête GET : demande de ressource disponible sur un service web.

Dans le cas étudié, le capteur transmet des données vers le cloud. Le POST s'impose.

Bien qu'il soit possible de transmettre des données avec une requête GET (dans l'URL), la taille de celle-ci est limitée par le serveur à environ 2 000 caractères.

### Question 32

&capteur=54:42:49:5a:ed:bd&

### Question 33

201 : requête réalisée ; ressource créée (2XX = OK)

404 : ressource indisponible (4XX = erreur)

### Question 34

Aucune ambiguïté puisque les deux capteurs sont sur des réseaux locaux différents (adresses IP privées gérées par deux passerelles différentes).

### Question 35

NAT (*Network Address Translation*) : la passerelle fait le lien entre la partie privée (réseau local) et la partie publique (Internet). Les adresses IP des passerelles Internet sont publiques et uniques alors que les adresses IP peuvent être réutilisées dans d'autres réseaux locaux.

### Question 36

Adresse IP de la passerelle par défaut : 192.168.0.254/24.

### Question 37

adresse\_mac : clé primaire

ligne\_id : clé étrangère

### Question 38

```
UPDATE cloudcascapp_captteur
```

```
SET seuil_haut = 150 ;
```

### Question 39

```
INSERT INTO cloudcascapp_ligne
```

```
(nom, commentaires, filtretemporel_actif, filtretemporel, ouvrage_id)
```

```
VALUES ('Ligne RD aval', '10 juillet 2016', 1, 5000, 2) ;
```

### Question 40

```
SELECT auth_user.email from auth_user
```

```
JOIN cloudcascapp_ouvrage on gestionnaire_id = auth_user.id
```

```
WHERE cloudcascapp_ouvrage.id = 5
```

### Question 41

Relation d'agrégation

### Question 42

$$\begin{cases} X = V_{\text{onde}} \times (t_i - t_0) \\ L_{ij} - X = V_{\text{onde}} \times (t_j - t_0) \end{cases} \Rightarrow X = \frac{1}{2} \times (L_{ij} - V_{\text{onde}} \times (t_j - t_i)) = \frac{1}{2} \times (L_{ij} - V_{\text{onde}} \times \Delta t_{ij})$$

### Question 43

*# la variable « liste » est initialisée par le constructeur de la classe rupture à partir de 3 événements*

```
def calculer_position_rupture(self) :
```

```
    vonde = (self.liste[1][2]-self.liste[0][2])/(self.liste[1][1]-self.liste[0][1])
```

```
    longueur_troncon = self.liste[2][2] - self.liste[1][2]
```

```
    dt = self.liste[2][1] - self.liste[1][1]
```

```
    localisation = 0.5*(longueur_troncon - vonde * dt)
```

```
    return [self.liste[1][0], self.liste[2][0], localisation, vonde]
```

*ou bien*

```
def calculer_position_rupture(self) :
```

```
    vonde = calculer_vitesse_onde(self)
```

```
    # pour ceux qui ont bien regardé le diagramme de classes
```

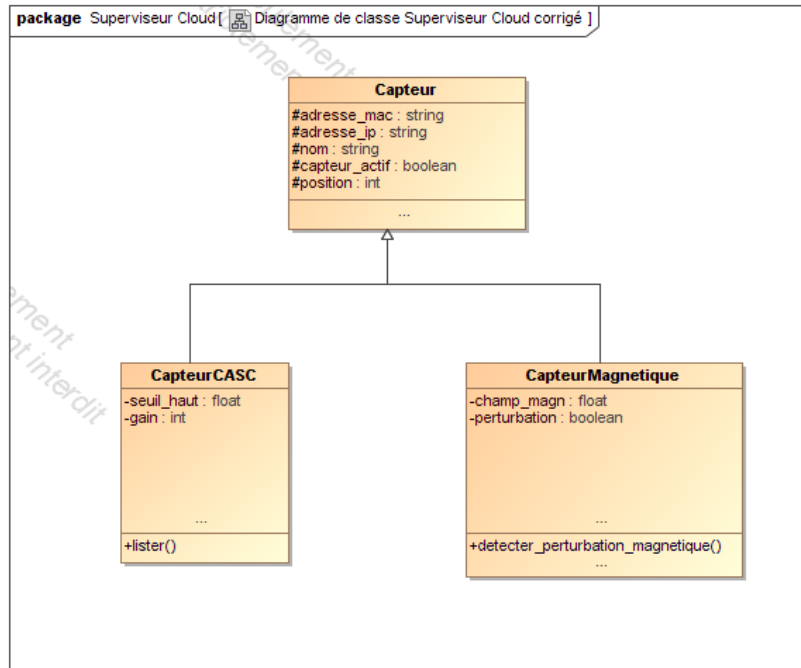
```
    longueur_troncon =self.liste[2][2] - self.liste[1][2]
```

```
    dt = self.liste[2][1] - self.liste[1][1]
```

```
    localisation = 0.5*(longueur_troncon - vonde * dt)
```

```
    return [self.liste[1][0], self.liste[2][0], localisation, vonde]
```

#### Question 44



#### Question 45

Utilisation d'un système de gestion de version (git, subversion, etc.).

Utilisation d'un framework de tests unitaires (Test Driven Development).

Utilisation d'outils d'intégration continue (Jenkins, Wercker, etc.).

D'autres réponses sont aussi acceptées comme la documentation du code, l'utilisation de modélisation UML/SysML, etc.

#### Question 46

Cycle en V – Enchaînement de plusieurs phases : analyse des besoins et faisabilité, spécification fonctionnelle, conception architecturale, conception détaillée, codage, Test unitaire, test d'intégration, test de validation, test d'acceptation

Inconvénients du cycle en V : lourdeurs. Effet tunnel. Peu itératif. Tests et démonstrations tardifs.

Agile :

- viser la satisfaction client (accepter les changements) ;
- démontrer l'avancement (TODO, DOING, TO VERIFY, DONE) ;
- livrer l'attendu après des itérations courtes de 2 à 3 semaines (plus d'effet tunnel) ;
- itérer sur des fonctionnalités hiérarchisées.

# Rapport du jury de l'épreuve de l'épreuve « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » – option ingénierie informatique

## 1. Présentation du sujet

Le support du sujet est un système de surveillance des haubans de ponts, notamment la surveillance des ruptures de câbles développée par l'Institut Français des Sciences et Technologies, des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR) situé à Bouguenais (Loire Atlantique). Le principe de base est la détection de l'onde générée par la rupture d'un fil métallique constituant l'un des torons du câble sous surveillance. La détection et la datation de cette onde par les différents capteurs positionnés le long du câble permettent de localiser la rupture et d'évaluer son importance. Le sujet vise à étudier l'évolution des différentes générations de capteurs, de la version filaire jusqu'à la version « cloud ».

## 2. Analyse globale des résultats

Le sujet couvre la majorité des compétences et connaissances du programme informatique de l'option ingénierie informatique excepté celles liées au domaine du traitement d'images. Les cinq parties indépendantes sont abordées de manière linéaire par une majorité des candidats. Les dernières parties sont moins bien traitées par beaucoup de candidats. Le jury invite donc les candidats à gérer efficacement le temps de l'épreuve afin d'avoir une couverture optimale du sujet.

Au total, 170 candidats ont composé, dont 45 pour le concours 3<sup>e</sup> voie. Les notes des candidats se répartissent sur une grande partie de l'échelle de notation. Le jury note une moyenne plus élevée pour le concours 3<sup>e</sup> voie.

Concernant les réponses aux questions, le jury souligne l'importance d'une rédaction claire, rigoureuse et concise. En effet de trop nombreuses copies comptent un nombre important de fautes d'orthographe, de problèmes de syntaxe ou sont difficiles à déchiffrer.

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

### *Partie 1 – Étude des différentes générations de capteur CASC*

Cette partie du sujet a pour but d'étudier les différentes technologies employées pour réaliser la transmission des données de rupture et leur traitement tant du point de vue matériel que logiciel. Cette partie a été correctement traitée par la majorité des candidats.

Le jury constate une maîtrise inégale du langage de modélisation SysML permettant la description des évolutions du système étudié. Les principaux diagrammes SysML et les notions associées (bloc, relation, cardinalité, etc.) doivent être connus des candidats.

Le jury invite les candidats à se relire, car les justifications sont parfois incompréhensibles (oubli de mots ou d'articles dans la phrase, phrase trop longue ou incohérente...). La capacité à aller droit à l'essentiel en faisant ressortir les points importants fait partie des qualités recherchées pour un enseignant.



### *Partie 2 – Transmission des données de la carte mère vers le superviseur*

Cette partie du sujet a pour but de tester les connaissances des candidats sur la conception et la réalisation d'un module logiciel permettant le traitement des données de rupture ainsi que les connaissances liées à la transmission de ces données entre un capteur et le superviseur sur un réseau Wifi en utilisant le protocole TCP/IP.

Le lien entre le diagramme des cas d'utilisation et le diagramme de séquences est bien compris par une large majorité des candidats. Par contre, les concepts de base d'un langage objet comme les relations entre les classes (association, composition, agrégation, héritage, etc.) sont trop peu maîtrisés par la majorité des candidats.

Le jury souligne aussi l'importance de savoir traduire un algorithme dans un langage de programmation (le C++ dans cette partie) et de maîtriser la conception des structures de données utilisées dans les traitements (notion de structure, de type, d'allocation mémoire, etc.).

La transmission de données entre un client et un serveur en utilisant le protocole TCP/IP fait partie des classiques à connaître. L'analyse des trames échangées sur un réseau peut paraître difficile, mais elle est indispensable pour consolider les connaissances du domaine des réseaux et mettre en évidence des notions parfois mal maîtrisées par les candidats (la diffusion, les adresses physiques et logiques, le protocole ARP, les ports TCP, la segmentation des paquets, etc.).

### *Partie 3 – Évolution vers la gestion de n ponts : troisième génération du capteur CASC*

Dans cette partie, on étudie la dernière génération de capteur CASC et les technologies utilisées dans le monde de l'Internet des objets pour transmettre des données des ruptures détectées par les capteurs vers une application web dans un cloud.

Les thèmes abordés dans cette partie permettent de tester la maîtrise des candidats sur quelques notions liées au matériel (microprocesseur, DSP, etc.), sur les langages compilés et interprétés, et enfin, sur les réseaux IP et le protocole HTTP.

Ce dernier thème est globalement bien traité par les candidats. Les difficultés sont plutôt concentrées sur les connaissances liées au matériel et sur les contraintes spécifiques aux systèmes embarqués.

Les langages compilés sont encore largement utilisés dans les systèmes embarqués et il est important de connaître les principales étapes de génération des exécutables (compilation, édition de liens, etc.) ainsi que les différents types de fichiers rencontrés (les fichiers sources, les bibliothèques, les fichiers objets, etc.).

### *Partie 4 – Évolution vers la gestion de n ponts : Stockage et localisation des ruptures*

Cette partie du sujet a pour but de tester les connaissances des candidats dans le domaine des bases de données et dans le domaine de la conception et la réalisation du module logiciel permettant la localisation de la rupture.

Cette partie n'a été traitée correctement que par quelques candidats.

Le jury insiste sur l'importance de maîtriser les fondamentaux du domaine des bases de données comme les notions de clé et de jointure, la manipulation d'enregistrements dans une table en utilisant le langage SQL (recherche, insertion, modification).

### *Partie 5 – Synthèse*

Cette partie ouvre vers les évolutions dans le domaine du génie logiciel comme l'apparition de nouvelles méthodes de gestion de projet informatique (les méthodes agiles) et les bonnes pratiques utilisées dans l'industrie du logiciel (gestion de version, intégration continue, etc.). L'objectif n'est pas que les candidats maîtrisent l'ensemble de ces bonnes pratiques, mais qu'ils se tiennent informés des

nombreuses évolutions du monde des systèmes numériques. La capacité à assurer une veille documentaire et technologique fait partie des qualités recherchées pour un enseignant.

#### 4. Conclusion

Les compétences et connaissances les moins maîtrisées par les candidats se concentrent autour de l'architecture des microprocesseurs et des mécanismes des systèmes d'exploitation multitâches. Celles concernant les principales techniques de transport mises en œuvre dans les réseaux sont maîtrisées de manière inégale par les candidats, mais le niveau reste correct. Il en est de même pour le domaine des bases de données et celui de la conception et la réalisation d'un composant logiciel.

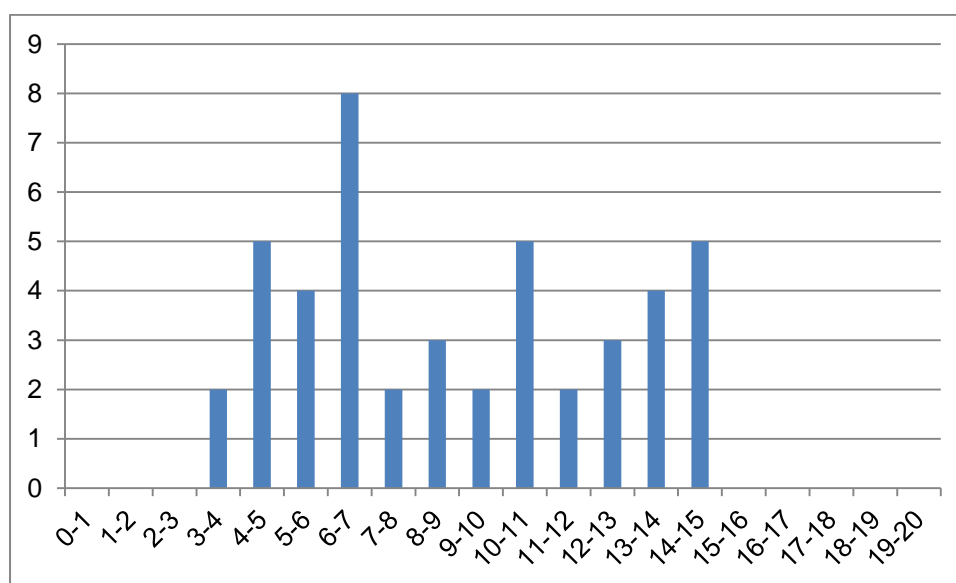
Le jury note l'excellence de plusieurs copies, y compris dans le concours 3<sup>e</sup> voie, démontrant une très bonne maîtrise des connaissances de l'Ingénierie Informatique par leur auteur.

Le jury rappelle aux candidats l'importance d'avoir un niveau de connaissances et de culture technique suffisant dans l'ensemble des domaines de la spécialité Ingénierie Informatique et invite les futurs candidats à travailler dans ce sens.

#### 5. Résultats

45 copies ont été évaluées pour cette épreuve du CAPET, la moyenne des notes obtenues est de 9,0 avec :

- 14,85 comme meilleure note ;
- 3,80 comme note la plus basse.



# Éléments de correction de l'épreuve « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » – option ingénierie mécanique

## Question 1

La distance  $D$  (en km) parcourue par le courant circumpolaire à une latitude moyenne de  $50^\circ$  sud s'écrit :

$$D = 2\pi R_t \sin\left(\frac{\pi}{2} - 50 \frac{\pi}{180}\right) = 25727 \text{ km}$$

Le temps  $T_c$  (en jours) pour faire le tour du continent Antarctique à la vitesse moyenne de 1 nœud soit  $1,852 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  vaut alors :  $T_c = \frac{25727}{1,852} = 13891,47 \text{ h} = 578,8 \text{ j}$

## Question 2

Sur une année, la vitesse moyenne réelle du Polar Pod notée  $V_p$  (en  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) doit être :

$$V_p = \frac{25727}{365 \times 24} = 2,94 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$$

On en déduit la vitesse relative moyenne  $V_v$  (en  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) du Polar Pod par rapport aux courants marins :  $V_v = V_p - 1,852 = 1,08 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

## Question 3

L'océan austral est méconnu, car difficile d'accès pour les scientifiques, pourtant il renferme des informations essentielles relatives au bon devenir de la planète, notamment des informations qui concernent l'absorption du  $\text{CO}_2$ , mais aussi l'acidification des océans. Le Polar Pod permettra donc l'accès à ces informations lors de son déplacement sur une année tout en respectant l'environnement grâce à ses voiles dans ces latitudes très ventées, et l'utilisation d'une énergie renouvelable.

## Question 4

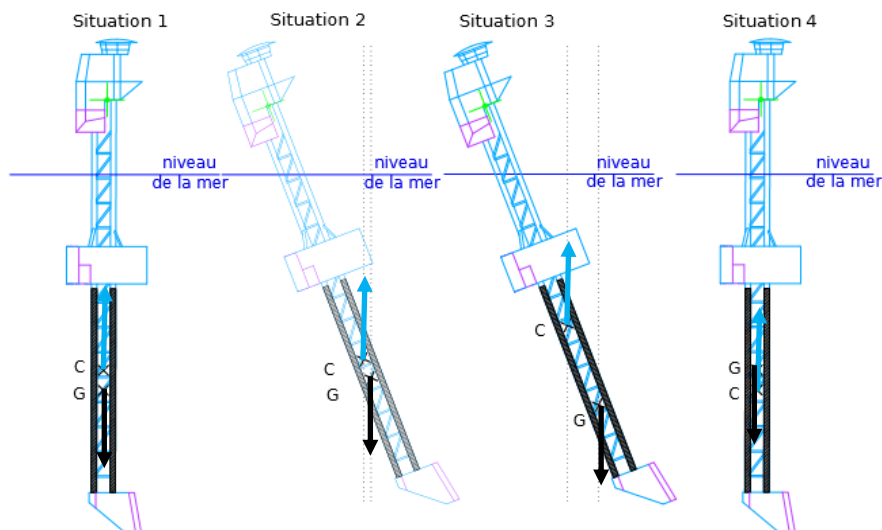
La norme de l'action mécanique (en kN) qu'exerce la pesanteur sur l'engin et la norme de l'action mécanique qu'exerce l'eau sur l'engin sont égales et valent :

$$\|\vec{F}_{pes \rightarrow engin}\| = \|\vec{F}_{eau \rightarrow engin}\| = M \cdot g = 1614790 \cdot 9,81 = 15841 \text{ kN}$$

La carène de l'engin déplace alors le volume d'eau :  $V_0 = \frac{M}{\rho_{eau}} = \frac{1614790}{1035} = 1560,18 \text{ m}^3$

## Question 5

Représentation des actions mécaniques de pesanteur (en noir) et d'Archimède (en bleu) (échelle de représentation :  $1 \text{ cm} = 10^7 \text{ N}$ ) :



Pour avoir une situation d'équilibre stable, il faut que C soit au-dessus de G (situation 1). Pour améliorer la stabilité, il faut écarter les points C et G. En effet, même si l'engin s'incline sous l'effet de la houle, la force de la pesanteur sur l'engin et la force d'Archimède l'obligent à revenir dans la position stable. Plus la distance entre C et G est importante, plus le moment créé par les 2 efforts est important. La situation d'équilibre instable est la situation 4.

#### Question 6

Le volume de carène doit donc être identique pour maintenir l'équilibre du Polar Pod. Le lest en acier est moins volumineux que le lest en béton. Pour avoir un volume de carène identique, l'engin va donc s'enfoncer dans l'eau de telle manière à avoir un volume de carène identique. Les points C et G seront donc plus éloignés avec un lest en acier, ce qui améliore la stabilité.

#### Question 7

La situation la plus défavorable est obtenue avec une période de 13 secondes et une amplitude crête à creux de 14 m. Alors :

$$\text{amplitude du pilonnement} = \text{hauteur crête à creux} \times H = 14 \cdot H$$

$$\text{avec } H = 10^{-8/20} = 0,398$$

ce qui donne une amplitude de 5,57 m pour l'engin.

Remarque : la nacelle est à 15 m du niveau de mer (mer calme)

#### Question 8

Un navire d'expédition classique est très assujéti à la houle. Le rapport entre l'amplitude du déplacement vertical d'un navire d'expédition et la hauteur crête à creux des vagues est proche de 1 quelles que soient les caractéristiques de houle. La structure de type SPAR permet donc d'obtenir une très bonne stabilité même par mer très agitée.

#### Question 9

À la fin de l'étape 1, le nouveau volume de carène vaut :

$$V_1 = V_0 + \frac{96,6}{100} \cdot V_{B23} = 1560,18 + \frac{96,6}{100} \cdot 149 = 1704,11 \text{ m}^3$$

**Question 10**

À la fin de l'étape 1, le ballast B<sub>2-3</sub> est passé de 3,4 % à 100 % en taux de remplissage → la masse de l'engin a augmenté (*Volume d'eau* =  $\frac{96,6 \cdot V_{B23}}{100}$  soit une masse de  $\rho_{eau} \cdot \text{Volume d'eau}$ )

Pour retrouver l'équilibre, l'engin s'enfonce dans l'eau jusqu'à atteindre un volume de carène plus grand

$$V_1 = V_0 + \frac{96,6}{100} \cdot V_{B23} \quad (1)$$

Or :

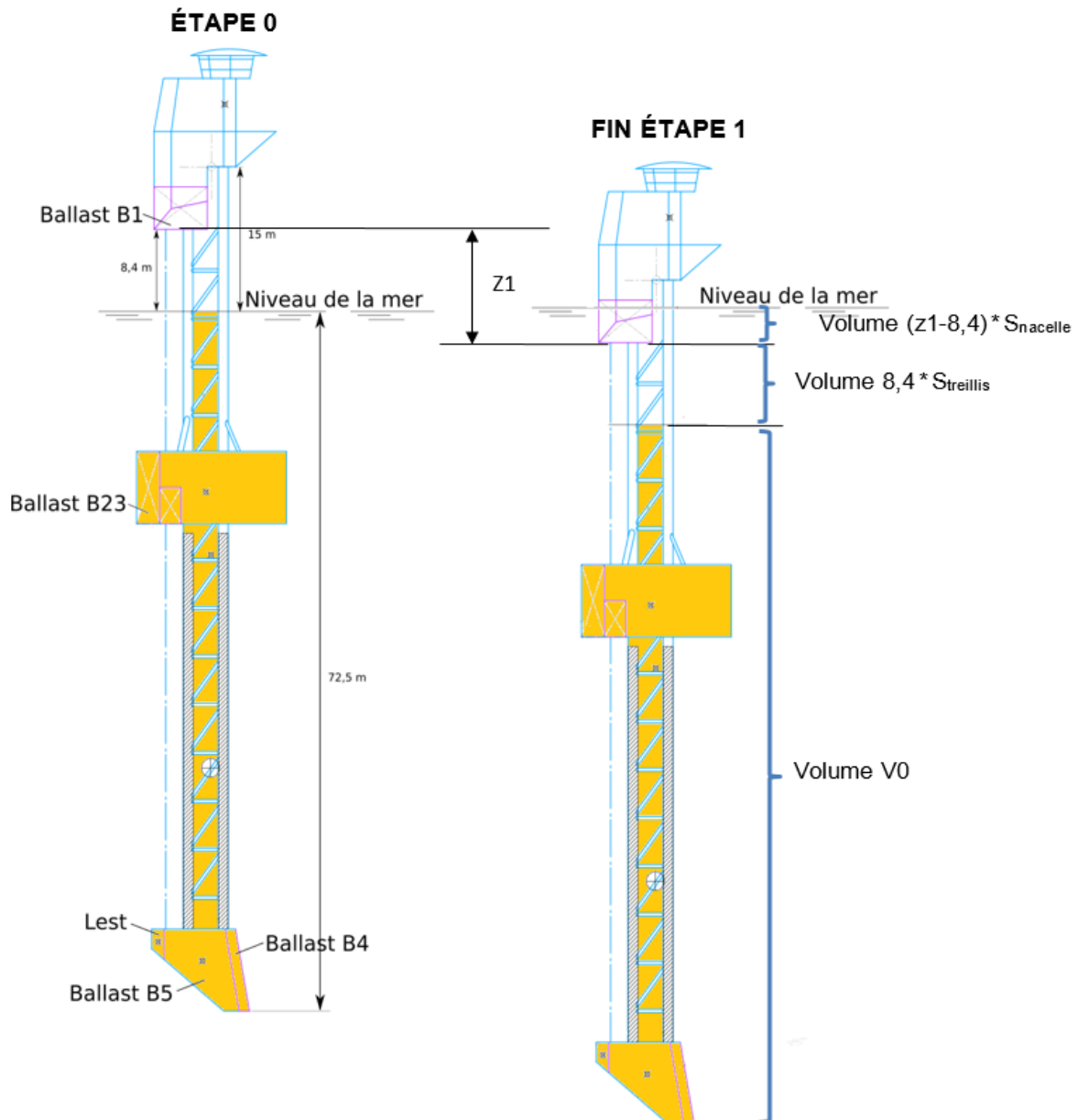
$$V_1 = V_0 + 8,4 \cdot S_{treillis} + (z_1 - 8,4) \cdot S_{nacelle} \quad (2)$$

À partir de (1) et (2), on trouve l'abaissement total à la fin de l'étape 1 :

$$z_1 = \frac{\frac{96,6}{100} \cdot V_{B23} + 8,4(S_{nacelle} - S_{treillis})}{S_{nacelle}}$$

A. N. :

$$z_1 = \frac{143,93 + 8,4(29,08 - 2,939)}{29,08} = 12,5 \text{ m}$$



**Question 11**

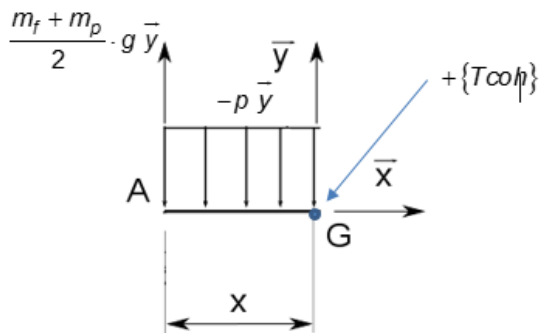
Étape	N°figure
Étape 0 : position verticale	1
Étape 1 : abaissement	2
Étape 2 : préparation du basculement	3
Étape 2" : situation intermédiaire	6
Étape 2''' : fin du basculement	9
Étape 3 : mise en flottaison du caisson de pied	7
Étape 4 : allègement - position horizontale	12

Le flotteur central forme un anneau. Le ballast B<sub>2-3</sub> est situé sur une portion angulaire de 45 °et permet d'orienter la nacelle du Polar Pod lors de la manœuvre de telle sorte que les portes soient hors de l'eau.

Le ballast B4 joue un rôle essentiel dans le basculement de l'engin. Le centre de carène de ce ballast est désaxé, ce qui permet de créer un moment qui entraîne le basculement.

**Question 12**

On commence par évaluer l'action en A.



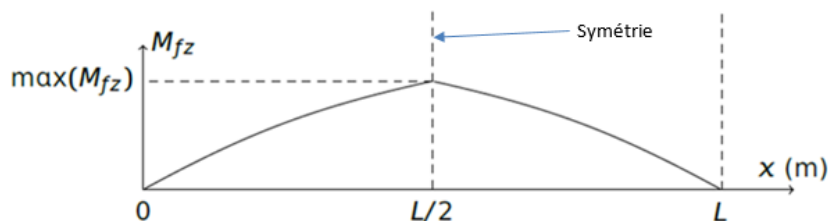
On isole  $\{P-\}$  pour  $x \in \left] 0, \frac{L}{2} \right[$ .

$$\text{TMS en G projeté sur } \vec{z} : M_{fz}(x) - \frac{m_f + m_p}{2} \cdot g \cdot x + (p \cdot x) \cdot \frac{x}{2} = 0$$

$$\text{D'où l'expression littérale du moment fléchissant : } M_{fz}(x) = \frac{x}{2} \cdot ((m_f + m_p) \cdot g - (p \cdot x))$$

$$M_{fz}(x) \text{ est maxi pour } x = \frac{L}{2} \rightarrow \max(M_{fz}) = (m_f + \frac{m_p}{2}) \cdot \frac{g \cdot L}{4}$$

Allure du moment fléchissant :



### Question 13

La poutre est soumise à la flexion simple (car  $T_y \neq 0$ ). La contrainte s'écrit :

$$\sigma(x, y, z) = \frac{M_{fz}(x)}{I_{gz}} \cdot y. \text{ Elle est maximale pour}$$

$$|y| = \frac{D}{2}$$

$$\text{Donc : } \sigma(x, y, z) = \frac{M_{fz}(x)}{I_{gz}} \cdot \frac{D}{2} = \frac{M_{fz}(x)}{\frac{\pi D^4}{64}} \cdot \frac{D}{2}$$

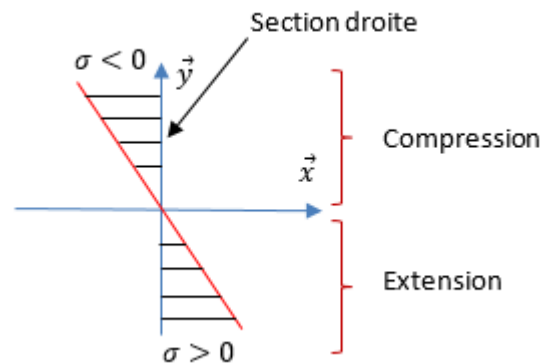
$$M_{fz}(x) = \frac{L}{4} \cdot \left[ (m_f + m_p) \cdot g - \left( \rho \cdot \frac{L}{2} \right) \right] \text{ et}$$

$$m_p = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot \rho_{acier}$$

Finalement :

$$\sigma_{\max} = \left( m_f + \frac{\pi D^2 \cdot L \cdot \rho_{acier}}{8} \right) \cdot \frac{g \cdot L}{4} \cdot \frac{32}{\pi D^3}$$

$$\sigma_{\max} = \left( m_f + \frac{\pi D^2 \cdot L \cdot \rho_{acier}}{8} \right) \cdot \frac{8 \cdot g \cdot L}{\pi D^3}$$



### Question 14

Le code Python permettant de calculer la contrainte normale maximale en fonction d'un diamètre  $D$  se rédige ainsi :

```
def sigma_max(D):
    return mfz_max(D) / Igz(D) * D / 2
```

### Question 15

D'après la courbe présentée DT4, avec un coefficient de sécurité de 2, on a  $D_{\min} = 3$  m.

### Question 16

On a bien  $\sigma_{\max} = 134,8$  MPa < Re. De même,  $s \approx 3,1 > 2$ . On conclut que la poutre de type treillis est correctement dimensionnée.

### Question 17

Les 2 types de structure conviennent d'un point de vue résistance mécanique. L'atténuation du mouvement de pilonnement est nettement meilleure avec une structure de type treillis quelles que soient les périodes de houle. Le choix s'orientera donc vers ce type de structure.

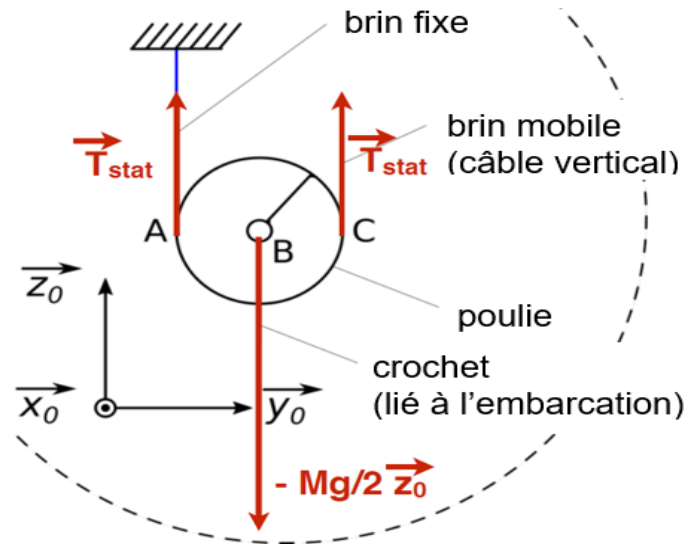
### Question 18

On isole l'embarcation + les 2 crochets + les deux poulies du système de mouflage puis on applique le théorème de la résultante statique en projection sur  $\vec{z}_0$ .

L'énoncé indique que la masse est régulièrement répartie entre les crochets avant et arrière.

On a donc :  $4T_{stat} = M \cdot g$  donc  $T_{stat} = 1\,500 \cdot 9,81 / 4 = 3,68$  kN

Autre possibilité : on isole une poulie et une portion de câble.



### Question 19

On isole l'embarcation + les 2 crochets + les deux poulies du système de mouflage puis on applique le TRD en projection sur  $z_0$ .

On a  $4 \cdot T_{dyn} - Mg = Ma$  avec  $a$  l'accélération de l'embarcation.

La tension est maximale lorsque l'accélération  $a$  est maximale, c'est-à-dire  $a = 3,5/0,5 = 7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  :

$$T_{dyn} = (1500 \cdot 9,81 + 7) / 4 = 6,3 \text{ kN}$$

### Question 20

Le câble AAGA180 suffit amplement, car  $6 \cdot 300 \cdot 3 = 18 \cdot 900 \ll 85 \cdot 700 \text{ N}$ .

### Question 21

Par construction géométrique, on écrit :

$$L - \Delta L = \phi \cdot R$$

$$L + \Delta L = \phi \cdot (R + d)$$

### Question 22

Par la loi de Hooke et les relations précédentes, on obtient :

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{d/2}{R + d/2} < R_e \text{ d'où } R_{\min} = \frac{d}{2} \cdot \left( \frac{E}{R_e} - 1 \right)$$

A.N. :  $R_{\min} = 63,3 \text{ mm} < Rt \rightarrow$  Le diamètre de tambour est correctement choisi.

### Question 23

Les liaisons sont parfaites et le câble roule sans glisser sur les poulies et tambours. Reste la puissance dissipée sous forme de chaleur :

$$P_{\text{int}}(\Sigma) = -(1 - \eta) \cdot C_m \cdot \omega_m < 0$$

### Question 24

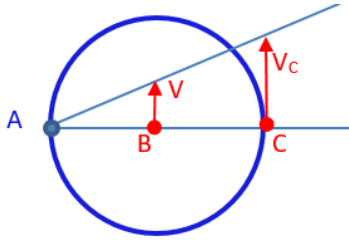
$$P_{\text{mot} \rightarrow \Sigma/0} = C_m \cdot \omega_m$$

$$P_{\text{mot} \rightarrow \Sigma/0} = \vec{F}_{\text{poids}} \rightarrow \frac{1}{2} \vec{emb} \cdot \vec{V}_{\text{emb}/0} = -\frac{1}{2} Mg \vec{z}_0 \cdot V \vec{z}_0 = -\frac{1}{2} M \cdot g \cdot V$$

### Question 25

Le CIR de la poulie / châssis correspond au point A. On justifie ainsi aisément le résultat proposé avec la figure suivante :





Autre méthode :

$$\vec{V}_{A,poulie/chassis} = \vec{0}$$

$$\vec{V}_{B,poulie/chassis} = \vec{BA} \wedge \vec{\Omega}_{poulie/chassis} = -R_p \vec{y}_0 \wedge \omega \vec{x}_0 = +R_p \omega \vec{z}_0$$

$$\vec{V}_{C,poulie/chassis} = \vec{CA} \wedge \omega \vec{x}_0 = -2R_p \vec{y}_0 \wedge \omega \vec{x}_0 = 2R_p \omega \vec{z}_0$$

Or  $\vec{V}_{B,poulie/chassis} = \vec{V}_{B,emb/chassis} = V \vec{z}_0$

$$\vec{V}_{C,poulie/chassis} = \vec{V}_{C,cable\ vertical/chassis} = V \vec{z}_0$$

Finalement, on a montré que  $2V = V_c$ .

### Question 26

Pour l'ensemble  $\Sigma$ , l'énergie cinétique galiléenne de  $\Sigma$  est la somme des énergies cinétiques

galiléennes de chaque solide :  $T_{(\Sigma/0)} = \sum T_{(S/0)} = \frac{1}{2} J_m \cdot \omega_m^2 + \frac{1}{2} J_{red} \cdot \omega_{red}^2 + \frac{1}{2} J_t \cdot \omega_t^2 + \frac{1}{2} \frac{M}{2} V^2$

### Question 27

En utilisant les relations cinématiques, elle devient :

$$T_{(\Sigma/0)} = \frac{1}{2} J_m \cdot \omega_m^2 + \frac{1}{2} J_{red} \cdot (k\omega_m)^2 + \frac{1}{2} J_t \cdot (k\omega_m)^2 + \frac{1}{2} \frac{M}{2} \left( \frac{R_t k \omega_m}{2} \right)^2$$

$$T_{(\Sigma/0)} = \frac{1}{2} (J_m + J_{red} \cdot k^2 + J_t \cdot k^2 + \frac{M}{8} R_t^2 \cdot k^2) \cdot \omega_m^2$$

$$\text{d'où } J_{eq} = J_m + J_{red} \cdot k^2 + J_t \cdot k^2 + \frac{M}{8} R_t^2 \cdot k^2$$

On applique le théorème de l'énergie cinétique au système isolé dans le référentiel galiléen :

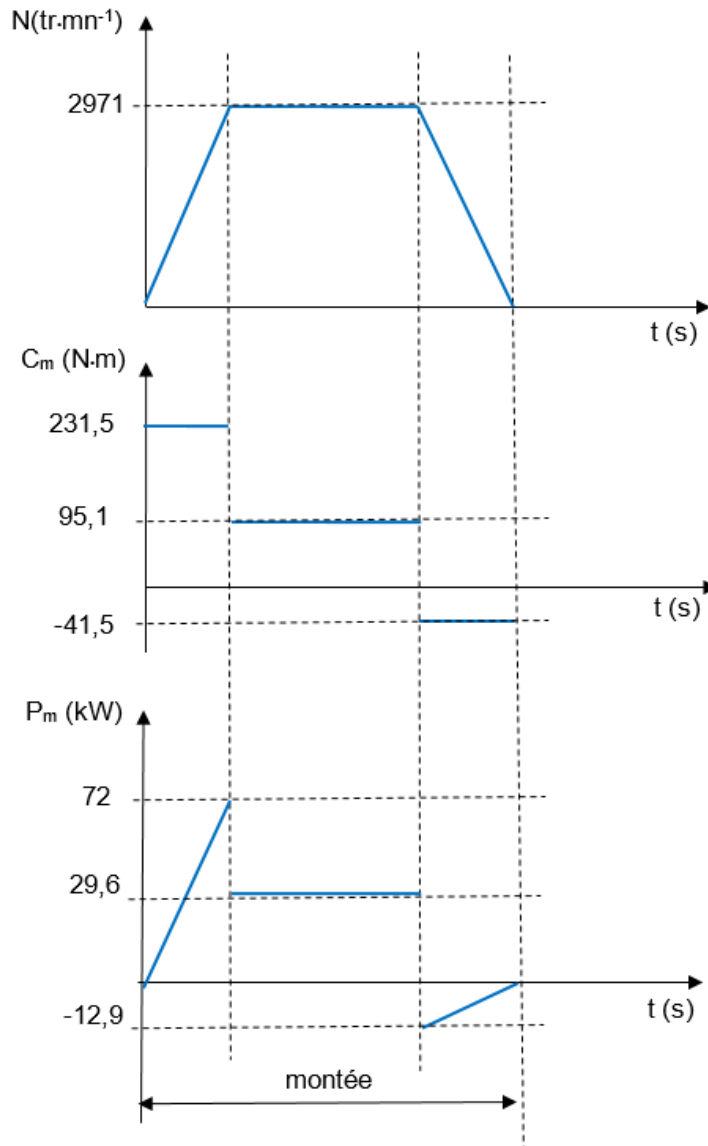
$$\frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} J_{eq} \omega_m^2 \right) = C_m \omega_m - (1-\eta) C_m \omega_m - \frac{1}{2} M g V$$

$$J_{eq} \cancel{\omega_m} \dot{\omega}_m = \eta C_m \cancel{\omega_m} - \frac{1}{2} M g \left( \frac{1}{2} R_t k \cancel{\omega_m} \right)$$

$$\text{D'où } C_{req} = \frac{M g R_t k}{4}$$

### Question 28

Les tracés des profils vitesse/couple/puissance moteur pour la phase de montée de l'embarcation sont :



Les valeurs numériques caractéristiques de ces courbes pour la phase de montée de l'embarcation sont :

$$N = \frac{60 \cdot \omega_m}{2\pi} = \frac{60 \cdot 2 \cdot V}{2\pi \cdot r \cdot k} = \frac{60 \cdot 2 \cdot 3,5}{2\pi \cdot 0,15 \cdot 0,15} = 2971 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\omega_m = \frac{2\pi \cdot N}{60} = 311,1 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

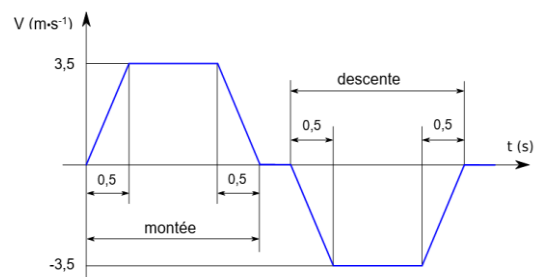
À vitesse constante :

$$C_m = \frac{C_{req}}{\eta} = \frac{1500 \cdot 9,8 \cdot 0,15 \cdot 0,15}{4 \cdot 0,87} = 95,1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$P_m = C_m \cdot \omega_m = 95,1 \cdot \frac{2\pi \cdot 2972}{60} = 29585 \text{ W} = 29,6 \text{ kW}$$

Phase d'accélération :

$$C_m = \frac{J_{eq} \cdot \frac{d\omega}{dt} + C_{req}}{\eta} = \frac{0,191 \cdot \frac{311}{0,5} + 82,7}{0,87} = 231,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$



$$P_m = C_m \cdot \omega_m = 231,5 \cdot \frac{2\pi \cdot 2972}{60} = 72\,049 \text{ W} = 72 \text{ kW}$$

Phase de décélération :

$$C_m = \frac{J_{eq} \cdot \frac{d\omega}{dt} + C_{req}}{\eta} = \frac{0,191 \cdot \frac{-311}{0,5} + 82,7}{0,87} = -41,5 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$P_m = C_m \cdot \omega_m = 41,5 \cdot \frac{2\pi \cdot 2972}{60} = -12\,915 \text{ W} = -12,9 \text{ kW}$$

### Question 29.

On propose le moteur asynchrone référencé LS 200 LT. En effet :

- $P_{nom} = 30 \text{ kW} > 29,6 \text{ kW}$
- $M_d = 2,7 \text{ Mn} = 2,7 \cdot 97,2 = 262,44 \text{ N}\cdot\text{m} > 231,5 \text{ N}\cdot\text{m}$
- $M_n = 97,2 \text{ N}\cdot\text{m} > 95,1 \text{ N}\cdot\text{m}$

### Question 30

Les principales exigences liées à la conception et les solutions constructives retenues, pour permettre la vie à bord de sept personnes afin d'assurer des missions scientifiques de manière totalement autonome et sécurisée dans les eaux du courant circumpolaire Antarctique sont les suivantes :

- être autonome tout en minimisant l'impact environnemental ; le Polar Pod utilise la force des vents pour se déplacer plus rapidement que la vitesse des courants marins grâce à ses voiles qui donnent une vitesse relative par rapport au courant et ainsi assurer sa mission en un an tout en utilisant une énergie renouvelable ;
- résister aux conditions extrêmes rencontrées dans l'océan austral ; cette exigence est assurée grâce à la structure et au dimensionnement de la poutre principale. Le choix se porte sur une poutre en treillis qui présente une bonne résistance mécanique pour une structure plus légère par rapport à une poutre pleine ;
- assurer une très bonne stabilité
  - par mer calme, l'influence des matériaux constituant le lest permettra de maintenir l'engin enfoncé dans l'eau de façon à avoir une position du centre de carène au-dessus du centre de gravité et le plus éloigné possible afin de maintenir l'équilibre du Polar Pod.
  - par mer agitée, l'influence de la géométrie de la poutre en treillis permet de diminuer l'amplitude du pilonnement.
- être transportable du lieu de fabrication à l'océan ; cette action est contrôlée et sécurisée grâce à un système de ballasts qui permet le basculement de l'engin en position horizontale (B4) et l'orientation de la nacelle (B2-3) lors de la manœuvre ;
- assurer l'évacuation en cas d'urgence des passagers ; un système de treuil correctement dimensionné (câbles, motorisation) permettra d'assurer la mise à l'eau d'une embarcation de secours en toute sécurité dans les conditions extrêmes de mer agitée.

# Rapport du jury de l'épreuve de l'épreuve « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » – option ingénierie mécanique

## 1. Présentation du sujet

Acteur majeur du climat et de la circulation océanique mondiale, l'océan Austral est une immensité océanique encore méconnue. Le Polar Pod en est le futur observatoire permanent. Alors que les navires de recherche ne viennent dans cette région que quelques semaines en été, il peut assurer une présence toute l'année dans cette zone de la planète que l'on surnomme « les cinquantièmes hurlants » (en référence à la latitude 50 degrés sud) grâce à son profond pied dans l'eau qui le stabilise. Plébiscité par la communauté scientifique internationale comme étant un navire océanographique du futur, en phase avec l'évolution économique et les progrès technologiques de la recherche océanique, il peut embarquer à son bord sept personnes.

Le choix de solutions technologiques respectueuses de l'environnement, la validation de la structure du point de vue de la navigation, de la manœuvrabilité et du transport ainsi que l'évacuation de l'équipage en cas d'urgence sont les thèmes abordés au travers d'analyses de fonctionnement, de modélisations, de vérifications de performances et de dimensionnement de constituants ou de composants.

## 2. Analyse globale des résultats

Seuls certains candidats ont abordé toutes les questions. La majorité des candidats a abordé le sujet de manière linéaire en suivant le questionnement proposé. D'autres ont eu une approche partielle du questionnement, mais globale du sujet en abordant toutes les parties. Ces candidats ont bien su restituer l'esprit du sujet dans leur synthèse. Le jury invite les candidats à porter une attention particulière à la bonne gestion de leur temps de composition, inhérente à ce type d'épreuve.

Le jury constate des erreurs inacceptables pour un scientifique, notamment en ce qui concerne des calculs basiques (périmètre, vitesse en  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , volume...) et le non-respect des unités des grandeurs physiques. Il est recommandé aux candidats de se munir d'une calculatrice en état de fonctionnement afin de bien réaliser les calculs attendus.

La qualité de l'écriture, de l'orthographe, de la syntaxe ou encore de la présentation générale de la copie est parfois à déplorer, ce qui nuit fortement à la clarté des réponses apportées par le candidat.

Enfin, le jury conseille aux candidats de présenter leurs réponses dans l'ordre du questionnement, quand bien même ils n'abordent pas les questions dans cet ordre. Le jury conseille également de mettre les résultats en évidence, en les encadrant par exemple.

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

La première partie traitait des enjeux de l'expédition en ce qui concerne les données scientifiques collectées ainsi que la durée et les conditions extrêmes dans lesquelles elle a lieu.

Elle a été bien réussie par la majorité des candidats. Le jury invite les candidats à proposer une expression analytique complète de la grandeur cherchée avant de réaliser l'application numérique, ceci afin d'éviter la propagation des erreurs d'arrondis. La conclusion attendue dans cette partie portait

sur les enjeux de l'expédition ; le recopiage des différentes exigences associées au Polar Pod ne constitue pas une réponse adéquate.

La deuxième partie traitait du choix de la structure de navigation pour assurer une très bonne stabilité en mer.

Le jury demande aux candidats de respecter le questionnement et ainsi de ne pas donner la valeur d'une force en N lorsqu'elle est explicitement demandée en kN. Il regrette un manque de sens physique de quelques rares candidats, qui ne font pas la distinction entre équilibre et stabilité ou, plus ennuyeux, maîtrisent mal la notion de moment. Le jury déplore la confusion entre le gain et l'amplitude. Il encourage les conclusions étayées d'arguments pertinents et ne saurait valoriser des réponses très larges ou évasives.

La troisième partie traitait de la conception, du dimensionnement de la structure centrale du Polar Pod et de la faisabilité technique.

Le jury demande aux futurs candidats de bien maîtriser la résistance des matériaux. Un résultat brut ne peut être valorisé que si les méthodes ne sont mises en évidence. En revanche, le jury a apprécié tout schéma expliquant les démarches et/ou calculs. La question 14 a été très peu abordée ; le jury encourage les candidats à s'appropriier les compétences liées à la nouvelle option. Le jury apprécie les erreurs assumées, par exemple lorsqu'une valeur numérique aberrante est signalée par le candidat.

La quatrième partie traitait du dimensionnement d'un treuil pour l'évacuation sécurisée des passagers en cas d'urgence dans des conditions extrêmes de houle.

Le jury demande aux candidats de respecter le questionnement, et ainsi de préciser le système isolé et le théorème utilisé lorsque cela est explicitement demandé ou que cela justifie un résultat.

L'expression des puissances et de l'énergie cinétique galiléennes n'a pas été traitée correctement.

L'analyse et la recherche d'une motorisation adéquate, questions 28 et 29, ont mis en difficulté la plupart des candidats. Tout choix de composant sans argument ne peut être valorisé.

La fin de cette partie a été peu traitée. Le jury renouvelle son conseil pour une meilleure gestion du temps de composition.

La dernière partie proposait une synthèse des études menées dans le sujet.

Elle a été traitée par la majorité des candidats et bien réussie par les candidats qui ont su prendre du recul sur le sujet. Le simple recopiage des exigences ne constitue pas une réponse adéquate.

Il est attendu que les candidats soient capables d'aller droit à l'essentiel en faisant ressortir les points importants.

#### **4. Conclusion**

La préparation de cette épreuve ne s'improvise pas. Elle mobilise de nombreuses compétences de fond et de forme que certains candidats ont parfaitement su restituer à travers les études proposées. Les raisonnements doivent être menés de façon lisible et explicite. Les réponses ne se limitent pas à l'écriture du résultat sans explication.

Quant aux questions de synthèse et à la cohérence des résultats, le recul et l'analyse sont des qualités recherchées chez un enseignant.

Le jury encourage les futurs candidats à ne pas négliger les principes scientifiques de base, les unités des différentes grandeurs usuelles et l'utilisation de schémas et croquis explicatifs.

Le jury rappelle que les compétences liées à la communication écrite sont indispensables au métier auquel les candidats postulent à travers ce concours.

La présentation générale de la copie, la clarté de la rédaction, la qualité de l'écriture et de l'orthographe doivent être soignées. Les questions doivent notamment être correctement repérées.

Le jury encourage les candidats à s'appropriier les compétences liées au nouveau programme d'informatique qui a été clairement défini et intégré dans le référentiel commun des quatre options du CAPET SII.

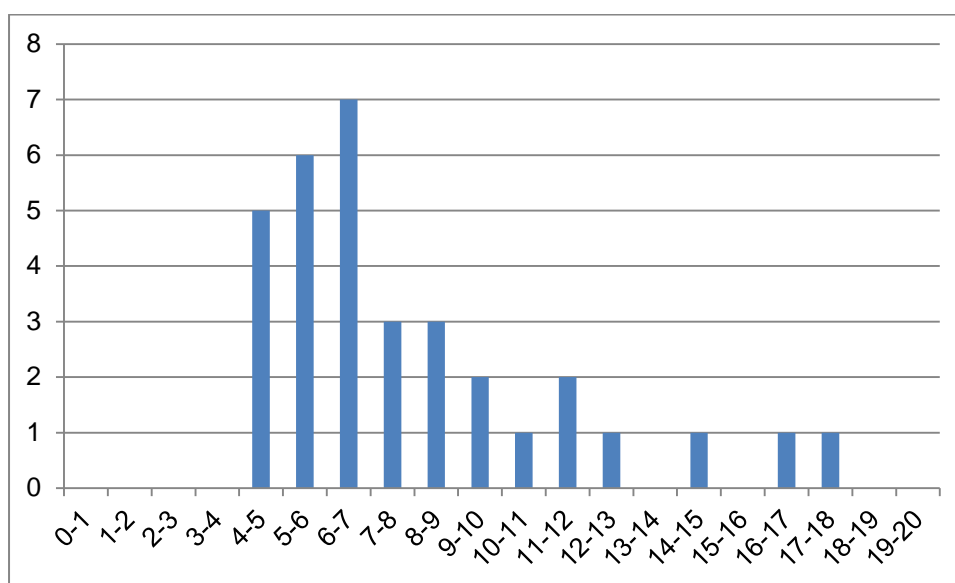
Pour réussir cette épreuve, au-delà d'une préparation sérieuse, les candidats doivent faire preuve de rigueur dans les démarches, dans les développements et dans les présentations.

## 5. Résultats

34 copies ont été évaluées pour cette épreuve du CAPET, la moyenne des notes obtenues est de 8,0 avec :

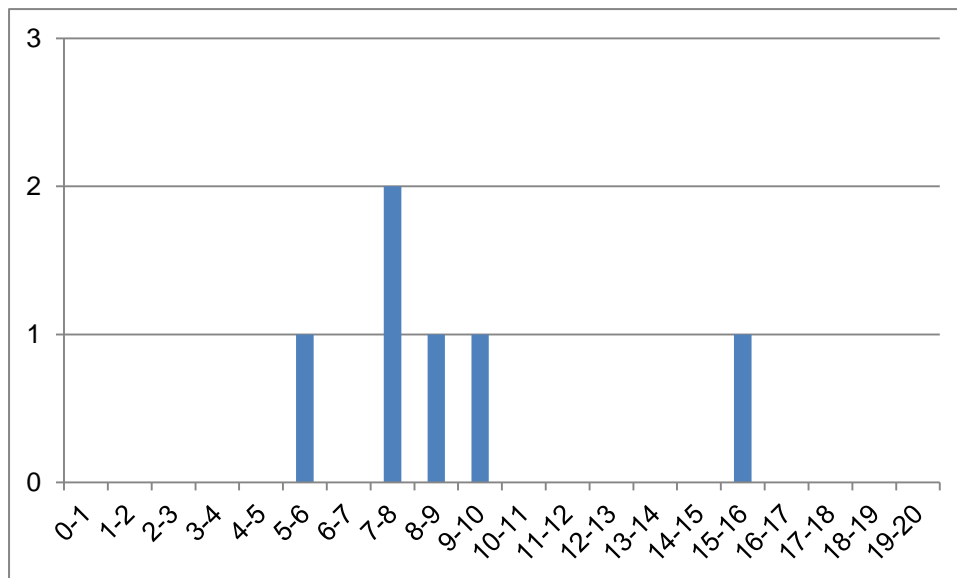
- 17,99 comme meilleure note ;
- 4,09 comme note la plus basse.

Remarque : une copie n'a pas été notée car un candidat inscrit en option ingénierie mécanique a composé avec le sujet de l'option ingénierie des constructions.



6 copies ont été évaluées pour cette épreuve du CAFEP, la moyenne des notes obtenues est de 9,0 avec :

- 15,69 comme meilleure note ;
- 5,75 comme note la plus basse.



# Exemple de sujet pour l'épreuve de mise en situation professionnelle

## 1. Présentation de l'épreuve

Arrêté du 19 avril 2013 fixant les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique et modifié par les arrêtés du 24 juillet 2013 et du 19 avril 2016.

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

Durée :

- études expérimentales - quatre heures ;
- préparation de la leçon - une heure en loge ;
- exposé – quarante minutes ;
- entretien – vingt minutes.

Évaluation – coefficient 4 :

- 10 points attribués au travail pratique ;
- 10 points attribués à la leçon.

L'objectif de cette épreuve est d'évaluer les compétences des candidats qui leur permettront de s'inscrire dans la démarche d'enseignant titulaire de sciences industrielles de l'ingénieur. L'objectif est qu'ils soient capables de réaliser une exploitation pédagogique à partir d'une activité pratique relative à l'approche globale d'un système pluritechnique.

Elle prend appui sur les investigations et les analyses effectuées pendant les quatre heures de travaux pratiques relatifs à un système pluritechnique et comporte un exposé suivi d'un entretien avec les membres du jury. L'exploitation pédagogique attendue, directement liée aux activités pratiques réalisées, est relative soit :

- aux enseignements de technologie au collège ;
- à l'enseignement technologique transversal du cycle terminal « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » du lycée ;
- aux sciences de l'ingénieur de la voie scientifique du lycée.

**La séquence de formation demandée sera conçue et organisée pour être proposée à des élèves d'une classe de collège au cycle 4, dont le niveau est à définir.**

La séquence proposée sera attachée à la thématique « la modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques » et visera également des compétences et connaissances liées à « l'informatique et la programmation ».

Les attendus de fin de cycle visés sont :



- analyser le fonctionnement et la structure d'un objet ;
- utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet ;
- comprendre le fonctionnement d'un réseau informatique ;
- écrire, mettre au point et exécuter un programme.

La séquence doit permettre de travailler, au niveau défini par le candidat, les compétences suivantes :

- identifier le(s) matériau(x), les flux d'énergie et d'information sur un objet et décrire les transformations qui s'opèrent ;
- décrire, en utilisant les outils et langages de descriptions adaptés, le fonctionnement, la structure et le comportement des objets ;
- simuler numériquement la structure et/ou le comportement d'un objet ;
- appliquer les principes élémentaires de l'algorithmique et du codage à la résolution d'un problème simple ;
- modifier ou paramétrer le fonctionnement d'un objet communicant.

## **2. Déroulement de l'activité pratique**

Cette première phase d'une durée totale de 4 h 00 se déroule en trois parties.

Les compétences attendues par le jury sont scientifiques, comportementales et pédagogiques. Le candidat doit montrer ses aptitudes à :

- analyser et vérifier les performances à partir de modèles de comportement et de mesures ;
- mettre en œuvre des matériels ou des équipements, des systèmes informatiques associés à des logiciels de traitement, de simulation, de représentation ;
- mobiliser des compétences au regard du problème posé ;
- exploiter les résultats obtenus et formuler des conclusions ;
- justifier les solutions constructives retenues et les choix relatifs à la réalisation ;
- critiquer les résultats, modèles, solutions.

### **2.1. Lecture, étude de la mise en contexte et prise en main (durée ≈ 0 h 30)**

Dans cette partie, les manipulations et les activités proposées ont pour objectif de faciliter la compréhension du fonctionnement global du système. À la fin de cette première partie, l'examineur s'assure que le candidat s'est bien approprié le support de travaux pratiques, ainsi que la problématique proposée.

### **2.2. Résolution de la ou des problématiques au plus haut niveau (durée ≈ 2 h 30)**

Dans cette partie, le candidat doit répondre au questionnement proposé afin de résoudre les problématiques proposées au sein du TP. Cette partie permet au candidat, par la mobilisation de compétences caractéristiques du niveau du CAPET, de résoudre les problèmes posés puis d'en exploiter les résultats obtenus (hypothèses, modèles, valeurs numériques...).

### **2.3. Réinvestissement de l'activité pratique en vue d'une exploitation pédagogique (durée ≈ 1 h 00)**

Lors de cette partie, le candidat doit préparer la trame détaillée de sa séquence pédagogique en s'attachant à :

- expliciter la démarche méthodologique ;
- identifier les prérequis nécessaires à la séquence et positionner la séquence dans le cycle ;

- décrire et justifier l'organisation de la séquence de formation élaborée (progression pédagogique du cycle, cours, travaux dirigés, activités pratiques, horaires, effectifs, organisation du laboratoire...);
- évaluer les compétences et mettre en place des remédiations éventuelles.

De plus, le candidat doit décrire plus particulièrement une séance en précisant les expérimentations nécessaires. Il doit :

- identifier les compétences et les connaissances associées visées de la séance ;
- mettre en adéquation les objectifs de la séance et la séquence ;
- exploiter des informations, des données et des résultats issus des activités ou des investigations conduites au cours des travaux pratiques ;
- faire un bilan des connaissances s'intégrant correctement à une structuration des acquis de fin de séquence.

### **3. Préparation de l'exposé (durée 1 h 00)**

Le candidat prépare son intervention devant le jury. Le candidat n'a plus accès au système et aux modèles associés, mais dispose toujours de l'ensemble des ressources associées au sujet.

### **4. Exposé oral et entretien avec le jury en salle (durée 1 h 00)**

L'exposé du candidat devant le jury a une durée de 40 minutes maximum. Il est suivi d'un entretien avec le jury (durée maximale 20 minutes). Le jury n'intervient pas au cours de l'exposé qui doit comporter :

- la présentation du système (durée maximale 5 minutes) ;
- la synthèse des activités menées dans la deuxième partie de la première phase des TP (durée maximale 5 minutes) ;
- l'exploitation pédagogique (durée maximale 30 minutes).

Un entretien avec le jury (durée maximale 20 minutes) suit l'exposé oral du candidat.

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.

### **5. Mise en contexte et prise en main du système**

#### **5.1. Mise en contexte**

La société américaine Big Belly Solar, située à Newton dans le Massachusetts, a conçu un système de compactage des déchets, qui permet à une corbeille de rue de contenir cinq fois plus de déchets, pour un même volume, réduisant ainsi les corvées liées au ramassage, les débordements disgracieux d'ordures sur la chaussée ainsi que l'impact polluant de collectes inutiles.

Le compacteur Big Belly est un système simple et innovant ayant un fonctionnement totalement autonome grâce à son auto-alimentation électrique : panneaux photovoltaïques et batterie.

Les buts de l'étude sont de :

- découvrir, comprendre le fonctionnement d'un compacteur de déchets ;
- proposer une analyse fonctionnelle du système ;
- déterminer les différentes énergies mises en jeu dans un contexte donné, et valider le dimensionnement proposé ;

- comparer le dimensionnement déterminé avec le logiciel de simulation avec celui du système réel ;
- étudier les éléments influents sur la consommation du système ;
- vérifier le dimensionnement d'un compacteur dans un contexte donné ;
- proposer un programme permettant d'optimiser le ramassage des déchets.

## 5.2. Prise en main

Le matériel à disposition (figure 1) est constitué :

- d'un ordinateur équipé d'une connexion Internet ;
- d'un dossier comportant des ressources pédagogiques ;
- du système compacteur didactisé.



Figure 1 : poste de travail

**Activité n° 1** À l'aide des documents techniques fournis et de l'annexe 1 :

- effectuer une mise en fonctionnement ;
- compléter le schéma-bloc de la chaîne d'énergie et de la chaîne d'information du compacteur sur le document réponse ;
- décrire à l'un des membres du jury le fonctionnement et l'utilisation du système avant de poursuivre l'épreuve.

**Activité n° 2** À l'aide des documents techniques fournis :

- vérifier le temps de cycle annoncé dans le dossier technique ;
- déterminer la fréquence de rotation  $N$  en  $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$  de l'arbre en sortie du motoréducteur. En déduire la vitesse moyenne du bélier du compacteur lors d'une phase de compactage.

## 6. Problématique

La société américaine Big Belly Solar a initialement conçu ce compacteur de déchets pour les États-Unis. Depuis, elle a également conçu un compacteur dimensionné pour l'Europe, prenant en compte les conditions d'ensoleillement du continent.

Aujourd'hui, la société souhaite s'étendre et vendre ses compacteurs en Afrique. Elle s'interroge donc sur le dimensionnement de ce nouveau compacteur et sur la possibilité de commercialiser en Afrique les compacteurs prévus pour l'Europe.

Afin d'améliorer la collecte des déchets, le constructeur souhaite doter le compacteur d'un système de communication sans fil permettant de transmettre l'état de remplissage au centre de gestion des déchets.

L'objectif de cette étude est de répondre aux problématiques suivantes :

- quel est l'impact du lieu d'implantation du compacteur sur son dimensionnement ?
- comment optimiser le ramassage des déchets ?

## 7. Résolution des problématiques

### 7.1. Dimensionnement d'un panneau photovoltaïque

Cette première problématique est abordée en deux temps :

- définition du besoin théorique en énergie par rapport à un lieu d'implantation donné du compacteur ;
- vérification pour ce lieu d'implantation du dimensionnement du panneau photovoltaïque.

**Activité n° 3** À l'aide de l'interface de mesure « LABVIEW : Big Belly », relever :

- le courant délivré par la batterie sur un cycle de compactage complet ;
- le courant absorbé par l'organe de contrôle (noté Ivide) lorsque le compacteur est au repos.

Fermer l'interface de mesure « LABVIEW : Big Belly » et lancer l'applicatif « Simulation Chaîne d'Énergie ». La fenêtre de la figure 2 apparaît :

Accès à la documentation ressource du simulateur

Lien internet vers les bases de données

Définition du profil de consommation

Figure 2 : écran d'accueil de l'application

Cet applicatif permet d'analyser le fonctionnement et les besoins énergétiques du système d'alimentation autonome solaire dont est équipé le compacteur.

Le calcul des éléments de l'installation photovoltaïque consiste principalement à déterminer la puissance crête, exprimée en  $W_p$  (watts pic ou crête), du panneau solaire photovoltaïque et la capacité de la batterie.

La procédure de calcul est basée sur un bilan énergétique journalier (en  $W \cdot h \cdot j^{-1}$ ), dans les conditions de rayonnement solaire les plus défavorables. Ces calculs se réalisent en fonction de la consommation

journalière moyenne de l'installation, du rayonnement solaire journalier moyen à l'emplacement d'implantation de l'installation, ainsi que de chaque coefficient de pertes des différents éléments.

**Activité n° 4** En cliquant sur le bouton « Définir » :

- définir l'énergie consommée lors d'un cycle de compactage (courants consommés et temps associés) en se référant aux mesures faites précédemment dans l'activité n°3. Lorsque le compacteur est au repos, seul l'organe de contrôle est supposé absorber du courant.

**Activité n° 5** En cliquant sur le bouton « Lien Internet vers les bases de données » :

- déterminer le rayonnement (l'irradiation solaire) journalier moyen ( $W \cdot h \cdot m^{-2} \cdot j^{-1}$ ) du mois le plus défavorable (moins d'ensoleillement) reçu par un panneau solaire, à Reims, placé horizontalement pour ce mois.

Le compacteur fait **3 cycles par jour**, et doit pouvoir fonctionner en **autonomie pendant 4 jours**. Les coefficients  $K$  et  $P$  utilisés dans le logiciel de simulation correspondent respectivement à des pertes et à la profondeur de décharge de la batterie. Les valeurs par défaut de ces paramètres sont les suivantes :

- $K_a = 0,005$  ;
- $K_b = 0,05$  ;
- $K_r = 0,1$  ;
- $K_x = 0,15$  ;
- $P_d = 0,7$ .

**Activité n° 6** À partir du logiciel de simulation, déterminer les grandeurs suivantes :

- le nombre d'heures  $h$  équivalent (h) ;
- la consommation  $E_c$  par jour ( $W \cdot h \cdot j^{-1}$ ) ;
- la puissance crête  $P_p$  du panneau ( $W_p$ ) ;
- la capacité  $C$  de la batterie (A·h).

Hypothèses :

- la tension aux bornes de la batterie est supposée constante, quel que soit son état de charge et égale à  $U_b = 12 V$  ;
- la batterie ne doit pas se décharger de plus de 70 % ;
- le rendement global d'un panneau photovoltaïque s'exprime par  $\eta_{global} = \eta_{PV} \cdot \eta_{corr}$ , avec  $\eta_{PV}$  le rendement du panneau et  $\eta_{corr}$  un coefficient correcteur dû à des facteurs tels que le dépôt de poussière sur la vitre, les pertes angulaires, la tolérance sur la puissance du panneau, etc. Il est estimé ici à  $\eta_{corr} = 90 \%$ .

**Activité n° 7** À partir des résultats déterminés par le logiciel de simulation, pour un fonctionnement du compacteur sur une journée :

- relever l'énergie consommée par le compacteur  $E_c$  ;
- calculer l'énergie  $E_{pv}$ , produite par le panneau et l'énergie  $E_b$ , pouvant être fournie par la batterie ;
- valider le dimensionnement du système et l'autonomie de 4 jours (durée sans recharge par le panneau photovoltaïque).

**Activité n° 8** En étudiant la puissance crête du panneau et la capacité de la batterie :

- comparer le dimensionnement déterminé à l'aide du logiciel de simulation avec celui du système réel.

**Activité n° 9** À partir du logiciel de simulation :

- étudier l'influence du courant de repos du compacteur sur le dimensionnement du système ;
- conclure sur la possibilité de diminuer la consommation en étudiant les composants qui nécessitent d'être alimentés au repos.

L'étude de la figure 3 a été réalisée pour un compacteur installé en Afrique, dans la ville de Dakar. Le rayonnement journalier moyen (irradiation solaire moyenne quotidienne) pour le mois le plus défavorable (décembre), avec une inclinaison horizontale, est de  $4\,990\text{ W}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{j}^{-1}$ .

Radiation minime	
Radiation (W.h/m <sup>2</sup> /Jour)	4990
<a href="#">Lien Internet vers bases de données</a>	

Consomm	
<input type="button" value="Définir"/>	
Utilisation (Cycles/Jour)	3

Coefficient Pertes	
Ka (0,005 a 0,01)	0,005
Kb (0,05 a 0,1)	0,05
Kr (0,1 a 0,01)	0,1
Kx (0,1 a 0,2)	0,15
Pd (0,5 a 0,8)	0,7
Autonomie (Jours)	4

Figure 3 : étude pour la ville de Dakar

**Activité n° 10** Relancer les calculs avec le logiciel de simulation et conclure sur l'impact du choix de la ville d'emplacement du compacteur sur le dimensionnement du système.

## 7.2. Communication du compacteur

Le compacteur communique à distance son état de remplissage, à un centre de déchets, afin de gérer et d'optimiser le service de collecte des déchets. Ainsi, le ramassage des ordures n'a lieu que lorsque le compacteur transmet l'information qu'il est plein.

L'étude proposée porte sur la simulation en laboratoire de la gestion du remplissage du compacteur. À ce titre, la liaison compacteur – centre de gestion est réalisée à l'aide d'une communication Bluetooth, et le remplissage du compacteur par l'intermédiaire d'un potentiomètre linéaire. Afin de modéliser et simuler le fonctionnement souhaité, le matériel suivant est à disposition :

- une carte Arduino surmontée d'une platine de connexion « Grove » ;
- un potentiomètre linéaire ;
- trois LEDs de couleur (verte, orange et rouge) ;
- un écran LCD ;
- un module Bluetooth ;
- une tablette avec l'application « AppInventor ».

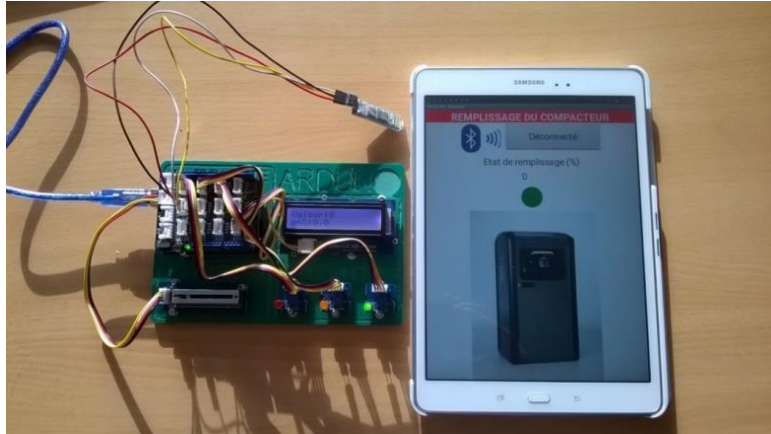


Figure 4 : matériel communicant

Le potentiomètre linéaire simule l'état de remplissage du compacteur, et l'écran LCD l'affiche en temps réel. Les LEDs permettent aussi de communiquer visuellement cet état. De plus, la carte Arduino communique en Bluetooth avec la tablette (simulant le centre de déchets), qui, via l'application « AppInventor », affiche également en temps réel l'état de remplissage du compacteur.

**Activité n° 11** En se référant à l'annexe 2, téléverser le programme « Communication\_compacteur.abp » à l'aide du logiciel ArduBlock. Expliquer pourquoi la valeur affichée sur l'écran LCD varie entre 0 et 1023.

Actuellement, seules deux LEDs sont utilisées pour communiquer l'état de remplissage du compacteur. Il est maintenant demandé de piloter trois LEDs selon le cahier des charges suivant :

- lorsque l'état de remplissage est inférieur à 60 %, la LED verte est allumée, les autres sont éteintes ;
- lorsque l'état de remplissage est compris entre 60 et 90 %, la LED orange est allumée, les autres sont éteintes ;
- lorsque l'état de remplissage est supérieur à 90 %, la LED rouge est allumée, les autres sont éteintes.

L'application disponible sur la tablette permet d'afficher le taux de remplissage du compacteur et la couleur de la LED qui est allumée.

**Activité n° 12** En se référant à l'annexe 3, lancer l'application sur la tablette. Modifier le programme afin d'obtenir le fonctionnement des trois LEDs selon le cahier des charges précédent.

## 8. Conclusion quant aux problématiques

**Activité n° 13** Au regard des résultats obtenus lors des études précédentes, conclure quant au dimensionnement du système pour un lieu d'implantation donné. Quelle(s) grandeur(s) influence(nt) le dimensionnement d'une capacité de batterie et d'une surface de panneau photovoltaïque ? La société Big Belly doit-elle dimensionner un nouveau compacteur pour l'Afrique ?

**Activité n° 14** La communication Bluetooth ayant été utilisée à titre expérimental, expliquer en argumentant la réponse si elle est adaptée pour faire communiquer le compacteur avec le centre des déchets. Sinon, proposer une solution en la justifiant.

## Annexe 1 : mise en fonctionnement du compacteur Big Belly

- 1- Ouvrir l'interface LABVIEW BigBelly
- 2- Appuyer sur le bouton d'accès à la commande automatique

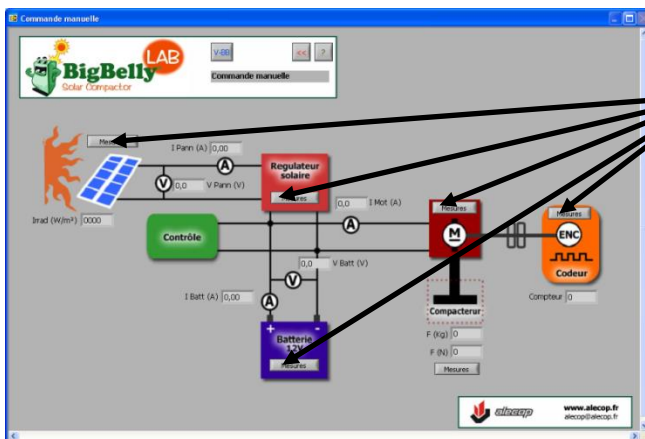


Bouton d'accès à la commande manuelle

Bouton d'accès à la commande automatique

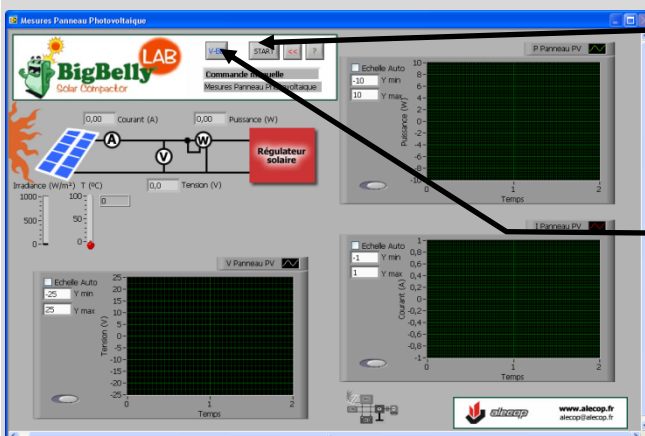
Bouton de sortie de l'interface

- 3- Appuyer sur l'un des boutons d'accès aux interfaces de mesures



Boutons d'accès aux interfaces de mesures

- 4- Lancer l'acquisition des mesures en appuyant sur « START », puis appuyer sur le bouton « V-BB »

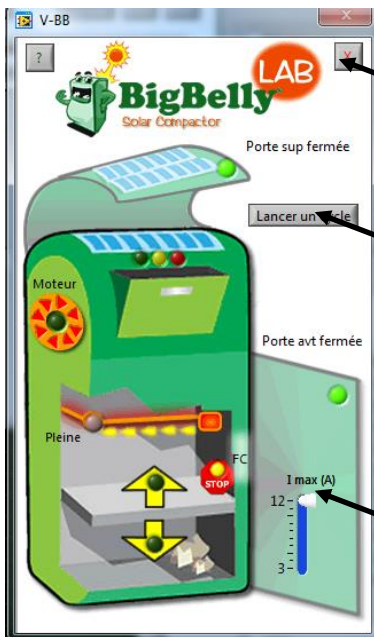


Bouton de démarrage des mesures

Bouton d'accès à la commande du système



### 5- Lancer un cycle de compactage puis fermer la fenêtre

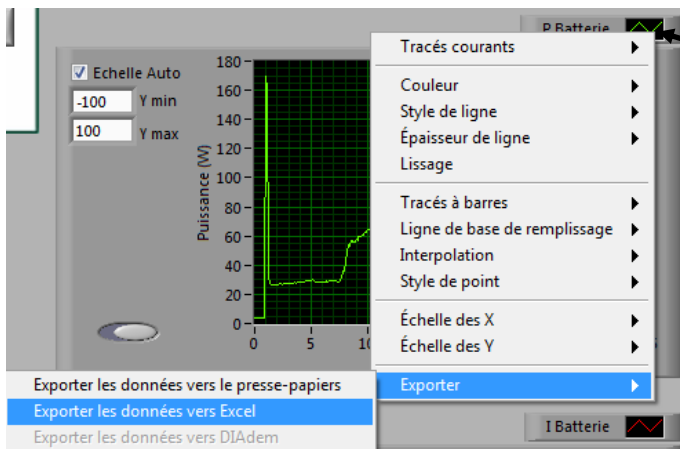


Bouton de sortie du panneau de commande

Bouton pour lancer un cycle de compactage

Réglage du courant maximal absorbé par le moteur

### 6- Arrêter l'acquisition en appuyant sur « STOP ». Exporter les données sous Excel.



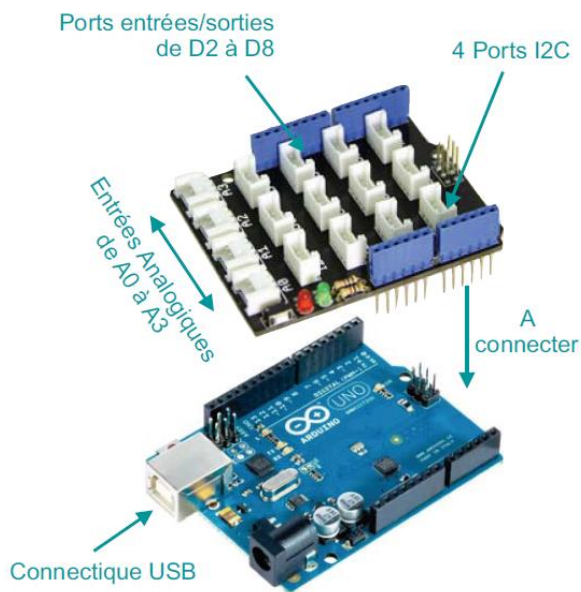
Clic droit « Exporter les données vers Excel »

## 1. Présentation de la carte Arduino

Il y a deux façons de programmer les cartes Arduino :

- soit avec du code « pur » en ligne de code type langage C ;
- **soit sous forme de blocs type puzzle, nommé Ardublock.**

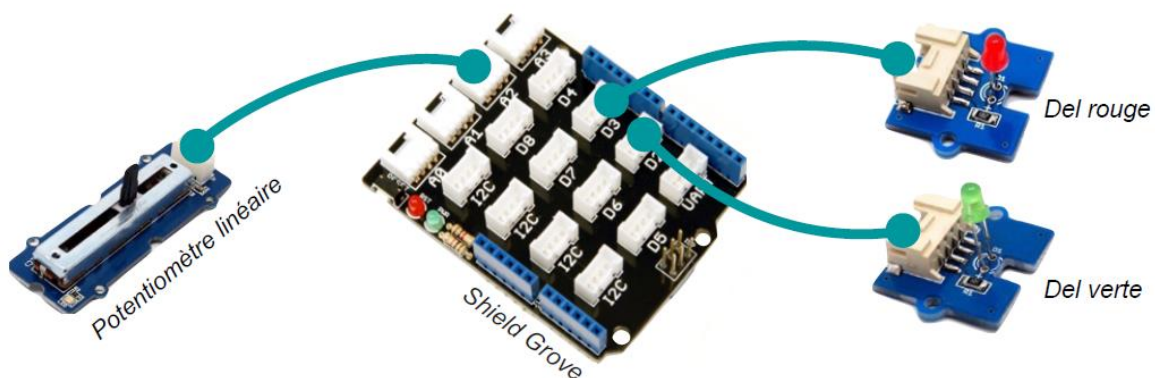
Cette deuxième méthode est plus adaptée pour appréhender la logique de programmation sans apprendre à écrire du « code pur ».



Pour faciliter la programmation, il existe la solution Grove via un shield Grove qui se connecte directement sur la carte Arduino et qui dispose de plusieurs prises.

Chacune d'elle contient les fils d'alimentations (5v max depuis la carte arduino) et le fil de communication (signal).

Les entrées analogiques, où sont connectés les capteurs, convertissent en valeurs numériques sur 10 bits.



## 2. Écrire un programme avec ArduBlock

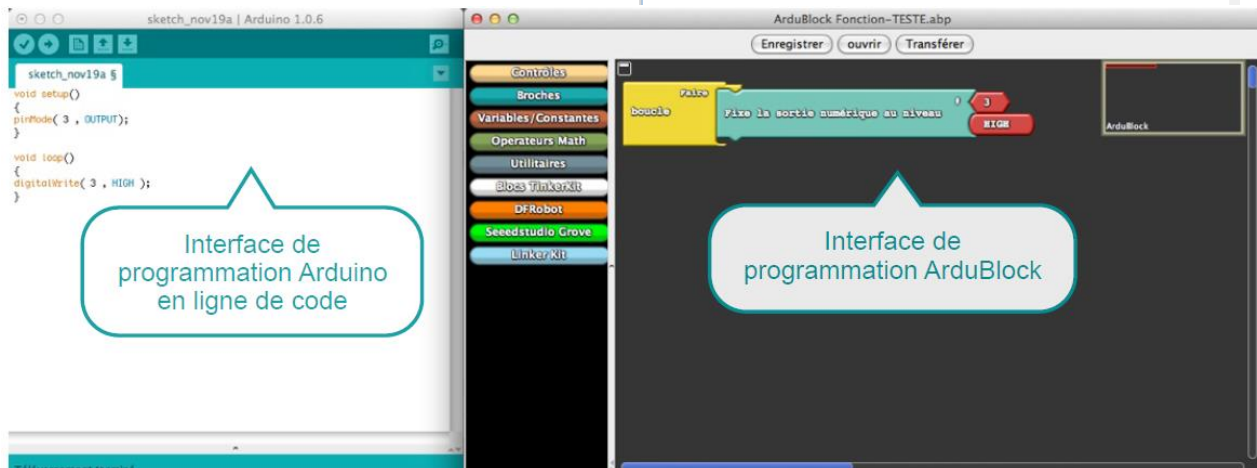
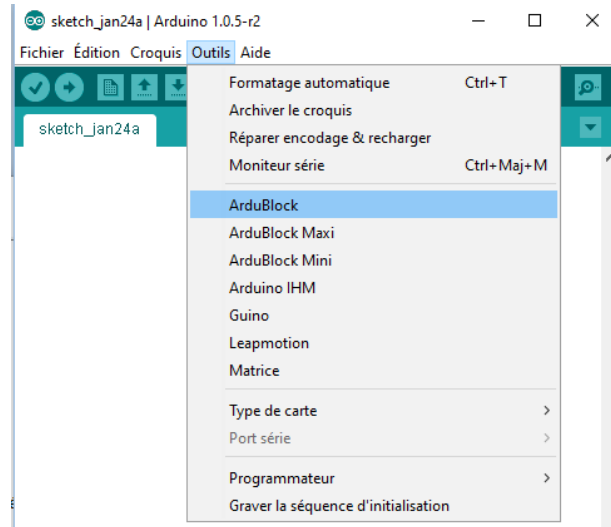
Voici la procédure pour lancer le logiciel Arduino avec l'interface ArduBlock :

- cliquer sur l'icône Arduino,

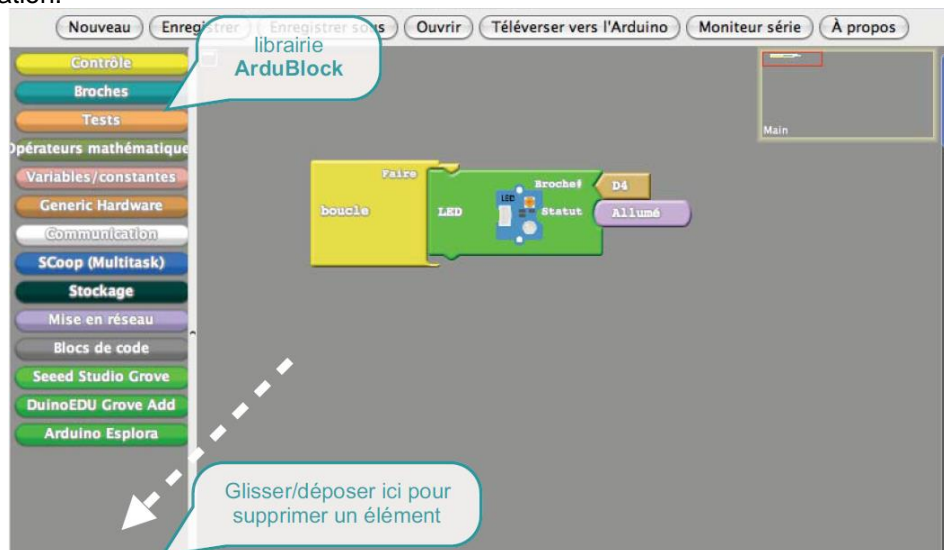


le logiciel se lance ;

- ouvrir l'interface ArduBlock.



Dans les bibliothèques de gauche, il faut cliquer puis déposer à droite les blocs utiles à votre programmation.

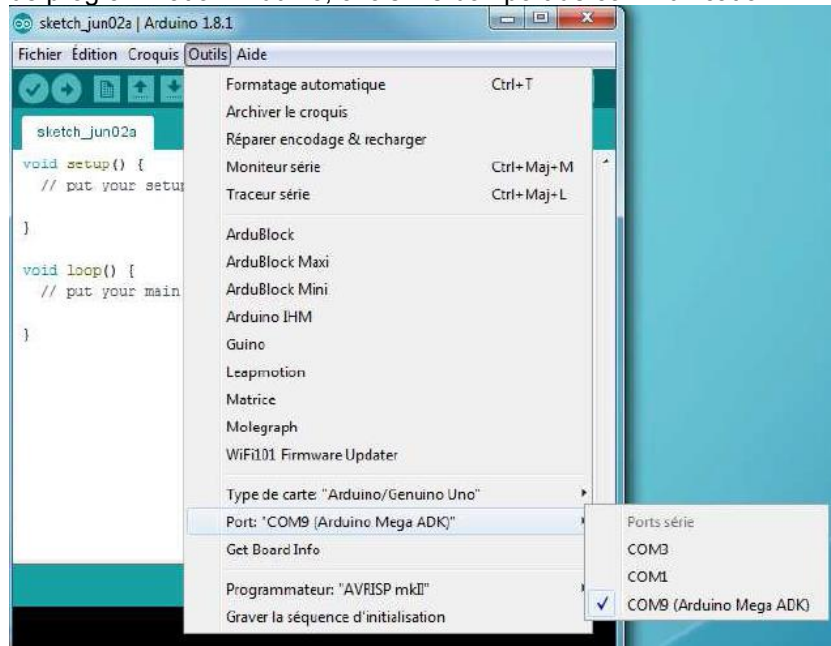


Pour copier-coller un bloc, il faut cliquer droit, et appuyer sur « Cloner ».

### 3. Téléverser un programme dans la carte Arduino

Pour téléverser le programme dans la carte Arduino, il faut qu'elle soit connectée par liaison USB à l'ordinateur.

Dans l'interface de programmation Arduino, choisir le bon port de communication.



Dans l'interface de programmation ArduBlock, cliquer sur « Téléverser vers l'Arduino ».

Téléverser vers l'Arduino

Il est possible de suivre le téléversement dans l'interface de programmation Arduino.



Annexe 3 : application CAPET\_SII\_2017

1. Cliquer sur l'icône de la tablette pour lancer l'application



2. En cliquant sur « Connecté », sélectionner le module Bluetooth pour connecter le module à l'application



3. Déconnecter, si besoin, le module à l'application en cliquant sur « Déconnecté »



# Rapport du jury de l'épreuve de mise en situation professionnelle

## 1. Présentation de l'épreuve

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

- quatre heures de travaux pratiques sur un système ;
- une heure en loge pour concevoir une exploitation pédagogique et sa présentation ;
- une heure d'exposé-entretien organisée en quarante minutes de soutenance et vingt minutes d'échanges avec le jury.

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

Cette différenciation dans l'évaluation des deux parties de l'épreuve permet de dissocier la réussite à l'épreuve de « travaux pratiques » de celle à l'épreuve d'« exploitation pédagogique ».

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

- robot collaboratif ;
- volet roulant solaire ;
- pont mobile ;
- système de ventilation double flux ;
- compacteur de déchets communicant ;
- nacelle de prise de vue ;
- robot humanoïde ;
- skate électrique ;
- banc d'étude des ouvrages de soutènement des sols ;
- robot haptique.

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

Le travail pratique proposé est construit pour être accessible à tous les candidats. Les documents, accompagnant le support, fournissent une guidance permettant à tous les candidats, quelles que soient leurs connaissances et leur spécialité, d'exprimer leurs compétences scientifiques et pédagogiques.

Chacun des supports conduit à une leçon de niveau imposé en technologie au collège, en série sciences et technologies de l'industrie et du développement durable en enseignement transversal ou en série scientifique pour les enseignements de sciences de l'ingénieur.

Les compétences évaluées sont les suivantes :

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

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

Les candidats disposent :

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

Le jury dispose d'une stratégie réseau permettant de suivre les connexions et sites consultés.

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

Cette épreuve est commune aux candidats au CAPET externe et au CAPET 3<sup>e</sup> voie. Les attendus, le déroulement et les supports didactiques ainsi que les exploitations pédagogiques sont identiques.

Dans ce cadre, les conseils aux candidats sont communs pour les deux concours.

## **2. Analyse globale des résultats**

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

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

Une proportion notable de candidats ne connaît ni les programmes de formation du collège et du lycée pour les séries S-SI et STI2D, ni les documents ressources pour faire la classe, tout en méconnaissant les horaires d'enseignement dus aux élèves pour chacune des séries S-SI, STI2D et en technologie au collège et la philosophie de chacun de ces programmes. Ceci se révèle pénalisant pour construire une séquence et une séance pédagogique réaliste. Le jury est également extrêmement surpris que des candidats ne soient pas familiarisés au socle commun de connaissances, de compétences et de culture.

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

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

Le jury note une prise en compte des remarques des années précédentes, portant sur la concision de la présentation de l'activité pratique et sur l'intérêt de mettre en regard l'étude réalisée sur le système et la séquence pédagogique demandée. Il invite les candidats à faire preuve d'une rigueur scientifique exemplaire lors de la présentation des travaux réalisés. Lors de l'exploitation pédagogique, les

activités pratiques et leurs résultats ne sont néanmoins pas encore suffisamment réinvestis, au niveau de la séquence demandée.

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

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

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

Quelques candidats ont proposé des présentations (orale et écrite) très formatées qui ne résistent pas aux questionnements du jury et mettent en évidence des lacunes. Le jury invite bien-sûr les candidats à maîtriser les attendus pédagogiques et didactiques de la discipline, mais aussi et surtout à être en capacité de les réinvestir de façon adaptée et pertinente.

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

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

### **Maîtrise de la finalité de l'épreuve**

Le jury ne peut que renouveler les conseils donnés lors des précédentes sessions :

- connaître la description de l'épreuve (arrêté du 19 mars 2013 publié au JORF du 27 avril 2013 - arrêté du 24 avril 2013 publié au JORF du 22 août 2013 - arrêté du 19 avril 2016 du JORF n°0126 du 1<sup>er</sup> juin 2016) ;
- lire les rapports de jury des sessions précédentes.

### **Préparation – Formation aux épreuves**

Le jury conseille aux candidats de :

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



### **Qualité des documents de présentation et expression orale**

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

La capacité à réfléchir la mise en page du document de présentation est un prérequis fondamental du futur enseignant, qui utilisera le numérique comme support de ses enseignements, et qui devra donc maîtriser l'ergonomie de son document vis-à-vis de son public.

Au-delà de la simple présentation, le jury est extrêmement attentif à la qualité de la syntaxe et de l'orthographe.

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

### **Pour la partie travaux pratiques**

#### **Organisation à suivre lors de l'épreuve**

Les candidats doivent rapidement mettre en œuvre et s'approprier le système. Des documents d'aide sous forme numérique et multimédia leur sont fournis.

Il paraît indispensable que, dès le début de l'épreuve, les candidats notent le niveau (collège, STI2D ou S-SI) sur lequel devra porter la séquence pédagogique à élaborer.

Les candidats ont à réaliser des activités expérimentales et à analyser des résultats afin de conclure sur les problématiques proposées. Ces manipulations, mesures et interprétations, sont à réaliser au niveau des compétences d'un master première année.

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

La dernière heure du travail pratique est consacrée à la réalisation, au besoin, d'essais complémentaires susceptibles d'illustrer l'exploitation pédagogique présentée en leçon. Elle permet également de commencer l'élaboration des documents pédagogiques attendus lors de l'exposé.

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

#### **Aptitude à mener un protocole expérimental**

La mise en œuvre des matériels de mesure et d'acquisition ne suscite pas de difficulté particulière. On attend du candidat qu'il soit capable de proposer et de justifier des choix de protocoles expérimentaux.

#### **Utilisation des modèles numériques**

Globalement, les candidats utilisent correctement les modèles numériques fournis. Le jury note cependant que de nombreux candidats manquent de recul et d'esprit critique dans l'interprétation des résultats de la simulation numérique et dans la critique des hypothèses faites lors de l'élaboration du modèle. Il est attendu des candidats une analyse pertinente des écarts entre les performances calculées avec le modèle, celles du système réel ou celles indiquées dans le cahier des charges.

### **Pour l'exposé devant le jury**

#### **Présentation du travail pratique**

Une présentation succincte du support, des travaux réalisés et des résultats obtenus permet de contextualiser la séance qui sera présentée. Elle doit être réalisée avec toute la rigueur scientifique que le jury peut attendre d'un étudiant de master 1<sup>re</sup> année qui se destine au métier d'enseignant. Le

jury apprécie les présentations synthétiques mettant en évidence les points qui feront l'objet d'un réinvestissement dans la description de la séquence et de la séance. Afin de faciliter l'exposé, il est suggéré d'utiliser les outils les plus à même de produire des supports de présentation de qualité.

### **Description de la séquence**

Les candidats doivent concevoir le canevas d'une séquence et la positionner dans une progression pédagogique par cycle. Les documents ressources pour faire la classe constituent des points d'appui que les candidats ne peuvent ignorer.

Les hypothèses d'organisation de la pédagogie dans l'établissement doivent être précisées (par exemple 7 h d'enseignement transversal dont 3 h en co-animation). Le positionnement de la séquence dans le plan de formation du cycle doit être précisé.

Une séquence se compose de plusieurs séances. Il est demandé de décrire la structure de chaque séance et de préciser les prérequis et les objectifs (compétences à faire acquérir, capacités et connaissances attendues), l'organisation de la classe, les systèmes utilisés, l'organisation du laboratoire, la durée des séances, le nombre d'élèves, les modalités pédagogiques (cours, activités dirigées, activités pratiques, projet), les stratégies pédagogiques (déductif, inductif, différenciation pédagogique, démarche d'investigation, démarche de résolution de problème technique, pédagogie par projet...), les activités des élèves et les productions attendues. Les descriptions de la séquence et des séances se doivent de faire explicitement apparaître la prise en compte de la diversité des publics accueillis dans la classe.

Les phases de structuration des connaissances permettant la construction des connaissances des élèves et les différentes formes d'évaluations des élèves sont des parties intégrantes de la séquence et doivent reprendre les objectifs annoncés. Les différentes modalités d'enseignement (EPI, AP...) et les formes de remédiation doivent être précisées.

### **Utilisation du numérique**

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

### **Réinvestissement des résultats de travaux pratiques**

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

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

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

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

### **Réalisme de l'organisation de la classe**

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

### **Évaluation**

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

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

### **Réactivité au questionnement**

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

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

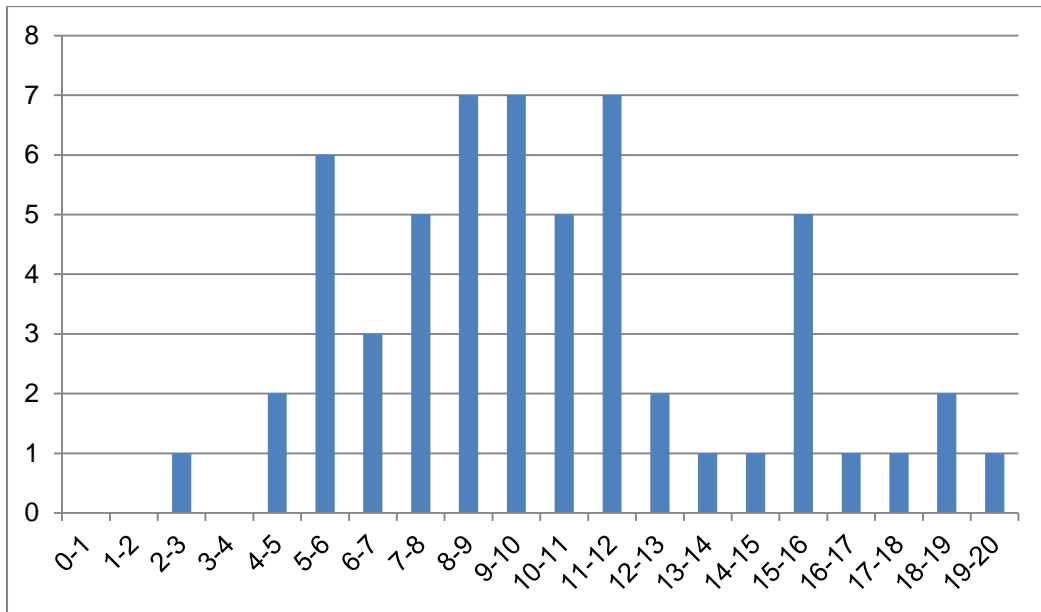
## **4. Conclusions**

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

## **5. Résultats**

Cinquante-quatre candidats du CAPET et trois pour le CAFEP ont été évalués pour cette épreuve, la moyenne des notes obtenues est de 10,1 avec :

- 19,0 comme meilleure note ;
- 2,0 comme note la plus basse.



# Rapport sur la transmission des valeurs et principes de la République

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

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

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

Cet objectif exigeant induit une posture réflexive du candidat lors de la préparation et de la présentation d'une séquence pédagogique. En particulier, les stratégies pédagogiques proposées devront permettre d'atteindre l'objectif de formation visé dans le cadre de « l'école inclusive ». Il est indispensable de donner du sens aux enseignements en ne les déconnectant pas d'un contexte sociétal identifiable. Cela doit contribuer à convaincre les élèves du bien-fondé des valeurs républicaines et à se les approprier.

L'éducation aux valeurs républicaines doit conduire à adopter des démarches pédagogiques spécifiques, variées et adaptées. Il s'agit en particulier de doter chaque futur citoyen d'une culture faisant de lui un acteur éclairé et responsable de l'usage des technologies et des enjeux éthiques associés. À dessein, il est nécessaire de lui faire acquérir des comportements fondateurs de sa réussite personnelle et de le conduire à penser et construire son rapport au monde. Les modalités pédagogiques, déployées en sciences industrielles de l'ingénieur, sont nombreuses et sont autant d'opportunités offertes à l'enseignant pour apprendre aux élèves :

- à travailler en équipe et coopérer à la réussite d'un projet ;
- à assumer une responsabilité individuelle et collective ;
- à travailler en groupe à l'émergence et à la sélection d'idées issues d'un débat et donc favoriser le respect de l'altérité ;
- à développer des compétences relationnelles en lui permettant de savoir communiquer une idée personnelle ou porter la parole d'un groupe ;
- à comprendre les références et besoins divers qui ont conduit à la création d'objets ou de systèmes à partir de l'analyse des « modes », des normes, des lois, etc. ;
- à différencier, par le déploiement de démarches rigoureuses, ce qui relève des sciences et de la connaissance de ce qui relève des opinions et des croyances. L'observation de systèmes réels, l'analyse de leur comportement, de la construction ou de l'utilisation de modèles multiphysiques participent à cet objectif ;
- à observer les faits et situations divers suivant une approche systémique et rationnelle ;
- à adopter un positionnement citoyen assumé au sein de la société en ayant une connaissance approfondie de ses enjeux au sens du développement durable. L'impact environnemental, les

- coûts énergétiques, de transformation et de transport, la durée de vie des produits et leur recyclage, sont des marqueurs associés à privilégier ;
- à réfléchir collectivement à son environnement, aux usages sociaux des objets et aux conséquences induites ;
  - à comprendre les enjeux sociétaux liés au respect de l'égalité républicaine entre hommes et femmes ;
  - ...

Ces différentes approches permettent d'évaluer la posture du candidat par rapport au besoin de transmettre les valeurs et les principes de la République à l'école. La dimension civique de l'enseignement doit être explicite.

Pour prendre en compte cette dimension du métier d'enseignant dans la conception de séquences pédagogiques, les candidats peuvent s'appuyer sur différents textes réglementaires et ressources pédagogiques disponibles :

- le référentiel de compétences des métiers de l'éducation et du professorat (BOEN n°30 du 25 juillet 2013) ;
- les programmes d'enseignement moral et civique ;
- le socle commun de connaissances, de compétences et de culture ;
- l'instruction relative au déploiement de l'éducation au développement durable dans l'ensemble des écoles et établissements scolaires pour la période 2015-2018 (NOR : MENE1501684C, circulaire n°2015-018 du 4-2-2015, MENESR – DGESCO) ;
- le parcours Avenir (NOR : MENE1514295A, arrêté du 1-7-2015 – JORF du 7-7-2015, MENESR - DGESCO A1-4) ;
- la banque de ressources « Pour une pédagogie de la laïcité à l'école » - Abdennour Bidar - la documentation française 2012 ;
- les ressources numériques en ligne du réseau de création et d'accompagnement pédagogiques CANOPÉ – éducation et société ;
- les ressources du portail national des professionnels de l'éducation – Éduscol – établissements et vie scolaire.