



Concours du second degré

Rapport de jury

Concours : Agrégation interne

Section : sciences industrielles de l'ingénieur

Option : sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie des constructions

Session 2017

Rapport de jury présenté par : Jean-Michel SCHMITT
Inspecteur général de l'éducation nationale et président du jury

Sommaire

Avant-propos	3
Résultats statistiques	8
Épreuve d'admissibilité : « Analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique »	
Éléments de correction	9
Rapport du jury	41
Épreuve d'admissibilité : « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation »	
Éléments de correction et rapport du jury	47
Épreuve d'admission : « Activité pratique et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique »	
Exemple de sujet	47
Rapport du jury	63
Épreuve d'admission : « Épreuve de dossier »	69

Les rapports des jurys des concours sont établis sous la responsabilité des présidents de Jury.

Avant-propos

La session 2017 du concours de l'agrégation interne de sciences industrielles de l'ingénieur option sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie des constructions a été organisée dans la continuité des sessions précédentes en confirmant les attentes du jury conformes aux évolutions pédagogiques en cours.

Le concours doit donc valider le niveau de maîtrise des compétences nécessaires pour synthétiser les connaissances mobilisables pour répondre à un problème donné mais, aussi et surtout, pour élaborer des séquences pédagogiques.

Ces compétences, pour l'agrégation de sciences de l'ingénieur option ingénierie des constructions sont d'ordre scientifique, technologique, professionnel et pédagogique. Elles doivent aussi révéler le potentiel d'adaptabilité du candidat à faire évoluer ses pratiques pédagogiques et à montrer sa capacité à suivre, de façon réfléchie, les mutations d'un secteur d'activité en perpétuelle évolution.

Des constructions et ouvrages récents et innovants doivent illustrer en permanence nos enseignements. Les outils modernes utilisés pour conduire les projets industriels doivent être intégrés dans les enseignements.

Les deux épreuves d'admissibilité sont définies ainsi :

- **1^{ère} épreuve : analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique**

Durée totale de l'épreuve : 5 heures

Coefficient 2

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

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

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

- **2^{ème} épreuve : étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation**

Durée totale de l'épreuve : 4 heures

Coefficient 1

L'épreuve est spécifique à l'option choisie.

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable de conduire une analyse critique de solutions technologiques et de mobiliser ses connaissances scientifiques et technologiques pour

élaborer et exploiter les modèles de comportement permettant de quantifier les performances d'un système ou d'un processus lié à la spécialité et définir des solutions technologiques.

Les deux épreuves d'admission sont définies ainsi :

- **1^{ère} épreuve : activité pratique et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique**
 - *Durée totale : 6 heures (activités pratiques : 4 heures, préparation de l'exposé : 1 heure, exposé : 30 minutes maximum, entretien : 30 minutes maximum)*
 - *Coefficient 2*
10 points sont attribués à la première partie liée aux activités pratiques et 10 points à la seconde partie liée à la leçon.
Le candidat détermine, au moment de l'inscription, un domaine d'activité parmi les deux qui lui sont proposés : "constructions" ou "énergétique".

Le support de l'activité pratique proposée permet, à partir d'une analyse systémique globale, l'analyse d'un problème technique particulier relatif à la spécialité de l'agrégation. La proposition pédagogique attendue, directement liée aux activités pratiques réalisées, est relative aux enseignements technologiques de spécialité du cycle terminal "sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D)" du lycée et des programmes de BTS et DUT relatifs aux champs couverts par l'option choisie.

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

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

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

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

- **2^{ème} épreuve : épreuve sur dossier technique et pédagogique**
Durée de la préparation : 1 heure
Durée totale de l'épreuve : 1 heure (présentation n'excédant pas 30 minutes, entretien avec le jury : 30 minutes au maximum)
Coefficient 1

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

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable de rechercher les supports de son enseignement dans le milieu économique et d'en extraire des exploitations pertinentes pour son

enseignement en collège ou en lycée. L'authenticité et l'actualité du support sont des éléments importants.

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

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

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

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

La première épreuve comporte deux évaluations distinctes et complémentaires. Si les compétences scientifiques et technologiques sont évaluées dans la première partie, c'est bien une évaluation des compétences pédagogiques qui prédomine dans la deuxième partie. La difficulté des candidats à appréhender cette dernière montre l'importance d'une préparation réelle à ce type d'épreuve. L'ingénierie pédagogique est désormais au cœur de la réflexion et de l'action des enseignants. Elle induit une formalisation incontournable pour communiquer l'intention pédagogique de l'enseignant.

La deuxième épreuve, très exigeante, se prépare bien avant la date des épreuves d'admission. De la pertinence du choix du support technique, dépend la qualité du dossier. Ainsi, cette épreuve impose aux professeurs de s'engager, dès leur début de carrière, dans un processus de rapprochement avec le monde de l'entreprise. Elle doit amener le candidat à conduire personnellement une analyse technique et économique d'un problème authentique puis de concevoir une séquence d'enseignement en adaptant les documents techniques initiaux au niveau des élèves.

Il semble indispensable de rappeler que l'objectif du concours de l'agrégation est d'identifier les **candidats capables d'enseigner** les Sciences Industrielles, principalement dans le domaine de l'Ingénierie des Constructions, pour des sections pré-baccalauréat et post baccalauréat en relation avec l'option.

Les épreuves du concours contrôlent la capacité des candidats à former des élèves et de futurs professionnels du domaine concerné. A ce titre, le candidat à l'enseignement doit également **être crédible lorsqu'il interagit dans un milieu professionnel de l'Ingénierie des Constructions**, pour lui permettre de travailler en lien avec des techniciens, des ingénieurs et des chercheurs.

Le vocabulaire technique courant de l'acte de construire doit être maîtrisé. Les principales démarches de conception mais aussi de réalisation des ouvrages, et d'organisation de chantier, **doivent être connues**. Les principaux outils doivent être identifiés ainsi que leurs potentialités professionnelles et pédagogiques.

La maîtrise d'un logiciel ou appareil donné n'est pas demandée, mais il est **fortement recommandé** de s'entraîner à manipuler des outils variés du professionnel de l'Ingénierie des Constructions, et des outils du professeur (modeleurs, simulateurs, appareils de mesures...).

Il est également **absolument essentiel** que les candidats prennent connaissances des programmes de formation dans lesquels ils peuvent être amenés à exercer. Ces programmes sont détaillés dans les référentiels des diplômes et formations suivants :

- Baccalauréats STI2D et SSI
- Sciences Industrielles de l'Ingénieur en classes préparatoires aux écoles d'ingénieurs
- DUT :
 - o Génie Civil Construction Durable ;
 - o Génie Thermique et Énergie.
- BTS :
 - o Travaux Publics ;
 - o Bâtiment ;
 - o Systèmes Constructifs Bois et Habitat ;
 - o Constructions métalliques ;
 - o Enveloppe du bâtiment : conception et réalisation ;
 - o Fluides Énergies Domotique ;
 - o Métiers du Géomètre Topographe et de la Modélisation Numérique ;
 - o Étude et Réalisation des Agencements ;
 - o Aménagement et Finitions ;
 - o Étude et économie de la Construction.
- Autres formations de l'ingénierie des constructions:
 - o Licences professionnelles, Masters...

Les principales compétences pédagogiques attendues sont :

- Compétences disciplinaires et didactiques
 - o Identifier des sources d'informations fiables et pertinentes
 - o Maintenir une veille sur les nouvelles ressources disciplinaires et pédagogiques
 - o Savoir préparer des séquences pédagogiques précisant les compétences et les objectifs attendus, et mettant en place une stratégie pédagogique pertinente
 - o Analyser les besoins, progrès et acquis des élèves
 - o Communiquer aux élèves et aux parents les objectifs, critères et résultats des évaluations
 - o Intégrer les évolutions du numérique dans ses pratiques pédagogiques
 - o Contextualiser les apprentissages pour leur donner un sens et faciliter leur appropriation par les élèves
 - o Adapter son enseignement et son action éducative à la diversité des élèves
 - o Savoir composer des groupes d'élèves pour organiser la classe
 - o Organiser et gérer des groupes d'élèves dans des activités de projet
 - o Déceler les signes du décrochage scolaire
- Compétences éthiques et déontologiques
 - o Être conscient de la relativité de ses savoirs
 - o Aider les élèves à développer leur esprit critique et à distinguer les savoirs, les opinions et les croyances
 - o Aider les élèves à savoir argumenter et respecter le point de vue des autres
 - o Se mobiliser et mobiliser les élèves contre les stéréotypes et les discriminations
 - o Participer à l'éducation aux usages responsables du numérique

- Compétences relationnelles
 - Adopter une démarche d'écoute active
 - Participer à la conception et à la mise en œuvre de projets collectifs disciplinaires et éducatifs
 - Gérer les conflits
 - Travailler en équipe
 - Installer avec les élèves une relation de confiance et de bienveillance
 - Savoir conduire un entretien, animer une réunion
- Compétences pédagogiques et éducatives
 - Maintenir une veille sur les recherches des différentes formes et pratiques pédagogiques et éducatives
 - Connaitre les processus d'apprentissage
 - Proposer des processus d'apprentissage innovants
 - Contribuer à la mise en place de projets interdisciplinaires
- Compétences de communication
 - Intégrer dans son activité l'objectif de maîtrise de la langue orale et écrite
 - Utiliser les technologies du numérique pour échanger et se former
 - Maîtriser au moins une langue vivante au niveau B2
 - Mettre en place du travail collaboratif
- Compétences d'analyse et d'adaptation de son action
 - Exercer son analyse critique, seul ou entre pairs, de ses propres pratiques professionnelles
 - Identifier ses besoins de formation
 - Être capable de rechercher les supports de son enseignement dans le milieu économique et d'en extraire des exploitations pédagogiques pertinentes

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

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

Les conseils prodigués dans ce rapport restent pertinents pour la préparation des candidats aux épreuves de la session 2018. J'invite les candidats à consulter les textes de référence relatifs à l'organisation des épreuves de l'agrégation (arrêté du 28 décembre 2009 modifié et arrêté modificatif du 19 avril 2016).

Afin de bien préparer les épreuves d'admission, je conseille fortement aux futurs candidats de lire attentivement les commentaires liés aux épreuves d'admission contenus dans ce rapport.

J'invite les futurs candidats et leurs formateurs à apporter une attention particulière à la préparation des épreuves demandant une approche pédagogique.

Pour conclure, je souhaite que ce rapport de jury soit une aide efficace pour les futurs candidats à l'agrégation interne SII option ingénierie des constructions, ainsi qu'à leurs formateurs.

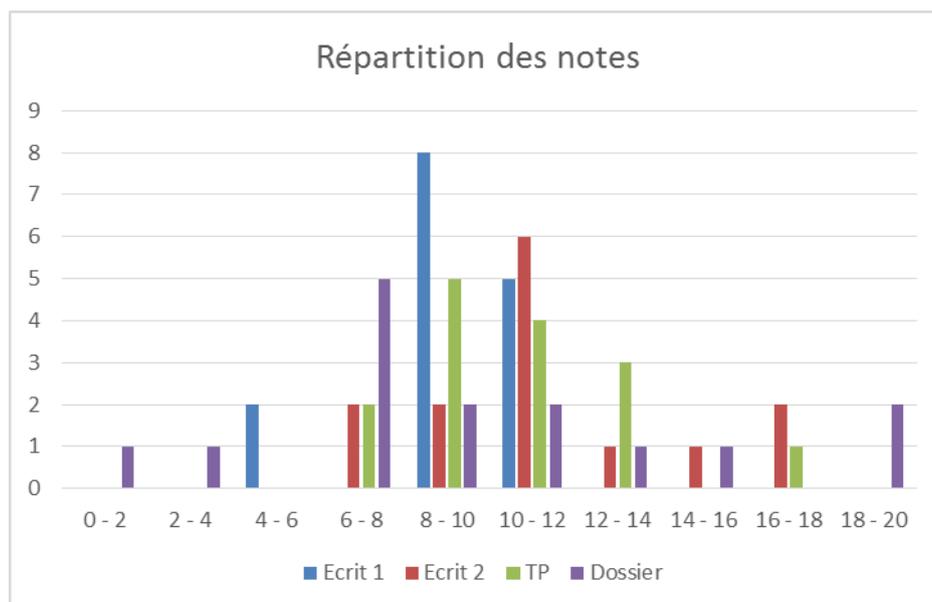
Jean-Michel SCHMITT
Président du jury

RÉSULTATS STATISTIQUES DE LA SESSION 2017

	Inscrits	Nombre de postes	Présents aux deux épreuves d'admissibilité	Admissibles	Admis
Public	180	6	104	13	6
Privé	24	1		3	1

Moyenne obtenue aux épreuves écrites par le premier candidat admissible	11,5
Moyenne obtenue aux épreuves écrites par le dernier candidat admissible	9,6
Moyenne obtenue aux épreuves écrites et orales par le premier candidat admis	12,67
Moyenne obtenue aux épreuves écrites et orales par le dernier candidat admis	10,10

Répartition des notes obtenues aux épreuves d'admission par les candidats admissibles :



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

Coefficient 2 – Durée 5 heures

Le sujet est disponible en téléchargement sur le site du ministère

Questions	Critères d'évaluation
<p>Partie 1. <u>Vérification des bogies</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Exigence : Roulement d'une rame en courbe (DT1)</u> <p>Question 1.1. A l'aide de la figure 2, déterminer l'expression du jeu j_{10} en fonction de L, c et b.</p> $\frac{L}{2} = \frac{c}{2} + j_{10} + b \quad \text{d'où} \quad \boxed{j_{10} = \frac{L}{2} - \frac{c}{2} - b}$ <p>Question 1.2. En considérant le contact entre le boudin de la roue 1 et le rail extérieur présenté sur la figure 3, déterminer l'expression du diamètre D_{1max} en fonction du diamètre nominal D, du jeu j_{10} et de la pente S_w du cône de la roue 1 puis l'expression du diamètre D_{2min} en fonction du diamètre nominal D, des largeurs L et L_u, ainsi que de la pente S_w.</p> <p>Du côté de la roue 1, on peut écrire :</p> $\tan \alpha = S_w = \frac{D_{1max} - D}{2j_{10}} \quad \text{d'où} \quad \boxed{D_{1max} = 2j_{10} \cdot S_w + D}$ <p>Et pour la roue 2 :</p> $\tan \alpha = S_w = \frac{D - D_{2min}}{2(L_u - \frac{L}{2})} \quad \text{d'où} \quad \boxed{D_{2min} = D - 2S_w(L_u - \frac{L}{2})}$ <p>Question 1.3. Exprimer le rayon R, de l'axe de voie, en fonction de l'écartement des voies e_c, des diamètres D_{1max} et D_{2min} ainsi que de la largeur des rails c.</p> <p>Pour cela le candidat considèrera le roulement sans glissement qui permet d'écrire une relation entre D_{1max}, D_{2min}, R_{ext} et R_{int}. La condition de roulement sans glissement des roues impose les relations suivantes :</p> <p>Pour un tour d'essieu, l'angle parcouru sur la courbe est θ : $\begin{cases} \pi \cdot D_{2min} = R_{int} \cdot \theta \\ \pi \cdot D_{1max} = R_{ext} \cdot \theta \end{cases}$</p> <p>Par conséquent $\frac{D_{2min}}{D_{1max}} = \frac{R_{int}}{R_{ext}}$</p> <p>Expression des rayons extérieur et intérieur : $\begin{cases} R_{int} = \frac{e_c}{2} + \frac{c}{2} + R \\ R_{ext} = -\frac{e_c}{2} - \frac{c}{2} + R \end{cases}$</p> <p>En remplaçant dans l'expression du rapport des diamètres, on obtient :</p> $\boxed{R = \frac{(e_c + c) (D_{1max} + D_{2min})}{2 (D_{1max} - D_{2min})}}$	<p>La méthode utilisée est pertinente Mise en équation</p> <p>La méthode utilisée est pertinente Mise en équation</p> <p>La méthode utilisée est pertinente Mise en équation</p>

Question 1.4. Calculer numériquement le rayon minimal que devront avoir les courbes de la ligne de métro. Pour un parcours sinueux avec des rayons de courbes petits, comment faut-il choisir le diamètre D des roues et la pente S_w ?

$$f_{10} = \frac{119}{2} - \frac{0,05}{2} - 22 = 13 \text{ mm} \quad D_{\text{max}} = 2 \times 13 \times 0,05 + 840 = 841,3 \text{ mm}$$

$$D_{\text{min}} = 840 - 2 \times 0,05 \times \left(119 - \frac{135}{2}\right) = 834,85 \text{ mm}$$

$$\text{Enfin} \quad R = \frac{(8422+832)}{2} \times \frac{(841,3+834,85)}{(841,3-834,85)} \approx 197,5 \times 10^3 \text{ mm}$$

Le rayon minimal pour respecter le roulement en cône est de 197,5 m

En exprimant le rayon R en fonction de D et S_w , on obtient :

$$R = (a_p + a) \left(\frac{f_{10} - L_k + \frac{L}{2}}{f_{10} + L_k - \frac{L}{2}} + \frac{D}{(f_{10} + L_k - \frac{L}{2}) S_w} \right)$$

Pour un parcours sinueux, il vaut mieux choisir des petites roues avec un angle α grand.

Question 1.5. Conclure par rapport à l'exigence du cahier des charges.

Le cahier des charges impose de pouvoir circuler sur des voies dont le rayon de courbure est supérieur à 200 mètres. La condition est donc validée.

- **Exigence – Renversement du train (DT1)**

Question 1.6. En appliquant le principe fondamental de la dynamique en A , trouver une équation scalaire permettant d'exprimer N_2 .

On appelle p le nombre d'essieu par voiture.

Bilan des actions mécaniques :

- Pesanteur en G' : $m\vec{g} = -mg\vec{Y}$
- Action en A : $T_1\vec{x} + N_1\vec{y}$
- Action en B : $T_2\vec{x} + N_2\vec{y}$
- Force centrifuge en G' : $-\frac{mv^2}{R}\vec{X}$

Théorème du moment dynamique en A appliqué à une voiture en projection sur l'axe z :

$$\overrightarrow{AG'} \wedge (-mg\vec{Y}) + p \times \overrightarrow{AB} \wedge (T_2\vec{x} + N_2\vec{y}) + \overrightarrow{AG'} \wedge \left(-\frac{mv^2}{R}\vec{X}\right) = \vec{0}$$

D'où

$$\text{Agrégé} \quad N_2 = \frac{1}{p} \left(\frac{L}{a} mg - \frac{H}{a} \frac{mv^2}{R} \right)$$

Les paramètres influents sont identifiés (variables de potentiels, de flux)

Les résultats ou la représentation sont corrects

Le besoin et les fonctions sont identifiés et justifiés (SysMI)

La justification des résultats au regard des exigences du cahier des charges est explicité (dont développement durable)

La méthode utilisée est pertinente
Mise en équation

On prendra pour la suite : $L = \left(\frac{e}{2} - s\right) \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)} + H \cdot \tan(\alpha)$

Question 1.7. Exprimer la condition de non renversement et montrer que le facteur de sécurité au renversement peut se mettre sous la forme suivante (α restant petit) :

$$n = \frac{\left(\frac{e}{2} - s\right)}{\left(\frac{V^2}{gR} - \frac{h}{e}\right) H}$$

La condition de non-renversement se traduit par : $N_2 > 0$

En remplaçant L par l'expression donnée dans le sujet, on obtient :

$$\left(\left(\frac{e}{2} - s\right) \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)} + H \cdot \tan(\alpha)\right) \frac{mg}{e} - \frac{H m V^2}{e R} > 0 \Leftrightarrow \frac{\left(\frac{e}{2} - s\right) \frac{g}{\cos \alpha}}{\left(\frac{V^2}{R} - \frac{g h}{e \cos \alpha}\right) H} > 1$$

On pose n le facteur de sécurité au renversement :

$$n = \frac{\left(\frac{e}{2} - s\right) \frac{g}{\cos \alpha}}{\left(\frac{V^2}{R} - \frac{g h}{e \cos \alpha}\right) H}, \quad \alpha \text{ étant petit, } n = \frac{\left(\frac{e}{2} - s\right)}{\left(\frac{V^2}{gR} - \frac{h}{e}\right) H}$$

Question 1.8. On limite l'accélération transversale à $1,12 \text{ m/s}^2$ pour le confort des passagers. Déterminer numériquement le facteur de sécurité n et conclure vis-à-vis du cahier des charges. $h = 100 \text{ mm}$; $s = 10 \text{ cm}$; $H = 1,5 \text{ m}$; $e = 1,520 \text{ m}$; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

L'accélération transversale est égal à $\frac{V^2}{R}$.

$$n = \frac{\left(\frac{1,52}{2} - 0,1\right)}{\left(\frac{1,12}{9,81} - \frac{0,1}{1,52}\right) \times 1,5} \approx 9,1$$

Le cahier des charges indique que le coefficient de renversement doit être supérieur à 5. La condition est donc validée.

Partie 2. Confort des usagers

- **Exigence : Stabilité (DT1)**

Question : 2.1. Exprimer les raideurs k_1 et k_2 du modèle en fonction des raideurs k et K du modèle de suspension primaire et secondaire.

D'après l'énoncé, $k_1 = 4k$ et $k_2 = K$.

Les paramètres influents sont identifiés (variables de potentiels, de flux)

La méthode utilisée est pertinente

Les paramètres influents sont identifiés (variables de potentiels, de flux)

Les résultats ou la représentation sont corrects

La méthode utilisée est pertinente

Question : 2.2. Ecrire les deux équations différentielles qui régissent les mouvements des masses m et $M/2$.

En appliquant le théorème de la résultante dynamique à la masse $M/2$ et également à la masse m , en projection sur l'axe \vec{x} , on

obtient :
$$\begin{cases} \frac{M}{2} \ddot{y}_2 = -k_2 (y_2 - y_1) \\ m \ddot{y}_1 = -k_1 y_1 - k_2 (y_1 - y_2) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{M}{2} \ddot{y}_2 + k_2 y_2 = k_2 y_1 \\ m \ddot{y}_1 + (k_1 + k_2) y_1 = k_2 y_2 \end{cases}$$

Question : 2.3. Quel est l'intérêt d'analyser les fréquences propres ?

Déterminer les fréquences propres d'un système mécanique permet de d'identifier les fréquences qui seront néfastes au système lorsque celui-ci sera excité. Si la ruine du système n'intervient pas, c'est le confort d'utilisation qui peut être pénalisé.

Question : 2.4. Lorsque l'on excite le système avec une force sinusoïdale sur la masse $M/2$, on obtient la réponse en module du déplacement de y_1 de la figure 6. Justifier l'allure de la courbe et conclure quant au cahier des charges.

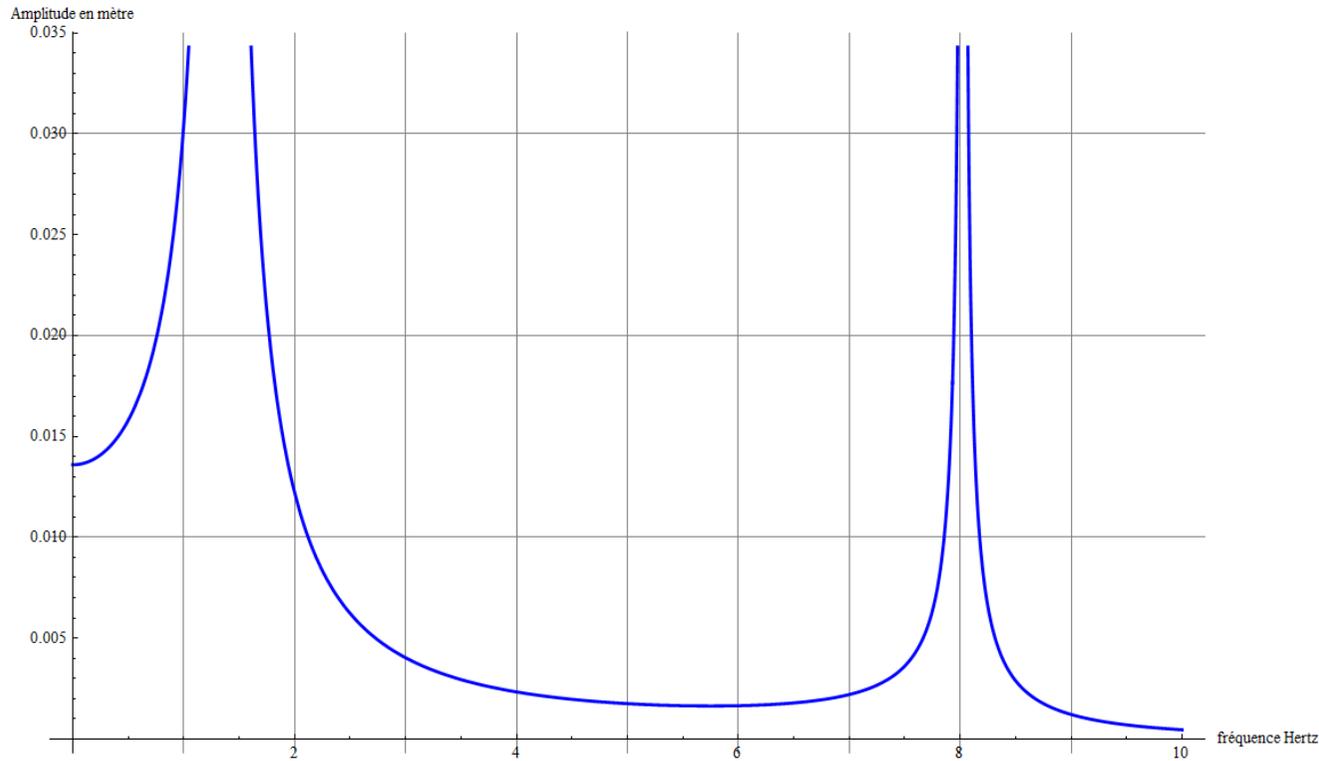


Figure 6 : Analyse fréquentielle de la suspension

La méthode utilisée est pertinente

Mise en équation

La démarche d'analyse du problème est pertinente

Le besoin et les fonctions sont identifiés et justifiés (SysMI)

Les résultats ou la représentation sont corrects

Les deux pics à l'infini de la courbe correspondent aux fréquences propres du système. La première se situe à 1,35 Hz et la deuxième à 8 Hz. Le modèle de calcul ne comportant pas d'amortissement, l'amplitude à la résonance tend vers l'infini. Lorsque la fréquence de l'excitation dépasse 10Hz, l'amplitude tend vers zéro.

Question : 2.5. Sur le document DR1 compléter le schéma du modèle de simulation de la suspension étudiée en précisant les valeurs des paramètres des blocs rajoutés. Identifier les éléments de la suspension et indiquer les données d'entrée et de sortie du modèle de simulation.

Le schéma du modèle de simulation de la suspension est défini à la figure ci-dessous.

En lisant de haut en bas, on y retrouve la masse $M/2$ d'une demi-caisse puis le ressort de la suspension secondaire K . Vient ensuite la masse m du bogie et les 4 ressorts de la suspension primaire. En entrée, on a une excitation sinusoïdale sur la masse $M/2$. En sortie, on récupère les déplacements des deux masses.

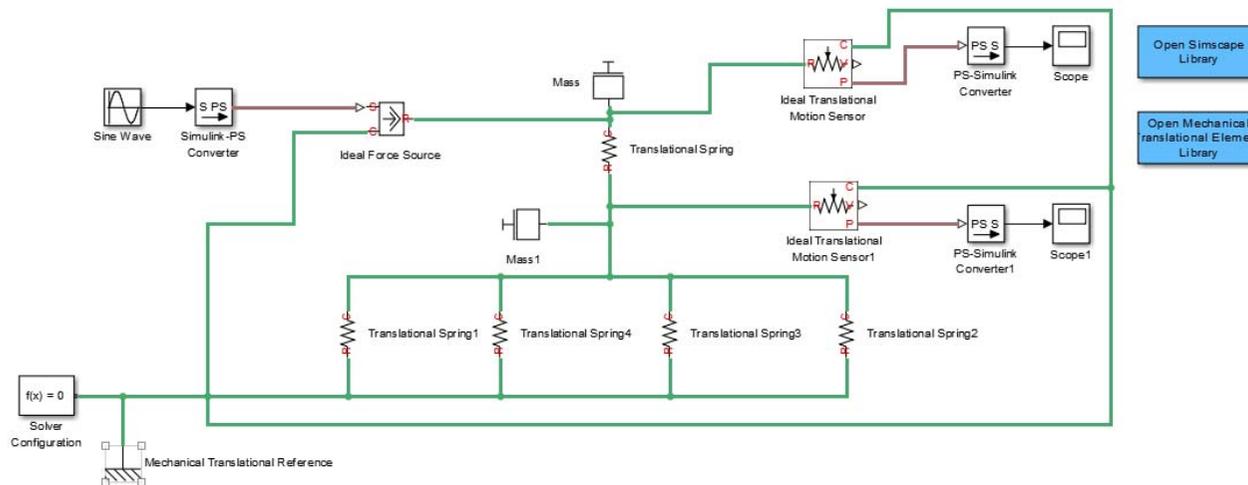


Schéma du modèle de simulation de la suspension étudiée

Question : 2.6. La figure 7 présente la réponse fréquentielle de la suspension du modèle Simscape avec amortissement. Commenter les modifications apportées sur la réponse fréquentielle.

Les paramètres influents sont identifiés (variables de potentiels, de flux)

La schématisation du modèle est correcte

Les solutions techniques envisagées sont correctement analysées au regard des résultats d'expérimentations et/ou

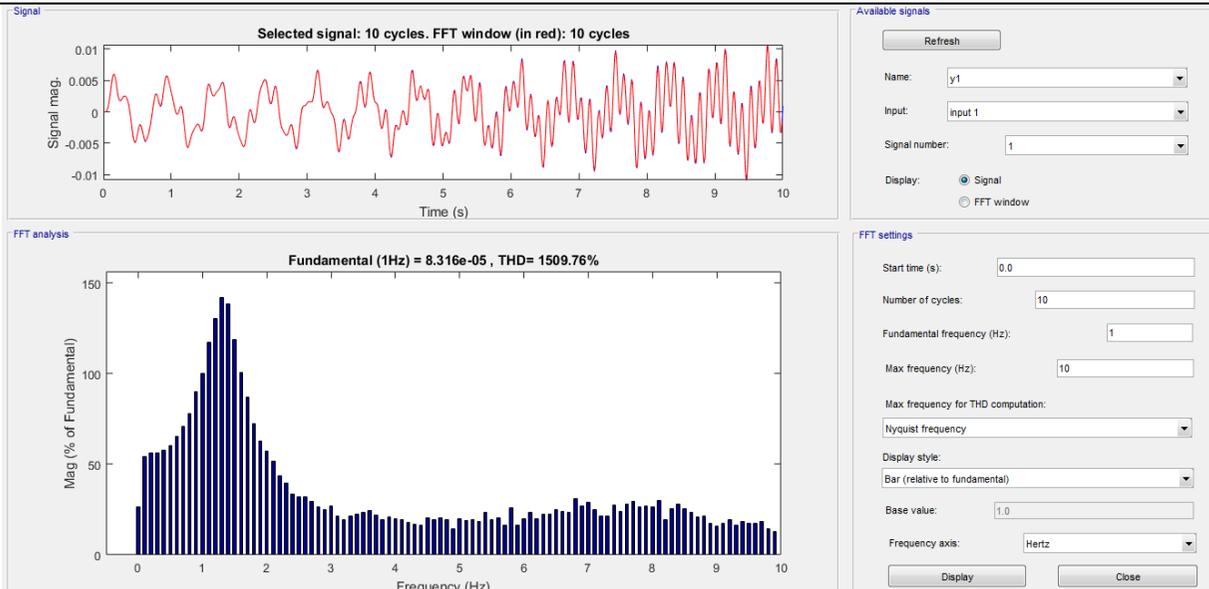


Figure 7 : Analyse fréquentielle Simscape

L'amortissement apporté à la suspension a permis d'atténuer les amplitudes aux fréquences de résonance. L'atténuation est plus marquée sur la deuxième fréquence où le pic de résonance a quasiment disparu.

PARTIE 3

Question 3.1. Calculer la décélération (supposée constante) liée au freinage. En déduire la distance et le temps de freinage de la rame de métro.

Le nombre de roues de la rame de métro est $n=48$. Par ailleurs, la masse freinée par une roue est $M = 7250$ kg.

Au point de fonctionnement F, on peut écrire :

$$R_x = \mu \cdot R_y = \mu \cdot M \cdot g \Rightarrow 48 \cdot R_x = 9997,15 \text{ N}$$

$$n \cdot M \cdot \frac{dV_T}{dt} = - \sum_{i=1}^n R_{x_i}$$

$$A_T = \frac{dV_T}{dt} = - \frac{R_x}{M} \Rightarrow 48 \cdot A_T = -1,3734 \text{ m/s}^2$$

de tests et/ou de simulations

L'origine des écarts entre les résultats obtenus et les exigences du cahier des charges est correctement identifiée

Mise en équation

Les résultats ou la représentation sont corrects

On peut donc en déduire le temps de freinage (tf) :

$$V_T(t) = A_T \cdot t + V_{T0} \text{ avec } V_{T0} = 8,33 \text{ m/s (30 km/h)}$$

$$\text{à } t = t_f, V_T(t_f) = 0 \Rightarrow t_f = -\frac{V_{T0}}{A_T} \Rightarrow \text{AN : } t_f = 0,8$$

Puis la distance de freinage (D_T) :

$$D_T(t) = A_T \cdot \frac{t^2}{2} + V_{T0} \cdot t + D_T(0) \text{ avec } D_T(0) = 0$$

$$\text{à } t = t_f, D_T(t_f) = A_T \cdot \frac{t_f^2}{2} + V_{T0} \cdot t_f \Rightarrow \text{AN : } D_T(t_f) = 23,27 \text{ m/s}$$

Question 3.2. En linéarisant le comportement du facteur de freinage (μ) au voisinage du point de fonctionnement F (figure 12), déterminer la valeur de $f'(s_0)$

Au voisinage du point de fonctionnement F , on peut considérer que le facteur de freinage évolue linéairement (entre B et C) donc :

$$f'(s_0) = \frac{\Delta \mu}{\Delta s} \Rightarrow \text{AN : } f'(s_0) = \frac{0,128 - 0,128}{0,128 - 0,078} = 0,6$$

Question 3.3. Montrer que la fonction de transfert entre le glissement (s) et la force de freinage (fr) peut s'écrire $H_2(p) = \frac{Fr(p)}{S(p)} = \frac{K_2}{1 + \tau_2 p}$.

Vous donnerez l'expression littérale et la valeur numérique du gain statique K_2 et de la constante de temps τ_2

A partir de l'équation différentielle (2), on peut écrire :

$$J \cdot V_{T0} \cdot p \cdot S(p) + r^2 \cdot M \cdot g \cdot f'(s_0) \cdot S(p) = r^2 \cdot Fr(p)$$

$$S(p) \cdot (r^2 \cdot M \cdot g \cdot f'(s_0) + J \cdot V_{T0} \cdot p) = r^2 \cdot Fr(p)$$

$$\rightarrow S(p) = \frac{r^2 \cdot M \cdot g \cdot f'(s_0)}{1 + \frac{J \cdot V_{T0}}{r^2 \cdot M \cdot g \cdot f'(s_0)} \cdot p}, Fr(p) = \frac{K_2}{1 + \tau_2 \cdot p} \cdot Fr(p)$$

$$\text{avec } K_2 = \frac{1}{M \cdot g \cdot f'(s_0)} \Rightarrow \text{AN : } K_2 = 23,44 \cdot 10^{-6} \text{ N}^{-1}$$

$$\text{avec } \tau_2 = \frac{J \cdot V_{T0}}{r^2 \cdot M \cdot g \cdot f'(s_0)} \Rightarrow \text{AN : } \tau_2 = 0,7 \text{ s}$$

Question 3.4. En régime établi, calculer la valeur de la force de freinage (Fr_0) qui permettra d'obtenir le glissement souhaité au point de fonctionnement F (figure 12)

On suppose que l'entrée du système est un échelon d'amplitude Fr_0 dont on détermine la valeur avec le théorème de la valeur finale :

$$\Rightarrow S(p) = \frac{K_2}{1 + \tau_2 \cdot p} \cdot \frac{Fr_0}{p}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot S(p) = K_2 \cdot Fr_0 = s_0 \Rightarrow \text{AN : } Fr_0 = 4266,2 \text{ N}$$

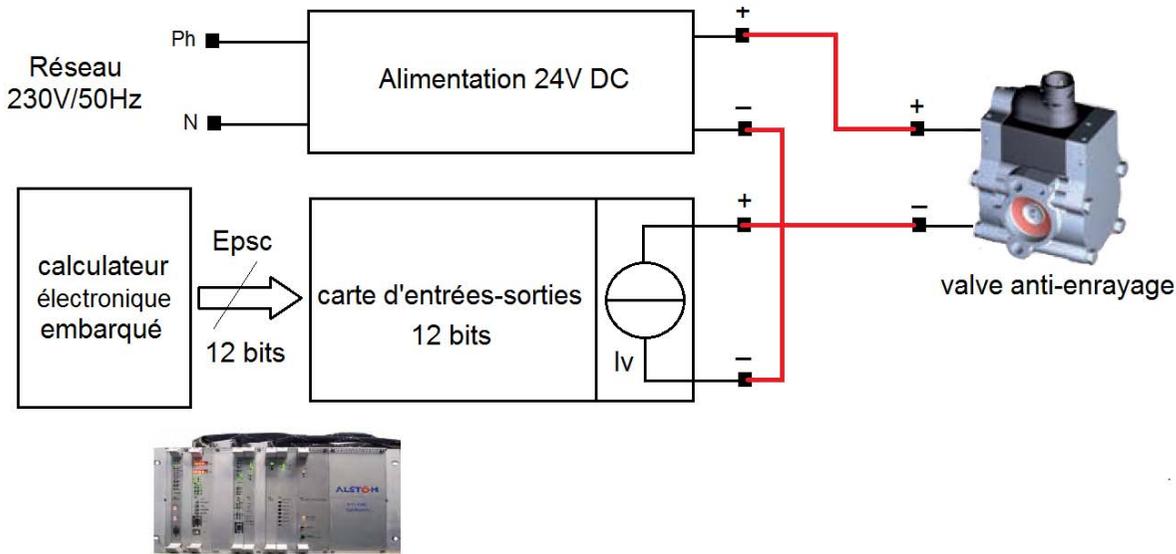
Mise en équation

Les résultats ou la représentation sont corrects

La méthode utilisée est pertinente (IM)

Les résultats ou la représentation sont corrects

Question 3.5. Représenter le câblage de la valve anti-enrayage (document DR2)



Les résultats ou la représentation sont corrects

Question 3.6. Déterminer la relation permettant de calculer le courant dans la boucle (I_V) à partir du nombre binaire 12 bits non signé (E_{psc}) issu du régulateur PID mixte (figure 13). En déduire la valeur du gain K_i ($K_i = dI_V/dE_{psc}$) correspondant à l'interface de sortie analogique (figure 13)

Mise en équation

Le nombre E_{psc} est codé sur 12 bits (n), il peut donc varier entre 0 et 4095 :

$$\Rightarrow I_V(\text{mA}) = 4 + \frac{16}{2^n} \cdot E_{psc}$$

$$\Rightarrow K_i = \frac{dI_V}{dE_{psc}} = \frac{16}{2^n} \Rightarrow 4N \cdot K_i = \frac{16}{2^{12}} = 0,0039 \text{ mA/tsc}$$

Les résultats ou la représentation sont corrects

Question 3.7. La mesure de la vitesse angulaire de la roue (ω_r) s'effectue en comptant (entrée compteur 24 bits de la carte d'entrées-sorties) le nombre de périodes (n) du signal issu du montage (V_{OUT}) associé au capteur de vitesse KMI15/16 dans une fenêtre temporelle de largeur Δt . Déterminer (en l'absence de glissement (s)) la relation permettant de calculer la vitesse circonférentielle (V) de la roue en fonction de r , n , N et Δt

Mise en équation

D'une manière générale, on peut écrire : $V_T(t) = r \cdot \omega_r(t) = r \frac{d\theta_r}{dt}$

Si le compteur 24 bits compte n périodes dans un temps Δt , la vitesse V_T est donnée par :

$$V_T = r \cdot \frac{N \cdot 2 \cdot \pi}{\Delta t}$$

Question 3.8. Déterminer (en l'absence de glissement (s)) le nombre de périodes (n) du signal issu du montage (V_{OUT}) associé au capteur de vitesse KMI15/16 lorsque la rame de métro se déplace à 30 km/h (la largeur de la fenêtre temporelle Δt est supposée égale à 500 ms)

Si la rame de métro se déplace à une vitesse (V_T) de 30 km/h (8,33 m/s), le nombre d'impulsions comptées est :

$$n = \frac{V_T \cdot N \cdot \Delta t}{2 \cdot \pi \cdot r} \Rightarrow AN : n = 126$$

Question 3.9. On se propose de régler les paramètres (Ti, Td) du régulateur PID mixte de manière à compenser les pôles de la fonction de transfert H₁(p). Déterminer la valeur des constantes de temps intégrale (Ti) et dérivée (Td) à implanter dans le régulateur PID mixte

La compensation des pôles de la fonction de transfert H₁(p) conduit à donner aux constantes de temps intégrale (Ti) et dérivée (Td) les valeurs suivantes :

$$Ti = T_1 + T_2 \Rightarrow AN : Ti = 0,25 \text{ s}$$

$$Td = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_1} \Rightarrow AN : Td = 0,04 \text{ s}$$

Question 3.10. Calculer l'erreur (Eps) statique (justifier le résultat obtenu). Quelle action du régulateur (Proportionnelle, Intégrale ou Dérivée) permet de satisfaire l'exigence relative aux variations d'adhérence (justifier votre réponse) ?

Le calcul de l'erreur (Eps) en réponse à une variation d'adhérence (considérée comme une force perturbatrice externe Fa) s'effectue à partir du schéma fonctionnel en boucle fermée (voir la figure 15) :

$$Eps(p) = \frac{-K_n H_2(p)}{1 + C(p) \cdot H_1(p) \cdot H_2(p) \cdot K_i \cdot K_S} \cdot Fa(p) \text{ avec } Fa(p) = \frac{100}{p}$$

On obtient l'erreur statique en appliquant le théorème de la valeur finale :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} Eps(t) = \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot Eps(p) = 0$$

C'est l'action intégrale qui permet d'obtenir ce résultat. La commande appliquée au système augmente (effet de l'intégration) tant que l'erreur statique n'est pas nulle.

Question 3.11. Trois stations cherchent à émettre des données sur le bus CAN (document réponse 3), compléter le chronogramme représentant l'activité résultante sur le bus. Préciser quelle station réussira (arbitrage) à transmettre ses informations sur le bus CAN. Justifier votre réponse

Trois stations essaient d'envoyer un message sur le bus CAN. L'arbitrage (bit à bit) s'effectue pendant la phase d'envoi de l'identificateur. Lorsqu'un bit dominant est envoyé, les stations qui émettent un bit récessif perdent l'arbitrage et doivent rester inactive (dans l'état récessif). Dans notre cas, c'est la station 2 qui remporte l'arbitrage et émettra sur le bus CAN.

Les résultats ou la représentation sont corrects

Les résultats ou la représentation sont corrects

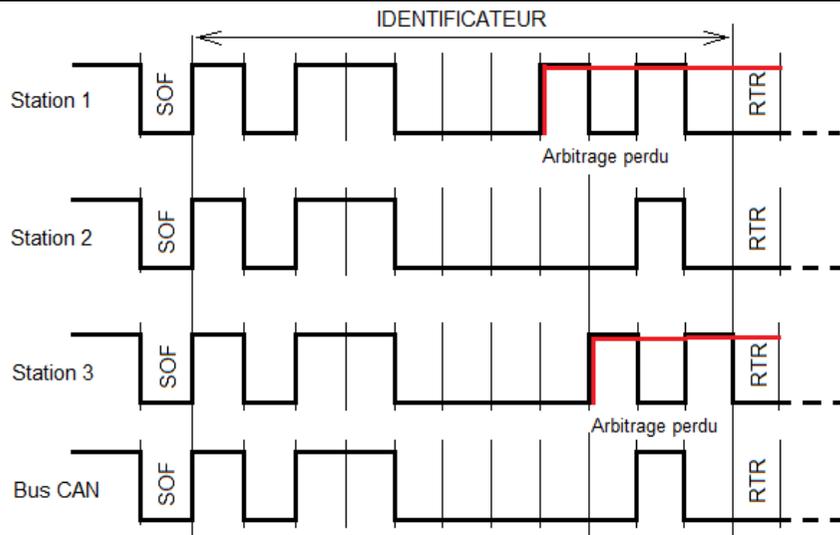
Le besoin et les fonctions sont identifiés et justifiés (SysMI)

Les solutions techniques envisagées sont correctement analysées au regard des résultats d'expérimentations et/ou de tests et/ou de simulations

Les résultats ou la représentation sont corrects

La méthode utilisée est pertinente

Les résultats ou la représentation sont corrects



Niveau 1 : recessif
Niveau 0 : dominant

Question 3.12. Déterminer les longueurs minimum et maximum (en bits) d'une trame de données (document DT4) circulant sur le bus CAN (sans bitstuffing)

Les longueurs minimale (Lmin) et maximale (Lmax) d'une trame sont :

$$L_{\min} = 1(\text{SOF}) + 11(\text{ID}) + 3(\text{RTR, IDE, R0}) + 4(\text{DLC}) + 0(\text{DATA}) + 16(\text{CRC}) + 2 + 7 = 44 \text{ bits}$$

$$L_{\max} = 1(\text{SOF}) + 11(\text{ID}) + 3(\text{RTR, IDE, R0}) + 4(\text{DLC}) + 64(\text{DATA}) + 16(\text{CRC}) + 2 + 7 = 108 \text{ bits}$$

Les résultats ou la représentation sont corrects

Question 3.13. Calculer le rendement du protocole CAN standard 2.0 A lorsque l'on émet une trame de données complète (document DT4)

Le rendement est :

$$\eta = \frac{\text{Données utiles}}{L_{\max}} \Rightarrow \text{AN} : \eta = \frac{64}{108} = 59,26\%$$

La méthode utilisée est pertinente

Les résultats ou la représentation sont corrects

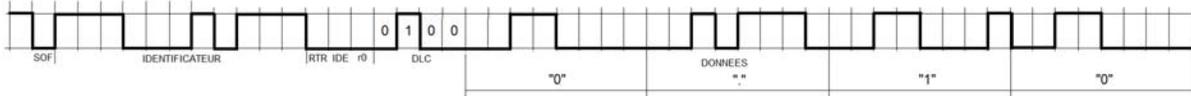
Question 3.14. Sur le document réponse 3, compléter la trame (sans le champ CRC) envoyée au système de freinage anti-enrayage (WSP - Wheel Slide Protection) lorsque le système de gestion de la rame de métro émet la consigne de glissement « 0.10 » codée en ASCII (documents DT4 et DT5)

La chaîne de caractères comporte 4 octets, le champ DLC est donc codé 0100.

En hexadécimal, le code ascii de « 0 » est 30 (00110000 en binaire).

En hexadécimal, le code ascii de « 1 » est 31 (00110001 en binaire).

En hexadécimal, le code ascii de « . » est 2E (00101110 en binaire).



La méthode utilisée est pertinente

Les résultats ou la représentation sont corrects

PARTIE 4

Question 4.1. Déterminer la vitesse moyenne d'écoulement de l'air v en $m \cdot s^{-1}$ dans l'échangeur pour l'air neuf et l'air extrait

Calcul du débit-volume d'air neuf nécessaire : $\dot{V}_{AN} = \frac{n \times \dot{V}_U}{3600}$, avec \dot{V}_U , le débit-volume en $m^3 \cdot h^{-1}$ correspondant au besoin d'une personne et n le nombre de personnes.

$$\text{Application numérique : } \dot{V}_{AN} = \frac{150 \times 30}{3600} = 0,833 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Calcul de la vitesse moyenne d'écoulement de l'air neuf : } v = \frac{\dot{V}_{AN}}{a \times b}$$

$$\text{Application numérique : } v = \frac{0,833}{0,45 \times 0,15} = 12,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Les débits massiques de l'air neuf et de l'air extrait étant identiques et la masse volumique de l'air constante on en déduit que $\dot{V}_{AN} = \dot{V}_{AE}$ et donc que la vitesse d'écoulement de l'air repris est égale à celle de l'air neuf.

Question 4.2. Calculer la perte de charge linéique sur l'air neuf et l'air extrait

Le calcul de la perte de charge linéique est identique sur l'air neuf et sur l'air repris.

$$\text{Calcul du diamètre hydraulique de la gaine rectangulaire : } D_h = \frac{2ab}{a+b}$$

$$\text{Application numérique : } D_h = \frac{2 \times 0,45 \times 0,15}{0,45 + 0,15} = 0,225 \text{ m}$$

$$\text{Calcul de } j: j = 0,012 \times \frac{v^{1,8}}{D_h^{1,2}}$$

$$\text{Application numérique : } j = 0,012 \times \frac{12,3^{1,8}}{0,225^{1,2}} = 6,6 \text{ Pa} \cdot \text{m}^{-1}$$

Question 4.3. Les pertes de charge dues aux frottements sont transformées en chaleur. Calculer la puissance thermique linéaire p en $W \cdot m^{-1}$ récupérée par chaque fluide

Les pertes de charge dues aux frottements sur la longueur de la gaine sont égales à $\Delta P_F = jL$

La puissance mécanique perdue due aux frottements sur la longueur de la gaine est : $\dot{W}_{perdue} = \dot{V} \Delta P_F$

En supposant que cette puissance mécanique perdue est transformée en chaleur et entièrement récupérée par le fluide, on définit la

puissance thermique linéaire de la manière suivante : $p = \frac{\dot{V} \Delta P_F}{L}$, c'est-à-dire $p = \dot{V} j$

La méthode utilisée est pertinente

Les résultats ou la représentation sont corrects

La méthode utilisée est pertinente

Les résultats ou la représentation sont corrects

La méthode utilisée est pertinente

Les résultats ou la représentation sont corrects

Application numérique: $\rho = 0,833 \times 6,6 = 5,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1}$

Question 4.4. Calculer le coefficient d'échange U de l'échangeur sachant que les coefficients d'échanges superficiels entre le fluide chaud (air neuf) et la paroi et le fluide froid (air extrait) et la paroi sont identiques $h_C = h_F$.

Calcul de la résistance thermique entre l'air neuf et l'air repris: $r = \frac{1}{h_C} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_F}$

Application numérique: $r = \frac{1}{40} + \frac{0,002}{50} + \frac{1}{40} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

Calcul du coefficient de l'échangeur: $U = \frac{1}{r}$

Application numérique: $U = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Question 4.5. Après avoir brièvement expliqué la signification de ces deux grandeurs, donner leur valeur numérique respective puis commenter les résultats

Calcul du NUT : $NUT = \frac{US}{\dot{m}c_p}$, avec $S = \alpha \times L$ et $\dot{m} = \rho \dot{V}$. On obtient $NUT = \frac{U\alpha L}{\rho \dot{V} c_p}$

Application numérique: $NUT = \frac{20 \times 0,45 \times 70}{1,2 \times 0,833 \times 1000} = 0,63$

Le NUT caractérise la qualité de l'échange thermique dans le récupérateur.

Calcul du coefficient A: $A = \frac{p}{\dot{m}c} = \frac{p}{\rho \dot{V} c}$

Application numérique : $A = \frac{5,5}{1,2 \times 0,833 \times 1000} = 0,0055 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{m}^{-1}$

Le coefficient A permet de caractériser l'élévation de température sur l'air due aux frottements.

Question 4.6. Après avoir établi la valeur de la température de rosée de l'air extérieur, montrer qu'il n'existe pas de risque de condensation dans l'échangeur

Pression de vapeur saturante de l'eau à la température extérieure : $P_{VS} = 10^{\frac{7,625 \times t}{241+t} + 2,7877}$

Application numérique: $P_{VS} = 10^{\frac{7,625 \times 35}{241+35} + 2,7877} = 5684 \text{ Pa}$

Pression partielle de vapeur d'eau de l'air extérieur: $P_{VE} = \frac{HR}{100} \times P_{VS}$

Application numérique: $P_V = 0,5 \times 5684 = 2842 \text{ Pa}$

Les résultats ou la représentation sont corrects

Les paramètres influents sont identifiés (variables de potentiels, de flux)

Les résultats ou la représentation sont corrects

La justification des résultats au regard des exigences du cahier des charges est explicité (dont développement durable)

La méthode utilisée est pertinente

Calcul de la température de rosée de l'air extérieur :

On cherche la température pour laquelle $P_{VS}=P_{VE}=2842 \text{ Pa}$:

$$10^{\frac{7,625t_R+2,7877}{241+t_R}} = 2842 \text{ Pa}, \text{ Ce qui donne } t_R = \frac{241(\log(2842) - 2,7877)}{7,625 - \log(2842) + 2,7877} = 23,1^\circ\text{C}$$

On constate que la température intérieure est supérieure à la température de rosée de l'air extérieur.

Il n'existe donc pas de risque de condensation à l'intérieur du récupérateur.

Question 4.7. A partir d'un bilan thermique global sur l'échangeur, montrer que $T_{CE}-T_{CS} = T_{FS} - T_{FE} - 2AL$

$$\text{Bilan thermique sur l'échangeur : } \underbrace{\dot{m}CT_{CE} + \dot{m}CT_{FE}}_{\text{Flux enthalpiques ENTRANTS}} + \underbrace{2PL}_{\text{Création de chaleur due aux frottements}} = \underbrace{\dot{m}CT_{CS} + \dot{m}CT_{FS}}_{\text{Flux enthalpiques SORTANTS}}$$

$$\text{On obtient } \dot{m}C(T_{CE} - T_{CS}) + 2PL = \dot{m}C(T_{FS} - T_{FE})$$

$$\text{Puis } T_{CE} - T_{CS} + \frac{2PL}{\dot{m}C} = T_{FS} - T_{FE} \text{ et donc } T_{CE} - T_{CS} = T_{FS} - T_{FE} - 2AL$$

Question 4.8. Calculer la température de l'air neuf en sortie de l'échangeur, puis la puissance de refroidissement de l'air neuf économisée grâce au récupérateur. Que devient cette puissance si on ne tient plus compte de l'apport de chaleur dû aux pertes de charge ? Commenter

$$\text{A partir des deux relations sur les températures on en déduit que } T_{CE} - T_{CS} = \frac{NUT}{NUT + 1}(T_{CE} - T_{FE}) + AL - 2AL$$

$$\text{Ainsi } T_{CS} = T_{CE} - \frac{NUT}{NUT + 1}(T_{CE} - T_{FE}) + AL$$

$$\text{Application numérique: } T_{CS} = 35 - \frac{0,63}{0,63 + 1}(35 - 25) + 0,0055 \times 70 = 31,5^\circ\text{C}$$

$$\text{Calcul de la puissance de refroidissement économisée: } \Phi_E = \dot{m}C(T_{CE} - T_{CS}) = 3,5 \text{ kW}$$

Dans le cas où on ne tiendrait plus compte de l'apport de chaleur dû aux pertes de charge la relation permettant d'obtenir la température de sortie de l'air extérieur devient :

$$T_{CS} = T_{CE} - \frac{NUT}{NUT + 1}(T_{CE} - T_{FE})$$

$$\text{Application numérique: } T_{CS} = 35 - \frac{0,63}{0,63 + 1}(35 - 25) = 31,1^\circ\text{C}$$

$$\text{La puissance de refroidissement économisée devient : } \Phi_E = \dot{m}C(T_{CE} - T_{CS}) = 3,9 \text{ kW}$$

A partir de notre modèle, ne pas tenir compte de l'apport de chaleur dû aux pertes de charge entraîne une erreur

$$\text{de Err} = 100 \times \frac{3,9 - 3,5}{3,5} = 10\%.$$

PARTIE 5

Question 5.1. Déterminer la longueur de la portée entre appuis de cette zone de dalle en prenant en considération les indications de

Les résultats ou la représentation sont corrects

Mise en équation

Les solutions techniques envisagées sont correctement analysées au regard des résultats d'expérimentations et/ou de tests et/ou de simulations

Les résultats ou la représentation sont corrects

Le besoin et les fonctions

l'Eurocode 2

Le document technique DT issu de l'EURODE 2 donne la définition de la portée utile suivante :

$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2$, avec l_n la distance libre entre les nus des appuis et

$$a_1 = a_2 = \min\left(\frac{h}{2}; \frac{t}{2}\right) = \min\left(\frac{0,75}{2}; \frac{0,5}{2}\right) = 0,25 \text{ m} \quad , \quad l_n = 3,17 + 0,15 + 7,6 + 0,15 + 3,17 = 14,24 \text{ m}$$

D'où $l_{\text{eff}} = 14,24 + 0,25 + 0,25 = 14,74 \text{ m}$

Question 5.2. A partir du DT7 déterminer la valeur des charges permanentes linéiques « G » et des charges d'exploitation linéiques (Q). Ces charges linéiques seront exprimées en $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ arrondies à 0,1 près. En déduire la valeur de la combinaison d'actions à l'état limite ultime (E.L.U.) s'exerçant sur la dalle

Calcul de la valeur des charges permanentes linéiques G :

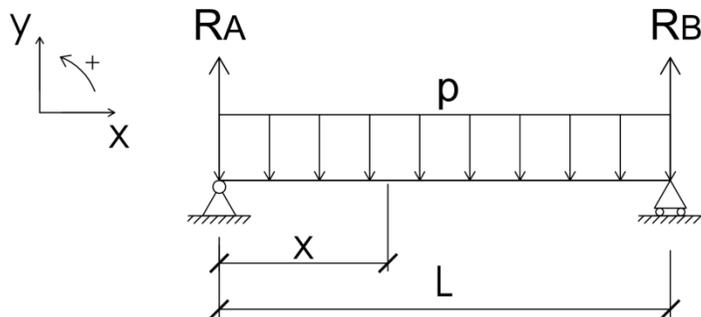
- Poids linéique du béton : $P_{\text{linbét}} = \rho_{\text{bét}} \times g \times l \times h = 2500 \times 10 \times 1 \times 0,75 = 18750 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
- Poids linéique des carreaux : $P_{\text{linbét}} = m_{\text{sca}} \times g \times l = 20 \times 10 \times 1 = 200 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
avec $m_{\text{sca}} = 20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$
- Poids linéique de la chape : $P_{\text{lincha}} = m_{\text{scha}} \times g \times l \times h = 20 \times 10 \times 1 \times 5 = 1000 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ avec $m_{\text{scha}} = 20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ par cm d'épaisseur

On obtient $G = 19950 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1} = 19,95 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Calcul de la valeur des charges d'exploitation linéiques : $Q = p_s \times l = 4 \times 1 = 4 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Calcul de la résultante aux E.L.U : $ELU = 1,35G + 1,5Q = 32,9 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$

Question 5.3. Représenter en justifiant, le schéma mécanique de la dalle avec ses liaisons, son chargement, ses dimensions et le système d'axes qui lui est associé. Cette représentation sera conforme à celle usuellement utilisée en mécanique des poutres



Question 5.4. Tracer le diagramme de variation du moment fléchissant M_{fz} le long de cette zone de dalle. Indiquer la valeur maximale du moment $M_{fz\text{max}}$

Calcul des réactions R_A et R_B :

sont identifiés et justifiés (SysMI)

La méthode utilisée est pertinente

Les résultats ou la représentation sont corrects

Les résultats ou la représentation sont corrects

Les paramètres influents sont identifiés (variables de potentiels, de flux)

Les résultats ou la représentation sont corrects

Equation statique des moments en B : $\sum M_B = 0$, on a donc $R_A L - \frac{\rho L^2}{2} = 0$

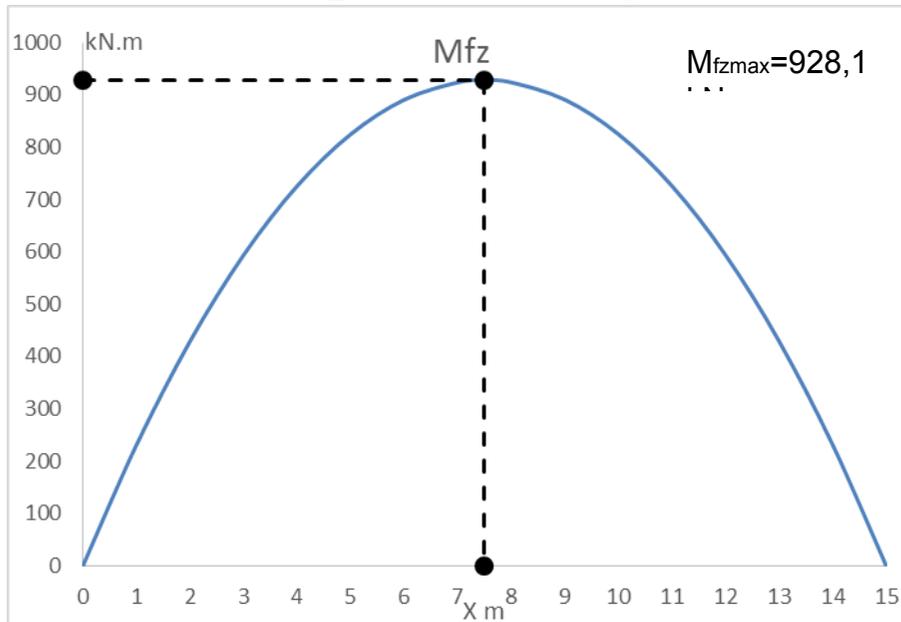
d'où $R_A = \frac{\rho L}{2}$ et $R_A = R_B$ (symétrie).

Le moment fléchissant M_{fz} en une section d'abscisse x de la poutre est donné en écrivant l'équation d'équilibre statique des moments agissants sur le tronçon de la poutre à gauche de la section d'abscisse x .

Ce qui donne : $\sum M_x = 0$

$R_A x - \frac{\rho x^2}{2} - M_{fz} = 0$, ce qui donne pour $0 \leq x \leq L$, $M_{fz} = \frac{\rho L}{2}(L - x)$

Valeur maximale pour $X = \frac{L}{2}$, ce qui donne $M_{fz} = \frac{\rho L^2}{8} = 928,1 \text{ kN}\cdot\text{m}$



Question 5.5. Tracer le diagramme de variation du moment fléchissant M_{fz} le long de la travée centrale de la dalle en appliquant la méthode forfaitaire du DT8. Indiquer les valeurs du moment de flexion sur chaque appui et la valeur du moment de flexion maximum en travée

A partir du DT on trouve la valeur des moments sur appuis :

$$M_{i-1} = M_i = 0,5M_0 = 450 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Et la valeur du moment en travée : } M_t + 0,5(M_{i-1} + M_i) = 1,25M_0$$

Mise en équation

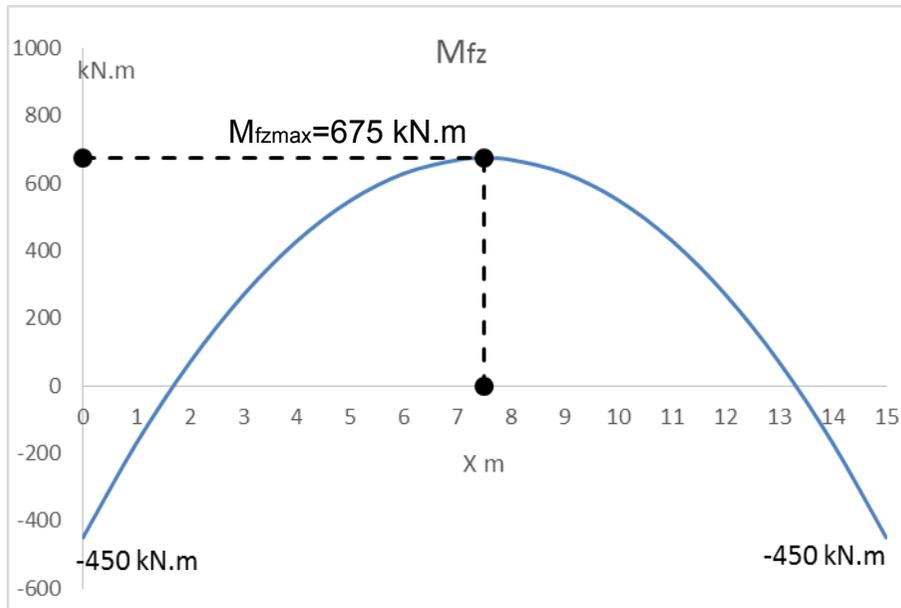
Les résultats ou la représentation sont corrects

Les résultats sont correctement interprétés

Les résultats ou la

Ce qui donne $0,750_0$ et donc $0,750_0 = 675 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Le diagramme de variation du moment fléchissant M_{fz} , le long de la travée centrale de la dalle, est une parabole de la forme suivante :



Question 5.6. A partir des valeurs des contraintes indiquées pour le béton et pour l'acier, établir l'expression de l'effort dans le béton F_c en fonction de x et l'expression de l'effort dans l'acier F_s en fonction de A_s

Expression de l'effort dans le béton : $F_c = \sigma_{\text{béton}} A_c = \sigma_{\text{béton}} |h = 1,6x$

Expression de l'effort dans l'acier : $F_s = \sigma_{\text{acier}} A_s = 435A_s$

Question 5.7. Déterminer la hauteur de béton comprimé x en écrivant l'expression du moment $M_{fz_{\text{max}}}$ fonction de l'effort F_c et du bras de levier

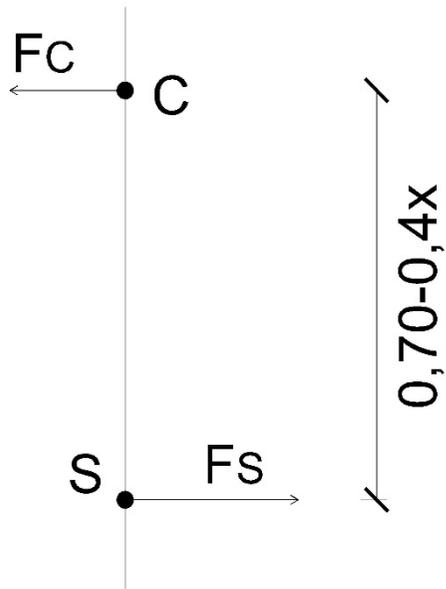
représentation sont corrects

Mise en équation

Les flux et la forme de l'énergie et/ou de l'information sont décrits de façon qualitative

Mise en équation

Les résultats ou la représentation sont corrects



Equation d'équilibre des moments en S : $F_C \times (0,7 - 0,4x) = M_{fzmax}$ ce qui donne $16x \times (0,7 - 0,4x) = M_{fzmax} \Leftrightarrow 6,4x^2 - 11,2x + 0,675 = 0$

Résolution du trinôme :

- Déterminant $\Delta = b^2 - 4ac = 108,16$
- Solutions $x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$, on trouve $x_1 = 0,0625m$ et $x_2 = 1,69m$

La hauteur de béton comprimé est donc de $x = 6,25$ cm

Question 5.8. Déterminer la valeur de la section d'acier A_s en écrivant l'expression du moment M_{fzmax} fonction de l'effort F_s et du bras de levier

Equation d'équilibre des moments en C : $F_S \times (0,7 - 0,4x) = M_{fzmax}$, ce qui donne $435A_s \times (0,7 - 0,4x) = M_{fzmax} \Leftrightarrow A_s = \frac{M_{fzmax}}{435(0,7 - 0,4x)}$

On trouve la section d'acier suivante : $A_s = \frac{0,675}{435(0,7 - 0,4 \times 0,0625)} = 23 \cdot 10^{-4} m^2 = 23 \text{ cm}^2$

PARTIE 6

Le corrigé s'appuie sur la séquence pédagogique décrite dans la partie 6 du sujet mais ne constitue pas une réponse unique. Pour chaque question les indicateurs de performance qui ont permis l'évaluation sont indiqués dans la marge.

Question 6. 1 sur feuille de copie et à l'aide du document pédagogique DP1 :

Agrégation interne SII option IC 2017

Mise en équation

Les résultats ou la représentation sont corrects

Décrire en détail l'organisation globale proposée pour la séquence. **Expliquer** ces choix. Le candidat précisera et justifiera :

- la mise en situation en lien avec le contexte industriel proposé ;
- le ou les problème(s) à résoudre ;
- les résultats attendus ;
- les compétences développées ;
- le ou les supports utilisés ;
- les cours ou les synthèses envisagées ;
- les activités prévues ;
- nombre d'élève par activités ;
- l'organisation des groupes à effectif réduit (îlots).

L'épreuve écrite «Enseignements technologiques transversaux» est évaluée par compétences par l'intermédiaire d'indicateurs de performance qui permettent de faire le lien entre les réponses des copies et les compétences à évaluer. Une analyse nationale identifiant le nombre de réponses et le taux de bonnes réponses par indicateur, met en évidence une difficulté récurrente dans la maîtrise de l'étude statique des systèmes.

Pour la session 2016 les trois indicateurs faisant défauts étaient :

La direction de la réaction à l'appui A est correcte
--

Le trièdre des efforts est correct

L'intensité de la force du vent est déterminée
--

Les phénomènes physiques mis en jeu dans ce domaine sont abstraits. Par la suite nous les nommerons en utilisant les termes « étude statique ». Une étude statique peut être abordées de manière théorique décontextualisée ou à partir d'étude concrète dans un contexte réel. La deuxième proposition étant plus appropriée en STI2D, la séquence pédagogique proposée s'inscrit dans une démarche pédagogique inductive. Il ne s'agit pas d'effectuer une étude statique pour une étude statique mais d'apporter du sens à partir d'un dossier technique avec une problématique liée au développement durable ou à l'innovation technologique.

Une étude statique n'ayant de sens que dans le cadre d'un dimensionnement d'une pièce ou le choix de matériaux ou d'une structure, la séquence pédagogique aborde deux centres d'intérêt :

CI1 : Développement durable et compétitivité des produits

CI4 : Dimensionnement et choix des matériaux et structure

La matrice de l'enseignement technologique transversal (DP5) montre qu'il s'agit de la 6eme séquence en première STI2D. 4h concerne le CI1 et 10h le CI4 qui est l'objectif principal.

Les compétences ciblées dans cette séquence pédagogique sont associées à des connaissances mobilisant les phénomènes physiques qui nous intéressent au regard de la problématique de départ. Le tableau suivant énumère les compétences ciblées et les connaissances associées avec en gras les éléments exploitables dans cette séquence.

Les contenus d'enseignements de l'activité proposée sont en relation avec les compétences visées

Pour l'activité décrite, la relation type d'activité - objectif de formation - support est pertinente

Le vocabulaire technique est approprié et les outils de représentation utilisés sont parfaitement choisis et maîtrisés

Les objectifs d'apprentissage de la séquence sont pertinents et justifiés (compétences, CI, savoirs, etc ...) et les points clés d'une séquence donnée et/ou

CO1.1 : Justifier les choix des matériaux, des structures d'un système et les énergies mises en œuvre dans une approche de développement durable.	CO3.1 : Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système.	CO4.4 : Identifier et caractériser des solutions techniques relatives aux matériaux, à la structure, à l'énergie et aux informations d'un système.	CO5.1 : Expliquer des éléments d'une modélisation proposée.	CO6.3 : Présenter et argumenter des démarches, des résultats, y compris dans une langue étrangère.	d'une organisation globale des enseignements sont correctement identifiés La nature des activités proposées est pertinente et justifiée vis à vis des supports envisagés L'apport des environnements numériques éducatifs est parfaitement décrit
<u>Eco conception</u> Etape de la démarche <u>Approche comportementale</u> Choix des matériaux Comportement mécanique des systèmes Structures porteuses	<u>Outils de représentation</u>	<u>Approche comportementale</u> Choix des matériaux Comportement mécanique des systèmes Structures porteuses	<u>Approche comportementale</u> Modèles de comportement	<u>Outils de représentation</u> <u>Approche comportementale</u> Choix des matériaux Comportement mécanique des systèmes Structures porteuses	

La structure globale de la séquence pédagogique consiste à démarrer par l'étude du dossier de la société Alstom car il met en évidence les enjeux économiques, sociétaux et environnementaux actuels ainsi que les contraintes des entreprises. Il constituera le fil conducteur de cette séquence.

[Depuis plusieurs années, la société Alstom a adopté une politique engagée vis-à-vis des problématiques d'impact environnemental. L'éco conception fait partie intégrante de toutes les réflexions et ce à tous les niveaux. La société a défini des priorités qui sont :

- *Efficacité énergétique,*
- *Confort et sécurité des utilisateurs,*
- *Réduction du bruit et des vibrations,*
- *Matières premières non polluantes,*
- *Contrôle des émissions de fluides et de particules,*
- *Intégration dans le paysage.]*

Le besoin de construire une extension répondant à ces enjeux constitue une véritable problématique technique porteuse de sens pour les élèves et l'occasion pour l'enseignant d'aborder les compétences et connaissances souhaitées.

De ces priorités générales il conviendra de diriger la séquence vers des problématiques de dimensionnement de pièce et de choix de matériau. Il n'est pas question de traiter les parties du programme liées à la résistance des matériaux qui seront vues en

Les environnements numériques "professionnels" sont correctement intégrés au travail demandé

Les investigations scientifiques et techniques faites autour du support réel sont

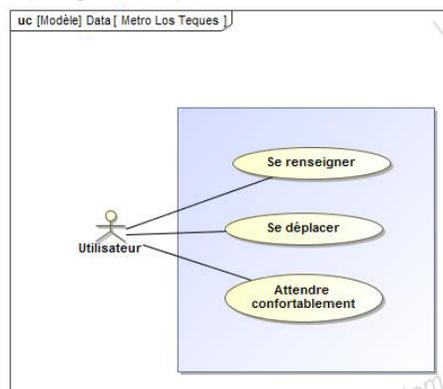
terminale mais les connaissances associées aux phénomènes d'équilibre de solides n'ont de sens que s'il s'agit d'en tirer des conclusions. Cet aspect, souvent absent dans le traitement de ces connaissances empêche de voir l'intérêt d'une étude statique. Les outils de simulation actuel permettent d'avoir des résultats de déformées ou de résistance sans toutefois rentrer dans les détails de calcul en tout cas en première.

justes et permettent la construction du dossier technique pédagogique

Description de la séquence :

La séquence pédagogique démarre par une présentation globale du dossier, l'analyse du besoin et les différents secteurs d'intervention. Cette partie, menée en interaction avec la classe à partir de diagramme SysML, sera l'occasion de remobiliser la compétence CO3.1 « Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système ».

Cette présentation du contexte et de la problématique globale placera les élèves dans une démarche d'investigation.



Après la présentation, un brainstorming associé à la construction d'une carte mentale avec les élèves aura pour objectif de recenser leurs connaissances propres. Les élèves ont déjà abordés ces notions en technologie collège (en 5^e avant la rentrée scolaire 2016 et maintenant dans le cycle 4) et en Sciences physiques. Par la suite la synthèse de séquence pourra s'appuyer sur le résultat du brainstorming et ainsi remobiliser les connaissances des élèves en les structurant.

Pendant les heures à effectif réduit, les élèves seront placés par groupe de quatre. Chaque groupe travaillera sur l'amélioration du métro en étudiant des parties complémentaires.

Un groupe sur la mezzanine, le second sur l'essieu d'un bogie, le troisième sur un poteau électrique et le quatrième sur le dispositif d'attelage. Même si les objets d'étude sont différents, ils vont tout de même mobiliser les mêmes compétences. L'étude sur la mezzanine et de l'essieu amènera les élèves à traiter les cas de systèmes soumis à trois actions mécaniques parallèles, les deux autres traiteront les cas de systèmes soumis à trois actions non parallèles.

Ce travail de groupe se décompose en deux phases.

Une première pour prendre connaissance de la partie étudiée et du problème à résoudre. La compétence CO3.1 pourra être à nouveau mobilisée. La relecture du diagramme d'exigence permettra d'identifier les exigences spécifiques pour le travail du groupe.

Suivra une phase d'expérimentation et de simulation pour, à la fois résoudre le problème technique mais également pour mobiliser les compétences CO1.1, CO4.4 et CO5.1 et leurs connaissances associées.

Ici le numérique sera approprié pour faire comprendre ces phénomènes abstraits. Par exemple en s'appuyant sur l'utilisation :

- **De la réalité augmentée à l'aide d'une application associant le réel et l'abstrait. L'abstrait étant schématisé (ex : Force Effect) ;**
- **de bras à retour de force pour solliciter les perceptions kinesthésiques et ainsi faire ressentir des forces ou moments de forces ou encore les mobilités des liaisons.**

Toujours pendant les heures à effectif réduit un temps sera consacré à une synthèse d'activité afin de vérifier le travail des élèves, les rediriger si nécessaire. Ce temps est l'occasion de faire un point avec les différents groupes sur les conclusions de l'activité et de mettre en place une évaluation formative notamment par rapport aux compétences CO5.1 et CO6.3. Il peut être intéressant que les élèves déposent ces travaux dans un espace collaboratif tel un espace numérique de travail et ainsi mobiliser des compétences numériques et de travail collaboratif même si ces compétences ne sont pas directement ciblées.

En classe entière, la restitution sera l'occasion de confronter les différents travaux et conclusions des groupes. De mettre en évidence la méthodologie de résolution d'un problème de statique quel que soit le système étudié : Isoler le système, faire le bilan des actions mécaniques extérieures agissant sur le système isolé, analyser les conditions d'équilibre, appliquer le principe fondamental de la statique, déterminer les actions mises en jeu, utiliser ces actions afin de choisir un matériau ou dimensionner une structure.

Question 6. 2 sur feuille de copie et à l'aide des documents DP1 et DR4 :

Les heures à effectifs réduits permettent la mise en place d'îlots. Dans l'exemple proposé quatre groupes de quatre élèves travaillent sur des supports différents : Mezzanine d'une station, essieux de bogie, poteaux électrique, accroche des véhicules.

Préciser et détailler les activités, « étude de dossier – résolution de problème » et « expérimentation – simulation » du groupe d'élèves travaillant sur la mezzanine.

Le candidat précisera :

- la démarche pédagogique envisagée ;
- les tâches des élèves ;
- la répartition de ces tâches au sein du groupe ;
- les liens avec les compétences à évaluer ;
- L'utilisation des outils numériques (E.N.T, logiciel, etc.) ;
- Les ressources nécessaires (Diagrammes SysML, documents techniques, tutoriels logiciels, etc.) ;
- Les maquettes didactiques utilisables

Les contenus d'enseignements de l'activité proposée sont en relation avec les compétences visées

Les documents

En STI2D la démarche d'investigation est privilégiée. Cette démarche part d'une situation problème concrète proposée à un groupe d'élèves et les amène à formuler des hypothèses, à les valider par l'expérimentation et/ou la simulation, à analyser les résultats pour découvrir et valider des concepts scientifiques et technologiques.

Dans notre exemple, la situation problème est donnée par le dossier d'extension de métro avec la problématique technique : comment maintenir la mezzanine en toute sécurité ?

Derrière cette problématique, les élèves seront amenés à identifier les paramètres influents : charges mises en jeu, matériaux, etc.

La mise en îlot permet d'engager un travail collaboratif et d'apprendre entre pairs mais il arrive qu'un ou deux élèves effectuent les consignes données alors que les autres regardent. N'étant plus dans l'action ils se démobilitent. Il est donc important de répartir les tâches au sein du groupe et ainsi engager davantage un travail d'équipe où chacun pourra apporter des éléments. Dans notre étude de dossier il est possible de construire cette répartition ainsi :

	Elève 1	Elève 2	Elève 3	Elève 4
Lecture du cahier des charges	Définir la fonction d'usage de la mezzanine			
Identification des exigences à vérifier	Rechercher les caractéristiques dimensionnelles de la dalle de la mezzanine			
Identification des actions mécaniques en jeux	Rechercher et identifier les charges permanentes		Rechercher et identifier les charges d'exploitations	
Expérimenter, simuler un problème plan	Expérimenter la transmission des charges à l'aide d'une maquette bois	Simuler la transmission des charges sur un modèle 3d (bois)	Expérimenter la transmission des charges à l'aide d'une maquette métallique	Simuler la transmission des charges sur un modèle 3d (métallique)
Etablir les principes	A partir des expérimentations et des simulations, établir le Principe Fondamental de la statique			

techniques pédagogiques construits sont pertinents et respectent les normes en vigueur

La description du travail demandé dans l'activité développée est claire et explicite pour le niveau visé

Le vocabulaire technique est approprié et les outils de représentation utilisés sont parfaitement choisis et maîtrisés

La relation entre la nature des activités choisies et les démarches pédagogiques envisagées est pertinente

Les problématiques à traiter sont pertinentes au regard des objectifs de la séquence

Les activités présentent des éléments pertinents de différenciation

Les supports choisis sont pertinents et complémentaire de celui imposé
L'apport des environnements numériques éducatifs est parfaitement décrit

d'équilibre		
Choix de la structure	Définir le nombre de poutres (bois)	Définir le nombre de poutres (métalliques)
Choix d'une structure	Confronter les solutions et justifier un choix	
Vérification des normes de sécurité	Valider les solutions technologiques	

Les environnements numériques "professionnels" sont correctement intégrés au travail demandé

La relation entre les activités proposées et les compétences visées est pertinente

Les investigations scientifiques et techniques faites autour du support réel sont justes et permettent la construction du dossier technique pédagogique. Les problématiques techniques traitées et le thème de la séquence sont cohérents et explicites pour l'élève

Les activités pédagogiques choisies sont variées, une au moins permet des investigations en groupe

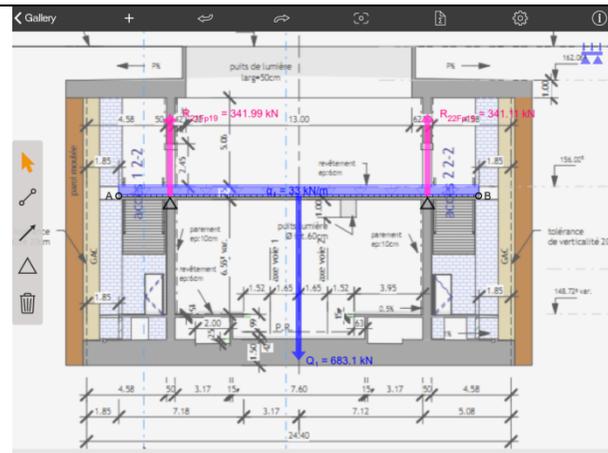
Fiche activité	ED 1 AP 1	
Type d'activité : AP	Etude de dossier/Travaux pratiques	
Durée :		
Nb élèves : 4		
Supports : Mezzanine	Métro de Los Teques	
Centres d'intérêt	1	CI1 : Développement durable et compétitivité des produits
	2	CI4 : Dimensionnement et choix des matériaux et structure
	3	
Compétences ciblées	1	CO1.1 : Justifier les choix des matériaux, des structures d'un système et les énergies mises en œuvre dans une approche de développement durable.
	2	CO3.1 : Décoder le cahier des charges fonctionnel.
	3	CO5.1 : Expliquer des éléments d'une modélisation proposée relative au comportement de tout ou partie d'un système.
	4	CO6.3 : Présenter et argumenter des démarches, des résultats, y compris dans une langue étrangère

Ressources	R01	Extrait eurocode
	R02	Animation, fiche de synthèse sur les systèmes soumis à deux ou trois actions mécaniques
	R03	Utilisation de la maquette
	R04	Utilisation modèleur 3D

	2. OUTILS ET METHODES D'ANALYSE ET DE DESCRIPTION DES SYSTEMES 2.3 Approche comportementale
--	--

		<p>2.3.1 Modèles de comportement Principe généraux d'utilisation Identification et limites des modèles de comportements, paramétrage associé aux progiciels de simulation Identification des variables du modèle, simulation et comparaison des résultats obtenus au système réel ou a son cahier des charges</p> <p>2.3.3 Comportement mécanique des systèmes Equilibre des solides : modélisation des liaisons, actions mécaniques, principes fondamentaux de la statique, résolution d'un problème de statique plane</p>		
La phase	Plan de la séance (<i>étapes principales</i>)	1	Phase de lancement	
		2	Lecture du cahier des charges	
		3	Identification des exigences	
		4	Identification des actions mécaniques mis en jeu	
		5	Expérimentation, simulation	
		6	Choix de solutions technologiques	
		7	Validation des solutions technologiques	
	Répartition des tâches au sein d'un groupe	Elève 1	Cf. détails tableau précédent	
		Elève 2	Cf. détails tableau précédent	
		Elève 3	Cf. détails tableau précédent	
		Elève 4	Cf. détails tableau précédent	

d'expérimentation et de simulation aura pour objectif principal de faire ressentir les phénomènes physiques abstraits de manière concrète. Une expérimentation sur une maquette simple reproduisant une poutre de la mezzanine sur deux appuis permettra aux élèves d'identifier le type de charges, ponctuelles, réparties, etc. ainsi que leur répartition sur les pièces en contact. De même la simulation permet aux élèves de faire varier les charges de manière virtuelle et de visualiser l'impact qu'il en résulte.



De nouveaux outils numériques, maintenant accessibles, permettent d'associer le ressenti et la visualisation d'une maquette ou d'un système réel avec le résultat instantané d'une simulation. Dans notre exemple, il pourrait être envisagé qu'un élève visualise la mezzanine sur un écran d'ordinateur, une tablette ou des lunettes, et qu'il puisse y exercer des efforts qu'il ressent réellement à l'aide d'un bras à retour de force tout en visualisant l'impact sur les liaisons.

Question 6. 3 sur feuille de copie :

Préciser et détailler la ou les modalités d'évaluation (formative et/ou sommative)

Proposer une méthode et une grille d'évaluation. Le candidat précisera :

- Les compétences évaluées ;
- Les indicateurs de performances observés ;
- La mise en œuvre.

Souvent négligée, l'évaluation formative est pourtant un point essentiel de l'apprentissage. Il ne s'agit pas de classer les élèves mais de mettre en évidence ce qu'ils savent et les progrès qu'ils ont à faire. Visible et compréhensible par les élèves dès le début de la séquence, elle leur permet de savoir pourquoi ils font telles ou telles activités. Elle n'est pas forcément associée à une note mais positionne les élèves par rapport aux compétences à acquérir.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation. Celle proposée reprend la modalité utilisée pour l'évaluation de l'épreuve de conduite de projet de terminale STI2D qui se déroule en continue en observant les élèves pendant les séances.

Ces observations se faisant au travers d'indicateurs de performances, il est intéressant de faire participer les élèves à leur propre évaluation. Là encore le numérique peut faciliter la mise en œuvre par exemple en saisissant les observations directement pendant les séances avec une tablette synchronisée pour obtenir une synthèse automatique.

Les besoins des apprenants sont analysés de manière pertinente

L'apport des environnements numériques éducatifs est parfaitement décrit

Les environnements numériques "professionnels" sont correctement intégrés au travail demandé

Le ratio durée de l'évaluation / durée de la

Voici des exemples d'indicateurs associés aux compétences de la séquence proposée :

CO1.1 : Justifier les choix des matériaux, des structures d'un système **et les énergies mises en œuvre** dans une approche de développement durable

i11.1 : l'élève a su argumenter sur le choix des matériaux afin de minimiser l'impact environnemental ;

i11.2 :

CO3.1 : Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système

i31.1 : l'élève a su identifier la ou les contraintes dans le diagramme d'exigences.

i31.2 : l'élève a su trouver les caractéristiques de la structure ou de la pièce étudiée

i31.3 : ...

C4.4 : Identifier et caractériser des solutions techniques relatives aux matériaux, à la structure, **à l'énergie et aux informations d'un système.**

i41.1 : ...

CO5.1 : Expliquer des éléments d'une modélisation proposée.

i51.1 : L'élève a su expliquer le modèle proposé par l'enseignant

i51.2 : ...

CO6.3 : Présenter et argumenter des démarches, des résultats, **y compris dans une langue étrangère.**

i63.1 : L'élève a su décrire la démarche pour déterminer une action mécanique

i63.2 : ...

Question 6. 4 Sur feuille de copie :

On suppose maintenant que l'établissement souhaite mettre en place l'expérimentation définie par l'arrêté du 11 juillet 2016 qui autorise des pratiques pédagogiques relatives au choix différé de la spécialité. Voté au C.A, l'équipe pédagogique organise un renforcement de l'enseignement technologique transversal en début d'année et par conséquent un renforcement de l'enseignement de spécialité en fin d'année. Le cadre règlementaire impose notamment :

- le respect des programmes des enseignements technologiques transversaux et spécifiques des spécialités du cycle terminal de la série STI2D (la démarche de projet permet de mobiliser les compétences communes aux quatre spécialités) ;
- le respect du volume horaire annuel des enseignements technologiques transversaux et de spécialité.

Présenter en quoi cette organisation impacte l'organisation annuelle et montrer l'intérêt.

Les enseignements de spécialité ont pour objectif d'approfondir des champs spécifiques abordés en enseignement technologique transversal. En début de première, le fait de démarrer ces deux enseignements en même temps peut poser quelques difficultés pour construire des progressions pédagogiques qui vont dans ce sens. Il existe plusieurs possibilités pour palier à cela et pour permettre aux élèves de choisir la spécialité en connaissance de cause. Par exemple en démarrant l'enseignement technologique transversal

formation est acceptable

La forme de l'évaluation est en adéquation avec les compétences attendues du référentiel

L'évaluation proposée montre que les points clés abordés sont correctement identifiés

La nature de l'évaluation (formative, sommative, etc..) est en adéquation avec la progression des apprentissages

L'association situation d'apprentissage - documents techniques construits montre une bonne maîtrise de la didactique de la discipline

Les objectifs

par les fondamentaux du programmes et l'enseignement technologique de spécialité par les parties communes aux quatre, notamment la première partie qui concerne la démarche de projet.

Une autre possibilité consiste à démarrer l'année par 12h d'enseignement technologique transversal pour apporter les fondamentaux dans tous les domaines technologiques puis, en fin d'année, mettre en place une pédagogie de projet pour approfondir ces connaissances et les rendre opérationnelles en enseignement technologique de spécialité.

Dans ces deux cas l'équipe pédagogique respecte les programmes et le volume horaire des deux enseignements quel que soit le choix de la spécialité par l'élève.

d'apprentissage de la séquence sont pertinents et justifiés (compétences, CI, savoirs, etc ...) et les points clés d'une séquence donnée et/ou d'une organisation globale des enseignements sont correctement identifiés

Le nombre et la durée des activités permettent une organisation temporelle optimisée de la séquence

La relation entre les activités proposées et les compétences visées est pertinente

Centres d'Intérêt

- CI1** Développement durable et compétitivité des produits
- CI4** Dimensionnement et choix des matériaux et structure



STI2D-ETT

STI2D : Enseignement Technologique Transversal



Objectifs

- ETT C01.1** Justifier les choix des matériaux, des structures d'un système et les énergies mises en oeuvre dans une approche de développement durable
- ETT C03.1** Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système
- ETT C05.1** Expliquer des éléments d'une modélisation proposée relative au comportement de tout ou partie d'un système
- ETT C06.3** Présenter et argumenter des démarches, des résultats, y compris dans une langue étrangère
- ETT C04.4** Identifier et caractériser des solutions techniques relatives aux matériaux, à la structure, à l'énergie et aux informations (acquisition, traitement, transmission)...
- ETT 2.3.1** Modèles de comportement
- ETT 2.3.3** Comportement mécaniques des systèmes
- ETT 2.3.4** Structures porteuses

Prérequis

- ETT 1.1.2** Cycle de vie d'un produit et choix techniques, économiques et environnementaux
- ETT 2.2.2** Représentation du symboliques

Choix de structures et matériaux pour une extension de métro

Classe entière				Investigation	Rés. Problème	Projet	Mezzanine	Essieu de bogie	Poteau électrique	Dispositif d'attelage	
Demi-groupe											
Etude et Projet											
Activité...											
1h	C1 Présentation du dossier : Métro de Los Teques				●						
1h	C2 Brainstorming : Conditions d'équilibre des solides				●						
1h	ED1	ED1	ED1	ED1	●		4	4	4	4	
	Etude de dossier - Résolution d'un problème										
3h	AP1	AP1	AP1	AP1	●		4	4	4	4	
	Expérimentation et simulation										
1h	SA1 Réponses aux problèmes - Synthèse des activités				●						
1h	C3 Restitution				●						
1h	SS1 Synthèse : Méthode PFS - Choix matériaux				●						
2h30	AP2	AP2	AP2	AP2	●		4	4	4	4	
	Application										
1h30	SA2 Evaluation sommative				●						
13h											

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

1. Présentation du sujet

Le sujet porte sur l'extension des deux lignes de métro de la ville de Los Teques au Venezuela. La ville souhaite intégrer la mise en place du projet dans une démarche de développement durable.

La partie 1 consiste à vérifier la géométrie des bogies au regard des contraintes du tracé. La partie 2 traite de la stabilité du train. La partie 3 a pour objectif de vérifier le freinage du train dans le cas d'un arrêt d'urgence. Les parties 4 et 5 concernent respectivement la récupération d'énergie et la construction d'une mezzanine au sein d'une station. La dernière partie propose l'exploitation pédagogique du support du sujet par la mise en place d'une séquence d'enseignement.

La construction des cinq premières parties du sujet a été pensée afin que le traitement de la majorité des questions ne nécessite que des connaissances basiques dans chaque spécialité. Les candidats avaient ainsi la possibilité de traiter au moins les premières d'entre elles.

2. Éléments de correction

Première partie – Vérification des bogies.

L'objectif de cette partie est de vérifier la géométrie des roues et le comportement en virage au regard des exigences du cahier des charges.

Éléments statistiques sur l'ensemble des copies

Pourcentage de candidats qui ont abordé la partie 1	73,6
Moyenne sur 20 pour la partie 1	5,4
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note en-dessous de la moyenne pour la partie 1	48,2
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note au-dessus de la moyenne pour la partie 1	25,5
Pourcentage de candidats qui n'ont pas traité la partie 1	26,6

Commentaires :

Les questions de 1.1 à 1.5 permettaient, à partir de considérations géométriques simples et de notions basiques de cinématique, de vérifier la valeur du rayon minimum de courbure de la voie de métro préconisée par le cahier des charges.

Ces questions ont été abordées fréquemment. Un certain nombre de candidats ont su mener à bien cette étude.

Les questions 1.6 à 1.8 permettaient, à partir du principe fondamental de la dynamique, de mettre en évidence la condition de non renversement et de vérifier la valeur du coefficient de sécurité au renversement donnée dans le cahier des charges.

Peu de candidats ont su appliquer correctement le principe fondamental de la dynamique et en déduire la condition de non renversement.

Deuxième partie – Confort des usagers

Cette partie a pour objectif de vérifier la stabilité de la rame par une analyse fréquentielle de l'ensemble bogie-caisse.

Eléments statistiques sur l'ensemble des copies

Pourcentage de candidats qui ont abordé la partie 2	46,4
Moyenne sur 20 pour la partie 2	4,5
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note en-dessous de la moyenne pour la partie 2	27,3
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note au-dessus de la moyenne pour la partie 2	19,1
Pourcentage de candidats qui n'ont pas traité la partie 2	53,6

Commentaires :

Les premières questions permettaient de trouver les équations différentielles régissant le mouvement des différentes masses impliquées dans la stabilité de la rame. Aucun candidat n'y est parvenu. Les questions suivantes proposaient l'analyse fréquentielle de la suspension et la mise en place d'une simulation d'un modèle avec amortissement. Le schéma du modèle de simulation n'a jamais été complété correctement, par contre l'analyse des résultats proposés dans le sujet a été plusieurs fois pertinente.

Troisième partie – Étude du freinage

L'étude du système d'anti-enrayage et de son calculateur électronique embarqué dans cette partie permet de vérifier la distance d'arrêt en cas d'urgence.

Eléments statistiques sur l'ensemble des copies

Pourcentage de candidats qui ont abordé la partie 3	37,3
Moyenne sur 20 pour la partie 3	1,4
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note en-dessous de la moyenne pour la partie 3	23,7
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note au-dessus de la moyenne pour la partie 3	13,6
Pourcentage de candidats qui n'ont pas traité la partie 3	62,7

Commentaires :

Les premières questions abordaient la modélisation du glissement. Les questions suivantes proposaient le réglage et le calcul des performances de sa régulation pour finir par l'étude de la communication entre le système de freinage et le système informatique de gestion de la rame de métro. Une poignée de candidats ont essayé de traiter quelques questions de cette partie qui mobilisait des connaissances dans le domaine de la régulation et des réseaux de communications informatiques.

On rappelle que certaines questions ne nécessitaient que des connaissances élémentaires et pouvaient être traitées par des candidats non issus de ces domaines, mais ayant fait l'effort dans leur préparation au concours de travailler les notions de base des différentes disciplines.

Quatrième partie – Confort des utilisateurs – économie d'énergie - ventilation

L'objectif de cette partie est de déterminer les caractéristiques d'un échangeur de récupération d'énergie inséré au niveau de la ventilation d'une station de métro.

Eléments statistiques sur l'ensemble des copies

Pourcentage de candidats qui ont abordé la partie 4	66,4
Moyenne sur 20 pour la partie 4	7,9
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note en-dessous de la moyenne pour la partie 4	43,6
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note au-dessus de la moyenne pour la partie 4	22,7
Pourcentage de candidats qui n'ont pas traité la partie 4	33,7

Commentaires :

Cette partie, destinée plus particulièrement aux candidats de l'option IC spécialité énergétique, proposait l'étude des performances d'un échangeur de chaleur en tenant compte de l'influence des pertes de charge. Les premières questions portaient sur des notions basiques de mécanique des fluides (calcul d'une vitesse moyenne et calcul de la perte de charge linéique dans le cas d'une section rectangulaire). Les candidats ont globalement répondu correctement à ces premières questions. Le calcul du coefficient d'échange thermique du récupérateur a posé beaucoup plus de problèmes. Des candidats ont proposé des résultats aberrants, issus de formules non homogènes, ce qui est regrettable à ce niveau de concours. Les notions de condensation de l'air humide et de température de rosée semblent être ignorées par le plus grand nombre. Les candidats étaient ensuite invités à effectuer un bilan thermique sur l'échangeur. Très peu de candidats ont su mener correctement et rigoureusement ce type de tâche, pourtant si crucial dans le domaine du génie énergétique.

Cinquième partie – Étude d'une dalle d'une station de métro

L'objet de cette étude est la vérification du dimensionnement des structures d'une dalle en béton armé.

Eléments statistiques sur l'ensemble des copies

Pourcentage de candidats qui ont abordé la partie 5	82,7
Moyenne sur 20 pour la partie 5	11,5
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note en-dessous de la moyenne pour la partie 5	38,2
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note au-dessus de la moyenne pour la partie 5	44,5
Pourcentage de candidats qui n'ont pas traité la partie 5	17,5

Commentaires :

Cette partie a été traitée par le plus grand nombre. Elle nécessitait de mobiliser des connaissances élémentaires dans le domaine du génie civil appliquées au dimensionnement d'une dalle. Les questions permettaient d'aborder les points suivants :

- L'étude du chargement sur une bande de dalle d'un mètre à partir de plans et de l'Eurocode 2.

- L'étude d'une dalle isostatique entre deux appuis et du tracé du diagramme de variation du moment fléchissant.
- L'application d'une méthode forfaitaire tenant compte des moments sur appuis.
- La détermination, à partir des valeurs des contraintes et de l'équilibre des moments, de la section d'acier nécessaire.

Les candidats qui ont fait preuve de méthode et de structuration dans leurs analyses, ont pu traiter l'ensemble de cette partie et ont, en général, obtenu de bons résultats.

Les premières questions ont été plutôt bien traitées, on peut cependant regretter que certains candidats aient des difficultés à fournir des unités cohérentes pour leurs résultats et soient incapables de tracer un moment fléchissant, sur à peu près ce qu'il y a de plus simple comme cas de charge et comme schéma mécanique.

Le jury regrette la qualité médiocre des schémas de principe, des diagrammes et des courbes, ainsi que le manque de précision pour un grand nombre de copies.

Sixième partie – Exploitation pédagogique

Cette partie vise à l'élaboration d'une séquence de formation relative à l'enseignement technologique transversal en première STI2D traitant de l'équilibre des solides, à partir d'éléments du projet technique étudié précédemment.

Eléments statistiques sur l'ensemble des copies

Pourcentage de candidats qui ont abordé la partie 6	78,2
Moyenne sur 20 pour la partie 6	6,2
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note en-dessous de la moyenne pour la partie 6	42,7
Pourcentage de candidats qui ont reçu une note au-dessus de la moyenne pour la partie 6	35,5
Pourcentage de candidats qui n'ont pas traité la partie 6	21,8

Cette partie abordée par la plupart des candidats a été dans l'ensemble mal traitée.

Le jury déplore que :

- sur de nombreuses copies, l'expression écrite est largement défailante (orthographe, grammaire, absence de ponctuation, abréviations et voire ajout d'émoticône !).
- Un grand nombre de copies affiche une présentation fort confuse (mise en page désordonnée, ratures, écriture hors des lignes, schémas mal tracés).
- L'ensemble manque cruellement de structure. Les compétences sont souvent énumérées sans aucun lien avec les activités proposées.
- De nombreux candidats se contentent de paraphraser les documents du sujet sans pour autant proposer une séquence de cours exploitable.
- Le manque criant de références aux outils numériques de partage de données (ENT, google drive, spirale...).
- Les MOOC, les cartes mentales, et les aspects collaboratifs du BIM n'ont pratiquement jamais été évoqués.

Toutefois, le jury a particulièrement apprécié les copies des quelques candidats qui ont su proposer une séquence pédagogique claire et pertinente pour les objectifs visés : qualités rédactionnelles, connaissances pédagogiques et didactiques, raisonnement structuré et cohérent, originalité.

3. Conseils du jury :

Le jury a particulièrement apprécié les copies des candidats qui ont su mettre en avant à travers leurs qualités rédactionnelles, un raisonnement cohérent et une formulation claire des réponses et des conclusions.

Le jury regrette que de trop nombreuses copies n'aient pas été rédigées avec le soin et l'attention nécessaires et qui pour certaines s'apparentent à des brouillons. Ce type de copies, mal présentées, ne permettent pas au jury d'appréhender les capacités du candidat à rédiger, à formuler clairement ses conclusions ou d'interpréter ses résultats. La correction et l'évaluation de ce type de copies devient, au final, préjudiciable au candidat.

Le jury regrette profondément que des notions élémentaires du domaine de l'Ingénierie des Constructions ne soient pas maîtrisées par tous les candidats qui se présentent à une épreuve d'agrégation de l'Ingénierie des Constructions.

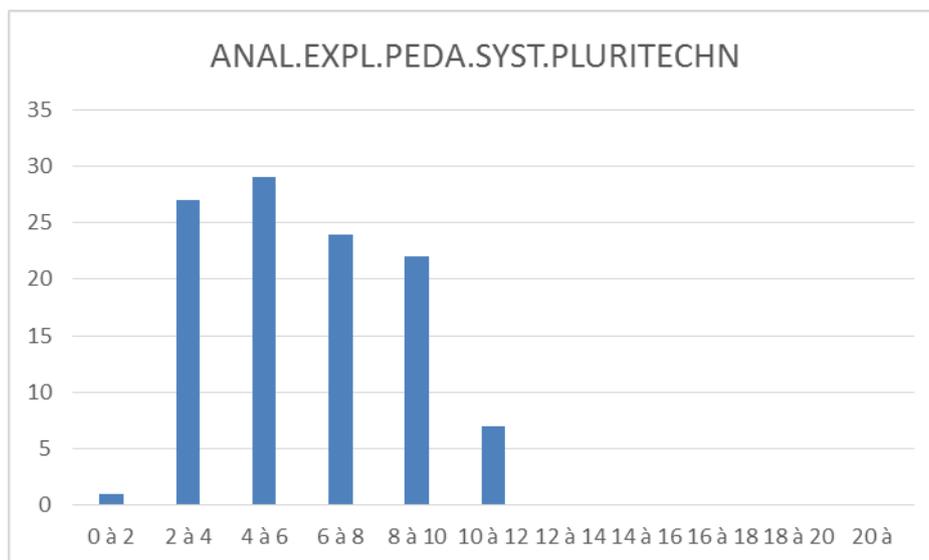
A l'issue des corrections des copies et au vu des résultats, le jury propose plus globalement aux futurs candidats :

- De s'attacher à rédiger avec soin et d'utiliser un vocabulaire technique adapté aux circonstances de l'étude.
- De porter une attention toute particulière aux unités et aux grandeurs physiques proposées dans le sujet.
- De prendre le temps de bien lire et d'analyser les attendus des questionnements, afin d'identifier clairement le type de réponses à apporter et de ne pas perdre de temps.
- La graduation de la complexité de chacune des parties doit permettre à tous les candidats de composer sur l'ensemble du sujet. Il est donc nécessaire de travailler les domaines ne relevant pas de sa discipline principale et notamment les notions de base de l'électricité, de la mécanique et de l'énergétique.
- de travailler les aspects élémentaires de la construction civile et du comportement des structures, domaines dans lesquels un futur Professeur Agrégé des Sciences Industrielles de l'Ingénieur dans le domaine de l'Ingénierie des Constructions se doit d'être performant.

4. Résultats

110 candidats ont participé à cette épreuve. La moyenne des notes obtenues est de 6/20 et l'écart type est de 2,51 avec :

- 11,6 comme meilleure note ;
- 1,8 comme note la plus basse.



Éléments de corrigé de l'épreuve d'admissibilité : « Étude d'un système, d'un procédé ou d'une organisation » et rapport du jury de l'épreuve

Coefficient 1 – Durée 4 heures

Le sujet est disponible en téléchargement sur le site du ministère

Le support technique de cette épreuve est la construction d'un restaurant scolaire sur une commune de Picardie (60 – Oise). Le projet architectural consiste à construire un bâtiment d'une emprise au sol d'environ 690 m² essentiellement en rez de chaussée et à réaliser des travaux de voiries et de réseaux.

L'objectif de cette épreuve de 4 heures est « de vérifier que le candidat est capable de conduire une analyse critique de solutions technologiques et de mobiliser ses connaissances scientifiques et technologiques pour élaborer et exploiter les modèles de comportement permettant de quantifier les performances d'un système ou d'un processus lié à la spécialité et définir des solutions technologiques ».

Question n°1 :

dénominations des façades sur les plans	dénominations cardinales correspondantes
façade sur « cour »	façade OUEST
façade sur « rue »	façade EST
façade « école élémentaire »	façade NORD
façade « école maternelle »	façade SUD

Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	96
nombre de copies < 50% des points de la question dont 8 copies = 0	8

- Cette question introductive voulait inviter le candidat à observer les différents plans du dossier. Les réponses à la question sont d'une extrême simplicité. Bien que ne relevant pas d'un problème de météo marine ou autre, les dénominations cardinales du type SUD-SUD EST etc ... ont été acceptées si elles étaient justes.

Question n°2 :

D'une façon générale, un faux plafond est une solution adoptée par les architectes pour délimiter des espaces, créer des différences de niveaux ou des effets décoratifs, créer des effets de lumière et favoriser l'éclairage. Un faux plafond contribue également à l'isolation thermique et à la qualité acoustique. De plus, il permet le passage en aérien de divers réseaux techniques (câbles électriques, gaines de ventilation, conduites d'eaux, ...) et il doit être envisagé dans l'étude de la sécurité incendie. Globalement, un faux plafond permet donc d'améliorer l'image, le caractère attractif, le design et le confort. La hauteur du plénum est variable en fonction de la destination du faux plafond.

Dans le cas de la zone de restauration, le parti architectural de créer un faux plafond ouvre la perspective vers l'extérieur (coté cours) et permet une incidence lumineuse naturelle maximale par de vastes baies vitrées et un apport solaire important (point de vue de l'énergie). Les principales fonctions techniques sont :

- d'améliorer les qualités d'isolation thermique ;
- de lutter contre la transmission des bruits externes indésirables et d'améliorer l'acoustique intérieure ;
- d'empêcher la propagation de l'incendie et de protéger certains éléments structurels du bâtiment ;
- de limiter le volume à chauffer (en abaissant la hauteur sous-plafond) ;
- de permettre le passage des réseaux techniques ;
- d'offrir des conditions d'hygiène et d'entretien nécessaires ;
- un apport gratuit d'énergie ;
- ...

Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	15
nombre de copies < 50% des points de la question dont 21 copies = 0	89

- De nombreux candidats n'ont pas été en mesure de présenter de façon claire et suffisamment exhaustive les principales fonctions du faux-plafond. Le jury a sanctionné les copies présentant une qualité de rédaction insuffisante (ratures, écritures illisibles, fautes d'orthographe grossières, terminologies impropres ...) et surtout le manque de connaissances scientifiques et techniques. Cette dernière remarque est également valable pour l'ensemble des questions.

Question n°3.1 :

Sur la parcelle, les réseaux EU/EV et EP sont distincts et ils aboutissent séparément (via 2 regards séparés) dans un collecteur unitaire placé sous la voirie de la rue « de la commune de Paris ».

La collecte des EP de toiture se fait gravitairement par des chenaux sur l'ouvrage monopente et des moignons sur la zone toiture-terrasse, accompagnés de descentes+dauphins débouchant dans des regards de pied (Nota : aucun réseau intérieur n'est représenté). Par des canalisations enterrées, les EP sont acheminées vers 2 puits d'infiltration (effets de temporisation et de limitation des rejets dans le collecteur principal unitaire), puis dans un regard principal avant d'être éventuellement transférées au collecteur unitaire.

On peut supposer que sur la zone parking, les eaux de ruissellement sont dirigées d'une part vers un avaloir situé sur le regard principal, et d'autre part, vers les zones engazonnées (Nota : le plan masse n'indique pas de pente de chaussée et aucun séparateur d'hydrocarbures n'est représenté).

Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	13
nombre de copies < 50% des points de la question dont 42 copies = 0	91

- Se reporter aux commentaires de la question n°2.

Question n°3.2 :

$$Q_E(t) - (Q_S(t) + Q_R(t)) = \frac{dV(t)}{dt}$$

- L'expression traduisant la loi de conservation est donnée dans le sujet :

- Le terme $\frac{dV(t)}{dt}$ correspond à la variation du volume d'eau dans un puits de section constante ($A = \pi D^2 / 4$) en fonction du temps. On peut donc exprimer la variation de hauteur d'eau $h(t)$ dans le puits

$$\frac{dV(t)}{dt} = A \cdot \frac{dh}{dt}$$

en fonction du temps :

Nota : la variation $\frac{dV(t)}{dt}$ peut faire apparaître la baisse du niveau par $\frac{dV(t)}{dt} = -A \cdot \frac{dh}{dt}$.

- $Q_S(t)$ correspond au débit d'infiltration, l'eau s'évacuant dans le sol par le fond et la surface latérale d'un puits. Avec $S_m(t) =$ « surface mouillée » ($S_m(t) = \pi \cdot D^2 / 4 + \pi \cdot D \cdot h(t)$) et la vitesse d'infiltration ($u = K \cdot i$) et le gradient hydraulique $i = 1$; on obtient : $Q_S(t) = K \cdot S_m(t)$.

- On obtient l'expression (qui était donnée dans le sujet) après remplacement et simplification pour $Q_E(t) = Q_E =$ Constante et $Q_R(t) = Q_R = 0$:

$$\frac{4}{\pi \cdot D^2} \cdot Q_E - K \cdot \left(1 + \frac{4 \cdot h(t)}{D}\right) = \frac{dh}{dt} \Leftrightarrow (c)$$

Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	25
nombre de copies < 50% des points de la question dont 77 copies = 0	79

- L'identification des termes de la loi de conservation et leurs mises en forme dans cette expression ne présente aucune difficulté 'a priori'. C'est d'un niveau de difficulté élémentaire à Bac+2 puisque toutes les informations étaient données dans le sujet. Cependant, la faible performance obtenue à cette question montre que les candidats ont d'énormes lacunes. Le jury rappelle que savoir exprimer une loi de conservation et savoir résoudre une équation différentielle sont deux exigences indispensables pour se présenter à l'agrégation (quel que soit le domaine technico-scientifique : fluide, thermique, mécanique, ...). Sans ces pré-requis, il est difficile pour un candidat de pouvoir répondre aux objectifs de cette épreuve (cf supra) dès lors qu'une modélisation est envisagée.

Question n°3.3 :

On se place dans l'éventualité d'un colmatage total du système conduisant à $Q_S(t) = 0$ pour un événement pluvieux décennal ($q_E = 1,50 \text{ L/s}$ d'une durée de 30 minutes) et on cherche le temps (T_R) pour remplir un puits sur une hauteur de 4 mètres (avec $Q_R(t) = 0$ aucun rejet) ce dernier étant supposé initialement vide. A

partir de l'expression (c), on a : $\frac{4}{\pi D^2} = \frac{dh}{dt}$. L'intégration triviale donne : $T_R \approx 3273 \text{ s}$.

On peut bien sûr noter que le volume d'eau est $V = \pi \cdot \frac{1,25^2}{4} \cdot 4 = 4,909 \text{ m}^3$ et que le débit d'entrée (q_E) est de

$1,50 \text{ L/s}$. Donc $T_R = \frac{V}{q_E} \approx 3273 \text{ s}$ (soit ≈ 54 minutes).

Dans les conditions d'une pluie décennale, $q_E = 1,50 \text{ L/s}$ d'une durée de 30 minutes, dans le cas d'un puits initialement à « sec » et totalement colmaté, le niveau d'eau dans un puits n'atteint pas la hauteur de rejet de 4 mètres ($Q_R \neq 0$ au delà de 54 minutes).

Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	69
nombre de copies < 50% des points de la question dont 34 copies = 0	35

- Cette question a été correctement traitée par 66% des candidats. Cependant, de nombreux candidats trouvent le bon résultat sans indiquer la conséquence sur le débit de rejet.

Question n°3.4 :

On se place dans le cas où la pluie cesse ($Q_E = 0$) et l'eau diminue dans le puits car elle s'infiltré ($Q_S \neq 0$).

L'expression (c) devient : $K \cdot \left(1 + \frac{4 \cdot h(t)}{D}\right) = \frac{dh}{dt}$. L'intégration donne : $T_V \approx 136702 \text{ s}$ (soit ≈ 38 heures).

Nota : Bien que non demandé dans le sujet, on peut supposer que dans le cas où $Q_S(t) \neq 0$ (infiltration), le temps de remplissage calculé sera plus grand que le temps de remplissage déterminé en Q3.3. Le cas « de pluie intermittente » où le puits serait « partiellement plein » n'était pas demandé. Il conduirait à un temps de remplissage inférieur à celui déterminé précédemment.

Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	5
nombre de copies < 50% des points de la question dont 99 copies = 0	99

- Se reporter aux commentaires de la question n°3.2.

Question n°3.5 :

On se place au niveau du collecteur de la rue « de la commune de Paris ». Si la pluie double d'intensité (pluie centennale $Q_E = 3 \text{ L/s}$ d'une durée de 15 minutes), le temps de remplissage d'un puits d'infiltration (conditions de la question 3.3) est divisé par 2 (soit 27 minutes). Si le temps de remplissage est de 27 minutes avant rejet et que la pluie tombe pendant 15 minutes, le collecteur unitaire ne devrait pas recueillir d'EP dans les conditions énoncées.

Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	18
nombre de copies < 50% des points de la question dont 84 copies = 0	86

- L'analyse des informations et la compréhension du système de gestion des EP permettaient de répondre de façon logique à la question sans calcul (ou presque). Cependant, 84 candidats dont certains avaient correctement répondu à la question n°3.3 se sont abstenus de répondre.

Question n°3.6 :

Ce système de gestion des EP est dimensionné avec un coefficient de sécurité de l'ordre de 2 ce qui est généralement préconisé dans des dispositifs par infiltration. L'objectif de gérer les EP à parcelle, c'est à dire

de temporiser et de limiter les rejets dans le collecteur principal unitaire est atteint dans les conditions des études demandées dans le sujet.

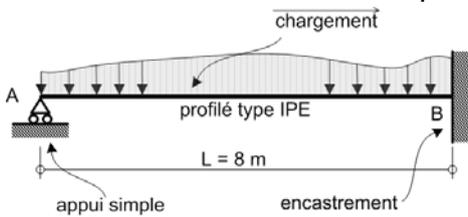
Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	3
nombre de copies < 50% des points de la question dont 100 copies = 0	101

Question n°4.1 :

On suppose que le mur mobile est entièrement déployé sur la longueur $L = 8$ mètres avec un poids linéique uniforme (cf. documentation) de $p_M = 170 \text{ daN/m}$. Le poids propre du profilé est estimé à $p_p = 20 \text{ daN/m}$. Un coefficient d'effet dynamique de l'ordre de 15% sur le chargement statique peut être pris en considération afin de tenir compte des effets lors du déploiement du mur mobile et d'éventuels chocs. Le calcul des déformations s'effectue à l'ELS avec la combinaison fondamentale G+Q ; soit $q_{ELS} = 1,15 \times (170 + 20) \approx 220 \text{ daN/m}$.



La résolution de ce système hyperstatique de degré 1° est facilement réalisable à partir d'une équation de

$$-\frac{q_{ELS} \cdot L^4}{8 \cdot EI} + \frac{Y_A \cdot L^3}{3 \cdot EI} = 0 \Rightarrow Y_A = \frac{3}{8} \cdot q_{ELS} \cdot L$$

compatibilité de déplacement du point A :

L'expression de la flèche se détermine à partir de l'équation différentielle de la ligne élastique selon Navier-Bernoulli : $EI \cdot v''(x) = M(x)$ avec $M(x)$ l'expression du moment fléchissant le long de la poutre.

Après intégrations et applications des conditions aux limites ($v_A = 0$; $v_B = 0$; $w_B = 0$), on obtient :

$$EI \cdot v(x) = -\frac{1}{24} \cdot q_{ELS} \cdot x^4 + \frac{3}{48} \cdot q_{ELS} \cdot L \cdot x^3 - \frac{1}{48} \cdot q_{ELS} \cdot L^3 \cdot x$$

$$x_0 = \left(\frac{1 + \sqrt{33}}{16} \right) \cdot L \approx 0,421 \cdot L$$

La flèche est maximale ($w(x_0) = 0$) pour :

$$v_{max} = v(x_0) = \frac{-q_{ELS} \cdot L^4}{185 \cdot EI}$$

On obtient l'expression : Le critère de flèche à respecter est $v_{max} \leq L/500 = 16 \text{ mm}$.

Le calcul numérique, avec $E_{acier} = 210000 \text{ MPa}$, permet d'exprimer $I \geq 1449 \text{ cm}^4$ et de choisir un IPE 200 (cf. documentation ; $I_{Gx} = 1943 \text{ cm}^4$ et $p_p = 22,4 \text{ kg/m}$).

Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	13
nombre de copies < 50% des points de la question dont 65 copies = 0	91

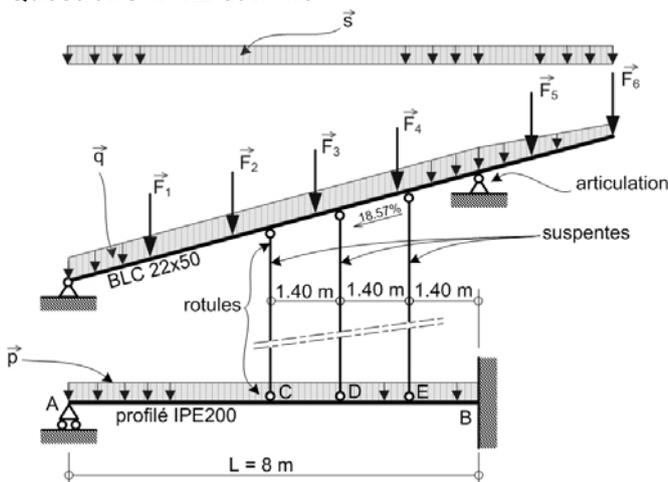
- La méthode résolution était suggérée dans le sujet mais pas imposée. Beaucoup de candidats ont opté pour la méthode des forces (51 candidats sur 104) mais peu ont abouti au bon résultat (les intégrales de

Mohr n'étaient pas fournies et le principe de Verechtchaguine n'est pas assimilé). Deux candidats ont résolu le problème à partir du théorème de Castigliano et un candidat à l'aide des formules de Bresse. Une simplification en usage en bureau d'étude telle que $v_{\max} = v(L/2)$ et l'usage du principe de superposition (cf. formulaire donné) pour déterminer Y_A étaient envisageables (4 candidats sur 104).

- De nombreux calculs de déformations ont été menés à l'ELU (32 candidats sur 104) ! Et de nombreuses erreurs d'unité sont à déplorer dans le calcul numérique final.

- Le jury insiste sur la nécessité de maîtriser les principes de résolution des systèmes hyperstatiques couramment rencontrés.

QuestionS n°4.2 et n°4.3 :



Le bon fonctionnement de la coulisse est subordonné au fait que le mur « ne frotte pas sur le sol », et que le rail soit rectiligne et horizontal. Il faut donc que les déformations (verticales et transversales) du profilé métallique support du rail à court terme et à long terme demeurent acceptables.

La liaison encastrement en B est assurée par la fixation du profilé en sous-face de la dalle BA (cf. dossier de plans). Dans le cas d'une fixation par les ailes du profilé sur la dalle, il faut s'assurer que ces dernières ne se déforment pas et que les ancrages ne présentent aucun jeu (boulons + chevilles par exemple) après fixation. Le point d'appui en A nécessite en raison de l'excentrement poutre / poteau (cf. dossier de plans) la création d'une platine ou d'un corbeau en tête de poteau.

Les 3 suspectes qui apparaissent dans le modèle de calculs en phase DCE laissent penser que le projeteur souhaite limiter les déformations verticales du profilé et/ou limiter les efforts en A (et en B) et/ou augmenter la raideur de l'ensemble afin de limiter les déformations transversales inhérentes à la mise en place du mur mobile (cf. documentation). Dans ce cas, les suspectes bi-articulées pourraient être sollicitées en traction à condition de faire l'objet d'une pré-tension initiale appropriée. Mais, ces suspectes liaisonnées à une poutre BLC (avec encorbellement) soumise à des sollicitations spatio-temporelles variables (neige et vent) peut présenter des déformations différées importantes (fluage du bois, ...). Les suspectes risquent donc d'être sollicitées en compression. En outre, la nature des différents matériaux (profilé IPE à température ambiante, suspectes, poutre BLC sous toiture, ...) engage le projeteur à envisager leurs comportements thermiques (dilatation, contraction). De plus, quelle que soit la nature des efforts dans les suspectes, leurs liaisons excentrées sur le profilé conduisent ce dernier à un risque de déversement (cf. dossier de plans). Ce choix de modélisation en phase DCE est possible mais discutable au regard des inconvénients qu'il occasionne.

Commentaires :

- Les performances des candidats aux questions sont résumées dans les tableaux ci-dessous :

Q4.2	nombre de copies > 50% des points de la question	4
	nombre de copies < 50% des points de la	100

	question dont 62 copies = 0	
Q4.3	nombre de copies > 50% des points de la question	9
	nombre de copies < 50% des points de la question dont 77 copies = 0	95

- L'analyse demandée du modèle mécanique était qualitative et non quantitative (aucun calcul). Seulement 4 candidats sur 104 ont été en mesure par des explications claires et des schémas correctement annotés de répondre parfaitement aux questions posées en 4.2.
- Le contenu des copies montrent que beaucoup de candidats ne maîtrisent pas les principes fondamentaux de la mécanique des structures. De plus, le jury regrette la qualité très médiocre des schémas proposés et la pauvreté des analyses. En effet, 4 candidats sur 5 (80%) n'ont ni observé l'excentrement poteau / poutre, ni évoqué la nature des matériaux, ni fait référence aux possibilités de liaisons, ...
- Les solutions technologiques proposées par les candidats sont malheureusement décontextualisées et souvent inappropriées.
- Le jury rappelle qu'un modèle ne se construit pas ex-nihilo mais à partir de réalités imposées par les plans (dossier d'architecture), des éléments technologiques (dossier technique) d'une part, et à partir de lois et d'hypothèses de comportements des systèmes d'autre part.

Question n°5 :

Réponses présentant trop de variantes possibles pour être exposées (se reporter aux commentaires).

Commentaires :

- Les performances des candidats à cette question sont résumées dans le tableau ci-dessous :

nombre de copies > 50% des points de la question	16
nombre de copies < 50% des points de la question dont 49 copies = 0	88

- Globalement, les copies des candidats montrent d'importantes méconnaissances de la conception des éléments BA, de leur réalisation et de leur mise en œuvre. Les liaisons entre les éléments ne sont pas mises en évidence et présentent souvent de graves insuffisances (armatures en attente, défaut de zone de repos, longueur de scellement, localisation des armatures principales, absence d'étaie, ...).
- Les différences de niveaux entre les dalles n'ont pas été évoquées par 68% des candidats et 15% ont même considéré une dalle sur toute la surface du plancher haut RdC !
- La particularité du clouage entre les poutres préfabriquées et les poteaux circulaires a été occultée par 74% des candidats.
- Les croquis/schémas et les explications connexes devant faire clairement apparaître les éléments ci-dessous sont globalement d'une qualité médiocre.
 - Chronologie des opérations et intégration de la sécurité.
 - Géométrie et dimensions des éléments préfabriqués et réalisés in-situ.
 - Position des armatures principales.
 - Cotes d'arase et de repos.
 - Manutentions et phases de pose.
 - Clouages, reprises de bétonnage et armatures dans ces zones.
 - Matériels employés.
 - ...
- Le jury rappelle que les compétences liées à la réalisation des ouvrages et à l'organisation des travaux sont fondamentales pour un candidat qui souhaite devenir agrégé en ingénierie des constructions.

Question n°6 :

- Le choix d'une production de chaleur par chaudières à condensation 2 tubes n'est pas justifié dans la mesure où le régime de température en chaufferie est stable à 80/60. Or la condensation n'est effective qu'avec des retours « froids », au moins inférieurs à 55°C.
- Le choix d'un système de chauffage mixte (base par radiateurs et complément par CTA) est justifié car la zone de restauration subit d'importantes variations de charge thermique en peu de temps (présence de classes à déjeuner). Il est donc important que le système de chauffage présente peu d'inertie pour éviter autant de variations de température ambiante. C'est le cas du chauffage par soufflage d'air chaud avec CTA.
- Le choix d'un circulateur à vitesse variable est justifié pour le réseau radiateurs car ceux-ci sont équipés de robinets thermostatiques : le circulateur modulera sa vitesse selon la résistance hydraulique variable du réseau. Par contre, il n'est pas techniquement justifié pour le réseau batteries CTA dans la mesure où celles-ci sont régulées par V3V : Quels que soient les besoins, le débit général restera stable. Une régulation par V2V serait à prescrire.

Question n°7 :**Q 7.1 – (cf. DR01)**

Les débits sont calculés par $q_m \text{ [kg/s]} = \frac{P}{C \cdot \Delta T_{ES}}$. On obtient un débit global $Q_v = 688 \text{ L/h}$.

Les pertes de charge linéiques obtenues par abaque sont respectivement 9 et 12 mmCE/m pour les tubes 10x1 et 12x1,1.

La perte de charge du circuit défavorisé (tronçon commun + antenne 4) vaut 2,150 mCE.

Q 7.2 – Point de fonctionnement moyen annuel : $Q_v = 688 \text{ L/h}$ $H_m = 1,7 \text{ mCE}$

En reportant sur les courbes de puissance, on obtient environ : $P = 7 \text{ W}$

Soit une économie annuelle électrique de $\frac{35 - 7}{35} = 80\%$

Q 7.3 – (cf. DR01)

Antennes 1 à 11 : $Z_{eq//} = 1,1 \cdot 10^{-3}$

Tronçon commun : $Z_{TC} = 2,85 \cdot 10^{-3}$

Circuit : $Z_{circuit} = 1,1 \cdot 10^{-3} + 2,85 \cdot 10^{-3} = 3,95 \cdot 10^{-3}$

$H_m = 2150 = Z_{circuit} \times Q_{circuit}^2 \rightarrow Q_{circuit} = 738 \text{ L/h}$ (+7% par rapport au débit prévu)

Perte de charge du tronçon commun $J_{TC} = Z_{TC} \times Q_{circuit}^2 = 1552 \text{ mmCE}$

Perte de charge du groupe antennes $J_{eq//} = Z_{eq//} \times Q_{circuit}^2 = 599 \text{ mmCE}$

$J_{eq//} = J_i = Z_i \times Q_i^2$ permet de déterminer les débits Q_i pour les antennes de 1 à 11.

Seuls les radiateurs des antennes 9, 10 voire 11 nécessitent une intervention (en fermeture).

Q 7.4 – Si seule l'antenne 1 est ouverte : $Z_{circuit} = Z_{TC} + Z_1 = 0,085$

Avec le circulateur à vitesse variable : $1,3Q + 1250 = 0,085 Q^2 \rightarrow Q = 129 \text{ L/h}$ au lieu de 86 L/h soit + 50%

Avec le circulateur classique : $2700 - 0,00115Q^2 = 0,085 Q^2 \rightarrow Q = 177 \text{ L/h}$ au lieu de 86 L/h soit + 106%

Le circulateur à vitesse variable limite l'augmentation de débit, elle n'est que de 50%. Avec le circulateur classique (+106%), un sifflement est à craindre.

Désignation	Puissance des radiateurs	Débit souhaité		Tube (D _{ext} x e)	PdC linéiques	Longueur AR	PdC régulière	PdC singulières (radiateurs, vannes, sous-station, nourrices)	PdC totales	Mise en Service	
		[W]	[kg/s]							[L/h]	[mm]
											[L/h]
Antenne 1	2000	0,024	86	PER 12x1,1	12	34	408	200	608	85,5	0
Antenne 2	1000	0,012	863	PER 10x1	9	56	504	150	654	41	-5
Antenne 3	1000	0,012	43	PER 10x1	9	60	540	150	690	40	-7
Antenne 4	2000	0,024	86	PER 12x1,1	12	50	600	200	800	75	-13
Antenne 5	1000	0,012	43	PER 10x1	9	42	378	150	528	46	+7
Antenne 6	1000	0,012	43	PER 10x1	9	36	324	150	474	48	+12
Antenne 7	2000	0,024	86	PER 12x1,1	12	30	360	200	560	89	+3
Antenne 8	2000	0,024	86	PER 12x1,1	12	26	312	200	512	93	+7
Antenne 9	1000	0,012	43	PER 10x1	9	18	162	150	312	60	+40
Antenne 10	1000	0,012	43	PER 10x1	9	16	144	150	294	61	+42
Antenne 11	2x1000	0,024	86	PER 12x1,1	12	20	240	200	440	100	+16
Tronçon commun (nourrices incluses)		0,19	688	Acier 3/4" 26,9x2,3	25	40	1000	350	1350	738	+7

Débit global souhaité	688 L/h
-----------------------	---------

PdC circuit défavorisé	2150 mCE
------------------------	----------

Tableau hydraulique réseau CHAUFFAGE

DR01

Question n°8 :

Q 8.1 – Tube PER nu : $R_g = 1,67 \text{ m}^\circ\text{C/W}$ $\rightarrow U = 0,6 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
 Tube calorifugé : $R_g = 6,23 \text{ m}^\circ\text{C/W}$ $\rightarrow U = 0,16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

Q 8.2 – $-\sum(m_L C) \frac{dT}{dt} = U(T - T_{amb})$
 $\frac{dT}{T - T_{amb}} = -\frac{U}{\sum(m_L C)} dt$

En posant $\theta = T - T_{amb}$, $d\theta = dT$, on obtient :

$\frac{d\theta}{\theta} = -\frac{U}{\sum(m_L C)} dt$

Soit en intégrant entre 0 et t :

$\ln \frac{\theta_t}{\theta_0} = -\frac{U}{\sum(m_L C)} t$

$\theta_t = \theta_0 \cdot e^{-U/\sum(m_L C) t}$

$T_t = T_{amb} + (T_0 - T_{amb}) \cdot e^{-t/\tau}$ avec τ (constante de temps) = $\frac{\sum(m_L C)}{U}$

Tube PER nu : $\tau = 1755 \text{ s}$ $\rightarrow T_{3h} = 19^\circ\text{C}$

Tube calorifugé : $\tau = 6581 \text{ s}$ $\rightarrow T_{3h} = 27^\circ\text{C}$

Isoler les tubes ne suffit pas pour maintenir l'ECS stagnante à une température supérieure à 55°C : un bouclage est nécessaire.

Q 8.3 – Avec une vitesse minimale de $0,2 \text{ m/s}$, le débit dans chaque antenne doit être d'au moins :

$Q_V = 4,12 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} = 0,04 \text{ L/s} = 148 \text{ L/h}$

Le débit respectant la température de distribution est obtenu par :

$q_m [\text{kg/s}] = \frac{P}{C \cdot (T_E - T_S)}$ où $P = U \cdot L \cdot (T_{\text{tube}} - T_{amb})$

avec $T_E = 60$, $T_S = 55$, $T_{\text{tube}} = 57,5$ et $T_{amb} = 19$

On obtient :

antenne	A	B	C	D	E	F
pertes P[W]	154	215	43	92	105	49
débit [L/h]	26	37	7	16	18	8

Tous les débits sont inférieurs au débit « bras mort » (148 L/h). Par conséquent le débit global $Q_{\text{circulateur}} = 6 \times 148 = 890 \text{ L/h}$ qui sera équitablement réparti dans les antennes.

Q 8.4 – Longueur totale de canalisation ECS : 107 m

Sans bouclage :

- perte en eau $3 \times 107 \times 0,206 = 66 \text{ L/j}$ soit $0,23 \text{ €}$
 - perte en énergie $\frac{66 \times 4185 \times (60-10)}{3600000} = 3,84 \text{ kWh}$ soit $0,46 \text{ €}$
 Total : $0,69 \text{ €}$

Bouclage :

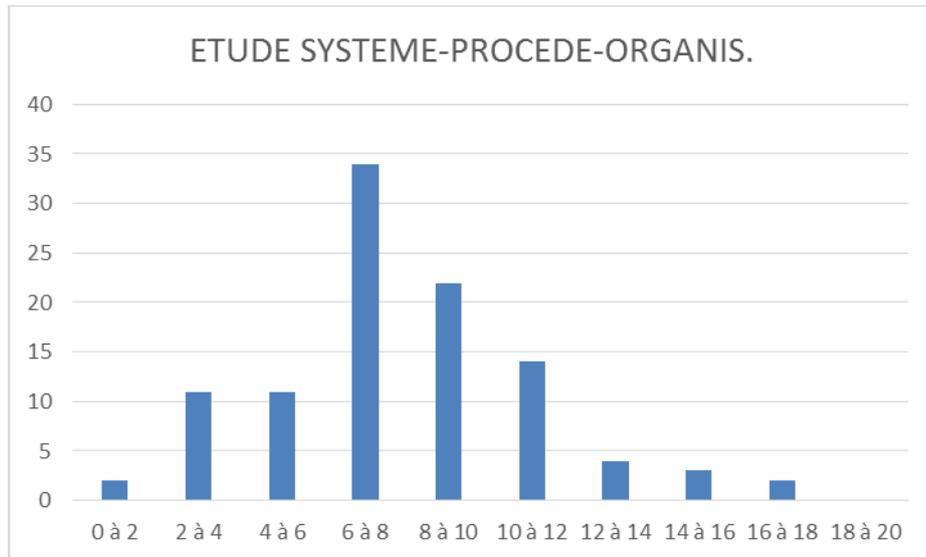
- perte en ligne $8,5 \times 107 = 912 \text{ W}$ (sur 24h, 22 kWh) soit $2,63 \text{ €}$
 - circulateur $20 \times 24 = 480 \text{ Wh}$ soit $0,06 \text{ €}$
 Total : $2,69 \text{ €}$

Le bouclage ne permet pas de faire des économies mais son coût de revient (ici 2 €/j) est insignifiant pour le confort et la protection sanitaire qu'il procure.

Résultats

99 candidats ont participé à cette épreuve. La moyenne des notes obtenues est de 8/20 et l'écart type est de 3,5 avec :

- 20 comme meilleure note ;
- 1,4 comme note la plus basse.



Exemple de sujet pour l'épreuve d'admission : « Activité pratique et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique »



EXEMPLE DE SUJET

(pour un candidat inscrit en spécialité
structure, même principe en énergie)

SESSION 2017

AGREGATION
CONCOURS INTERNE

Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR

Option : INGÉNIERIE DES CONSTRUCTIONS

Activité pratique et exploitation pédagogique d'un système
pluritechnique en Ingénierie des constructions

Durée : 6 heures

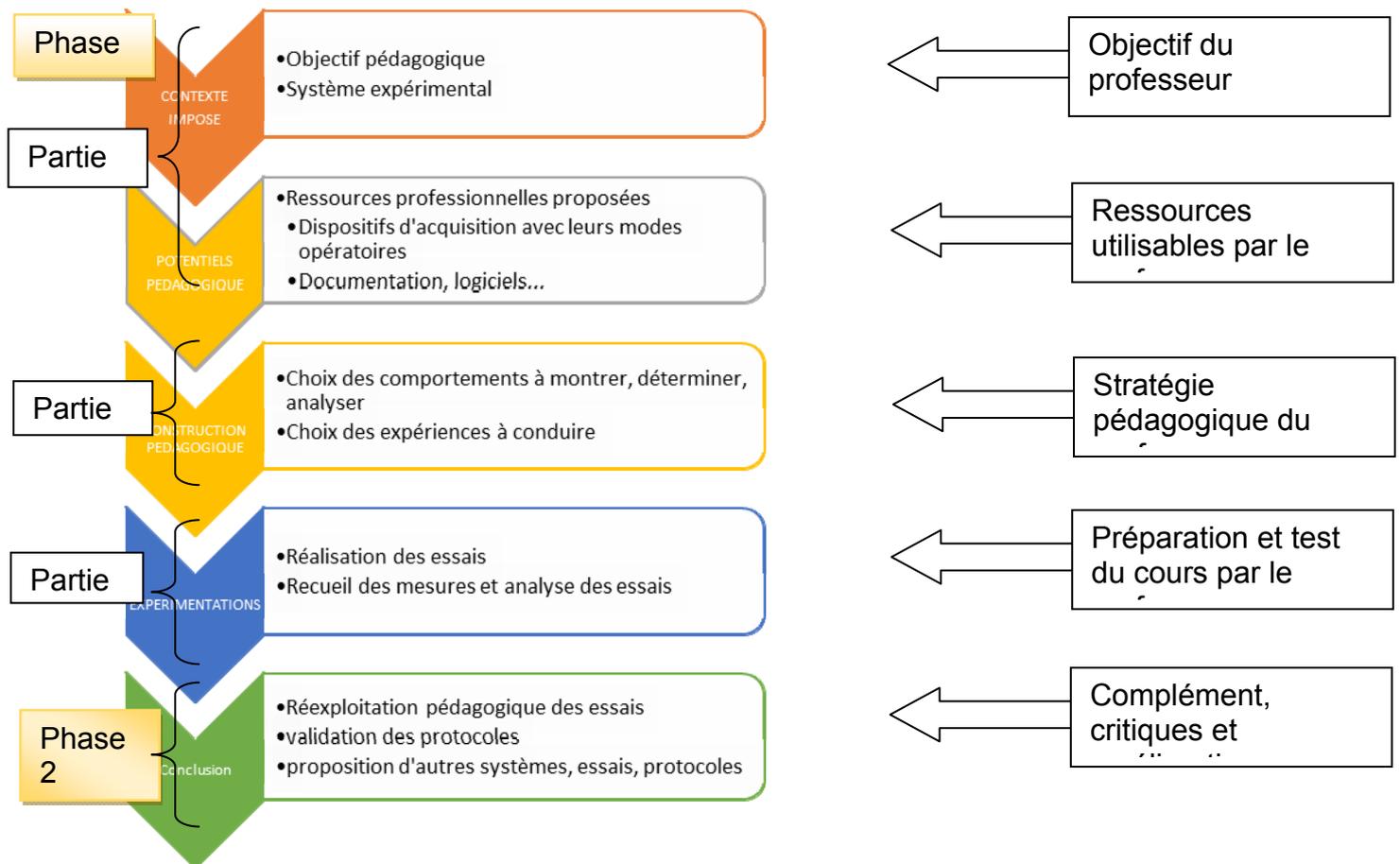
Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale, informe le jury, fait la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

NB : Il est demandé aux candidats de rendre à l'issue de l'épreuve tous les documents qui lui ont été donnés mais aussi tous les brouillons et copies qui lui ont servis durant l'épreuve.

A - protocole d'évaluation du candidat

Cette évaluation se déroule en trois phases :



1. PHASE 1 – Préparation pédagogique en laboratoire (durée 4 h 00)

1.1. Première partie (durée 0 h 30) : découverte de l'objectif et des ressources

L'objectif de cette phase est de découvrir l'objectif pédagogique imposé et les ressources pédagogiques fournies. Ces ressources peuvent comprendre des systèmes expérimentaux, des documents, des dossiers techniques, des logiciels.

À la fin de cette partie, l'examineur s'assure que le candidat s'est bien approprié la problématique pédagogique, les ressources à disposition, et en a identifié les principaux potentiels pédagogiques.

1.2. Deuxième partie (durée 1 h 00) : analyse et préparation pédagogique

Dans cette partie, le candidat élabore une stratégie pédagogique permettant de construire une séquence répondant aux objectifs fixés, et l'amenant à utiliser les ressources disponibles. Il est demandé d'exploiter les potentialités des ressources expérimentales et numériques.

1.3. Troisième partie (durée 2 h 30) : préparation pédagogique avec expérimentation

Le candidat met en œuvre les expérimentations et applications numériques préparées afin de les tester, valider leur intérêt pédagogique et leur faisabilité en séance de cours. Il exploite les résultats et conclut.

2. PHASE 2 – Mise en loge et préparation de l'exposé (durée 1 h 00)

Le candidat ne manipule plus et prépare son exposé à présenter au jury.

3. PHASE 3 – Exposé oral et entretien avec le jury en salle (durée 1 h 00)

L'exposé oral d'une durée maximale de 30 minutes doit comporter :

- La présentation des objectifs pédagogiques et des ressources mises à disposition (5 mn environ) ;
- La présentation de la réflexion sur les potentialités et la stratégie pédagogique (5 mn environ) ;
- La présentation de la séquence & séance pédagogique proposée (15 minutes environ) ;
- Le compte – rendu des expérimentations effectuées et des résultats obtenus (10 minutes).

Un entretien avec le jury d'une durée maximale de 30 minutes suit l'exposé oral du candidat.

B - TRAVAIL DEMANDE

Le travail demandé dans les différentes phases de l'épreuve est précisé ci-dessous.

Phase	Durée	Objet	Travail demandé et évalué par les jurys de l'épreuve	
PHASE 1 <i>(4h)</i>	Partie 1 <i>(30 min)</i>	I. CONTEXTE IMPOSE	S'approprier les objectifs pédagogiques et les présenter au jury	
		II. POTENTIELS PEDAGOGIQUES	S'approprier les ressources pédagogiques disponibles Analyser et présenter les potentiels pédagogiques des ressources disponibles (équipements, logiciels, documentation...)	
	Partie 2 <i>(1h)</i>	III. CONSTRUCTION PEDAGOGIQUE		Préciser les compétences qui seront développées dans la séquence
				Définir et justifier le positionnement temporel de la séquence dans le cycle de formation
				Définir une trame de séquence pédagogique (ébauche)
				Proposer des activités pratiques à réaliser pendant une séance et s'appuyant sur les ressources proposées
				Prendre connaissance des possibilités d'expérimentation complémentaires fournies par le jury. Analyser leur intérêt pédagogique. Valider avec le jury les expérimentations et application numériques à mettre en œuvre ensuite.
	Partie 3 <i>(2h30)</i>	IV. EXPERIMENTATIONS		Préparer le scénario expérimental à mettre en œuvre : définir les grandeurs à mesurer, les phénomènes à observer
				Conduire les essais, réaliser les mesures et observations prévues
				Traiter les résultats (réaliser les calculs, tracer les courbes ...)
		V. CONCLUSION		Analyser les résultats obtenus et les valider (ordre de grandeur, fiabilité ...)
				Valider l'intérêt pédagogique de l'expérimentation conduite. Identifier les forces et faiblesses.
PHASE 2 <i>(1h)</i>	Mise en loge	Terminer la construction de la proposition pédagogique (trame de séquence et séance expérimentale détaillée)		
PHASE 3 <i>(1h)</i>	Exposé et entretien		Décrire l'objectif pédagogique, les ressources disponibles	
			Présenter la réflexion, la stratégie pédagogique et les choix effectués	
			Décrire et analyser les expérimentations effectuées	

		Présenter la trame de séquence envisagée
		Présenter la séance, son positionnement dans la formation, les activités des élèves pour un groupe classe
		Présenter les dispositifs numériques complémentaires pour cette séquence, en classe et en dehors de la classe
		Présenter les modalités du suivi et d'évaluation des élèves
		Proposer des possibilités de différenciation des activités permettant de s'adapter aux besoins des élèves
		Conclure sur la proposition pédagogique (améliorations, limites, difficultés, points forts ...)

Autres critères d'évaluation également pris en compte par le jury :

- Proposer une pédagogie efficace et innovante ;
- Produire un discours clair, précis et rigoureux ;
- Etre pertinent et réactif aux questions posées ;
- Dégager l'essentiel et donner du sens ;
- Captiver l'auditoire.

C - OBJECTIF PEDAGOGIQUE IMPOSE POUR L'EPREUVE

Sujet : **Concevoir et présenter une séquence de formation sur le sujet du matériau béton, ses caractéristiques physiques et mécaniques et l'influence de ces caractéristiques dans le dimensionnement d'un ouvrage en béton armé.**

On abordera tout ou partie des notions suivantes :

- **Comportement mécanique du béton.**
- **Caractéristiques réglementaires et caractéristiques réelles du béton.**
- **Influence des caractéristiques du béton sur le dimensionnement d'un élément d'ouvrage en béton armé.**

La proposition pédagogique sera envisagée pour une formation de **BTS Bâtiment**.

D - RESSOURCES PEDAGOGIQUES DISPONIBLES

<p>R1 : Référentiels de formation</p> <ul style="list-style-type: none"> • BTS Bâtiment 	<p>R2 : INFORMATIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un PC équipé des logiciels REVIT et Robot Structural Analysis. • Une suite bureautique • Un fichier REVIT et un fichier ROBOT de la structure du bâtiment « Fuji ».
<p>R3 : DOSSIER SUPPORT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projet de construction du bâtiment « Fuji » • Cahier des Clauses Techniques Particulières du bâtiment « Fuji » 	<p>R4 : RESSOURCES DOCUMENTAIRES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normes d'essai sur les bétons • Techniques de l'Ingénieur – Du béton frais au béton durci, éléments de comportement • Mode opératoire des machines d'essai

	<ul style="list-style-type: none"> • Mode opératoire logiciels REVIT et Robot Structural Analysis • Données relatives à l'étude
<p>R5 : EQUIPEMENTS EXPERIMENTAUX</p> <p>Matériaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 éprouvettes de béton cylindrique 15 x 30 cm. • Une éprouvette de béton cylindrique 15 x 30 cm équipé d'un dispositif de mesures extensométriques. <p>Matériel :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une presse et un dispositif d'acquisition des déformations sur éprouvette équipée • Un bâti pour essai de traction par fendage • Un scléromètre • Petit matériel de laboratoire 	

R3 – DOSSIER SUPPORT

L'ouvrage support est un bâtiment d'habitation de type R+3 avec un niveau de sous-sol.

Il fait partie du projet nommé « Fuji » qui se compose d'un ensemble de trois bâtiments qui réuniront 85 logements sociaux. Le bâtiment étudié est le bâtiment numéro 2.

La structure porteuse de ce bâtiment est classique : voiles, poteaux, poutres et dalles B.A. coulés en place et fondés sur des semelles filantes et isolées.

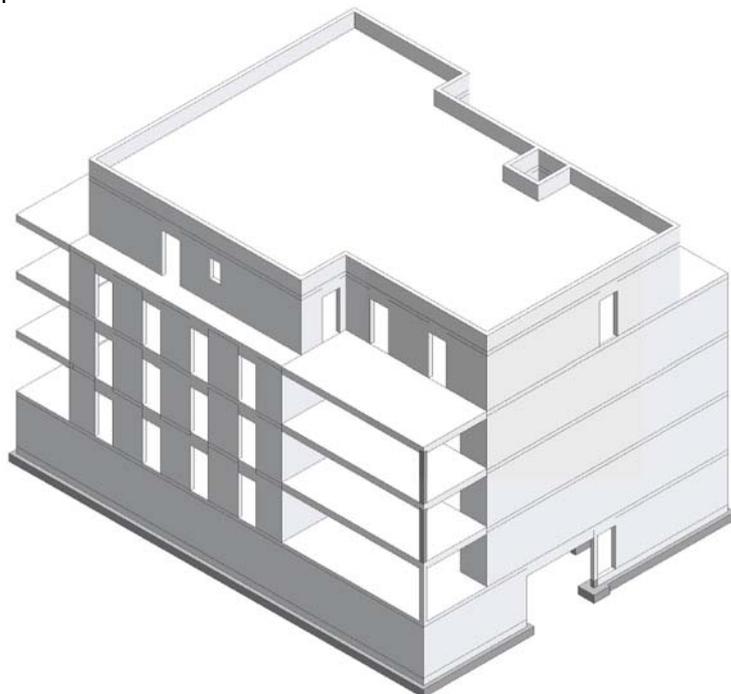


Fig. 1 : Vue en perspective de la structure du bâtiment

Afin de valider et d'optimiser une poutre se situant au niveau de la dalle de transfert entre le rez-de-chaussée et le sous-sol, un bureau d'études structure fait appel à un laboratoire pour préciser par des mesures, les caractéristiques physiques et mécaniques du béton utilisé pour la construction de ce bâtiment.

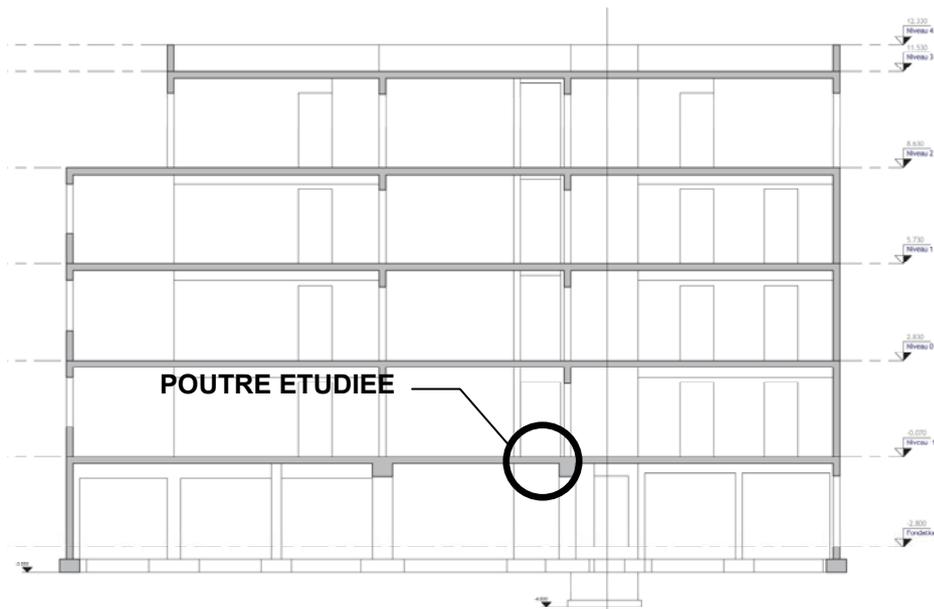


Fig. 2 : Coupe verticale de la structure du bâtiment

L'objectif du bureau d'étude est ensuite d'utiliser les résultats obtenus par le laboratoire pour affiner le dimensionnement de la poutre en comparaison avec la classe du béton qui était définie dans le CCTP du lot Gros-Œuvre de ce chantier.

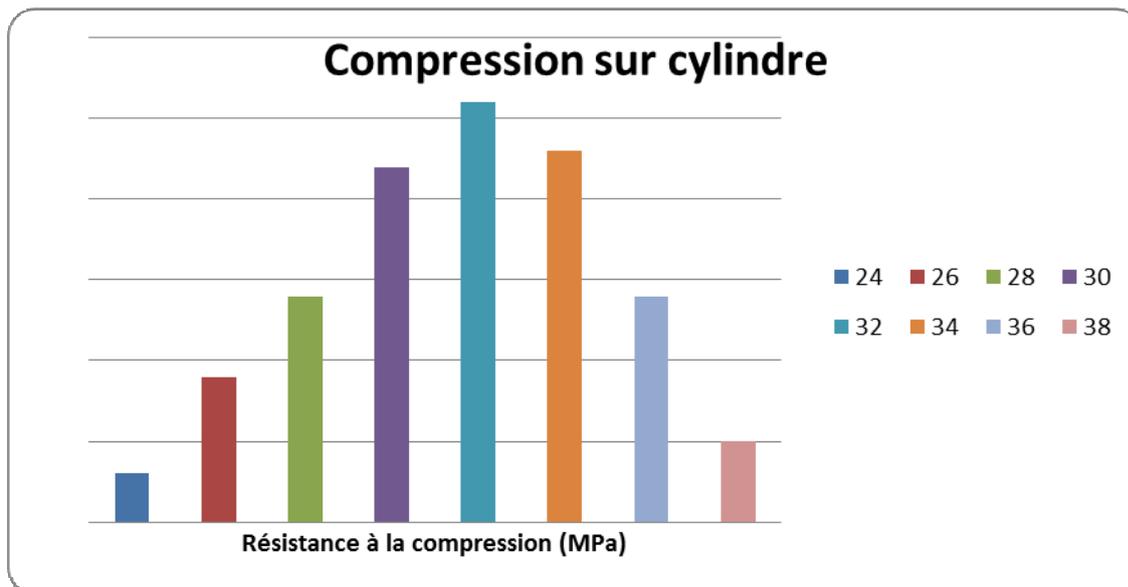
R4 - Données relatives à l'étude

Résistance à la compression du béton : (Technique de l'ingénieur page 5)

On vous donne dans le tableau ci-après des résultats d'essais de compression réalisés sur des éprouvettes cylindriques de béton. Ces essais ont été réalisés par la centrale de production de béton sur des éprouvettes de béton à propriétés spécifiées dont la composition est identique à celle qui sera utilisée pour le béton du chantier qui nous concerne. Ces essais (232) ont été effectués sur cylindre 15x30 à 28 jours en suivant le protocole de la norme en vigueur.

Nombre d'essais	6	18	28	44	52	46	28	6
f_c en [MPa]	24	26	28	30	32	34	36	38

Ces résultats sont présentés sous la forme d'un histogramme (voir ci-dessous) dont la courbe enveloppe peut être modélisée par une loi normale.



La résistance caractéristique à la compression du béton (f_{ck}) est définie, conformément à l'approche statistique de la norme NF EN 206-1, comme le fractile 5% de la distribution des résistances.

Si la distribution des résistances suit une loi normale alors le fractile 5% f_{ck} est égal à :

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,645 u \quad (1)$$

avec f_{cm} la moyenne de la distribution et u l'écart type.

L'Eurocode 2 Béton adopte, pour simplifier, la relation suivante :

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ MPa} \quad (2)$$

avec f_{cm} la résistance moyenne en compression à 28 j.

Résistance à la traction du béton : (Technique de l'ingénieur page 9)

La valeur de la résistance en traction moyenne du béton (f_{ctm}) est obtenue à partir de la résistance caractéristique à la compression du béton :

$$f_{ctm} = 0,30.f_{ck}^{(2/3)} \quad (3)$$

La résistance caractéristique à la traction minimale du béton (f_{ctk}) est définie, conformément à l'approche statistique de la norme NF EN 206-1, comme le fractile 5% inférieur de la distribution des résistances.

L'Eurocode 2 Béton adopte la relation suivante :

$$f_{ctk} = 0,7.f_{ctm} \quad (4)$$

avec f_{ctm} la résistance moyenne en traction à 28 j.

Module d'élasticité longitudinal du béton : (Technique de l'ingénieur page 7)

Le module de déformation longitudinal du béton ou module sécant décrit le comportement élastique quasi linéaire de la relation contraintes-déformation du béton soumis à la compression.

Ce comportement élastique quasi-linéaire reste totalement réversible si la contrainte de compression est limitée à un certain pourcentage de la résistance à la compression du béton. Ce pourcentage est défini à la page 7 du document Technique de l'ingénieur. Pour qu'un essai de mesure du module d'élasticité n'endommage pas l'éprouvette utilisée, il faut donc que les déformations de l'éprouvette restent inférieures à ce pourcentage.

La valeur du module d'élasticité du béton étudié peut aussi être estimée théoriquement par la relation suivante :

$$E_{cm} \text{ (GPa)} = 22.[(f_{cm})/10]^{0,3} \text{ avec } f_{cm} \text{ en Mpa} \quad (5)$$

Rapport du jury de l'épreuve d'admission : « Activité pratique et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique »

Coefficient 2 – Durée 6 heures

1. Présentation de l'épreuve

L'épreuve d'activité pratique et d'exploitation pédagogique relative à l'approche spécialisée d'un système technique prend appui sur une situation professionnelle d'enseignement proposée au candidat dans le cadre de l'exercice de sa mission future de professeur.

Dans ce cadre, des ressources pédagogiques sont données au candidat afin de préparer une trame de séquence pédagogique dans laquelle une séance expérimentale sera détaillée. Cette séance devra permettre de montrer comment le candidat exploite avec pertinence les potentialités :

- De ressources documentaires ;
- De ressources expérimentales (échantillons, matériels, bancs d'essais, maquettes, éléments de structures ...) ;
- De ressources informatiques (logiciels modeleurs, simulateurs ...).

Cette épreuve permet au candidat d'élaborer une stratégie pédagogique, de réaliser des essais et mesures sur tout ou partie d'un système didactique ou professionnel, et d'en produire une analyse critique sur la pertinence et l'efficacité de la séquence envisagée.

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

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

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

Cette épreuve d'activité pratique demande aux candidats de mobiliser les compétences (nécessitant les savoirs, savoir-faire et savoir-être associés) nécessaires à l'enseignement pouvant être confié à un professeur agrégé SII d'ingénierie de la construction. Pour répondre à cet objectif, les supports utilisés lors de cette épreuve sont relatifs à ce même champ de l'Ingénierie.

2. Déroulement de l'épreuve

Cette épreuve, de coefficient 2, dure 6 heures et comporte trois phases :

- phase 1 – mise en œuvre des équipements du laboratoire et exploitation pédagogique (durée 4 h) ;
- phase 2 - préparation de la présentation (mise en loge pendant 1 h) ;
- phase 3 - présentation des travaux devant un jury (durée 1 h).

L'utilisation d'une calculatrice est autorisée (conformément à la circulaire n°99-186). Durant toute cette épreuve les candidats ont accès à Internet.

La phase 1 – Manipulation expérimentale au laboratoire. Cette première phase d'une durée totale de 4 h se décompose en trois parties.

Dans cette phase, les candidats ont à leur disposition les différents supports étudiés, qu'ils utiliseront pour proposer une séquence pédagogique. **L'exploitation pédagogique proposée est liée aux activités pratiques réalisées.**

Première partie – Contexte et potentiels pédagogiques (durée ≈ 0h30)

Le candidat doit prendre connaissance du dossier support, des matériels ou équipements proposés, associés si besoin à des systèmes informatiques de pilotage, de traitement, de simulation, de représentation, et de l'objectif pédagogique fixé dans le sujet. Il doit également identifier les potentialités pédagogiques des différentes ressources proposées.

Deuxième partie – Construction pédagogique (durée ≈ 1h)

Pour cette partie, le candidat doit concevoir et organiser une séquence de formation pour un objectif pédagogique imposé à un niveau de classe donné et identifier les compétences associées. Il établit une liste d'expérimentations à réaliser dans le cadre de la séance pratique s'intégrant dans cette séquence.

Troisième partie - Expérimentation (durée ≈ 2h30)

Le candidat prépare puis mène ses expérimentations, essais, ou ceux proposés par le jury. Il réalise les mesures et observations, exploite les ressources logicielles le cas échéant. Il exploite ensuite les résultats obtenus : il les traite (calculs, représentations graphiques...), analyse leur justesse, fiabilité... Il conclut enfin sur les forces et faiblesses des expérimentations menées et formule des conclusions.

La phase 1 se déroule dans le laboratoire dans lequel figurent des supports¹. Les candidats disposent de l'ensemble des moyens nécessaires à l'expérimentation et d'un poste informatique doté des logiciels courants de bureautique et des logiciels plus spécifiques liés au sujet qui leur est proposé. Tout ou partie des manipulations se déroulent en présence de l'examineur auprès de qui le candidat justifie et discute les essais et expérimentations menées ainsi que les résultats obtenus.

La phase 2 – Mise en loge (durée 1 h).

Le candidat prépare l'intervention qu'il effectuera devant le jury. Durant cette phase de préparation de l'exposé, le candidat **n'a plus accès aux matériels, bancs et simulations**. Il dispose d'un poste

¹ systèmes réels distants ou non avec éventuellement sous-ensembles et composants industriels ; systèmes réels instrumentés ; systèmes didactisés ; systèmes sous forme de maquette et systèmes simulés.

informatique relié à l'internet doté des logiciels courants de bureautique. Il dispose des résultats obtenus lors de la phase 1 qu'il aura stockés dans un espace qui lui est dédié.

Il finalise la présentation de sa séquence pédagogique et détaille un ou plusieurs points-clefs des séances de formation. La présentation prend notamment appui sur les investigations et les analyses effectuées au préalable par le candidat au cours des activités pratiques. Les activités des élèves pendant la séance pratique sont développées, ainsi que les modes d'évaluation et de suivi des élèves au cours de la séance et de la séquence. Le candidat veillera à identifier des possibilités de différenciation de l'enseignement visant à s'adapter aux différents niveaux des élèves. Il conclura sur la proposition et sur les améliorations possibles

La phase 3 se déroule dans la salle d'exposé devant le jury.

L'exposé oral d'une durée maximale de 30 minutes comporte :

- la présentation du contexte (objectif pédagogique et ressources disponibles) ;
- Une présentation de la réflexion et de la stratégie pédagogique conduite ;
- le compte-rendu des manipulations effectuées et l'analyse des résultats obtenus dans la deuxième partie de la première phase des activités pratiques ;
- l'exploitation pédagogique proposée ;
- une conclusion.

L'entretien avec le jury se borne à une durée maximale de 30 minutes.

Le candidat est amené au cours de sa présentation orale à expliciter sa démarche méthodologique, à mettre en évidence les informations, données et résultats issus des investigations conduites au cours des activités pratiques qui lui ont permis de construire sa séquence de formation, à décrire et à situer la séquence de formation qu'il a élaborée.

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

Pour la présentation devant jury, les candidats ont à leur disposition un tableau, un ordinateur et un vidéoprojecteur. Ils disposent d'un poste informatique relié à Internet et doté des logiciels courants de bureautique, et des résultats obtenus lors des phases 1 et 2 qu'ils ont stockés dans l'espace qui leur est dédié.

3. Travail demande pour l'épreuve

Le travail et les activités imposés aux candidats dans les différentes phases de l'épreuve sont précisés ci-dessous. Les candidats sont évalués au regard de ces attentes.

Phase	Durée	Objet	Attentes et production évaluée par les jurys de l'épreuve
PHASE 1 (4h)	Partie 1	I. CONTEXTE IMPOSE	S'approprier les objectifs pédagogiques et les présenter au jury
			S'approprier les ressources pédagogiques disponibles
	Partie 2	III. CONSTRUCTION PEDAGOGIQUE	Analyser et présenter les potentiels pédagogiques des ressources disponibles (équipements, logiciels, documentation...)
			Préciser les compétences qui seront développées dans la séquence
			Définir et justifier le positionnement temporel de la séquence dans le cycle de formation
			Définir une trame de séquence pédagogique (ébauche)
		Proposer des activités pratiques à réaliser pendant une séance	

			et s'appuyant sur les ressources proposées
			Prendre connaissance des possibilités d'expérimentation complémentaires fournies par le jury. Analyser leur intérêt pédagogique. Valider avec le jury les expérimentations et application numériques à mettre en œuvre ensuite.
	Partie 3	IV. EXPERIMENTATIONS	Préparer le scénario expérimental à mettre en œuvre : définir les grandeurs à mesurer, les phénomènes à observer
			Conduire les essais, réaliser les mesures et observations prévues
			Traiter les résultats (réaliser les calculs, tracer les courbes-...)
	V. CONCLUSION	Analyser les résultats obtenus et les valider (ordre de grandeur, fiabilité ...)	
		Valider l'intérêt pédagogique de l'expérimentation conduite. Identifier les forces et faiblesses.	
PHASE 2 (1h)	Mise en loge	Terminer la construction de la proposition pédagogique (trame de séquence et séance expérimentale détaillée)	
PHASE 3 (1h)	Exposé et entretien	Décrire l'objectif pédagogique, les ressources disponibles	
		Présenter la réflexion, la stratégie pédagogique et les choix effectués	
		Décrire et analyser les expérimentations effectuées	
		Présenter la trame de séquence envisagée	
		Présenter la séance, son positionnement dans la formation, les activités des élèves pour un groupe classe	
		Présenter les dispositifs numériques complémentaires pour cette séquence, en classe et en dehors de la classe	
		Présenter les modalités du suivi et d'évaluation des élèves	
		Proposer des possibilités de différenciation des activités permettant de s'adapter aux besoins des élèves	
		Conclure sur la proposition pédagogique (améliorations, limites, difficultés, points forts ...)	

Plusieurs autres critères d'évaluation sont également pris en compte par le jury :

- Proposer une pédagogie efficace et innovante ;
- Produire un discours clair, précis et rigoureux ;
- Etre pertinent et réactif aux questions posées ;
- Dégager l'essentiel et donner du sens ;
- Captiver l'auditoire.

4. Séquences pédagogiques demandées pendant l'épreuve

Les séquences pédagogiques demandées étaient imposées pour les formations suivantes :

- Baccalauréats STI2D et SSI ;
- Sciences Industrielles de l'Ingénieur en classes préparatoires aux écoles d'ingénieurs ;
- DUT :
 - o Génie Civil Construction Durable ;
 - o Génie Thermique et Énergie.
- BTS :
 - o Travaux Publics ;
 - o Bâtiment ;
 - o Systèmes Constructifs Bois et Habitat ;
 - o Constructions métalliques ;
 - o Enveloppe du bâtiment : conception et réalisation ;
 - o Fluides Énergies Domotique ;
 - o Métiers du Géomètre Topographe et de la Modélisation Numérique ;
 - o Étude et Réalisation des Agencements ;
 - o Aménagement et Finitions ;

- Étude et économie de la Construction ;

Pour la session 2017, les ressources proposées pour cette épreuve d'activité pratique pouvaient être issues de la liste suivante :

- ressources documentaires diverses ;
- logiciels courants de bureautique ;
- logiciels divers de visualisation, d'analyse, modeleurs et simulateurs (mécanique, acoustique, énergétique ...) ;
- logiciels de modélisation, analyse et simulation sur maquette numérique BIM ;
- banc d'essai en mécanique des sols et géotechnique ;
- banc d'essai en acoustique ;
- banc d'essai de structures ;
- banc d'essai du matériau béton ;
- banc d'essai du matériau bois ;
- banc d'essai du matériau acier ;
- pompe à chaleur ;
- chaudière bois ;
- système de production d'eau chaude sanitaire ;
- simulation thermique dynamique ;
- matériels de topographie (niveaux, théodolites, tachéomètres, GPS, scanner 3D ...).

5. Commentaires et conseils aux futurs candidats

À l'issue de la session 2017, le jury attire particulièrement l'attention des futurs candidats sur les points suivants :

- le jury rappelle que cette épreuve n'est pas un compte-rendu de laboratoire mais la contextualisation pédagogique d'une problématique d'enseignement donnée, basée sur une manipulation expérimentale et l'exploitation de ressources didactiques ;
- pour la première phase, les candidats doivent veiller à équilibrer le temps consacré à l'expérimentation et celui consacré à la conception de leur séquence pédagogique ;
- pour la troisième phase, les candidats disposent d'un temps de parole de 30 minutes maximum. Le jury regrette une mauvaise gestion du temps. Certains candidats n'utilisent pas pleinement le temps qui leur est accordé. À contrario, d'autres candidats cherchent à meubler ce temps de parole au détriment de la qualité et de la rigueur de leur exposé ;
- il est déconseillé de tout écrire au tableau. Le candidat doit exploiter au mieux les outils informatiques de présentation fournis. Le contexte n'est pas celui d'une leçon faite devant des élèves ;
- on constate trop souvent un déséquilibre entre la présentation des résultats expérimentaux, parfois trop détaillée, et leur exploitation pédagogique qui reste trop peu développée (pas de support formalisé, idées trop générales, pas d'application concrète,...) ;
- l'exploitation pédagogique est l'objectif principal de cette épreuve. Elle reste trop succincte chez la majorité des candidats. Les candidats doivent s'attacher :
 - à préciser l'insertion de leur séquence dans le référentiel indiqué (STI2D, STS, IUT) ;
 - à préciser et à détailler la construction de leur séquence pédagogique (combinaison de CM, TD, TP...) en détaillant notamment l'organisation pratique en présence d'élèves ou d'étudiants ;
 - à situer l'intégration de cette séquence pédagogique dans le contexte proposé, à préciser ses objectifs et son intérêt en situation réelle ;
 - à préciser et à justifier les modalités d'évaluation et/ou de remédiation.
- le jury regrette le fréquent manque de pertinence et de précision dans l'exposé des stratégies pédagogiques et des modes opératoires utilisés ;
- trop de candidats ne peuvent pas exploiter les fonctionnalités de base des logiciels tableurs (maîtrise insuffisante du tracé de courbe notamment) ;
- trop de candidats ne connaissent pas la structure des référentiels de formation. Il est indispensable d'étudier plusieurs référentiels représentatifs, et leur structure ;

- Les compétences scientifiques, technologiques, professionnelles et pédagogiques des candidats doivent être suffisamment élevées pour accéder au grade de professeur agrégé :
 - trop de candidats déclarent découvrir le domaine proposé lors de cette épreuve (thermique, acoustique, structure, topographie, modélisation et simulation BIM...);
 - trop de candidats ne sont pas capables de proposer une autre organisation pédagogique que le « Cours – TD – TP », ou les « TP tournants ». Les démarches actives, la pédagogie de projet, les apports du numérique éducatif (classe inversée, MOOC ...) doivent être exploitées au service de la réussite des élèves ;
 - trop de candidats ne sont pas capables de proposer d'autres modalités d'évaluation que le compte-rendu de TP noté et l'évaluation sur table ;
 - trop de candidats ne peuvent pas élaborer de stratégie de différenciation des apprentissages pour s'adapter aux besoins des élèves ;
 - trop de candidats ne savent pas élaborer de progressivité dans la construction des compétences.

6. Résultats

15 candidats ont participé à cette épreuve. La moyenne des notes obtenues est de 10,5/20 avec :

- 17,3 comme meilleure note ;
- 6,1 comme note la plus basse.
- 53 % des notes sont au-dessus de 10

Rapport du jury de l'épreuve : « Épreuve de dossier »

Coefficient 1 – Durée 1 heure

1. Présentation de l'épreuve

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

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

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable de rechercher les supports de son enseignement dans le milieu économique et d'en extraire des exploitations pertinentes pour son enseignement en collège ou en lycée. L'authenticité et l'actualité du support sont des éléments importants.

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

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

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

Les éléments constitutifs du dossier sont précisés par note publiée sur le site internet du ministère chargé de l'Éducation nationale.

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

2. Commentaires et conseils aux futurs candidats

Les dossiers, dans leur majorité, sont bien présentés et leur construction est assez souvent cohérente.. Il n'y a pas de modèle unique tant les préoccupations, et donc les poids relatifs des parties, peuvent être différentes. Le jury regrette principalement la pauvreté des développements technologiques et rappelle que l'aspect modélisation et calcul n'a de sens que pour aboutir à la validation puis à la définition d'une solution technologique cohérente vis-à-vis de l'agrégation présentée.

Les candidats doivent veiller à proposer des documents graphiques aux normes en relation avec l'étude menée. Le jury pourra toutefois être amené à demander les documents originaux de

l'entreprise. En cas d'informations mentionnées « confidentielles », le jury s'engage à ne pas les reproduire ou les divulguer à des personnes extérieures pour que cet aspect ne constitue pas un obstacle pour le candidat.

Voici quelques conseils pour la rédaction du dossier écrit :

- le dossier commence par une page de garde contenant, entre autre, un titre, le nom du candidat et son numéro d'inscription ;
- le numéro d'inscription du candidat est rappelé en pieds de pages ;
- le plan du dossier peut avantageusement dégager 3 parties :
- la première partie contextualise et justifie l'intérêt du dossier support choisi ;
- une seconde partie développe les aspects techniques et scientifiques. En plus d'une description, des justificatifs sont produits (sur une variante par exemple) et montrent des connaissances calculatoires, réglementaires, techniques, environnementales applicables au dossier. Les hypothèses posées sont claires. Des outils numériques peuvent avantageusement être utilisés, mais ne peuvent se substituer totalement à une véritable analyse présentée oralement ;
- une troisième partie explique les potentialités pédagogiques du dossier tant au niveau STI2D que BTS et IUT voire CPGE. Les candidats veilleront à présenter l'articulation des séances présentées avec les autres disciplines enseignées au lycée. Une exploitation pédagogique au choix du candidat doit être plus particulièrement détaillée. Le cadencement des séances, leurs durées, les prérequis, les objectifs, des documents élève sont présentés, les modalités d'évaluation. Cette partie doit montrer une bonne maîtrise des programmes et des méthodes d'apprentissage.
- les plans de l'ouvrage support du dossier (propres et cotés) sont placés en annexe.

Le candidat n'oubliera pas de préciser les contacts professionnels qu'il a développés grâce à ce travail.

Le jury a constaté la présence de dossiers sans aucun apport scientifique, ni technologique. Une simple description de l'ouvrage ou du chantier n'est pas suffisante. De même, un travail ne s'appuyant pas sur un ouvrage concret est "hors sujet". La modélisation via un BIM (Building Information Model) est vivement encouragée.

Le candidat choisissant le thème de son dossier, il doit maîtriser le cadre réglementaire associé. Dans le même esprit, il est évident que le choix des photographies techniques présentées doit être réfléchi. Toute photographie peut amener un questionnement de la part des membres du jury sur des connaissances associées aux programmes dans lesquelles elles s'inscrivent. Les aspects technologiques ne sont pas toujours maîtrisés par les candidats, alors même qu'ils choisissent les photographies pour illustrer des points techniques, le risque est important, dès lors, de ne pas pouvoir justifier oralement tout ou partie des aspects techniques présentés.

Le jury souligne néanmoins que certains dossiers étaient de qualité exceptionnelle. Les exploitations pédagogiques ainsi que les thèmes développés doivent montrer l'intérêt du dossier technique support choisi.

Les fichiers informatiques font partie du dossier. Ils ne peuvent donc pas se limiter au dossier proprement dit. S'ils peuvent aider à une présentation du contexte, ils doivent aussi contribuer à une bonne perception des études et des simulations avec les conditions de leur réalisation.

L'aspect technologique et scientifique.

Le jury conseille au candidat :

- de rechercher un support très récent attrayant dès la décision d'inscription au concours ;
- de choisir un support dont l'authenticité et l'actualité sont des éléments décisifs. Il se caractérise par une compétitivité reconnue, par la modernité de sa conception
- de vérifier les potentialités du support au regard des développements scientifiques, technologiques et pédagogiques possibles ;
- d'utiliser une ou plusieurs problématiques techniques pour guider l'étude répondant à un cahier des charges précisé et explicite. L'expérience montre que sans problématique technique, il est difficile d'éviter le piège de la validation de l'existant ;
- de rechercher une pertinence et une authenticité des problèmes posés ;
- de mettre en œuvre de manière lisible les méthodes de résolution de problème et les outils associés. Il est utile de rappeler que les outils numériques ne doivent pas être utilisés comme des « boîtes noires ». En particulier, pour les codes « Éléments Finis », il convient de maîtriser la mise en données et les algorithmes de résolution ;
- d'utiliser des schémas et ne pas se limiter à des photos annotées et légendées ou à une description textuelle ; de justifier les modèles d'étude, les solutions technologiques retenues et les méthodologies utilisées ; le développement des calculs associés au cours de l'exposé doit être réduit aux étapes essentielles (l'utilisation d'outils de simulation numérique est appréciée lorsqu'elle est pertinente) ;
- de s'appuyer sur une maquette numérique, permettant l'utilisation d'outils de simulation de comportement pour la partie étudiée ;
- de prendre un soin particulier à l'orthographe et aux conventions typographiques (notamment à l'écriture des unités de mesure).

L'aspect pédagogique

Dans sa partie pédagogique, le dossier doit présenter des propositions. Au moins une d'entre elles doit faire l'objet d'un développement conséquent, c'est une séquence complète qu'il s'agit de développer.

Outre la situation calendaire et la conformité aux référentiels et programmes, il est impératif de mettre en situation la ou les activités proposées, leurs finalités pédagogiques et d'intégrer cette séquence dans une progression pédagogique formalisée.

La pertinence de l'application pédagogique au regard du support proposé et du problème technique associé est appréciée par le jury.

La partie pédagogique ne peut pas être entièrement décorrélée de la problématique proposée dans la partie étude scientifique et technique.

Le jury conseille au candidat :

- d'identifier des propositions d'exploitation pédagogique, pré et post baccalauréat pertinentes en relation avec les points remarquables du dossier. L'exhaustivité n'a pas à être recherchée ;
- de détailler les intentions pédagogiques ;
- de préciser les objectifs pédagogiques et d'être attentif à leur formulation ;
- d'identifier les difficultés prévisibles afin de scénariser la séquence et choisir la pédagogie la plus adaptée ;
- de privilégier les activités pédagogiques utilisant un problème technique réel posé par le support ;
- de proposer les exploitations pédagogiques dans le respect des référentiels et des préconisations pédagogiques ;
- de prendre en compte la réforme du lycée et particulièrement celles des séries STI2D et S SI.

L'expression et la communication dans le dossier

La qualité du dossier et le respect des règles qui lui sont imposées (nombre de pages, date d'envoi,

CD-ROM) montrent la maîtrise par le candidat des outils de la communication écrite et la façon dont il s'inscrit dans un cadre institutionnel.

La prestation du candidat, à l'oral, permet au jury d'évaluer qu'il maîtrise la communication dans une classe et exercer de manière efficace et sereine sa fonction de professeur.

Les questions posées par le jury permettent d'approfondir quelques-unes des informations données par le candidat, dans le dossier autant que dans l'exposé, et de renforcer au sein du jury la conviction que le dossier présenté résulte bien d'un travail personnel.

Les réponses évasives relatives au contexte de la conception ou de la réalisation sont peu appréciées, car elles témoignent d'un réel manque d'investigation et de curiosité.

Les candidats doivent :

- profiter des temps de préparation, qui ne sont pas des temps d'attente ; en particulier, ouvrir les fichiers annexes (CAO, vidéo, BIM...) qui peuvent être utiles pour répondre à certaines questions ;
- préparer des documents multimédias adaptés à une soutenance d'une durée fixée
- préparer des animations aidant à comprendre le fonctionnement ;
- lors de la présentation, limiter le nombre de diapositives.

Pour conclure, le jury conseille aux candidats :

- de s'assurer de l'existence d'une problématique technique réelle dans le cadre d'un partenariat avec une entreprise ;
- de s'assurer que cette problématique permet des développements scientifiques et technologiques adaptés au niveau de l'agrégation. Une analyse simpliste est un écueil à éviter;
- de renforcer l'aspect pluridisciplinaire des propositions techniques et pédagogiques élaborées à partir du dossier ;
- de conserver un regard critique par rapport au travail réalisé en lien avec l'entreprise ;
- pour ceux qui souhaitent présenter à nouveau un dossier élaboré pour une précédente session, de continuer à faire vivre le partenariat engagé, de faire évoluer le dossier et de prendre en compte les échanges avec le jury lors des entretiens précédents ;

Enfin, l'épreuve sur dossier ne doit pas consister à présenter seulement un système industriel ou constructif. Le jury attend des candidats la présentation d'une démarche de projet consistant à résoudre une problématique technique réelle : construction d'un ouvrage, équipement technique à installer ou installé dans un contexte précis... La présentation de systèmes « clés en main » qui ne seraient pas placés au sein d'un projet de construction d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage ne conviendrait pas à l'intitulé de cette agrégation ingénierie **des constructions**.

Pour la partie orale, le jury invite les candidats à :

- se présenter brièvement, la présentation du parcours du candidat n'est pas nécessaire,
- attendre la fin de la question avant de répondre,
- présenter précisément ce qui a été produit par le candidat,
- à adopter une posture d'humilité professionnelle : capacité à prendre en compte un point de vue différent, chercher à convaincre plus qu'à leurrer...

3. Résultats

La moyenne des notes obtenues est de 9,4/20 avec :

- 18,4 comme meilleure note ;

- 1 comme note la plus basse ;
- 40% des notes sont supérieures à 10/20