



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

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport de jury

Concours : CAPLP externe et CAFEP

Section : Génie Mécanique

Option : Construction

Session 2021

Rapport de jury présenté par : Monsieur David HELARD, Inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche (IGÉSR), Président du jury

Table des matières

Avant-propos.....	3
Statistiques 2021	6
Analyse d'un problème technique (admissibilité)	7
Éléments de correction et commentaires du jury	7
Éléments statistiques	27
Exploitation pédagogique d'un dossier technique (admissibilité).....	28
Éléments de correction	28
Commentaires du jury	38
Éléments statistiques.....	40
Épreuve de mise en situation professionnelle (admission)	41
Présentation de l'épreuve	41
Commentaires du jury.....	43
Éléments statistiques.....	44
Épreuve d'entretien à partir d'un dossier (admission).....	45
Commentaires du jury.....	45
Constats et recommandations du jury	47
Éléments statistiques.....	49

Le lycée Édouard Branly à Amiens a accueilli les épreuves d'admission qui se sont déroulées dans de très bonnes conditions du 14 au 17 juin 2021. Les membres du jury adressent de vifs remerciements à Madame la Proviseure de cet établissement ainsi qu'à l'ensemble de ses collaborateurs pour l'accueil chaleureux qui leur a été réservé.

Avant-propos

Le concours du CAPLP Génie Mécanique Option Construction a été à nouveau ouvert en 2015. Les candidats de la session 2021 pouvaient donc bénéficier de la lecture des rapports de jury des six précédentes sessions. Nombre d'entre eux ont visiblement pris en compte les remarques et recommandations qui y sont formulées, ce qui était des plus pertinents.

27 places étaient offertes, dont 2 pour le CAFEP-CAPLP. Le concours est organisé en deux phases bien distinctes :

1- Deux épreuves d'admissibilité au cours desquelles est évaluée la capacité des candidats à :

- Mobiliser leurs connaissances scientifiques et techniques pour analyser et résoudre un problème technique : épreuve d'analyse d'un problème technique ;
- Élaborer tout ou partie de l'organisation d'une séquence pédagogique : épreuve d'exploitation pédagogique d'un dossier.

2- Deux épreuves d'admission :

- L'épreuve de mise en situation professionnelle (travaux pratiques) de 4h, composée de trois temps :
 - Des investigations et analyses menées sur un système technique durant 4 heures, et ce avec l'appui d'un membre du jury ;
 - La préparation de la soutenance orale, pendant 1 heure, sans manipulation du système ;
 - La présentation d'une exploitation pédagogique directement liée aux activités pratiques réalisées (30 minutes d'exposé suivies d'un entretien de 30 minutes).
- L'épreuve d'entretien, qui prend appui sur un dossier préparé en amont par le candidat (30 minutes d'exposé et 30 minutes d'échanges avec le jury). Elle a pour but de vérifier que le candidat est capable de rechercher des supports de son enseignement dans le milieu économique et d'en extraire des exploitations pertinentes pour son enseignement au niveau d'une classe de lycée professionnel.

Les coefficients des diverses épreuves sont les suivants :

- Analyse d'un problème technique : coefficient 1 ;
- Exploitation pédagogique d'un dossier : coefficient 1 ;
- Mise en situation professionnelle : coefficient 2 (10 points attribués à la première partie liée au travail pratique, 10 points attribués à la seconde partie liée à la présentation d'une exploitation pédagogique) ;
- Entretien : coefficient 2.

Ce rapport de jury se veut être une aide à la préparation de ce concours de recrutement. Les candidats sont donc invités à le lire attentivement. Des remarques et conseils sont formulés pour chacune des quatre épreuves, mais il convient, quelle que soit l'épreuve, de garder présent à l'esprit que l'enseignement de la construction mécanique dans la voie professionnelle doit être contextualisé aux différents diplômes préparés, et l'activité des professeurs de construction coordonnée à celle des enseignants des « spécialités ».

S'il reste le spécialiste des transmissions de puissance mécanique, des différents modes de représentation des solutions techniques (organisations fonctionnelle et structurelle, schématiques diverses, modèles et simulations numériques) et de l'étude des comportements mécaniques, le professeur de construction doit s'ouvrir aux procédés de fabrication mais également à la diversité des chaînes d'énergie, d'information et de traitement. Il se doit de posséder une réelle culture technologique.

Par ailleurs, et en liaison avec les remarques précédentes, il doit se familiariser avec les outils contemporains d'approche multi physique.

Certains candidats ne s'inscrivent pas dans la bonne spécialité du concours. Il existe en effet deux concours distincts recrutant des spécialistes des domaines de la mécanique et du génie civil :

- Domaine de la mécanique : CAPLP génie mécanique option construction ;
- Domaine du génie civil : CAPLP génie civil option construction et économie.

Le jury invite les candidats à bien identifier le concours dans lequel il s'engage.

Les valeurs de la République

À la suite des événements de janvier 2015, le ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche a initié une grande mobilisation de l'École pour les valeurs de la République. Celle-ci repose notamment sur la laïcité et la transmission des valeurs républicaines au cœur de l'École. Ces thématiques ont trouvé leur place dans l'épreuve d'entretien à partir d'un dossier.

La mission première que fixe la Nation à ses enseignants est de transmettre et faire partager aux élèves les valeurs et principes de la République ainsi que l'ensemble des dispositions de la Charte de la laïcité.

L'évaluation de cette épreuve est basée sur le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation (arrêté du 1^{er} juillet 2013 publié au JORF du 18 juillet 2013 et au BOEN du 25 juillet 2013).

Les candidats pourront également se référer aux conseils de préparation aux concours que l'on peut trouver à l'adresse suivante :

<http://www.education.gouv.fr/cid87089/concours-de-recrutement-des-enseignants-des-conseils-pour-se-preparer-aux-oraux-en-integrant-les-thematiques-de-la-laicite-et-citoyennete.html>

La connaissance des valeurs de la République, tout comme celle de l'organisation du système éducatif, sont évaluées au cours de l'épreuve d'entretien à partir d'un dossier.

Statistiques 2021

	Public	Privé	Total
Places au concours	25	2	27
Inscrits	65	17	82
Ayant composé	26	3	29
Admissibles	21	3	24
Présents aux oraux	16	3	19
Reçus	8	2	10
Moyenne* mini	4,11	8,3	
Moyenne* maxi	15,94	14,88	
Moyenne* du dernier admis	9,76	10,08	

Analyse d'un problème technique (admissibilité)

Éléments de correction et commentaires du jury

Présentation de l'épreuve :

L'épreuve a pour support un planeur sous-marin autonome, développé et utilisé par l'IFREMER pour mesurer les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer, en surface et en profondeur.

Une première partie introductive présente le support à l'aide de diagrammes et définit la problématique et les objectifs de l'étude.

La deuxième partie du sujet, composée de trois sous-parties, permet d'aborder à l'aide de modèles mécaniques simplifiés : le principe de réglage de la flottabilité, le comportement du planeur en surface puis son comportement en phase de plongée. Au travers des principes fondamentaux de la statique des fluides et de la mécanique des solides, cette partie permet d'approfondir la compréhension des systèmes utilisés pour mouvoir le planeur.

La troisième partie s'intéresse à la consommation d'énergie lors de la mise en mouvement des chaînes de roulis et de tangage. Une première étude théorique est consacrée au calcul du couple moteur nécessaire à la mise en mouvement de la chaîne de tangage. Les énergies consommées dans chaque phase sont ensuite estimées à partir de modèles et simulations numériques.

La quatrième partie aborde le dimensionnement de la structure du planeur. Elle est décomposée en plusieurs sous parties :

- Une étude RdM en flexion simple des ailes du planeur ;
- La validation par éléments finis de la résistance de la coque du planeur ;
- Une reconception de la liaison encastrement entre les ailes et la coque centrale ;
- Une étude de cotation fonctionnelle de l'étanchéité entre la coque centrale et la coque arrière.

Enfin, La dernière partie du sujet propose une étude succincte des axes d'optimisation énergétique du planeur à partir de l'exploitation de résultats expérimentaux.

Commentaire général sur l'épreuve :

Le jury conseille aux candidats de lire les rapports de jury des années précédentes et de refaire les sujets précédents pour s'exercer sur des thèmes récurrents.

Méthodologie de travail : les parties sont indépendantes. Il est donc recommandé de prendre le temps de lire l'ensemble du sujet, identifier ses points forts et les traiter en priorité.

Partie II :

- Le principe utilisé pour modifier la flottabilité de l'hydroplaneur est bien compris par la majorité des candidats. Cependant les calculs de flottabilité ne sont pas effectués avec suffisamment de rigueur, même lorsqu'il suffit de manipuler une relation fournie dans le sujet.

- Les raisonnements développés sont souvent trop simplifiés et les conversions d'unités mal maîtrisées. Beaucoup d'erreurs sont constatées dans les applications numériques.
- La conclusion vis-à-vis du cahier des charges sur le système de réglage n'est que trop peu justifiée et ne s'appuie pas suffisamment sur les résultats des études réalisées.
- Écartées par la majorité des candidats, les parties II.3 et II.4 n'ont pas été abordées avec suffisamment de rigueur et de maîtrise des outils mathématiques utiles en mécanique.
- La plupart des candidats ne maîtrisent pas les outils de géométrie vectorielle (produit scalaire, produit vectoriel, éléments de trigonométrie...) et l'écriture d'un torseur (sans parler d'une manipulation) pose problème.
- La mise en œuvre des principes de la mécanique des solides (PFS et PFD) n'est pas maîtrisée.

Partie III :

- Les conditions de roulement sans glissement ne sont pas exprimées vectoriellement. Elles sont souvent données sans explication.
- Pour l'énergie cinétique, les candidats ne font intervenir que les pièces en translation et oublient les pièces en rotation.
- Les puissances ne sont pratiquement jamais abordées.
- Le TEC est parfois correctement énoncé mais mal appliqué puisque l'évaluation des puissances n'a pas été faite.
- La lecture des courbes pour évaluer la consommation ne pose pas de problème.

Partie IV :

- La notion de coupure dans une poutre n'est pas maîtrisée. Les torseurs de cohésion obtenus sont très majoritairement faux. L'expression du moment quadratique est connue. L'expression de la contrainte normale en flexion est connue.
- L'évaluation de la flèche est très peu abordée. Les candidats qui ont abordé cette question maîtrisent mal les notions de conditions aux limites.
- Le type d'étude à choisir est souvent correct. Le type de chargement, les conditions aux limites et le comportement des contacts sont très souvent choisis de façon incohérente.
- L'interprétation du message d'erreur est souvent correcte quand la réponse est abordée.
- L'analyse des résultats se borne souvent à l'énoncé des valeurs de contrainte sans donner de justification.
- La conclusion sur la résistance et l'étanchéité est peu abordée. Les explications sont peu convaincantes.
- La conception n'a pratiquement pas été abordée. Les quelques copies rencontrées présentent des solutions constructives farfelues souvent à base de vis et d'écrous.
- Les tableaux de cotation GPS semblent ne pas être connus par une grande majorité de candidats. Des tableaux sont parfois remplis de manière « loufoque » : valeurs numériques dans les colonnes des éléments tolérancés ou spécifiés. Seules quelques copies présentent des résultats corrects.

Partie V :

- Peu de candidats prennent la peine d'aborder la synthèse.
- Pour les quelques candidats qui le font, les solutions proposées sont plutôt cohérentes et pertinentes.

Éléments de correction de l'épreuve :

Question 1 : Sachant que la masse du planeur reste inchangée au cours d'une mission d'observation, sur quel paramètre structurel doit-on agir pour modifier la flottabilité ?

La masse embarquée du planeur étant inchangée, la flottabilité peut être uniquement modifiée en agissant sur le volume sec immergé du planeur.

Question 2 : Expliquer succinctement le principe utilisé pour modifier la flottabilité. Quels sont les différents éléments qui permettent de régler ce paramètre ?

Le réglage de la flottabilité s'effectue grâce à la variation du volume immergé du planeur. Le transfert d'un fluide hydraulique sous pression entre les réservoirs internes et les ballasts permet de gonfler ou dégonfler ces derniers. Le volume immergé du planeur est donc modifié et par conséquent la poussée d'Archimède appliquée au planeur.

Éléments intervenants : ballasts, réservoirs internes et pompe haute pression.

Question 3 : À partir des informations fournies dans la documentation technique (documents DT1 à DT3), déterminer la flottabilité du planeur en surface (Φ_0) lorsque l'intégralité de l'huile hydraulique est transférée dans les ballasts.

La flottabilité en surface s'écrit : $\Phi_0 = \rho_0 V_0 - M_T$, où $V_0 = V_b + V_S$

A.N. : $\Phi_0 \approx 0,207 \text{ kg}$

Question 4 : Quel est le volume d'huile à transférer dans les réservoirs internes pour assurer une flottabilité nulle à 1000 m de profondeur ?

La flottabilité à 1000 m doit être nulle :

$$\Phi_{1000} = 0 \leftrightarrow \rho_{1000} V_{1000} - M_T = 0 \leftrightarrow V_{1000} = \frac{M_T}{\rho_{1000}}$$

On en déduit donc le volume à transférer dans les ballasts :

$$V_b = V_{1000} - V_S$$

A.N. : $V_b \approx 200 \text{ cm}^3$

Le volume total d'huile à transférer est donc : $\Delta V_b = V_b^0 - V_b^{1000} \approx 500 \text{ cm}^3$

Question 5 : En déduire l'énergie consommée par la pompe hydraulique sur un cycle de fonctionnement.

Par définition : $E_{cons} = \int_t p(t)dt = P \times \Delta t$. AN : $E_{cons} \approx 8400 J$.

Question 6 : Le système de réglage de la flottabilité permet-il de répondre au cahier des charges ? Justifier votre réponse.

D'après les résultats précédents, le système de réglage permet de satisfaire les critères de profondeur de travail et de consommation d'énergie mais pas de flottabilité en surface :

- Flottabilité en surface (Q3) : $\Phi_0 \approx 0,207 kg < 6 kg$
- Profondeur de travail et flottabilité à 1000 m (Q4) : $V_{b total} > 500 cm^3$
- Consommation d'énergie de la pompe hydraulique (Q5) : $E_{cons} < 8800 J$

Question 7 : Donner la relation liant ρ, V_s et M_T lorsque le planeur est en équilibre stable.

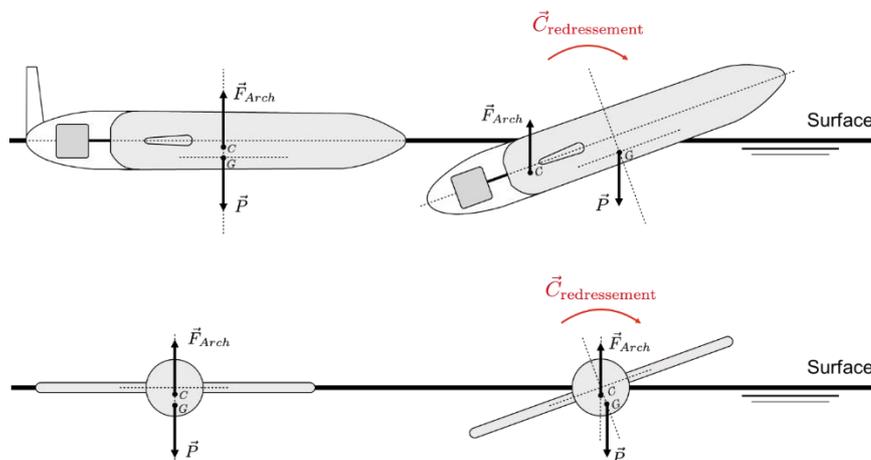
On isole le planeur. Il est soumis aux actions de la pesanteur \vec{P} et de la poussée d'Archimède \vec{F}_a . Le théorème de la résultante statique appliqué au planeur en équilibre supposé dans \mathcal{R}_0 s'écrit :

$$\vec{P} + \vec{F}_a = \vec{0} \leftrightarrow (-M_T g + \rho g V_s) \cdot \vec{z}_0 = \vec{0}$$

Soit

$$\boxed{-M_T + \rho V_s = 0}$$

Question 8 : Justifiez, à l'aide d'un croquis, que le centre de gravité G soit positionné en dessous du centre de carène C pour assurer la stabilité du planeur.



Si $z_C < z_G$, alors le couple de redressement créé après perturbation permet au système de retrouver sa position initiale. Dans ce cas, la stabilité est assurée en tangage et roulis

Question 9 : En déduire la relation géométrique à respecter entre l'angle d'assiette γ et les paramètres x_G, z_G, x_C et z_C . Comment doit-on régler le paramètre x_G pour satisfaire le critère d'angle d'assiette statique du cahier des charges ?

Pour maintenir l'équilibre statique, il faut assurer l'alignement des centres de carène et de gravité, soit $\overline{CG} \cdot \vec{x}_0 = 0$ (ou $\overline{CG} \wedge \vec{z}_0 = \vec{0}$) :

$$\overline{CG} \cdot \vec{x}_0 = (\overline{CO} + \overline{OG}) \cdot \vec{x}_0$$

$$((x_C - x_G) \cdot \vec{x}_1 + (z_G - z_C) \vec{z}_1) \cdot \vec{x}_0 = 0$$

Finalement :

$$\boxed{\tan \gamma = \frac{x_G - x_C}{z_G - z_C}}$$

D'après la relation obtenue, pour maintenir un angle d'assiette statique nul, il faut imposer :

$$\boxed{x_G = x_C}$$

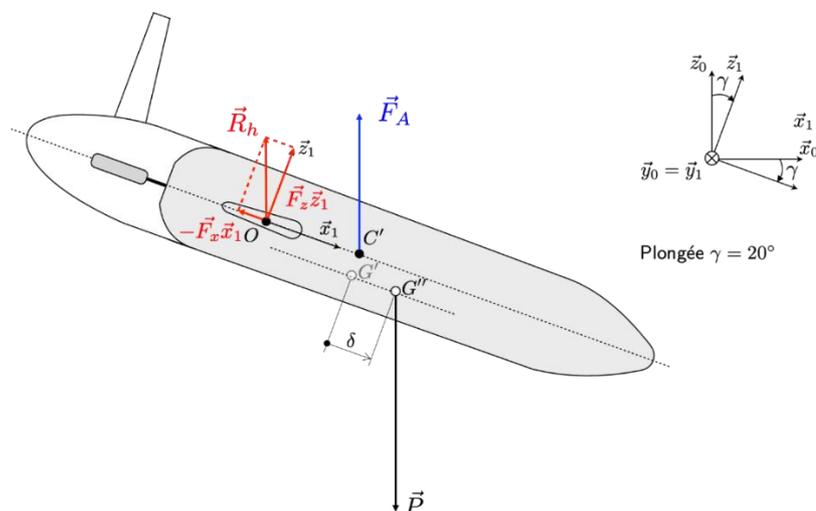
Question 10 : Isoler le planeur puis effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures. Expliciter le torseur d'actions mécaniques associé à chaque action extérieure.

Système isolé : {planeur}. BAME :

Pesanteur	Poussée d'Archimède	Poussée hydrodynamique
$\{\mathcal{F}_{pes \rightarrow p}\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{P} = -M_T g \vec{z}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G$	$\{\mathcal{F}_{A \rightarrow p}\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{F}_A = \rho V_S g \vec{z}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_C$	$\{\mathcal{F}_{h \rightarrow p}\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_h = F_z \vec{z}_1 - F_x \vec{x}_1 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_O$

Question 11 : Tracer qualitativement sur le document réponse **DR1** les différentes actions mécaniques recensées

Les trois résultantes ont même direction (voir Q12).



Question 12 : En déduire la direction et l'expression littérale de $\vec{R}_{h \rightarrow p}$ en fonction de ρ , V_S , M_T et de l'accélération de la pesanteur g .

Le planeur est soumis à trois forces coplanaires dont deux sont parallèles. Alors, d'après le principe fondamental de la statique, il vient :

$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{R}_h = \vec{0} \quad \rightarrow \quad \boxed{\vec{R}_h = g(M_T - \rho V_S) \cdot \vec{z}_0}$$

Question 13 : Montrer en utilisant le théorème du moment statique que l'expression littérale du déplacement δ , représenté Figure 4 (et document **DR1**), s'écrit sous la forme :

$$\delta = x_{c'} \left(\frac{\rho V_S}{M_T} - 1 \right) + z_G \tan \gamma$$

On isole le planeur dans les conditions de la Q12. Le théorème du moment statique autour de l'axe (O, \vec{y}_0) implique :

$$\begin{aligned} & \left(\overrightarrow{OC'} \wedge \vec{F}_A + \overrightarrow{OG''} \wedge \vec{P} \right) \cdot \vec{y}_0 = 0 \\ & (x_{c'} \vec{x}_1 \wedge \rho V_S g \vec{z}_0 + ((x_{c'} + \delta) \vec{x}_1 - z_G \vec{z}_1) \wedge -M_T g \vec{z}_0) \cdot \vec{y}_0 = 0 \\ & -x_{c'} \rho V_S g \cos \gamma + (x_{c'} + \delta) M_T g \cos \gamma - z_G M_T g \sin \gamma = 0 \end{aligned}$$

soit,

$$\boxed{\delta = x_{c'} \left(\frac{\rho V_S}{M_T} - 1 \right) + z_G \tan \gamma}$$

On retrouve bien l'expression demandée.

Question 14 : Pour la configuration d'équilibre décrite ci-dessus, montrer que :

$$(M_T - m_p) \overrightarrow{C'G_1} \cdot \vec{x}_1 + m_p \overrightarrow{C'G'_p} \cdot \vec{x}_1 = 0$$

Par définition, la position du centre de masse du planeur par rapport au centre de carène s'écrit :

$$M_T \overrightarrow{C'G_0} = (M_T - m_p) \overrightarrow{C'G_1} + m_p \overrightarrow{C'G'_p}$$

Soit en projection sur l'axe longitudinal du planeur :

$$\underbrace{M_T \overrightarrow{C'G_0} \cdot \vec{x}_1}_{=0} = (M_T - m_p) \overrightarrow{C'G_1} \cdot \vec{x}_1 + m_p \overrightarrow{C'G'_p} \cdot \vec{x}_1$$

$M_T \overrightarrow{C'G_0} \cdot \vec{x}_1 = 0$ car les centres de carène et de gravité sont alignés verticalement. Finalement, après arrangement des différents termes :

$$\boxed{(M_T - m_p) \overrightarrow{C'G_1} \cdot \vec{x}_1 + m_p \overrightarrow{C'G'_p} \cdot \vec{x}_1 = 0}$$

Question 15 : En déduire l'expression du déplacement λ en fonction de δ , M_T et m_p .

D'après l'énoncé, le déplacement du centre de gravité est supposé uniquement engendré par le déplacement du « pitch pack » :

$$M_T \overrightarrow{C'G''} \cdot \vec{x}_1 = (M_T - m_p) \overrightarrow{C'G_1} \cdot \vec{x}_1 + m_p \overrightarrow{C'G_p''} \cdot \vec{x}_1$$

La relation donnée se réécrit :

$$M_T (\overrightarrow{C'G'} + \overrightarrow{G'G''}) \cdot \vec{x}_1 = (M_T - m_p) \overrightarrow{C'G_1} \cdot \vec{x}_1 + m_p (\overrightarrow{C'G_p'} + \overrightarrow{G_p'G_p''}) \cdot \vec{x}_1$$

$$\underbrace{M_T \overrightarrow{C'G'} \cdot \vec{x}_1 - (M_T - m_p) \overrightarrow{C'G_1} \cdot \vec{x}_1 - m_p \overrightarrow{C'G_p'} \cdot \vec{x}_1}_{=0 \text{ d'après Q14}} = -M_T \overrightarrow{G'G''} \cdot \vec{x}_1 + m_p \overrightarrow{G_p'G_p''} \cdot \vec{x}_1$$

Soit,

$$-M_T \overrightarrow{G'G''} \cdot \vec{x}_1 + m_p \overrightarrow{G_p'G_p''} \cdot \vec{x}_1 = 0$$

$$-M_T \delta + m_p \lambda = 0$$

$$\lambda = \frac{M_T}{m_p} \delta$$

Question 16 : En déduire une estimation de la course minimale $\Delta\lambda$ permettant de valider le critère d'angle d'assiette dynamique du cahier des charges.

D'après les indications de l'énoncé, pour $\gamma \in [-20^\circ, 20^\circ]$, $\delta \in [-10 \text{ mm}, 18 \text{ mm}]$. La course s'exprime alors à partir du résultat de la Q15 :

$$\Delta\lambda = \frac{M_T}{m_p} \Delta\delta$$

A.N. : $\Delta\lambda \approx 20,5 \text{ cm}$

Question 17 : A l'aide du paramétrage, exprimer la condition de roulement sans glissement au point I , du pignon **3** sur l'arbre bi-pignonné **4**. Développer la relation pour obtenir une équation liant $r_3, r_{43}, \dot{\theta}_{3/2}$ et $\dot{\theta}_{4/2}$.

$$\vec{V}(I, 3/4) = \vec{0}$$

$$\vec{V}(I, 3/2) - \vec{V}(I, 4/2) = \vec{0}$$

$$\vec{IB} \wedge \vec{\Omega}(3/2) - \vec{IC} \wedge \vec{\Omega}(4/2) = \vec{0}$$

$$(r_3 \cdot \vec{z}_1 + a \cdot \vec{y}_0) \wedge \dot{\theta}_{3/2} \cdot \vec{y}_0 - (-r_{43} \cdot \vec{z}_1 + a \cdot \vec{y}_0) \wedge \dot{\theta}_{4/2} \cdot \vec{y}_0 = \vec{0}$$

$$-r_3 \cdot \dot{\theta}_{3/2} \cdot \vec{x}_1 - r_{43} \cdot \dot{\theta}_{4/2} \cdot \vec{x}_1 = \vec{0}$$

$$r_3 \cdot \dot{\theta}_{3/2} + r_{43} \cdot \dot{\theta}_{4/2} = 0$$

Question 18 : A l'aide du paramétrage, exprimer la condition de roulement sans glissement au point J , du pignon **4** sur la crémaillère liée à **1**. Développer la relation pour obtenir une équation liant r_{41} , $\dot{\theta}_{4/2}$ et $\dot{x}_{2/1}$.

$$\begin{aligned}\vec{V}(J, 4/1) &= \vec{0} \\ \vec{V}(J, 4/2) + \vec{V}(J, 2/1) &= \vec{0} \\ \vec{JC} \wedge \vec{\Omega}(4/2) + \dot{x}_{2/1} \cdot \vec{x}_1 &= \vec{0} \\ (r_{41} \cdot \vec{z}_1 - a_4 \cdot \vec{y}_0) \wedge \dot{\theta}_{4/2} \cdot \vec{y}_0 + \dot{x}_{2/1} \cdot \vec{x}_1 &= \vec{0} \\ \boxed{-r_{41} \cdot \dot{\theta}_{4/2} + \dot{x}_{2/1} = 0}\end{aligned}$$

Question 19 : Utiliser le rapport de transmission k_{mr} pour obtenir une équation liant r_3 , r_{41} , r_{43} , k_{mr} , $\dot{\theta}_{5/2}$ et $\dot{x}_{2/1}$.

$$\begin{aligned}k_{mr} &= \dot{\theta}_{3/2} / \dot{\theta}_{5/2} \\ k_{mr} \cdot \dot{\theta}_{5/2} &= \dot{\theta}_{3/2} \\ k_{mr} \cdot \dot{\theta}_{5/2} &= -\frac{r_{43}}{r_3} \cdot \dot{\theta}_{4/2} \\ \boxed{\dot{\theta}_{5/2} = -\frac{1}{k_{mr}} \cdot \frac{r_{43}}{r_3} \cdot \frac{1}{r_{41}} \cdot \dot{x}_{2/1}}\end{aligned}$$

Question 20 : Exprimer l'énergie cinétique de l'ensemble $\Sigma = \{2 + 3 + 4 + 5\}$ dans son mouvement par rapport à $R_1 : T(\Sigma/1)$.

$$T(\Sigma/1) = T(2/1) + \underbrace{T(3/1)}_{=0} + \underbrace{T(4/1)}_{=0} + T(5/1)$$

$$\boxed{T(\Sigma/1) = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot \dot{x}_{2/1}^2 + \frac{1}{2} \cdot I_5 \cdot \dot{\theta}_{5/1}^2}$$

Question 21 : Exprimer $T(\Sigma/1)$ uniquement en fonction de $\dot{x}_{2/1}$ et en déduire l'expression de la masse équivalente M_{eq} ramenée sur le pitch-pack 2.

$$\begin{aligned}T(\Sigma/1) &= \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot \dot{x}_{2/1}^2 + \frac{1}{2} \cdot I_5 \cdot \left(\dot{\theta}_{5/2} + \underbrace{\dot{\theta}_{2/1}}_{=0} \right)^2 \\ T(\Sigma/1) &= \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot \dot{x}_{2/1}^2 + \frac{1}{2} \cdot I_5 \cdot \dot{\theta}_{5/2}^2 \\ T(\Sigma/1) &= \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot \dot{x}_{2/1}^2 + \frac{1}{2} \cdot I_5 \cdot \left(-\frac{1}{k_{mr}} \cdot \frac{r_{43}}{r_3} \cdot \frac{1}{r_{41}} \cdot \dot{x}_{2/1} \right)^2\end{aligned}$$

$$T(\Sigma/1) = \frac{1}{2} \cdot \left[m_2 + \left(\frac{1}{k_{mr}} \cdot \frac{r_{43}}{r_3} \cdot \frac{1}{r_{41}} \right)^2 \cdot I_5 \right] \cdot \dot{x}_{2/1}^2$$

$$T(\Sigma/1) = \frac{1}{2} \cdot M_{eq} \cdot \dot{x}_{2/1}^2$$

$$M_{eq} = m_2 + \left(\frac{1}{k_{mr}} \cdot \frac{r_{43}}{r_3} \cdot \frac{1}{r_{41}} \right)^2 \cdot I_5$$

Question 22 : Exprimer les puissances développées par des actions mécaniques extérieures à l'ensemble $\Sigma = \{2 + 3 + 4 + 5\}$ puis les puissances développées par des actions mécaniques intérieures à l'ensemble $\Sigma = \{2 + 3 + 4 + 5\}$.

Remarque : les puissances seront exprimées à l'aide de la position $x_{2/1}$ et de ses éventuelles dérivées.

Bilan des puissances

Puissances extérieures

$$\begin{aligned} P(Pes \rightarrow 2/1) &= \left\{ \begin{array}{c} -m_2 \cdot g \cdot \vec{z}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_{G_2} \otimes \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ \vec{V}(G_2, 2/1) \end{array} \right\}_{G_2} \\ &= m_2 \cdot g \cdot \dot{x}_{2/1} \cdot \vec{z}_0 \cdot \vec{x}_1 \\ &= -m_2 \cdot g \cdot \dot{x}_{2/1} \cdot \sin \gamma \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(1 \rightarrow 2/1) &= \left\{ \begin{array}{c} F_{frot} \cdot \vec{x}_1 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_{G_2} \otimes \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ \vec{V}(G_2, 2/1) \end{array} \right\}_{G_2} \\ &= -F_{frot} \cdot \dot{x}_{2/1} \cdot \vec{x}_1 \cdot \vec{x}_1 \\ &= -F_{frot} \cdot \dot{x}_{2/1} \end{aligned}$$

$$P(1 \rightarrow 4/1) = P(1 \leftrightarrow 4) - P(4 \rightarrow 1/1) = 0$$

Puissances intérieures

$$P(2 \leftrightarrow 3) = 0$$

$$P(2 \leftrightarrow 4) = 0$$

$$P(3 \leftrightarrow 4) = 0$$

$$P(CEM: 2 \leftrightarrow 5) = P(CEM: 2 \rightarrow 5/2) + P(CEM: 5 \rightarrow 2/2)$$

$$\begin{aligned} P(CEM: 2 \leftrightarrow 5) &= P(CEM: 2 \rightarrow 5/2) = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ C_m \cdot \vec{y}_0 \end{array} \right\}_D \otimes \left\{ \begin{array}{c} \dot{\theta}_{5/2} \cdot \vec{y}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_D \\ &= C_m \cdot \dot{\theta}_{5/2} \end{aligned}$$

$$= -C_m \cdot \frac{1}{k_{mr}} \cdot \frac{r_{43}}{r_3} \cdot \frac{1}{r_{41}} \cdot \dot{x}_{2/1}$$

Question 23 : Appliquer le théorème de l'énergie cinétique (ou théorème de l'énergie-puissance) à l'ensemble $\Sigma = \{2 + 3 + 4 + 5\}$ dans son mouvement par rapport à R_1 pour trouver l'équation de mouvement du pitch-pack **2**, c'est-à-dire l'équation donnant le couple moteur C_m en fonction des paramètres cinématiques et inertiels.

$$\frac{d}{dt}T(\Sigma/1) = \sum P(i \rightarrow j/1) + \sum P(i \leftrightarrow j)$$

$$M_{eq} \cdot \dot{x}_{2/1} \cdot \ddot{x}_{2/1} = -m_2 \cdot g \cdot \dot{x}_{2/1} \cdot \sin \gamma - F_{frot} \cdot \dot{x}_{2/1} - C_m \cdot \frac{1}{k_{mr}} \cdot \frac{r_{43}}{r_3} \cdot \frac{1}{r_{41}} \cdot \dot{x}_{2/1}$$

$$M_{eq} \cdot \ddot{x}_{2/1} = -m_2 \cdot g \cdot \sin \gamma - F_{frot} - C_m \cdot \frac{1}{k_{mr}} \cdot \frac{r_{43}}{r_3} \cdot \frac{1}{r_{41}}$$

$$\boxed{C_m = -k_{mr} \cdot \frac{r_3}{r_{43}} \cdot r_{41} \cdot [M_{eq} \cdot \ddot{x}_{2/1} + m_2 \cdot g \cdot \sin \gamma + F_{frot}]}$$

Question 24 : A l'aide des résultats de simulation, donner la valeur de l'énergie consommée lors du redressement de l'hydroplaneur.

La course de 200 mm est atteinte au bout de 5 secondes. La consommation électrique au bout de 5 secondes est alors égale à environ 155 J.

Question 25 : A l'aide des résultats de simulation, donner la valeur de l'énergie consommée lors du pivotement de l'hydroplaneur.

Pour placer l'hydroplaneur en mode transmission, le roll-pack doit basculer de 90°. Ce déplacement angulaire est atteint au bout de 10 secondes. La consommation électrique au bout de 10 secondes est alors égale à environ 345 J.

Question 26 : Déterminer le torseur de cohésion (ou torseur des efforts intérieurs) en tout point de la fibre neutre. Nommer l'état de sollicitations obtenu.

Il n'y a aucune discontinuité géométrique et une seule charge linéique sur la poutre.

Donc $\forall x \in [0, l]$:

$$\boxed{\{T_{int}\} = + \left\{ \begin{array}{l} -q(l-x) \vec{y} \\ \frac{q(l-x)^2}{2} \vec{z} \end{array} \right\}_G}$$

Avec G centre de la section droite d'abscisse x .

État de sollicitation : flexion simple.

Question 27 : Rappeler l'expression littérale du moment quadratique pour la section considérée.

Pour une section rectangulaire le moment quadratique $I_{G,z}$ s'exprime :

$$I_{G,z} = \frac{bh^3}{12}$$

Question 28 : Donner l'expression littérale de la contrainte normale maximale puis vérifier la validité du dimensionnement de l'aile.

$$\forall x \in [0, l] ; \forall y \in \left[-\frac{h}{2}, +\frac{h}{2}\right] :$$

$$\sigma(x, y) = \frac{\frac{q(l-x)^2}{2}}{\frac{bh^3}{12}} y \quad \Leftrightarrow \quad \sigma(x, y) = 6 \frac{q(l-x)^2}{bh^3} y$$

Cette fonction est maximale en $x = 0$ et $y = +\frac{h}{2}$ et a pour expression :

$$\sigma_{max} = 3 \frac{ql^2}{bh^2}$$

Soit $\sigma_{max} \approx 0,3 \text{ MPa} < R_e$, l'aile est donc correctement dimensionnée.

Question 29 : Montrer que l'expression littérale du déplacement vertical en bout d'aile $u_y(l)$ s'écrit :

$$u_y(l) = -\frac{ql^4}{8EI_{G,z}}$$

L'expression littérale du déplacement vertical $u_y(x)$ s'obtient par intégration de l'équation de la déformée :

$$\begin{aligned} EI_{G,z} \frac{d^2 u_y}{dx^2} &= -\frac{q(l-x)^2}{2} \\ EI_{G,z} \frac{du_y}{dx} &= \frac{q(l-x)^3}{6} + A \quad (A \in \mathbb{R}) \\ EI_{G,z} u_y &= -\frac{q(l-x)^4}{24} + Ax + B \quad (B \in \mathbb{R}) \end{aligned}$$

Les constantes A et B sont ensuite identifiées à partir des conditions aux limites en déplacement :

En $x = 0$:

$$\left. \frac{du_y}{dx} \right|_{x=0} = 0 \rightarrow A = -\frac{ql^3}{6}$$

$$u_y(0) = 0 \rightarrow B = \frac{ql^4}{24}$$

L'expression littérale du déplacement vertical est alors :

$$u_y = \frac{1}{EI_{G,z}} \left(-\frac{q(l-x)^4}{24} - \frac{ql^3}{6}x + \frac{ql^4}{24} \right)$$

Finalement en évaluant cette expression en $x = l$, il vient :

$$u_y(l) = \frac{1}{EI_{G,z}} \left(-\frac{ql^4}{6} + \frac{ql^4}{24} \right)$$

$$u_y(l) = -\frac{ql^4}{8EI_{G,z}}$$

Question 30 : En déduire l'expression littérale de la raideur de flexion $k_f = \left| \frac{ql}{u_y} \right|$. Effectuer l'application numérique ; le cahier des charges est-il respecté ?

La raideur de flexion s'exprime :

$$k_f = \left| \frac{ql}{\frac{ql^4}{8EI_{G,z}}} \right| \leftrightarrow k_f = \frac{2Ebh^3}{3l^3}$$

L'application numérique donne : $k_f \approx 111 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} > 100 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$; le cahier des charges est donc validé.

Question 31 : Exprimer la largeur b de l'aile en fonction de m , ρ , l et h .

La masse de l'aile est $m = bhl\rho$, donc $b = \frac{m}{hl\rho}$.

Question 32 : En réutilisant l'expression du déplacement $u_y(l)$, déterminer les fonctions f et g telles que la masse de la poutre s'exprime : $m = f(E, \rho) \cdot g(q, |u_y(l)|, l, h)$.

D'après Q29 :

$$|u_y(l)| = \frac{ql^4}{8EI_{G,z}} \leftrightarrow |u_y(l)| = \frac{3ql^4}{2Ebh^3}$$

Puis en injectant l'expression de b déterminée à la question précédente :

$$|u_y(l)| = \frac{3\rho ql^5}{2Emh^2}$$

La masse de l'aile s'exprime donc :

$$m = \frac{\rho}{\underbrace{E}_{f(E,\rho)}} \times \frac{3ql^5}{\underbrace{2|u_y(l)|h^2}_{g(q,|u_y(l)|,l,h)}}$$

Question 33 : En considérant l'expression de $f(E, \rho)$ obtenue à la question précédente, montrer que $n = 1$.

Pour minimiser la masse il faut minimiser les fonctions f et g . L'indice de performance I_p pour une conception à masse minimale s'écrit alors (minimiser la masse revient à maximiser I_p) :

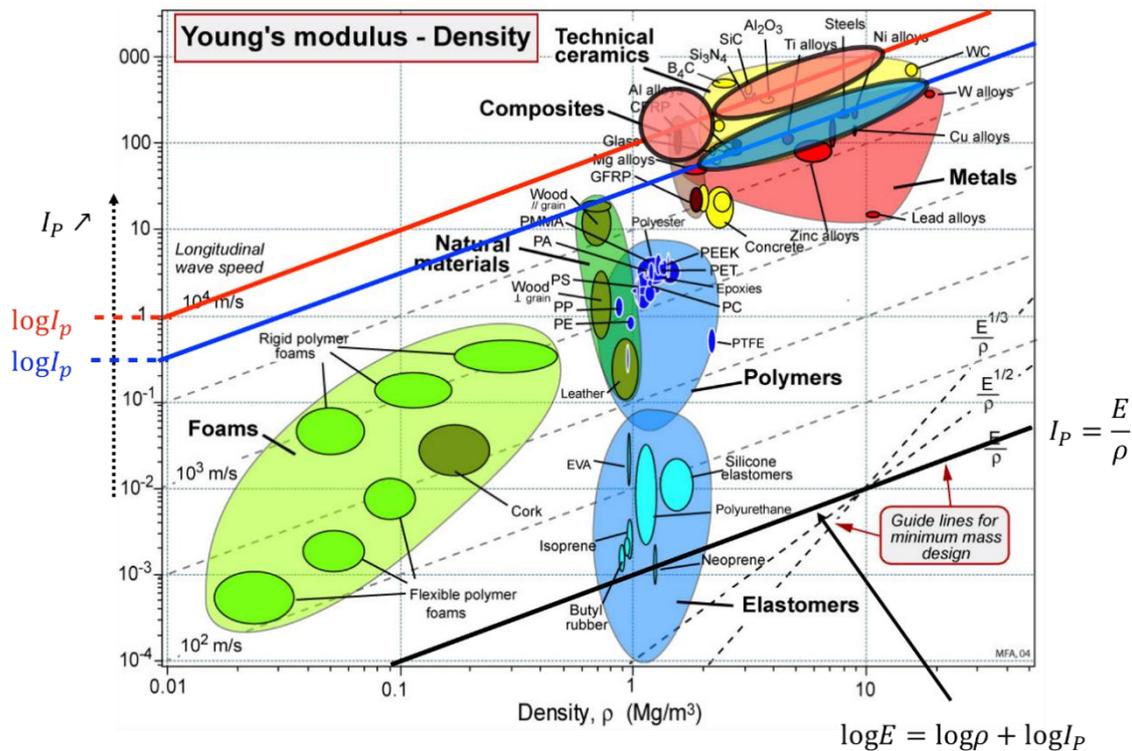
$$I_p = \frac{1}{f(E, \rho)} = \frac{E}{\rho}$$

où l'on identifie directement $n = 1$.

Question 34 : À l'aide du document réponse **DR2**, proposer un choix de matériaux permettant d'optimiser l'indice de performance I_p . Expliciter clairement votre démarche et discuter de la compatibilité de votre choix avec le milieu marin.

Il faut choisir la famille de matériaux maximisant l'indice de performance $I_p = \frac{E}{\rho}$. Pour cela la droite d'équation $\log E = \log \rho + \log I_p$ (échelle logarithmique) est translatée verticalement pour maximiser son ordonnée à l'origine ($\log I_p$). Deux familles de matériaux se dégagent alors par rapport à la solution initiale du constructeur (alliage d'aluminium) :

- les matériaux composites à fibres de carbone,
- les céramiques techniques.



Pour des raisons économiques et de mise en œuvre, les matériaux composites seront préférés aux céramiques techniques. Les ailes en matériaux composites devront recevoir une protection de surface – vernis, résine, etc. – pour éviter le vieillissement humide et renforcer leur étanchéité.

Question 35 : Quel type de simulation numérique envisagez-vous pour étudier les contraintes et les déformations de la coque en situation de plongée ?

Les effets dynamiques étant négligeables sur la coque du planeur (accélérations faibles), une étude statique est envisagée.

Question 36 : Donner l'expression littérale de la variation de pression Δp en fonction de la variation de profondeur Δz . En déduire la valeur numérique de la pression exercée sur la coque centrale à 1000 m de profondeur.

D'après le principe fondamental de l'hydrostatique, en supposant un fluide parfait à masse volumique constante :

$$P_2 + \rho g z_2 = P_1 + \rho g z_1 \quad \Leftrightarrow \quad P_2 - P_1 = -\rho g (z_2 - z_1)$$

$$\Delta P = -\rho g \Delta z$$

Pour une variation de profondeur de 1000 m : $\Delta P \approx 10,1 \text{ MPa}$

Question 37 : Définir le(s) type(s) de chargement ainsi que l'(les) entité(s) géométrique(s) sur laquelle(lesquelles) il(s) s'applique(nt) en complétant la Table 2 du document réponse **DR3**.

	Plan A	Plan B	Plan C	Surface D
 Force				
 Couple				
 Pression			✓	✓
 Gravité				
 Force centrifuge				
 Chargement de palier				

Question 38 : Définir également la(les) condition(s) limite(s) en déplacement ainsi que l'(les) entité(s) géométrique(s) sur laquelle(lesquelles) elle(s) s'applique(nt) en complétant la Table 3 du document réponse **DR3**.

	Plan A	Plan B	Plan C	Surface D	Point 1	Point 2
 Géométrie fixe					✓	
 Appui plan	✓	✓				
 Pivot fixe						
 Appui élastique						

Question 39 : Quelle option semble la plus pertinente pour modéliser le comportement des contacts réels entre les différentes parties de la coque ?

Les coques sont en liaison encastrement, il faut donc choisir un contact solidaire.

Question 40 : Expliquer précisément la(les) cause(s) possible(s) de ce message d'erreur.

Ce message d'erreur peut être dû à des déformations et déplacements trop importants de la structure sous l'effet de la sollicitation appliquée. Cela paraît peu probable compte tenu de la nature et de l'intensité de la sollicitation (pression hydrostatique d'environ 100 bars).

Le message d'erreur résulte donc a priori de mouvements de corps rigide de la coque. Le système n'est pas correctement contraint, les conditions limites en déplacement sont à modifier.

Question 41 : Commenter les résultats obtenus. Justifier en particulier la localisation de la contrainte maximale.

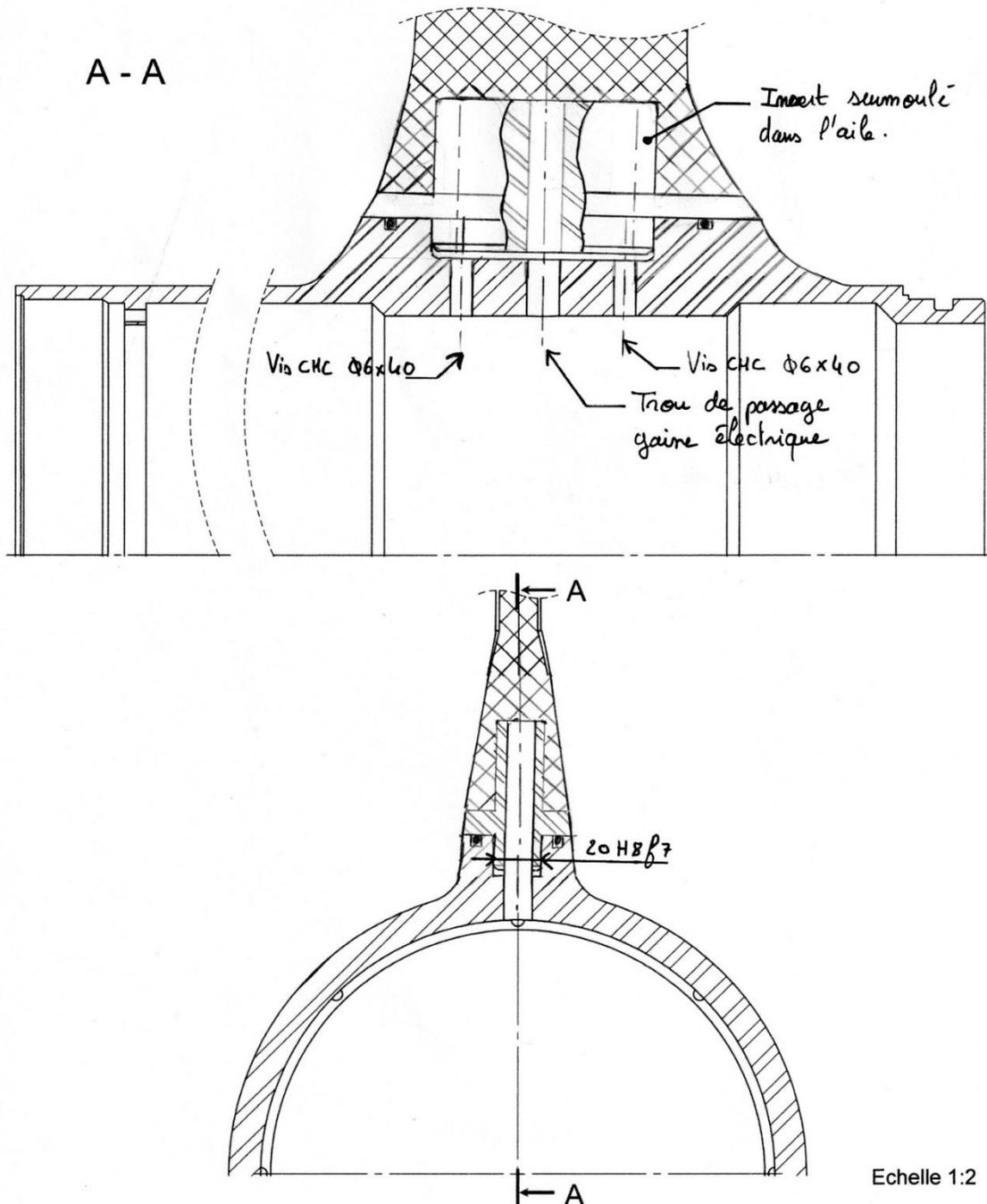
La répartition des contraintes de Von Mises est relativement homogène sur l'ensemble de la coque. Les contraintes restent inférieures à environ 170 MPa excepté sur la jonction entre la coque arrière et la coque centrale où une concentration des contraintes est observée en fond d'alésage. La valeur de la contrainte de Von Mises - $R_e < \sigma_{\max} = 286 \text{ MPa} < R_r$ - dépasse la limite d'élasticité dans cette zone, qui subit une légère déformation plastique mais aucune fissuration.

Question 42 : Conclure sur la résistance et l'étanchéité de la coque. Le dépassement de la limite élastique est-il le risque prépondérant pour ce type d'application ?

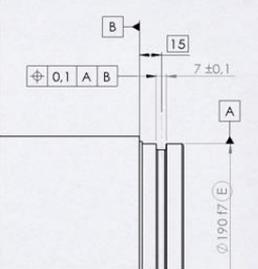
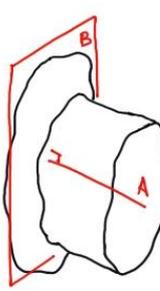
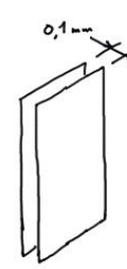
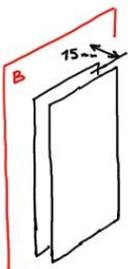
D'après les constatations précédentes, une légère déformation plastique est observée au niveau de la jonction entre les coques arrière et centrale. Ce dépassement local de la limite d'élasticité ne met pas en péril l'intégrité de la structure car la contrainte à rupture n'est jamais dépassée. Il peut toutefois engendrer des problèmes d'étanchéité.

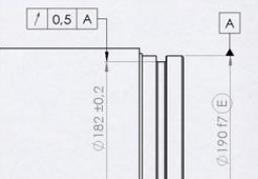
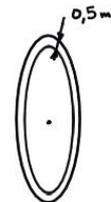
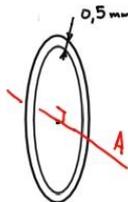
Le risque de fissuration/rupture de la coque est prépondérant devant le risque de déformation plastique. Une légère déformation plastique peut être tolérée pour cette application (peu de risques de fatigue ou d'écrouissage si la profondeur de 1000 m n'est pas dépassée).

Question 43 : Sur le document réponse DR4, dessiner « à main levée » ou aux instruments un croquis représentant votre proposition de solution. Celle-ci devra être compatible avec les contraintes de conception imposées, en particulier les contraintes liées aux procédés de fabrication et au matériau constituant chaque pièce.



Question 44 : Donner la signification des deux spécifications géométriques indiquées sur l'extrait du dessin de définition (Figure 22) en utilisant les tableaux d'analyse fournis sur les documents réponses DR-1 et DR5-2.

Tolérancement Normalisé		Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification		Eléments non idéaux		Eléments idéaux		
Symbole de la spécification : 						
Nom de la spécification : Type de spécification : <ul style="list-style-type: none"> • Forme <input type="checkbox"/> • Orientation <input type="checkbox"/> • Position <input checked="" type="checkbox"/> • Battement <input type="checkbox"/> 		Élément(s) toléré(s)	Élément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : l'élément toléré doit se situer tout entier dans la zone de tolérance		<ul style="list-style-type: none"> • unique <input checked="" type="checkbox"/> • groupe <input type="checkbox"/> 	<ul style="list-style-type: none"> • unique <input type="checkbox"/> • multiples <input checked="" type="checkbox"/> 	<ul style="list-style-type: none"> • simple <input type="checkbox"/> • commune <input type="checkbox"/> • système <input checked="" type="checkbox"/> 	<ul style="list-style-type: none"> • simple <input checked="" type="checkbox"/> • composée <input type="checkbox"/> 	Contraintes Orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
Schéma Extrait du dessin de définition		Surface médiane réputée plane des deux flancs réels de la rainure	Surface réelle réputée cylindrique associée à l'arbre diamètre 190 Surface réelle réputée plane associée à l'épaulement	Réf. Spéc. Prim. A Droite, axe du cylindrique associé à la surface réputée cylindrique Réf. Spéc. Second. B Plan associé à la surface réputée plane et perpendiculaire à la Réf. Spécif. Prim.	Espace compris entre deux plans distants de 0,1 mm	La zone de tolérance est centrée sur un plan distant de 15 mm de la Réf. Spécif. Second.
						

Tolérancement Normalisé		Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification		Eléments non idéaux		Eléments idéaux		
Symbole de la spécification : 						
Nom de la spécification : Type de spécification : <ul style="list-style-type: none"> • Forme <input type="checkbox"/> • Orientation <input type="checkbox"/> • Position <input type="checkbox"/> • Battement <input checked="" type="checkbox"/> 		Élément(s) toléré(s)	Élément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : l'élément toléré doit se situer tout entier dans la zone de tolérance		<ul style="list-style-type: none"> • unique <input checked="" type="checkbox"/> • groupe <input type="checkbox"/> 	<ul style="list-style-type: none"> • unique <input checked="" type="checkbox"/> • multiples <input type="checkbox"/> 	<ul style="list-style-type: none"> • simple <input checked="" type="checkbox"/> • commune <input type="checkbox"/> • système <input type="checkbox"/> 	<ul style="list-style-type: none"> • simple <input checked="" type="checkbox"/> • composée <input type="checkbox"/> 	Contraintes Orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
Schéma Extrait du dessin de définition		Surface réputée cylindrique (fond de la rainure)	Surface réelle réputée cylindrique associée à l'arbre diamètre 190	Droite, axe du cylindrique associé à la surface réputée cylindrique	Espace compris entre deux cercles concentriques dont la différence de rayon est de 0,5 mm	La zone de tolérance est centrée sur la Réf. Spécif. et contenue dans un plan perpendiculaire à la Réf. Spécif.
						
				Chaque section du fond de la rainure doit être dans la zone de tolérance		

Question 45 : À partir des informations fournies dans le document DT6, déterminer le nombre de cellules nécessaire pour satisfaire le cahier des charges. La quantité choisie par le constructeur est-elle suffisante ?

L'énergie totale consommée par le planeur lors d'un cycle est :

$$E_{tot} = E_{carte} + E_{trans} + E_{dpack} + E_{hyd}$$

L'énergie stockée par l'ensemble des batteries s'exprime :

$$E_{bat} = n \times C \times U$$

où n représente le nombre de batteries. On en déduit le nombre de batteries nécessaires :

$$n = \left\lceil \frac{nb_{cycle} \times E_{tot}}{C \times U} \right\rceil$$

Soit $n = 49$; le nombre de batteries choisies par le constructeur ($n = 52$) est suffisant pour répondre aux contraintes du cahier des charges.

Question 46 : Donner deux paramètres influant sur la valeur du rendement d'une pompe hydraulique. Préciser les deux principaux phénomènes physiques qui sont à l'origine des pertes énergétiques dans la pompe. Justifier succinctement.

La pression et le débit sont les deux paramètres principaux influant sur le rendement de la pompe hydraulique.

Les fuites et les pertes de charge (frottements secs et fluides) sont les deux principaux phénomènes physiques à l'origine des pertes énergétiques. Les fuites modifient le débit et donc le rendement volumétrique de la pompe. Les pertes de charges diminuent la pression utile et donc le rendement hydromécanique de la pompe.

Question 47 : À partir de l'analyse des courbes de la Figure 23, préconiser un réglage nominal permettant d'optimiser le rendement de la pompe hydraulique. Justifier.

Le rendement global augmente avec le débit et la pression. Le meilleur rendement énergétique de l'ensemble motopompe semble être défini par le couple ($p \approx 140 \text{ bar}$; $q \approx 1,2 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$).

Question 48 : Dans le cadre d'une démarche d'optimisation énergétique, proposer une ou plusieurs solutions techniques qui permettraient d'augmenter l'autonomie de l'hydroplaneur.

La partie commande (transmission + carte électronique ; 16900 W/cycle) représente la source prépondérante de consommation énergétique. La tension d'alimentation étant déjà relativement faible (3,9 V), les axes d'optimisation semblent très limités.

Pour la partie puissance, une possibilité serait d'optimiser le rendement de la chaîne hydraulique en augmentant le débit et la pression de fonctionnement, ceux-ci influant directement sur le

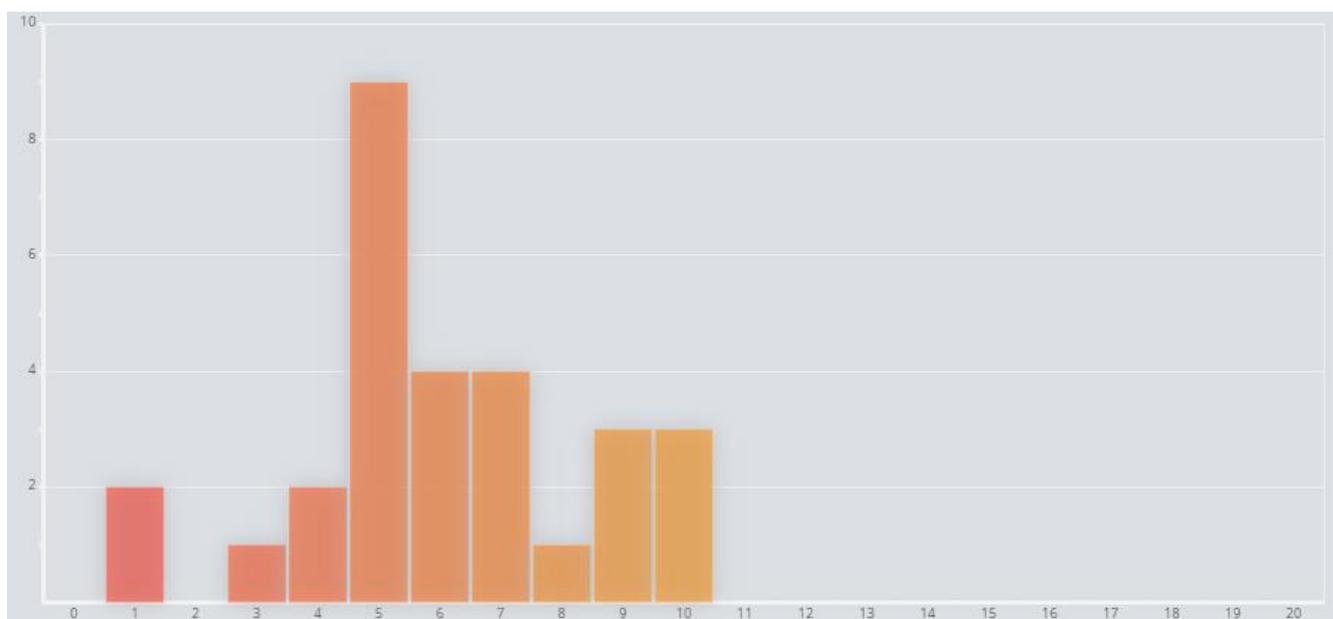
rendement de la pompe. Des accumulateurs à gaz pourraient également être implantés dans le circuit hydraulique afin de limiter le temps de fonctionnement de la pompe.

Une autre possibilité – certainement la plus pertinente - serait d'intégrer un système additionnel permettant la recharge des batteries : générateur hydro-électrique à hélices ou générateur magnéto-hydrodynamique par exemple.

Éléments statistiques

- Nombre de candidats ayant composé : 29
- Moyenne de l'épreuve : 6,24
- Écart type : 2,34
- Note minimale : 1,58
- Note maximale : 10,85

Répartition des candidats par note



Exploitation pédagogique d'un dossier technique (admissibilité)

Éléments de correction

Le travail prendra appui sur le dossier technique « Préhenseur »
Classes de Bac Pro « Etude et Définition de Produits Industriels », scolaires et apprentis.

- BcP « EDPI »
 - 2^{nde} (Classe nommée 2EDPI) de 15 élèves
 - 1^{ère} (Classe nommée 1EDPI) de 15 élèves
 - Terminale (Classe nommée TEDPI) de 15 élèves

Question 1 :

Dans le dossier technique, vous disposez de captures d'écrans des fichiers du préhenseur, ouverts avec SOLIDWORKS. Toutes les pièces sont initialement immobilisées par des contraintes.

A partir de cette maquette industrielle, quel travail préalable est nécessaire afin de la rendre exploitable par des élèves d'EDPI ?

Réponse

Afin de préserver l'assemblage natif, il sera demandé à l'enseignant d'enregistrer une copie du modèle ouvert.

Selon la capture d'écran de l'arborescence d'assemblage, il s'avère que des erreurs de construction sont visibles sur le modèle « fixe » (erreurs dues à la sur-contrainte) et que l'assemblage est sans sous-ensemble cinématique. Les pièces sont également nommées par des codes utilisés par l'entreprise qui ne font pas sens pour les élèves.

Il est donc attendu de l'enseignant :

- de renommer les pièces en utilisant des dénominations permettant à l'élève de les identifier rapidement dans l'arbre de création ;
- d'insérer des assemblages (sous-ensembles) et d'y glisser les pièces liées cinématiquement ;
- de fixer le sous-ensemble devant être cinématiquement sans mouvement.
- de supprimer les contraintes superflues ;
- de lier les sous-ensembles par des contraintes géométriques traduisant les degrés de liberté entre eux ;
- d'appliquer une contrainte permettant de mettre le sous-ensemble lié à la partie mobile de l'actionneur en position voulue ;
- d'enregistrer en renommant l'assemblage.

Question 2 :

A partir du dossier pédagogique présentant le préhenseur (DP1) et des extraits de référentiels (DP4 à DP8), identifier quatre compétences professionnelles qui pourraient être travaillées à travers le support présenté. Justifier et argumenter.

Identifier les savoirs associés.

Réponse

Compétences	Justification	Savoirs associés
C1.1 C1.2.1 C1.2.2 C1.2.3 C1.2.4	Afin de pouvoir appréhender le fonctionnement du « préhenseur » dans son comportement cinématique, une analyse du fonctionnement et des relations entrée/sortie sont primordiales.	S1.1.1 S1.2.1 S1.2.4 S1.2.5 S2.6 S4.2.1 S5.1 S5.3.2 S5.3.4 S6.2.3
C2.1 C2.2	Pour répondre à une problématique de conception, il est important de structurer la démarche et de vérifier sa résolution. Celle-ci peut être réalisée par des croquis ou schémas permettant de mettre en évidence la solution constructive et de vérifier sa pertinence de faisabilité et de résolution.	S1.2.1 S2.8 S3.1.1 S4.2.1 S5.1 S5.3.2 S5.3.4 S6.2.3
C3.1.1 C3.1.2 C3.1.3	La modélisation du support impose une maîtrise du logiciel employé et des divers outils de conception intégrés. L'arborescence de construction doit répondre à la cinématique de l'assemblage et les pièces à la faisabilité constructive. Les documents produits doivent mettre en avant la ou les solutions permettant de répondre à la problématique.	S3.1.2 S3.1.4 S3.2.2 S3.2.3 S5.1 S5.3.2 S5.3.4

C4.1.1 C4.1.2 C4.2.1	Au sein d'un bureau d'étude, il est important de communiquer avec son environnement de travail. Afin de s'assurer que l'apprenant ait compris la problématique et que sa démarche amène bien à sa résolution, il est intéressant de lui demander d'exposer son travail et que les autres apprenants puissent participer à cet exposé pour confronter leurs idées.	S1.2 S2.8 S3.1 S3.2 S4.2.1 S5.1 S5.3 S6.1.2
----------------------------	---	--

La compétence C5 peut aussi être proposée en exploitant les solutions technologiques des liaisons d'équivalence cinématique.

Question 3 :

On se propose de préparer une séquence sur la cinématique en classe de première EDPI abordant les compétences « C12 Analyser un produit » et « C22 Étudier et choisir une solution ».

En complétant le document réponse DR2, décrire en détail la séquence pédagogique en précisant et en justifiant :

- la durée de la séquence, le nombre et la durée des séances consacrées en classe entière ou en groupe à effectif réduit ;
- les prérequis nécessaires à cette séquence ;
- les objectifs envisagés et le détail des activités demandées ;
- la démarche pédagogique retenue pour chaque activité proposée ;
- l'utilisation des ressources et outils numériques au cours des activités ;
- les supports et/ou dossiers retenus pour chaque activité proposée.

Réponse

DR2 - Fiche descriptive de la séquence sur la cinématique

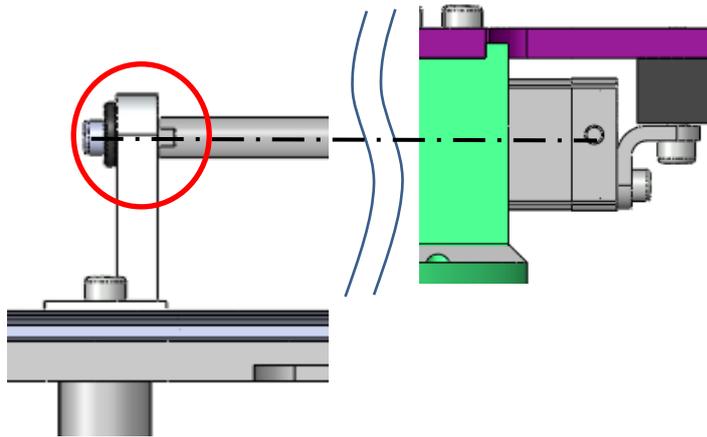
Contextualisation				
Activités professionnelles : ETUDE DE PRODUIT ANALYSE	Compétences terminales : C12 Analyser un produit C22 Etudier et choisir une solution	Savoirs associés développés : S1.2.4 S1.2.5 S4.2.1 S5.3.4		
Prérequis	Liaisons complètes et partielles, mouvements et trajectoires, liaisons d'équivalence cinématiques et schéma cinématique. Connaissance du logiciel Méca3D dans l'insertion des paramètres de calcul et l'élaboration des grapheurs			
Durée totale	10 heures	Position de la séquence dans la progression	Après les vacances de printemps	
Structuration				
Durée et organisation	Séances (Descriptif)	Objectifs visés	Ressources Outils numériques Supports	Nature des activités pédagogiques <i>Rayer les mentions inutiles</i>
2h00	Présentation de l'entreprise et du support d'étude dans son contexte industriel Découverte des différentes solutions technologiques « Préhenseur »	Informatif : Permettre aux apprenants de découvrir un milieu professionnel. Permettre aux apprenants d'associer le fonctionnement du support dans le réel Permettre aux apprenants de découvrir les différentes possibilités de préhension	Diaporama Modeleur 3D Site internet	TP découverte TP Cours Travail dirigé Synthèse Evaluation

3h00	<p>Analyse fonctionnelle du « Préhenseur » dans son environnement d'utilisation</p> <p>Etude cinématique du « Préhenseur » :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classes d'équivalence • Liaisons d'équivalence • Schéma cinématique <p>Etude des solutions technologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actionneur • Guidage • Transformateur de mouvement 	IDENTIFIER les différentes solutions technologiques permettant la transmission du mouvement de l'actionneur vers les sous-ensembles MORS	Diaporama Modeleur 3D TP Multimédia	<p>TP découverte</p> <p>TP</p> <p>Cours</p> <p>Travail dirigé</p> <p>Synthèse</p> <p>Evaluation</p>
1h00	Présentation du schéma cinématique attendu et des solutions technologiques permettant de définir le comportement cinématique du « Préhenseur »	AMENER tous les apprenants au même degré de connaissance du comportement cinématique du « Préhenseur »	Diaporama Modeleur 3D Fiche de synthèse	<p>TP découverte</p> <p>TP</p> <p>Cours</p> <p>Travail dirigé</p> <p>Synthèse</p> <p>Evaluation</p>
3h00	Intégration des caractéristiques de calcul du « Préhenseur » Analyse des grapheurs en vue d'une réflexion sur des données cinématiques	ANALYSER le comportement cinématique de sous-ensembles en vue de valider un fonctionnement dans une utilisation normale	Modeleur 3D TP Multimédia	<p>TP découverte</p> <p>TP</p> <p>Cours</p> <p>Travail dirigé</p> <p>Synthèse</p> <p>Evaluation</p>
1h00	Par la chaîne cinématique du « Préhenseur », présentation du résultat de l'étude en mettant en évidence l'équivalence des vitesses de sortie des sous-ensembles MORS	AMENER les apprenants à partager leurs résultats METTRE en évidence la conformité du mouvement des S.E. MORS lors d'un déplacement de l'actionneur	Diaporama Vidéo Fiche de synthèse	<p>TP découverte</p> <p>TP</p> <p>Cours</p> <p>Travail dirigé</p> <p>Synthèse</p> <p>Evaluation</p>

Question 4 :

Vous devez préparer une séance de conception en classe de terminale à partir de la maquette du préhenseur.

Vous vous intéresserez aux liaisons du corps et de la tige du vérin sur le préhenseur. Deux extraits de la mise en plan du préhenseur montrent ces liaisons (ci-dessous).

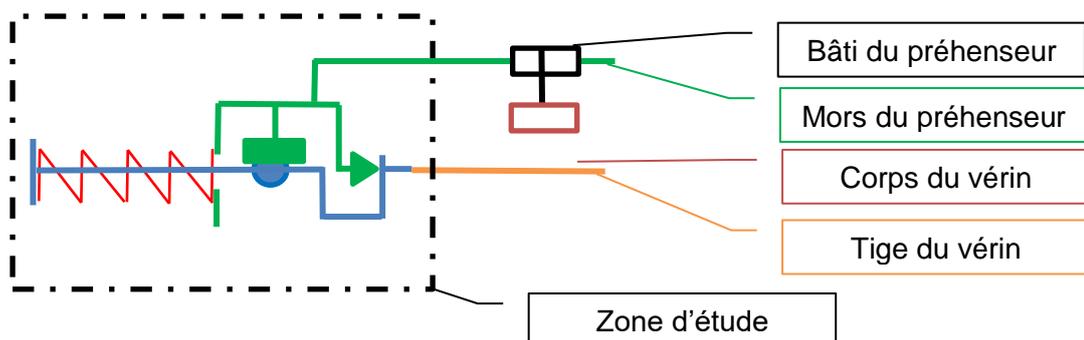


Un premier prototype réalisé selon les plans que vous possédez et testé en conditions réelles, a permis de constater d'une part une détérioration prématurée des pièces au niveau de la **liaison complète de la tige du vérin sur le « mors » du préhenseur**, d'autre part **un manque d'efficacité du maintien de la vitre**.

Vous devrez vous appuyer sur les pistes de réflexion ci-dessous pour construire la séance.

- Analyse des solutions technologiques mises en place pour réaliser les liaisons existantes du corps et de la tige du vérin avec les pièces voisines (bâti du préhenseur et mors)
- Recherche d'autres solutions pour la liaison entre le mors et la tige de vérin, en veillant à améliorer le serrage et maintien de la vitre.

Choix orienté vers la solution schématisée ci-dessous :



- Conception de la solution souhaitée

En complétant le document réponse DR3, préciser les éléments constitutifs de cette séance.

Établir le document élève correspondant sur feuille.

Réponse

DR3 : Fiche descriptive de séance

FICHE DE SEANCE		
MODIFICATION de PRODUIT : « Préhenseur »		
Filière	Année	Période
Bac Pro EDPI	Terminale	Entre les vacances d'hiver et les vacances de printemps
Conditions d'exécution		
Classe entière <input type="checkbox"/> Effectif réduit <input checked="" type="checkbox"/>	Groupes multiples <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	Durée de la séance : 4H

Activités professionnelles	Modification d'une liaison complète afin de transmettre l'effort de l'actionneur selon la direction de l'axe de celui-ci. Intégration d'une solution technologique permettant de maintenir l'effort lors du déplacement de la vitre par le robot
Compétences visées	C 2.2 C 3.1.1 C 4.1.2
Savoirs associés	S 3.1.1 S 5.1.1 S 5.1.2

Prérequis	Résolution d'un problème statique. Cône de frottement. Liaison mécanique élastique et son comportement mécanique (constante de raideur « k »)
Objectifs opérationnels	CONCEVOIR une solution permettant de résoudre les problèmes posés DEFINIR le composant élastique permettant d'assurer le maintien en position

Déroulement indicatif de la séance			
Durée	Actions de l'enseignant	Moyens mobilisés	Résultats attendus
0h30	Présentation du support et de la problématique	Diaporama Modèle 3D	Compréhension de la problématique et du fonctionnement du support dans sa cinématique et mécanique
2h00	Recherche de solutions constructives amenant à la solution attendue (par groupe)	Modèle 3D Tous documents autorisés y compris Internet	Création de schémas, croquis
0h30	Restitution des groupes	Tableau	Exposé des solutions constructives et réflexion sur la cohérence des présentations
1h00	Synthèse qui débouche sur la solution du ressort	Diaporama	Compréhension de la solution attendue permettant la résolution des problèmes Production d'un croquis + schéma cinématique

Terminale EDPI	Fiche activité Modification de produit – Support étudié « Préhenseur »
-------------------	---

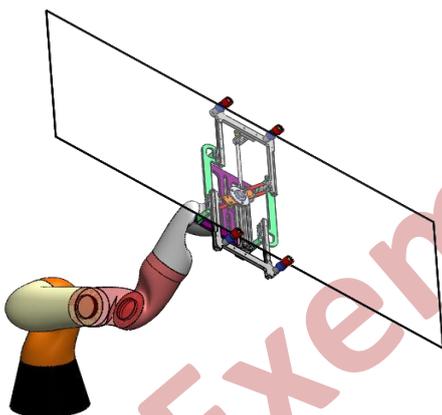
Objectifs :

- **Modification d'une liaison complète afin de ne transmettre l'effort de l'actionneur que selon la direction de l'axe de celui-ci.**
- **Intégration d'une solution technologique permettant de maintenir l'effort lors de déplacement de la vitre par le robot.**

Présentation du système

Aujourd'hui, afin d'aider un opérateur lors de la manipulation de charges lourdes et encombrantes, les entreprises s'équipent de robots collaboratifs appelés cobots. Si le robot peut en théorie revêtir de multiples formes, la plus commune est celle d'un bras robotisé et articulé, capable de remplir énormément de tâches. Un exemple est présenté sur l'image ci-contre.

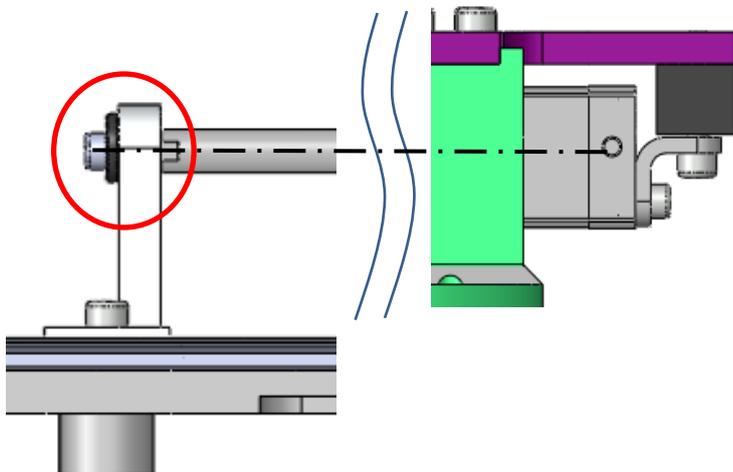
Ce type de bras robotisé doit ensuite être équipé d'un préhenseur afin de pouvoir saisir l'objet à manipuler. Le préhenseur peut être sous la forme d'une pince, de ventouses...



Nous nous intéressons ici au système développé par l'entreprise SMIT (Société de Machines et d'Ingénierie Ternoise) qui s'adapte sur un bras robotisé. Le préhenseur doit ainsi permettre de saisir une vitre de dimension variable et de la maintenir pendant son déplacement.

Problématique

Comment assurer l'efficacité du maintien sans détériorer les pièces de la liaison tige du vérin – mors du préhenseur ?



Un premier prototype réalisé selon les plans que vous possédez et testé en conditions réelles, a permis de constater d'une part une détérioration prématurée des pièces au niveau de la **liaison complète de la tige du vérin sur le « mors » du préhenseur**, d'autre part un **manque d'efficacité du maintien de la vitre**.

Vous vous intéresserez aux liaisons du corps et de la tige du vérin sur le préhenseur.

OBJECTIFS	Auto-évaluation
<p>Analyser le système existant</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déterminer les mobilités supprimées par la solution technologique actuelle • Indiquer le type de liaison entre la tige de vérin et le mors du préhenseur • Préciser comment est réalisée cette liaison • Identifier la partie à modifier (degré de liberté à rétablir) 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<p>Recherche des solutions constructives permettant de modifier la liaison complète</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proposer une solution afin de rétablir un degré de liberté tout en assurant le maintien de la vitre • Justifier vos choix • Réaliser un ou plusieurs croquis présentant la solution proposée • Sur le document réponse, mettre en forme la solution choisie en utilisant des composants standards normalisés. 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<p>Faire le compte-rendu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diaporama • Schémas de vos solutions • Justifications 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Documents ressource

Fichier SolidWorks disponible sur le serveur du lycée

Fichier ressource indiquant les contraintes relevées sur la liaison Tige_vérin / Mors_préhenseur

Commentaires du jury

Le sujet de 47 pages fourni au candidat comporte :

- Un dossier sujet incluant une mise en situation et un questionnaire ;
- Un dossier pédagogique
 - Une étude préliminaire réalisée sur le préhenseur
 - Les emplois du temps des élèves de 2^{nde}, 1^{ère} et terminale
 - Une progression pédagogique sur les 3 années
 - Des extraits du référentiel baccalauréat professionnel EDPI
- Le dossier réponse
 - DR1 : Compétences, savoirs et justifications
 - DR2 : Séquence en première EDPI sur la cinématique
 - DR3 : Séance de conception
- Le dossier technique
 - La présentation du préhenseur
 - Les documents techniques

Le jury a apprécié de la part de certains candidats :

- Des propositions claires, précises, et l'utilisation de la terminologie adoptée dans les documents ;
- Des propositions concrètes et détaillées d'activités liées au support technologique.

Il a été, malheureusement, relevé trop de fautes d'orthographe, de grammaire, de syntaxe et des copies dont l'apparence ressemble à un brouillon. Des candidats n'argumentent pas suffisamment ou de manière superficielle leur choix. Quelques candidats ont passé trop de temps à retranscrire des parties du référentiel en guise de réponse ou d'argumentation sans valeur ajoutée personnelle. La lecture du sujet n'a pas toujours été attentive.

Il convient de s'accorder sur le fait que cette épreuve se nomme « Exploitation pédagogique d'un dossier technique ». Il est donc essentiel pour les candidats de proposer une construction de séquence et de séance à travers les questions 3 et 4.

Certains candidats n'ont pas traité ces questions qui sont pourtant au cœur de la réflexion pédagogique.

Certaines copies témoignent cependant d'une réelle prise en compte des commentaires de jury de la session précédente.

Le jury conseille aux candidats en préparation à cette épreuve de lire un référentiel de baccalauréat professionnel pour se familiariser avec son utilisation [<https://eduscol.education.fr/> ou <http://www.devenirenseignant.gouv.fr/>]. Il rappelle qu'une lecture complète et attentive de l'intégralité du sujet est nécessaire pour en avoir une vision globale des attentes. Le jury autorise l'appropriation du Dossier Technique (découpage, coloriage...) pour illustrer les réponses des candidats.

Question n° 1

Le but de cette question était d'entrer facilement dans le sujet.

Il s'agissait pour le candidat de se positionner en tant qu'enseignant face à une maquette virtuelle à modifier de manière à la rendre lisible, compréhensible et exploitable par les élèves.

Le résultat est très décevant, au regard des réponses attendues ; une majorité de candidats ne semble pas capable de se mettre à la place d'un enseignant face à une maquette industrielle nécessitant quelques aménagements avant d'être utilisée avec des élèves.

Question n° 2

Cette question permettait d'évaluer le candidat sur ses compétences didactiques.

Il s'agissait d'extraire du référentiel de spécialité Etude et Définition de Produits Industriels quatre compétences liées à l'enseignement de la construction mécanique pouvant être abordées en utilisant le support proposé. Le candidat devait s'appuyer sur le tableau croisé compétences /savoirs fourni dans le dossier pédagogique pour identifier les savoirs associés à chacune des compétences. De nombreux candidats ont répondu correctement pour la détermination des compétences. Par contre, peu d'entre eux ont su déterminer les savoirs associés.

D'une façon générale, les justifications et argumentations n'ont pas été données.

Il est rappelé qu'une argumentation est demandée pour justifier tous les choix des candidats.

Une simple liste de savoirs et de compétences est insuffisante.

Question n°3 :

Cette question amenait le candidat à construire une séquence ayant pour support technique le préhenseur sur le thème de la cinématique en classe de première. Malheureusement, encore trop de candidats confondent séquence et séance.

Il était impératif de proposer une séquence cohérente avec la progression proposée dans le dossier pédagogique du sujet. Le jury attendait des candidats une véritable réflexion sur la construction de la séquence et l'utilisation de démarches pédagogiques pertinentes.

Trop peu de candidats précisent la mise en situation et la problématique de leurs séances.

Les candidats restent trop superficiels sur les activités proposées et réalisées par les élèves.

Les moments de synthèse et/ou de remédiation sont parfois cités mais peu développés.

L'évaluation ainsi que sa forme n'est jamais ou trop peu abordée.

Plusieurs copies ont été traitées de manière totalement déconnectée du support ou même de la question posée. Le jury conseille aux candidats de lire attentivement les questions et de prendre le temps de la réflexion pour proposer une réponse aboutie.

Question n°4 :

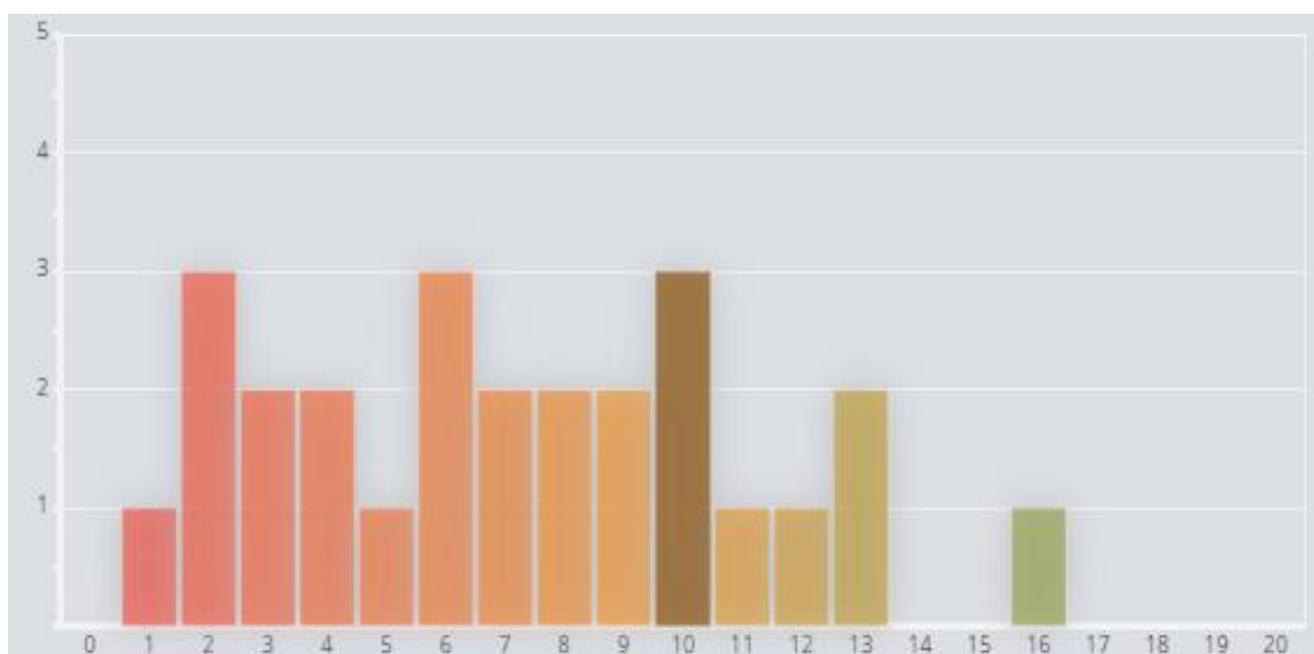
Cette question était l'aboutissement pédagogique du sujet. Beaucoup de candidats ne l'ont malheureusement pas traitée dans son intégralité. Très peu de candidats ont rédigé le document destiné à l'élève alors que cela était clairement demandé dans la question.

Nous ne pouvons que conseiller les candidats de faire preuve d'organisation et de ténacité pour traiter le sujet dans sa totalité.

Éléments statistiques

- Nombre de candidats ayant composé : 27
- Moyenne de l'épreuve : 7,69
- Écart type : 4,03
- Note minimale : 1,74
- Note maximale : 16,96

Répartition des candidats par note



Épreuve de mise en situation professionnelle (admission)

Présentation de l'épreuve

L'épreuve se déroule en 2 phases :

1- Travaux pratiques : durée 4h00

Partie évaluée sur 10 points

Au cours de cette première phase, le candidat est suivi et évalué au fil du TP par un membre du jury. Il doit suivre le TP guidé sur lequel il est évalué.

Cette première évaluation porte sur :

- La mise en œuvre des logiciels, des matériels et des maquettes didactisées. Lors de celle-ci, le candidat peut être amené à utiliser des appareils de mesure tel qu'un oscilloscope, un tachymètre, un dynamomètre...
- La démarche de résolution de problème ;
- La démarche de conception ;
- La conduite des expérimentations ;
- L'exploitation des résultats obtenus ;
- La formulation des conclusions.

Les questions posées peuvent amener le candidat à développer :

- Une démarche mise en œuvre ;
- Un protocole expérimental mis en place ;
- Des hypothèses associées au modèle et aux mesures ;
- L'optimisation du modèle ;
- L'analyse des résultats obtenus (justification des écarts).

En parallèle, le candidat doit compléter une **fiche d'aide à l'élaboration de la séance de construction mécanique** :

- En listant des tâches et compétences visées par chaque activité, et ce en se référant aux annexes fournies dans le sujet de TP ;
- En enregistrant des éléments (fichiers, images, graphes, ...) potentiellement utiles pour la séance envisagée.

2- Élaboration d'une séance de formation

Partie évaluée sur 10 points

Préparation de la soutenance : 1h00

L'objectif est d'élaborer une séance de construction mécanique.

Cahier des charges de la séance associée au TP :

La séance devra obligatoirement faire appel aux référentiels du Baccalauréat Professionnel fourni.

Le candidat doit intégrer le support, l'adapter pour être en adéquation avec le référentiel proposé, choisir un objectif pédagogique en lien avec un ou des savoir(s) visé(s) par **une ou des activités du TP** et le développer de manière inductive dans la séance.

Au cours de cette phase le candidat reste sur son poste de travail.

Il peut éventuellement procéder, en autonomie, à des manipulations complémentaires utiles pour l'élaboration de la séance.

Il prépare son exposé sur l'ordinateur qu'il a utilisé durant le TP.

Il dispose des suites Microsoft Office et Open Office ainsi que d'un logiciel de capture d'écran et **doit réaliser une présentation numérique** laissée à sa libre initiative.

Présentation de la séance : 1h00

- Exposé : 30 min maximum, durant lesquelles le jury n'intervient pas.
- Entretien : 30 min maximum.

L'exposé doit être composé :

- d'une présentation succincte du candidat ;
- d'une présentation rapide du support et des activités réalisées lors du TP tout en précisant leurs potentialités pédagogiques au regard du référentiel de certification fourni ;
- d'une introduction présentant les éléments ci-dessous :
 - ✓ tâche(s) professionnelle(s) identifiée(s), compétences visées et savoirs associés, niveau taxonomique (issus des référentiels du diplôme) ;
 - ✓ place de la séquence de formation au sein d'une planification pédagogique ;
 - ✓ place de la séance dans la séquence ;
 - ✓ objectif opérationnel (à partir de quoi, ce qui est visé, ...)

- ✓ modalités d'organisations : classe entière, groupe, ..., TP, TD, ... ;
 - ✓ ressources mobilisées : matériel, logiciel... ;
 - ✓ organisation de la séance : les activités proposées et leurs enchaînements ;
 - ✓ évaluation envisagée : conditions et critères d'évaluation de la séance.
- d'une séance détaillée qui doit :
 - ✓ être contextualisée par rapport à une situation professionnelle placée dans son environnement ;
 - ✓ présenter une problématique ;
 - ✓ **s'appuyer sur une ou plusieurs activités réalisées durant le TP** afin de répondre à cette problématique ;
 - ✓ présenter l'enchaînement des activités de l'élève ;
 - ✓ développer le contenu de la séance (tâches et documents fournis aux élèves...)
 - ✓ exposer les moyens et ressources mobilisés (logiciels, matériels, ...).

La qualité de communication du candidat (maîtrise des outils de communication, élocution, pertinence des réponses aux questions, ...) fait également partie des critères d'évaluation.

Commentaires du jury

TRAVAUX PRATIQUES

En début d'épreuve une lecture attentive du questionnaire et de tous les documents fournis (référentiels, planification, ...) est conseillée afin d'acquérir une vision globale du sujet et de comprendre la finalité de chaque partie.

Le candidat prend soin de lire attentivement les consignes, de vérifier et d'analyser ses résultats (unités, cohérences, faisabilité...). Il doit répondre avec rigueur et honnêteté aux questions posées par l'examineur. Le candidat veille à gérer son temps tout au long de l'activité pratique.

La connaissance de logiciels de CAO et de simulation multiphysique est nécessaire, quels que soient ceux-ci.

Le candidat peut à tout moment solliciter le membre du jury référent pour des explications complémentaires ou de l'aide.

Pendant la phase de TP, c'est la capacité à exploiter un système technique à des fins pédagogiques qui est évaluée.

Il n'est pas indispensable de terminer les activités proposées sur le TP, mais il faut bien comprendre les problématiques.

Pour faciliter l'élaboration de sa séance pédagogique, il est conseillé au candidat de compléter le compte rendu ou rédiger une synthèse à chaque étape du TP ainsi que de prendre du temps pour faire le lien entre les activités du TP proposées et les tâches et compétences associées aux référentiels du diplôme donné.

SOUTENANCE

Il est conseillé au candidat d'illustrer sa soutenance par une présentation numérique et de suivre le plus rigoureusement possible le cahier des charges donné en début de TP. Le jury rappelle que le document « aide à la préparation de la séance » n'est pas un document de présentation mais une aide à l'élaboration de la séance.

Le candidat doit situer sa séance dans la progression proposée et présenter ses attentes pédagogiques. Il doit veiller à contextualiser sa séance (niveau, effectif, nature des activités...) et à détailler le contenu des documents fournis aux élèves.

Le candidat doit s'appuyer sur des expérimentations menées pendant l'activité de TP pour construire et illustrer sa séance pédagogique.

Les candidats doivent bien avoir présent à l'esprit que l'enseignement de la construction mécanique est articulé avec celui de la spécialité et prend en compte les périodes de formation en milieu professionnel.

Le candidat pensera à réaliser une présentation dynamique et convaincante.

Éléments statistiques

- Nombre de candidats ayant composé : 19
- Moyenne de l'épreuve : 10,44
- Écart type : 4,16
- Note minimale : 4,2
- Note maximale : 19

Épreuve d'entretien à partir d'un dossier (admission)

Commentaires du jury

Constituer un dossier de qualité est une tâche de longue haleine, extrêmement riche en termes de préparation au métier d'enseignant, qu'il est essentiel d'engager **dès l'inscription au concours**.

Ce travail impose un rapprochement avec le monde de l'entreprise.

Le candidat doit s'attacher à choisir un système moderne, innovant associé à un problème industriel authentique et représentatif du domaine professionnel qui fera l'objet de son exploitation pédagogique. La résolution de ce problème industriel doit être menée à l'aide des technologies, outils, méthodes et concepts représentatifs de la réalité d'un bureau d'études moderne. **Cette étude doit être menée au plus haut niveau du candidat et non correspondre à celui du baccalauréat professionnel.**

Un dossier élaboré à partir de ressources téléchargées sur Internet ne répond pas à l'esprit de cette épreuve. De même, on ne saurait admettre un dossier s'appuyant sur un matériel didactique existant. Le jury attend que le lien avec le milieu industriel soit mis en évidence.

Les attentes du jury

Le dossier doit résulter d'un travail personnel. Le candidat doit exposer les travaux et investigations qu'il a conduits pour s'approprier le fonctionnement et résoudre au moins un problème technique. Le candidat doit ainsi démontrer sa maîtrise d'une démarche scientifique conduisant à proposer des choix technologiques.

Le dossier doit contenir les études conduites exploitant les connaissances scientifiques et technologiques attendues d'un professeur de lycée professionnel dans le domaine de la conception et de la mécanique industrielle et dont le niveau d'exigence correspond à celui requis pour se présenter à ce concours. On veillera à ce que les développements théoriques soient toujours justifiés au regard de la problématique posée. Les documents produits doivent strictement se conformer aux normes en vigueur.

L'exploitation pédagogique du système permet d'identifier et de classer les activités correspondant à l'acquisition de compétences pour le référentiel d'activités professionnelles choisi. Il s'agit de construire des situations pédagogiques prenant appui sur ces activités professionnelles et mettant en œuvre des outils et ressources d'actualité. Une séquence pédagogique sera construite et une séance sera détaillée de son organisation jusqu'au documents remis à l'élève. Les acquis et les besoins des élèves doivent être précisés, de même que l'environnement numérique. Le candidat s'attachera également à indiquer les modalités et critères d'évaluation par compétences qui pourraient être mis en œuvre à l'issue de la séance et de la séquence proposées.

Le jury demande au candidat de faire parvenir les dossiers, tirés en deux exemplaires et sur une clé USB. La clé USB contient le fichier du dossier, à minima au format pdf, la maquette numérique 3D dont le fichier complet est fourni, les fichiers de simulation et tout document jugé utile par le candidat. La clé USB est à structurer en quatre répertoires : CAO, simulations, dossier, et éventuellement annexes. Les maquettes numériques sont en format natif et en format neutre (iges ou step).

Évaluation des compétences des candidats

Les compétences seront évaluées notamment à partir des points suivants :

a - Construire un dossier technique :

- Choisir un support industriel actuel et innovant avec une problématique réelle.
- Analyser un système avec des développements scientifiques au plus haut niveau, exploitant notamment des outils numériques de modélisations, simulations...
- Imaginer et valider des solutions répondant à un besoin réel.

b - Imaginer des activités pédagogiques à partir d'un système :

- Décrire des activités d'apprentissage en relation avec le référentiel choisi et au regard des problématiques techniques.
- Présenter des orientations, des concepts pédagogiques (progression pédagogique, acquis et besoin des élèves, modalités d'évaluation...)
- Maîtriser l'usage du numérique éducatif.

c - Connaître de façon réfléchie le contexte des conditions d'exercice dans ses différentes dimensions et les valeurs de la République :

- Connaître le système éducatif dans lequel l'enseignant évoluera (rôles respectifs des différents acteurs de l'institution, connaissance des différentes instances, dispositifs pédagogiques spécifiques...)

d - Communiquer une idée, un principe, une solution technique ou un projet, des concepts pédagogiques

- Être capable de communiquer et d'argumenter par écrit et oralement. Une PréAO (présentation assistée par ordinateur) est attendue.

Constats et recommandations du jury

Le jury constate avec intérêt que les recommandations émises dans les rapports des sessions précédentes ont été prises en considération par un certain nombre de candidats. Il note qu'une majorité d'entre eux a accordé une attention particulière au choix du support en veillant à ce que celui-ci soit en adéquation avec le référentiel de formation ciblé dans l'exploitation pédagogique. Le jury a également apprécié la prestation de quelques candidats qui ont su faire preuve de leurs capacités à développer des analyses scientifiques et technologiques répondant à une réelle problématique technique, à proposer une exploitation pédagogique structurée et donnant du sens aux apprentissages, ou encore à faire preuve de réelles aptitudes à communiquer.

Cependant, le jury constate que certains points d'observation font toujours défaut.

Ainsi, et pour nombre de dossiers, l'étude scientifique et technique s'est réduite à une description du produit ou une explication du fonctionnement de celui-ci. L'étude scientifique et technologique ne peut se résumer à l'utilisation d'outils d'analyse. Si ces outils sont nécessaires à l'étude, ils n'ont de sens que pour répondre à la conception ou la reconception technique de tout ou partie du système étudié, objet de la problématique à résoudre. D'autre part, dans la partie correspondant à l'exploitation pédagogique, le lien avec le référentiel des activités professionnelles (RAP) est rarement établi. En outre, trop de candidats n'ont pas connaissance de l'organisation structurelle des documents de référence définissant le contenu de formation d'un diplôme professionnel :

- arrêté de création du diplôme ;
- référentiel des activités professionnelles ;
- référentiel de certification ;
- règlement d'examen et définition des épreuves.

Concernant les exploitations pédagogiques, le jury recommande aux candidats :

- d'identifier des propositions d'exploitations pédagogiques au regard des référentiels et des directives pédagogiques ;
- de positionner la séquence dans une progression pédagogique sur le cycle de formation choisi ;
- 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 préciser la démarche pédagogique retenue en argumentant les raisons des choix effectués ;
- de préciser les acquis et besoins des élèves pour réaliser l'activité ;
- de donner du sens à ces activités pédagogiques en s'adossant à un problème technique réel issu du support industriel ;
- d'envisager des travaux pratiques sur le réel lorsque le support et la problématique le permettent ;
- de proposer des formes d'évaluation des compétences.

Le jury recommande aux candidats d'approfondir leur connaissance du système éducatif notamment pour ce qui concerne le rôle de ses différents acteurs, le fonctionnement et les instances d'un EPLE (Établissement public local d'enseignement), les dispositifs permettant d'accompagner l'élève dans sa vie lycéenne et future, le respect des valeurs de la République.

La qualité du dossier et le respect des règles afférentes (date d'envoi, support numérique) montrent la maîtrise par le candidat des outils de la communication écrite et de la façon dont il s'inscrit dans une institution.

Le candidat a accès à la salle d'interrogation au moins quinze minutes avant le début de l'épreuve. Il dispose d'un tableau, d'un vidéo projecteur et d'un micro-ordinateur doté des logiciels libres les plus courants. Les candidats sont invités à apporter leur ordinateur personnel s'ils souhaitent utiliser d'autres logiciels nécessaires à leur présentation.

Le candidat expose, pendant trente minutes maximum, sans être interrompu par le jury :

- une présentation personnelle rapide ;
- les liens qu'il a tissés avec l'entreprise pour la recherche et l'utilisation du support ;
- les raisons pédagogiques et techniques qui l'ont conduit au choix du système ;
- le travail personnel qu'il a réalisé lors de l'étude scientifique et technique ;
- les objectifs pédagogiques retenus, leur opérationnalisation, notamment
- les modes et les critères d'évaluation envisagés ;
- les documents d'enseignement établis ainsi que les supports et matériels didactiques utilisés.

Il est apprécié que cet exposé s'appuie sur une présentation spécifique renforçant la compréhension du dossier. Un simple diaporama reprenant le dossier n'est pas satisfaisant. De même, certains candidats projettent le fichier pdf, voire le format Word, de leur dossier, ce qui n'est pas acceptable.

Le jury a constaté que pour bon nombre de candidats, le temps passé à la présentation du dossier technique s'est fait au détriment de l'exploitation pédagogique peu développée durant l'exposé de 30 minutes. Pour rappel, le jury lit attentivement les dossiers reçus en amont des épreuves d'admission.

L'exposé est suivi d'un entretien de trente minutes avec le jury.

Le jury attend une posture (tenue vestimentaire, vocabulaire utilisé...) en adéquation avec le métier d'enseignant.

Éléments statistiques

- ✓ Nombre de candidats ayant composé : 19
- ✓ Moyenne de l'épreuve : 11,02
- ✓ Écart type : 5,16
- ✓ Note minimale : 3,2
- ✓ Note maximale : 18,8