



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

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport du jury

Concours : CAPLP Externe

Section : Génie Mécanique

Option : Construction

Session 2020

Rapport de jury présenté par :
Monsieur David HELARD,
Inspecteur Général de l'Éducation, du Sport et de la Recherche



Table des matières

Avant-propos.....	3
Statistiques.....	6
Analyse d'un problème technique (admissibilité).....	7
Éléments de correction et commentaires du jury.....	7
Exploitation pédagogique d'un dossier technique (admissibilité).....	21
Éléments de correction de l'épreuve	21
Commentaires du jury.....	37

Avant-propos

Le concours du CAPLP Génie Mécanique Option Construction a été à nouveau ouvert en 2015. Les candidats de la session 2020 pouvaient donc bénéficier de la lecture des rapports de jury des cinq 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.

32 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 (non réalisées cette année en raison de la crise sanitaire):

- L'épreuve de mise en situation professionnelle (travaux pratiques) de 6h, 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.

La crise sanitaire exceptionnelle qu'a traversé le pays a nécessité l'interruption de l'organisation des concours internes et externes du ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse. La perspective d'un déconfinement progressif à partir du 11 mai a permis de reprogrammer les épreuves des concours.

Afin de tenir compte des contraintes nouvelles du calendrier, et après une série d'échanges avec les autorités sanitaires, le ministre de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, a décidé d'apporter des modifications dans l'organisation des concours pour cette année 2020. L'arrêté du 15 mai 2020 portant adaptation des épreuves du concours externe et du troisième concours du certificat d'aptitude au professorat de lycée professionnel (CAPLP) implique que les épreuves écrites d'admissibilité constituent les épreuves d'admission pour cette session.

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 dans un contexte propre à chaque sujet, 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 par les élèves, 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.

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

	Public	Privé	Total
Places au concours	30	2	32
Inscrits	79	21	100
Ayant composé	27	6	33
Reçus	22	2	24
Moyenne* mini	4,94	7,42	
Moyenne* maxi	11,64	13,19	
Moyenne* du dernier admis	6,94	12,49	

*la moyenne affichée est la moyenne des notes obtenues aux épreuves d'admissibilité.



Analyse d'un problème technique (Admissibilité)

Éléments de correction et commentaires du jury

Présentation de l'épreuve :

L'épreuve a pour support un système de freinage ferroviaire développé par la société Faiveley.

La première partie, très brève, présente et exploite le support sous forme de diagrammes (SysML, chaîne information - énergie).

La seconde partie s'intéresse au freinage d'une rame complète, en considérant deux niveaux de modélisation, et deux technologies de freinage. Dans un premier temps, la rame est un solide unique et fait l'objet d'une étude dynamique avec des hypothèses simplificatrices. Cette partie se focalise sur l'acquisition d'ordre de grandeur, sur la durée et la distance de freinage. Dans un second temps, la rame est constituée d'un ensemble de solides (une locomotive et quinze wagons), freinant de façon coordonnée mais indépendante. Le but de cette partie est de mettre en évidence des problèmes inhérents au freinage des trains, dont les réactions entre wagons. Cette étude, très complexe, est menée à l'aide de graphes issus de simulations numériques. Dans un troisième temps, le sujet aborde le freinage à courant de Foucault et se propose de quantifier l'échauffement des rails et la contrainte engendrée dans ceux-ci.

La troisième partie s'attache plus particulièrement au composant « frein », dont l'actionneur est un vérin disposant d'un piston - came.

Cette solution particulière fait l'objet de trois sous parties dans le sujet :

- Une étude du guidage du piston ;
- L'étude de l'influence d'un défaut de position sur la came du piston ;
- Une étude du contact came – galet, avec un questionnement sur le matériau et le traitement thermique.

Enfin, cette troisième partie comporte un volet simulation par éléments finis, lequel s'intéresse à la mise en place de la simulation et à sa validité plus qu'à l'exploitation des résultats.

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.



Le jury constate que :

- trop de candidats ne parviennent à réaliser les applications numériques alors que les expressions littérales sont justes ;
- beaucoup trop de candidats ont écarté les questions sur le PFD, alors que l'application de celui-ci se faisait dans un des cas les plus simples ;
- la géométrie et la trigonométrie sont insuffisamment maîtrisées, bien que fondamentaux en cotation ;
- la manipulation d'outils tels que le torseur ne devrait pas poser autant de problèmes. Nous rappelons que le titulaire du CAPLP peut être amené à enseigner en BTS ;
- lorsque un résultat numérique d'une incohérence flagrante est obtenu, les candidats sont invités à conclure qu'il y a une erreur de calcul quelque part, et non à chercher une conclusion en accord avec ledit résultat.
- peu de candidats maîtrisent la mise en place d'une simulation de déformation à l'aide d'un logiciel de calcul par éléments finis ;
- Les candidats devraient soigner la rédaction : il reste des phrases inintelligibles ou illisibles dans certaines copies.

Éléments de correction de l'épreuve :

Question 1 : À partir de la description SysML (DT1, DT2.1, DT2.2, DT3) complétez la chaîne « Information-Energie » du DR1.

Voir réponse sur DR1 page 17.

Question 2 : Pour chaque flux détaillé dans le diagramme de bloc interne du frein (IBD frein), indiquez le nom des grandeurs qui le compose ainsi que leurs unités (SI).

Puissance pneumatique : $P = \text{pression (Pa)} \times \text{débit volumique (m}^3/\text{s)}$.

Puissance mécanique $P = \text{force (N)} \times \text{vitesse (m/s)}$ et $P = \text{couple (Nm)} \times \text{vitesse angulaire (rad/s)}$.

Question 3 : À partir de l'IBD (DT3), compter le nombre d'éléments intervenant dans le fonctionnement du système de freinage embarqué sur le train.

Beaucoup de réponses ont été admises, bien que cette question fût simple. Le calcul avait pour but de montrer qu'un nombre important de composants intervenaient. Paradoxalement, ce nombre élevé représente autant de sources de défaillances possibles, mais illustre également la redondance dans le système de freinage.



Question 4 : À partir de l'expression de R donnée, calculer les termes A, B, C et R pour une vitesse de $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

$$A = 88 \times 6,4 + 15 \times 99 \times 8 \approx 12443 \text{ N}$$

$$B = 0,18 \times (88 + 15 \times 99) \approx 283 \text{ N}/(\text{m/s})$$

$$C = \frac{1}{2} \cdot 1,22 \cdot (8,2 + 0,133 \cdot L) \text{ avec } L = 19 + 15 \times 18 = 289 \text{ m}$$

$$C \approx 30,88 \text{ N}/(\text{m/s})^2$$

Question 5 : En utilisant le principe fondamental de la dynamique, déterminer l'équation du mouvement du train en phase de freinage.

Le PFD, en résultante sur \vec{x} donne :

$$-R - T = m\dot{V}$$

En remplaçant R par son expression :

$$-A - B \cdot V - C \cdot V^2 - T = m\dot{V}$$

Question 6 : Déterminer, la distance d'arrêt pour un train ayant une vitesse initiale de $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et pour une consigne de freinage $\varepsilon = 1$.

Le DR2 indique une distance d'arrêt de 298 m pour une vitesse initiale de 80 km/h.

Question 7 : Résoudre l'équation du mouvement trouvée en question 5 en négligeant le terme « R » et déterminer la distance d'arrêt « d » en fonction de V_0 , m et T .

En négligeant « R » : $-T = m\dot{V}$

D'où par intégration $V = -\frac{T}{m} \cdot t + V_0$ et $V=0$ quand $t = \frac{V_0 \cdot m}{T}$

Puis en réintégrant $d = -\frac{T}{2m} \cdot t^2 + V_0 \cdot t$ qui conduit à $d = \frac{V_0^2 \cdot m}{2T}$

Question 8 : Calculer les distances d'arrêt pour $V_0 = 80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et pour une consigne de freinage $\varepsilon = 1$.

Application numérique : $d \approx 314 \text{ m}$



Question 9 : Refaire l'application numérique pour les consignes de freinage suivantes :

$$\varepsilon \cdot \tan \varphi \cdot = 0,01 ; 0,02 ; 0,04 ; 0,06$$

$\varepsilon \cdot \tan \varphi$	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08
d(m)	2516	1258	629	419	314

Question 10 : Reporter ces valeurs sous forme d'une courbe sur l'abaque du DR2.

Voir DR2 page 18.

Question 11 : Conclure sur l'hypothèse énoncée en question 7.

Négliger le terme R s'avère pertinent : ce dernier est très petit devant T, même lorsque la consigne de freinage est faible. Par ailleurs, négliger R dans le cadre du dimensionnement d'un système de freinage conduit à légèrement surdimensionner celui-ci. Cette simplification est donc d'autant plus légitime.

Question 12 : Sur les deux graphes fournis ci-après, déterminer les durées ainsi que les distances parcourues par la locomotive jusqu'à l'arrêt. Comment identifie-t-on l'arrêt sur le graphe des distances parcourues.

On relève les valeurs suivantes sur les graphes :

Vitesse du vent	50 km/h	60 km/h	70 km/h
Durée	145 s	112 s	84 s
Distance d'arrêt	1450 m	1150 m	900 m

Question 13 : Est-il judicieux de considérer un modèle sans l'action du vent ?

L'action du vent, bien que faible, peut-être à prendre en compte, en particulier sur des rames petites (dans l'exemple on a juste une locomotive) et lorsqu'un vent de vitesse élevée pousse dans le dos du train. Dans ce cas, il peut être judicieux de ne pas négliger cette action dans le cadre d'un freinage.

Question 14 : À partir du graphe proposé, donner la durée et la distance de freinage pour $V_{\text{vent}}=0$ km.h⁻¹, terrain plat et une vitesse initiale de 80 km.h⁻¹.

Le freinage a une durée d'environ 58 s, durant laquelle la vitesse passe de 79 km/h à 0. La distance parcourue, c'est-à-dire l'aire sous la courbe de vitesse vaut donc :

$$d = \frac{1}{2} \cdot \frac{58}{3600} \cdot 79 = 0,636 \text{ km}$$



Question 15 : À partir du graphe de la propagation de la variation de pression dans la conduite générale (document ressource 4), relever, pour une dépression de deux bars (soit 200000 Pa), le temps au bout duquel le relais de commande enclenche le freinage du dernier wagon.

Au bout de 6,75 s le dernier wagon aura atteint la pression de consigne.

Question 16 : Dans le cas où tous les wagons sont chargés à leur maximum de fret et à partir du graphe d'évolution « Evolution de T durant 2 secondes » ci-dessous, calculer la valeur de la décélération maximale du train.

En reprenant le PFD en Q5, avec R négligé :

$$-T = m\dot{V} \text{ avec } T \text{ qui vaut ici au maximum } 140 \text{ kN}$$

$$\text{D'où } \dot{V} = -\frac{T}{m} \approx -0,089 \text{ m/s}^2$$

Question 17 : En justifiant votre réponse, indiquer quelle configuration provoquera la distance d'arrêt la plus courte.

La configuration avec des wagons chargés à l'avant provoquera la distance d'arrêt la plus courte.

Question 18 : Dans le cas d'un wagon est vide (masse à vide : 15 t) quel phénomène risque de se produire si la pression de commande est la même que pour un wagon chargé (99 t). Quel système peut être mis en place ?

On risque un blocage des roues sur le rail, ce qui endommagerait ces deux éléments. Pour éviter cela on peut mettre l'équivalent d'un ABS, système appelé anti-enrayage sur les trains.

Question 19 : À partir du graphe des vitesses Document Ressource 2, indiquer par un calcul simple la valeur de l'espace parcouru pour l'arrêt. Comparez les espaces parcourus par les trois configurations. Quel est l'intérêt de maîtriser les variations d'accélération ?

L'espace parcouru est pratiquement identique dans les trois cas et vaut l'aire sous la courbe de vitesse :

$$d = \frac{500 \times 20}{2} \approx 5000 \text{ m}$$

La maîtrise du jerk et du snap apporte du confort au passager, mais n'impacte pas la distance d'arrêt de façon significative.

Question 20 : Calculer la variation d'énergie cinétique du train durant son évolution de la vitesse V_1 à la vitesse V_2 .

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (V_2^2 - V_1^2) \approx -2\,718\,765 \text{ kJ}$$

Question 21 : Calculer l'échauffement du rail dans la zone échauffée.

Cette énergie est transférée sous forme de chaleur au rail donc :

$$\Delta T = \frac{Q}{mC} \text{ avec } m = \rho_{acier} \times L \times S_{rail} \times 2 \quad (\text{car il y a 2 rails})$$

$$\Delta T = \frac{2\,718\,765\,000}{7700 \times 2000 \times \frac{7764}{1\,000\,000} \times 2 \times 500} \approx 22^\circ\text{C}$$

Question 22 : En utilisant la loi de Hooke, calculer la contrainte engendrée par l'échauffement.

$$\sigma = E\varepsilon = E\alpha\Delta T = 210 \times 10^9 \times 12 \times 10^{-6} \times 22 \approx 57 \text{ MPa}$$

Question 23 : Conclure sur l'utilisation de ce mode de freinage si plusieurs trains venaient à l'utiliser consécutivement sur une même portion de voie.

Si plusieurs trains passent consécutivement sur une même voie et que chacun d'eux utilise ce mode de freinage, il s'en suit un échauffement et une contrainte qui s'accumulent petit à petit dans les rails.

Remarque : Les règlements d'exploitation imposent à cet effet un nombre maximum de trains par heure utilisant ce mode de freinage. Ce nombre est fonction de la température du rail.

Question 24 : Sachant que le freinage s'effectue toujours sur la pente d'angle α , quel est le rôle de la pente d'angle β ?

La pente d'angle β permet au frein de réagir plus rapidement.

Question 25 : En utilisant la loi de composition des vitesses angulaires, montrer que la vitesse de rotation de 2 par rapport à 0 est nulle.

Par composition des vitesses angulaires :

$$\vec{\omega}_{03} + \vec{\omega}_{34} + \vec{\omega}_{42} + \vec{\omega}_{20} = \vec{0}$$

Comme les trois premiers termes ($\vec{\omega}_{03}$, $\vec{\omega}_{34}$ et $\vec{\omega}_{42}$) sont portés \vec{z} , le quatrième et dernier terme ($\vec{\omega}_{20}$) ne peut être que porté par \vec{z} aussi. Mais comme la liaison 2-0 est un pivot glissant d'axe \vec{x}_0 , alors $\vec{\omega}_{20} = 0$.

Question 26 : Déterminer en B le torseur cinématique de 1 par rapport à 0 noté $\{V_{L3 L4}\}$ équivalent aux liaisons L3 et L4.

L3 et L4 sont en série, donc

$$\{V_{L3 L4}\} = \{V_{L3}\} + \{V_{L4}\}$$

$$\{V_{L3 L4}\} = \begin{pmatrix} \omega_{x21} \cdot \cos\alpha & -V_{y21} \cdot \sin\alpha \\ \omega_{x21} \cdot \sin\alpha & V_{y21} \cdot \cos\alpha \\ \omega_{z21} & V_{z21} \end{pmatrix}_{B, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0} + \begin{pmatrix} \omega_{x20} & V_{x20} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_{B, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0}$$

$$\{V_{L3 L4}\} = \begin{pmatrix} \omega_{x21} \cdot \cos\alpha + \omega_{x20} & -V_{y21} \cdot \sin\alpha + V_{x20} \\ \omega_{x21} \cdot \sin\alpha & V_{y21} \cdot \cos\alpha \\ \omega_{z21} & V_{z21} \end{pmatrix}_{B, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0}$$

Question 27 : Déterminer en B le torseur cinématique de 1 par rapport à 0 noté $\{V_{L1 L2 L3 L4}\}$ équivalent aux liaisons L1, L2, L3 et L4.

La compatibilité cinématique s'écrit :

$$\{V_{L3 L4}\} = \{V_{L1}\} = \{V_{L2}\}$$

$$\{V_{L1}\} = \begin{pmatrix} \omega_{x01} & 0 \\ \omega_{y01} & V_{y01} \\ \omega_{z01} & 0 \end{pmatrix}_{A, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0} = \begin{pmatrix} \omega_{x01} & a\omega_{z01} \\ \omega_{y01} & V_{y01} \\ \omega_{z01} & -a\omega_{x01} \end{pmatrix}_{B, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0}$$

$$\begin{pmatrix} \omega_{x21} \cdot \cos\alpha + \omega_{x20} & -V_{y21} \cdot \sin\alpha + V_{x20} \\ \omega_{x21} \cdot \sin\alpha & V_{y21} \cdot \cos\alpha \\ \omega_{z21} & V_{z21} \end{pmatrix}_{B, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0} = \begin{pmatrix} \omega_{x01} & a\omega_{z01} \\ \omega_{y01} & V_{y01} \\ \omega_{z01} & -a\omega_{x01} \end{pmatrix}_{B, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0} = \begin{pmatrix} \omega'_{x01} & 0 \\ 0 & V'_{y01} \\ \omega'_{z01} & V'_{z01} \end{pmatrix}_{B, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0}$$

Sachant dès le départ que $\omega_{x20} = 0$ (voir l'étude du cycle précédent) et qu'on a dès l'égalité de ces trois torseurs $\omega_{z01} = \omega_{y01} = \omega_{x21} = 0$ on en déduit rapidement que le seul terme non nul est le moment sur l'axe y.

Question 28 : En utilisant la propriété du cycle 0-3-4-2 vu précédemment, en déduire la liaison équivalente piston 1 / corps 0.

Question 29 : Le guidage du piston est-il isostatique ?

La liaison équivalente est une glissière d'axe y. Aucun degré de liberté n'est annulé deux fois, le guidage est donc isostatique. On peut le vérifier par la théorie des mécanismes :



$Ic - Ec = m - h$ avec :

Ic : nombre d'inconnues cinématiques : 13 (la liaison 2/0 ne dispose que d'une inconnue)

Ec : nombre d'équations cinématiques 6×2 cycles = 12

m : nombre de mobilité : 1

Ce qui conduit bien à $h = 0$

Question 30 : En supposant d petit, exprimer l'angle de rotation φ du piston en fonction de a et d .

$$d = a \cdot \tan \varphi \text{ ou } d = a \cdot \sin \varphi$$

Les deux expressions sont admissibles ici, compte tenu de la faible valeur de d , donc de φ .

Question 31 : À partir du dessin de définition du piston **DT 10**, indiquer dans quelle plage de valeur varie la cote a , ainsi que la valeur de d maximum admise.

« a » varie de 48 mm, entre 66,5 mm et 18,5 mm. Le « d » maximum admis est de 0,05 mm, c'est-à-dire la moitié de l'IT de la spécification.

Question 32 : En déduire la plage de valeur dans laquelle varie φ .

Le cas le plus défavorable se trouve quand a est petit et que d est maximum. Cela conduit à un φ qui varie entre $+0,15^\circ$ et $-0,15^\circ$.

Question 33 : Conclure vis-à-vis des spécifications de bon fonctionnement du joint d'étanchéité.

Un défaut de $0,15^\circ$ est très inférieur au 1° autorisé. Cependant nous avons fait l'hypothèse que seul le piston présentait un défaut et seulement sur la rampe droite. D'autres défauts sont présents sur toute la chaîne cinématique guidant le piston (voir 3.1.1 validation du guidage) et ceux-ci vont s'ajouter au $0,15^\circ$ précédemment calculé. La spécification de position de la rampe, avec un IT de 0,1 mm est donc justifiée.

Question 34 : On suppose le frein alimenté à 385 kPa, comme indiqué sur le plan d'ensemble (DT6). En appliquant le principe fondamental de la statique au piston, en résultante sur l'axe x , déterminer l'effort que les deux galets 66 exercent sur les rampes.

D'après le DT6, à 385kPa, l'effort au sabot est de 47,3kN. Le PFS nous permet de conclure que les deux galets 66 reprennent l'intégralité de cet effort.

Question 35 : À partir du Document ressource 1, déterminer la pression de contact galet-rampe. Pour le calcul, on prendra :

- Les modules de Young : $E_{\text{fonte}} = 174 \text{ GPa}$; $E_{\text{acier}} = 210 \text{ GPa}$;
- La largeur de contact : $l = 12 \text{ mm}$;
- Le rayon du galet : $r_{\text{galet}} = 20 \text{ mm}$;



$$p_{max} = 0,418 \sqrt{\frac{47300 \times \frac{1}{2} (174000 + 210000)}{20 \times 24}} = 1818 \text{ MPa}$$

Question 36 : Indiquer la désignation normalisée du matériau du piston et expliciter cette dernière.

EN-GJS-600-3

Fonte à graphite sphéroïdale, de résistance minimale à la rupture de 600 MPa et de ductilité $A_{\%}=3\%$.

Question 37 : En déduire, à partir du document ressource 3, la dureté Vickers (HV).

D'après le document ressource 3, l'indice de dureté Vickers est $HV \approx 195$.

Question 38 : Il est préconisé une dureté de 56 HRC pour supporter la pression de contact calculée précédemment. Expliquer comment parvenir à ce niveau de dureté. On détaillera très sommairement le (ou les) procédé(s) de durcissement proposé(s).

On peut durcir superficiellement la rampe en réalisant une trempe. Celle-ci peut être accentuée par nitruration ou phosphatation qui vont générer des oxydes très durs en surface.

Le DT10 précise d'ailleurs une chauffe par induction et une phosphatation.

Question 39 : Dans la simulation, la surface plane coupée par la symétrie (GS1 sur le DT4) ne peut être laissée libre. Il faut lui imposer un déplacement qui soit cohérent avec la symétrie du problème. Quelle liaison cinématique (parmi celles normalisées ISO) correspond au déplacement à imposer ?

Les déplacements sont possibles sur x et y.

La liaison appui plan respecte la symétrie de la géométrie et du chargement.

Question 40 : Calculer la valeur de l'effort sur chacune des vis 69 à pour une pression de 375 kPa. Est-il pertinent de supprimer les quatre vis, au regard des efforts qu'elles génèrent.

La pression de 385 kPa génère un effort de 12000 N sur le couvercle 232, soit 3000 N par vis. Les perçages proches du sabot sont dans une zone fortement sollicitée. Si on les supprime, il faut vérifier, après simulation, que ce choix était vraiment pertinent en observant les contraintes dans cette zone. Les perçages loin du sabot peuvent être supprimés car non influents.

Question 41 : Sur les surfaces S4, GS5, GS6, indiquer sur quelles composantes (X, Y, ou Z, voir DT1 et DT4) on devra appliquer des forces.

S4 : effort sur x;

GS5 : effort sur y;



GS6 : effort sur x;

Question 42 : À partir du le DT9, en coupe A-A, indiquer quelle condition géométrique entre les alésages devra garantir le logiciel.

On impose une coaxialité entre les deux axes, sous forme d'un connecteur d'axe dans la simulation.

Question 43 : Le choix du matériau (fonte, acier S235 ou E340) a-t-il une influence sur les contraintes calculées ? Justifier.

L'expression de la contrainte est indépendante du matériau.

Question 44 : Quelle option choisir pour le contact bielle-sabot ?

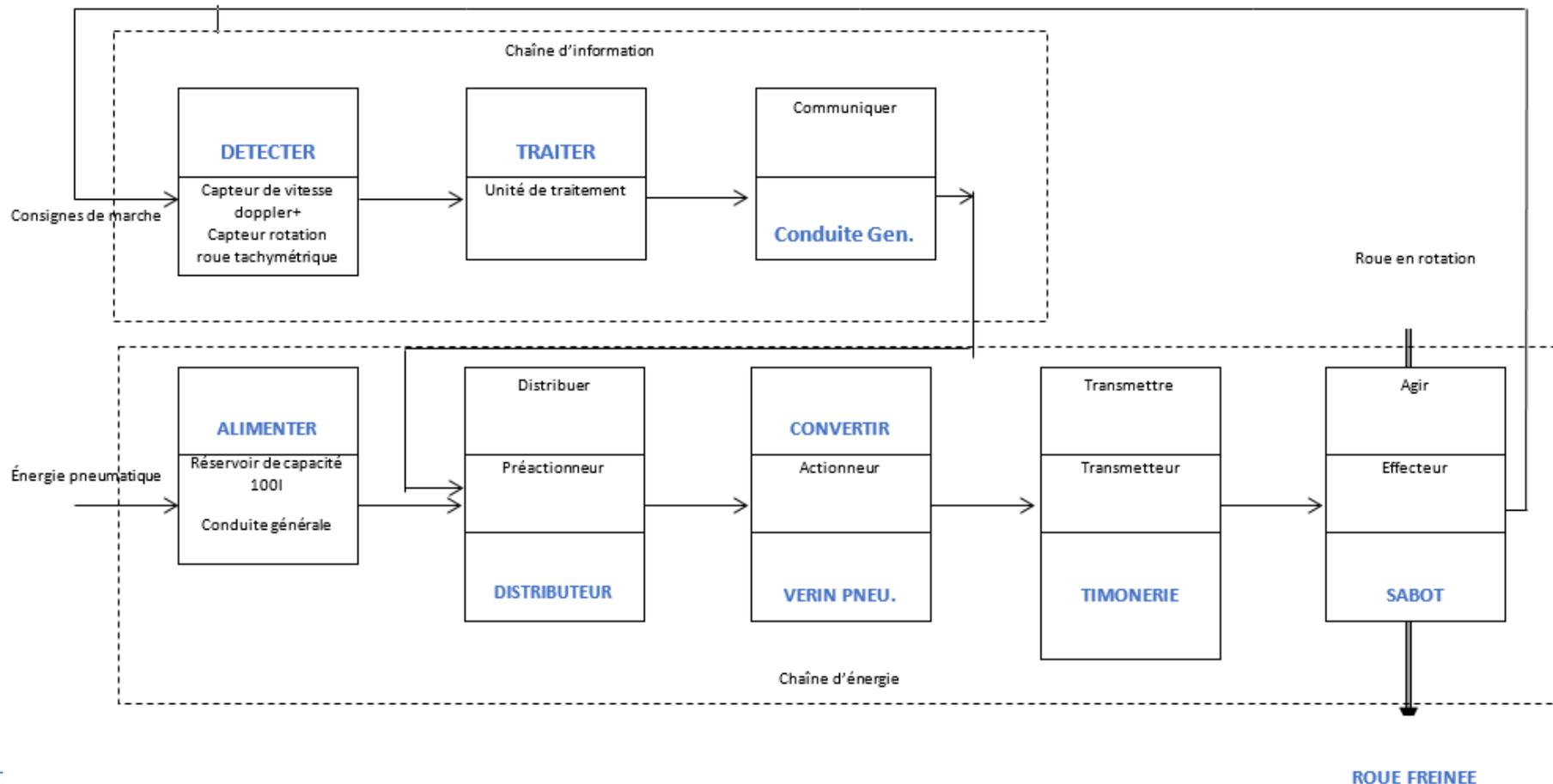
L'option réaliste est « pas de pénétration ».

Question 45 : Pour chaque nœud identifié sur le DT5.1 ainsi que pour les deux articulations présentées dans la coupe (DT5.2), compléter le tableau en DR3 revenant sur les hypothèses de départ.

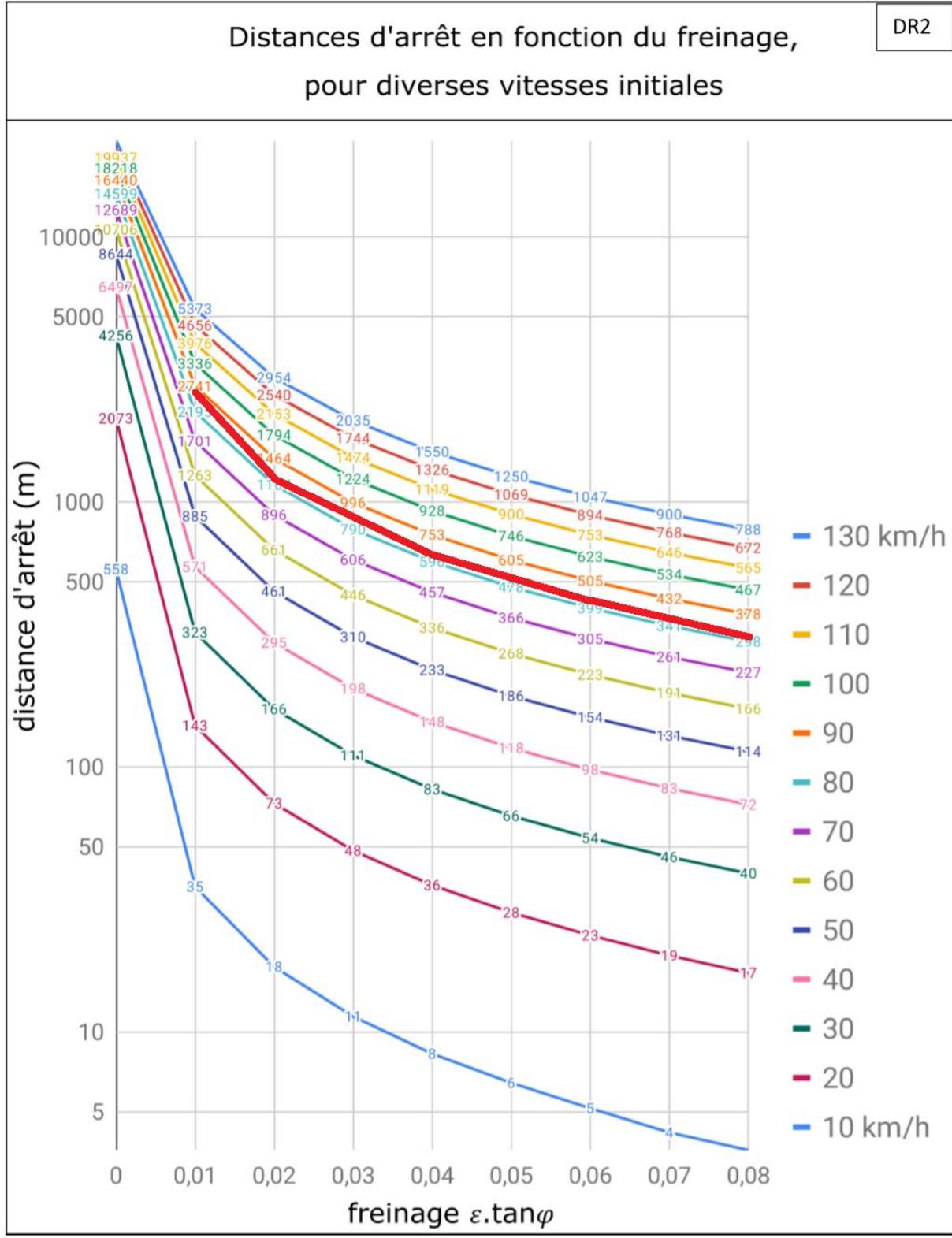
Voir réponses sur DR3 page 19.

Chaîne « Information-Energie »

DR1



DR2





Numéro de nœud	Loin des chargements / liaisons ? (oui/non)	Contrainte faible devant Re/s (oui/non)	Cocher si validation	Proposition en cas de non-validation
1	Oui	Oui	✓	
2	Non	Oui	Non	Tenir compte de l'effort du au serrage de la vis
3	Non	Non	Non	Affiner le maillage.
4	Non	Non	Non	Améliorer le maillage (présence d'une irrégularité suspecte dans la contrainte)
5	Non	Non	Non	Essayer un chargement plus réaliste (non uniforme)

Articulation	Contrainte faible devant Re/s (oui/non)	Cocher si validation	Proposition en cas de non-validation
Bielle-corps	Oui	✓	
Bielle-sabot	Oui	✓	

Légende :

Re limite élastique

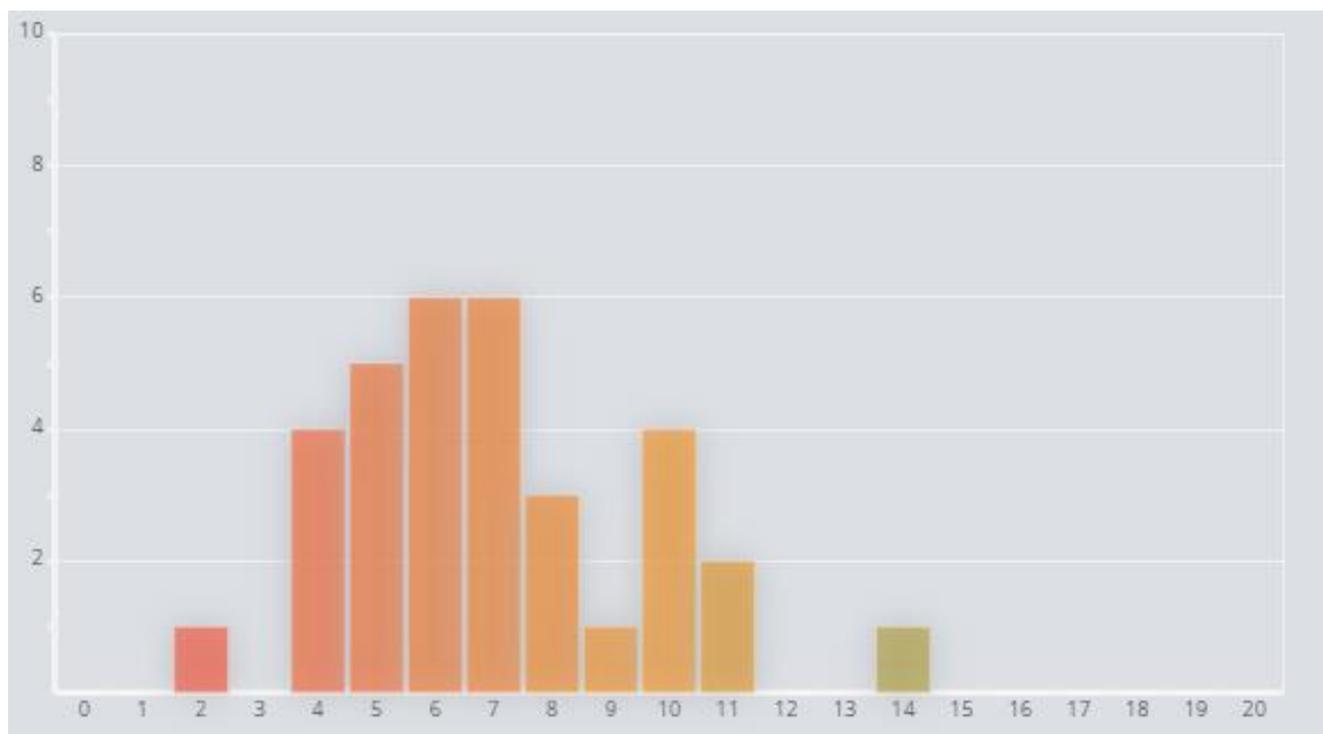
s : coefficient de sécurité



Éléments statistiques

- Nombre de candidats ayant composé : 33
- Moyenne de l'épreuve : 7,34
- Écart type : 2,55
- Note minimale : 2,00
- Note maximale : 14,00

Répartition des candidats par note



Exploitation pédagogique d'un dossier technique (admissibilité)

Éléments de correction de l'épreuve :

Le travail prendra appui sur le dossier technique « Poignée de levage »
Classes de Technicien d'usinage, scolaires et apprentis.

- BcP « Technicien d'usinage »
 - 2^{nde} (Classe nommée 2TU) de 15 élèves
 - 7 élèves sous statut scolaire
 - 8 élèves en apprentissage
 - 1^{ère} (Classe nommée 1TU) de 15 élèves
 - 7 élèves sous statut scolaire
 - 8 élèves en apprentissage
 - Terminale (Classe nommée TTU) de 15 élèves
 - 7 élèves sous statut scolaire
 - 8 élèves en apprentissage

Question 1 :

Le référentiel Baccalauréat professionnel Technicien d'usinage (DP 4) ne distingue pas la répartition de travail entre les enseignants de pratique professionnelle et l'enseignant de construction mécanique.

A) La page 19 (ci-contre) montre la relation entre les activités et les compétences professionnelles.

- **Listez** les activités professionnelles liées à la construction mécanique (Exemple : A1...);
- **Listez** les compétences professionnelles à développer par l'enseignant de construction mécanique (exemple : C11...);

Justifiez et argumentez vos choix.

Baccalauréat professionnel Technicien d'usinage

RELATIONS ENTRE ACTIVITÉS ET COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES																	
RÉFÉRENTIEL DES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES	RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION																
CHAMP D'INTERVENTION	COMPÉTENCE GLOBALE																
	À partir de l'ensemble des données techniques de production, le titulaire du baccalauréat professionnel "Technicien d'usinage" doit effectuer la mise en œuvre, la conduite et la gestion des moyens nécessaires à la production.																
ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES	CAPACITÉS ET COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">1. PRÉPARATION DE LA FABRICATION</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">S'INFORMER, ANALYSER, COMMUNIQUER</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2. LANCEMENT ET SUIVI D'UNE PRODUCTION QUALIFIÉE</td> <td style="padding: 2px;">PRÉPARER</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3. RÉALISATION EN AUTONOMIE DE TOUT OU PARTIE D'UNE FABRICATION</td> <td style="padding: 2px;">RÉALISER, METTRE EN ŒUVRE, CONDUIRE</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">4. MAINTENANCE DE PREMIER NIVEAU REMISE EN ÉTAT APRÈS ARRÊT</td> <td style="padding: 2px;">MAINTENIR, REMETTRE EN ÉTAT</td> </tr> </table>	1. PRÉPARATION DE LA FABRICATION	S'INFORMER, ANALYSER, COMMUNIQUER	2. LANCEMENT ET SUIVI D'UNE PRODUCTION QUALIFIÉE	PRÉPARER	3. RÉALISATION EN AUTONOMIE DE TOUT OU PARTIE D'UNE FABRICATION	RÉALISER, METTRE EN ŒUVRE, CONDUIRE	4. MAINTENANCE DE PREMIER NIVEAU REMISE EN ÉTAT APRÈS ARRÊT	MAINTENIR, REMETTRE EN ÉTAT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 2px;">C1</td> <td style="padding: 2px;"> 1 Analyser des données fonctionnelles et des données de sélection, d'un ensemble, d'une pièce, d'un composant 2 Analyser des données opératoires relatives à la chronologie des étapes de production d'un produit. 3 Analyser des données de gestion 4 Créer des propositions de rationalisation et d'optimisation d'une unité de production </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C2</td> <td style="padding: 2px;"> 1 Choisir un processus d'usinage 2 Choisir des outils et des paramètres de coupe 3 Élaborer un programme avec un logiciel de FAO 4 Définir un mode opératoire de contrôle </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C3</td> <td style="padding: 2px;"> 1 Installer l'environnement de production (portable, outil et porte-outil) 2 Mettre en œuvre un moyen de production 3 Contrôler une pièce 4 Contrôler et suivre la production </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C4</td> <td style="padding: 2px;"> 1 Contribuer à assurer la sécurité et la fiabilité de fonctionnement d'un système de production 2 Mettre en œuvre une procédure de diagnostic 3 Effectuer la maintenance systématique de premier niveau </td> </tr> </table>	C1	1 Analyser des données fonctionnelles et des données de sélection, d'un ensemble, d'une pièce, d'un composant 2 Analyser des données opératoires relatives à la chronologie des étapes de production d'un produit. 3 Analyser des données de gestion 4 Créer des propositions de rationalisation et d'optimisation d'une unité de production	C2	1 Choisir un processus d'usinage 2 Choisir des outils et des paramètres de coupe 3 Élaborer un programme avec un logiciel de FAO 4 Définir un mode opératoire de contrôle	C3	1 Installer l'environnement de production (portable, outil et porte-outil) 2 Mettre en œuvre un moyen de production 3 Contrôler une pièce 4 Contrôler et suivre la production	C4	1 Contribuer à assurer la sécurité et la fiabilité de fonctionnement d'un système de production 2 Mettre en œuvre une procédure de diagnostic 3 Effectuer la maintenance systématique de premier niveau
1. PRÉPARATION DE LA FABRICATION	S'INFORMER, ANALYSER, COMMUNIQUER																
2. LANCEMENT ET SUIVI D'UNE PRODUCTION QUALIFIÉE	PRÉPARER																
3. RÉALISATION EN AUTONOMIE DE TOUT OU PARTIE D'UNE FABRICATION	RÉALISER, METTRE EN ŒUVRE, CONDUIRE																
4. MAINTENANCE DE PREMIER NIVEAU REMISE EN ÉTAT APRÈS ARRÊT	MAINTENIR, REMETTRE EN ÉTAT																
C1	1 Analyser des données fonctionnelles et des données de sélection, d'un ensemble, d'une pièce, d'un composant 2 Analyser des données opératoires relatives à la chronologie des étapes de production d'un produit. 3 Analyser des données de gestion 4 Créer des propositions de rationalisation et d'optimisation d'une unité de production																
C2	1 Choisir un processus d'usinage 2 Choisir des outils et des paramètres de coupe 3 Élaborer un programme avec un logiciel de FAO 4 Définir un mode opératoire de contrôle																
C3	1 Installer l'environnement de production (portable, outil et porte-outil) 2 Mettre en œuvre un moyen de production 3 Contrôler une pièce 4 Contrôler et suivre la production																
C4	1 Contribuer à assurer la sécurité et la fiabilité de fonctionnement d'un système de production 2 Mettre en œuvre une procédure de diagnostic 3 Effectuer la maintenance systématique de premier niveau																

Réponse

S'informer, Analyser, Communiquer

A1 : Préparation de la fabrication

C1.1 Analyse des données fonctionnelles et des données de définition, d'un ensemble, d'une pièce, d'un composant.

L'enseignant de construction doit permettre aux élèves de BcP « technicien d'usinage » :

Sur un ensemble, de :

- comprendre un fonctionnement, de le décrire, d'identifier des pièces, de les localiser,
- caractériser les différentes liaisons,
- Interpréter les indications dimensionnelles.

Sur une pièce, de :

- exploiter le modèle numérique
- identifier et caractériser les surfaces et les volumes,
- identifier et interpréter les spécifications géométriques, dimensionnelles et d'états de surface à respecter,
- donner la signification des spécifications relatives à la composition et aux caractéristiques mécaniques et physiques du matériau.

L'enseignant en génie mécanique option construction doit à travers ses activités, permettre à l'élève de BcP Technicien d'usinage d'appréhender les différents systèmes qu'il va rencontrer dans un atelier au cours de sa scolarité, en PFMP et, plus tard, dans sa vie professionnelle.

C 2.4 : Établir un mode opératoire de contrôle.

L'enseignant de construction doit permettre aux élèves de BcP « technicien d'usinage » :

D'identifier les critères d'acceptabilité du produit.

S.7.2.2 : (mesure et contrôle)

Mesurages et contrôle géométrique et dimensionnel.



B) La page 24 (ci-contre) énumère l'ensemble des savoirs associés qu'un bachelier doit connaître.

- **Listez** les savoirs associés liés à la construction mécanique (Exemple : S11 Démarche productique. Optimisation des données de définition de produit...);
- **Justifiez** et **argumentez** vos choix.

Revue des professionnels / Travaux d'atelier

SAVOIRS ASSOCIÉS

- S 1. **Construction : analyse des produits et étude de comportement**
 - Démarche productique. Optimisation des données de définition de produit.
 - Analyse des données de définition de produit. Analyse fonctionnelle.
 - Modélisation des liaisons et des actions mécaniques.
 - Cinématique.
 - Statique.
 - Dynamique.
 - Résistance des matériaux.
- S 2. **Systèmes et techniques de fabrication et de montage**
 - Systèmes de fabrication.
 - Création des produits et des informations.
 - Techniques de fabrication par enlèvement de matière.
 - Systèmes et procédés de montage de produits.
- S 3. **Agencement et gestion des outillages**
 - Agencement et gestion des outillages de coupe.
 - Agencement et gestion des porte-pièces et des outillages de corréde.
- S 4. **Coupe des matériaux**
 - Coupe des matériaux : problématique.
 - Outillages de coupe.
 - Géométrie, cinématique et dynamique de l'action de coupe.
- S 5. **Prévention, sécurité et ergonomie**
 - Accidents du travail et maladies professionnelles.
 - Sécurité.
 - Ergonomie et conditions de travail.
- S 6. **Communication et dialogue**
 - Élocution et organisation de la communication.
 - Langages de description structurés.
 - Langages de programmation.
- S 7. **Qualité et corréde**
 - Définition, organisation de la qualité.
 - Mesure de la qualité en production.
 - Suivi statistique de la qualité en production.
- S 8. **Organisation des systèmes**
 - Organisation des systèmes de production automatisés.
 - Architecture des moyens de production automatisés.
- S 9. **Préparation de la production**
 - Organisation de la production : hiérarchie.
 - Organisation du processus.
 - Organisation des procédures.
 - Optimisation de l'organisation de la production.
- S 10. **Gestion de la production**
 - Approche globale de la gestion de production.
 - Contrôle de la production.
 - Suivi et ajustement de la production.
 - Optimisation de la production.
 - Maintenance des moyens de production.

Réponse

Liste des savoirs associés :

- S111 : Concept de système (frontière, entrée sortie, matière d'œuvre, valeur ajoutée...)
- S121 : Représentation multiforme des produits industriels (Rendus réalistes, mises en plan, croquis schéma.)
- S122 : Définitions
- S123 : Analyse fonctionnelle d'un système ou d'un sous-système.
- S124 : Analyse morphologique
- S13 : Modélisation des liaisons et des actions mécaniques :
- S131 : Modélisation des liaisons
- S132 : Modélisation des actions mécaniques
- S14 : Cinématique :
- S141 : Mouvement relatif de deux solides en liaison glissière, pivot ou hélicoïdale
- S142 : Mouvements plans entre solides
- S15 : Statique :
- S151 : Principe fondamental de la statique
- S152 : Résolution d'un problème de statique
- S16 : Dynamique :
- S17 : Résistance des matériaux :
- S171 : Hypothèses de la RDM
- S172 : Nature des sollicitations
- S173 : Étude des sollicitations simples



Justification et argumentation :

Le futur bachelier Technicien d'usinage, doit être capable de comprendre un mécanisme, un montage d'usinage, le fonctionnement d'une machine.

Pour cela il est indispensable de lui apporter les connaissances théoriques de mathématiques et de physique nécessaires.

La construction mécanique associe d'une part la représentation du réel et d'autre part l'étude de solutions technologiques. Le tout afin de développer une culture technique. Celle-ci intervient à de nombreux niveaux dans les compétences d'un professionnel de l'industrie.

La communication technique est essentielle afin de comprendre, analyser, transmettre des informations, des procédures ou des gestes techniques.

L'enseignement de la construction mécanique participe au développement mental dans la compréhension d'activités industrielles.

Il paraît indispensable que l'enseignement de la construction soit dispensé en complémentarité de la partie professionnelle pour plusieurs raisons :

- Transmettre une culture technique propre à la spécialité préparée.
- Créer un lien entre bureau d'étude et partie professionnelle afin de faire face à la réalité Industrielle.
- Donner du sens aux différentes situations d'apprentissage.

Question 2 :

- A) Avantage de faire appel à des centres d'intérêt dans une planification.



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

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Réponse :

L'avantage de faire appel à des centres d'intérêt permet de décloisonner (au propre comme au figuré) l'enseignement de chaque spécialité et ainsi donner la certitude au jeune de la complémentarité des deux matières.

Les centres d'intérêt sont utilisés pour l'organisation de l'ensemble des apprentissages, le centre d'intérêt correspond à une préoccupation pédagogique qui permet de viser, dans un temps donné, une même série d'objectifs pédagogiques, à l'aide de supports variés.

Cette organisation permet de structurer parfaitement les connaissances et les savoir-faire.

B) Compétences ciblées dans les différents centres d'intérêt.

Semaines de référence	Centre d'intérêt	C11 : Analyser des données fonctionnelles et des données de définition Compétences ciblées	Degré de maîtrise	Savoirs associés	Taxonomie
Seconde 6 à 7	Projection 2D, Cotation dimensionnelle	Identifier, caractériser les surfaces et les volumes	Les surfaces et les volumes sont caractérisés	S121	3
Seconde 30 à 31	Guidage en translation, liaison et guidage	Décrire les circuits géométriques ou mécaniques, en déduire les éléments participant au respect des indications fonctionnelles à caractère dimensionnel	Le fonctionnement est décrit, les pièces sont identifiées et localisées	S123	2
Première 15 à 16	Statique	Vérifier dans les conditions proposées, l'aptitude à l'emploi des mécanismes, vérifier des performances	Les liaisons sont caractérisées Les procédures de recherche sont respectées, les données attendues sont extraites.	S15	3
Terminale 19 à 22	Comportement des matériaux RDM	Donner la signification des spécifications relatives à la composition et aux caractéristiques mécaniques et physiques du matériau	La signification des spécifications relatives au matériau est exprimée	S171 S172 S173	2 3 3

Question 3 :

A) Utilisation de la poignée de levage en classe de première :

Il serait intéressant d'utiliser la poignée de levage en classe de première les semaines de référence 26 et 27, centre d'intérêt : comportement statique des mécanismes.

En effet, la classe de terminale EDPI ayant fait une étude statique sur cet objet, nous pourrions l'utiliser avec la classe de première TU.



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

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Ce support pédagogique permettrait de valider le savoir associé S152 : résolution d'un problème de statique, solution graphique dans le cas d'un solide soumis à l'action de trois forces concourantes.

B) Séquençage en seconde

Séquençage « Poignée de levage » en classe de seconde

Semaines de référence : 30, 31, 34, 36, 37 et 38

Modalités Pédagogiques		TP1	TP2	TP2	TP3	TP4	Synthèse
Compétences travaillées		C11 : Justifier la solution retenue	C11 : Identifier, caractériser les surfaces et les volumes		C11 : Identifier et interpréter les spécifications géométriques et d'état de surfaces à respecter	C11 : Analyse des données fonctionnelles et des données de définition	
Savoirs associés		S123 : Analyse fonctionnelle d'un système	S141 : mouvement relatif de deux solides en liaison glissière		S121 : Mise en plan	S122 : Définitions	
Semaine de référence		30	31	34	36	37	38
Groupes élèves	Classe entière	X			X	X	X
	Scolaires			X			
	Apprentis		X				
Durée		2 Heures	2 heures	2 heures	2 heures	2 heures	1 heure
Support de formation		Dessin d'ensemble de la poignée et objet réel avant et après modification			Dessin de définition des pièces 15 et 18		Dessin de définition de la pièce 16

Exemple

Objectifs de formation	Analyser la différence entre les deux cas de figures. Justifier la modification	Mettre en évidence la liaison glissière, justifier l'indexage des trois positions		Lire les dessins de définition Implanter avec SolidWorks les sections sorties Justifier le 20 H10 d9	Comprendre le tableau des valeurs de la tolérance générale ISO 2768mK	Schématiser le système étudié Transférer sur la glissière Gauche les points abordés sur la glissière Droite et la pièce 15
Évaluation	Formative	Sommativ	Sommativ	Formative	Formative	Sommativ

DR1: Séquençage "Poignée de levage" en classe de terminale. Semaines:21,22, 23, 30, 31, 34 et 39								
Modalités Pédagogiques		TP 1	TP 2		TP 3		Synthèse	TP4
Compétences travaillées		C1.1: Justifier la solution retenue	C1.1: Identifier, caractériser les surfaces et les volumes		C1.1: Identifier et interpréter les spécifications géométriques et d'état de surfaces à respecter		C1.1: Analyse des données fonctionnelles et des données de définition	C1.1: Vérifier l'aptitude à l'emploi des mécanismes
Savoirs associés		S1: Analyse des produits et étude de comportement S152 : Résolution d'un problème de statique S173: Etude des sollicitations simples	S121: Mises en plan: modèle numérique, conventions de représentation, position relative des surfaces et des volumes, caractérisation des surfaces et des volumes		S122: Définitions: Spécifications fonctionnelles, géométriques, dimensionnelles, micro géométriques, tolérancement normalisé en matrice GPS		S121 S122 S152 S173	S123: Analyse fonctionnelle d'un système
Semaine		Semaine 21	Semaine 22	Semaine 30	Semaine 23	Semaine 31	semaine 34	Semaine 39
Groupes élèves	Classe entière	X					X	X
	Scolaires			X		X		
	Apprentis		X		X			
Durée		2 heures	2 heures	2 heures	2 heures	2 heures	2 heures	2 heures
Supports de formation		Dossier réalisé avec la classe de Terminale EDPI	Système existant: Plans DAO du système existant: plan d'ensemble et vue éclatée Modèle en 3 D du système modifié			Production des TP1, TP2, TP3		Pièces usinées et visserie. Outillage
Objectifs de formation		Exploiter les calculs de Statique et de RDM afin de comprendre le dimensionnement	Mise en plan en DAO du support horizontal (Rep:15) et des glissières (Rep: 16 et 18) pour exploitation FAO		Analyse et exploitation de la cotation GPS sur les plans de définition des pièces 15 16 et 18		Validation du travail pour fabrication	Montage de l'ensemble
Évaluation		Formative	Formative		Formative			Sommative

C) Construction d'une séance

C.1 Fiche contrat

Il doit apparaître :

- La situation de la séquence dans le temps
- Les objectifs
- Les prérequis
- Les modalités d'évaluation.

Séquence de 2 heures située en fin de classe de terminale.

Objectifs principaux :

- Lire un dessin de définition
- Repérer les cotations GPS
- Interpréter les cotations GPS
- Analyser une spécification par zone de tolérance.

Prérequis :

- Les différents symboles de tolérances de formes et de positions
- Les règles de la cotation GPS

Dossier technique :

- Dessin de définition du support horizontal modifié repère 15
- Dossier technique de la poignée de levage
- Cours et exercices « analyse d'une spécification par zone de tolérance »

Travail attendu :

- Réaliser sur la glissière droite repère 18, l'analyse de la tolérance de parallélisme.

Evaluation :

- Respect des consignes écrites et orales
- Travail en autonomie
- Exactitude des réponses
- Présentation du travail.

C.2 Ressources

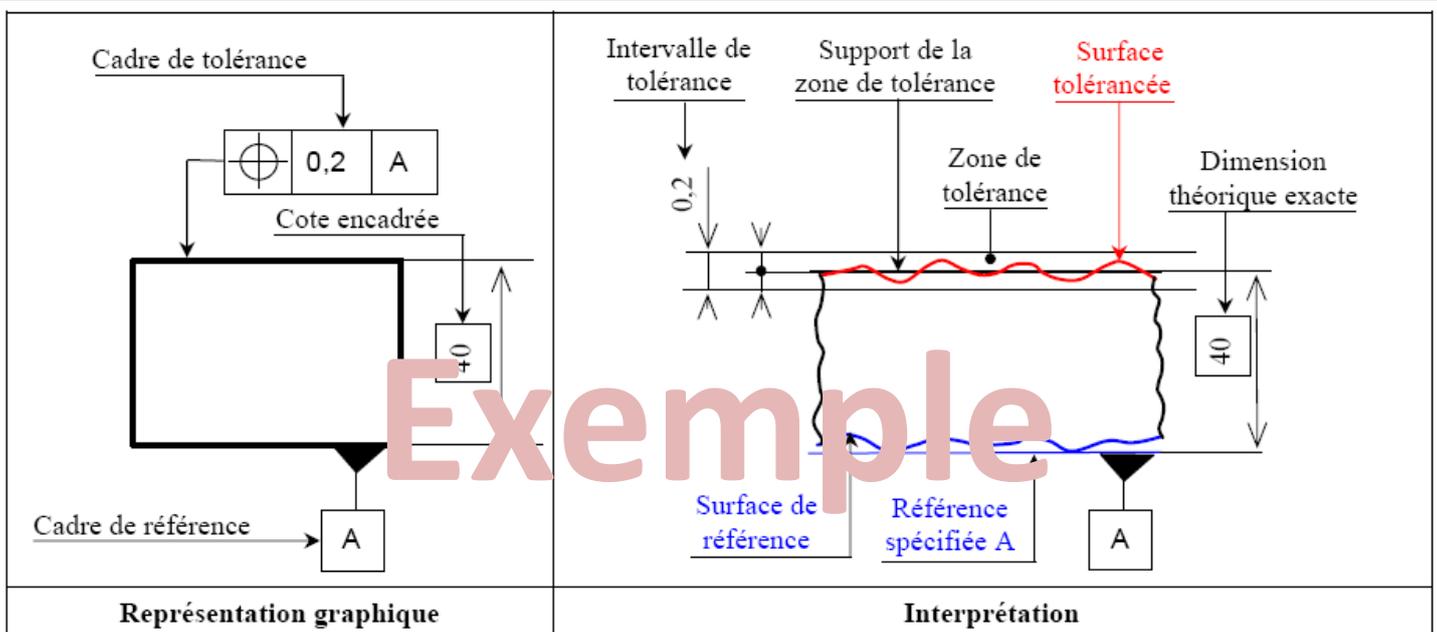
1. Définition (NFE 04-552 1983 ISO 1101 1983)

Les tolérances géométriques limitent les écarts admissibles de forme, d'orientation, de position ou de battement d'un élément (point, ligne, surface) en définissant une zone de tolérance à l'intérieur de laquelle l'élément doit être compris.

Tolérances	Cas généraux		Cas particuliers	
Forme	Forme d'une ligne quelconque		Rectitude	
	Forme d'une surface quelconque		Circularité	
Orientation	Inclinaison		Planéité	
			Cylindricité	
Position	Localisation		Parallélisme	
			Perpendicularité	
Battements	Battements circulaires (norme ISO) simples (norme NF)		Concentricité	
			Coaxialité	
			symétrie	
Battements	Battements totaux		Radial	
			Axial	
			Oblique	
			Oblique (Norme NF)	

*(Le battement est le défaut conjugué de **forme**, **d'orientation** et de **position** mesuré au cours de la rotation d'un élément autour d'un axe de référence)*

2. Principe de tolérancement géométrique



Définitions :

La surface de référence : *référence spécifiée A.*

La référence spécifiée : *surface de forme parfaite (idéale). Elle est associée à l'élément de référence réel. Dans ce cas il s'agit d'un plan tangent extérieur matière et si nécessaire, occupant une position moyenne.*

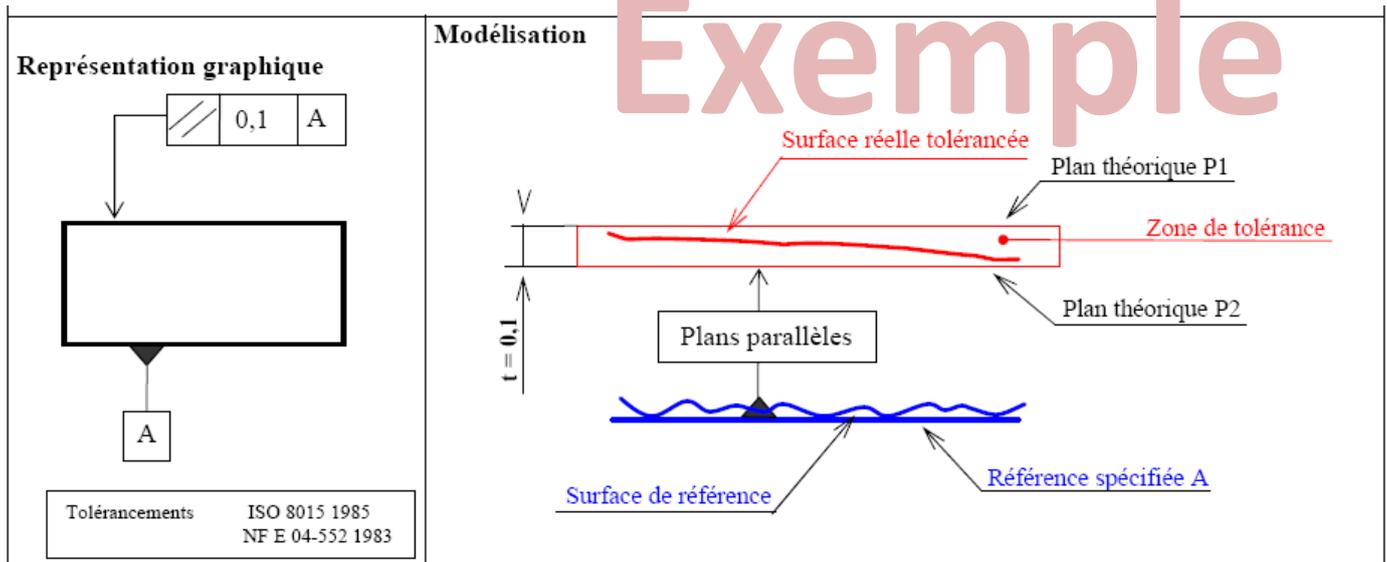
Le support de la zone de tolérance : *élément idéal de même nature que l'élément tolérancé idéal (plan), parallèle à la référence associé et situé à une distance théorique de 40mm de celle-ci.*

La zone de tolérance : *espace limité par deux plans parallèles au support de la zone de tolérance, distants de 0.2mm et situés symétriquement par rapport à ce support.*

La surface tolérancée : *élément réel de la pièce dont il faut limiter les défauts et qui doit donc être compris à l'intérieur de la zone de tolérance pour satisfaire la condition de conformité.*

La dimension théorique exacte : *cote encadrée (sur le dessin de définition) qui définit la position théorique du support de la zone de tolérance par rapport à la référence spécifiée.*

3. Parallélisme entre deux surfaces planes

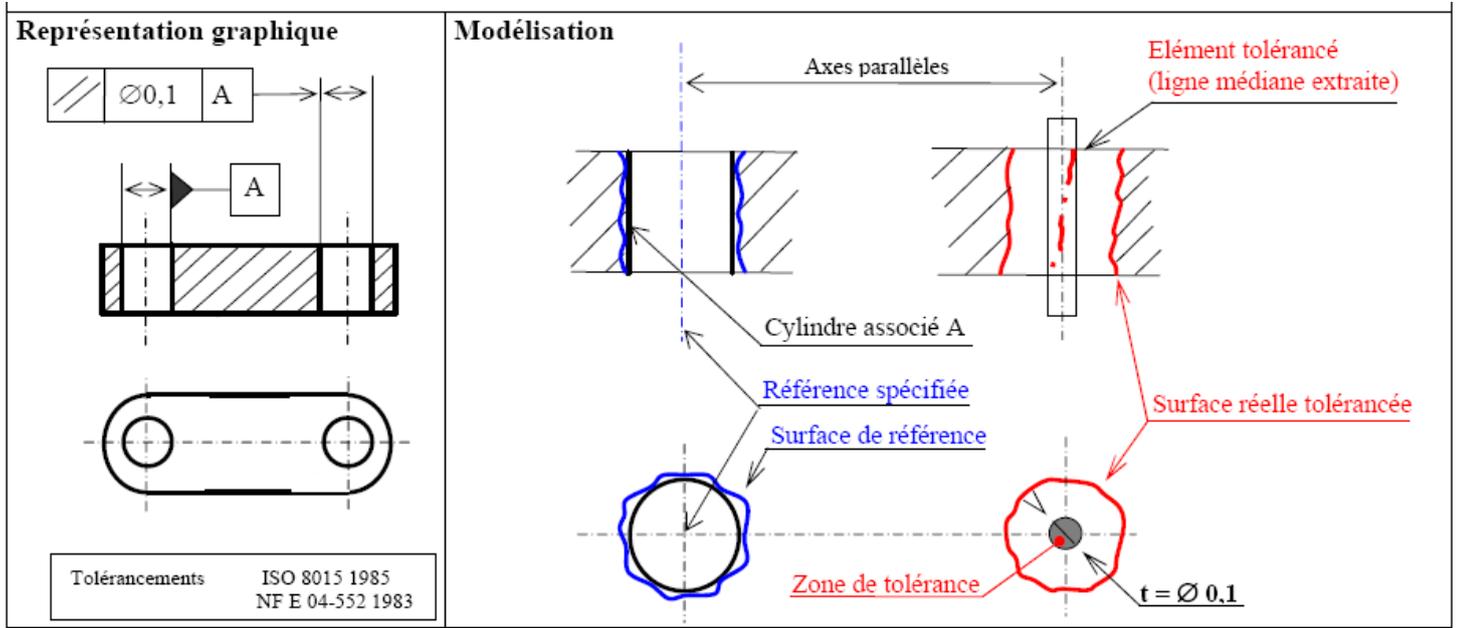


Référence spécifiée A : *élément idéal associé à la surface de référence (tangent extérieur matière).*

Zone de tolérance : *espace compris entre deux plans P1 et P2 théoriques parallèles entre eux, distants de $t = 0.1$ et parallèles à la référence spécifiée A. La distance de P1 et P2 par rapport à A est variable.*

Condition de conformité : *la surface réelle tolérancée doit être située dans la zone de tolérance.*

4. Parallélisme entre deux surfaces cylindriques



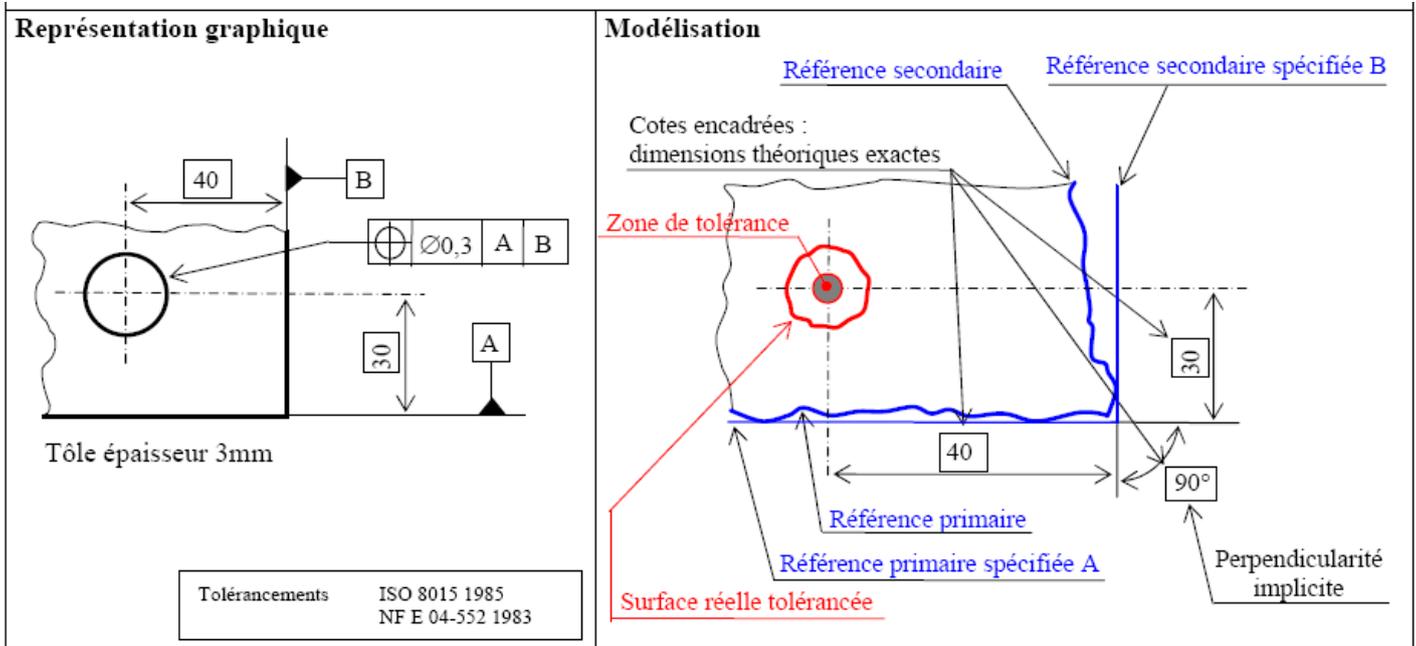
Référence spécifiée : axe du cylindre idéal A associée à la surface de référence.

Zone de tolérance : cylindre de diamètre $t = \varnothing 0,1$ dont l'axe est parallèle à l'axe du cylindre de référence spécifié A. La distance entre la zone de tolérance et l'axe de A est variable.

La zone de tolérance est libre en translation par rapport à la référence spécifiée et en rotation par rapport à la pièce.

Condition de conformité : la ligne médiane extraite de la surface réelle tolérancée doit être située dans la zone de tolérance.

5. Localisation entre un cylindre et 2 plans



Référence primaire spécifiée A élément idéal associé à la surface de référence (tangent extérieur matière).

Référence secondaire spécifiée B élément idéal B, perpendiculaire à A associé à la surface de référence (tangent extérieur matière).

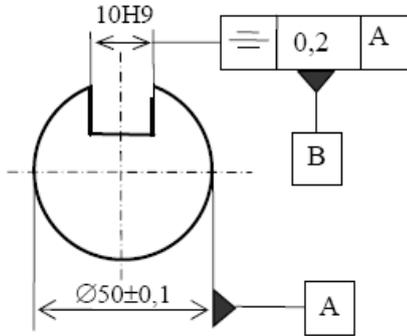
Zone de tolérance : cylindre de diamètre $t=\varnothing 0.3$ dont l'axe est disposé par rapport à la référence primaire spécifiée A dans une position théorique spécifiée par la cote encadrée 30 et par rapport à la référence secondaire B dans une position théorique spécifiée par la cote encadrée 40.

Condition de conformité : la ligne médiane extraite du cylindre réel tolérancé doit être située dans la zone de tolérance.

Exemple

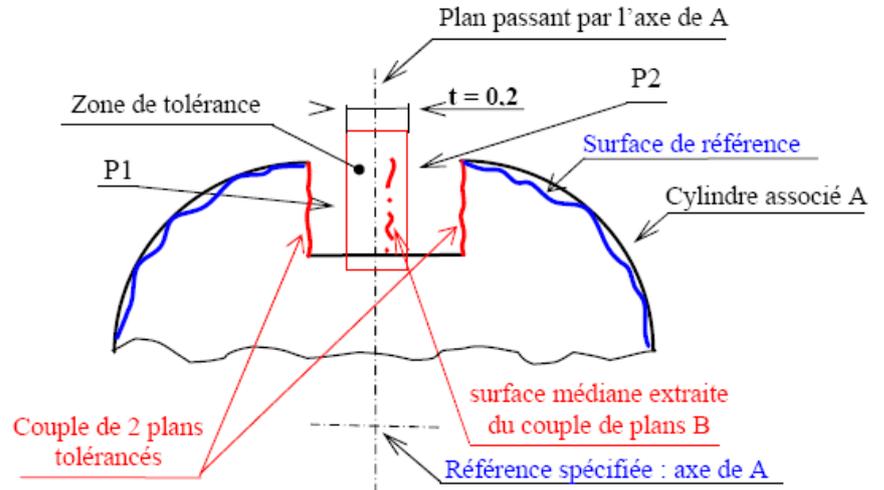
6. Symétrie

Représentation graphique



Tolérancements ISO 8015 1985
NF E 04-552 1983

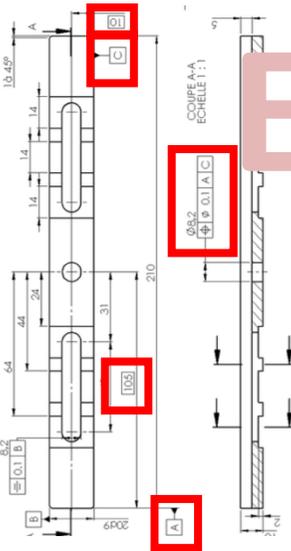
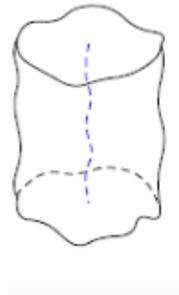
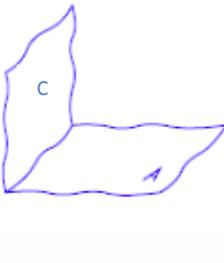
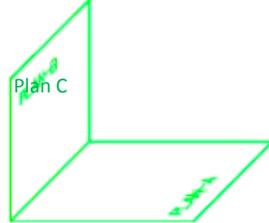
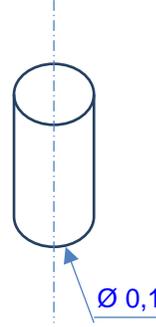
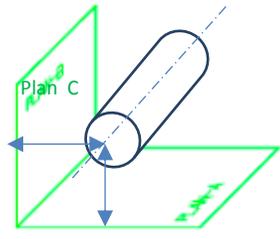
Modélisation



Référence spécifiée A : *axe du cylindre idéal A associé à la surface de référence.*

Zone de tolérance : *espace compris entre deux plans P1 et P2 théoriques parallèles entre eux, distants de $t=0.2$ et disposés symétriquement par rapport à un plan passant par l'axe du cylindre A associé à la surface de référence.*

Condition de conformité : *la surface médiane extraite du couple de plans doit être située à l'intérieur de la zone de tolérance.*

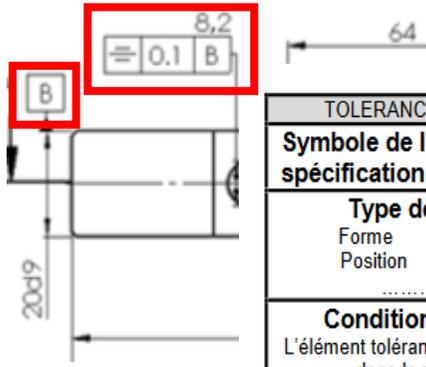
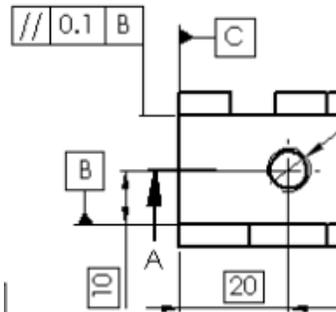
Tolérancement normalisé	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la Spécification 	Éléments non idéaux		Éléments Idéaux		
Type de spécification Orientation Position Battement Localisation	Élément(s) tolérancé(s)	Éléments(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance	Unique Groupe	Unique Multiples	Simple Commune Système	Simple Composée	Contraintes Orientation et position Par rapport à la référence spécifiée
<p>Schéma Extrait du dessin de définition</p> 	<p>Ligne nominale rectiligne, Axe réel d'une surface nominale cylindrique</p> 	<p>Ensemble de deux surfaces A et C nominale planes.</p> 	<p>Référence primaire : PLAN A associé à la surface de repérée A, contraint tangent du coté libre de matière, critère min-max.</p> <p>Référence secondaire : PLAN C associé à la surface repérée C, contraint tangent du coté libre matière et perpendiculaire à PLAN A critère min-max.</p> 	<p>Volume Limité par un cylindre $\varnothing 0,1$</p> 	<p>Cylindre de diamètre $\varnothing 0,1$ dont l'axe est disposé par rapport à la référence primaire spécifiée A dans une position théorique spécifiée par la cote encadrée 105 et par rapport à la référence secondaire C dans une position théorique spécifiée par la cote encadrée 10.</p> 

C.3 TD Poignée réglable (horizontale modifiée 15)

TP

Tolérancement normalisé	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la Spécification Symétrie	Éléments non idéaux		Éléments Idéaux		
	Élément(s) tolérancé(s)	Élément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Type de spécification Forme Orientation <u>Position</u> Battement	Unique Groupe	Unique multiple	simple commune système	simple composée	Contraintes orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance					



<p>Schéma Extrait du dessin de définition</p> 	<p>La surface médiane des deux surfaces réputées planes</p>	<p>Plan symétrique à deux surfaces réputées planes</p>	<p>Volume limité par deux plans parallèles distants de 0,1</p>	<p>Le plan médian de la zone tolérancée est le plan de la référence spécifiée B</p>
<p style="font-size: 2em; color: #e9967a; opacity: 0.5;">Exemple</p>				
<p>TOLERANCEMENT NORMALISE</p> <p>Symbole de la spécification</p> <p>Type de spécification Forme Position</p> <p>Condition de conformité L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.</p>	<p>0,1</p> <p>Eléments non idéaux</p> <p>Elément(s) tolérancé(s)</p> <p>unique groupe</p>	<p>Elément(s) de référence</p> <p>B</p> <p>unique multiples</p>	<p>Référence(s) spécifiée(s)</p> <p>simple commune système</p>	<p>Zone de tolérance</p> <p>simple composée</p> <p>Contraintes orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée</p>
<p>C.4 Évaluation formative</p> <p>Schéma extrait du dessin de définition</p>				

Commentaires du jury

Le sujet de 39 pages fourni au candidat comporte :

- o un dossier sujet incluant une mise en situation et un questionnaire ;
- o un dossier pédagogique composé d'extraits du référentiel du diplôme avec :
 - o DP1 : Résultat de l'étude menée par la classe de TEDPI
 - o DP2 : Emploi du temps Enseignant
 - o DP3 : Progression globale du Bac Pro Technicien d'Usinage
 - o DP4 : Extrait du référentiel Technicien d'Usinage
- o Le dossier réponse
 - o DR1 : Organisation pédagogique en classe de Terminale TU
 - o DR2 : Organisation pédagogique de la classe de seconde
- o Le dossier technique
 - o DT1 : Poignée de levage
 - o DT2 : Principe de fonctionnement
 - o DT3 : Dessin d'ensemble
 - o DT4 : Dessin d'ensemble modifié
 - o DT5 : Dessins de définition des pièces modifiées
- o DT6 : Nomenclature des pièces modifiées

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 ;
- Une bonne connaissance de certains candidats des activités professionnelles du diplôme technicien d'usinage.

Il a été, malheureusement, relevé trop de fautes d'orthographe, de grammaire, de syntaxe et des copies dont l'apparence ressemble à un brouillon. L'absence d'utilisation d'outils de traçage est à déplorer lors de structuration sous format de tableau. Des candidats n'argumentent pas suffisamment ou de manière superficielle leur choix.

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 séance à travers la question 3C. Il est regrettable et dommageable pour certains candidats de ne pas avoir traité cette question qui est 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

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

Il s'agissait d'extraire du référentiel de spécialité technicien d'usinage les activités, compétences et savoirs liés à l'enseignement de la construction mécanique.

De nombreux candidats ont ciblé des activités propres à l'enseignement de la spécialité, débordant par la même les compétences attendues de l'enseignement de génie mécanique.

Il est à noter que certains candidats ont montré une bonne connaissance de la spécialité « technicien d'usinage ».

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

Question n° 2

La question N°2 projetait le candidat dans la planification de son enseignement et l'invitait à une réflexion sur les centres d'intérêts.

Sur ce dernier point, les candidats ont montré en grande partie une faiblesse sur les avantages d'une organisation en centre d'intérêts. La construction d'une progression pédagogique, par un questionnement très guidé, a globalement été bien traitée.

Question N°3 :

Cette dernière étape amenait le candidat à construire une séance ayant pour support technique la poignée de levage. Il est regrettable que cette partie fût négligée par un grand nombre de candidats.

Il s'agissait là de l'aboutissement pédagogique du sujet, puisqu'il vise l'élève directement. 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 : 33
- Moyenne de l'épreuve : 10,75
- Écart type : 2,68
- Note minimale : 4,88
- Note maximale : 14,25

Répartition des candidats par note

