Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

BTS FONDERIE

SESSION 2011 **Durée : 6h00** **Coefficient 3**

ÉPREUVE E4 – INDUSTRIALISATION
Sous épreuve U41 – ÉTUDE de PRÉ INDUSTRIALISATION

Aucun document personnel autorisé, calculatrice autorisée

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

CHANDELLE

Constitution du dossier :

- Présentation du sujet et des documents ressources ..... 1 Page : page 1
- Dossier « Sujet » ..... 10 Pages : 2 à 11
- Descriptif Ressources..... ..... 9 Pages : Doc Res 1 à 6
- CD ROM contenant les fichiers informatiques ..... 1 CD

Documents à rendre :

- Feuilles de copies
- CD/ R gravé avec la sauvegarde des fichiers informatiques du candidat ..... 1 CD/R
- Document réponse question 1-4 ..... DR1
- Document réponse question 6.6 ..... DR2 (Page 12)

Le travail du candidat sur poste informatique sera gravé sur un CD/R. Le CD/R sera mis dans une enveloppe. L'enveloppe sera agrafée avec les copies et avec les documents réponses DR1 et DR2. L'ensemble sera anonymé.

Structure du sujet et travail demandé

	Pages	Temps conseillé	Barème
Présentation du système étudié: Description de la chandelle d'atelier, analyse fonctionnelle, architecture de la chandelle, dessin d'ensemble de la chandelle, objectif de l'étude proposée : 6 parties.	2 à 4	10 min	-
1- Étude de faisabilité : re conception orientée fonderie.	5	20 min	2
2- Recherche d'une forme compatible avec les moyens de l'entreprise.	6	3 h	6
3- Validation du procédé d'obtention.	6	20 min	2
4- Étude préalable au choix du matériau : Détermination des efforts exercés.	7	40 min	3
5- Choix de matériau, compatible avec le procédé retenu.	9	1h	4
6- Proposition d'une structure pour la grappe moulée.	11	30 min	3
		6 h	20

Documents ressources :

	Page
Ressource N°1 : « ENVIRONNEMENT DE L'ENTREPRISE (Secteur d'activité, moyens et alliages utilisés) »	13
Ressource N°2 : « DOCUMENTS RELATIFS AU TRACE DES PIECES MOULEES EN ACIER/FONTE» (Source CTIF)	14
Ressource N°3 : « DOCUMENTS RELATIFS A LA COTATION DES PIECES MOULEES » (Norme NFA00-510)	15
Ressource N°4a : « DOCUMENTS RELATIFS A LA DÉSIGNATION DES ACIERS »	17
Ressource N°4b : « DOCUMENTS RELATIFS A LA DÉSIGNATION DES FONTES »	18
Ressource N°5a : « POSITIONNEMENT DES COUTS D'OUTILLAGE EN FONCTION DE LA TAILLE DE LA SÉRIE »	19
Ressource N°5b : « POSITIONNEMENT DES PROCEDES EN FONCTION DE L'INDICE DE COÛT ET DE LA SÉRIE »	20
Ressource N°6 : « POSITIONNEMENT DES MATÉRIAUX MÉTALLIQUES EN FONCTION DU COÛT MATIÈRE ET DE LA LIMITE ÉLASTIQUE »	21

Base Nationale des sujets d'examen de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

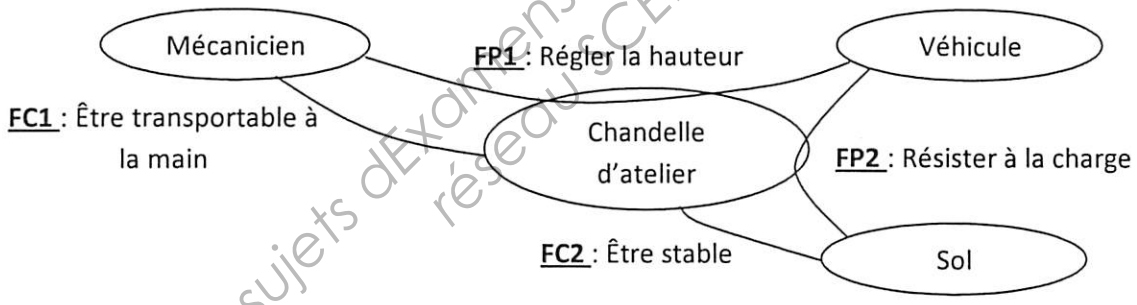
Présentation du système étudié : Description de la chandelle d'atelier

Ce système est utilisé par les mécaniciens dans les ateliers pour assurer le maintien en position haute des véhicules décollés du sol au moyen de divers crics. De ce fait, les mécaniciens peuvent travailler en toute sécurité sous le véhicule.
La chandelle étudiée comporte essentiellement une tige à crémaillère, un socle, et un dispositif de réglage de la hauteur de tige. Elles sont utilisées exclusivement par paire (2Tonnes/paire).



Analyse fonctionnelle – caractérisation en phase d'utilisation

Diagramme APTE® :



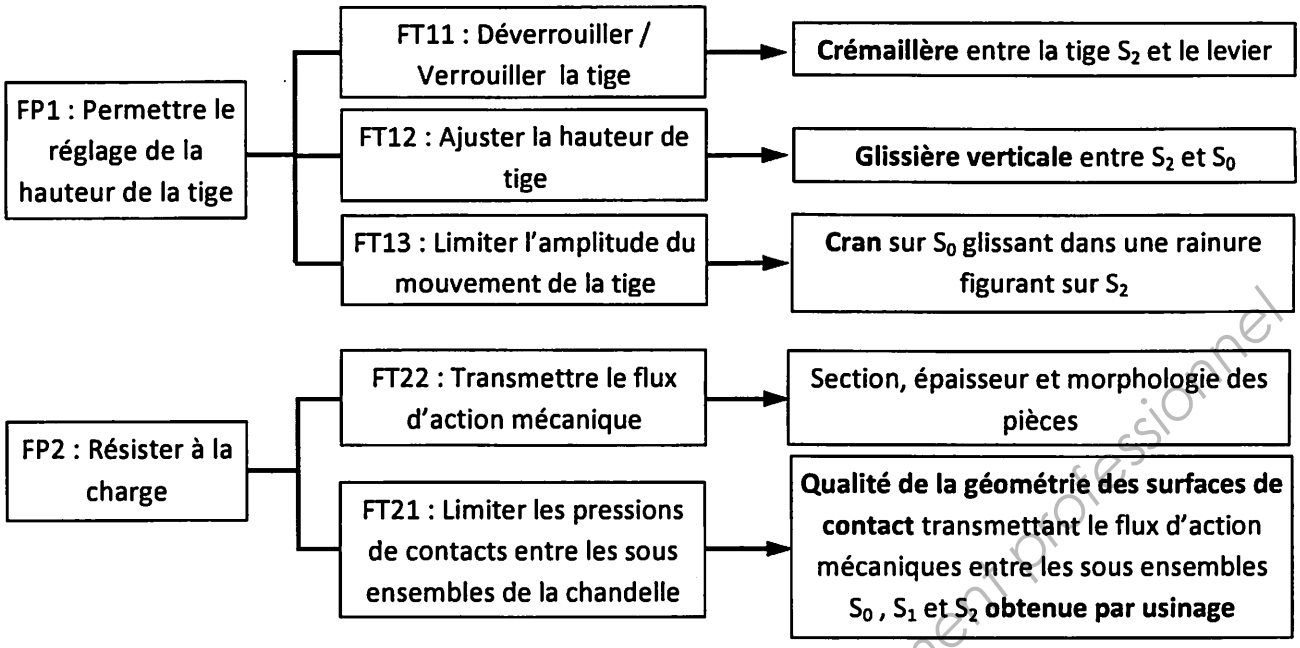
Caractérisation des fonctions :

Fonction	Critère	Niveau nominal / Flexibilité
FP1 : Régler la hauteur	Amplitude de la hauteur de réglage du véhicule	285mm à 435mm (±5%)
FP2 : Résister à la charge	Masse du véhicule	1 tonne par chandelle (F0)
FC1 : Être transportable à la main	Masse de la chandelle	7kg maximum (F1)
	Encombrement	Encombrement maximal au sol : 200mmx200mm (±5%) Hauteur en position basse : 280mm (±5%)
FC2 : Être stable	Pression de contact admissible par le sol	10N/mm² minimum (goudron) (F1)
	Planéité du sol	2mm (F2)
	Déclivité du sol	2% (F2)

Remarque : F0 : Non négociable, F1 : Peu négociable, F2 : Négociable, F3 : Très négociable

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel réseau SCEREN

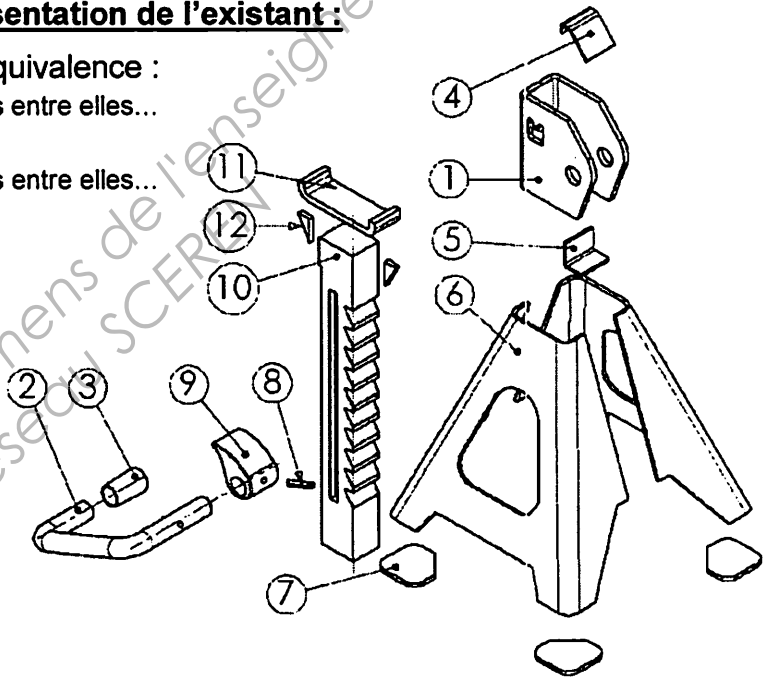
Diagramme FAST des fonctions principales:



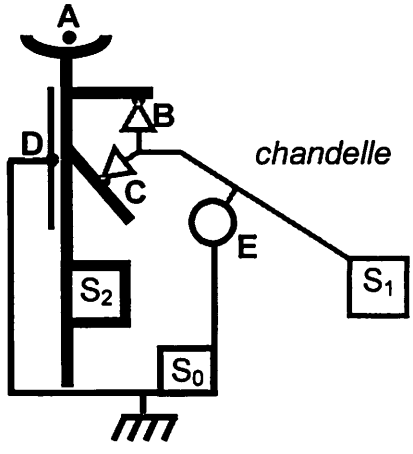
Architecture de la chandelle – Présentation de l'existant :

La chandelle comporte 3 classes d'équivalence :
Le socle : S_0={ **1**, **4**, **5**, **6**, **7** } ; soudées entre elles...
Le levier : S_1={ **2**, **3**, **8**, **9** }
La tige : S_2={**10**, **11**, **12** } ; soudées entre elles...

No.	*Désignation*	*Nbre*
1	Tête	1
2	Bras	1
3	Capuchon	1
4	Renfort	1
5	Protection	1
6	Pied	2
7	Patin	4
8	Goupille élastique	1
9	Crochet	1
10	Tige	1
11	Appui	1
12	Nervure	2

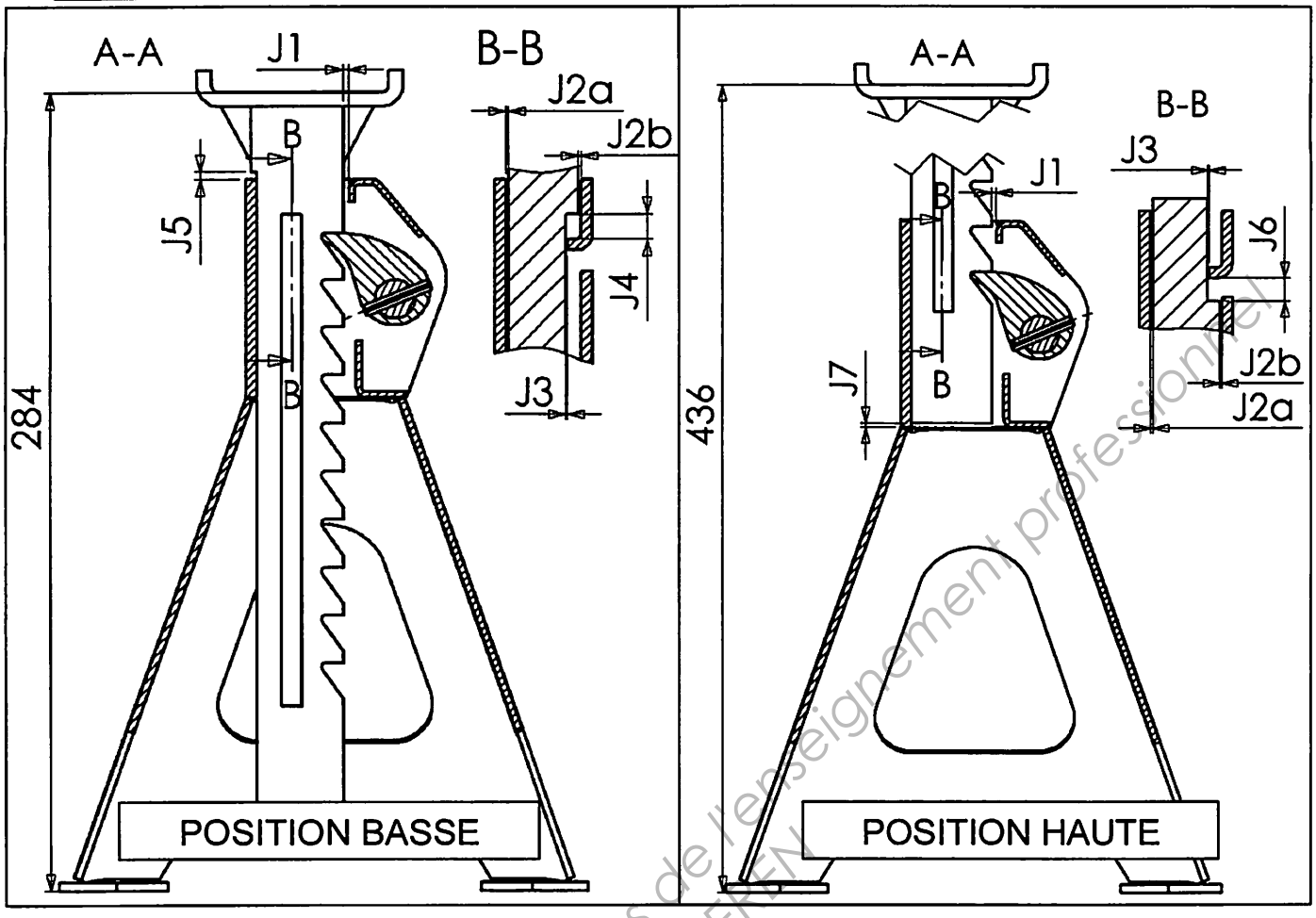


On donne, à droite, la schématisation retenue lorsque la chandelle est en charge. Les points B, C, D et E sont les centres de liaison. A est le point d'application de la charge.



Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

Dessin d'ensemble de la chandelle en position basse et haute (avec indications des jeux):



Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Objectif de l'étude :

Le coût de revient d'une chandelle est actuellement de **17,5 euros par chandelle**. Les pièces qui les constituent sont usinées, mécano soudées, ou pliées.

Ce coût est ventilé sur les sous ensembles comme suit :

Sous ensemble	Pourcentage du coût de revient
S_0 (Socle)	50%
S_1 (Levier)	10%
S_2 (Tige)	40%

L'entreprise qui a développé cette chandelle, souhaite en revoir la conception pour passer à une production adaptée à :
- la demande en hausse **(Prévisions de vente : 8000 chandelles)**
- une meilleur réactivité et disponibilité du produit sans pour autant augmenter les stocks

L'objectif de l'étude de re conception proposée est donc la réduction des coûts et des délais par :
- **la réduction des opérations de fabrication (découpage, pliage, soudage, usinage).**
- **la réduction du nombre de pièces (et donc du temps de montage) ;**
- **le choix de procédés de fabrication compétitifs ;**
- **l'adaptation du tracé des pièces en fonction du procédé retenu ;**
- **le choix et l'optimisation de la matière ;**

Travail demandé :

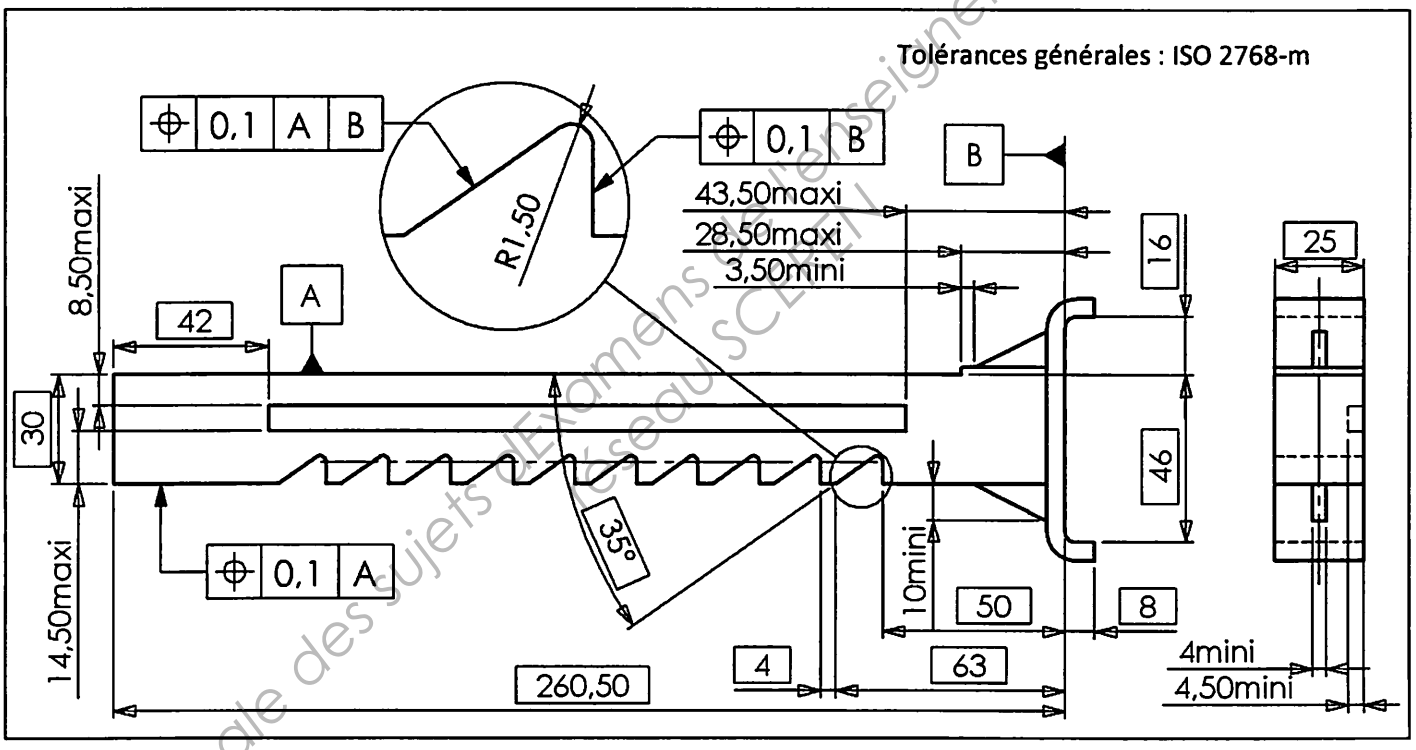
1- Étudier la faisabilité d'une re conception orientée fonderie

1.1- **Préciser** quels sous ensembles ou éléments de la chandelle peuvent être moulés afin de répondre aux objectifs de reconception ? **Justifier** votre réponse.

1.2- **Préciser,** pour chacun de ces sous ensembles ou éléments, le coût de revient maximal de l'équivalent moulé si l'on veut que la fonderie soit concurrentielle.

1.3- Parmi les chantiers de moulage de l'entreprise (Cf. document ressource N°1 « ENVIRONNEMENT DE L'ENTREPRISE (Secteur d'activité, moyens et alliages utilisés) » - Page 13), **expliquer** pourquoi le chantier de moulage mécanique en sable à vert semble le plus pertinent par rapport aux 2 autres processus de production existants.

On donne le dessin de définition de la tige mécano soudée, pour laquelle on envisage une forme moulée.



1.4- À partir des éléments de l'analyse fonctionnelle et du dessin d'ensemble de la chandelle en position haute et basse, **repérer (surligner, entourer) sur le document réponse DR1,** en rouge, les surfaces usinées que l'on doit retrouver sur la tige moulée.

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

2- Définir une forme compatible avec les moyens disponibles dans l'entreprise:

On recherche une forme pour mouler en acier ou fonte, en sable à vert, la tige de la chandelle, actuellement réalisée en mécano soudage, en prenant en compte les moyens disponibles dans l'entreprise.

2.1- En vous aidant des documents ressources N°2 (« Documents relatifs au trace des pièces moulées en Acier/fonte (Source: Guide CTIF) » - Page 14), et N°3 (« Documents relatifs à la cotation des pièces moulées (Norme NF A00-510) » - Page 15), **déterminer et justifier** le choix des paramètres suivants :

- l'épaisseur minimale de la pièce compatible avec le procédé
- la valeur des congés de raccordement minimal
- la valeur de la dépouille (en plus)
- la classe de tolérance CT choisie
- la classe de surépaisseur d'usinage choisie et la valeur de la surépaisseur MA

2.2- A l'aide d'un modeleur volumique exact, sur le poste informatique mis à votre disposition, **proposer**, pour la tige, un tracé de pièce moulée à épaisseur minimale. **Rajouter** toutes les fonctions volumiques nécessaires pour obtenir le brut de fonderie sachant que :

- *Pour les surépaisseurs d'usinage, la simplicité des formes du brut devra être privilégiée (réduction des coûts liés au modelage).*
- *On évitera de mettre en œuvre des noyaux.*
- *Pour réduire les coûts d'outillage, on privilégiera une pièce présentant une symétrie.*

⇨ ***Enregistrer** votre travail sous le nom « Tige_brute » dans un dossier qui sera nommé « Doc_Eleve_Chandelle ».*

2.3- Dans l'arbre de construction de la pièce, **Rajouter** ensuite les fonctions volumiques nécessaires à l'obtention de la tige usinée. **Modifier** les propriétés de ces fonctions volumiques afin de les faire apparaitre en rouge.

⇨ ***Enregistrer** votre travail sous le nom « Tige_Usinée », puis fermer la fenêtre…*

2.4- **Ouvrir** le fichier « Chandelle_Incomplete.sldasm » ou fichier d'échange du dossier *« Doc_Eleve_Chandelle »*. **Insérer** puis **contraindre** la « Tige_Usinée » précédemment créée dans la position basse, de manière à vérifier la validité de la pièce conçue.

⇨ ***Enregistrer** votre travail, fermer les fenêtres.*

3- Valider le procédé d'obtention de la tige:

3.1- **Comparer** les coûts relatifs d'outillage et **classer** les procédés par ordre d'intérêt décroissant (Cf. document ressource N°5a :« Positionnement des coûts d'outillage en fonction de la série » - Page 19).

3.2- **Comparer** les indices de cout relatif par pièce et **classer** les procédés par ordre d'intérêt décroissant (Cf. document ressource N°5b : « Positionnement des procédés en fonction de l'indice de coût relatif et de la taille de la série » - Page 20).

3.3- **Conclure** quant à la compétitivité de l'entreprise à répondre aux critères économiques de production de la tige par un procédé de fonderie:

3.4- **Préciser** la fourchette de coûts de fabrication prévisionnels d'une tige en euros/pièce.

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

4- Étude préalable au choix du matériau : Chiffrer les efforts sur la tige S_2

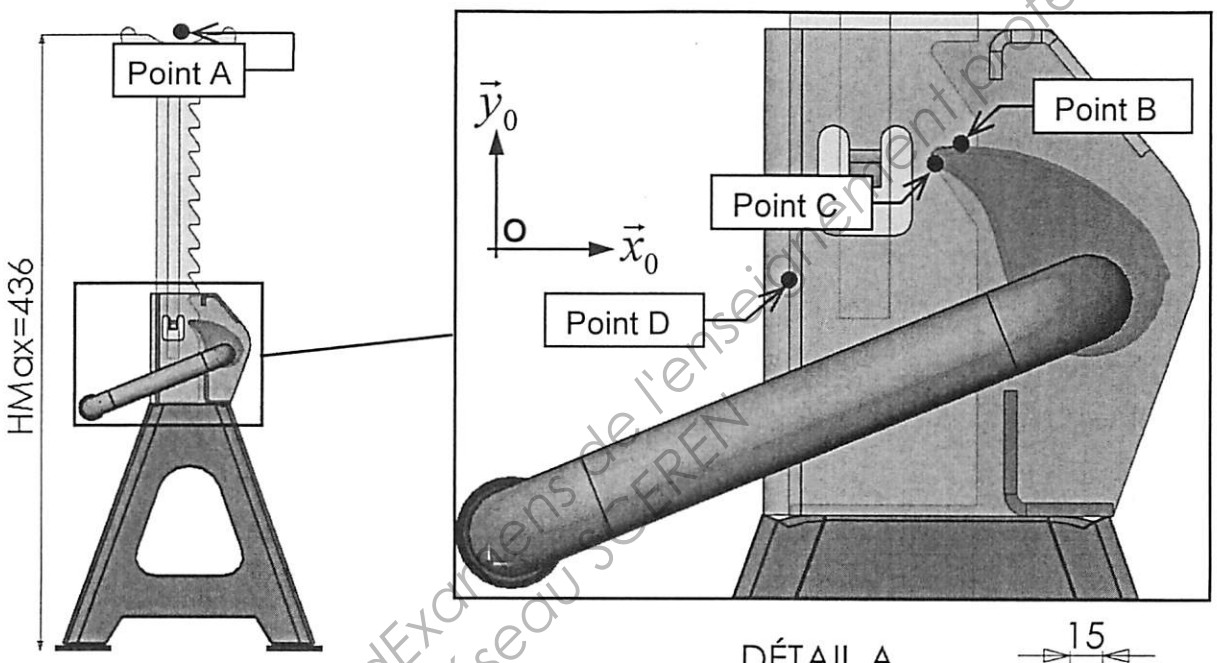
La configuration d'utilisation est celle définie par la notice du constructeur :

- charge centrée au point A sur la tige, modélisée par le glisseur : $\vec{A}_{Charge/tige} = -9810.\vec{y}_0$
- chandelle verrouillée en position haute (H=436mm)

Dans cette configuration, la tige est en contact avec :

- le socle (ici, vu en transparence) en D – Appui plan de normale (D,x_0) modélisé au centre du contact
- le levier en B - linéaire rectiligne de normale (B,y_0) et de contact (B,z_0)
- le levier en C - linéaire rectiligne de normale (C,x_1) et de contact (C,z_0). On précise $(x_0,x_1)=35°$

Hypothèses de calcul : - le plan (O,x_0,y_0) est plan de symétrie
- les liaisons sont sans frottement
- les poids sont négligés (au regard des autres actions mécaniques)



En vous aidant de la figure de droite, et en respectant les hypothèses énoncées :

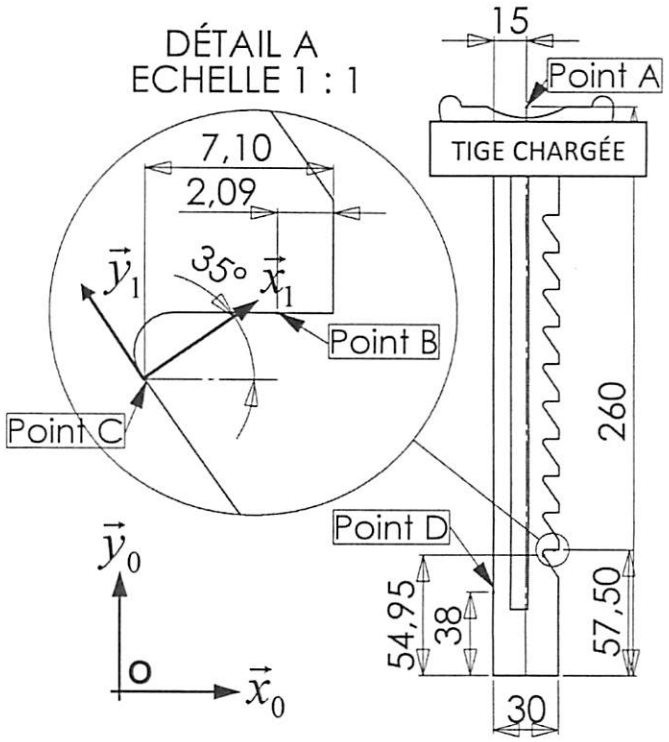
4.1- **Dresser** un bilan des actions mécaniques sur la tige S_2.

4.2- **Modéliser** ces actions mécaniques.

4.3- **Écrire** le principe fondamental de la statique, puis les équations en projection.

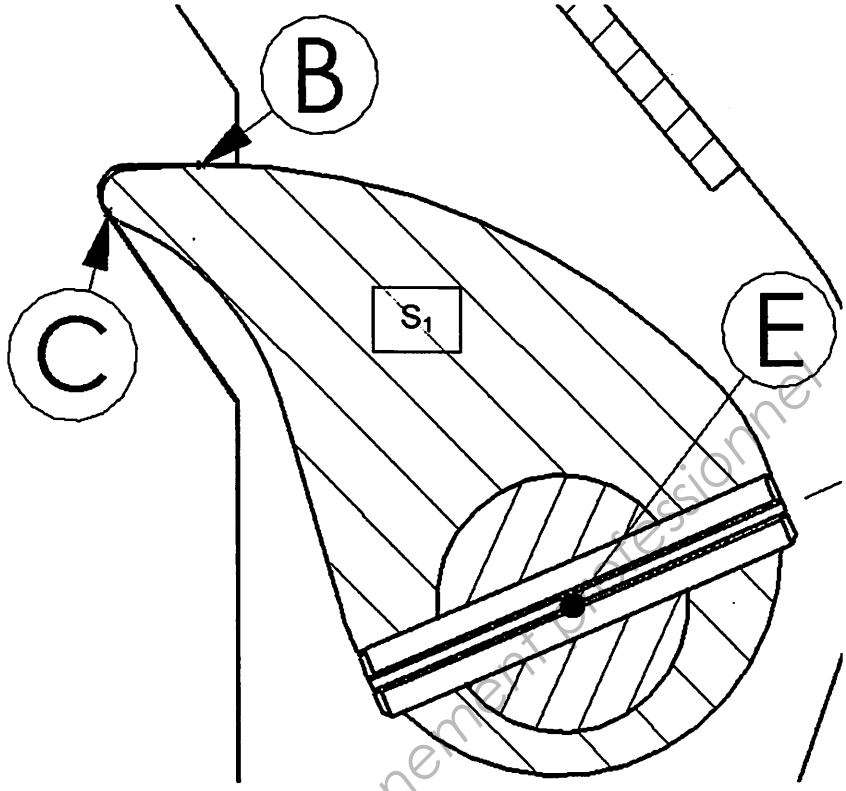
4.4- La résolution analytique est-elle possible ?

- Si oui, **résoudre.**
- Si non, **expliquer** pourquoi et **proposer** une démarche permettant d'aboutir analytiquement à la résolution.



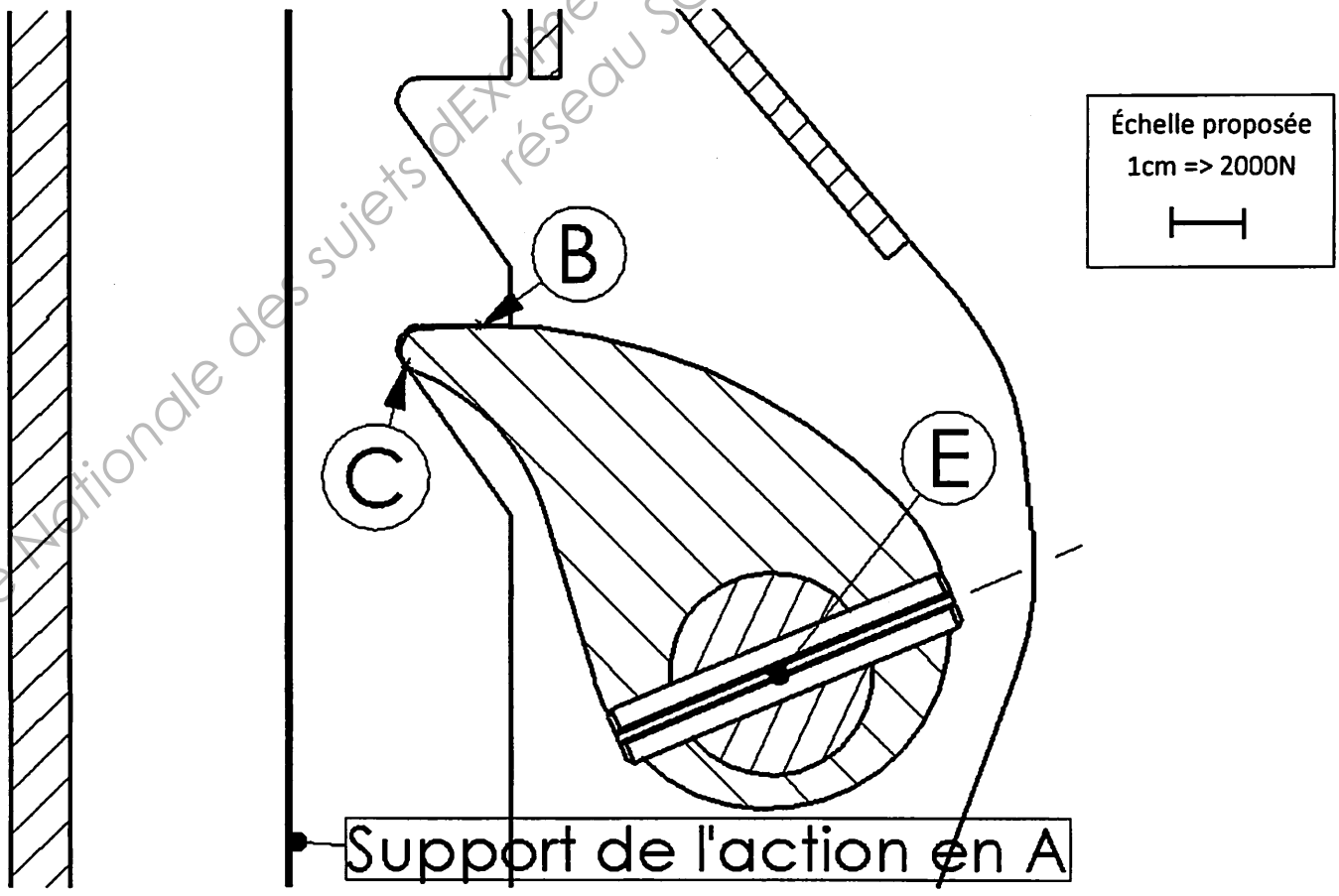
Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel réseau SCEREN

On propose de résoudre rapidement le problème en mettant en œuvre les méthodes graphiques sur le levier S_1 et sur la tige S_2.



4.5- En étudiant l'équilibre du levier S_1 soumis à 3 glisseurs, **définir** la direction de $\vec{E}_{S0/S1}$.
En déduire la direction et le point d'application (que l'on appellera K) de la résultante $\vec{R}_{BC/S1}$ statiquement équivalente à la somme des glisseurs en B et C :
$\vec{R}_{BC/S1} = \vec{B}_{S2/S1} + \vec{C}_{S2/S1}$.

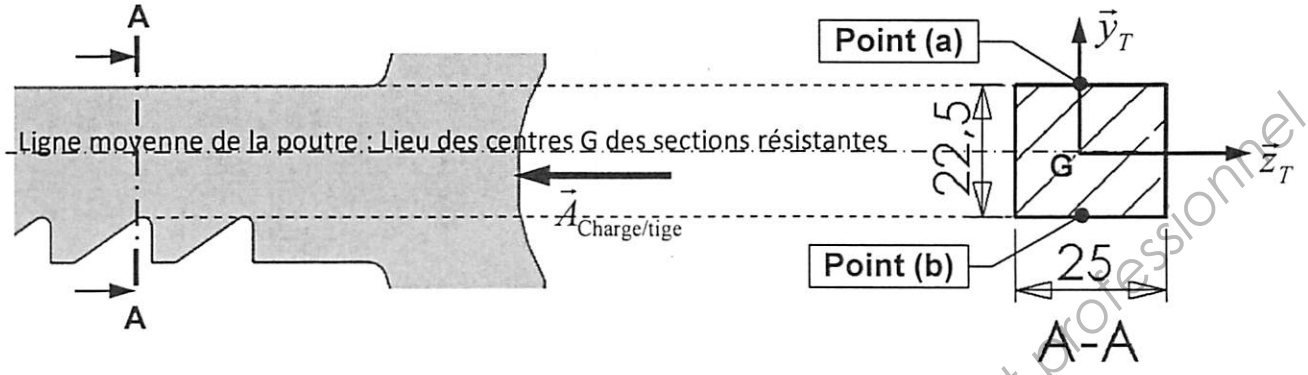
4.6- L'équivalent statique des actions en B et C étant modélisé en K par un glisseur de direction connue, **représenter** l'équilibre de la tige S_2, alors soumise à 3 glisseurs sachant que $\vec{A}_{\text{Charge/tige}}$ est parfaitement connue.
En déduire la position du point D' où l'action du socle en contact la tige avec se réduit à une résultante seule.
Déterminer les intensités $\|\vec{B}_{S1/S2}\|$; $\|\vec{C}_{S1/S2}\|$ et $\|\vec{D'}_{S0/S2}\|$.



Base Nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel réseau SCEREN

5- Choisir un matériau pour la tige, compatible avec le procédé retenu

Pour l'étude qui suit, on propose de définir le niveau des contraintes normales dans la section la plus faible de la poutre, c'est-à-dire aux creux des dents de la crémaillère (Ex : Section A-A). On assimilera alors la tige à un barreau dont la section résistante est rectangulaire : H=22,5mm et b=25mm.



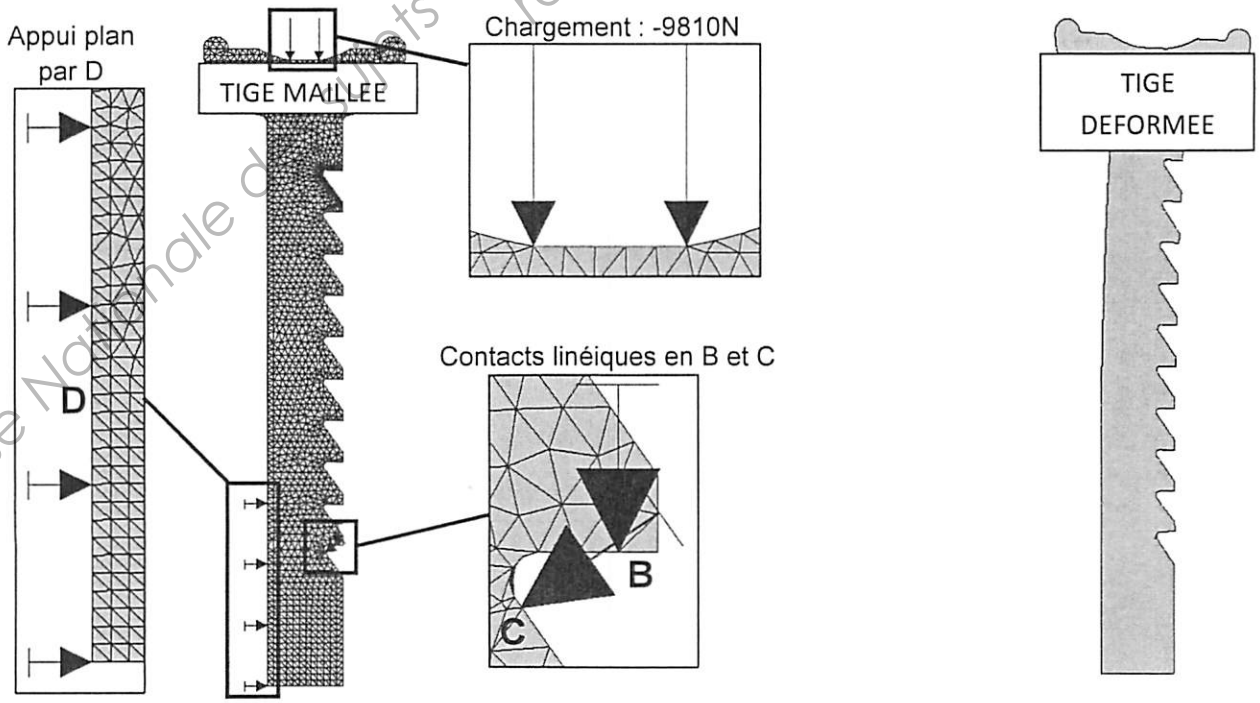
Remarque : Dans ces conditions, on constate que la charge est légèrement désaxée par rapport à la ligne moyenne de la poutre.

À partir des torseurs des efforts de cohésion issus de l'étude statique précédente, on a chiffré les sollicitations dans une section A-A de la tige :

- *Compression :* $N = -9810N$
- *Flexion selon (G,z_T) :* $Mf_z = -34330Nmm$

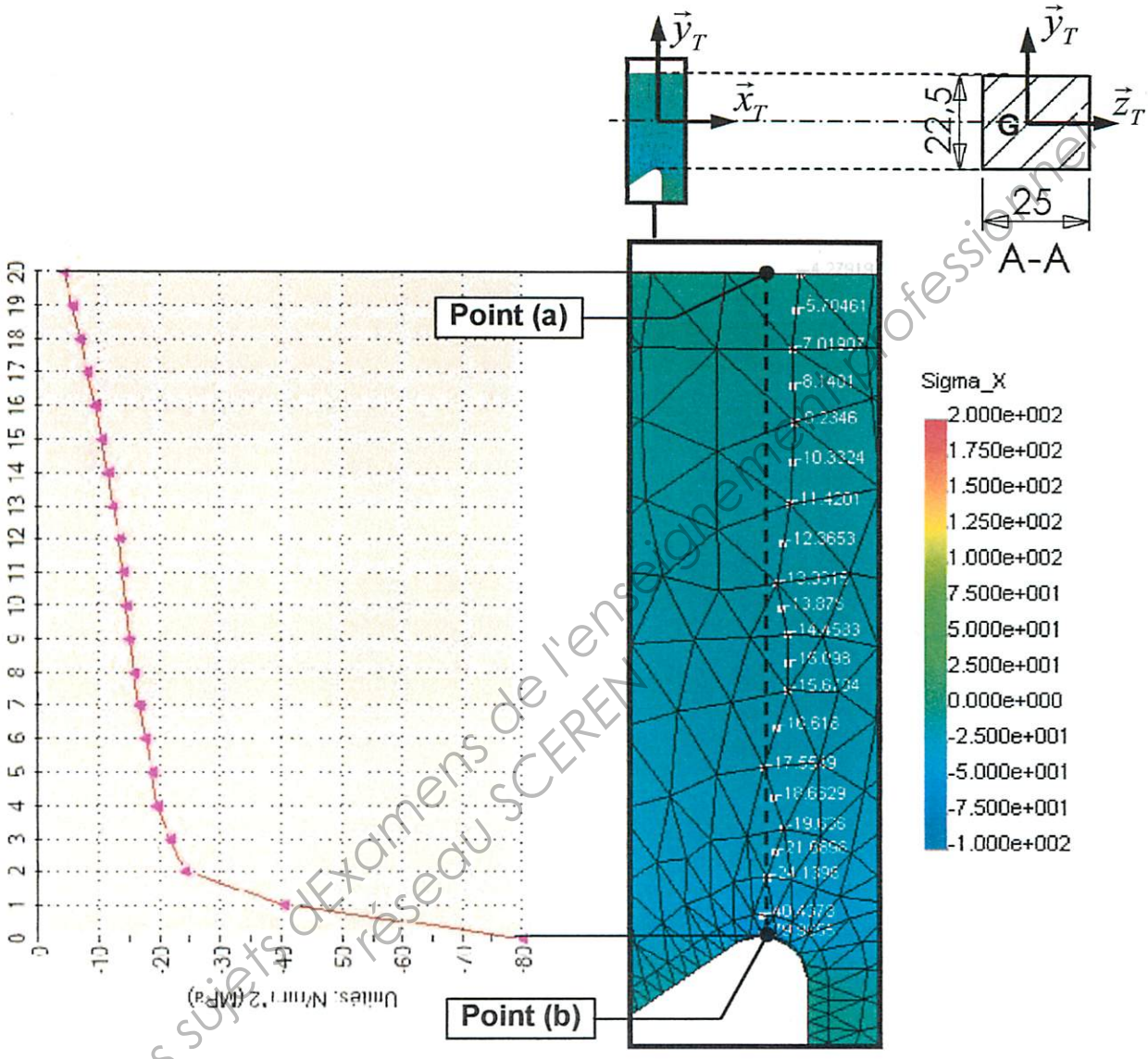
5.1- **Calculer** les contraintes associées à chacune de ces sollicitations, **aux points (a) et (b) de la section A-A** (creux de denture sur la crémaillère)**. En déduire** la contrainte normale totale en **(a) et (b).**

On fournit la modélisation (maillage et conditions aux limites) et les résultats d'une étude numérique sur la tige.



Base Nationale de Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

5.2- **Reporter** les valeurs des contraintes totales calculées aux points (a) et (b) sur le graphe de la figure ci-dessous. **En déduire** le tracé de l'évolution théorique de la contrainte. **Comparer** avec la courbe fournie. **Justifier** l'écart important au voisinage du point (b). **Proposer** un moyen de réduire cette valeur.



Cette étude préalable ayant permis de définir la contrainte maximale admissible en compression, on retiendra la valeur suivante : $\sigma_{Max_Compression}$= - 80MPa

Le coefficient de sécurité adopté est : s=4.

5.3- À partir de la limite élastique exigible pour le matériau de la tige, **classer** les familles de matériaux ferreux qui peuvent convenir. **Établir** un ordre d'intérêt décroissant en vous aidant du graphique fourni sur le document ressource N°6 (« Positionnement des matériaux métalliques en fonction du coût matière et de la limite élastique» - Page 21).

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

5.4- Par comparaison avec les alliages que l'entreprise mobilise, **Déterminer** si l'entreprise est bien positionnée pour apporter une réponse satisfaisante vis-à-vis des exigences techniques et économiques du client (Cf. document ressource N°1 : « Environnement de l'entreprise - Secteurs d'activité, Moyens, Alliages utilisés » - Page 13).

5.5- Parmi les alliages mis au point dans l'entreprise, **indiquer** quelles sont les nuances qui peuvent assurer la tenue mécanique de la pièce ? **Choisir** les 2 nuances les plus intéressantes économiquement.

Remarque: Vous disposez d'un recueil de normes pour identifier la composition chimique de ces nuances (Cf. document ressource N°4a : « Designation des aciers » - Page 17, et ressource N°4b : « Designation des fontes » - Page 18).

6- Proposer une structure pour la grappe moulée

Coût matière vendue :	- Masse de la pièce brut : 1,2kg/pièce
	- Prix unitaire : 0,9 euros/kg
Coût de sable :	- Négligeable au regard du taux de recyclage
Cadence de moulage:	- Le temps de réalisation d'un moule est de 3 minutes.
Cadence de coulée :	- 2 moules par minute
Temps consacrés aux finitions :	- 6 minutes/grappe

Taux de rebut : 5%
Taux horaire : TH=140 euros/h

6.1- En tenant compte du taux de rebut prévisible, **déterminer** le nombre de pièces à fabriquer.

6.2- Si le moule comporte deux pièces (n=2), **calculer** le temps de fabrication nécessaire pour l'ensemble des pièces (moulage, coulée, finition).

6.3- **Calculer** le coût matière d'une pièce vendue.

6.4- À partir du taux horaire TH de la fonderie, **calculer** le coût de revient par pièce vendue sachant que : **$Coût_{Revient}$= (Tps de fabrication *unitaire)* x TH + $Coût_{matière}$**

6.5- **Déterminer** le nombre de tiges « brut » que l'on peut mouler au minimum sur une grappe pour que le coût de revient devienne plus avantageux en fonderie pour le client (prendre **n=4; 6 ; 8**, n étant le nombre de pièces par moule)

6.6- En tenant compte des tailles de châssis disponibles dans l'entreprise, **proposer**, sur chacun des 3 schémas en page suivante, et à l'échelle, une disposition de moulage (on assimilera l'encombrement d'une tige brut au plan de joint, à un rectangle de 265x75 : gabarit fourni...).
Schématiser également le système de remplissage.
Calculer, pour chaque proposition, le gain réalisé sur les coûts de production pour la série, par comparaison avec la solution mécano soudée.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

FOE4EPI

Académie : Session :

Examen ou Concours Série* :

Spécialité/option* : Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

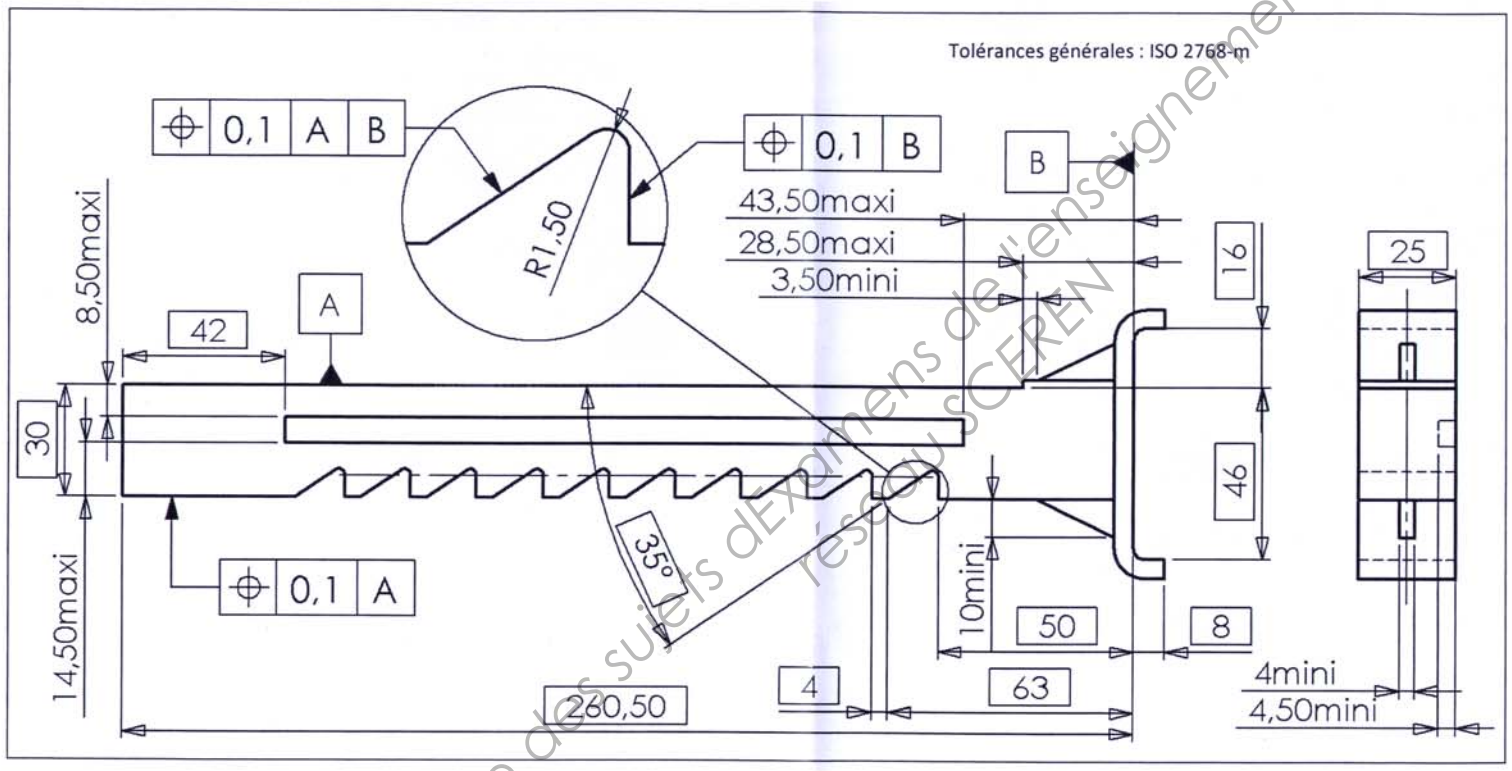
Prénoms :

Né(e) le :

N° du candidat
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

DR1 : DOCUMENT RÉPONSE QUESTION 1.4



DOCUMENT RÉPONSE

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

DANS CE CADRE

Académie : Session :

Examen ou Concours Série* :

Spécialité/option* : Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : N° du candidat

Né(e) le :

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

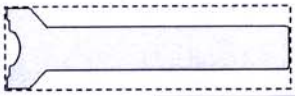
* Uniquement s'il sagit d'un examen.

NE RIEN ÉCRIRE

FOE4EPI

DR2 : DOCUMENT RÉPONSE QUESTION 6.6.

Gabarit d'une pièce brut 265x75:



Échelle : 1cm => 50cm

Châssis : 480x380

Gain=..... euros

Châssis : 550x400

Gain=..... euros

Châssis : 650x500

Gain=..... euros

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.