

SESSION 2010

**CAPLP
CONCOURS INTERNE
ET CAER**

**Section : GÉNIE INDUSTRIEL
Option : STRUCTURES MÉTALLIQUES**

**ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE
ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE ET/OU D'UN PRODUIT**

Durée : 6 heures

Extrait à usage didactique du CODAP 2005 autorisé.

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

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

CAISSON DE GRENAILLAGE

PRESENTATION :

L'ensemble représenté ci après représente un caisson de grenaillage utilisé dans l'industrie, pour le décapage de pièces avant peinture.

Principe

- L'ensemble est porté par un bati mécano-soudé (A)
- La pièce à grenailler est introduite dans l'enceinte de grenaillage (B) par l'ouverture (C)
- La grenaille stockée dans la trémie (D) est projetée sur la pièce, dans l'enceinte, par le pistolet pneumatique (E)
- Les résidus et poussières aspirés par (F) sont retenus (filtres) dans le caisson filtre (G)

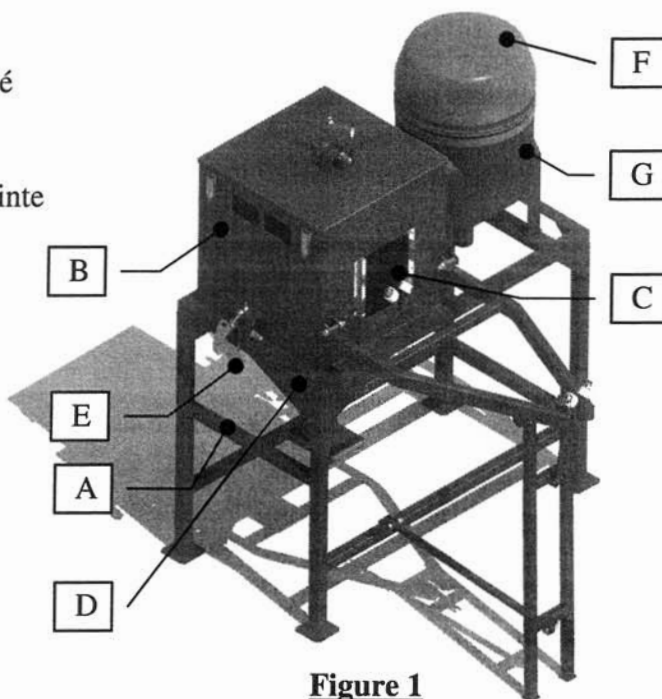


Figure 1

Fonctionnement

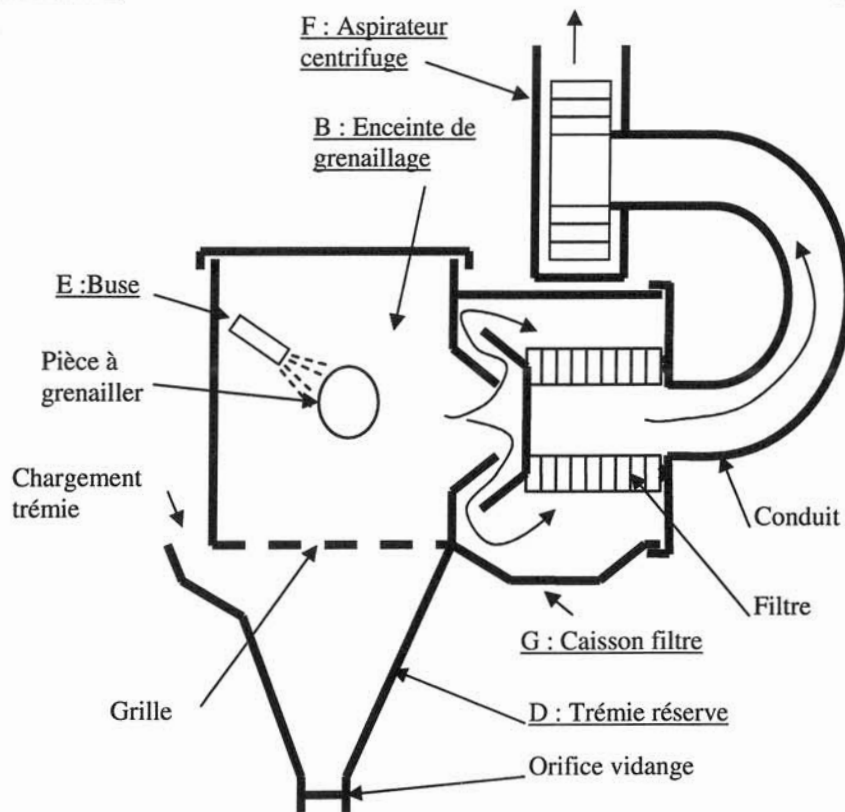


Figure 2

DONNEES

(nécessaires pour l'étude du réservoir d'air comprimé)

Données de calcul		
Code de construction CODAP 2005 Catégorie C		
Situation normale de service	Fluide	Air comprimé
	Pression PS	6 Bar
	Température de service	20 °C
	Pression de calcul	7 Bar
	Température de calcul	60°C
Situation d'essai de résistance	Pression d'essai	10 Bar
	Température de l'essai	20 °C
Surépaisseur de corrosion		1
Coefficient de soudure		0,7

Caractéristiques mécaniques du P 265 GH			
à température ambiante		Rtp0,2 à température élevée	
Rp0,2	Rm	50°C	100°C
255	410	234	215

- Amincissement en cours de roulage 0.1 mm
- Tolérance en moins sur le produit brut 0.4 mm
- L'épaisseur minimale garantie des fonds est de 0.85 x l'épaisseur de commande

DONNEES

(nécessaires pour l'étude du bâti mécano-soudé)

- L'acier utilisé pour la structure porteuse est de nuance S235 ($\sigma_e = 235 \text{ N/mm}^2$).
- Les boulons utilisés sont de classe de qualité 6.8
- Le poids propre de l'aspiration : $G_{\text{aspiration}} = 30 \text{ daN}$
- Le poids propre de la trémie : $G_{\text{trémie}} = 10 \text{ daN}$
- Le poids propre de la machine : $G_{\text{machine}} = 25 \text{ daN}$
- Le poids de la grenaille : $Q_{\text{grenaille}} = 230 \text{ daN}$
- Module de Young : $E = 210\,000 \text{ Mpa}$

On ne tiendra pas compte du poids propre des profilés.

TRAVAIL DEMANDE

Pour chacune des questions, vous ferez apparaître les détails de votre analyse ainsi que les résultats intermédiaires.

ETUDE DU SYSTEME DE FILTRATION

Description

➤ **Constat :**

Avec le système de filtration présenté sur la **figure 2**, on constate un colmatage du filtre après environ 4 heures de fonctionnement.

➤ **Proposition de modification :**

On envisage, pour augmenter la durée de vie du filtre, de le munir d'un système de décolmatage par air comprimé. En soufflant dans la cartouche filtrante à contre sens, par association du flux d'air et de son onde de choc, un maximum des particules sont chassées de la cartouche filtrante.

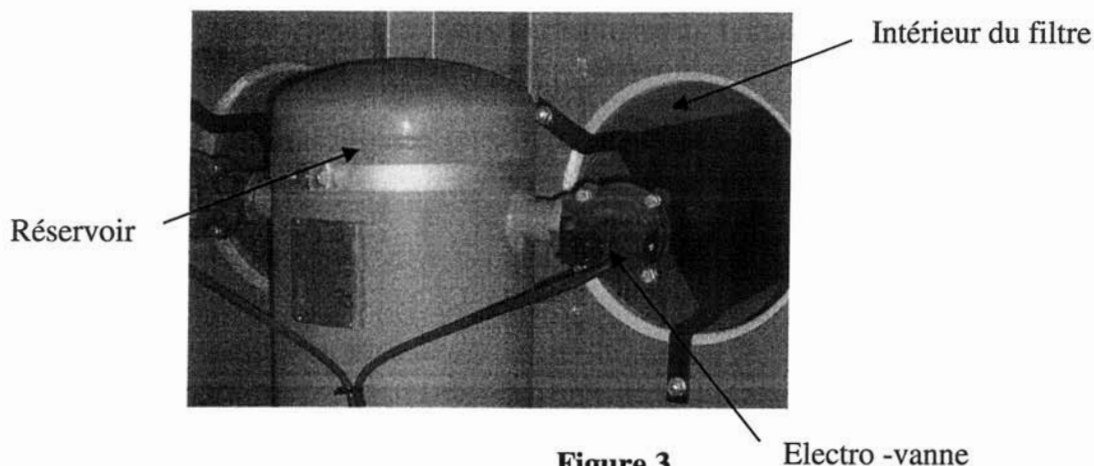


Figure 3

Ce dispositif nécessite un réservoir de stockage d'air comprimé muni d'une vanne à ouverture rapide, d'une canalisation de distribution et d'un injecteur placé à l'intérieur du filtre.

1) DETERMINER LA CATEGORIE DE CONSTRUCTION (VOIR DT2)

- 1.1 Déterminer le groupe de fluide.
- 1.2 Sur l'abaque en déduire la catégorie de risque (I II III IV) .Pour la détermination du volume du réservoir, on pourra négliger le volume des fonds.
- 1.3 Déterminer le volume maxi du réservoir si on se limite à la catégorie de risque I
- 1.4 Evaluer les facteurs et les conséquences d'une défaillance éventuelle.
- 1.5 En déduire la catégorie de construction d'un réservoir de capacité 25 l.

Pour la suite vous considérerez que la catégorie de construction est la catégorie C

2) CALCUL DES CONTRAINTES

- 2.1 Calculer la contrainte en situation normale de service.
- 2.2 Calculer la contrainte en situation d'essai de résistance.

Pour la suite vous prendrez $f = 130 \text{ Mpa}$ pour la valeur en situation normale de service

3) VERIFICATION DE LA VIROLE CYLINDRIQUE

- 3.1 Calculer l'épaisseur utile de la virole.
- 3.2 Calculer l'épaisseur minimale pour résister à la situation normale de service.
- 3.3 Calculer l'épaisseur minimale pour résister à la situation exceptionnelle d'essai de résistance.
- 3.4 La virole cylindrique est elle conforme au CODAP ?

4) VERIFICATION DU FOND EMBOUTI SUPERIEUR UNIQUEMENT EN SITUATION NORMALE DE SERVICE

- 4.1 Calculer l'épaisseur utile de ce fond.
- 4.2 Calculer l'épaisseur minimale de ce fond.
- 4.3 Conclure.

5) VERIFICATION DE L'OUVERTURE DANS LA VIROLE UNIQUEMENT EN SITUATION NORMALE DE SERVICE

- 5.1 Vérifier la conformité au CODAP de cette ouverture.

Hypothèses

- Le tube repère 3 est un tube sans soudure,
- La tolérance en moins sur son épaisseur est de 0.5 mm,
- La contrainte admissible f_t en situation normale de service est de 140 Mpa.

Démarche conseillée :

- Calculer les épaisseurs admises et les diamètres moyens.
 - Vérifier les conditions d'application.
 - Calculer les longueurs d'influence et les surfaces.
 - Faire la vérification.
- 5.2 Dans le cas où la vérification ne serait pas satisfaite, proposer 3 modifications.

ETUDE DU BATI MECANO-SOUDE :

Nous allons étudier le bâti recevant la machine, la trémie et l'aspiration. Nous ferons l'hypothèse que toutes les barres sont articulées entre elles.

6) DESCENTES DE CHARGES :

On supposera que l'ensemble (trémie + machine) repose sur les barres (4) et (5) sur une longueur de 550 mm.

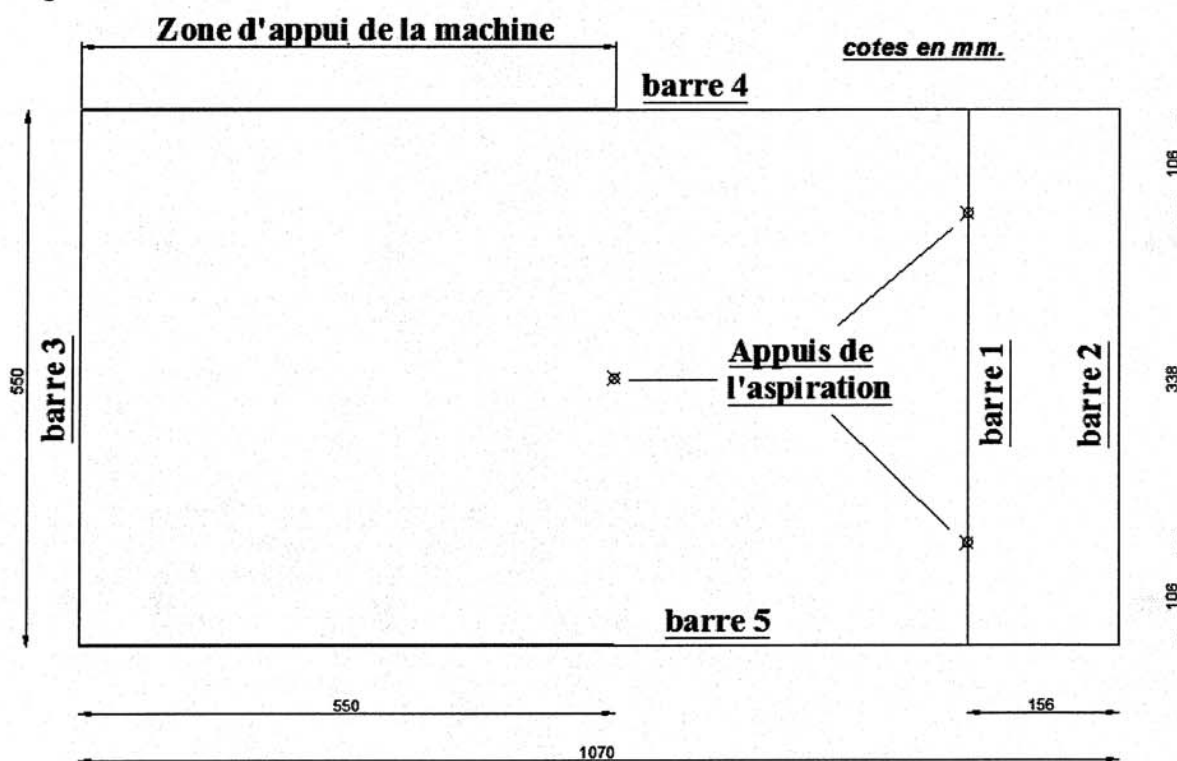


Figure 4

- 6.1 Calculer la valeur de la charge linéique q_G en daN/m issue du poids propre de l'ensemble (trémie + machine) s'appliquant sur la barre (4) et faire un schéma mécanique. (on se servira des indications fournies sur la **figure 4**)
- 6.2 Calculer la valeur de la charge linéique q_Q en daN/m issue des charges d'exploitations (poids de la grenaille) s'appliquant sur la barre (4) et faire un schéma mécanique. (on se servira des indications fournies sur la **figure 4**)

Par soucis de simplification, on supposera que l'aspiration est sur trois appuis :

- 2 sur la barre (1)
- 1 repris sur les barres (4) et (5) par l'intermédiaire de sa fixation sur la machine.

De plus, chaque appui recevra la même fraction du poids propre de l'aspiration.

- 6.3 Calculer la valeur des charges ponctuelles en daN issues du poids propre de l'aspiration s'appliquant sur la barre (1) et faire un schéma mécanique. (on se servira des indications fournies sur la **figure 4**)

- 6.4 Faire un schéma de synthèse de toutes les actions permanentes (dues au poids propre) s'appliquant sur la poutre (4).

7) VERIFICATION D'ELEMENTS :

Nous allons vérifier les profils utilisés pour les barres (1) et (4) ou (5) ainsi que le pied du bâti le plus sollicité.

- 7.1 Vérification de la barre (1) à l'E.L.S. (en déformation) sur le chargement ci-dessous :

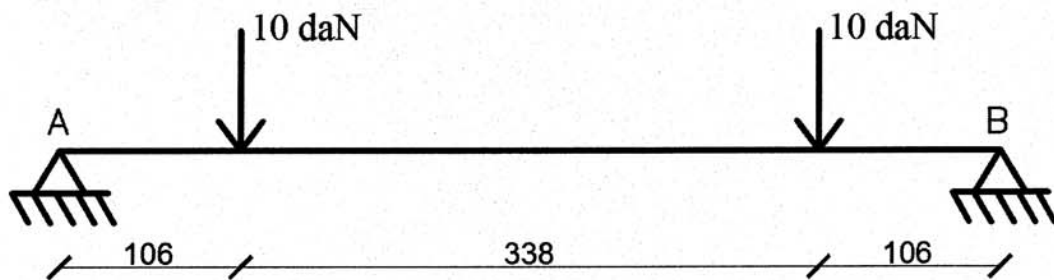


Figure 5

Démarche proposée :

- 7.1.1 Détermination des caractéristiques mécaniques de la barre (1) :

Le profil choisit pour cette barre est un profil en U comme indiqué sur la **figure 6**.

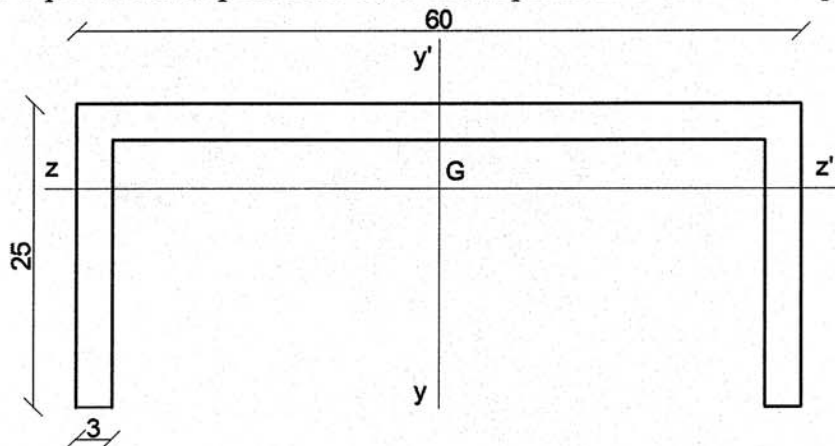


Figure 6

On demande :

- Déterminer la position du centre de gravité **G** de cette section.
- Déterminer le moment quadratique de cette section par rapport à l'axe zz' passant par **G**.

7.1.2 Vérifier la barre (1) à l'E.L.S. :

On donne :

- Les valeurs littérales de flèche en milieu de barre (DT 4)
- La valeur de flèche admissible $f_{adm} = \frac{L}{300}$ (avec L, la longueur de la barre)
- Pour ce profil en U: $I_{zz'} = 1,69 \text{ cm}^4$

7.2 Vérification de la barre (4) à l'E.L.U. (en résistance) sous le chargement ci-dessous : (hypothèse : articulations en C et en D, mais pas de composante horizontale)

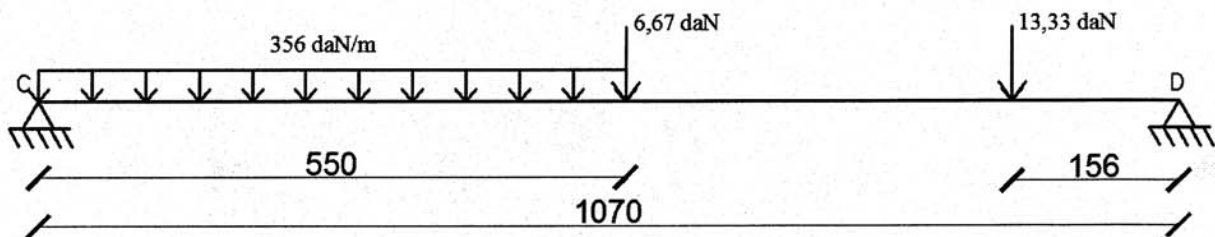


Figure 7

Démarche proposée :

- 7.2.1 Déterminer les actions aux appuis C et D.
- 7.2.2 Tracer le diagramme de l'effort tranchant le long de la barre.
- 7.2.3 Tracer le diagramme du moment fléchissant le long de la barre.
- 7.2.4 Indiquer la valeur maximale du moment fléchissant.
- 7.2.5 Vérifier la barre (4) à l'E.L.U.

On donne :

- Le moment fléchissant maxi dans la barre (4) : $M_{f \max} = 32 \text{ daN.m}$
- Pour une cornière à ailes égales 40x40x4 : $W_{pl} = 1,55 \text{ cm}^3$
- Un extrait de l'additif 80 relatif à la résistance des sections en flexion (DT 4)

7.3 Indiquer le ou les poteaux du bâti qui vous semblent être les plus chargés ? Argumentez votre réponse.

7.4 Vérifier le poteau au risque de flambement sous un effort de compression $N = 151 \text{ daN}$ en vous servant des données fournies ci-dessous.

On donne :

- Un extrait de l'additif 80 concernant la résistance des sections au flambement. (DT 4)
- Le poteau est en profil creux 40x40 ep. 2.5 ($A_{\text{eff}} = 3,68 \text{ cm}^2$ et $i = 1,52 \text{ cm}$)
- La longueur de flambement du poteau est de 1 m.

8) VERIFICATION AU MATAGE :

8.1 Vérifier la pression de contact entre les pieds du bâti et le sol de l'atelier.

On donne :

- Pression de matage sur un sol d'atelier classique : $P_{adm} = 0,5 \text{ MPa}$
- Section de platine de pieds de poteau : $80 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$.
- Effort maximal à transmettre en pied de poteau : $F_{max} = 150 \text{ daN}$.

9) ETUDE STATIQUE :

Nous allons réaliser l'étude statique du support amovible sous l'action d'une charge accidentelle unitaire telle que définie sur la **figure 8** ci-contre :

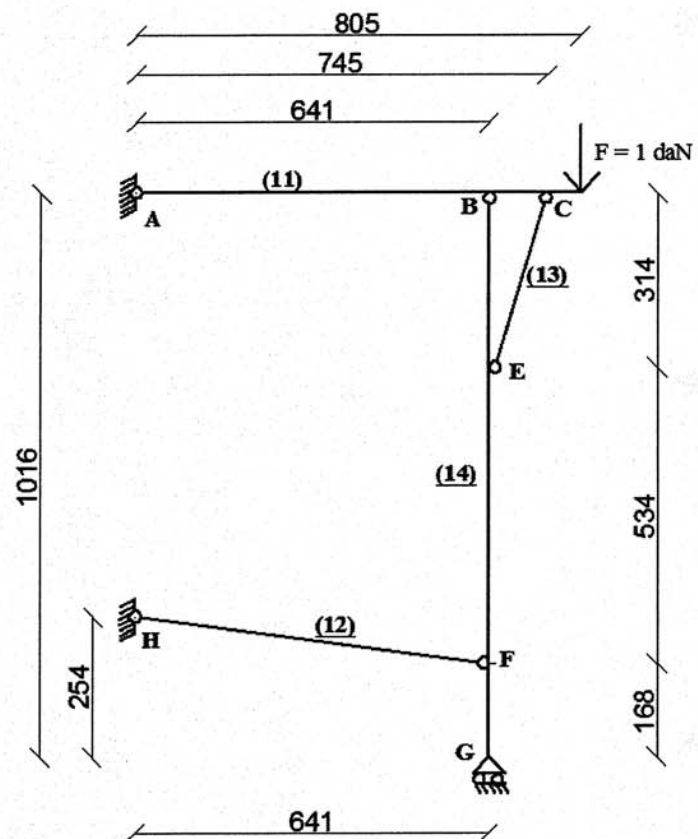


Figure 8

- Donner la particularité des barres (12) et (13). Qu'en découle-t-il concernant leur sollicitation ?
- La structure étudiée est-elle isostatique ? Argumentez votre réponse.
- Déterminer les composantes des actions en A et en G, connaissant l'effort dans la barre (12).

On donne :

- Effort dans la barre (12) : $0,135 \text{ daN}$

9.4 Résoudre graphiquement l'équilibre de la barre **(14)** :

On donne :

- Effort dans la barre **(12)** : $N_{12} = 0,135 \text{ daN}$
- Effort dans la barre **(13)** : $N_{13} = 1,154 \text{ daN}$
- Action à l'appui **G** : $Y_G = 1,1 \text{ daN}$

10) DESSIN

10.1 Réaliser la perspective cavalière filaire du bâti mécano-soudé :

Recommandations :

- Angle de fuite : $\alpha = 45^\circ$
- Rapport de réduction des fuyantes : $k = 0,5$
- Face principale au choix.
- Echelle au choix (à indiquer).
- Hauteur du châssis : $0,9 \text{ m}$

PREPARATION DE LA PRODUCTION DE LA CAGE DE GRENAILLAGE

Vous êtes chargé au sein de votre entreprise, de la préparation d'une présérie de cabines de grenaillage présentée sur le document **(DT 1)**.

L'étude porte sur le sous-ensemble « caisson filtre » défini sur le plan **(DT 5)**.

11) DEBITS

11.1 Etude du cône rep. 3

11.1.1 Définir par calcul les dimensions utiles au développement du cône rep.3.
Réponses et détails des calculs sur le document (DR 1).

11.1.2 Calculer les dimensions du flan capable L et l.
Réponses et détails des calculs sur le document (DR 2).

11.2 Etude de l'intersection des rep. 1 et 8 (pour cette question, l'épaisseur des pièces est négligée)

Le document **(DR 3)** représente l'intersection des rep. 1 et 8.

11.2.1 Par la méthode de votre choix, rechercher et tracer le développement du corps de caisson rep. 1 sur le document **(DR 3)** (ech. 0.25)

11.2.2 Positionner et tracer sur votre développement la pénétration avec le rep. 8

12) MISE EN TOLE

12.1 Rechercher la mise en tôle économique pour une série de 10 cabines de grenaillage sur le document **(DR 4)**, pour les rep. 1, 3, 4 et 8.

Quelles que soient les réponses trouvées précédemment, considérer les flans capables de chaque élément :

- Rep 1 : 1280 x 250
- Rep 3 : 455 x 570
- Rep 4 : 200 x 200
- Rep 8 : 230 x 455

- Les formats de tôles disponibles sont
- 1000 x 2000 ; 1250 x 2500 ; 1500 x 3000

12.2 Compléter le bon de commande sur le document (**DR 5**).

13)ETUDE DE COUT

13.1 DECOUPAGE

Pour une série de 10 cabines de grenailage, les débits de certaines pièces en ép. 2 mm :

- Rep 1
 - Rep 2
 - Rep 3
 - Rep 4
 - Rep 8
- } seront effectués en laser ou en plasma.

13.1.1 Rechercher la longueur totale à découper pour ces 5 pièces.

Réponses sur document (DR 6).

13.1.2 Effectuer l'étude de coût comparative entre les procédés plasma et laser pour le débit de ces pièces, afin de choisir le procédé le plus économique.

Réponses sur document (DR 7) (en utilisant DT 6)

13.2 SOUDAGE

L'étude portera sur l'assemblage des repères 1 et 2 (rebord et corps caisson filtre) pour une série de 10 cabines de grenailage.

13.2.1 Calculer le coût de soudage au mètre pour cette soudure.

Réponses sur document (DR 8) (en utilisant DT 7)

13.2.2 Calculer le coût de soudage pour une série de 10 ensembles.

Réponses sur document (DR 8) (en utilisant DT 7)

14)ETUDE DE MONTAGE

14.1 En vue de l'assemblage du sous ensemble constitué des rep.8 et 4, modéliser leur mise en position isostatique sur le document (**DR 9**).

14.2 Rédiger le graphique râteau de montage pour l'assemblage du caisson filtre

Réponses sur le document (DR 10).

Renseigner la colonne « instructions » en précisant notamment :

- Les procédés et types de soudage.
- Les cotes de montages à respecter.
- Tout autre renseignement semblant utile à la rédaction du graphe en râteau.