



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

EPREUVE E 4

Analyse Fonctionnelle et Structurale

CORRIGÉ

Ce Dossier Corrigé contient 6 pages de correction et les documents DC 1 à DC 4

Durée conseillée pour la prise de connaissance du sujet : 15 mn

1. AUGMENTATION DES CAPACITES D'UTILISATION DU PONT

Barème : 30 points

Durée conseillée : 2 h 35 mn

1.1 : APPROCHE FONCTIONNELLE DU PONT (1,5 points / 10 mn)

Q 1.1 Documents à consulter : DT 1, DT 2, DT 3

Répondre sur : DR 1

⇒ Actionneurs permettant les mouvements du pont dans les trois directions : Voir DC 1

1.2 : JUSTIFICATION DE LA CONCEPTION DE L'ENSEMBLE POINT FIXE (5,5 points / 20 mn)

Q 1.2.1 Documents à consulter : DT 4, DT 6

Répondre sur : DR 1

⇒ Graphe des liaisons, nom et orientation des liaisons : Voir DC 1

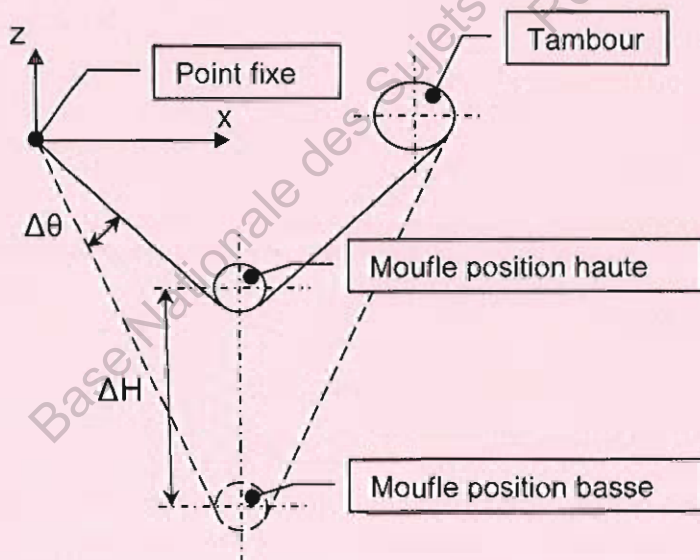
Q 1.2.2 Documents à consulter : DT 6

Répondre sur : DR 1

⇒ Représentation de la liaison au point O entre (7) et (2) : Voir DC 1

Q 1.2.3 Documents à consulter : DT 4, DT 5, DT 6

Répondre sur feuille de copie



⇒ Justification de l'existence de la liaison entre l'axe de balancier (7) et le balancier (2) :

Débattement angulaire $\Delta\theta$ suivant l'axe Y du balancier (2) en fonction de la position verticale du moufle.

Remarque :

L'oscillation angulaire est d'environ 16° après calculs.

⇒ Justification de l'existence de la liaison entre le balancier (2) et le palonnier (1) :
Compensation des écarts de longueur lors de l'enroulement des torons (I) et (II).

CORRECTION 1

1.3 : REDIMENSIONNEMENT DE LA MOTORISATION DU TAMBOUR D'ENROULEMENT
(9,5 points / 40^{mn})

Q 1.3.1	Documents à consulter : DT 3	Répondre sur feuille de copie
---------	------------------------------	-------------------------------

⇒ Masse, en tonnes, d'ordures ménagères que l'on envisage de soulever désormais:

$$Q = 2,8 + (2,8 \times 25/100) = 3,5 \text{ tonnes} \quad \mathbf{Q = 3,5 \text{ tonnes}}$$

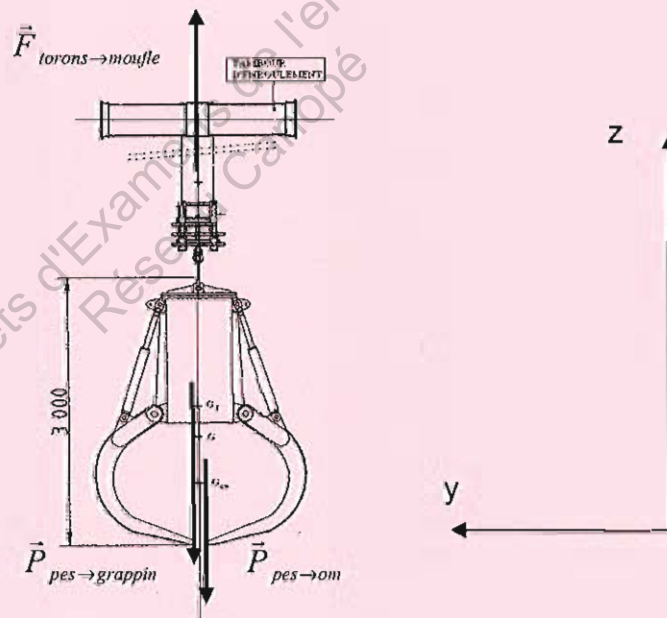
Q 1.3.2	Documents à consulter : DT 7	Répondre sur feuille de copie
---------	------------------------------	-------------------------------

⇒ Accélération du grappin au début du levage :

Le document DT 7 donne $V_{(t)} = 40 \text{ m/mn}$ soit $V_{(t)} = 0,66 \text{ m/s}$ à $t = 2 \text{ s}$

comme $V_{(t)} = a t \Rightarrow a = V_{(t)} / t = 0,66/2 = 0,33 \text{ m.s}^{-2} \quad \mathbf{a = 0,33 \text{ m.s}^{-2}}$

Q 1.3.3	Documents à consulter : DT 2, DT 4, DT 5	Répondre sur feuille de copie
---------	--	-------------------------------



⇒ Action mécanique maximum exercée sur chaque brin des torons lors de la phase d'accélération :

1. On isole l'ensemble (S).
2. Bilan des actions mécaniques exercées sur l'ensemble (S).
 - Au point Gg : Action de la pesanteur sur le grappin $\vec{P}_{\text{pes} \rightarrow \text{grappin}}$
 - Au point Gm : Action de la pesanteur sur les ordures ménagères $\vec{P}_{\text{pes} \rightarrow \text{om}}$
 - Action des brins des torons sur le moufle $\vec{F}_{\text{torons} \rightarrow \text{moufle}}$

CORRECTION 2

3. Principe Fondamental de la Dynamique.

Equation de la résultante dynamique :

$$\vec{P}_{pes \rightarrow grappin} + \vec{P}_{pes \rightarrow om} + \vec{F}_{torons \rightarrow moufle} = M_{totale} \vec{a}_G$$

4. Equation de projection sur l'axe vertical Z.

$$- \|\vec{P}_{pes \rightarrow grappin}\| - \|\vec{P}_{pes \rightarrow om}\| + \|\vec{F}_{torons \rightarrow moufle}\| = (M_g + M_{om}) \|\vec{a}_G\|$$

On en déduit :

$$\|\vec{F}_{torons \rightarrow moufle}\| = (M_g + M_{om}) (\|\vec{a}_G\| + \|\vec{g}\|) = (4 \cdot 10^3 + 3,5 \cdot 10^3) \times (0,5 + 10) = 78750 \text{ N}$$

Action mécanique sur chaque brin de toron : $78750 / 4 = 19687,5 \text{ N}$ **Tmaxi = 19687,5 N**

Q 1.3.4	Documents à consulter : DT 2, DT 4, DT 5	Répondre sur feuille de copie
----------------	---	-------------------------------

⇒ Moment du couple exercé sur le tambour d'enroulement :

- Le diamètre du tambour d'enroulement est de 360 mm soit un rayon de 0,18 m
- Deux brins de torons agissent sur ce tambour

$$C_m = 2 \times (R \times T_{maxi}) \quad C_m = 2 \times (0,18 \times 19687,5) = 7087,5 \text{ Nm} \quad C_m = 7087,5 \text{ Nm}$$

⇒ On déterminera la vitesse angulaire, la puissance en sortie de moto réducteur.

1.4 : VERIFICATION DES ROULEMENTS DES GALETS DE PONT (13,5 points / 1^h 25^{mn})

Q 1.4.1	Documents à consulter : DT 2, DT 7	Répondre sur : DR 2
----------------	---	----------------------------

⇒ Galet le plus sollicité qui risque de se détériorer en premier : Voir **DC 2**

⇒ Cas, position du chariot et valeur d'effort : Voir **DC 2**

Q 1.4.2	Documents à consulter : DT 2, DT 7	Répondre sur feuille de copie
----------------	---	-------------------------------

⇒ Augmentation de poids ΔP_1 :

$$\Delta \text{masse} = \Delta M = 0,7 + 0,5 = 1,2 \text{ tonnes} = 1200 \text{ kg}$$

$$\text{comme } \Delta P_1 = \Delta M \|\vec{g}\| \text{ on en déduit : } \Delta P_1 = 1200 \text{ daN}$$

⇒ Augmentation de charge sur un seul galet :

$$\Delta P_{\text{galet}} = 1260 / 4 = 315 \text{ daN} \quad \Delta P_{\text{galet}} = 315 \text{ daN}$$

⇒ Nouvelle force verticale atteinte sur le galet le plus sollicité :

$$\text{Soit } \|\vec{F}_{y, \text{verticale}}\| = 9370 + 315 = 9685 \text{ daN} \quad \|\vec{F}_{y, \text{verticale}}\| = 9685 \text{ daN}$$

CORRECTION 3

Q 1.4.3Documents à consulter : **DT 2, DT 7**

Répondre sur feuille de copie

⇒ Valeur de la force radiale \vec{F}_R radiale sur le galet dans le cas d'un freinage d'urgence :

$$\|\vec{R}_{rail \rightarrow galet}\| = \sqrt{\|\vec{F}_V \text{ verticale}\|^2 + \|\vec{F}_L \text{ longitudinale}\|^2} = \sqrt{9685^2 + 1230^2} = 9762 \text{ daN}$$

⇒ Valeur de la force \vec{F}_T transversale :

$$\|\vec{F}_T \text{ transversale}\| = 850 \text{ daN} \quad (\text{Valeur déduite du document DT 7})$$

Q 1.4.4Documents à consulter : **DT 8**

Répondre sur feuille de copie

⇒ Charge statique équivalente :

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a \quad \text{avec } X_0 = 1 \text{ et } Y_0 = 2 \text{ (d'après le document constructeur DT 8)}$$

de plus :

$F_r = 10000 / 2 = 5000 \text{ daN}$ car la charge se répartit de manière égale sur les deux roulements.

$$P_0 = 5000 + (2 \times 850) = 6700 \text{ daN} \quad \mathbf{P_0 = 6700 \text{ daN}}$$

⇒ Charge statique de base nécessaire :

$$C_0 = s_0 P_0 = 6 \times 6700 = 40260 \text{ daN} \quad \mathbf{C_0 = 40260 \text{ daN}}$$

⇒ Valeur maximum admissible de la charge statique de base :

$$C_{0 \text{ maxi admissible}} = 695 \text{ kN} = \mathbf{69500 \text{ daN}} \quad (\text{d'après le document constructeur DT 8})$$

⇒ Conclusion : $C_0 < C_{0 \text{ maxi admissible}}$

Les roulements des galets du pont pourront accepter l'augmentation de 25% de la charge.

Q 1.4.5Documents à consulter : **DT 2, DT 7, DQ 4**

Répondre sur feuille de copie

⇒ Fréquence de rotation du galet :

- Les documents **DT 2** et **DT 7** permettent de définir la vitesse suivant l'axe Y (Translation) :

$$V_{(t)} = 60 \text{ m/mn} \text{ soit } V_{(t)} = 1 \text{ m/s}$$

- Le plan du document **DQ 4** nous permet de connaître le diamètre du galet, soit $\varnothing 315 \text{ h7}$, soit un rayon de $157,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$$\text{comme } V_{(t)} = R_{\text{galet}} \omega_{(t)} \text{ et } \omega_{(t)} = 2\pi n_{(t)} / 60, \text{ on en déduit que } n_{(t)} = 30V_{(t)} / R_{\text{galet}} \rho$$

$$\text{donc } n_{(t)} = (30 \times 1) / (157,5 \cdot 10^{-3} \times \rho) = 60,63 \text{ tr.mn}^{-1} \quad \mathbf{n_{(t)} = 60,63 \text{ tr.mn}^{-1}}$$

⇒ Conclusion : La fréquence de rotation est **trop faible** pour imposer un calcul de durée de vie.

CORRECTION 4

2.	IMPLANTATION D'UN CAPTEUR D'EFFORT	
	Barème : 23 points	Durée conseillée : 1 h 45 mn

2.1 : GAMME OPERATOIRE DU MONTAGE DE L'AXE (3) (3,5 points / 15 mn)

Q 2.1	Documents à consulter : DT 6	Répondre sur : DR 2
--------------	------------------------------	---------------------

- ⇒ Gamme opératoire du montage de l'axe (3) de l'ensemble point fixe : Voir DC 2
- ⇒ Outillages, remarques et précautions à prendre lors du montage : Voir DC 2

2.2 : RESISTANCE DE L'AXE DE L'ENSEMBLE POINT FIXE (6,5 points / 25 mn)

Q 2.2.1	Documents à consulter : DT 4, DT 6	Répondre sur feuille de copie
----------------	------------------------------------	-------------------------------

- ⇒ Type de sollicitation mécanique auquel est soumis l'axe (3) en plus de la pression de contact :

Sollicitation de cisaillement

Q 2.2.2	Documents à consulter : DT 6, DT 9	Répondre sur : DR 2 et feuille de copie
----------------	------------------------------------	---

- ⇒ Cotes tolérancées de l'alésage du palonnier (1) et de l'axe (3) : Voir DC 2
- ⇒ Diamètres maximum et minimum de l'alésage du palonnier (1) et de l'axe (3) : Voir DC 2
- ⇒ Configuration de contact la plus pénalisante :
 Rayon maximum de l'alésage du palonnier (1) soit 17,5125 mm
 Rayon minimum de l'axe (3) soit 17,4875 mm

- ⇒ Rayon de courbure relatif au niveau du contact (signe – car tangence intérieure) : r_r

$$\frac{1}{r_r} = \left| \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right| = \left| \frac{1}{17,5125} - \frac{1}{17,4875} \right| \quad \text{On en déduit : } r_r = 12250 \text{ mm}$$

- ⇒ Module d'élasticité équivalent : E_{eq}

$$\frac{1}{E_{eq}} = \frac{1}{2} \left| \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right| = \frac{1}{2} \left| \frac{1}{210 \cdot 10^3} + \frac{1}{210 \cdot 10^3} \right| \quad \text{On en déduit : } E_{eq} = 210 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

- ⇒ Pression de contact maximum : p_{maxi}

$$p = 0,418 \sqrt{\frac{\|R\| \cdot E_{eq}}{r_r \cdot L}} \quad \text{donc } p_{maxi} = 0,418 \sqrt{\frac{40 \cdot 10^3 \times 210 \cdot 10^3}{12250 \times 20}} \quad \text{donc : } p_{maxi} = 77,39 \text{ MPa}$$

- ⇒ Conclusion sur les risques de détérioration au niveau du contact :
 comme $p_{maxi} > p_{maxi \text{ admissible}}$ (70 MPa), il y aura détérioration au niveau du contact.

CORRECTION 5

2.3 : CHOIX ET IMPLANTATION DE L'AXE DYNAMOMETRIQUE (13 points / : 1 h 05 mn)

Q 2.3.1	Documents à consulter : DT 6, DT 10, DT 11	Répondre sur : DR 2
----------------	---	----------------------------

- ⇒ Type d'axe dynamométrique à commander : Voir **DC 2**
 ⇒ Code de commande de l'axe dynamométrique : Voir **DC 2**

Q 2.3.2	Documents à consulter : DT 6, DT 10, DT 11	Répondre sur : DR 3
----------------	---	----------------------------

- ⇒ Implantation de l'axe : Voir **DC 3**
 ⇒ Détails nécessaires à la compréhension de l'implantation : Voir **DC 3**
 ⇒ Ajustements importants du montage : Voir **DC 3**

3.	PRE-ETUDE DES NOUVELLES SOLLICITATIONS DANS LES ARTICULATIONS DU GRAPPIN	
	Barème : 7 points	Durée conseillée : 25 mn

Q 3.1	Documents à consulter : DT 1	Répondre sur : DR 4
--------------	-------------------------------------	----------------------------

- ⇒ Tableau du bilan des Actions Mécaniques Extérieures agissant sur la pince : Voir **DC 4**

Q 3.2	Documents à consulter : DT 1	Répondre sur : DR 4
--------------	-------------------------------------	----------------------------

- ⇒ Equation de la résultante, équation du moment et méthode graphique : Voir **DC 4**
 ⇒ Action mécanique au niveau de l'articulation en E entre le corps du grappin (c) et la pince de préhension droite (p) : Voir **DC 4**

La construction graphique permet de déterminer comme valeur : $\|\vec{E}_{Corps(c) \rightarrow p}\| = 11775 \text{ daN}$

- ⇒ Conclusion : $\|\vec{E}_{Corps(c) \rightarrow p}\| (11775 \text{ daN}) > 10900 \text{ da N}$ (Valeur actuelle)

Bien que la nouvelle valeur soit supérieure à la valeur actuelle, la différence est trop faible (8%) pour nécessiter de redimensionner ces liaisons.

Remarque : Adapter la correction de la conclusion en fonction du résultat graphique du candidat.

Q 3.3	Documents à consulter : DT 1, DQ 7	Répondre sur feuille de copie
--------------	---	-------------------------------

- ⇒ Pression d'alimentation du vérin hydraulique :

Le vérin exerce une action de poussée et le diamètre intérieur de la chambre du vérin = 80 mm

On doit fournir : $F_{\text{sortie vérin}} = \|\vec{B}_{\text{vérin} \rightarrow p}\| = 90000 \text{ N}$

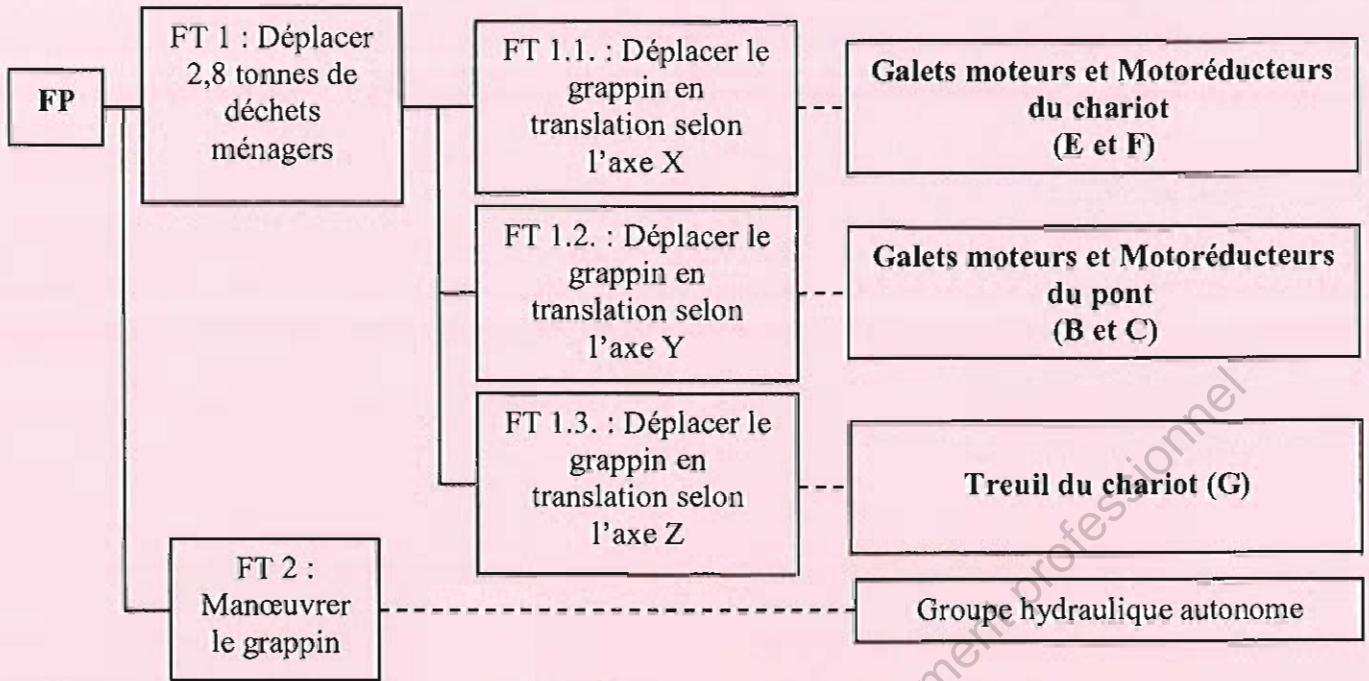
$F_{\text{sortie vérin}} = F_{\text{théorique}} \times \eta$ donc $F_{\text{théorique}} = 90000 / 0,95 = 94734 \text{ N}$

$F_{\text{théorique}} = p \times S$ avec $S = \pi D^2 / 4$

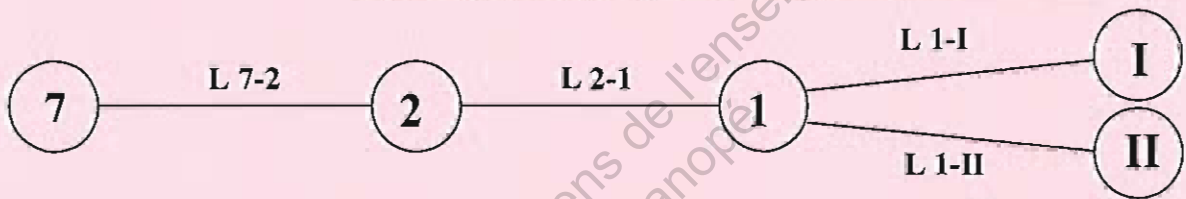
Donc $p = 4.F_{\text{théorique}} / \pi.D^2 = 4.\|\vec{B}_{\text{vérin} \rightarrow p}\| / \eta.\pi.D^2 = 18.8 \text{ MPa}$ soit 188 bars

CORRECTION 6

Q 1.1 : FAST / ACTIONNEURS RELATIFS AUX DEPLACEMENTS DU GRAPPIN

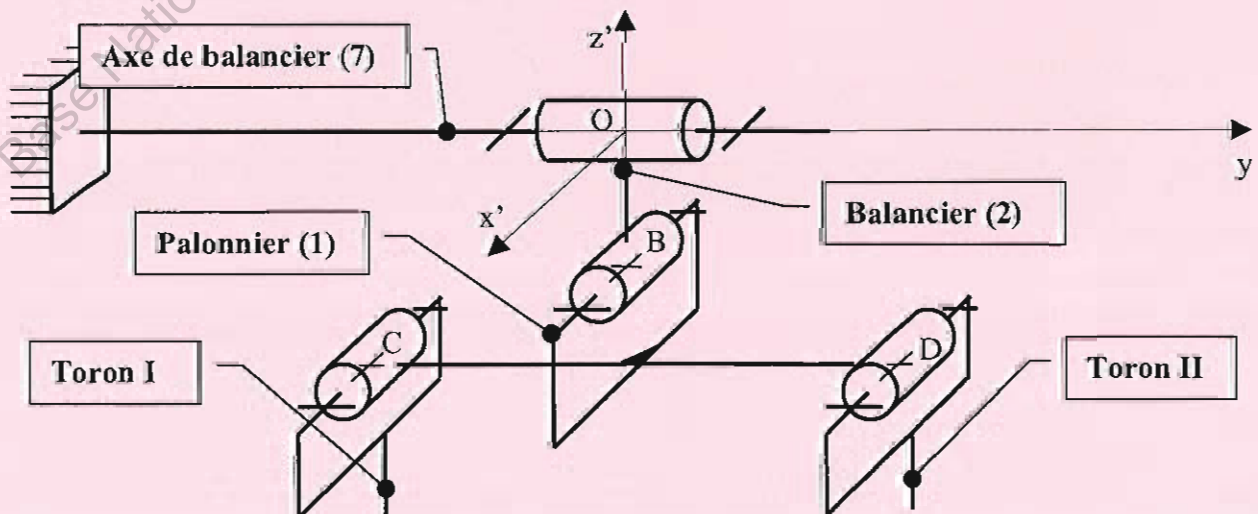


Q 1.2.1 : GRAPHE DES LIAISONS



Liaison	Nom	Orientation
L 7-2	Liaison pivot	suivant l'axe (O,Y)
L 2-1	Liaison pivot	suivant l'axe (B,X')
L 1-I	Liaison pivot (<i>Liaison rotule tolérée</i>)	suivant l'axe (C,X')
L 1-II	Liaison pivot (<i>Liaison rotule tolérée</i>)	suivant l'axe (D,X')

Q 1.2.2 : LIAISON (Axe de balancier (7) – Balancier (2))



CORRECTION : DC 1

Q 1.4.1 : GALET LE PLUS SOLLICITE

Galet	Cas	Position du chariot
RC	1 - Forces verticales - En dynamique – freinage d'urgence	A droite

Q 2.1 : GAMME OPERATOIRE DU MONTAGE DE L'AXE (3)

Phase	Opération à réaliser	Remarque	Outillage éventuel
1	Positionner le balancier (2)	Axe de passage de (3) vertical	Etabli
2	Mettre en place l'entretoise (5) dans (2)	Vérifier coaxialité	
3	Mettre en place le palonnier (1) dans (2)	Vérifier coaxialité	
4	Mettre en place l'entretoise (6) dans (2)	Vérifier coaxialité	
5	Introduire l'axe (3) dans l'ensemble (2-5-1-6)	Graissage de l'axe (3)	
6	Mettre en place la rondelle (8) sur l'axe (3)		
7	Visser l'écrou (4) sur l'axe (3)	Pas de serrage	Mise en place manuelle
8	Positionner et immobiliser la goupille (9) sur l'écrou (4) et sur l'axe (3)		Pince

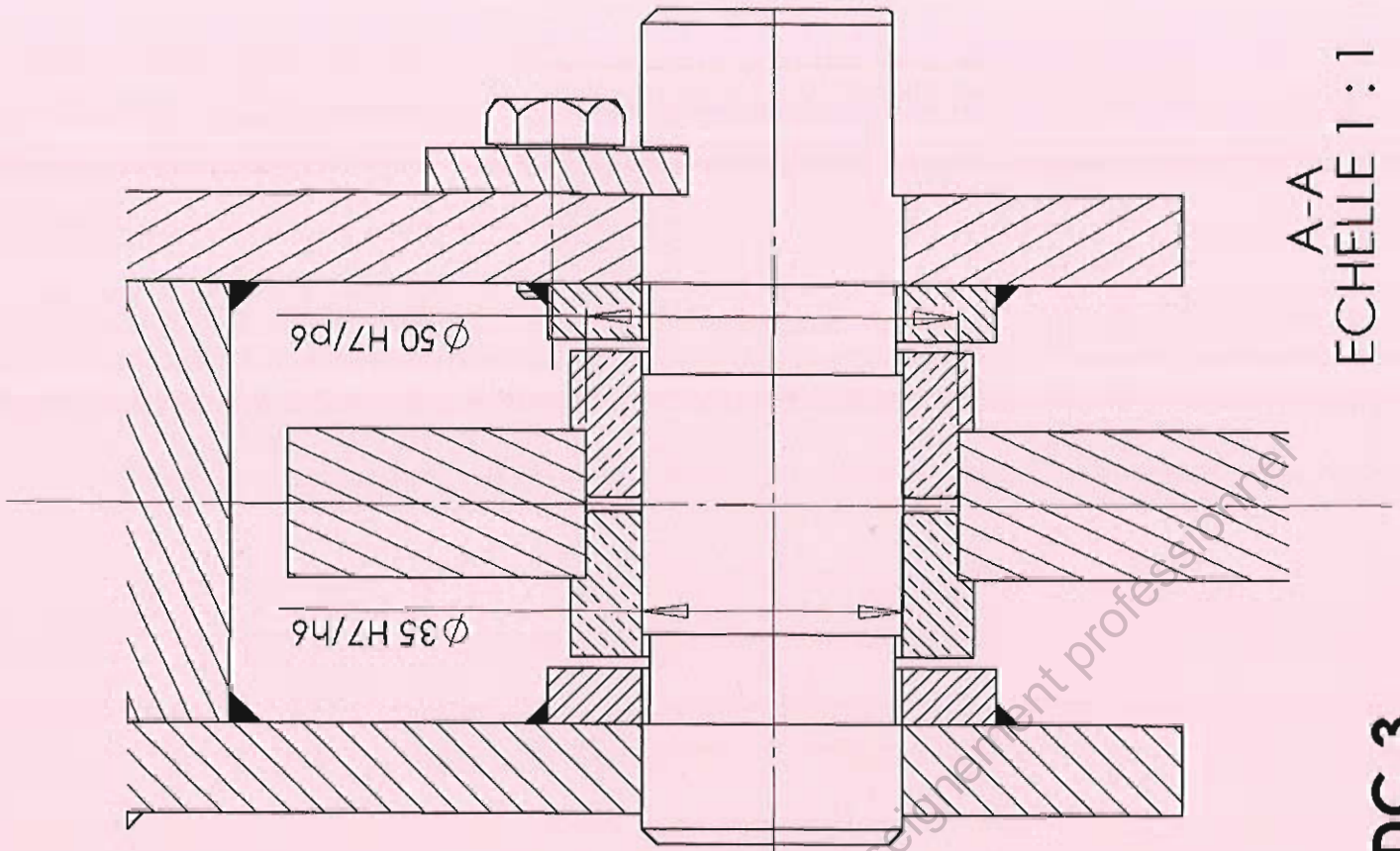
Q 2.2.2 : COTES TOLERANCEES ET RAYONS

	Alésage palonnier (1)	Axe (3)
Cote tolérancée	Ø 35 H7	Ø 35 g6
Cote maximum	35,025 mm	34 mm
Cote minimum	35,000 mm	34,975 mm

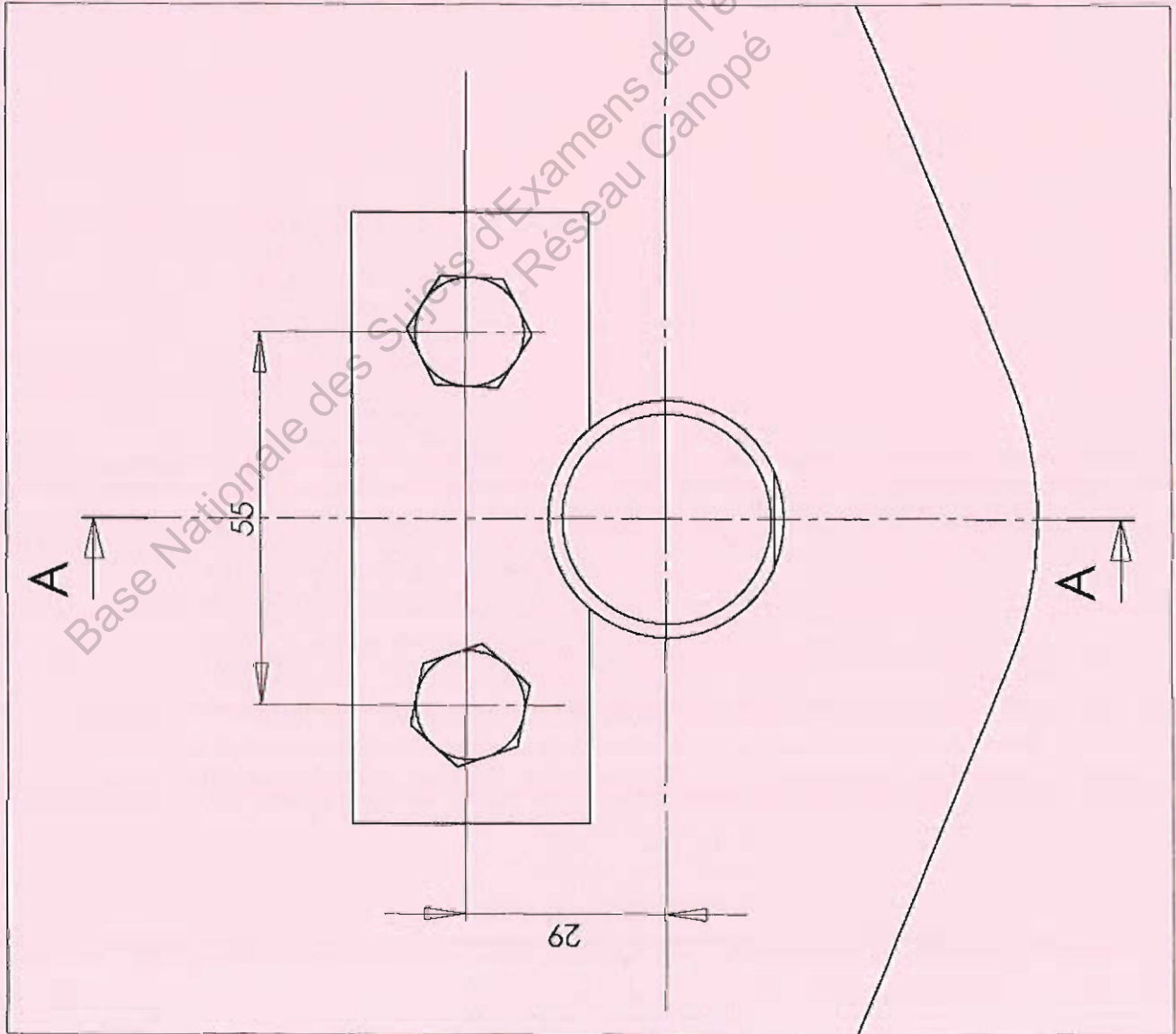
Q 2.3.1 : COMMANDE DE L'AXE DYNAMOMETRIQUE

Type	Code de commande
LB 214	P/N 122-214-000-111 / 012

CORRECTION : DC 2



A-A
 ECHELLE 1 : 1



CORRECTION: DC 3

Q 3.2 : BILAN DES ACTIONS MECANQUES EXTERIEURES SUR LA PINCE DROITE (P)

Désignation	Point d'application	Support	Sens	Norme
$\vec{R}_{om \rightarrow p}$	D	$\alpha = 30^\circ$		3300 daN
$\vec{B}_{Vérin (v) \rightarrow p}$	B	AB		9000 daN
$\vec{E}_{Corps (c) \rightarrow p}$	E	EM		11775 daN

Q 3.3 : RESOLUTION GRAPHIQUE

Enoncé de la méthode $\Sigma M_{/I} \vec{p} \rightarrow p = 0$ et $\Sigma \vec{F}_{p \rightarrow p} = 0$ 3 actions mécaniques, coplanaires et concourantes en un même point I puis dynamique des forces fermé.

