

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE - SÉRIE F1 (Option A)

SESSION 1994

Epreuve: Etude des constructions

Durée: 6 heures

Coefficient: 7

SYSTEME D'ENCAISSAGE

Aucun document n'est autorisé

Moyens de calculs autorisés:

Calculatrice électronique de poche, y compris calculatrice programmable et alphanumérique à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire N°86.228 du 26 Juillet 1986.

Ce Sujet comprend 3 dossiers:

- Dossier technique (DT1 à DT7)
- Dossier du travail demandé (paginé de la page 1 à la page 7)
- Dossier des documents "réponse" (DR1 à DR5)

L'ensemble des documents "réponse" dispense de l'utilisation par le candidat de feuilles de copie qui reste cependant autorisée.

Tous les documents "réponse" sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 7 documents numérotés de DT1 à DT7

- DT1: Texte de présentation du système d'encaissage
- DT2: Vue générale du dispositif
- DT3: Schéma cinématique en perspective
- DT4: Nomenclature
- DT5: Description des étapes du mouvement
- DT6: Présentation générale de la machine (Format A3)
- DT7: Dessin d'ensemble (Format A3)

Système d'encaissage KETTNER - Présentation générale

1 - Mise en situation

Sur une chaîne de fabrication automatisée installée dans une société d'élaboration de boissons, le conditionnement des bouteilles dans leur carton d'expédition est réalisé par une machine d'encaissage. Cette machine doit être susceptible de suivre les cadences de production et donc, pour cela remplir, simultanément si nécessaire, 3 cartons par les 20 bouteilles correspondant à chaque emballage.

La machine utilisée doit être capable de s'adapter aux plus rapides cadences sans que les limites du système de préhension des bouteilles ne soient atteintes. De plus, la machine doit être capable de saisir des bouteilles de tailles différentes ce qui fera l'objet d'une modification de sa géométrie.

2 - Système d'encaissage KETTNER

2.1 - Implantation

La machine d'encaissage KETTNER est alimentée d'une part en bouteilles par une chaîne de palettisation (*voir document DT6*) et d'autre part en cartons vides par une autre chaîne. Les cartons remplis partent ensuite pour l'expédition.

2.2 - Etude de l'encaissage

La machine KETTNER est intéressante de par la cinématique de son système de préhension des bouteilles (*Zone d'étude A document DT6*) et du fait que le système n'utilise qu'un seul moteur pour la mise en mouvement. La figure de la page suivante (*voir document DT2 + nomenclature DT4*) résume les éléments constitutifs de ce mécanisme et le schéma cinématique (*document DT3*) permet une visualisation de la disposition des différentes pièces dans l'espace.

2.3 - Principe de fonctionnement

Le mouvement d'ensemble est obtenu grâce au moteur (repère **2**) et au bras OA (repère **3**) qui par l'intermédiaire de la bielle AB (repère **4**) et du bras d'entrée BC (repère **12**) entraîne le multiplicateur (repère **13**), dont l'arbre de sortie lié au bras DE (repère **14**) transmet le mouvement au bras support des porte-bouteilles (repère **19**) par la biellette EF (repère **17**).

Le chariot transversal **19** support des porte-bouteilles (*voir document DT2 et DT6*) peut se déplacer en translation d'axe x , \rightarrow par rapport au chariot vertical **21** lui même guidé en translation d'axe y , \rightarrow par rapport aux guides **22** et **23**. La trajectoire de F appartenant à **19** par rapport à **1** est imposée par le galet **20** roulant dans la rainure du rail **24**.

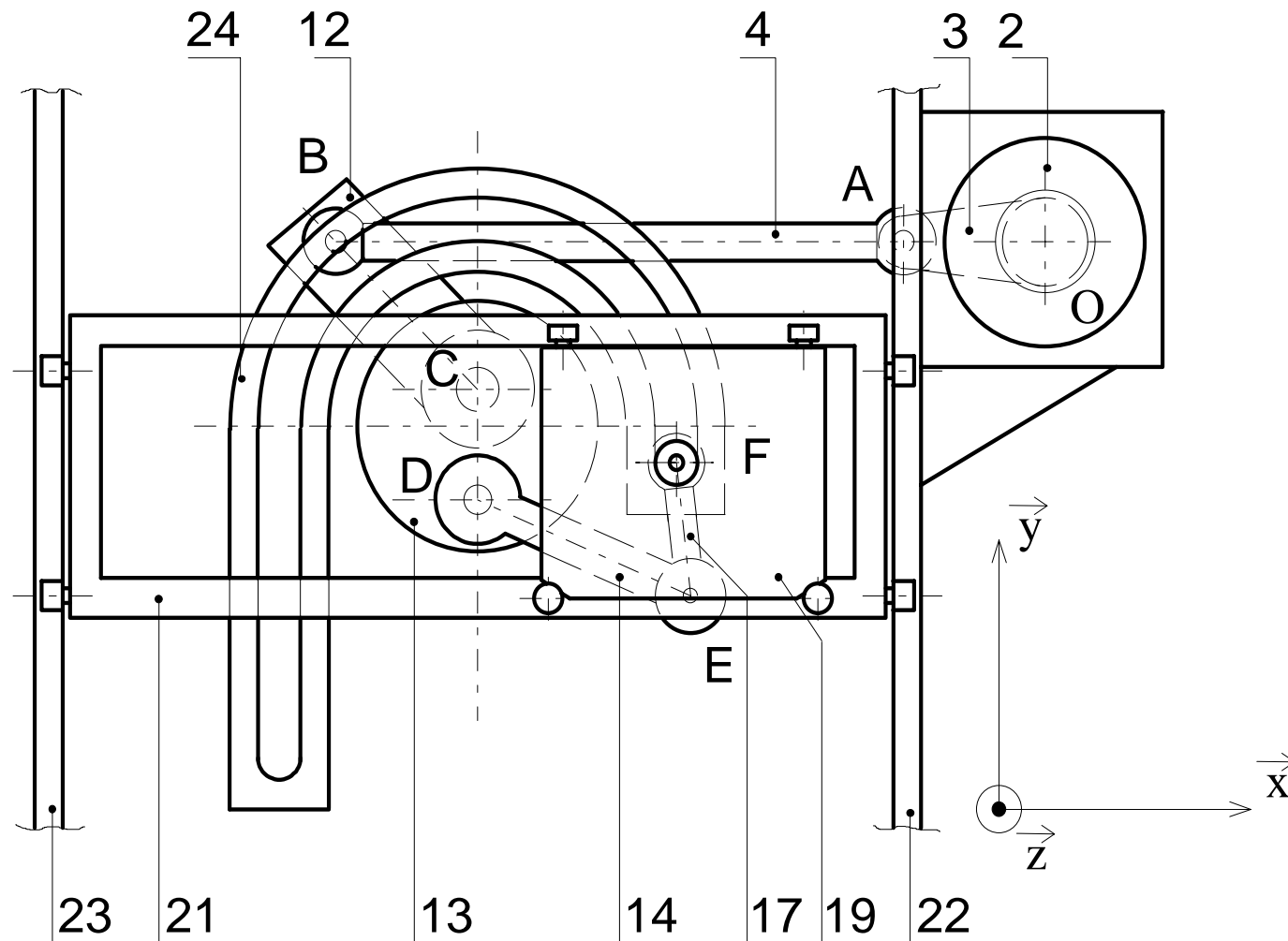
Le mouvement, dans un but explicatif, a été simulé pour quelques positions grâce à un logiciel de calcul et de simulation (*voir document DT5*). Pour générer les diverses positions choisies, on incrémente l'angle de rotation du bras moteur tous les 60° .

Le mouvement se décompose alors en deux phases:

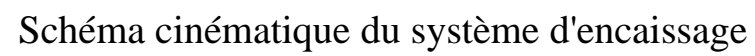
- Phase transport: à partir de la position 0 équivalente à la saisie des bouteilles jusqu'à la position 3 dépose des bouteilles.
- Phase retour: de la position 3 jusqu'au retour en position 0

2.4 - Réalisation technique

Le système de préhension des bouteilles est défini par un dessin d'ensemble (*document DT7*) et sa nomenclature (*document DT4*).

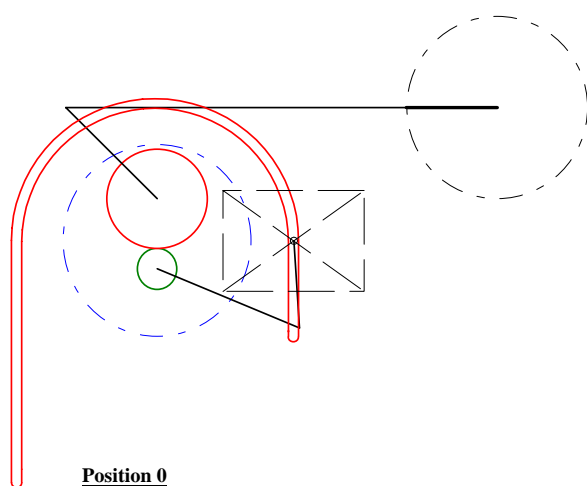


Vue générale du dispositif d'encaissage
(sans le bâti support 1 ni le bras support)

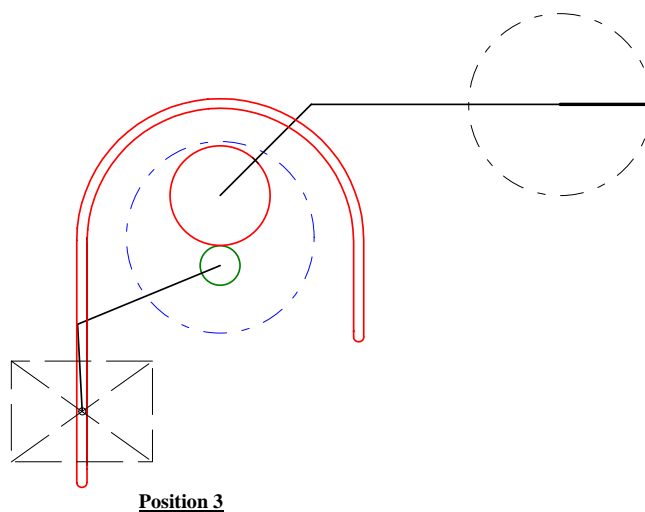


26	1	Entretoise	E 24	
25	1	Rondelle d'arrêt	E 24	
24	1	Rail curviligne	XC 10	
23	1	Guide vertical gauche	XC 10	
22	1	Guide vertical droit	XC 10	
21	1	Chariot Vertical	E 24	
20	1	Galet	16 NCD 13	Trempé
19	1	Chariot Horizontal	E 24	
18	1	Axe galet	20 NC 6	
17	1	Bielle intermédiaire	280-480 M	
16	2	Anneau élastique		Pour arbre 40 % 1.75
15	1	Axe	XC 18	
14	1	Bielle sortie multiplicateur	XC 18	Mécano-soudé
13	1	Multiplicateur		
12	1	Bielle entrée multiplicateur	XC 18	Mécano-soudé
11	1	Axe	XC 18	
10	1	Axe	XC 18	
9	2	Ecrou à créneaux		
8	2	Rondelle plate		
7	7	Flasque entretoise	E 28	
6	8	Anneau élastique		Pour alésage 80 % 2.5
5	4	Roulement		40 BC 02
4	1	Bielle de transmission	E 24	Mécano-soudé
3	1	Bras d'entraînement	E 24	Mécano-soudé
2	1	Moteur d'entraînement		Leroy Somer
1	1	Bâti	E 24	Mécano-soudé
Repère	Nbre	Désignation	Matière	Observations
		SYSTEME D'ENCAISSAGE		
		Nomenclature		

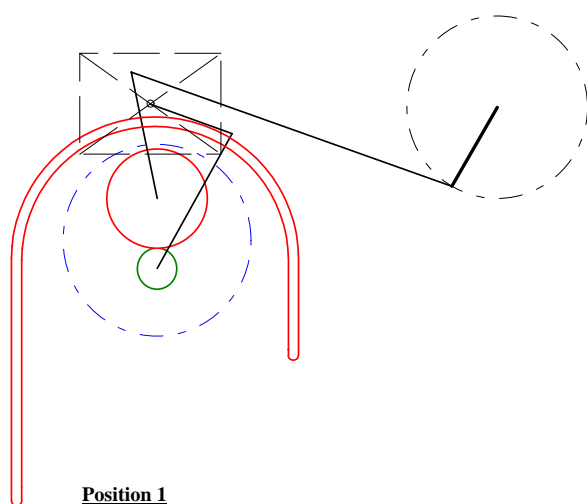
Voici décrites les différentes étapes du mouvement



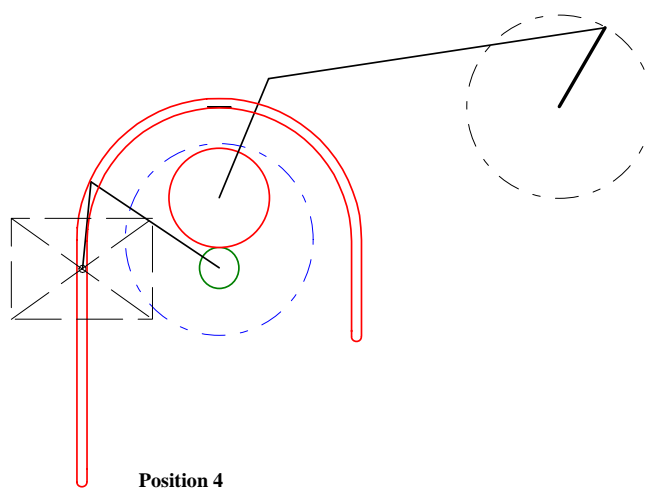
Position 0



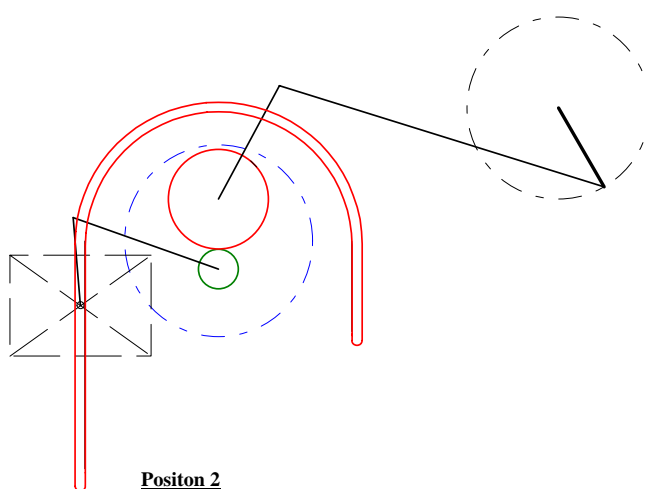
Position 3



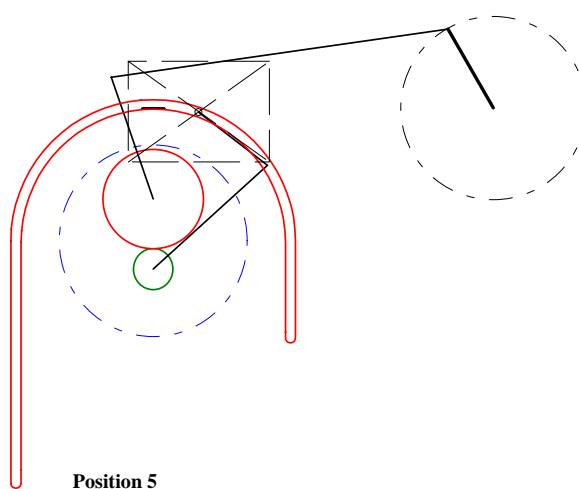
Position 1



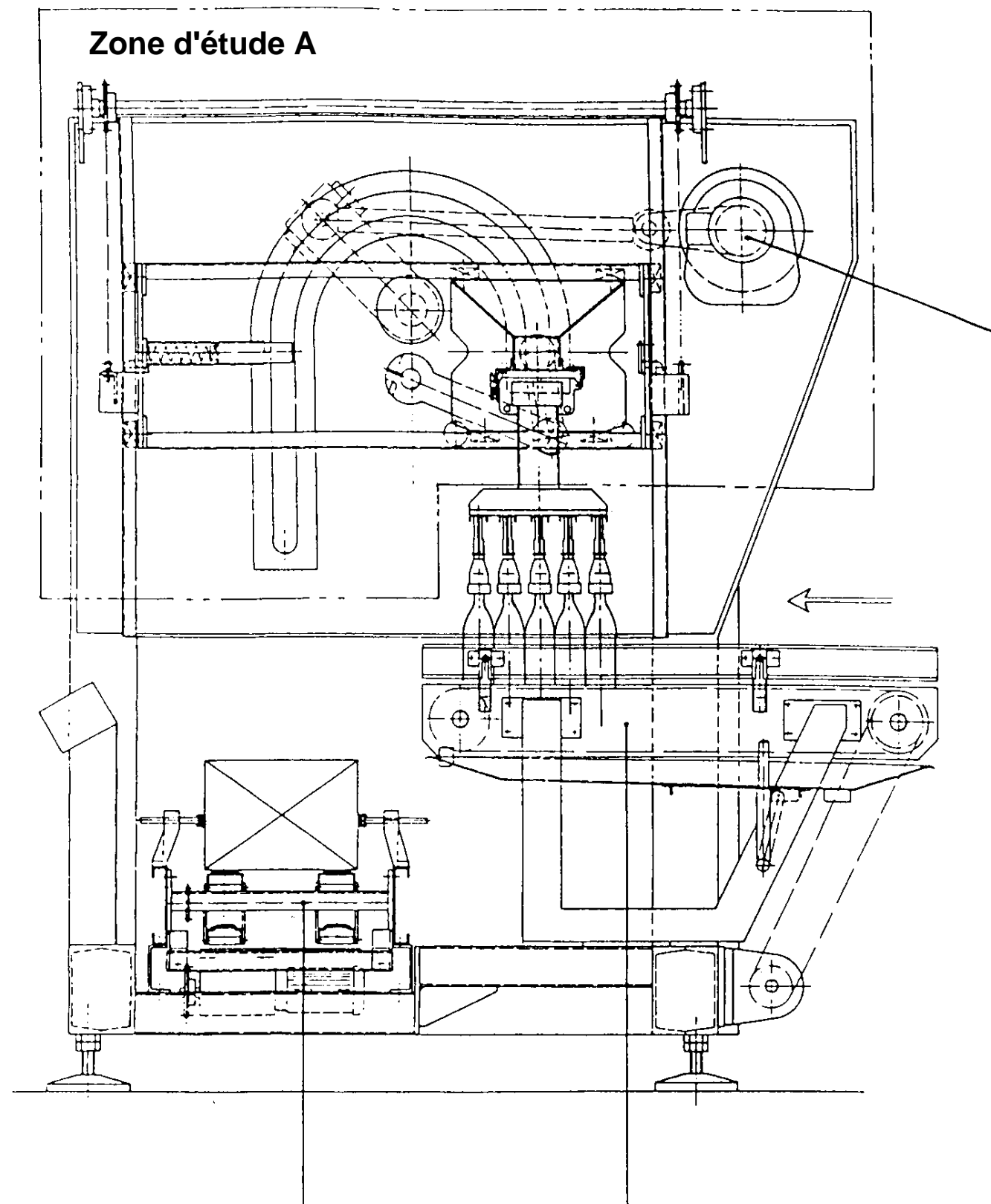
Position 4



Position 2



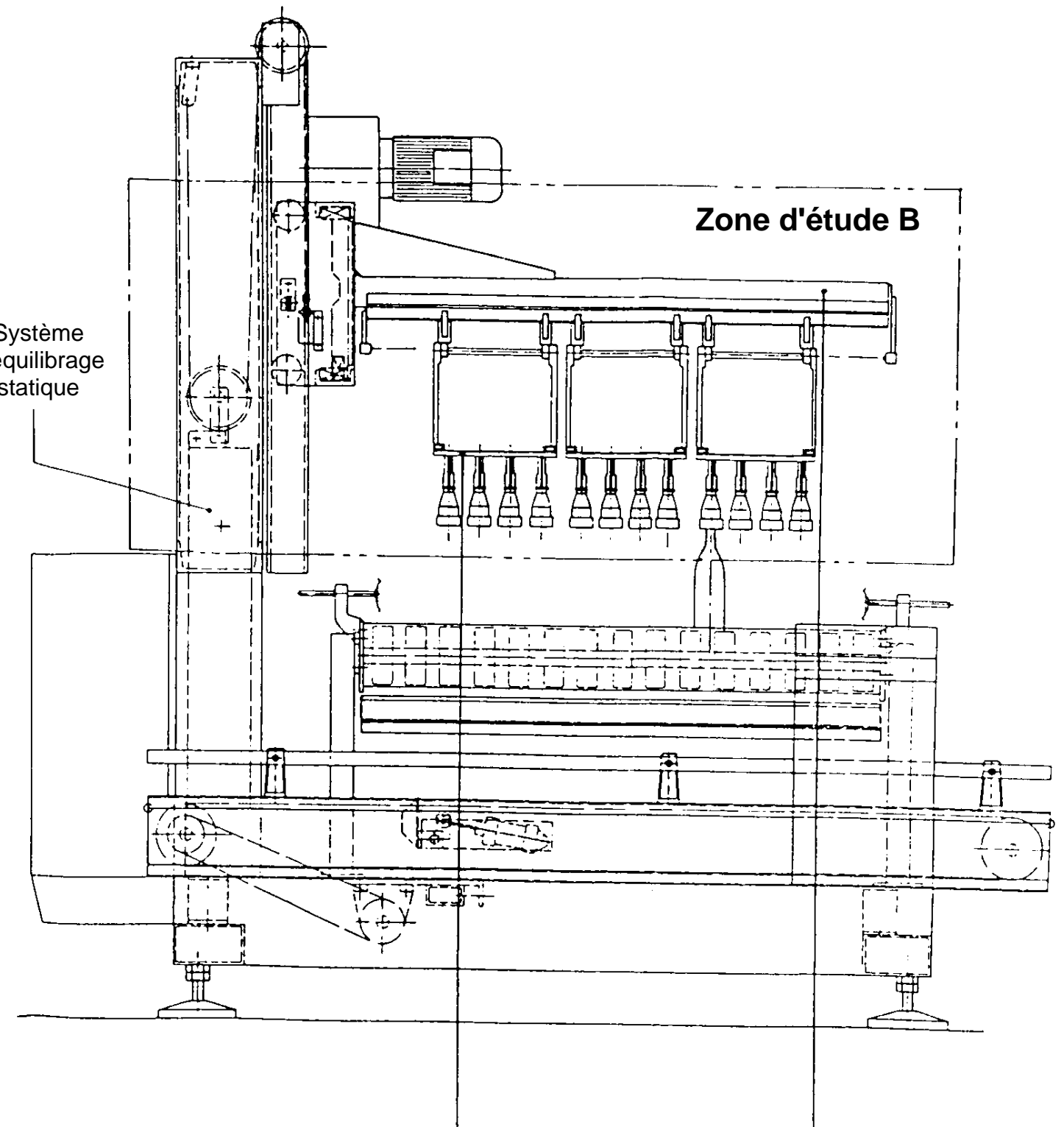
Position 5



Tapis d'approvisionnement
- cartons -

Tapis d'approvisionnement
- bouteilles -

Moteur d'entraînement

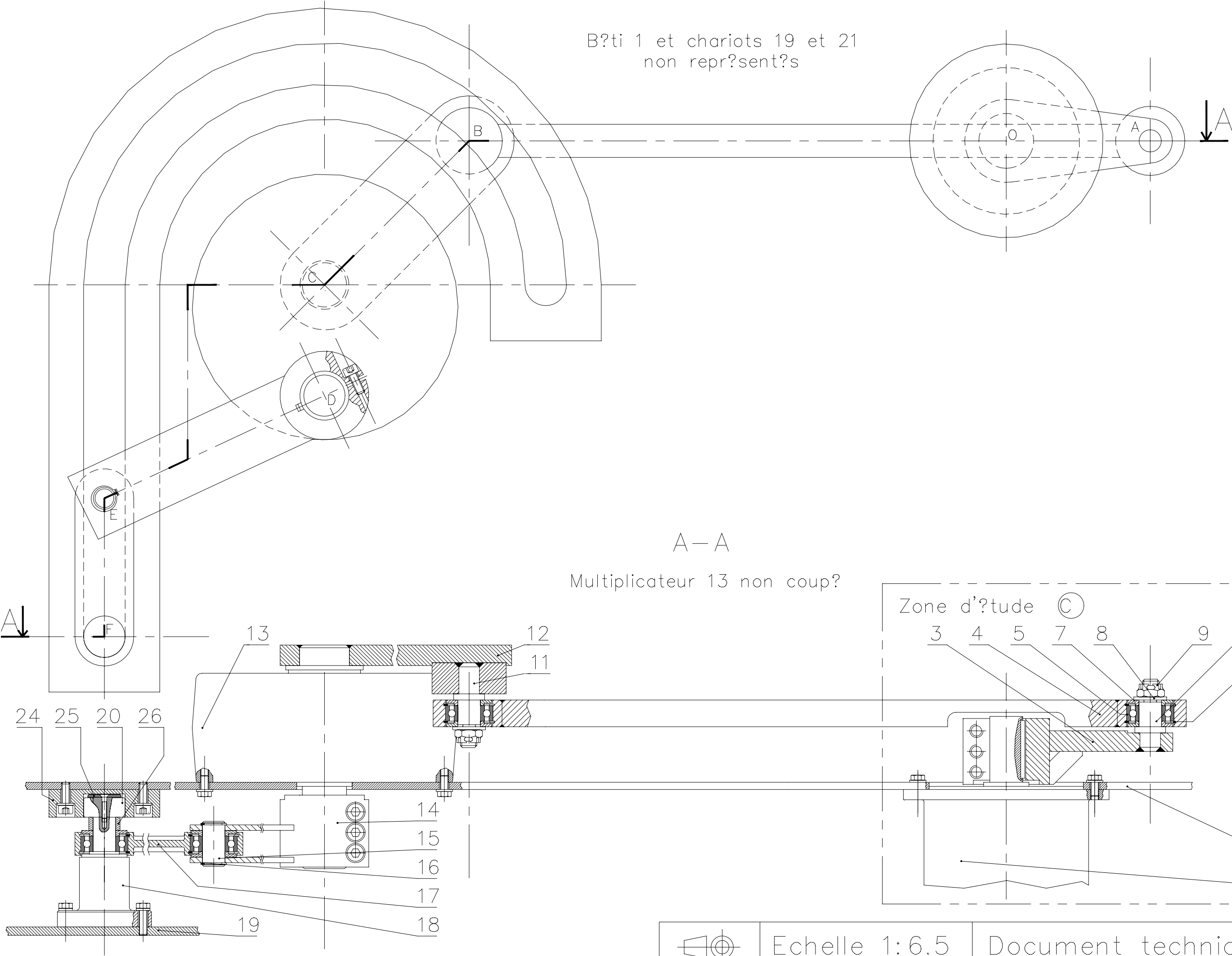


Système
d'équilibrage
statique

Dispositif de préhension
des bouteilles

Bras-support

B?ti 1 et chariots 19 et 21
non repr?sent?s

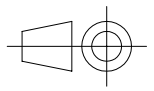
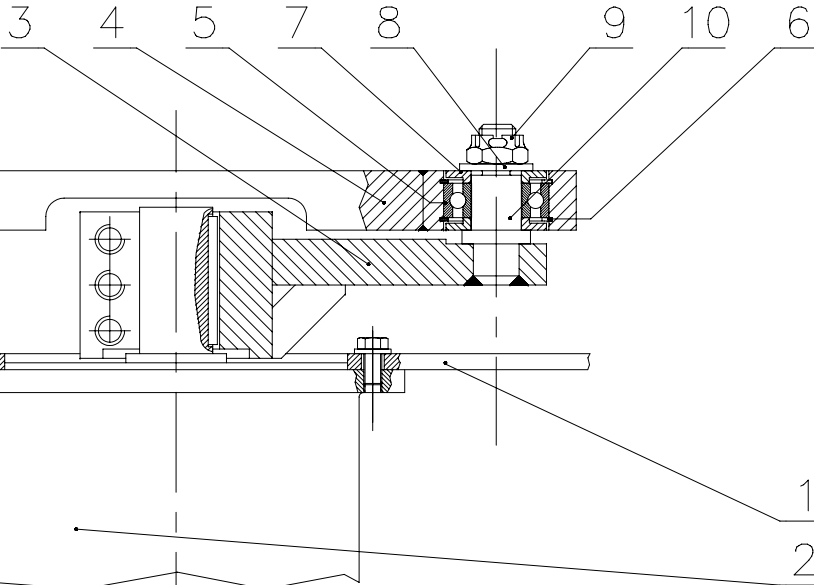


A—A

Multiplicateur 13 non coup?

Zone d'étude C

C



Echelle 1:6.5

Document technique DT7

DOSSIER

"TRAVAIL DEMANDÉ"

Le dossier comprend 7 documents numérotés de *Travail demandé 1* à *Travail demandé 7*

Il est conseillé de consacrer à la lecture du dossier ainsi qu'à chacune des 6 parties la durée suivante:

Lecture du dossier et des documents techniques	0 h 30
1ère partie: Cinématique	1 h 15
2ème partie: Statique	1 h 15
3ème partie: R.D.M.	0 h 30
4ème partie: Construction	1 h 30
5ème partie: Dynamique	0 h 30
6ème partie: Dessin de définition.....	0 h 30

👉 Il est recommandé aux candidats de traiter prioritairement la 1ère partie: elle aide à la compréhension du mécanisme.

La 5ème partie sera de préférence traitée après la 4ème partie.

1^{ère} partie : Analyse de fonctionnement - Étude cinématique

Cette première partie vise à la bonne compréhension du mécanisme et à la recherche de condition de bon fonctionnement. Nous voulons comparer la vitesse du chariot porte bouteille dans la phase transport et dans la phase retour.

Hypothèses:

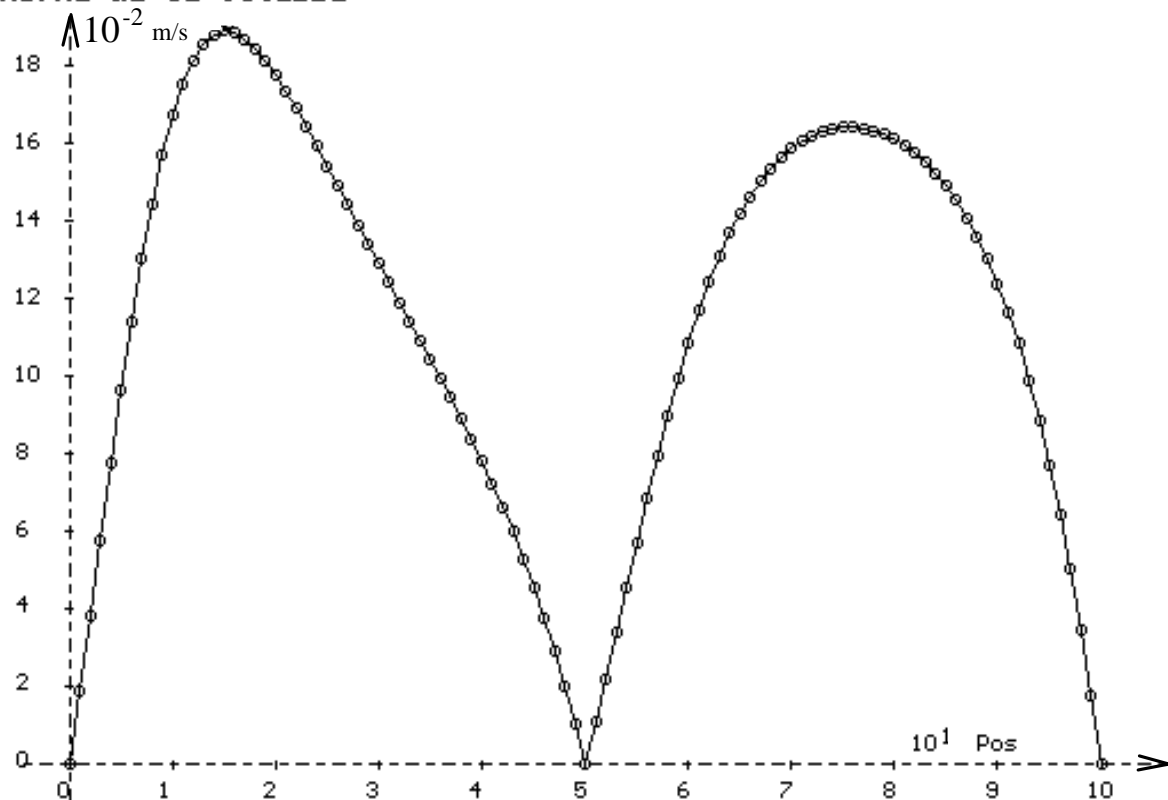
- Vitesse de rotation du moteur $N_{3/1} = 6 \text{ tr/min}$.
- Les articulations entre les solides sont supposées géométriquement parfaites et sans jeu.
- Les solides sont supposés indéformables.
- Soit les distances entre points:
 $OA = 260 \text{ mm}$; $AB = 970 \text{ mm}$; $BC = 370 \text{ mm}$; $DE = 440 \text{ mm}$ et $EF = 250 \text{ mm}$
- La valeur absolue du rapport de transmission du multiplicateur est $k = 2.5$.

Travail à effectuer sur le document réponse DR1.

1.1

Le logiciel de simulation du mouvement nous donne sous forme de courbe les valeurs de la norme de la vitesse instantanée du point **B** appartenant à **4** par rapport au bâti **1** pour un cycle complet transport et retour décomposé maintenant en 100 positions définies toutes les 0.1 secondes.

Norme de la vitesse



- ☞
- D'après le graphe ci-dessus, calculer la durée de la phase transport et la durée de la phase retour.
 - Que peut-on remarquer sur la durée de ces phases?
 - Relever et comparer les vitesses maximales du point **B** dans chacune de ces phases.

Les questions suivantes ont pour but l'explication des constatations précédentes. Pour cela, les deux figures du document réponse DR1 ont été représentées pour les positions équivalentes du point **F** dans la phase transport et dans la phase retour.

1.2

☞ D'après le mécanisme dans la phase transport (*Doc. DR1 Figure 1*), compléter la Figure 2 avec le sens de rotation des différentes pièces et en traçant le bras **3** et la bielle **4** pour la phase retour (*voir Doc DT5*).

1.3

☞ Tracer pour les deux phases transport et retour la trajectoire du point **A** appartenant à la pièce **3** par rapport au bâti **1** notée $T_{(A\ 3/1)}$.

1.4

☞ Tracer pour les deux phases la trajectoire $T_{(B\ 12/1)}$.

1.5

☞ Calculer la norme de la vitesse du point **A** appartenant au solide **3** par rapport au bâti **1** notée $\|\vec{V}_{A\in 3/1}\|$.

1.6

☞ Représenter pour les deux phases la vitesse du point **A** appartenant au solide **3** par rapport au bâti **1** notée $\vec{V}_{A\in 3/1}$. (échelle des vitesses 20 mm pour 0.05 m/s).

1.7

☞ Démontrer que $\vec{V}_{A\in 3/1} = \vec{V}_{A\in 4/1}$ et que $\vec{V}_{B\in 12/1} = \vec{V}_{B\in 4/1}$

1.8

☞ Déterminer graphiquement sur les deux figures la vitesse $\vec{V}_{B\in 4/1}$.

Compléter ensuite le document DR1 en déterminant $\|\vec{V}_{B\in 4/1}\|$ dans les deux phases.

2^{ème} partie: Recherche des actions mécaniques s'exerçant sur le bras support

Le constructeur a prévu pour diminuer les efforts sur le moteur électrique **2** un système d'équilibrage statique bras support **21** chargé. Il est réalisé par un contrepoids lié par un câble en acier au bras support **21** (*Voir DT6 zone B*).

On doit remarquer cependant que, si cette solution permet de minimiser les effets du poids sur la commande, elle laisse tout de même subsister des effets dynamiques qui seront négligés dans cette étude.

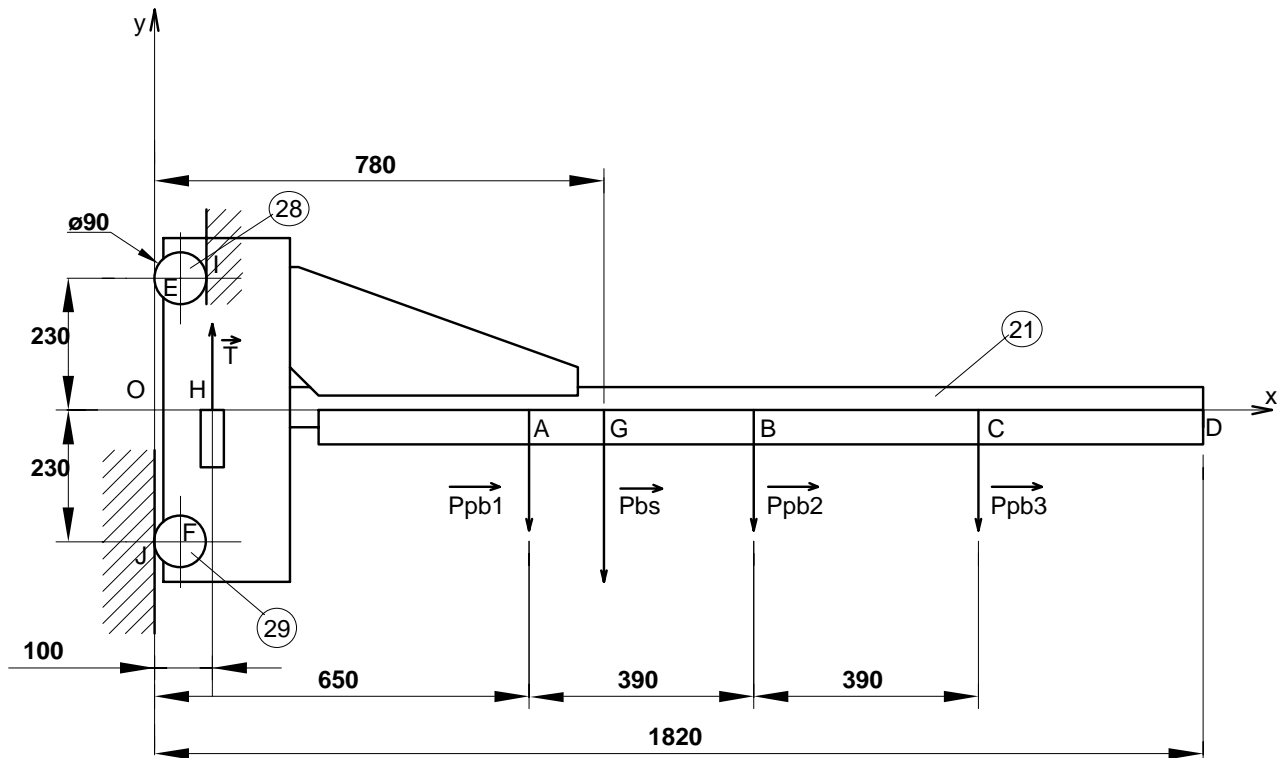
2.1 - Hypothèses et modélisation des actions mécaniques

- Unités: Le newton et le millimètre
- Les liaisons entre les galets **28** et **29** et le bras support **21** de centre respectif **E** et **F** sont supposées parfaites.
- Les liaisons entre les galets **28** et **29** et le bâti **1** peuvent être modélisées comme 2 contacts ponctuels sans frottement respectivement aux points **I** et **J**.
- La résistance au roulement entre les galets et les rainures du bâti **1** est négligée.
- L'action du câble sur le bras support **21** provenant du système d'équilibrage s'exerce au point d'application **H** avec une résultante $\vec{T} = T \cdot \vec{y}$

Bilan des actions mécaniques extérieures s'appliquant au système (28, 29, 21)

- L'action de la pesanteur sur le bras support **21** est représentable par un glisseur $\{T_{\text{pes} \rightarrow 21}\}$ tel que:

$$\{T_{\text{pes} \rightarrow 21}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -\|\overrightarrow{P_{bs}}\| & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_G = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -1500 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_G = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -1500 & 0 \\ 0 & -1020 \cdot 10^3 \end{Bmatrix}_H$$



- Travail demandé (Utiliser le document réponse DR2) ayant pour but de compléter le bilan des actions mécaniques extérieures.

2.1.1 Calcul du poids d'un porte bouteille chargé (*Chercher le nombre de bouteilles dans le Dossier Technique*):

- Chaque bouteille a une masse de 1.5 kg
- Le porte bouteille a une masse de 18 kg


👉 Calculez le poids de chacun des 3 porte bouteilles avec sa charge (on prendra $\|\vec{g}\| = 10 \text{ m/s}^2$).

2.1.2 👆 Du fait de la symétrie de ces charges par rapport à (B, \vec{y}) , l'action du poids des 3 porte bouteilles sur le bras support **21** est représentable en ce point par un glisseur:

$$\{T_{PB \rightarrow 21}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -3 \cdot \|\overrightarrow{P_{pb}}\| & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_B$$

👉 Compléter le document réponse DR2

2.1.3 Les actions des galets **28** et **29** sur le bras support peuvent être représentées comme portées par l'axe \vec{x} .


 Justifiez cette affirmation en isolant successivement les roues **28** et **29** puis compléter les torseurs $\{T_{28 \rightarrow 21}\}$ et $\{T_{29 \rightarrow 21}\}$.

2.1.4 L'équilibrage est réalisé par le câble accroché au point H sur le bras support **21** chargé.


 Compléter d'après les hypothèses $\{T_{\text{Câble} \rightarrow 21}\}$ au point H.

2.1.5 On rappelle la formule de changement de centre de réduction d'un torseur:

$$\{T_{1 \rightarrow 2}\}_A = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{R_{1 \rightarrow 2}} \\ \overrightarrow{M_{A,1 \rightarrow 2}} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{R_{1 \rightarrow 2}} \\ \overrightarrow{M_{B,1 \rightarrow 2}} \end{array} \right\} \text{ avec } \overrightarrow{M_{B,1 \rightarrow 2}} = \overrightarrow{M_{A,1 \rightarrow 2}} + \overrightarrow{BA} \wedge \overrightarrow{R_{1 \rightarrow 2}}$$

 Transporter les éléments de réduction des torseurs $\{T_{PB \rightarrow 21}\}$, $\{T_{28 \rightarrow 21}\}$ et $\{T_{29 \rightarrow 21}\}$ au point **H**.

2.1.6 A partir du bilan complet des actions mécaniques extérieures:

 Ecrire les équations vectorielles traduisant le principe fondamental de la statique et déterminer les actions mécaniques inconnues:

$$\| \overrightarrow{E_{28 \rightarrow 21}} \| ; \| \overrightarrow{F_{29 \rightarrow 21}} \| \text{ et } \| \overrightarrow{T_{\text{câble} \rightarrow 21}} \|$$

3^{ème} partie: Etude du câble supportant le contrepoids du bras support

Hypothèses:

- Quelques soient les résultats trouvés précédemment, nous prendrons pour la suite de l'étude, la valeur suivante pour l'action du bras support sur le câble: $\| \overrightarrow{T_{21 \rightarrow \text{câble}}} \| = 3000 \text{ N}$

- Le fabricant donne pour les câbles à disposition les caractéristiques suivantes:

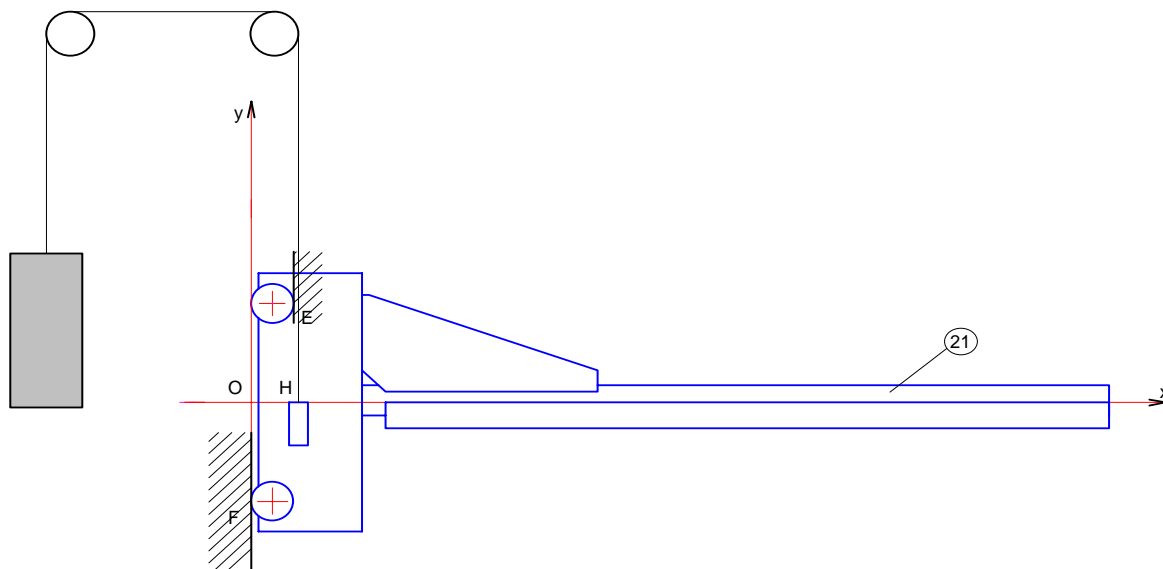
Résistance extension **Re = 355 MPa**

Résistance à la rupture **Rp = 510 MPa**

- Pour ce type de construction nous prendrons un coefficient de sécurité **S = 2**.

- Le poids du câble sera négligé devant l'intensité des autres actions mécaniques extérieures.

- Nous supposons le câble inextensible.



Les réponses seront reportées sur le document réponse DR3

3.1



- Déterminer la section de câble minimum pour résister à l'extension.
- Choisir un diamètre disponible dans le tableau suivant.

Diamètres de câble disponibles auprès du constructeur

2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---

3.2 - A partir du câble choisi dans la gamme du constructeur.

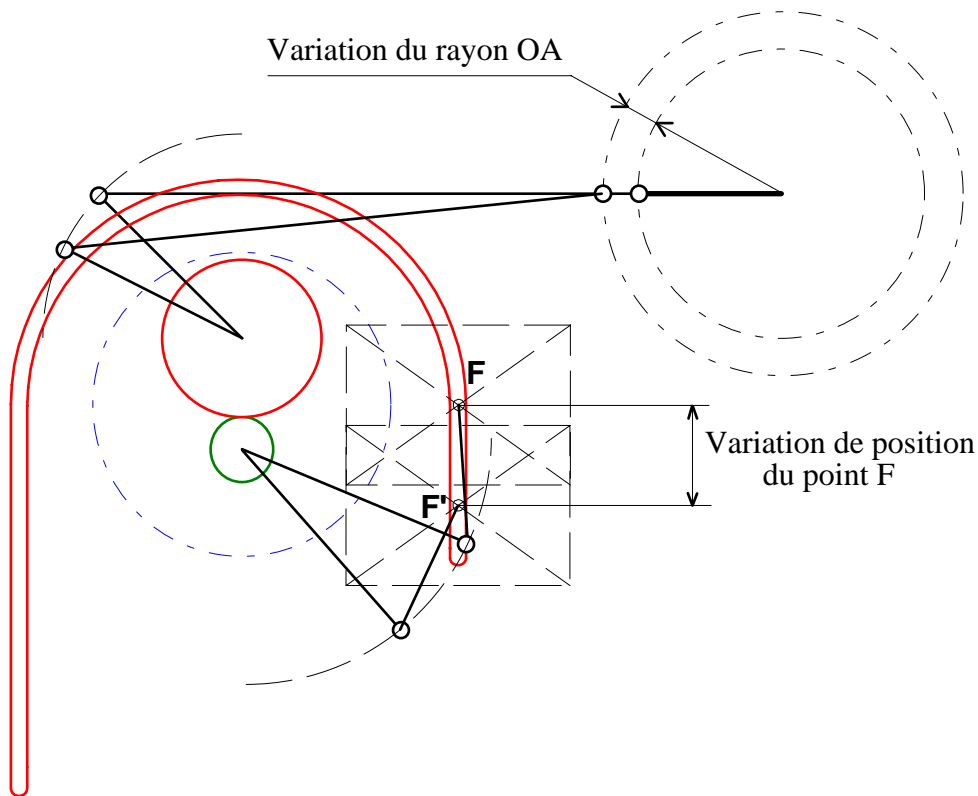


- Déterminer la charge maximum admissible, valeur qui sera inscrite pour l'homologation de cette machine.

4^{ème} partie: Adaptation du système à des bouteilles de hauteurs différentes

La société de conditionnement de boissons demande au constructeur de la machine d'encaissage d'élargir les capacités du système concernant la taille des bouteilles transportées. La solution retenue est la modification de la bielle **3** (voir DT6 zone C), dont la longueur sera réglable, ce qui aura pour effet d'augmenter la course totale du point **F**.

Une étude préalable grâce au logiciel déjà utilisé permet d'obtenir simultanément la variation du rayon **OA** et la variation de la position du point **F** notée **FF'**.



Travail demandé sur le document réponse DR3

4.1 - Le cahier des charges impose une variation maximum de **150 mm** pour la taille des bouteilles

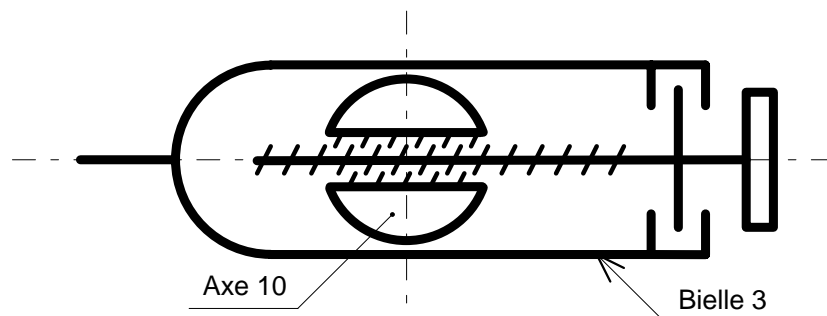
- ☞ - Déterminer à partir des graphes de simulation (voir document réponse DR3) la variation minimale de la longueur **OA** de la bielle 3.

Travail demandé sur le document réponse DR4

4.2 - Afin de répondre à la modification demandée, un certain nombre de solutions peuvent convenir. Toutefois, une solution définie par le schéma ci-dessous a été retenue comme base au travail demandé.

De plus, on réalisera:

- Un système de réglage précis.
- Un blocage du réglage en position.



☞ Représenter à l'échelle 1:1 votre interprétation de la solution constructive proposée. On complètera les vues indiquées en proposant toute vue auxiliaire jugée nécessaire (coupe locale, section,...).

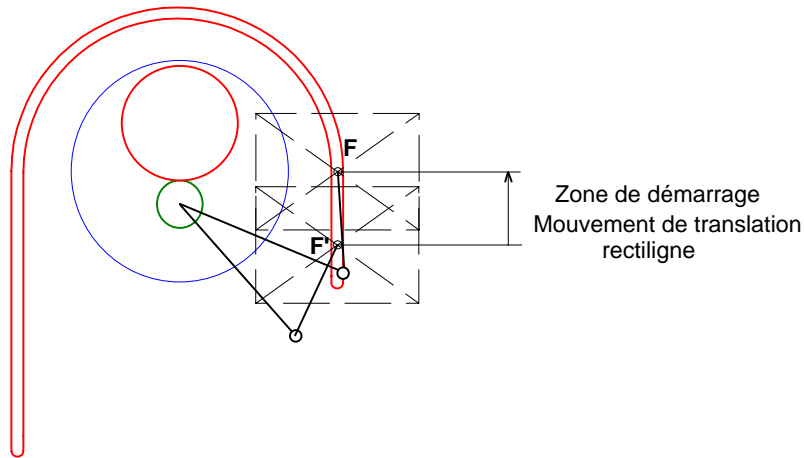
On prendra, sans tenir compte des résultats de la question précédente:

- Variation maximum de l'axe 10: **40 mm**.

Travail demandé 6

5^{ème} partie: Vérification du dispositif de maintien des bouteilles en dynamique.

Les bouteilles pendant la phase de transport sont maintenues par un système de préhension pneumatique. Nous voulons vérifier après la modification de longueur de la bielle 3 que l'accélération maximum que peuvent subir les bouteilles au cours du démarrage (Zone FF') n'engendre aucun risque de décrochage.



Hypothèses:

- L'action mécanique du dispositif de préhension des bouteilles (*membrane pneumatique*) est représentable en F par un glisseur:


$$\{T_{\text{membrane} \rightarrow \text{bouteille}}\} = \{0,0,Y,0,0,0\}$$

F


- Masse d'une bouteille **M = 1.5 kg**
- L'accélération de la pesanteur $|g| = 10 \text{ m/s}^2$.
- L'étude est effectuée dans la zone de translation rectiligne FF'.
- Le logiciel de simulation nous donne l'accélération maximum dans la zone FF': $a_{\text{max.}} = 0.8 \text{ m/s}^2$

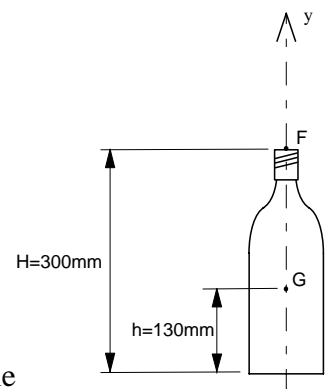
Réponse à rapporter sur le document DR3

5.1

 - Effectuer le bilan des actions mécaniques pour une bouteille isolée.

5.2


 - Appliquer le principe fondamental de la dynamique dans le cas de la translation et déterminer alors la valeur de l'action de préhension nécessaire au bon fonctionnement du système.



6^{ème} partie: Dessin de la bielle mécano-soudée 14.

Compléter sur le document réponse **DR5** le dessin de définition de la bielle 14 à l'échelle 1:3.25 à partir de la vue de face et du document **DT7**.

Nota: Les arêtes cachées ne sont pas exigées, mais le candidat s'assurera que la définition des formes est complète.

 On indiquera sur le dessin la cote tolérancée des trous recevant l'axe **15** et les spécifications géométriques de position concernant ces trous (sans préciser les valeurs chiffrées).

DOSSIER DES DOCUMENTS

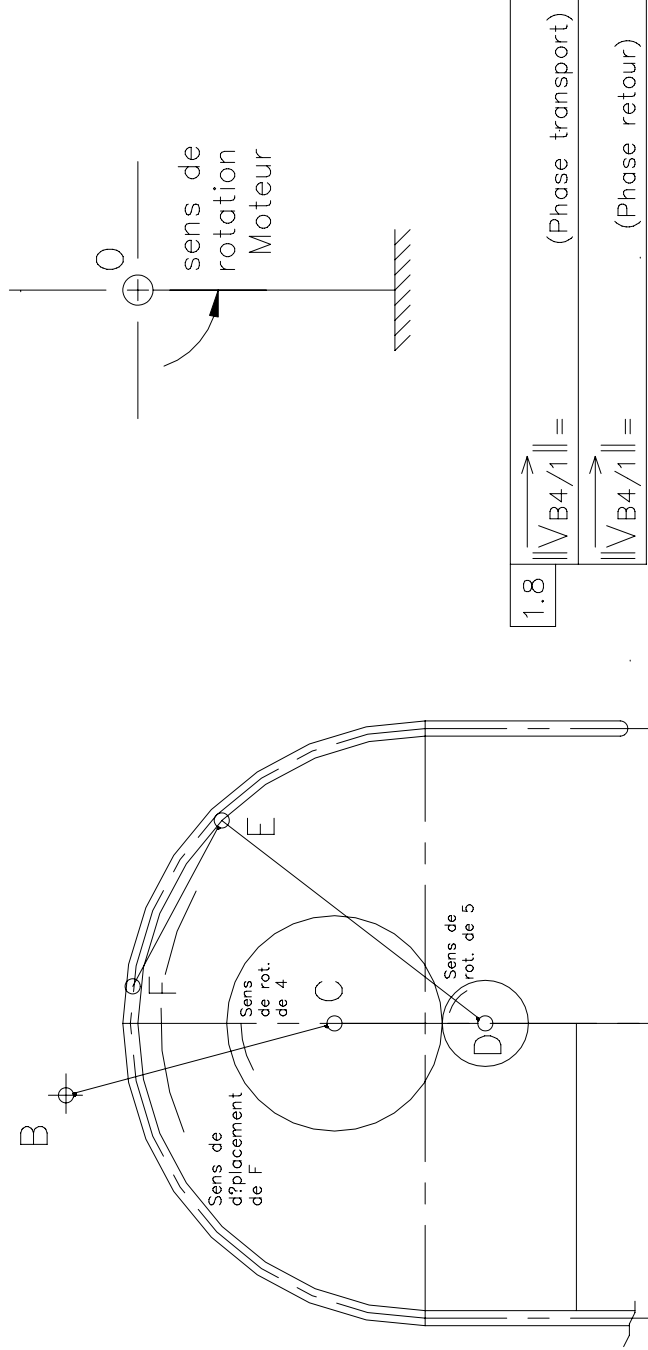
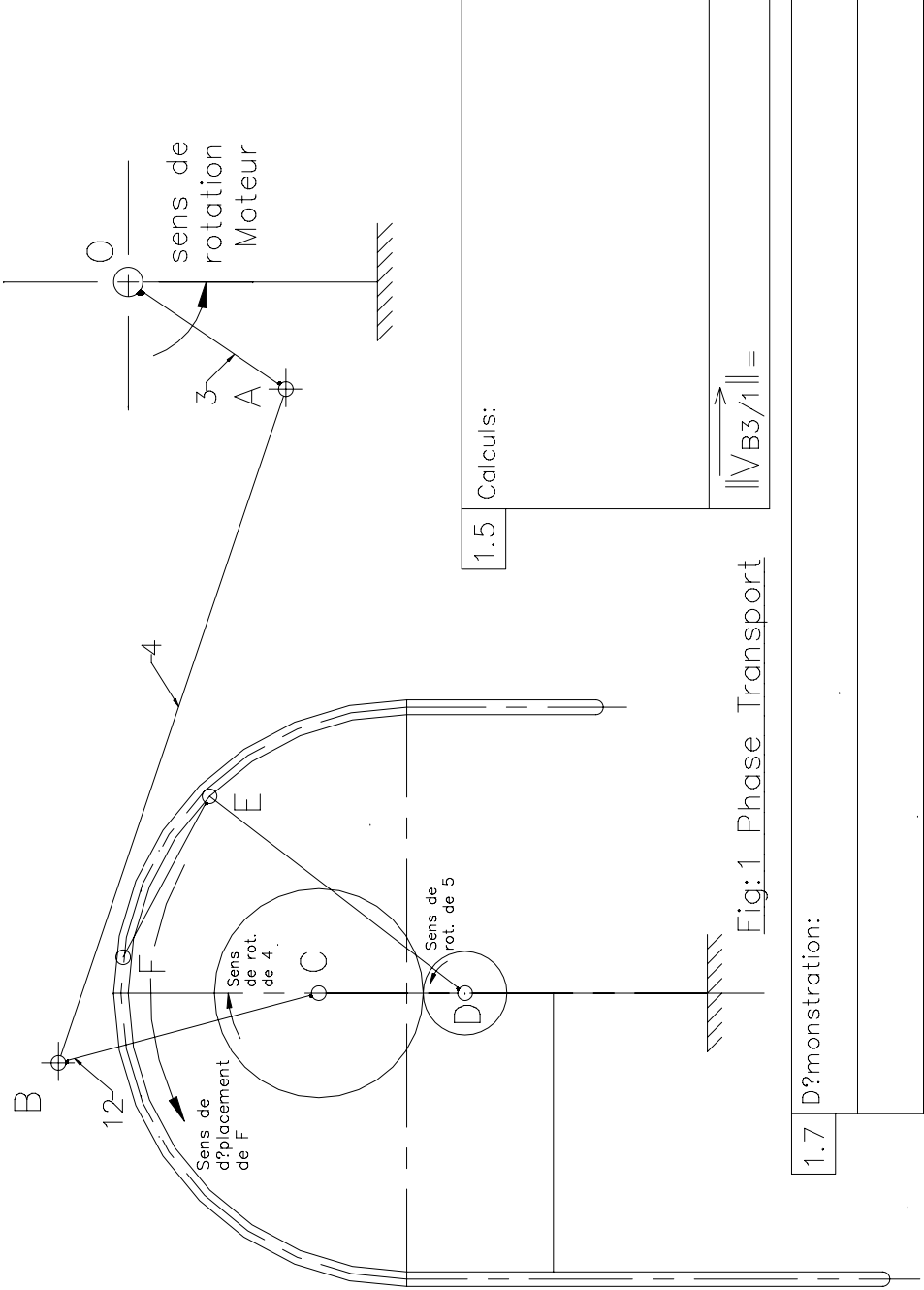
"REPONSE"

Ce dossier comporte 5 documents numérotés de DR1 à DR5



Ces documents sont à rendre en fin d'épreuve.

1.1	Dur?e phase transport:	Dur?e phase retour:
remarques:		
Comparaison des vitesses:		



Centre: _____
 Nom: _____
 Pr?nom: _____

Echelle des vitesses 20 mm pour 0.05 m/s
 Echelle des longueurs 1:5

Document r?ponse DR1

Deuxième partie

2.1.1

calculs:

$\|\overrightarrow{P_{pb1}}\| = \|\overrightarrow{P_{pb2}}\| = \|\overrightarrow{P_{pb3}}\| =$ _____

2.1.2

$$\{T_{PB \rightarrow 21}\} = {}_B \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ -3.\|\overrightarrow{P_{pb}}\| & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = {}_B \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ - & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2.1.3

Justification:

$$\{T_{28 \rightarrow 21}\} = {}_E \begin{pmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{pmatrix}$$

$$\{T_{29 \rightarrow 21}\} = {}_F \begin{pmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{pmatrix}$$

2.1.4

$$\{T_{c\grave{a}ble \rightarrow 21}\} = {}_H \begin{pmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{pmatrix}$$

2.1.5

Calculs:

2.1.6

Equations:

$\|\overrightarrow{E_{28 \rightarrow 21}}\| =$

$\|\overrightarrow{F_{29 \rightarrow 21}}\| =$

$\|\overrightarrow{T_{C\grave{a}ble \rightarrow 21}}\| =$

Nom: _____
Prénom: _____
Centre: _____
N°: _____

Troisième partie

3.1

Calculs:

Résultats:

Section:	Diamètre calculé:
Diamètre choisi:	

3.2

Calculs:

Résultats:

Charge maximum:

Cinquième partie

5.1

Bilan:

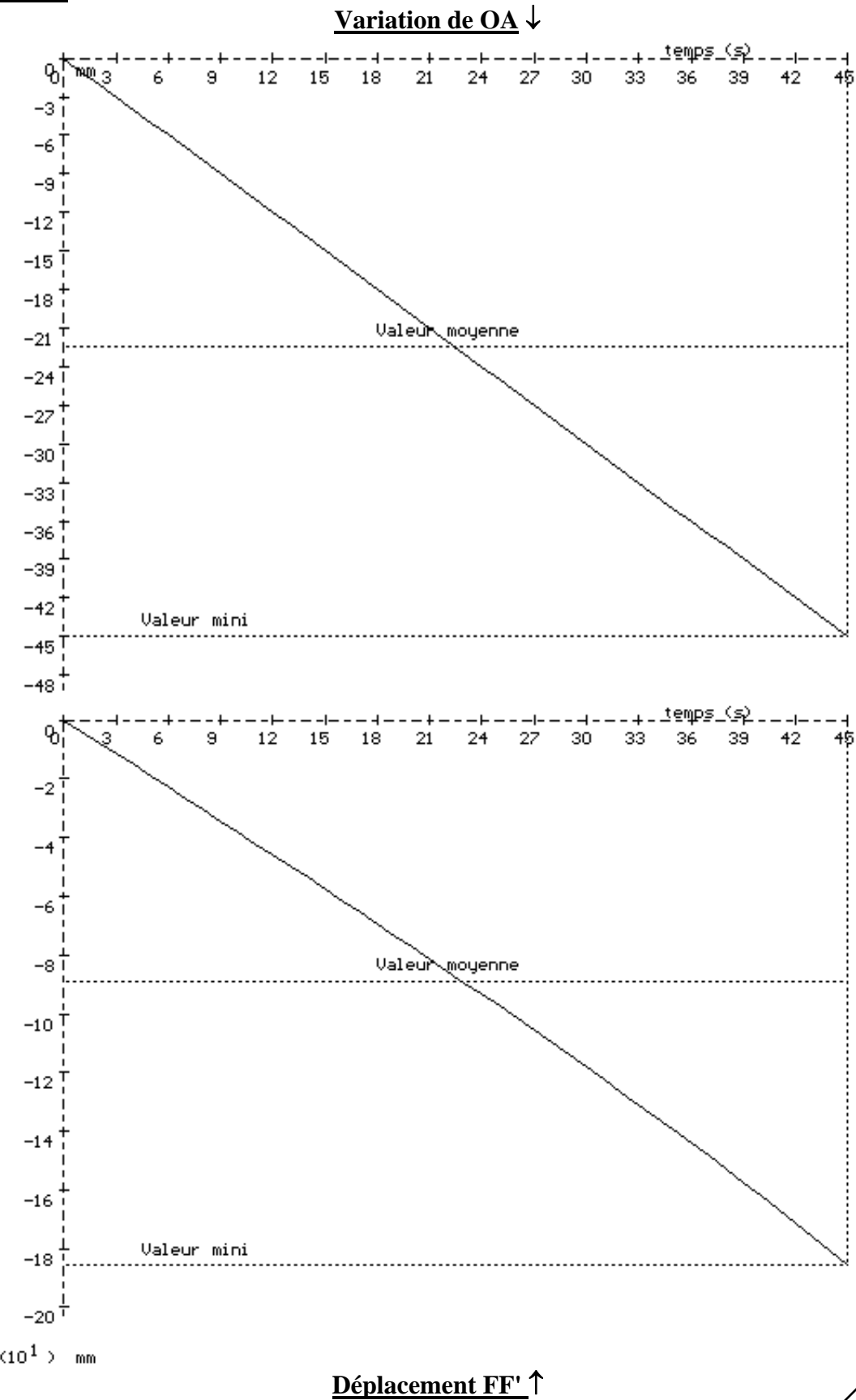
5.2

Détermination de Y_{mini}

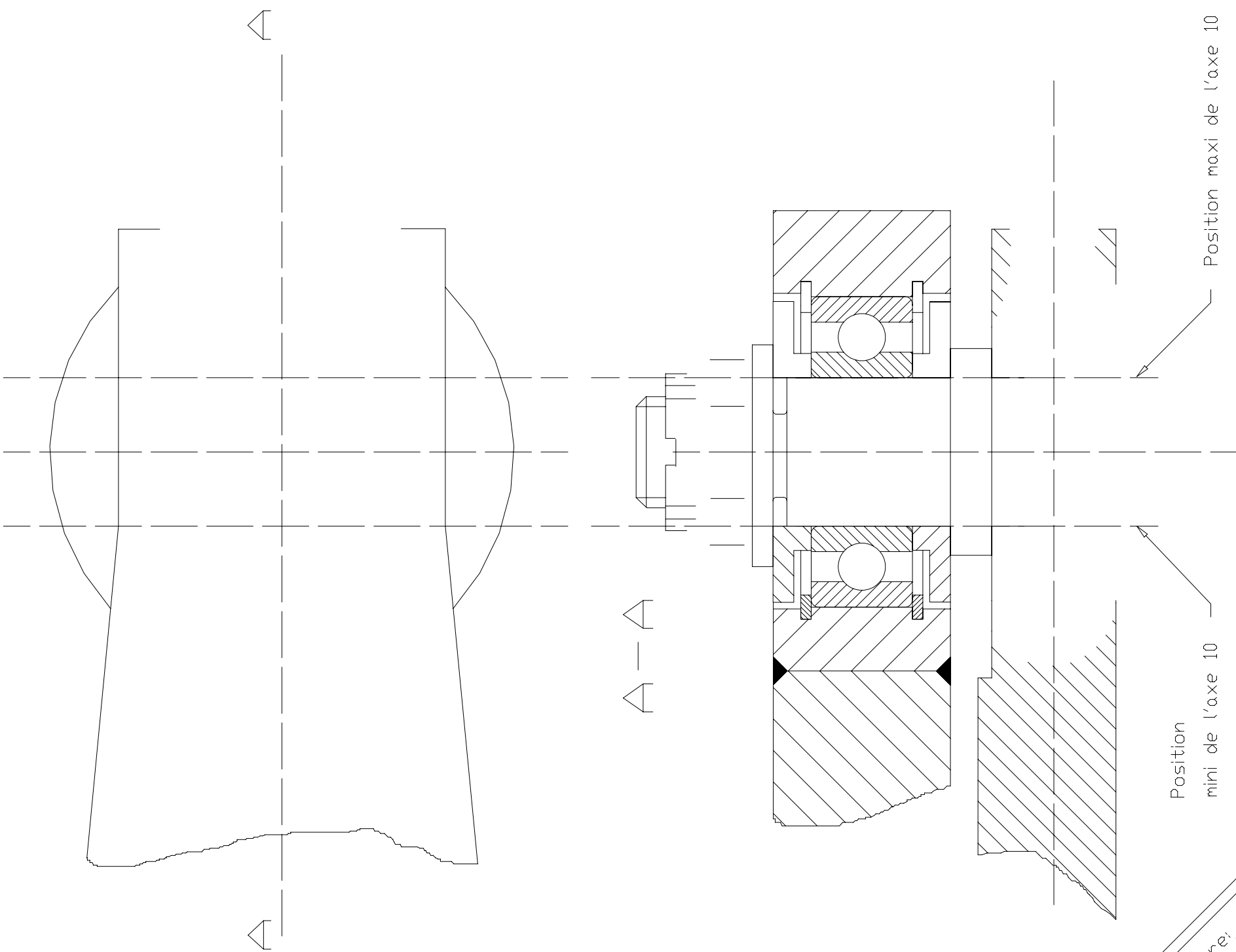
$Y_{\text{mini}} =$

Quatrième partie

4.1



Course de réglage trouvée:



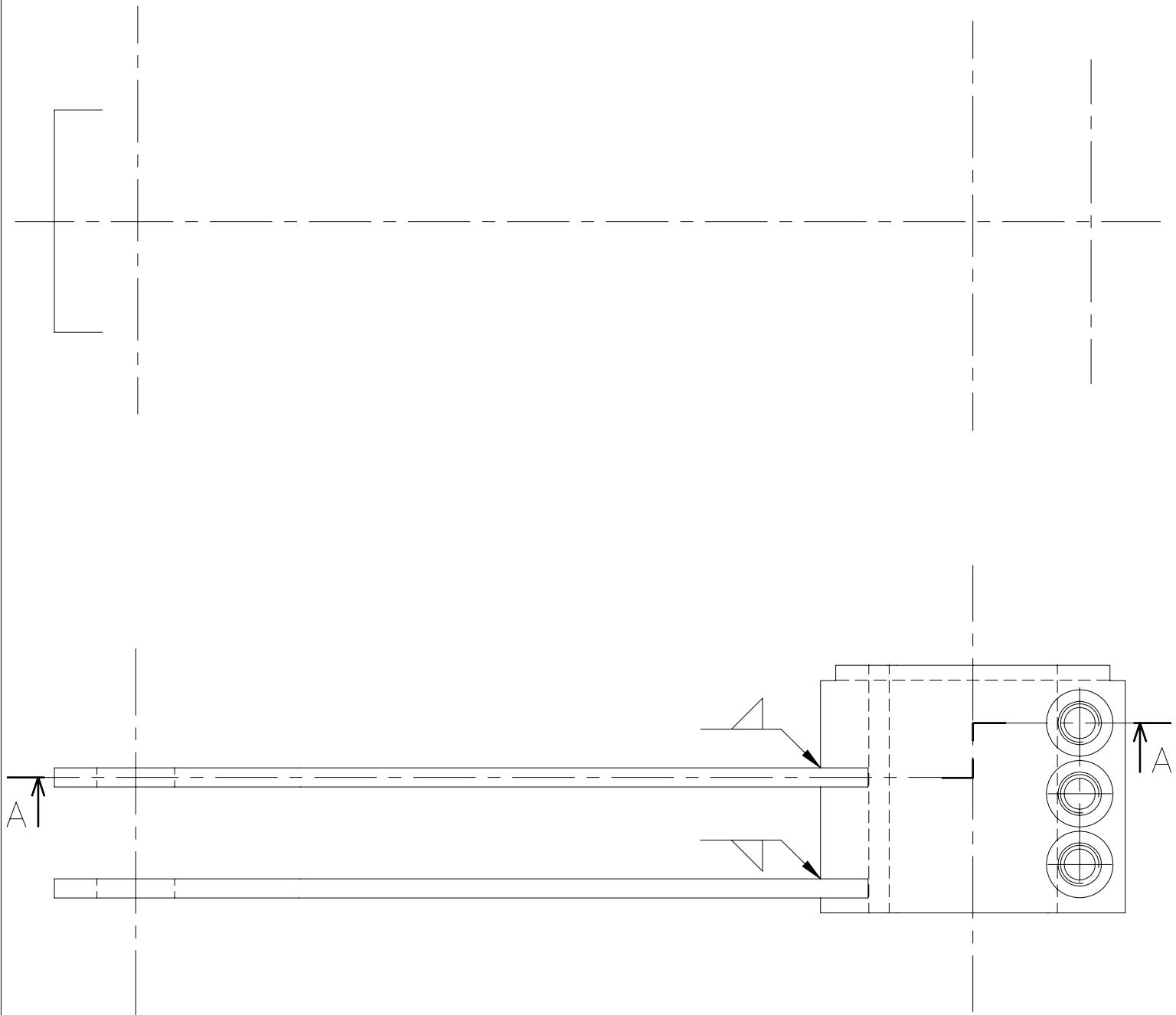
Position mini de l'axe 10

Position maxi de l'axe 10

Centre: _____
Nom: _____
Pr?nom: _____

N? _____
N? _____

A — A



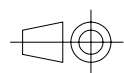
Centre:

Nom:

Pr?nom:

Nø.....

Nø.....



Echelle 1:3.25

Document r?ponse DR5