

1. Analyse et compréhension des phases d'approche 1 et 2 :

1.1. Etude de la phase 1 : Approche des sabots de frein vers les roues du wagon (réponse graphique sur le document DR1 corrigé)

1.1.1. La liaison entre le bras de guidage 27 et le caisson 1 est une liaison pivot de centre B et d'axe z.

La solution technologique retenue pour cette liaison est obtenue par le contact de deux surfaces cylindriques appartenant à l'axe du bras 30 et du bras de guidage 27. Le maintien latéral est obtenu par un épaulement réalisé sur l'axe 30 et d'une goupille cannelé 29.

1.1.2. La nature du mouvement du bras de guidage 27 par rapport au caisson 1 est un mouvement de rotation de centre B et d'axe z.

1.1.3. La trajectoire du point D appartenant au bras de guidage 27 par rapport au caisson 1, notée $T_{D \in 27/1}$ est un cercle de centre B et de rayon (BD).

Tracé de cette trajectoire sur le document réponse DR1 corrigé.

1.1.4. Le support de la vitesse $\vec{V}_{D \in 27/1}$ est une droite perpendiculaire au rayon BD passant par D car le mouvement du bras de guidage 27 par rapport au caisson 1 est un mouvement de rotation de centre B et d'axe z.

$$1.1.5. \vec{V}_{D \in 27/1} = \vec{V}_{D \in 28/1} = \vec{V}_{D \in 21/1}$$

$$\vec{V}_{D \in 27/1} = \vec{V}_{D \in 27/28} + \vec{V}_{D \in 28/1}$$

D est le centre de la liaison pivot entre 27 et 28 donc

$$\vec{V}_{D \in 27/28} = \vec{0}$$

(liaison supposée parfaite)

$$\text{Donc } \vec{V}_{D \in 27/1} = \vec{V}_{D \in 28/1}$$

$$\text{Donc } \vec{V}_{D \in 27/1} = \vec{V}_{D \in 28/1} = \vec{V}_{D \in 21/1}$$

$$\vec{V}_{D \in 27/1} = \vec{V}_{D \in 27/21} + \vec{V}_{D \in 21/1}$$

D est le centre de la liaison pivot entre 27 et 21 donc

$$\vec{V}_{D \in 27/21} = \vec{0}$$

(liaison supposée parfaite)

$$\text{Donc } \vec{V}_{D \in 27/1} = \vec{V}_{D \in 21/1}$$

1.1.6. On donne $\|\vec{V}_{D \in 28/1}\| = 55 \text{ mm/s}$.

Tracé du vecteur vitesse $\vec{V}_{D \in 28/1}$ à l'échelle sur le document DR1 corrigé.

1.1.7. Le mouvement du balancier 21 par rapport au caisson 1 est un mouvement plan.

1.1.8. Le centre instantané de rotation $I_{21/1}$ du mouvement du balancier 21 par rapport au caisson 1 est situé à l'intersection des perpendiculaires des vecteurs vitesses $\vec{V}_{D \in 21/1}$ et $\vec{V}_{C \in 21/1}$ (Support de Vc de 21/1).

1.1.9. Le support du vecteur vitesse du point A appartenant au balancier 21 par rapport au caisson 1, notée $\text{Sup } \vec{V}_{A \in 21/1}$ est la droite perpendiculaire à $AI_{21/1}$ passant par A (méthode du CIR).

- 1.1.10. Détermination graphique de l'intensité de ce vecteur vitesse du point A appartenant au balancier 21 par rapport au caisson 1, notée $\vec{V}_{A \in 21/1}$ (Voir document DR1 corrigé)

$$\|\vec{V}_{A \in 21/1}\| = 66.24 \text{ mm/s}$$

- 1.1.11. Détermination de $\vec{V}_{A \in 21/1}$ en projection sur l'axe x

$$V_{x1} = 60.5 \text{ mm/s}$$

- 1.2. Etude de la phase 2 : Approche du balancier vers la butée mobile
(réponse graphique sur le document DR2 corrigé)

- 1.2.1 Détermination graphique de la vitesse $\vec{V}_{A \in 21/1}$ du point A appartenant au balancier 21 par rapport au caisson 1 (Voir document DR2 corrigé)

$$\|\vec{V}_{A \in 21/1}\| = 14.46 \text{ mm/s}$$

- 1.2.2. Détermination de la vitesse $\vec{V}_{A \in 21/1}$ en projection sur l'axe x

$$V_{x2} = 14 \text{ mm/s}$$

- 1.3. Comparaison des 2 phases

- 1.3.1. Comparaison qualitative de V_{x1} et de V_{x2}

$$V_{x1} \approx 4 \times V_{x2}$$

- 1.3.2. Justification d'une telle différence entre les 2 phases :

- Phase 1 : Phase d'approche rapide des sabots de frein
- Phase 2 : Phase d'approche lente des sabots de frein

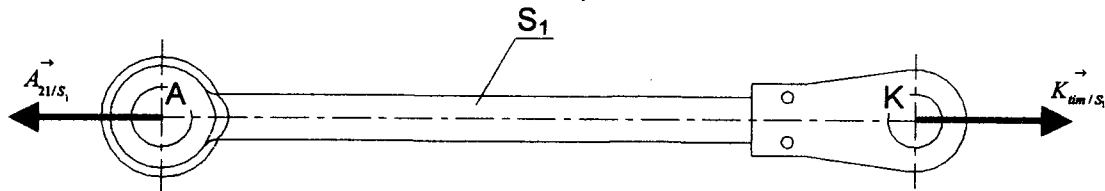
Lors du roulement du galet 37 sur le crochet guide 20, le CIR du mouvement de 21/1 se rapproche progressivement du point A afin de diminuer la vitesse d'approche.

2. Analyse et compréhension de la phase 3 de freinage effectif :

- 2.1. Détermination des efforts de freinage dans le cas où le wagon est vide

L'action du galet 37 sur le balancier 21 au point C est négligée.

- 2.1.1. Equilibre du système $S_1 = \{17+18+19+22\}$



Le solide S_1 est un solide soumis à deux actions mécaniques (\vec{A}_{21/S_1} et \vec{K}_{21/S_1}) donc ces deux actions mécaniques sont directement opposés (même direction, même intensité et de sens contraire) donc le support de l'action \vec{A}_{21/S_1} du balancier 21 sur S_1 est la droite (AK)

2.1.2. Equilibre du balancier 21

- La nature du contact entre la butée mobile 26 et le balancier 21 peut être considérée comme un contact ponctuel donc le support de l'action $\vec{E}_{26/21}$ de la butée mobile 26 sur le balancier 21 est la droite perpendiculaire au plan de contact ($E_h E_b$) passant par E_b donc les actions $\vec{E}_{26/21}$ et $\vec{A}_{S_1/21}$ sont bien parallèles.
- Le balancier 21 est soumis à 3 efforts, 2 efforts sont parallèles donc le troisième est forcément parallèle au 2 autres donc le support de $\vec{D}_{41/21}$ est horizontal.
- L'équilibre du balancier 21 se traduit par

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \quad (1) \quad \text{et} \quad \sum \vec{M}_{\vec{F}_{ext}} = \vec{0} \quad (2)$$

$$(1) \Leftrightarrow \vec{A}_{S_1/21} + \vec{E}_{26/21} + \vec{D}_{41/21} = \vec{0}$$

$$(2) \Leftrightarrow \vec{M}_{\vec{A}_{S_1/21}} + \vec{M}_{\vec{E}_{26/21}} + \vec{M}_{\vec{D}_{41/21}} = \vec{0}$$

Détermination de l'action \vec{A}_{21/S_1} du balancier 21 sur le système S_1 au point A.

AUCUNE METHODE N'EST IMPOSEE

$$\text{Donc } \|\vec{A}_{21/S_1}\| = 9908.5 \text{ N}$$

2.2 Détermination de la course C_{26}

$$2.2.1 \quad M_{E_h}(\vec{D}_{41/21}) = 3250000 + 25000C_{26}$$

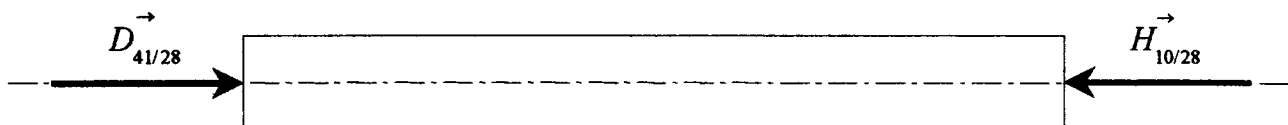
$$2.2.2 \quad M_{E_h}(\vec{A}_{S_1/21}) = 19500000 - 59451C_{26}$$

2.2.3 La course de la butée mobile 26 (distance $E_b E_h$) nécessaire pour obtenir un freinage performant est de 192 mm.

3. Etude technologique du cylindre de frein

3.1 Calcul du coefficient de sécurité utilisé pour déterminer le diamètre de la tige 28

On schématise la tige de piston 28 par un cylindre de diamètre $d=30 \text{ mm}$ soumis aux actions mécaniques définies ci après :



$$\text{avec } \|\vec{H}_{10/28}\| = 25000 \text{ N}$$

La poutre est sollicitée en compression.

3.1.1 La contrainte nominale σ_0 de compression qui s'exerce dans une section droite de la tige du

piston est égale à :
$$\sigma_0 = \frac{H_{10/28}}{S} = \frac{H_{10/28}}{\frac{\pi d^2}{4}} = 35.36 \text{ N/mm}^2$$

3.1.2 Le coefficient de sécurité adopté ici vis à vis de la contrainte normale par rapport à la limite élastique du matériau utilisé : $R_e = 360 \text{ Mpa}$ est égal à 3.89.

(Contrainte de compression = 92.31 Mpa).

3.2 Mise en évidence du débattement angulaire de la tige 28 (Réponse sur le document DR3 corrigé)

On donne la position initiale C_i et la position finale C_f du point C appartenant au balancier 21.

3.2.1 La trajectoire $T_{D \in 27/1}$ du point D appartenant au bras de guidage 27 par rapport au caisson 1 est un cercle de centre B et de rayon BD

3.2.2 La position initiale D_i du point D est donné sur le document DR3 corrigé (intersection du cercle de centre B et de rayon BD et du cercle de centre C_i et de rayon CD).

3.2.3 La position initiale E_i du point E est donné sur le document DR3 corrigé (intersection du cercle de centre D_i et de rayon DE et de l'axe horizontal).

3.2.4 La course C_{10} du piston 10 est égale à 150 mm et le débattement angulaire α_{28} de la tige de piston 28 est égal à $7,7^\circ$.

3.3 Etude technologique de la liaison entre la tige de piston 28 et le piston 10

3.3.1 Analyse de la 1^{ère} solution

- La nature de la liaison entre la tige de piston 28 et le piston 10 dans cette solution est une liaison encastrement permanente directe réalisée par soudage.
- Le débattement angulaire de la tige 28 sur cette solution entraîne un basculement du piston 10 donc il risque d'avoir un problème de fuite entre le piston 10 et le corps du vérin donc perte de d'énergie pneumatique.

3.3.2 Analyse de la 2^{ème} solution

- La nature de la liaison entre la tige de piston 28 et le piston 10 dans cette solution est une liaison rotule.
- Cette liaison résout le problème du débattement angulaire mis en évidence dans la 1^{ère} solution, en effet la liaison rotule admet trois degré de liberté (3 rotations possibles).
- Cette solution a été abandonnée au profit de la solution actuelle par sa complexité de réalisation et de son coût de fabrication élevée.

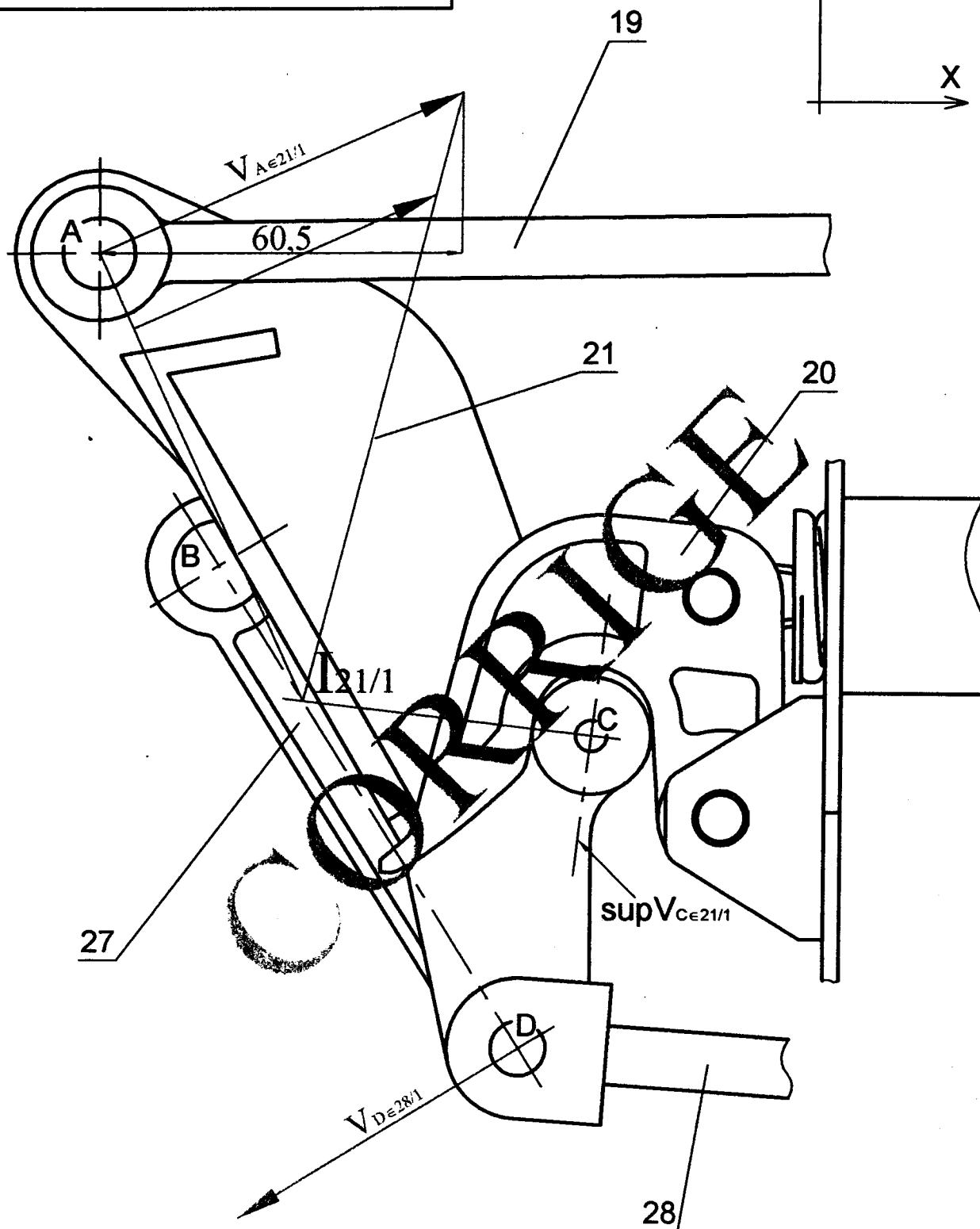
3.3.3 Analyse de la solution actuelle (dessin d'ensemble sur document DT9)

- a. La nature de la liaison entre la tige de piston 28 et le piston 10 de cette solution est une liaison pivot de centre E et d'axe z.
- b. Proposition d'une gamme de montage de l'ensemble piston sachant que le tube du piston 47 est monté fretté sur l'attache de piston 45
(Voir document DR4 corrigé)
- c. Etude des contraintes d'assemblage de l'ensemble piston
(Voir document DR 4 corrigé)
- d. Dessin de définition de l'attache de piston 45
(Voir document DR 4 corrigé)

3.4 Etude technologique de la liaison entre le tube de piston 47 et le flasque 3

- 3.4.1 La nature de la liaison entre le tube de piston 47 et le flasque 3 est une liaison linéaire annulaire (liaison sphère cylindre).
- 3.4.2 La désignation du coussinet à insérer est CB85-8540
- 3.4.3 Proposition d'une solution à main levée pour cette liaison voir **document DR6 corrigé**.
- 3.4.4 Cotation de l'assemblage entre les différents pièces qui constitue cette liaison voir **document DR6 corrigé**

$$V_{x1} = 60,5 \text{ mm/s}$$



Echelle des longueurs: 1:3

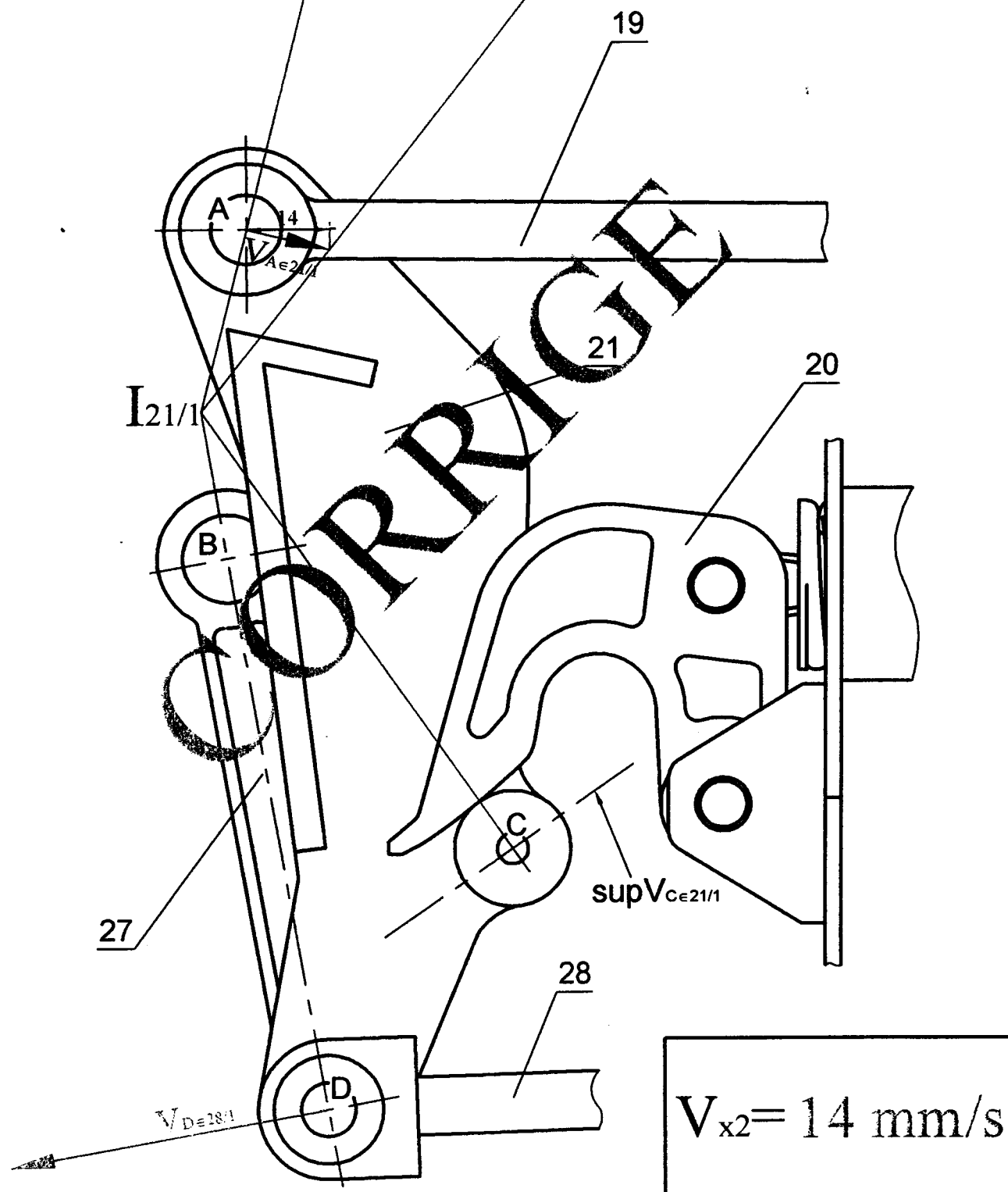
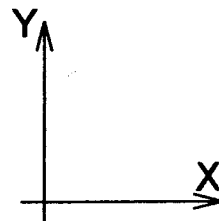
Echelle des vitesses: 1 mm pour 1 mm/s

DOCUMENT DR1

Echelle des longueurs: 1:3

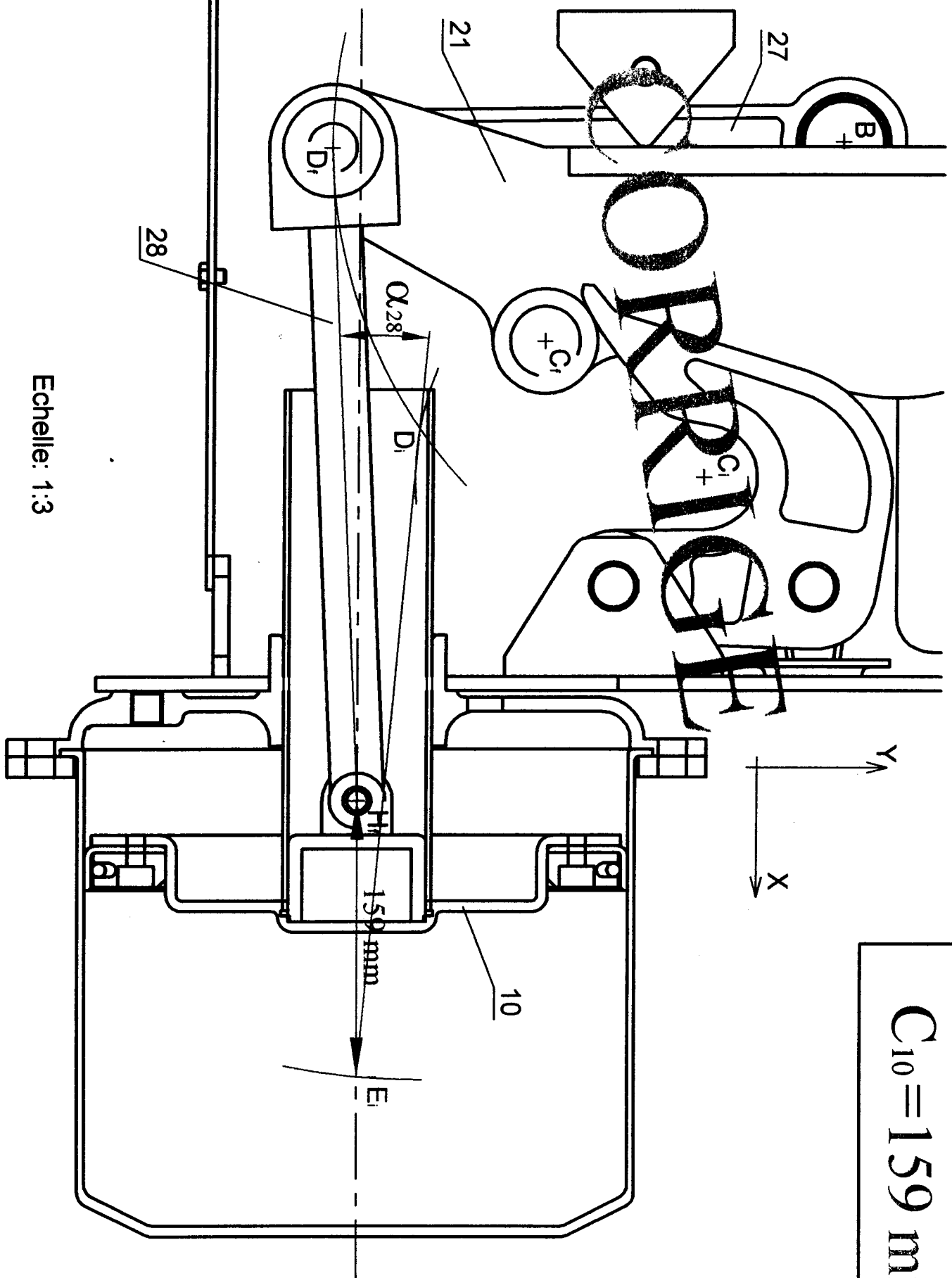
Echelle des vitesses:

1 mm pour 1 mm/s



DOCUMENT DR2

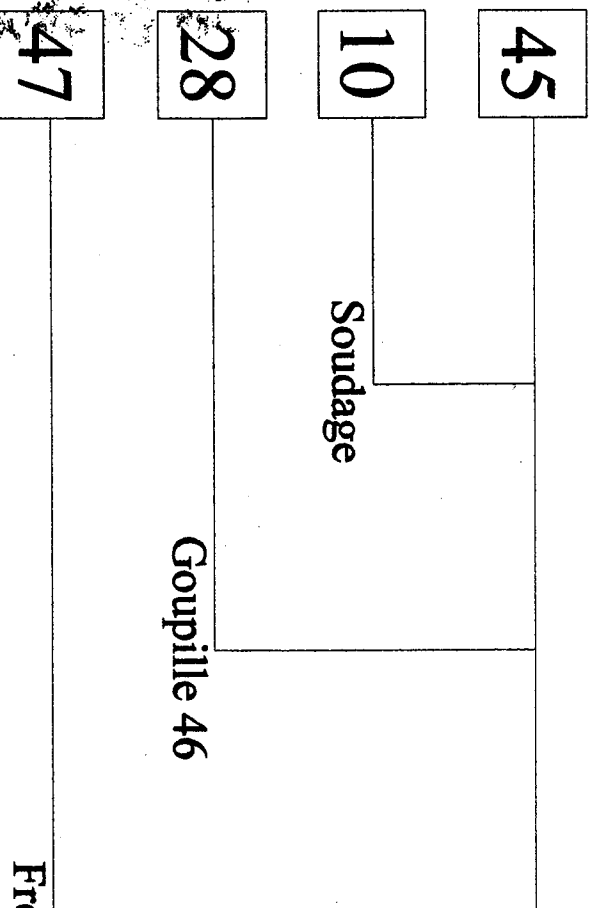
$C_{10} = 159 \text{ mm}$



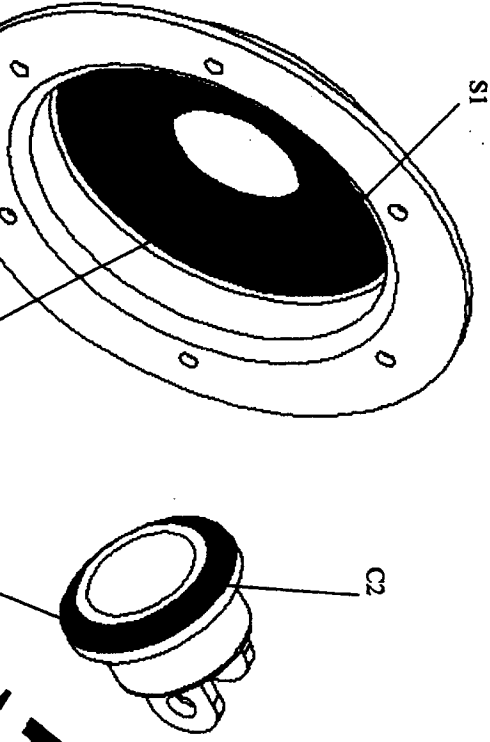
Echelle: 1:3

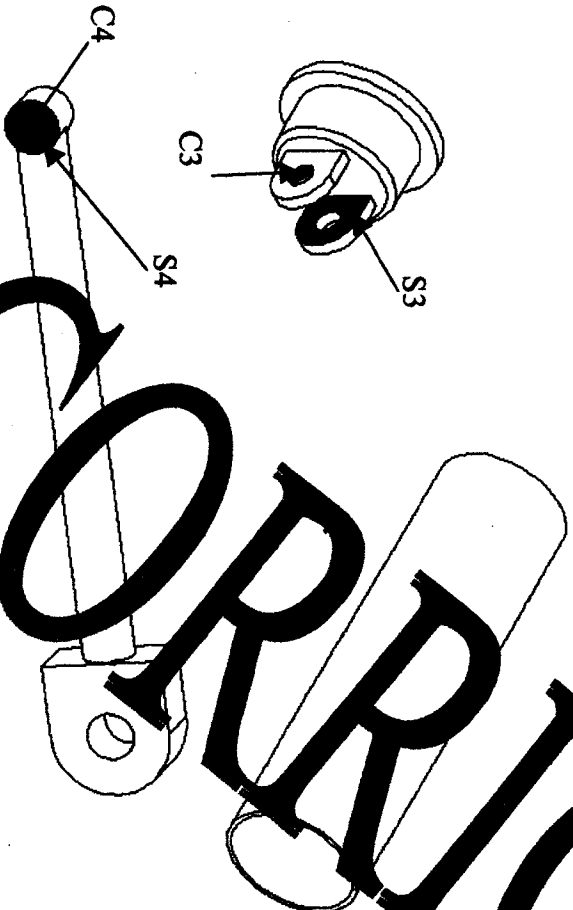
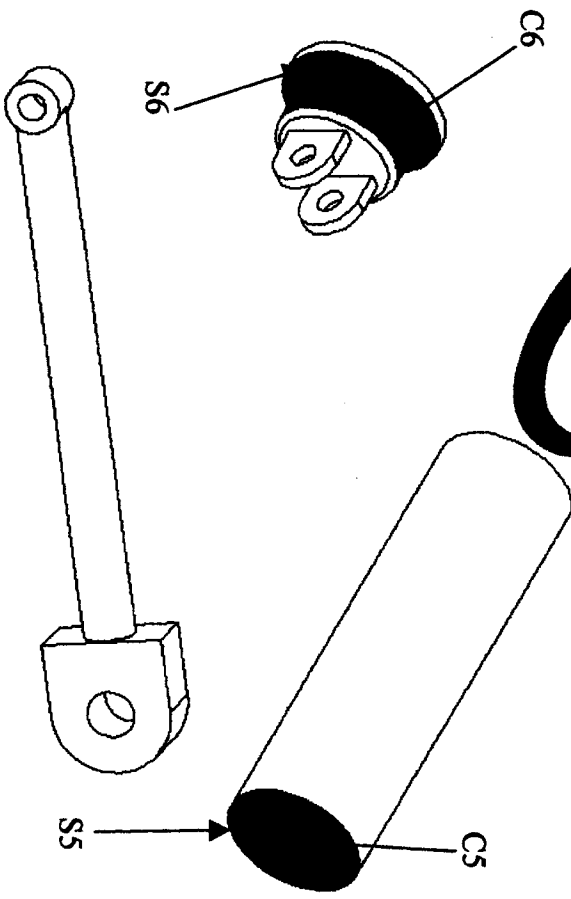
DOCUMENT DR3

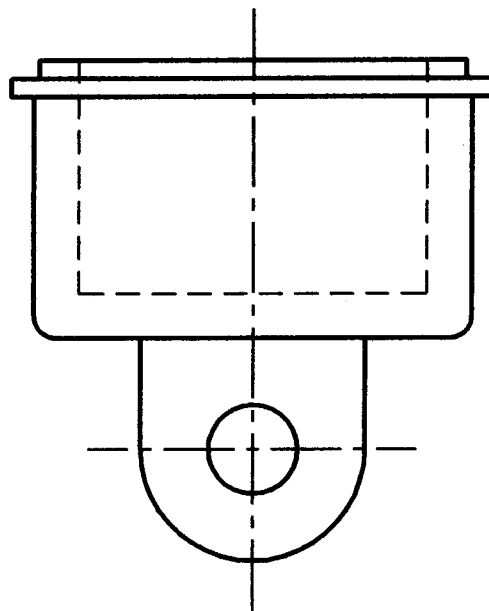
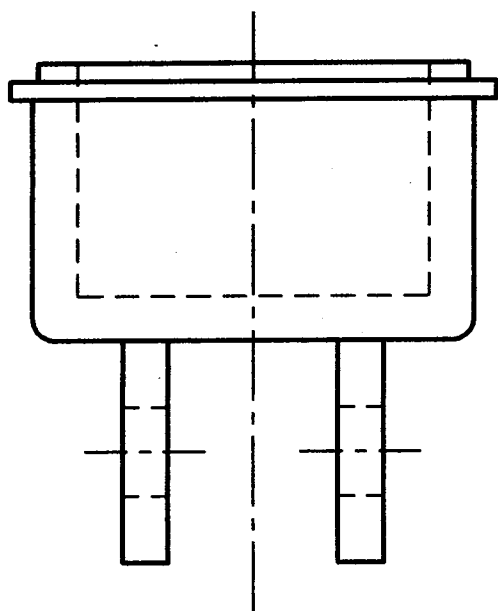
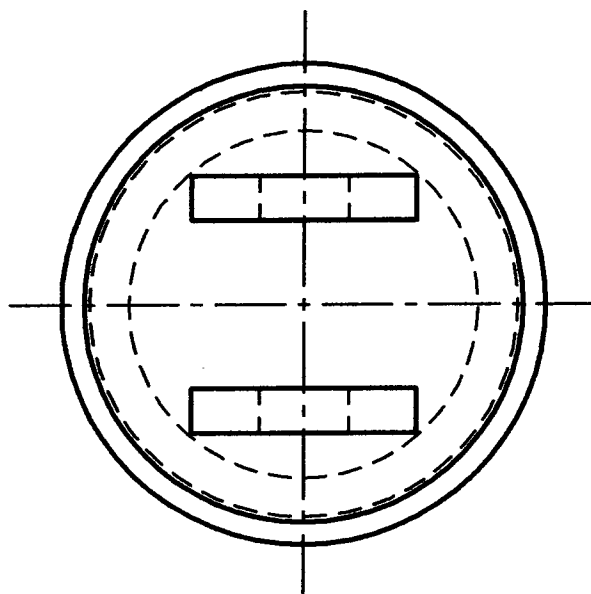
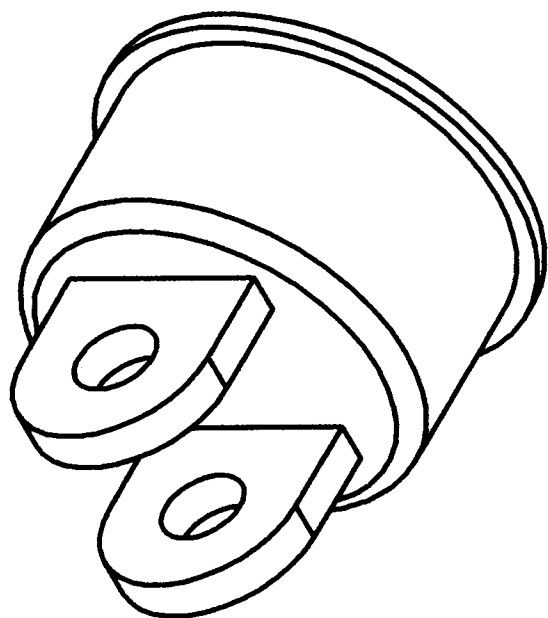
Etude de l'assemblage de l'ensemble piston



Ensemble piston

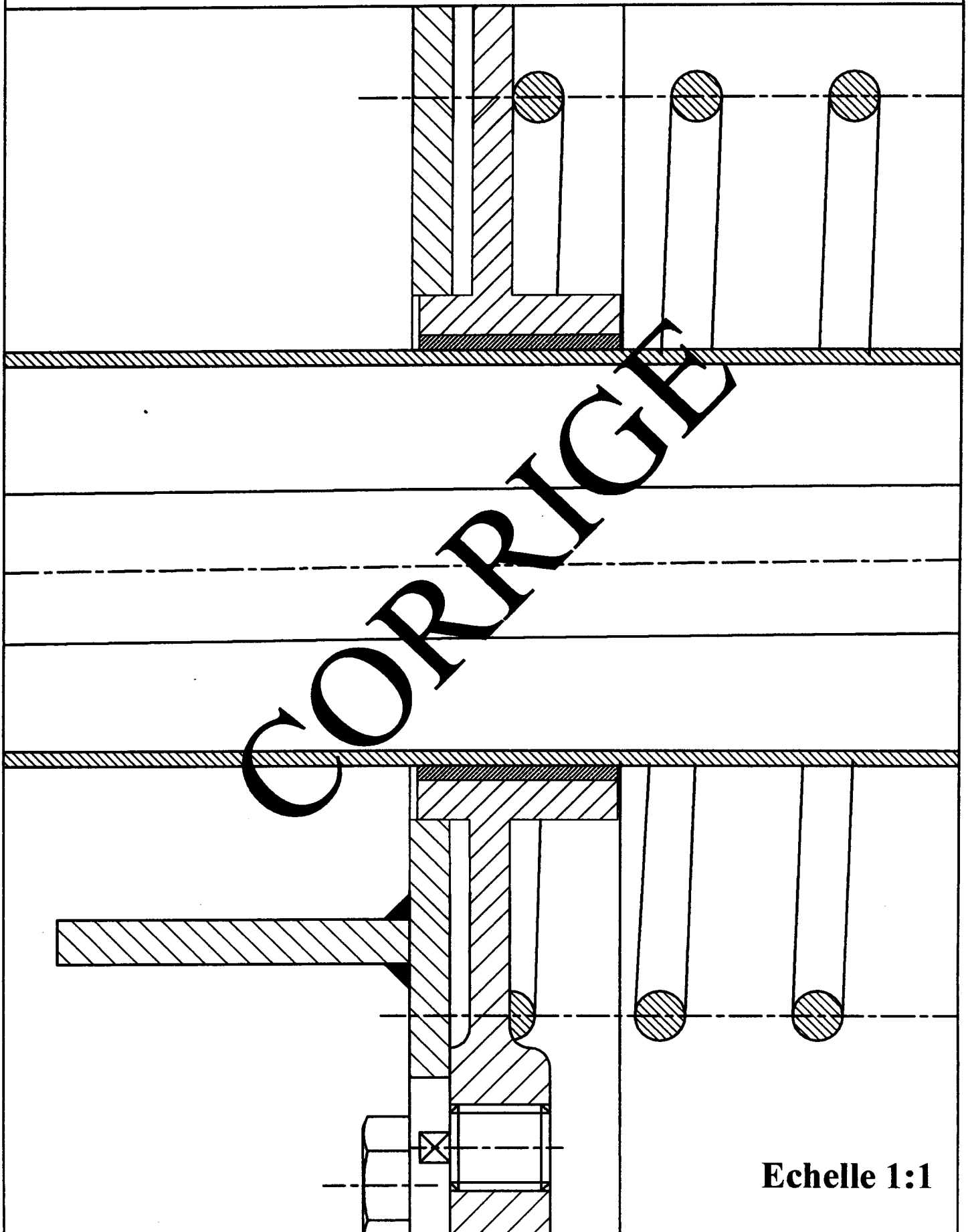
	Désignation des surfaces fonctionnelles	Contraintes d'assemblage
<div data-bbox="64 112 354 347"> <div>45</div> <div>10</div> </div>		<p>Réalisation d'un centrage court :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La surface cylindrique C1 du piston 10 doit coïncider avec la surface cylindrique C2 de l'attache de piston 45. - La surface plane S1 du piston 10 doit coïncider avec la surface plane S2 de l'attache de piston 45. <p>Maintien de l'assemblage par soudage.</p>

<div data-bbox="1182 107 1304 230" data-label="Text">45</div> <div data-bbox="1011 107 1133 230" data-label="Text">28</div>		<ul style="list-style-type: none"> - La surface cylindrique C3 de l'attache du piston 45 doit coïncider avec la surface cylindrique C4 de la tige de piston 28. - La surface plane S3 de l'attache du piston 45 doit coïncider avec la surface plane S4 de la tige de piston 28. <p>Remarque : La distance entre les pattes de fixation de l'attache 45 doit être supérieure à la longueur de la surface cylindrique C4.</p> <p>Maintien de l'assemblage à l'aide de la goupille cylindrique 46.</p>
<div data-bbox="537 107 659 230" data-label="Text">45</div> <div data-bbox="367 107 488 230" data-label="Text">47</div>		<ul style="list-style-type: none"> - La surface cylindrique C5 du tube de piston 47 doit coïncider avec la surface cylindrique C6 de l'attache de piston 45. - La surface plane S5 du tube de piston 47 doit coïncider avec la surface plane S6 de l'attache de piston 45. <p>Maintien de l'assemblage par frettage.</p>



DOCUMENT DR5

Liaison entre le flasque 3 et le tube de piston 47



DOCUMENT DR6