

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

SERIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

SPÉCIALITÉ : GENIE MECANIQUE (OPTION A ET B)

SESSION 2003

EPREUVE : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée : 6 heures

Coefficient : 8

MOTEUR D'AIGUILLAGE DE CHEMIN DE FER

Aucun document autorisé

Calculatrice électronique de poche autorisée, y compris les programmables, alphanumériques ou à écran graphique, à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante. (conformément à la circulaire n° 99-018 du 1^{er} Février 1999)

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes :

- | | |
|--|---------------|
| – Dossier Technique (pages repérées DT1 à DT8) | Dossier blanc |
| – Dossier "Travail demandé" (pages 1 à 6) | Dossier jaune |
| – Dossier "Documents Réponses" (pages repérées DR1 à DR7) à rendre obligatoirement en fin d'épreuve | Dossier vert |

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuilles de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les documents réponses prévus à cet effet.

DOSSIER TECHNIQUE

Présentation du système étudié (**DT1** à **DT3**)

Vues en perspective du système (**DT4** et **DT5**)

Nomenclature (**DT6**)

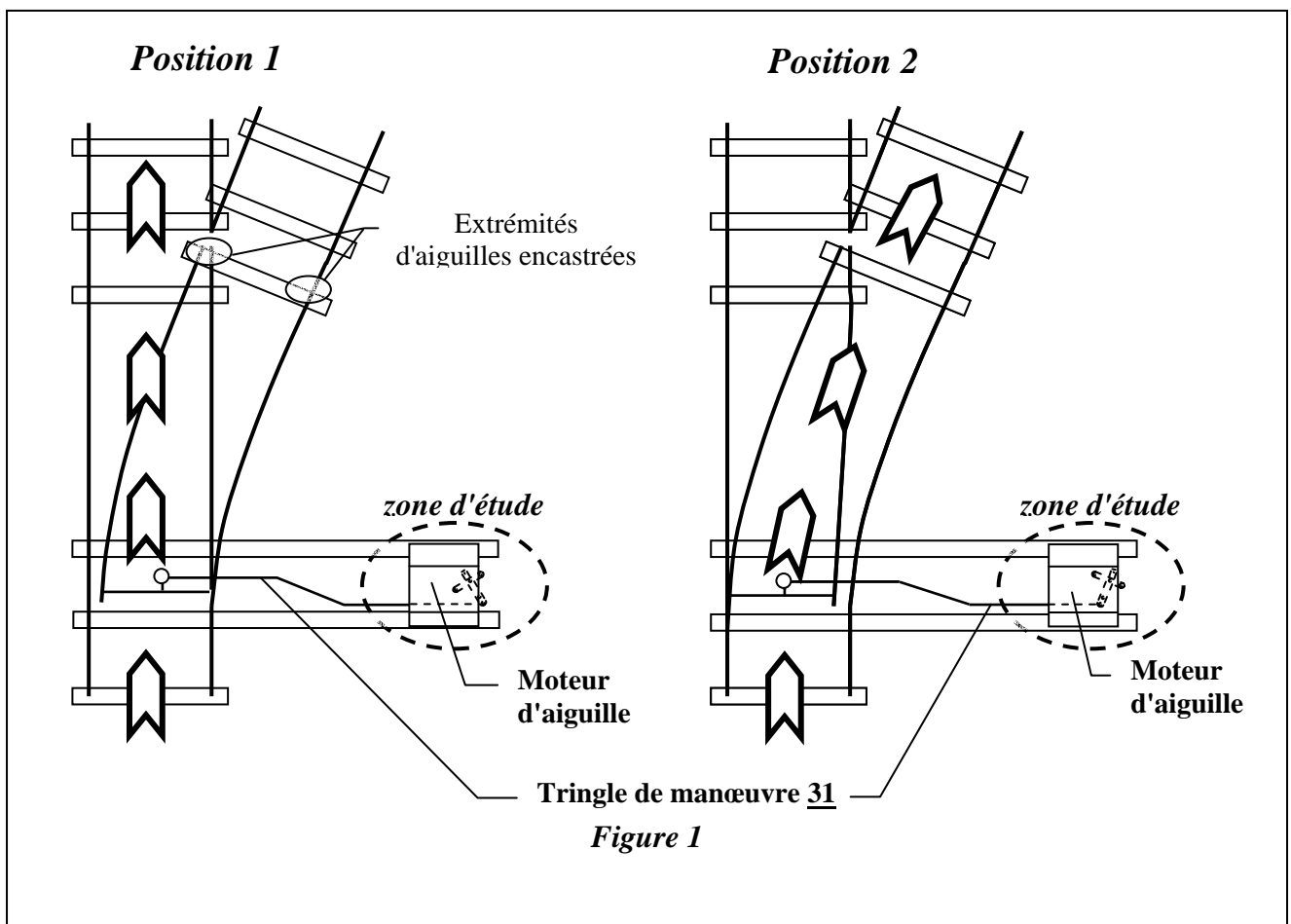
Plan d'ensemble du système étudié (**DT7** et **DT8**)

1. MISE EN SITUATION

Le moteur d'aiguillage étudié permet d'automatiser l'équipement existant sur les lignes de chemin de fer d'Afrique occidentale. Cet appareil répond aux normes de sécurité, de fiabilité et de longévité de la SNCF et peut se monter en lieu et place de l'ancien système manuel.

La fonction principale de ce système est de déplacer et maintenir en position l'extrémité des aiguilles de chemin de fer. Ce déplacement est rendu possible par **déformation élastique des aiguilles** sous l'action d'une tringle de manœuvre.

Le système ne comporte que deux positions stables (voir *figure 1*). Pour chaque position stable, une des aiguilles est plaquée sur un rail fixe.



Les documents techniques **DT4**, **DT5**, **DT7** et **DT8** correspondent à la position 1.

2. MODES DE FONCTIONNEMENT PREVU (voir Documents techniques DT4 à DT7)

2.1. Utilisation normale :

En fonctionnement normal, la commande se fait électriquement. Le moteur électrique 3 entraîne la pompe hydraulique 4 qui alimente le vérin {16+17} en huile sous pression. Le déplacement de la tige de vérin 17 entraîne la rotation de l'ensemble {5+6+19} qui commande la rentrée ou la sortie de la tringle de manœuvre 31 (voir DT5).

En fin de course, des capteurs 23 (voir détail H de DT7) envoient une information au poste d'aiguillage qui coupe l'alimentation du vérin.

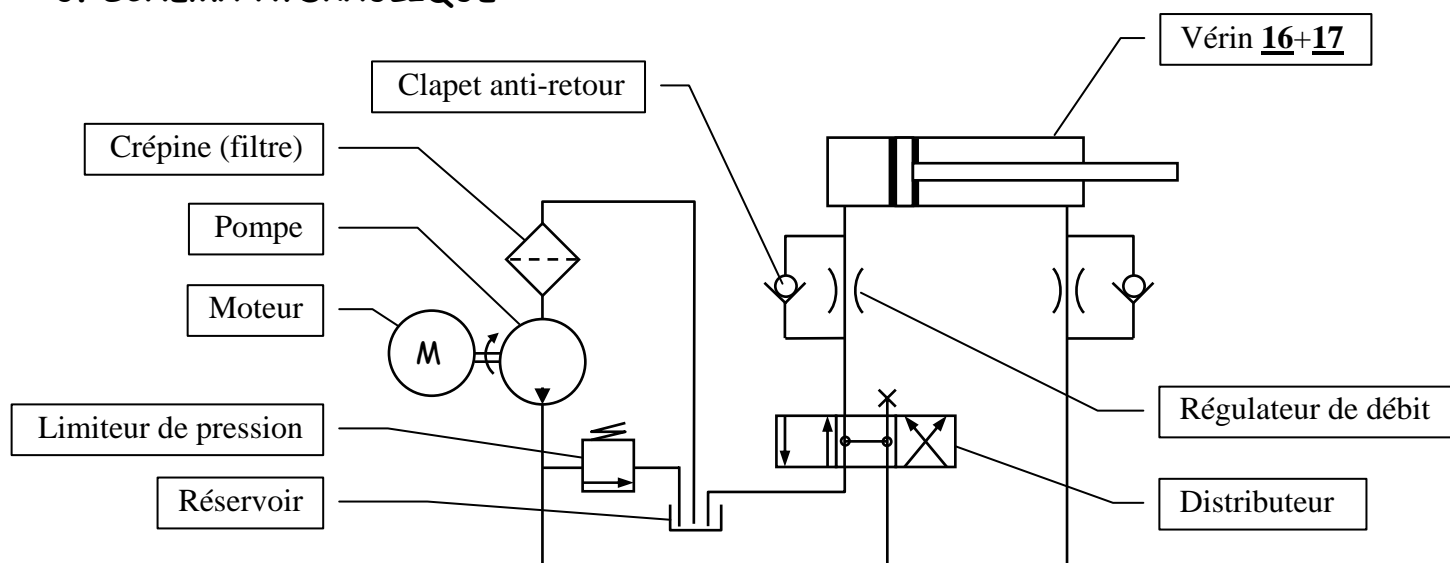
Une fois en position stable, le vérin n'est plus alimenté et l'effort de placage de l'aiguille sur le rail fixe est obtenu par la seule action du ressort 8.

2.2. Utilisation en cas de panne :

En cas de panne, le passage d'une position à une autre est possible par l'action d'un opérateur sur le levier de manœuvre 14. En fonctionnement normal, ce levier est désolidarisé de la chaîne cinématique.

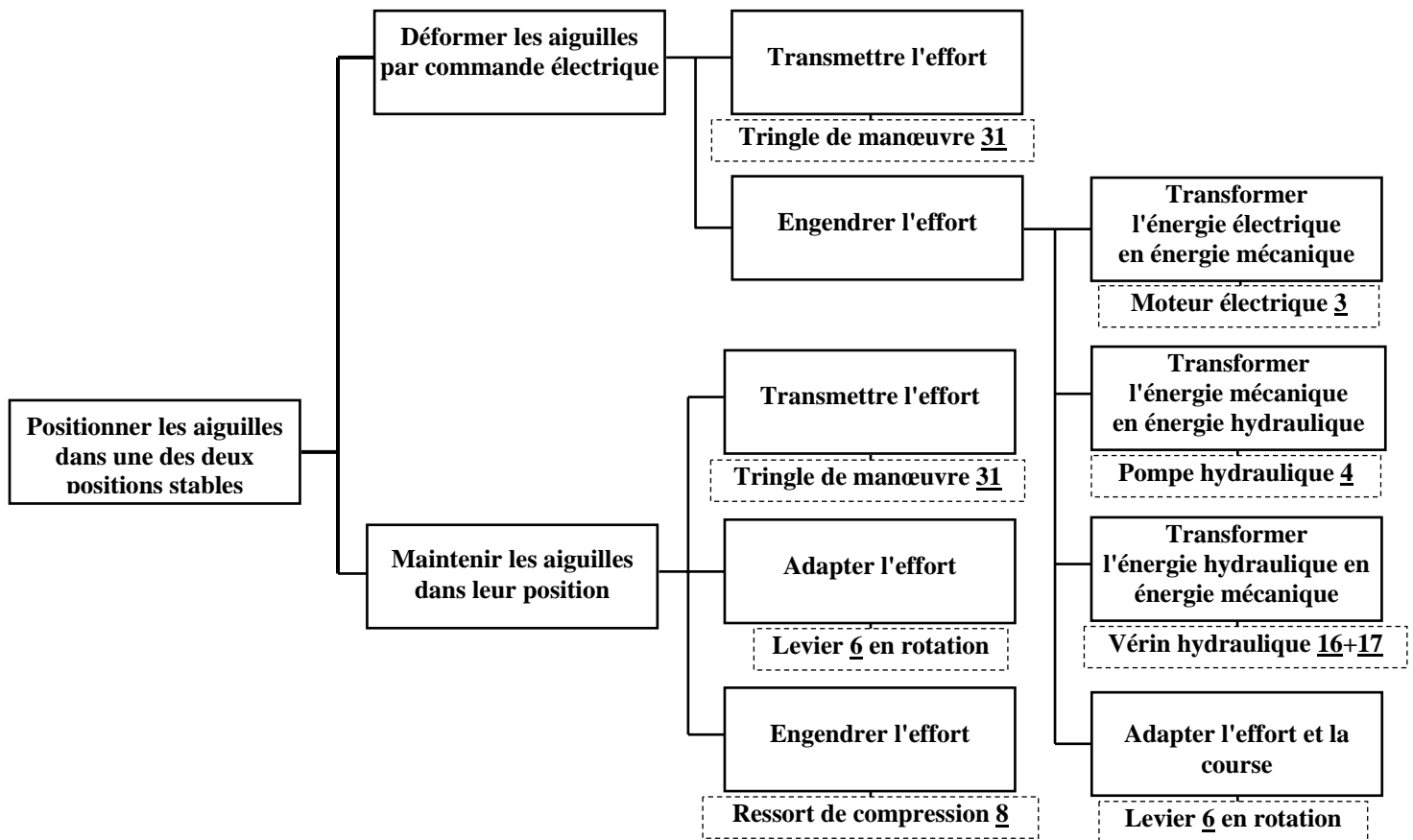
Dans ce cas, la position centrale du distributeur hydraulique (voir schéma ci-dessous) autorise la circulation de l'huile d'une chambre à l'autre et permet donc le mouvement relatif de la tige de vérin 17 par rapport au corps 16. En fin de mouvement, l'effort de placage est toujours obtenu par la seule action du ressort 8.

3. SCHEMA HYDRAULIQUE



En position stable, le distributeur est en position centrale. Les deux chambres du vérin sont en communication afin d'autoriser le déplacement manuel du système en cas de panne.

4. DIAGRAMME FAST (pour le fonctionnement automatique en mode normal)

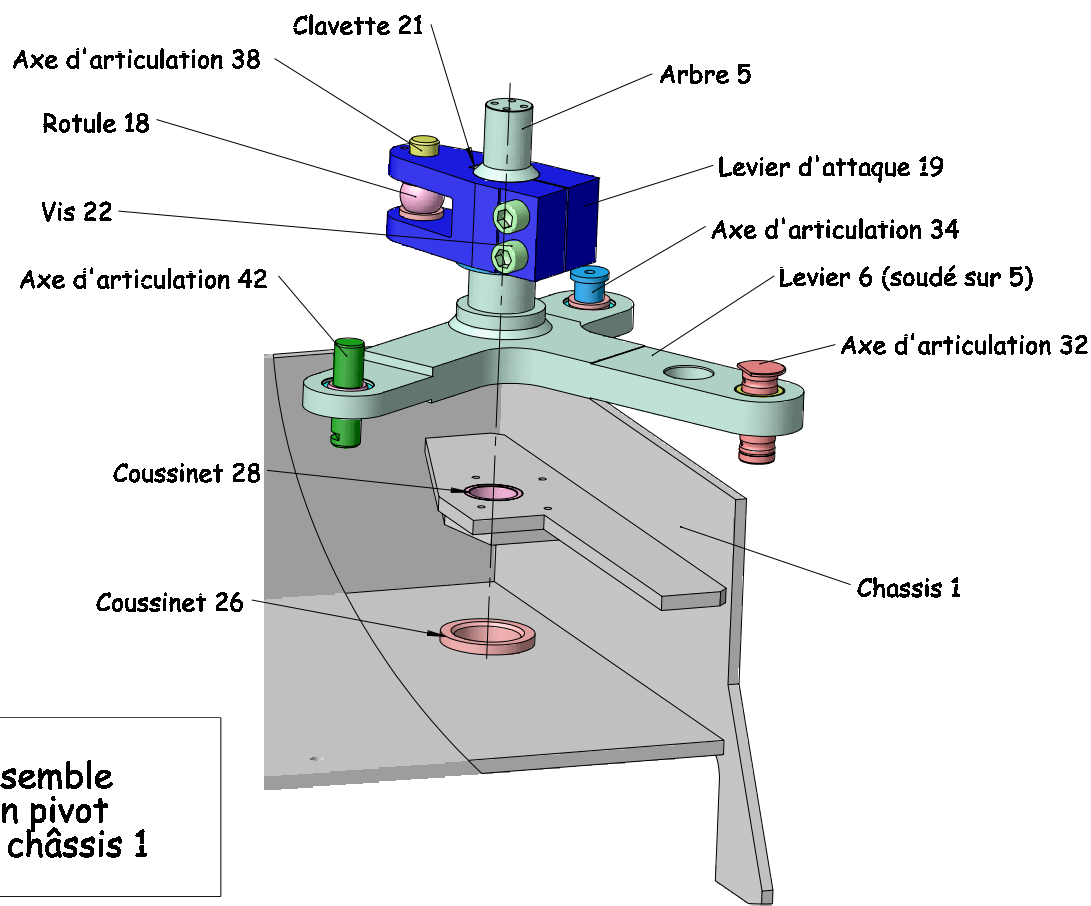
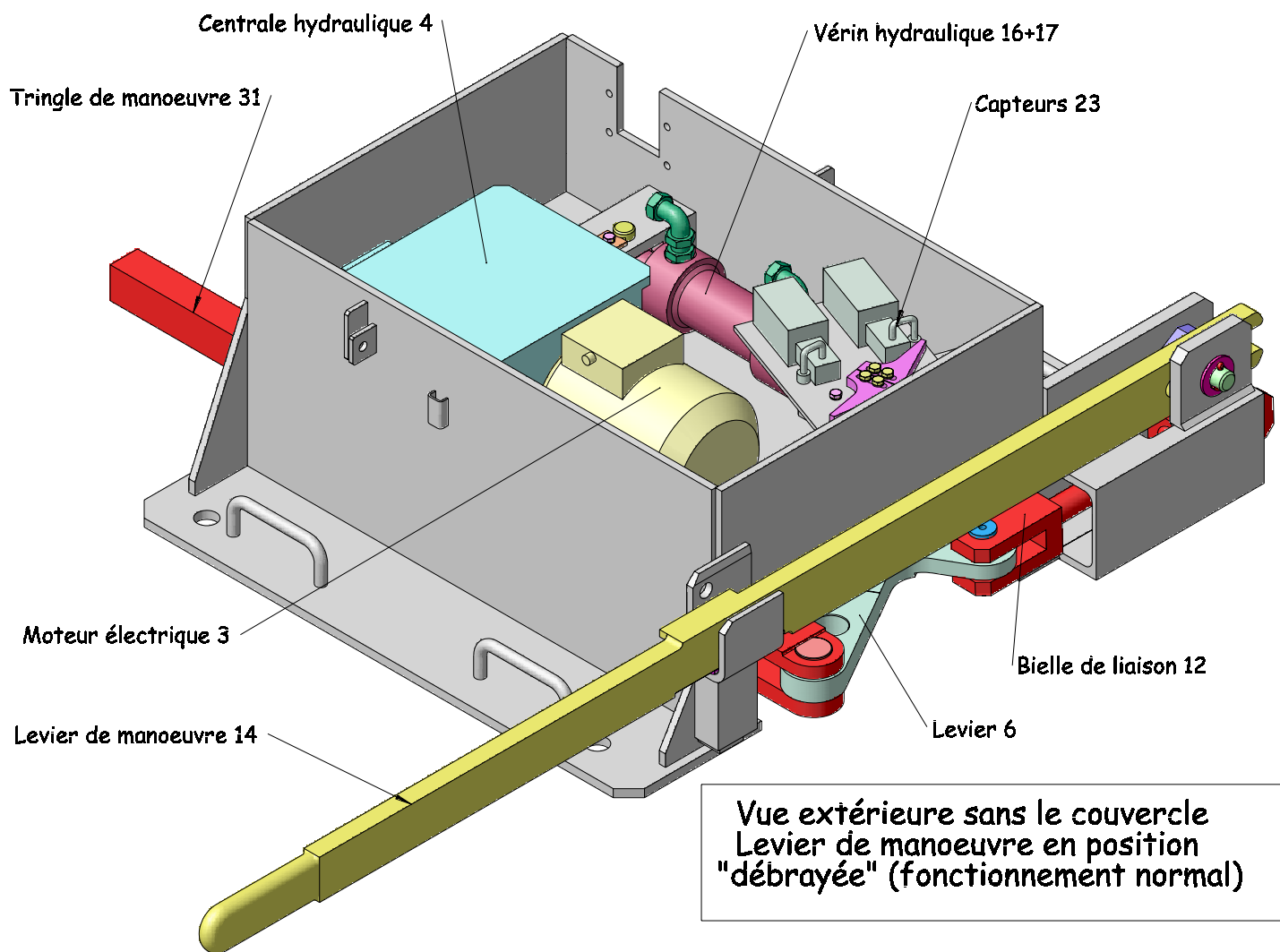


5. CARACTERISTIQUES MECANIQUES DU SYSTEME

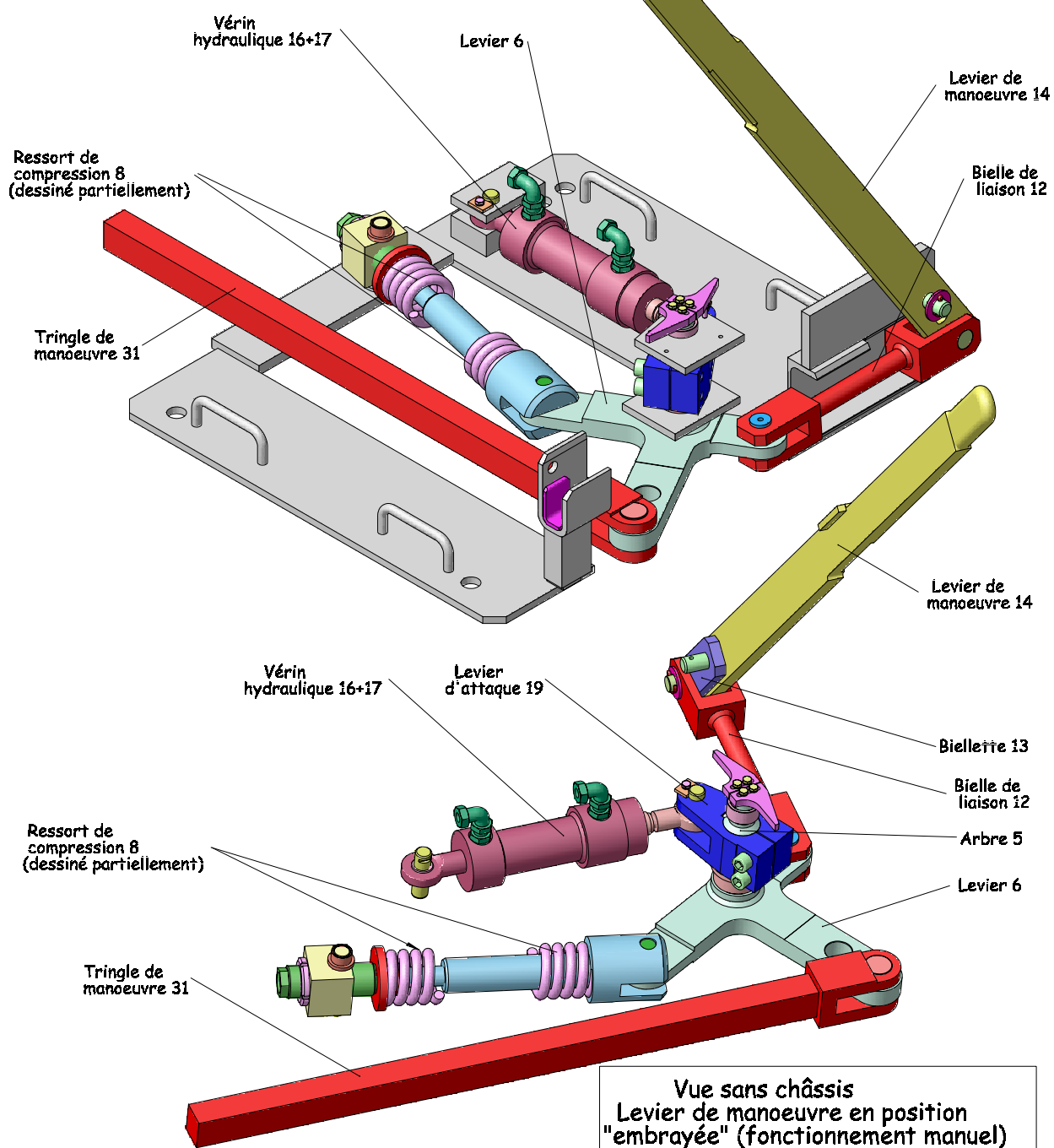
<u>Moteur électrique</u> :	- Puissance nominale :	$P_m = 370 \text{ W}$
	- Fréquence de rotation :	$N_m = 1480 \text{ tr/mn}$
<u>Pompe hydraulique</u> :	- Pression maximale :	$p_{\max} = 250 \text{ bars} = 25 \text{ MPa}$
	- Débit nominal :	$Q_p = 1,1 \text{ l/mn} = 18\,300 \text{ mm}^3/\text{s}$
<u>Vérin</u> :	- Course de la tige :	$c_v = 70 \text{ mm}$
	- Diamètre de piston :	$D_p = 40 \text{ mm}$
	- Diamètre de tige :	$d_t = 28 \text{ mm}$
<u>Ressort</u> :	- Raideur :	$K = 105 \text{ N/mm}$
	- Nombre de spires :	$n = 14,5$
	- Longueur libre :	$L_0 = 280 \text{ mm}$

6. EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES

- Course de la tringle de manœuvre :	$c_t = 220 \text{ mm}$
- Durée maximale des phases de basculement :	$t_{\max} = 3 \text{ s}$ (pour chacune des 2 phases)
- Effort de placage minimum de l'aiguille sur le rail :	$F_p = 900 \text{ N}$ (pour les 2 positions)
- Pression hydraulique maxi de service :	$p_{S\max} = 200 \text{ bars} = 20 \text{ MPa}$
- Effort manuel maxi de manœuvre (en cas de panne) :	$F_m = 380 \text{ N}$

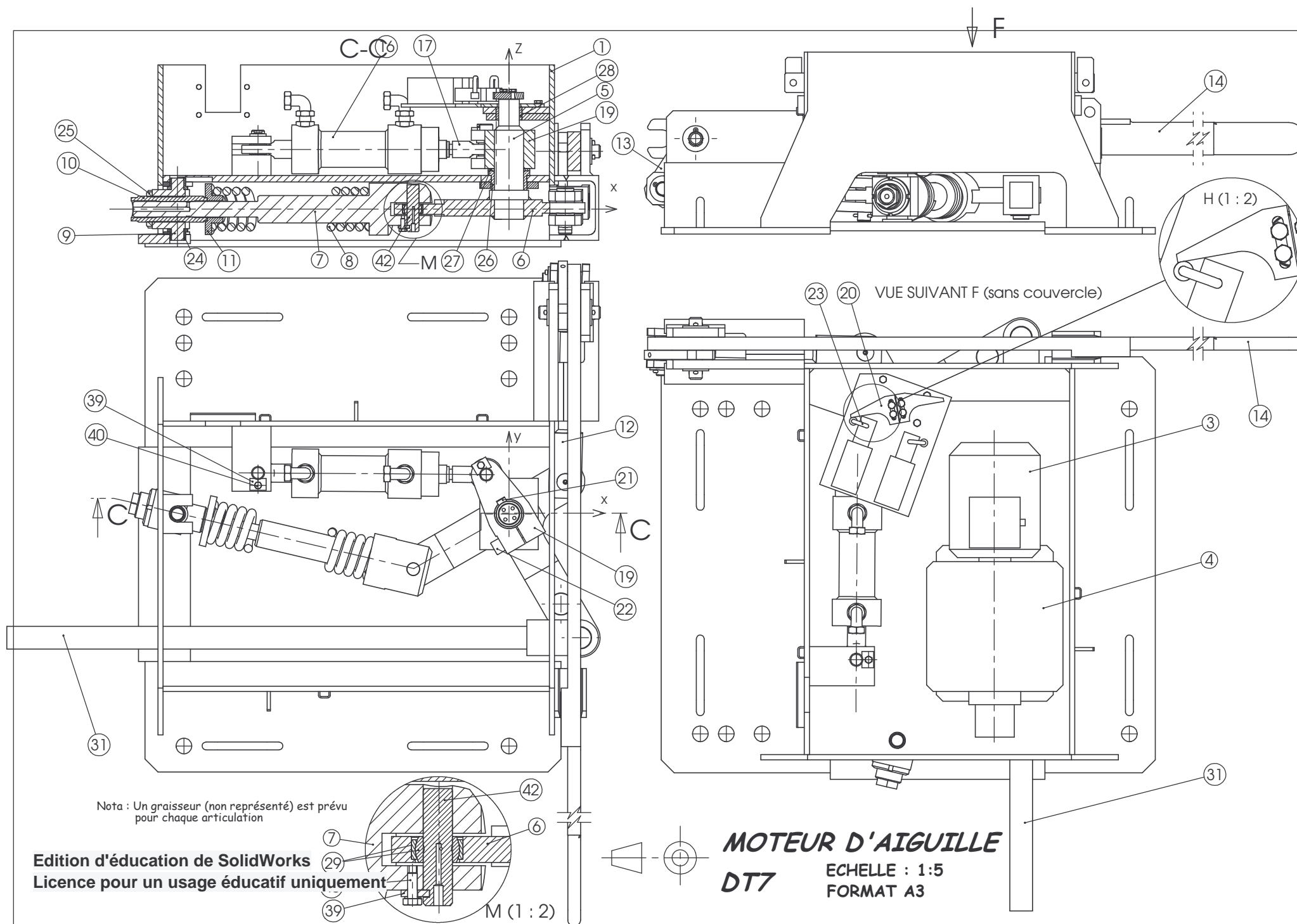


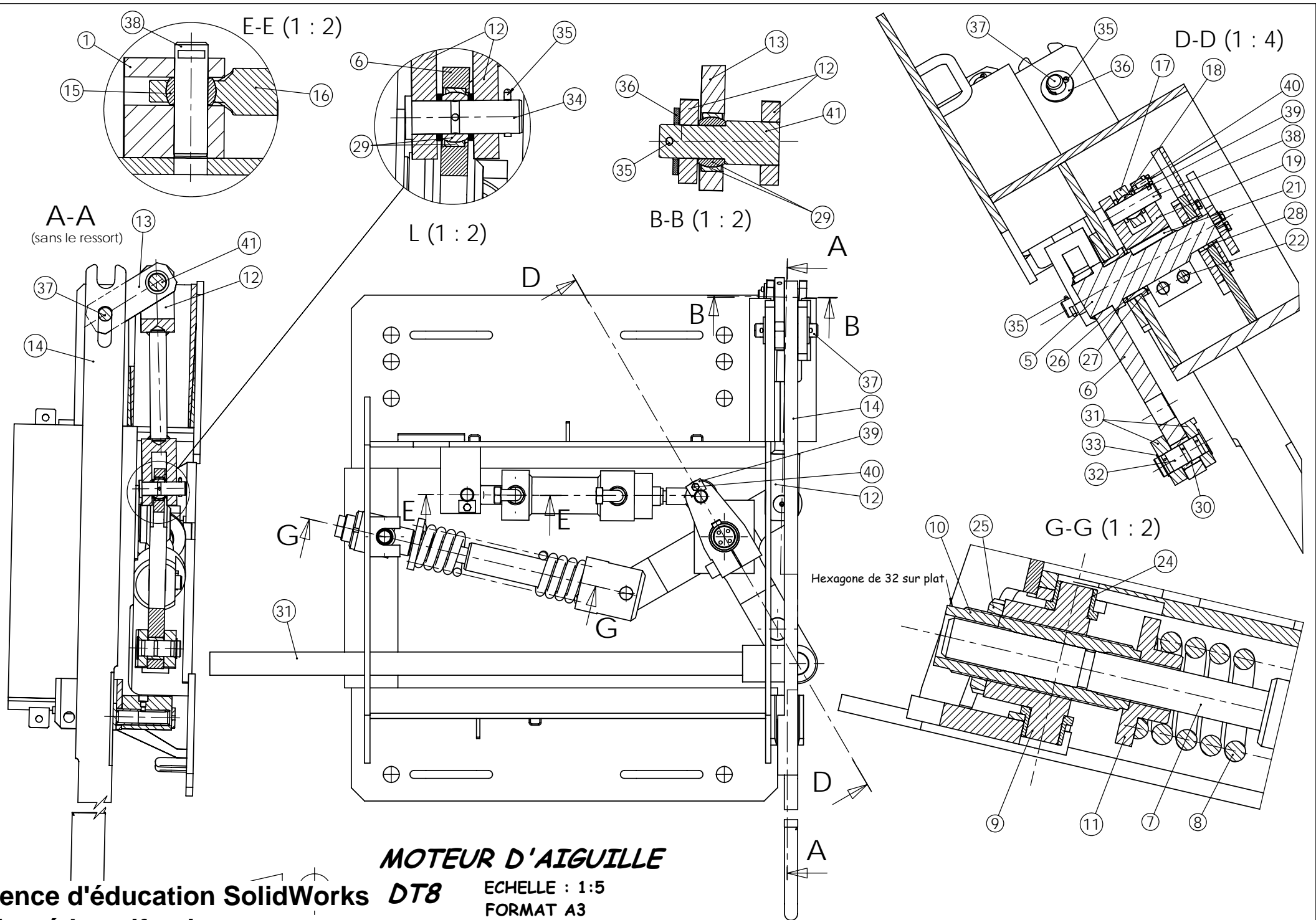
Vue avec châssis incomplet
Levier de manoeuvre en position
"embrayée" (fonctionnement manuel)



Vue sans châssis
Levier de manoeuvre en position
"embrayée" (fonctionnement manuel)

42	1	Axe d'articulation axe guidage ressort - levier	E 335	
41	1	Axe d'articulation bielle de liaison - biellette	E 335	
40	7	Vis H M6 – 16		NF E 25.125
39	3	Frein d'axe	S 255	
38	2	Axe d'articulation du vérin	E 335	
37	1	Axe d'articulation du levier de manœuvre - châssis	E 335	
36	3	Rondelle d'appui M20		NF E 25.514
35	4	Goupille V4 – 40		NF E 27.487
34	1	Axe d'articulation bielle de liaison - levier manœuvre	E 335	
33	1	Anneau élastique pour arbre 24 x 1,2		NF E 22.163
32	1	Axe d'articulation tringle - levier	E 335	
31	1	Tringle	S 255	
30	1	Bague liaison tringle - levier	C 55	
29	3	Rotule GE 20-2RS		SKF
28	1	Coussinet cylindrique, C 32x40x20 de l'arbre	Alliage ferreux FP15	NF E 22.510
27	1	Bague de réglage	S 235	
26	1	Coussinet à collerette, C 45x55x25 de l'arbre	Alliage ferreux FP15	NF E 22.510
25	1	Ecrou à encoches KM8		NF E 22.307
24	2	Coussinet à collerette, C 20x25x18	Alliage ferreux FP15	NF E 22.510
23	2	Interrupteur de position		
22	2	Vis CHC M14-60, 8.8		NF E 25.125
21	1	Clavette parallèle forme A 14x9x65	E 335	NF E 22.177
20	2	Doigt de commande	S 235	
19	1	Levier d'attaque du vérin	S 255	
18	1	Rotule GIHN – K20 LO		SKF
17	1	Tige de vérin		
16	1	Corps de vérin muni de deux équerres orientables		
15	1	Rotule GK 20 DO (fixée axialement par coups de pointeau)		SKF
14	1	Levier de manœuvre manuelle	S 235	
13	1	Biellette	S 255	
12	1	Bielle de liaison constituée de 2 chapes et d'une tige	S 255	
11	1	Rondelle d'appui du ressort	E 335	
10	1	Douille de réglage (filetage M40x1,5)	Cu Sn 14	
9	1	Pivot	E 295	
8	1	Ressort de compression (Longueur libre = 280 mm)	C 65	14,5 Spires
7	1	Axe de guidage du ressort	E 335	
6	1	Levier	S 235	
5	1	Arbre	25 Cr Mo 4	
4	1	Centrale hydraulique		
3	1	Moteur électrique 0,25 KW - N = 1 500 tr/min		
2	1	Couvercle	S 235	
1	1	Châssis	S 235	Mécano-soudé
Rep.	Nb.	Désignation	Matériau	Observation





DOSSIER "TRAVAIL DEMANDE"

Ce dossier comprend 6 pages.

Il est composé de 4 parties pour lesquelles il est conseillé de consacrer la durée suivante :

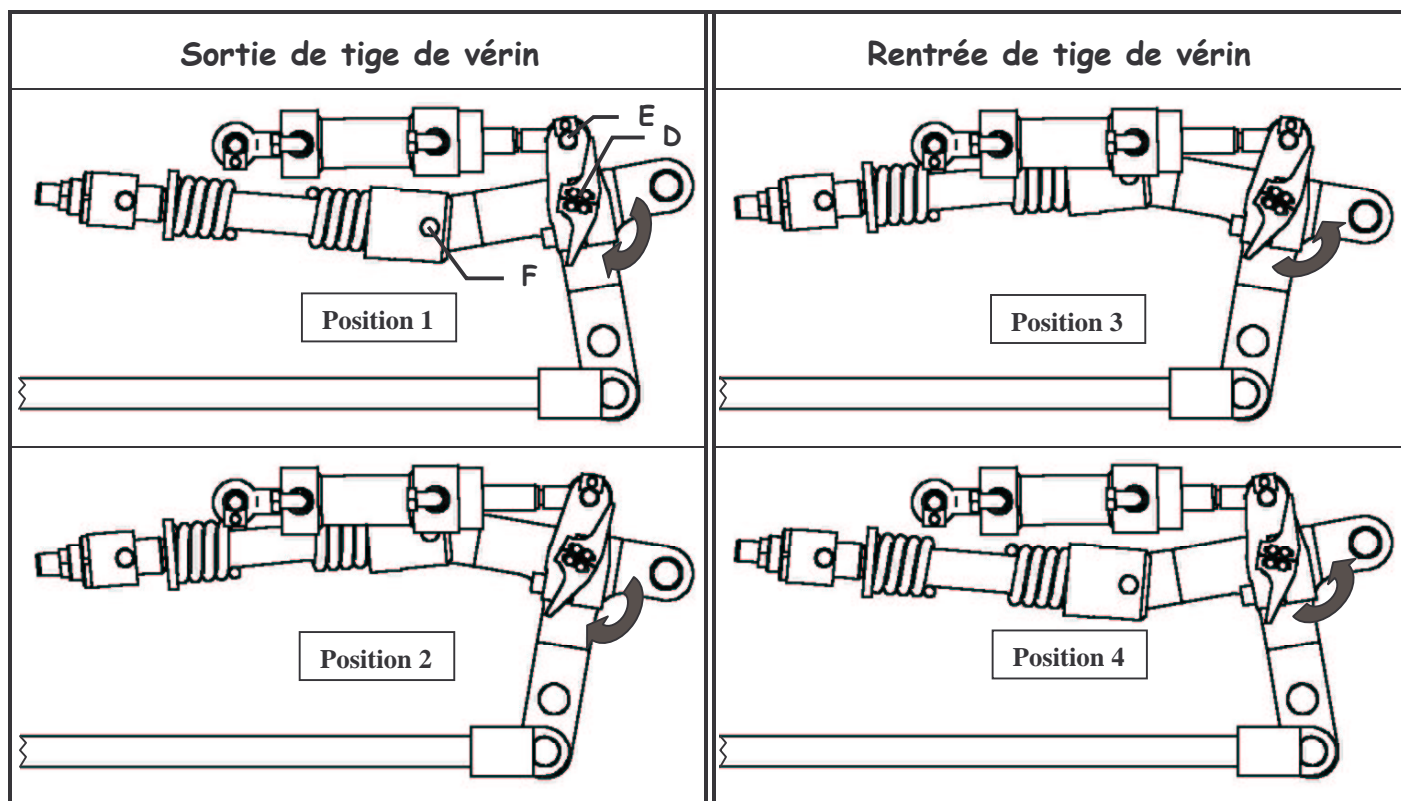
Lecture du sujet	0 h 30
Partie 1 : Analyse du fonctionnement en mode normal	1 h 30
Partie 2 : Etude du système de commande manuelle	1 h 15
Partie 3 : Détermination de la précontrainte du ressort	2 h 00
Partie 4 : Vérification du dimensionnement du vérin	0 h 45

Répondre sur copie et compléter les documents réponse.

PARTIE 1 : Analyse du fonctionnement en mode normal

But: Vérifier la durée et l'égalité des temps de manœuvre ainsi que la course de la tringle de manœuvre **31**.

1.1. Chaque phase de manœuvre (aller ou retour) peut se décomposer en 2 sous-phases durant lesquelles le ressort **8** est soit résistant, soit moteur. Pour chaque position intermédiaire définie ci-dessous, préciser sur copie si le ressort est résistant ou moteur.



1.2. Etude du fonctionnement du vérin :

Hypothèses simplificatrices de l'étude :

- On suppose le mouvement uniforme sur toute la course du vérin pour chaque phase.
- On néglige les pertes dans les régulateurs de débit.

1.2.1. Décrire rapidement la réalisation technologique de la liaison entre le levier d'attaque **19** et l'arbre **5**. (Voir *document DT4* et *document DT8* coupe D-D)

1.2.2. Analyse de la circulation d'huile et des débits pour les 2 phases de fonctionnement du vérin :

Sur le **document réponse DRI**, on donne les schémas hydrauliques relatifs à la sortie et à la rentrée de tige de vérin.

Sur chaque schéma, préciser par des flèches le sens des débits **repérés Q1, Q2, Q3** (on précisera **Qi = 0** si le débit est nul).

1.2.3. Détermination de la section des 2 chambres :

Compléter le tableau du *document réponse DR1* en précisant :

- la formule littérale utilisée
- le résultat numérique

Rappel : Relation liant la vitesse de tige V_t au débit Q dans une chambre de section S_{ch}

$$V_t = Q / S_{ch}$$

1.2.4. Détermination de la vitesse de sortie de tige V_{ts} :

- a- Exprimer le débit Q_2 en fonction de la vitesse de tige V_{ts} .
- b- Exprimer la vitesse de tige V_{ts} en fonction du débit Q_1 .
- c- En utilisant la relation donnée dans le tableau du *document réponse DR1*, déterminer l'expression de la vitesse de tige V_{ts} en fonction des débits Q_p et Q_2 .
- d- Calculer la vitesse de sortie de tige V_{ts} .

1.2.5. Détermination de la vitesse de rentrée de tige V_{tr} :

- a- Exprimer la vitesse de tige V_{tr} en fonction du débit Q_p .
- b- Calculer la vitesse de rentrée de tige V_{tr} .

1.2.6. Déterminer la durée théorique des phases de sortie t_s et de rentrée t_r .

Préciser si les données du cahier des charges sont respectées.

1.2.7. Préciser le rôle des régulateurs de débit. Dans lesquelles des 4 positions définies à la question

1.1. sont-ils nécessaires et pour quelles raisons ?

1.3. Détermination de la course de la tringle de manœuvre **31** :

Les tracés sont à effectuer sur le *document réponse DR2* (*Attention échelle 1:2*).

La position du mécanisme correspond à la *position 1* définie sur le *document technique DT1*.

Les points **D** et **K** sont des points fixes par rapport à **1** (centres des articulations sur le châssis).

1.3.1. Préciser la nature du mouvement du levier **6** par rapport au châssis **1**.

Préciser et tracer les trajectoires des points : **E** \in **6/1** et **H** \in **6/1**.

1.3.2. Déterminer précisément la position des points **E**₂ et **H**₂ correspondant à la course maximale du vérin (voir *DT3*). Justifier votre tracé.

1.3.3. Mesurer la course de la tringle de manœuvre **31** et préciser si le cahier des charges est respecté.

PARTIE 2 : Etude de la commande manuelle

But: Analyser et modifier le système de commande manuelle actuel.

2.1. Analyse de la solution actuelle (tracés à effectuer sur le *document réponse DR3*)

- 2.1.1. Préciser la nature du mouvement de la biellette 13 par rapport au châssis 1 lors de la manœuvre. Déterminer la trajectoire du point **B**€ 13/1 (B : centre de la liaison entre 13 et 12) préciser à quel plan elle appartient et la tracer sur le *document réponse DR3*.
- 2.1.2. Préciser la nature du mouvement du levier 6 par rapport au châssis 1. Déterminer la trajectoire du point **A**€ 6/1 (A : centre de la liaison entre 6 et 12), préciser à quel plan elle appartient et la tracer sur le *document réponse DR3*.
- 2.1.3. Préciser la nature de la liaison bielle 12 / levier 6 (voir détail L du document DT8).
- 2.1.4. A partir du mode de fonctionnement normal, expliquer en quelques lignes la chronologie des actions à réaliser par l'opérateur pour manœuvrer le système en mode manuel.

2.2. Modification de la solution :

Le but de la modification est de simplifier le système de commande manuelle actuel (voir DR7).

En effet celui-ci nécessite un grand nombre de pièces pour une utilisation très occasionnelle.

Une pré-étude a permis de s'orienter vers une nouvelle solution visant à supprimer la bielle de liaison 12 ainsi que la biellette 13. Pour cela :

- *la position de l'articulation du levier de manœuvre 14 sur le châssis 1 doit être modifiée et rapprochée du levier 6 ;*
- *la liaison entre le levier de manœuvre 14 et le levier 6 peut être directe et réalisée par un contact ponctuel bilatéral.*

La solution technologique retenue pour réaliser cette liaison est la suivante :

- *partie sphérique rapportée sur le levier 6 modifié ;*
- *rainure débouchante sur le levier de manœuvre 14 permettant le débrayage de ce dernier par le désengagement de la partie sphérique par rapport au levier 14 pour le mode de fonctionnement normal.*

Remarques :

Le document réponse DR7 propose 3 vues extérieures de droite relatives à 3 positions particulières du levier de manœuvre 14 (position de non-interférence, position stable et position verticale).

De plus, le châssis est représenté modifié au niveau de sa liaison avec le levier 14 (nouveau support soudé).

Sur le *Document réponse DR7*, représenter :

- Les formes du levier de manœuvre 14 ainsi que sa liaison avec le doigt sphérique rapporté 43 :

En utilisant les 3 vues extérieures de droite :

Déterminer la longueur du levier de manœuvre 14 afin que les deux conditions suivantes soient respectées :

- contact correct rainure / sphère pour toute position du mécanisme ;
- condition de non interférence avec le support soudé sur le châssis lors du passage de la position débrayée à la position manuelle.

Déterminer la longueur de la rainure débouchante. Préciser sur le dessin la condition fonctionnelle permettant de déterminer cette longueur.

- La liaison pivot entre le châssis 1 et l'axe 37.

- La liaison complète entre le doigt sphérique rapporté **43** et le levier **6** :
 - mise en position : appui plan et centrage court ;
 - maintien en position : à définir.

PARTIE 3 : Détermination de la précontrainte du ressort

But : Déterminer la valeur de la précontrainte du ressort et le mode opératoire permettant de la régler.

Hypothèses : On néglige le poids propre des différentes pièces devant les efforts mis en jeu.

On suppose les liaisons parfaites.

On suppose le problème assimilable à un problème plan ($D; \overrightarrow{X}, \overrightarrow{Y}$) pour l'étude réalisée.

L'effort de placage minimum de l'aiguille sur le rail est : $F_P = 900 \text{ N}$.

3.1. Modélisation des liaisons et actions mécaniques

3.1.1. Préciser la nature des liaisons suivantes (voir **documents techniques DT7 et DT8**) :

- châssis **1** / { arbre **5** + levier **6** + levier d'attaque **19** } : $\mathcal{L}_{1/6}$ de centre **D**
- tringle de manœuvre **31** / levier **6** : $\mathcal{L}_{31/6}$ de centre **H** (voir coupe **D-D** du document **DT8**)
- axe **7** de guidage du ressort / levier **6** : $\mathcal{L}_{7/6}$ de centre **F** (voir détail **M** du document **DT7**)

3.1.2. Ecrire les éléments de réduction des torseurs des actions transmissibles dans l'espace de ces trois liaisons $\{\mathcal{T}_{1/6}\}_D$; $\{\mathcal{T}_{31/6}\}_H$; $\{\mathcal{T}_{7/6}\}_F$.

3.1.3. En tenant compte de l'hypothèse de résolution d'un problème plan, préciser les éléments de réduction des torseurs d'actions mécaniques transmissibles de ces trois liaisons

3.2. Etude statique de détermination de $\overrightarrow{F}_{7/6}$.

Hypothèses de travail :

- Toutes les actions mécaniques sont modélisables par des glisseurs.
- L'effort $\overrightarrow{H}_{31/6}$ (de norme **900 N**) de la tringle **31** sur le levier **6** est défini sur le **document DR4**.

Remarques:

Plusieurs méthodes de résolution sont possibles, le candidat choisira la méthode de son choix.

Toutes les données nécessaires sont fournies sur le **document réponse DR4**.

Les réponses sont à rédiger sur copie et les tracés éventuels à réaliser sur le **document DR4**.

(Attention, échelle 1:2,5)

3.2.1. Préciser l'ordonnancement des isolements à effectuer pour déterminer $\overrightarrow{F}_{7/6}$.

3.2.2. Résoudre les différents équilibres en précisant votre démarche et en déduire l'action de l'axe de guidage **7** sur le levier **6**.

3.3. Etude du réglage de la précontrainte (voir coupe G-G, **document DT8**)

Compte tenu des contraintes de fonctionnement difficiles, l'entreprise choisit de majorer très largement l'effort fourni par le ressort afin de garantir une valeur minimale réelle de l'effort de placage supérieure à **900 N**. Son expérience lui a fait retenir un effort F_R d'intensité **3250 N**.

Les caractéristiques du ressort **8** sont données dans le dossier technique page **DT3**.

3.3.1. Déterminer la flèche **f** correspondant à l'effort F_R .

3.3.2. Le réglage de la flèche se fait par l'intermédiaire de la douille de réglage **10**. On la visse jusqu'à ce que la rondelle d'appui du ressort **11** vienne en contact avec ce dernier.

Le pas du filetage de la douille de réglage **10** est : $p_{10} = 1,5$ mm.

Déterminer le nombre de tours restant à effectuer pour obtenir la flèche désirée.

3.3.3. Préciser comment on immobilise l'ensemble dans la position réglée précédemment.

3.4. Détermination du schéma de montage du sous-ensemble lié au ressort (sauf écrou à encoche **25**) : pièces **1; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 24; 29; 42** (voir DT 7, détail M et DT8, coupe G-G)

Compléter l'ébauche de schéma de montage donné sur le *document réponse DR5* en complétant les maillons d'assemblages manquants.

3.5. On désire réaliser ce sous-ensemble avec un logiciel de conception mécanique (modeleur 3D).

On donne sur le *document réponse DR5* une partie de l'arbre de construction sous forme de tableau.

Remarque : Les pièces ne sont pas représentées à la même échelle.

L'étape d'assemblage des coussinets **24** sur le pivot **9** est donnée à titre d'exemple.

Compléter le tableau d'assemblage du *document réponse DR5* en repérant et en nommant les surfaces fonctionnelles de chaque pièce et en proposant les contraintes d'assemblage nécessaires.

Les principales contraintes d'assemblage possibles sont les suivantes :

contraintes	entités géométriques concernées
coaxialité	deux surfaces de révolution
tangence	deux surfaces quelconques
coïncidence	deux points un point et une ligne (arête ou axe) un point et une surface plane deux lignes une ligne et une surface plane deux surfaces planes
parallélisme	deux lignes deux surfaces planes
perpendicularité	deux lignes deux surfaces planes
à distance	deux points un point et une ligne (arête ou axe) un point et une surface plane deux lignes une ligne et une surface plane deux surfaces planes

3.6. On donne le dessin de définition du pivot **9** sur le *document DR6*.

Porter à main levée sur ce dessin les dimensions fonctionnelles et les spécifications géométriques de position et d'orientation relatives aux contraintes de montage et de fonctionnement.

3.7. Décrire en quelques phrases concises la réalisation technologique de la liaison entre le pivot **9** et le châssis **1**. (Voir coupe G-G, *document DT8*)

Préciser les formes et le rôle des usinages réalisés sur le châssis **1** au niveau de cette liaison.

PARTIE 4 : Vérification du dimensionnement du vérin

But: Vérifier si le couple pompe hydraulique – vérin permet bien d'obtenir l'effort moteur nécessaire.

Hypothèses : On néglige le poids propre des différentes pièces devant les efforts mis en jeu.

On suppose les liaisons parfaites.

On suppose le problème assimilable à un problème plan (\vec{X} , \vec{Y}) pour l'étude réalisée.

On néglige les effets dynamiques et on suppose la vitesse de tige de vérin constante.

L'effort de précontrainte du ressort est : $F_R = 3250 \text{ N}$.

Effort $E_{17/6}$ en sortie de tige

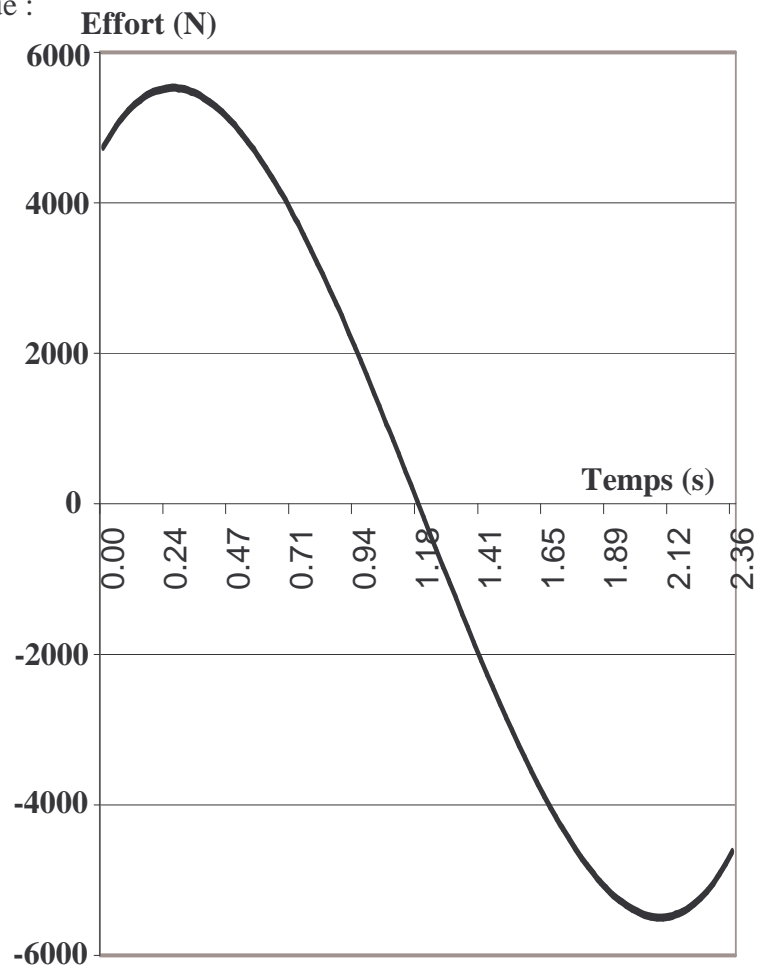
4.1. Analyse des résultats de l'étude informatique :

Le mode de fonctionnement normal a été simulé avec un logiciel.

On donne courbe d'évolution de l'effort du vérin pour le passage de la **position 1** à la **position 2** (positions définies sur le **document DT1**).

Les hypothèses de cette simulation sont :

- effets dynamiques négligés
- vitesse de sortie de tige constante

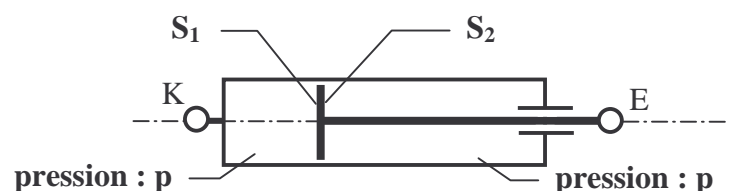


4.1.1. Déterminer la valeur maximale de cet effort.

4.1.2. Interpréter le signe négatif de cet effort sur la deuxième moitié de la course.

4.2. Détermination de la pression nécessaire :

Le mouvement étudié correspond à la phase de sortie de vérin, les deux chambres sont alimentées à la même pression **p**.



4.2.1. Ecrire l'expression littérale de la norme de la résultante des actions de pression sur le piston.

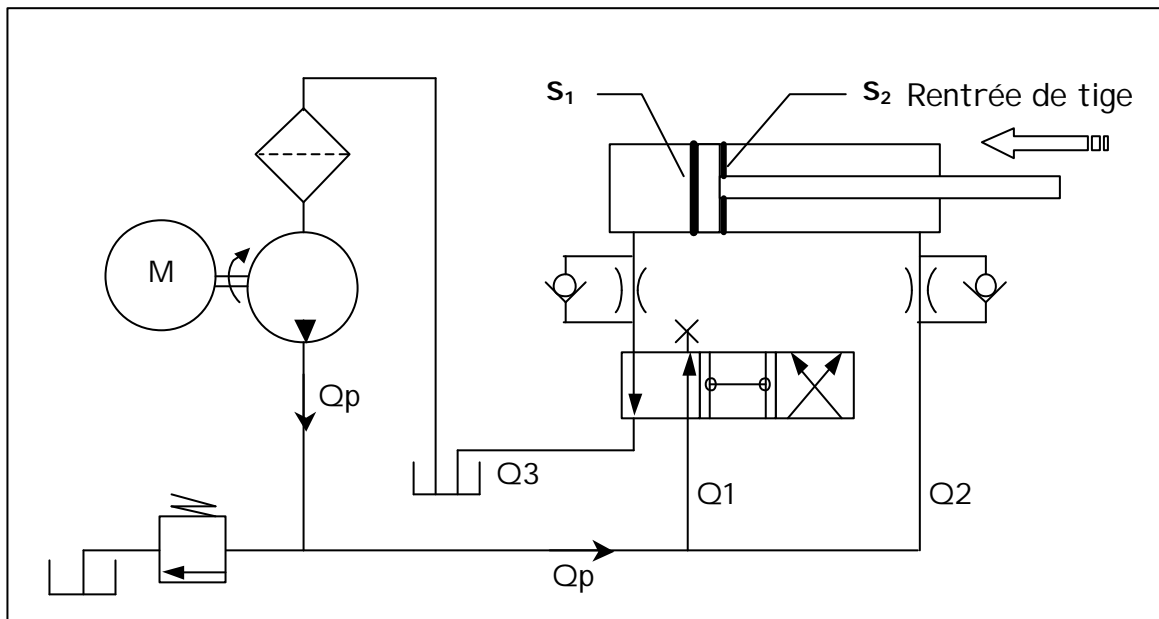
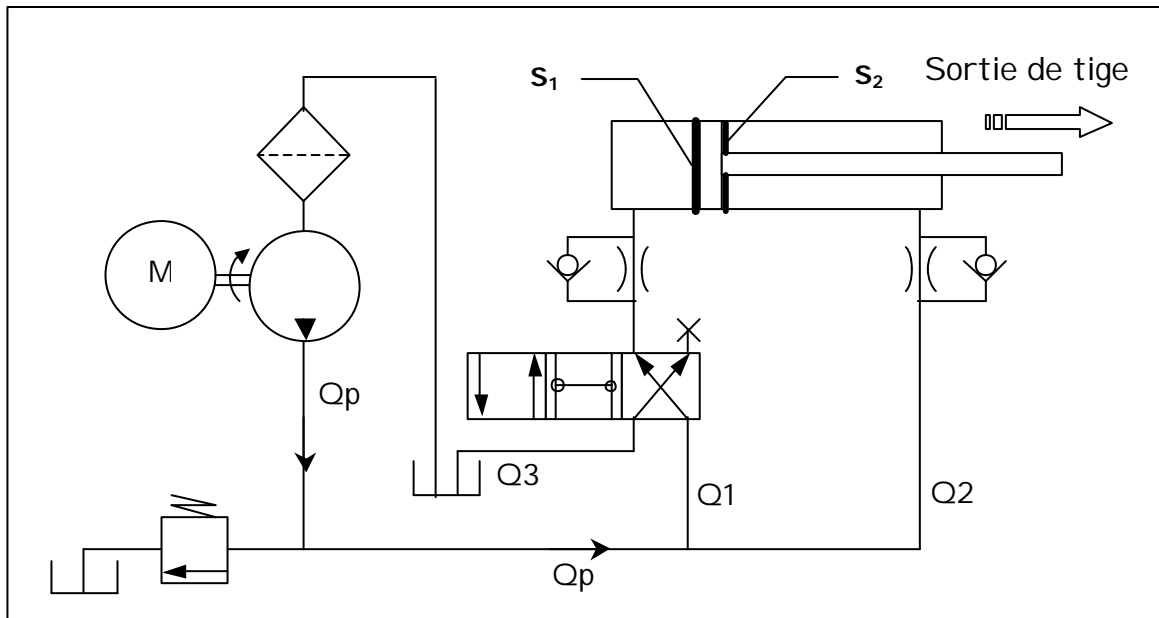
4.2.2. En déduire la pression d'alimentation du vérin correspond à l'effort maximal déterminé à la question **4.1.1**.

4.2.3. Préciser si la pompe hydraulique est en mesure de fournir cette pression.

DOSSIER "DOCUMENTS REPONSES"

Ce dossier comprend 7 pages repérées **DR1** à **DR7** .

Tous les documents sont à joindre à la copie.



Rappel des données numériques :

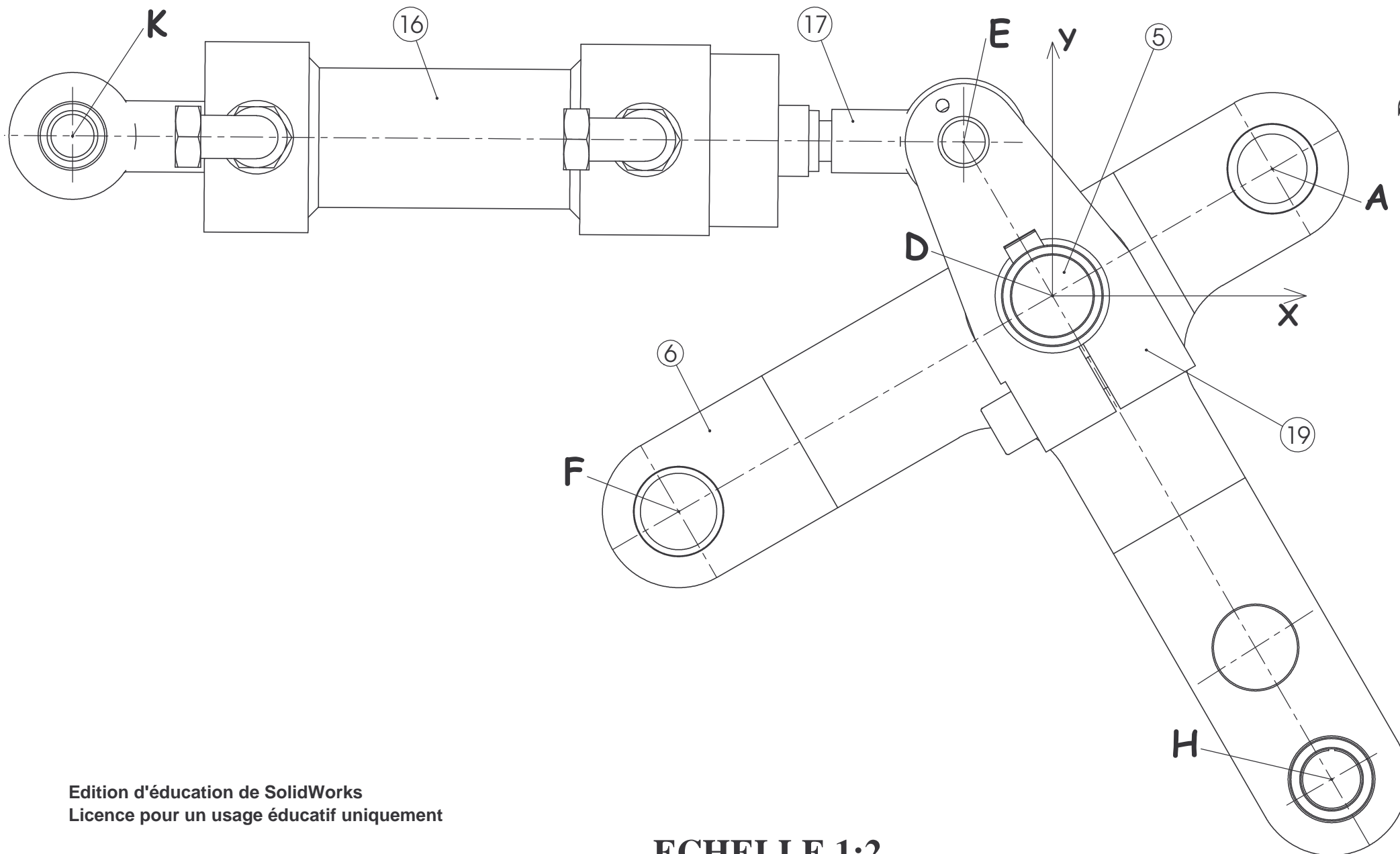
débit de la pompe : $Q_p = 18\,300 \text{ mm}^3/\text{s}$

diamètre du piston : $D_p = 40 \text{ mm}$

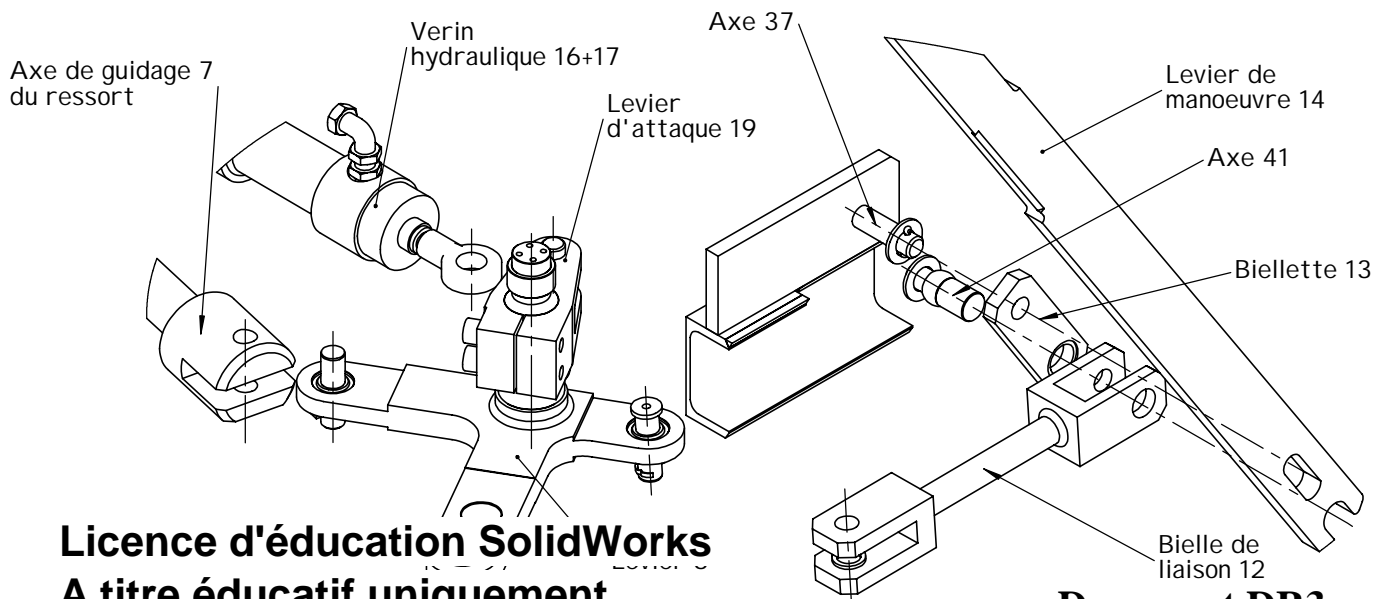
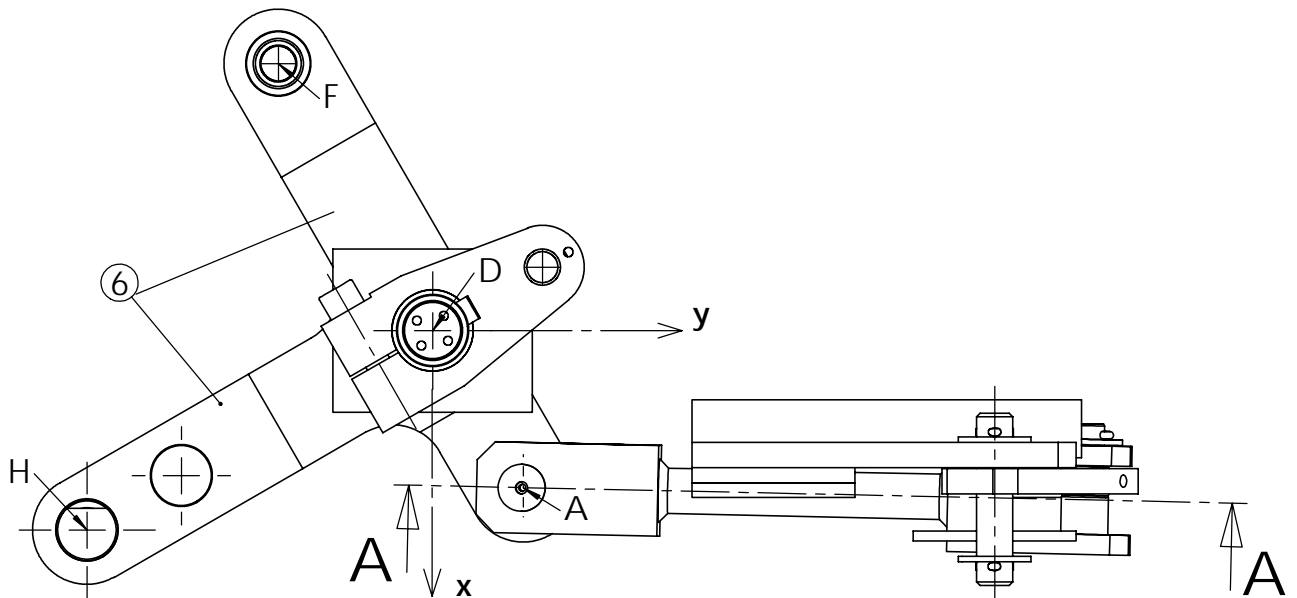
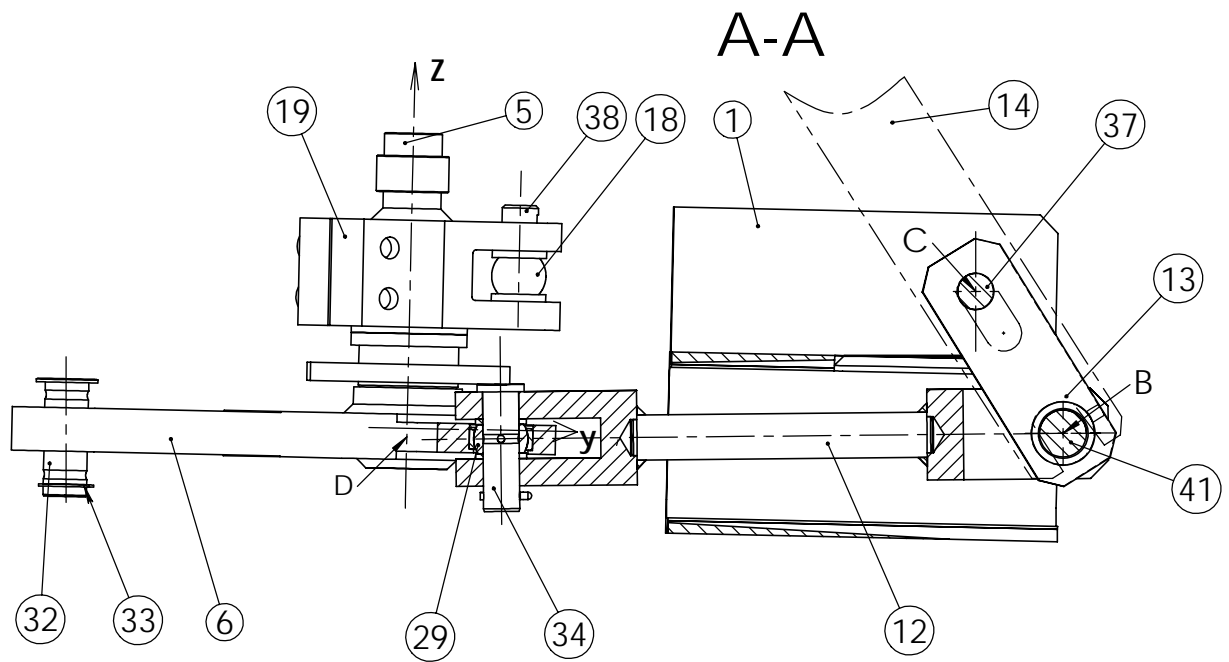
diamètre de la tige : $d_t = 28 \text{ mm}$

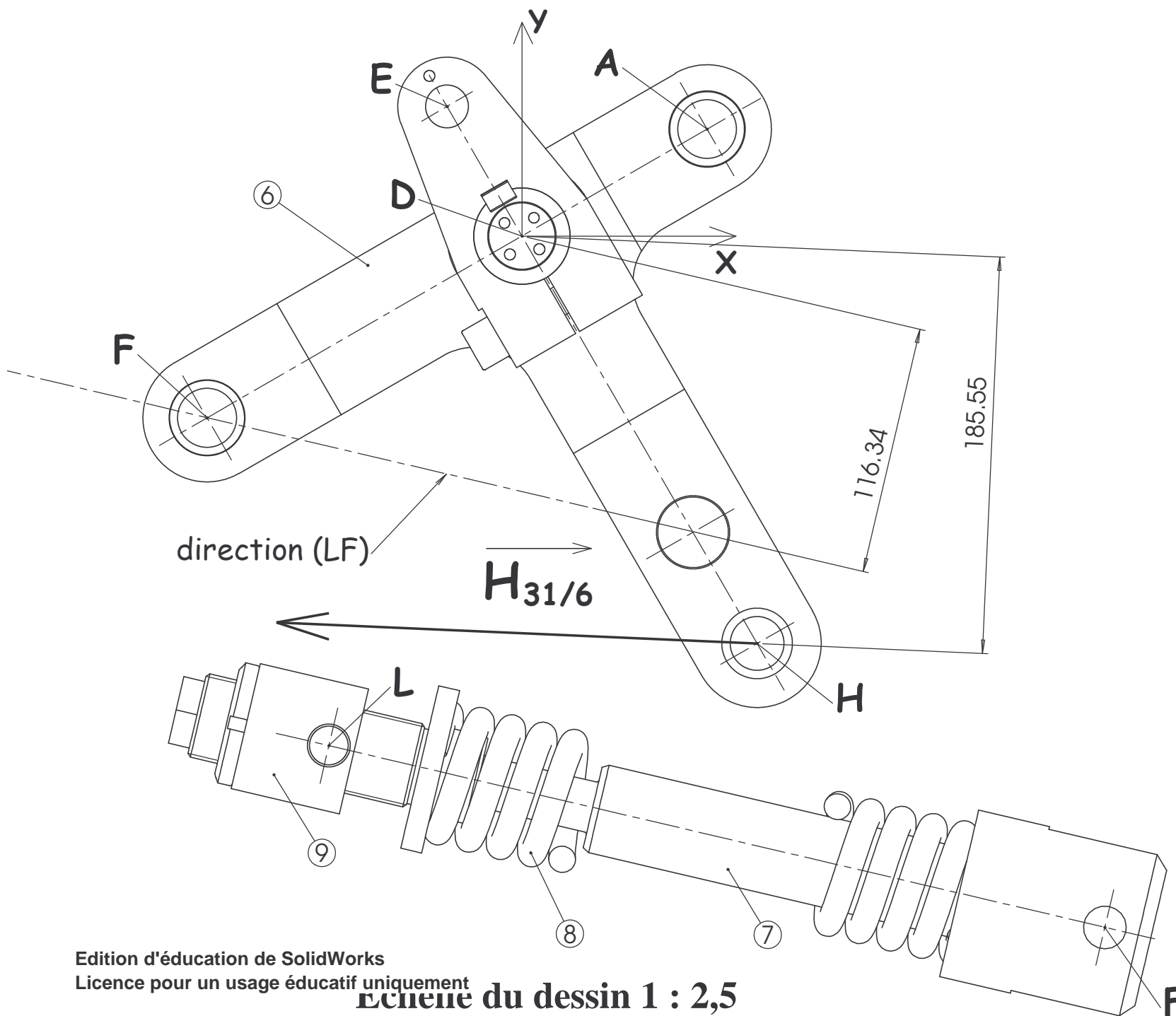
course de la tige : $c_v = 70 \text{ mm}$

	sortie de tige	réentrée de tige
Débit dans la chambre	$Q_1 = Q_2 + Q_p$	$Q_2 = Q_p$
Section de la chambre	$S_1 =$ $=$ mm^2	$S_2 =$ $=$ mm^2



Echelle 1:3



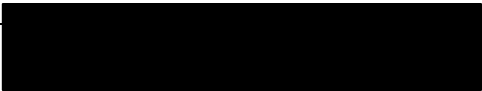
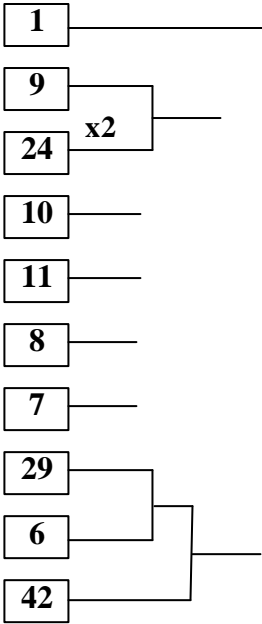


Effort $\vec{H}_{31/6} \begin{vmatrix} 899 \\ -39 \\ 0 \end{vmatrix}$

$\vec{DF} \begin{vmatrix} -147,2 \\ -85 \\ 0 \end{vmatrix}$

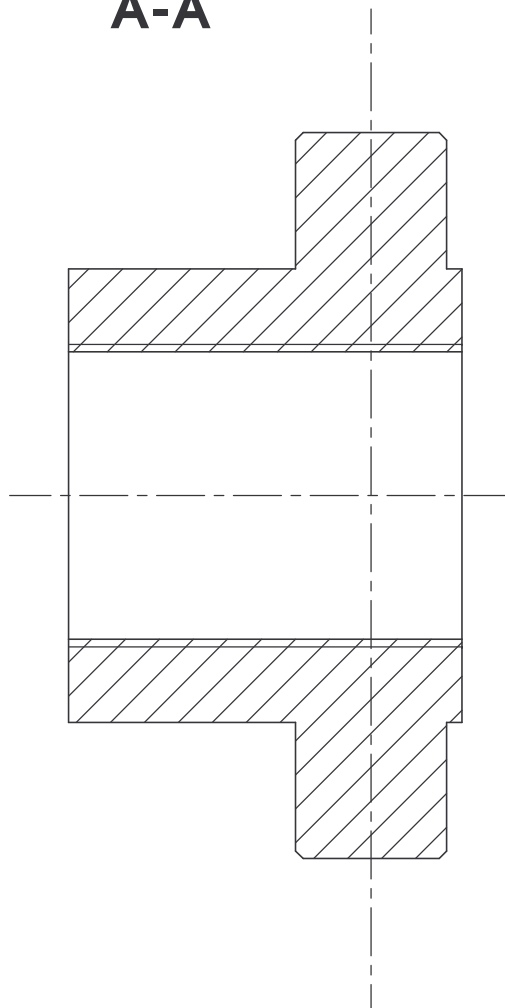
$\vec{DH} \begin{vmatrix} 110 \\ -190,5 \\ 0 \end{vmatrix}$

$\vec{LF} \begin{vmatrix} 362,8 \\ -85 \\ 0 \end{vmatrix}$

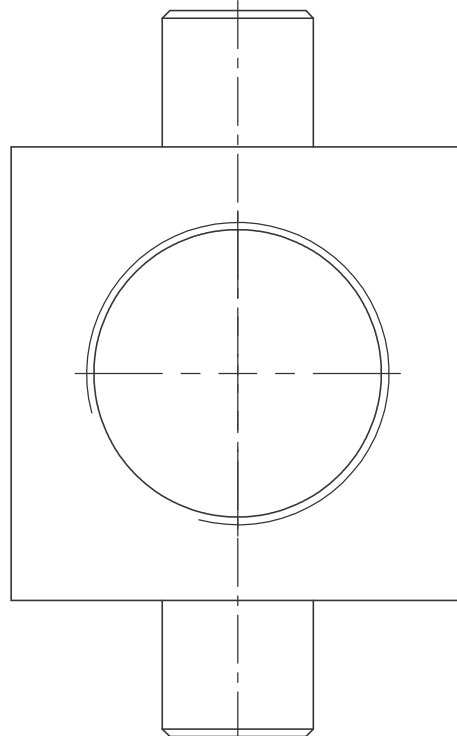


Pièces assemblées	Repérage des surfaces fonctionnelles d'assemblages	Contraintes d'assemblage
<div>9</div> <div>24 x2</div>		Coaxialité (S1;S2) Coincidence (S3;S4) Coaxialité (S5;S6) Coincidence (S7;S8)
<div>9</div> <div>10</div>		
<div>10</div> <div>11</div>		
<div>11</div> <div>8</div>		

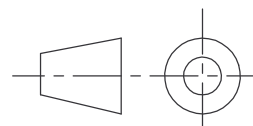
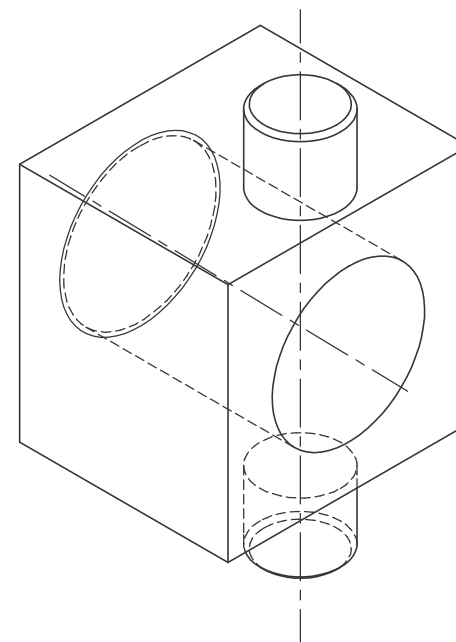
A-A

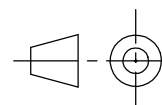
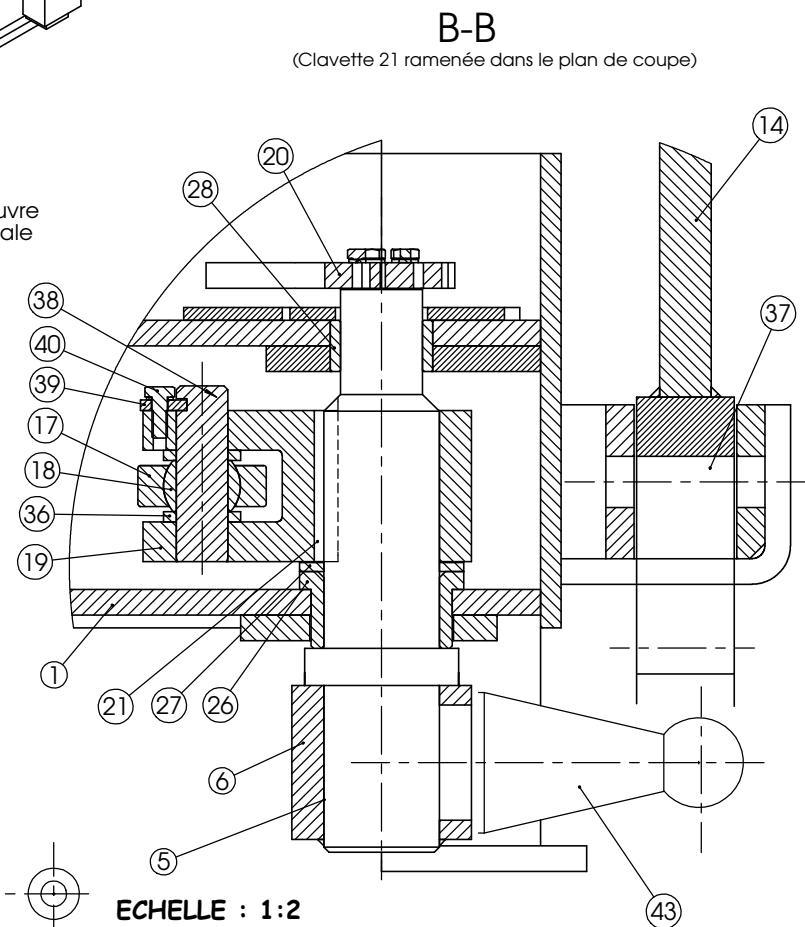
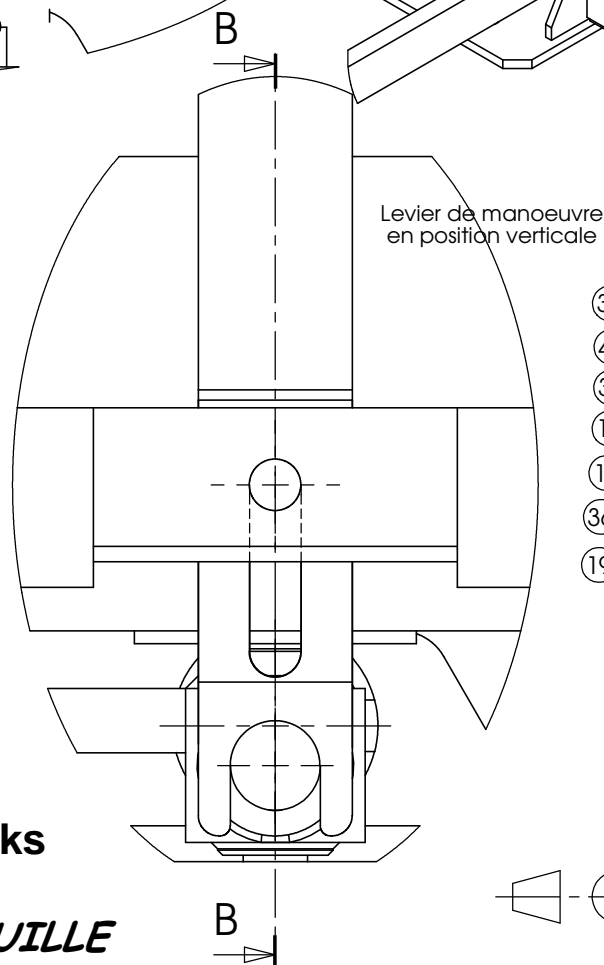
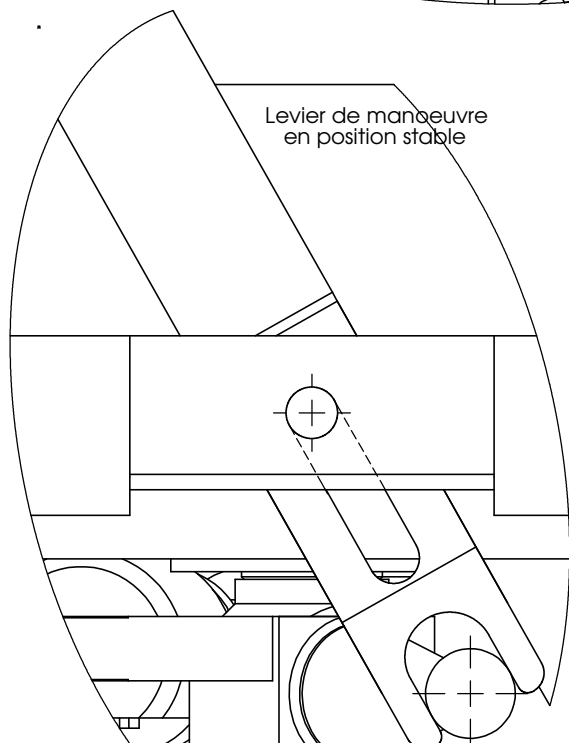
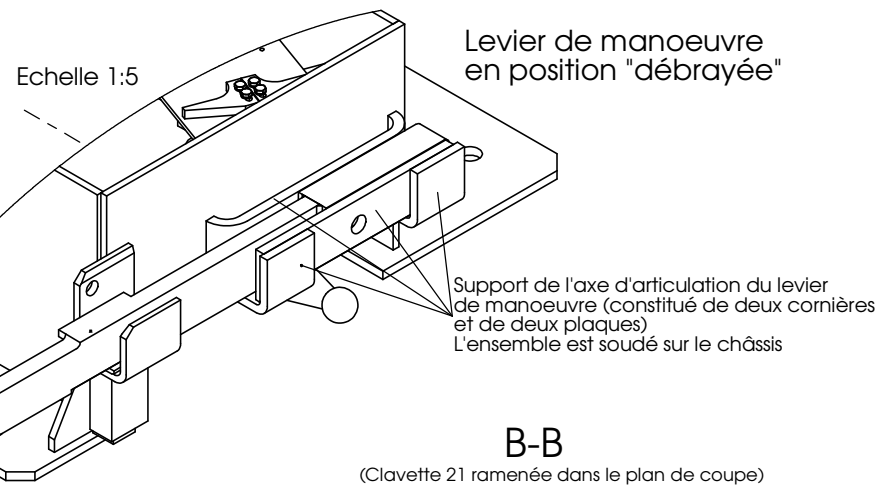
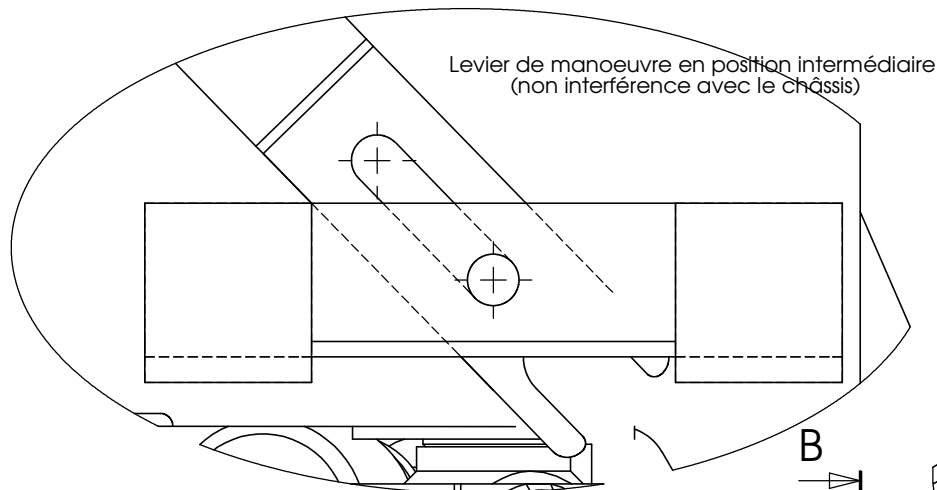


A



A





ECHELLE : 1:2
FORMAT A3

Document DR7

Licence d'éducation SolidWorks
A titre éducatif uniquement
MOTEUR D'AIGUILLE