

**BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE - SERIE F1 (OPTION A ET B)
SESSION 1995**

EPREUVE : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

**Durée : 6 heures
Coefficient : 8**

BROCHE DE CENTRE D'USINAGE VERTICAL

Aucun document n'est autorisé

Moyens de calcul 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 de couleurs différentes:

- Dossier technique (DT1 à DT9) Jaune
- Dossier de travail (de la page 1/6 à la page 6/6) Vert
- Dossier réponse (DR1 à DR4) Blanc

*Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuilles de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les documents "réponse" prévus à cet effet.
Tous les documents "réponse" sont à remettre à la fin de l'épreuve.*

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 9 documents numérotés de DT1 à DT9 :

Présentation - Description du fonctionnement.....	DT1 et DT2
Plan d'ensemble	DT3
Nomenclature	DT4
Schéma technologique : Position verrouillée	DT5
Schéma technologique : Position déverrouillée	DT6
Action du fluide sur le piston du vérin	DT7
Extrait d'une documentation " constructeur " : Vérins pneumatiques	DT8
Extrait d'une documentation " constructeur " : Visserie.....	DT9

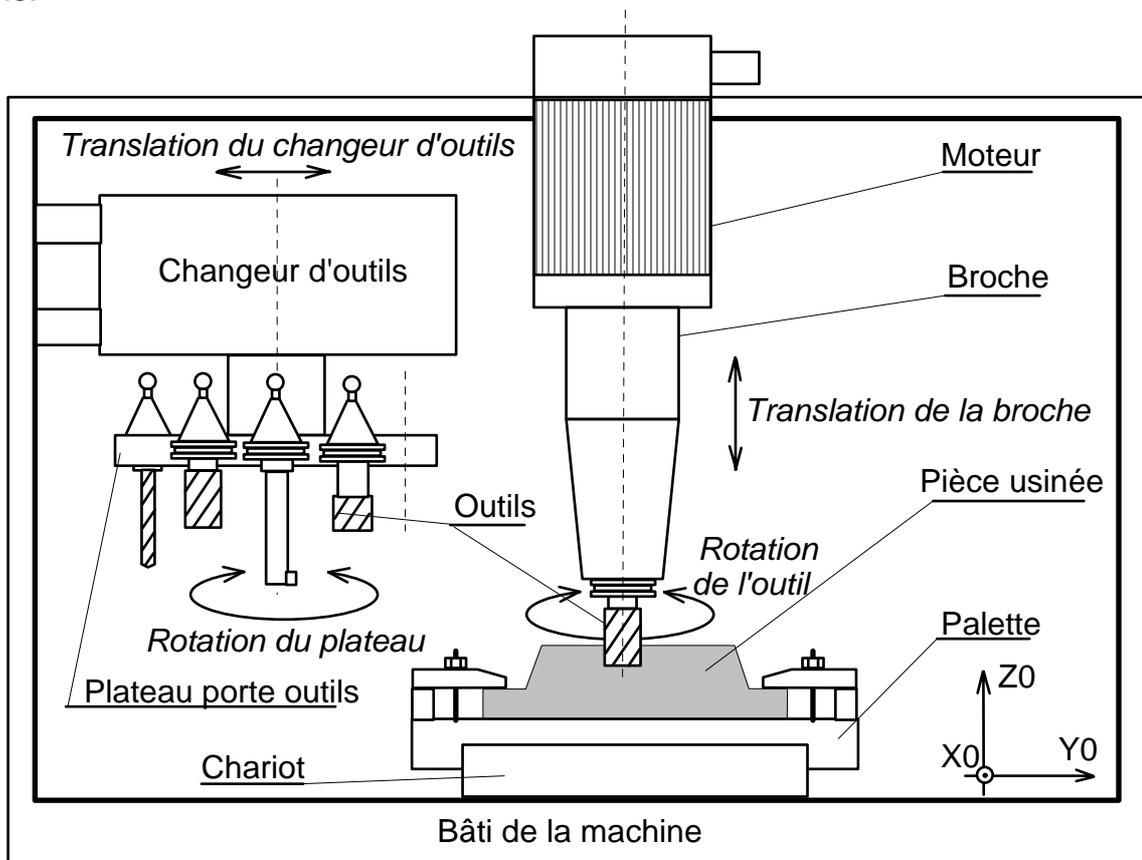
1) MISE EN SITUATION

En production, l'utilisation de machines à commande numérique est de plus en plus courante.

Le centre d'usinage à axe de broche vertical, décrit ci-dessous, permet l'usinage de pièces complexes de petites dimensions en alliage léger.

Il est composé de trois sous-ensembles : Une palette qui supporte la pièce à usiner, une broche permettant de faire tourner l'outil (mouvement de coupe) et un changeur automatique d'outils (contenant 10 outils). On désigne par le terme d'outil, l'ensemble {outil, porte-outil}.

Les mouvements d'avance suivant " x_0 " et " y_0 " sont communiqués à la pièce par l'intermédiaire du chariot. Le mouvement d'avance suivant " z_0 " est communiqué à la broche.



L'étude proposée sur le dossier de travail porte sur le système de verrouillage et déverrouillage de l'outil dans la broche (voir plan d'ensemble DT3 et nomenclature DT4). Ce système associé au changeur permet de réaliser automatiquement les changements d'outil (sans intervention humaine).

2) CHANGEMENT AUTOMATIQUE D'OUTIL - FONCTIONNEMENT

2.1) Immobilisation d'un outil dans la broche

La mise en position de l'outil 23 est réalisée par rapport à la broche 20 est réalisée par l'intermédiaire d'un emmanchement conique (type BT 30). Deux entraîneurs 26 interdisent la rotation de l'outil 23 par rapport à la broche 20.

Le maintien en position de l'outil 23 est assuré par les billes 24 qui interdisent, en position verrouillée, le déplacement axial de la tirette liée complètement à l'outil (voir cadre A sur le document DT3).

2.2) Changement d'outil (voir croquis ci-dessous)

Le changement d'outil ne peut être réalisé que lorsque le mouvement de rotation de la broche est complètement arrêté.

* Phase 1 :

La broche se déplace suivant "z₀" afin que l'outil soit aligné avec le plateau porte-outils.

* Phase 2 :

Le plateau porte outils se déplace et vient pincer l'outil 23 qui se trouve dans la broche 20.

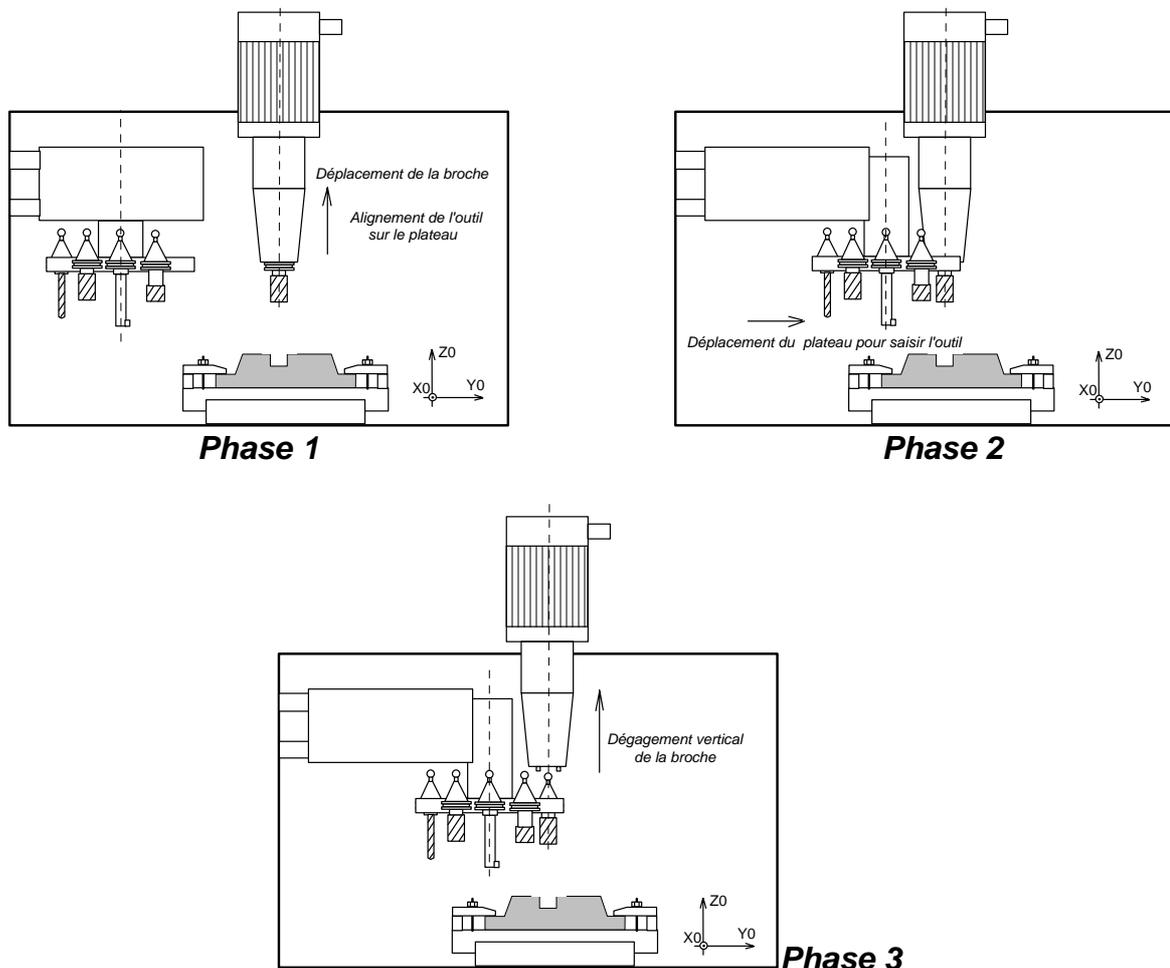
Les phases 1 et 2 ne font pas l'objet de l'étude.

* Phase 3 : Support de l'étude (voir documents DT3, DT5 et DT6)

L'action du vérin 28 sur le levier 11 va provoquer : le déplacement vertical de l'ensemble composé des pièces {12, 13, 15, 37, 38} entraînant la compression de l'empilage des rondelles élastiques 14. Les billes 24 se trouvant alors libres radialement, la tirette n'est plus verrouillée. Le dégagement vertical de la broche libère complètement l'outil et le changeur peut s'escamoter.

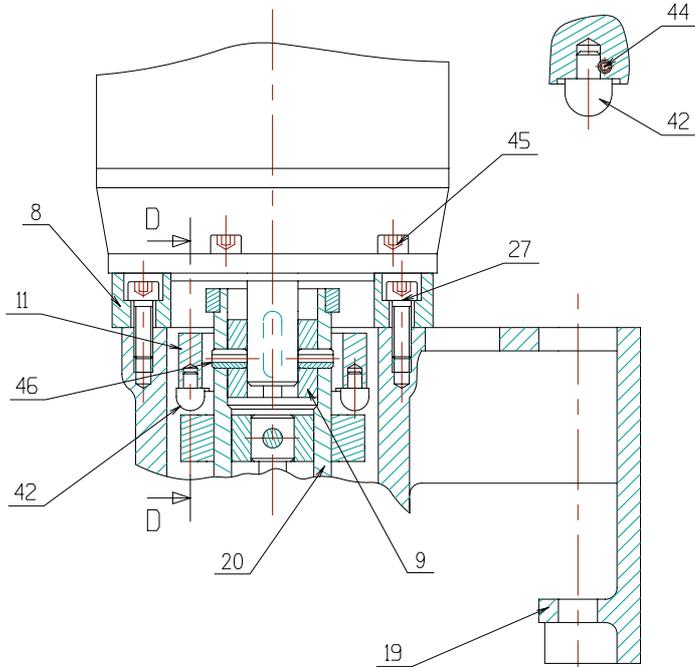
L'opération inverse, associée à une rotation du plateau, permet de charger un nouvel outil dans la broche.

Croquis des différentes phases de dépose d'un outil

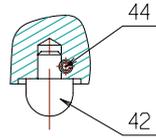


B-B

(Le vérin 28 et son support 30 enlevés)

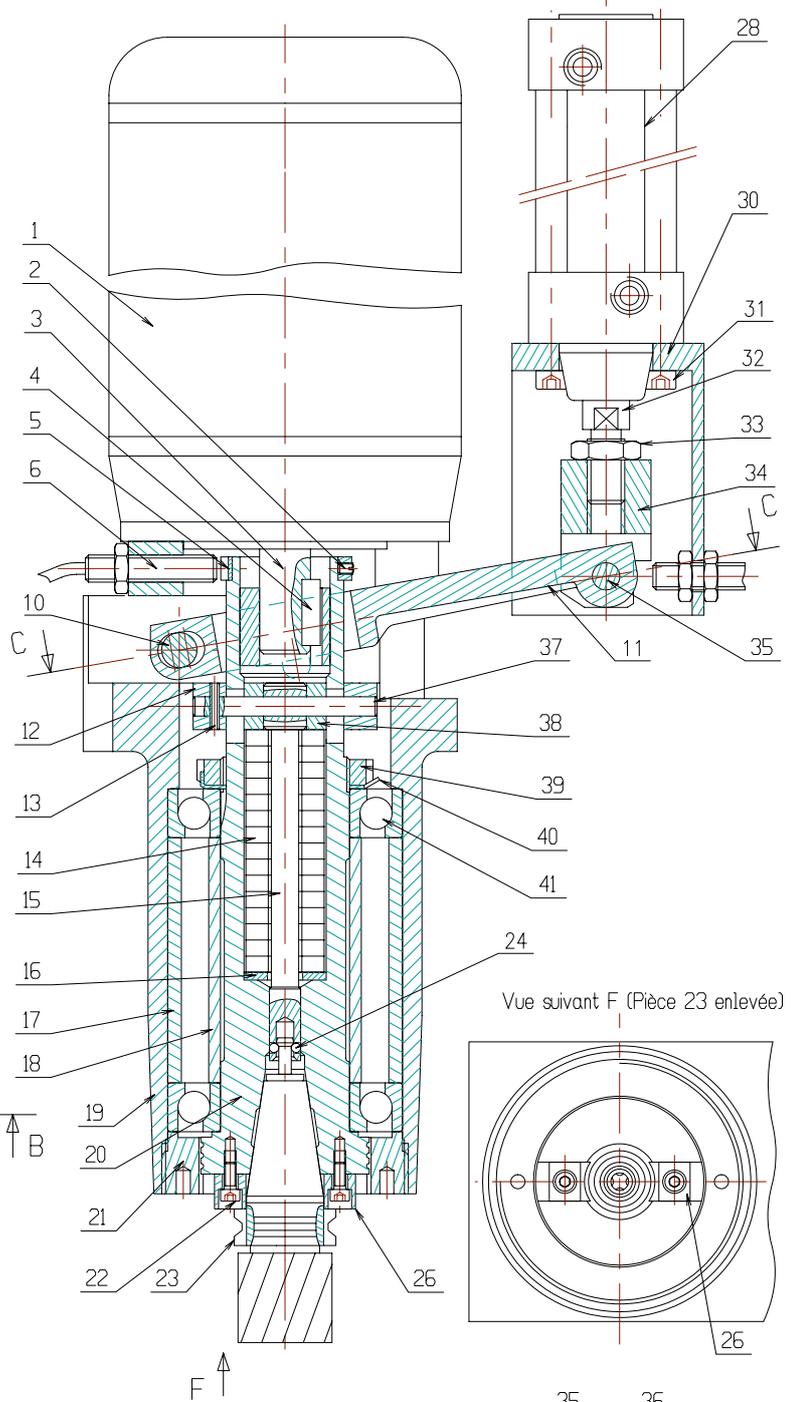


D-D (Echelle 1:1)

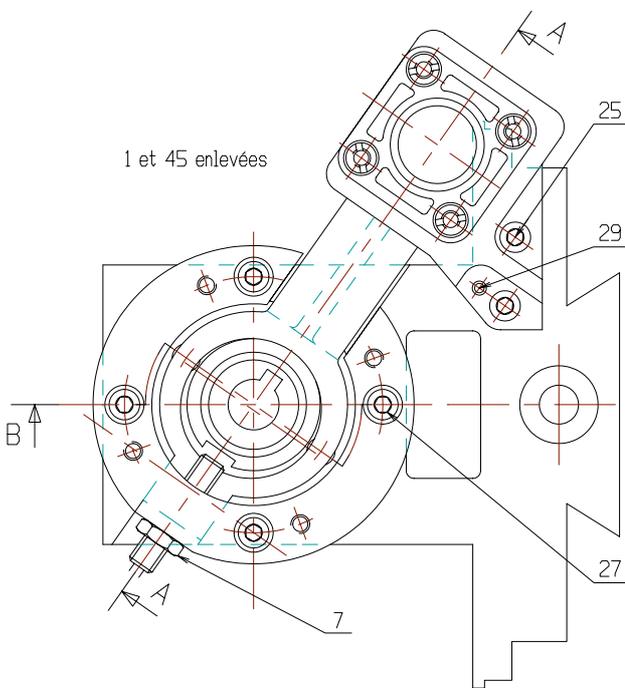


A-A

(les pièces 26 ramenées dans le plan de coupe)



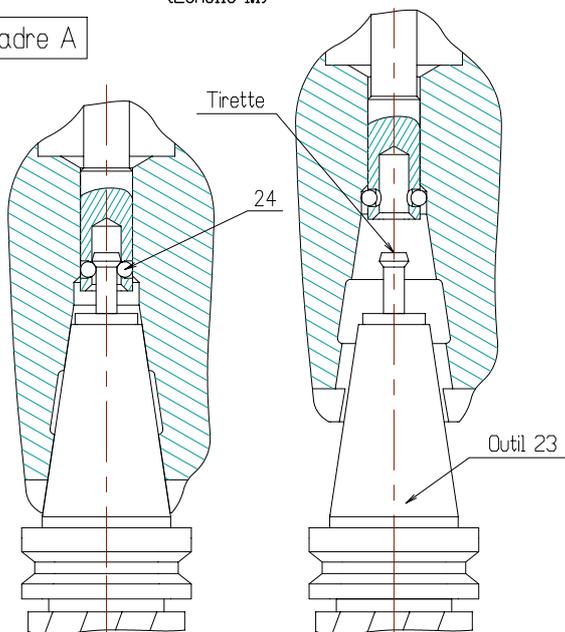
1 et 45 enlevées



Verrouillage et déverrouillage de la tirette de l'outil 23

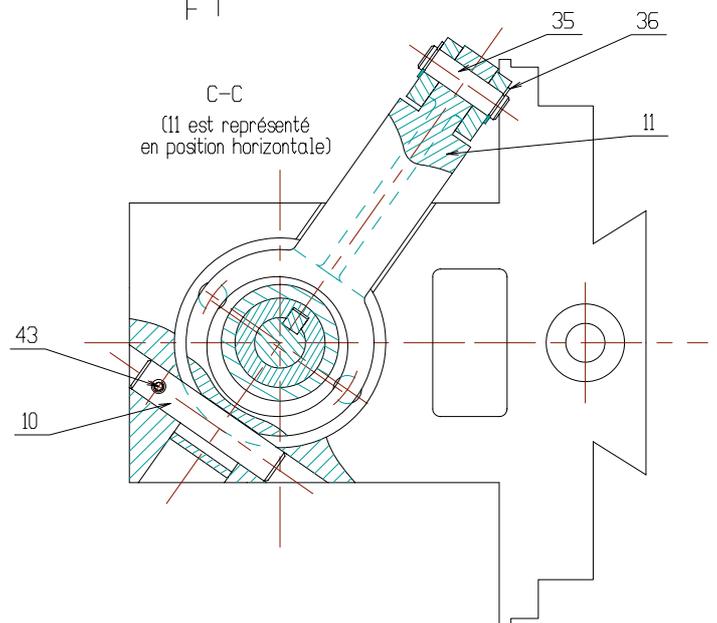
(Echelle 1:1)

Cadre A



C-C

(11 est représenté en position horizontale)



Format : A2

Ech. 0,6

BROCHE PRO

Document DT2

46	2	Goupille élastique, épaisse, de 8x14		NF E 27.489
45	4	Vis CHC M8-20		NF E 25.125
44	1	Goupille élastique 3,5x8		NF E 27.489
43	1	Vis sans tête, à bout cuvette, CU M5-10		NF E 27.314
42	2	Pion de poussée	XC 18 Cémenté -Tr	
41	2	Roulement à billes à contact oblique 55x100x21		NF E 22.315
40	1	Rondelle frein MB 55		NF E 22.307
39	1	Ecrou à encoches KM 55		NF E 22.306
38	1	Bague	XC 38	
37	1	Goupille cylindrique	Acier "Stubs"	
36	2	Anneau élastique pour arbre 12x1		NF E 22.163
35	1	Axe	Acier "Stubs"	
34	1	Chape TELEMECANIQUE		
33	1	Ecrou HM M16		NF E 25.405
32	1	Tige du vérin, M16	XC 18 Chromé	
31	4	Vis CHC M8-22		NF E 25.125
30	1	Support de vérin	FGS 260	
29	4	Goupille Cylindrique 6x40		NF E 27.475
28	1	Vérin pneumatique TELEMECANIQUE	Référence : PAE-A12 50 50	
25	2	Vis CHC M8-25		NF E 25.125
24	4	Billes de diamètre 4	100 C6	
23	1	Outil		
22	2	Vis CHC M5-12		NF E 25.125
21	1	Bague fileté	XC 38	
20	1	Broche BT 30	35 NC 6	
19	1	Corps	FGS 260	
18	1	Entretoise	XC 38	
17	1	Entretoise	XC 38	
16	1	Rondelle plate	E24	
15	1	Tirant	35 NC 6	
14	15	Rondelle ressort élastique ELADIP	50 CV4	
13	1	Goupille élastique épaisse 4x18		NF E 27.489
12	1	Bague de poussée	XC 18 Cémenté-Tr.	
11	1	Levier	FGS 260	
10	1	Axe	Acier "Stubs"	
9	1	Douille moteur	XC 38	
8	1	Bride moteur	FGS 260	
7	3	Ecrou HM M12		NF E 25.405
6	2	Captur inductif TELEMECANIQUE		
5	1	Came d'indexation	E24	
4	1	Clavette parallèle, forme A, 6x6x28		NF E 27.656
3	1	Arbre moteur	XC 18	
2	1	Vis sans tête, à bout cuvette, CU M5-6		NF E 27.314
1	1	Moteur électrique BAUMUELLER		DS 56 M
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Référence

BROCHE PRO - Extrait de la nomenclature

Schéma technologique - position verrouillée

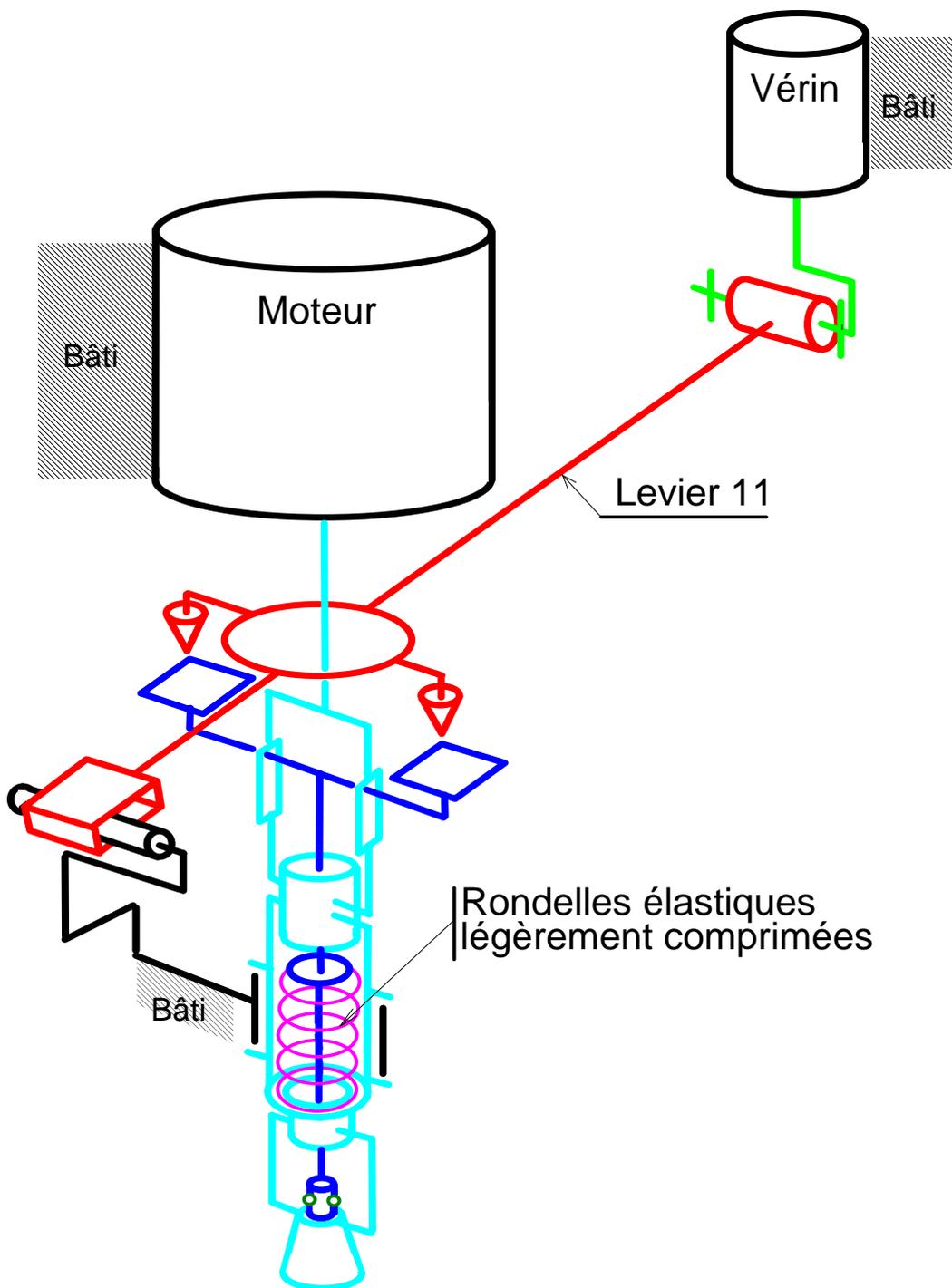
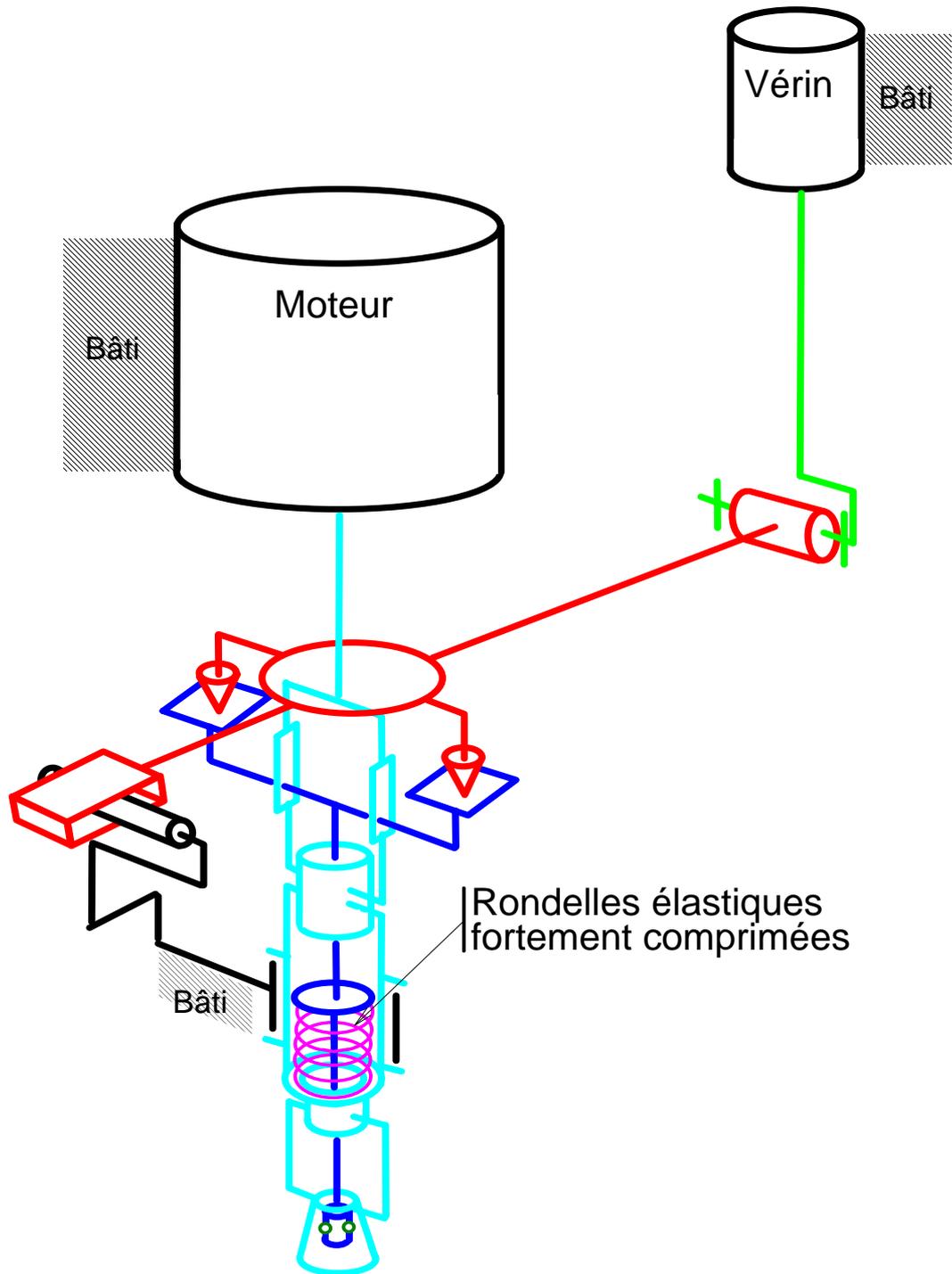


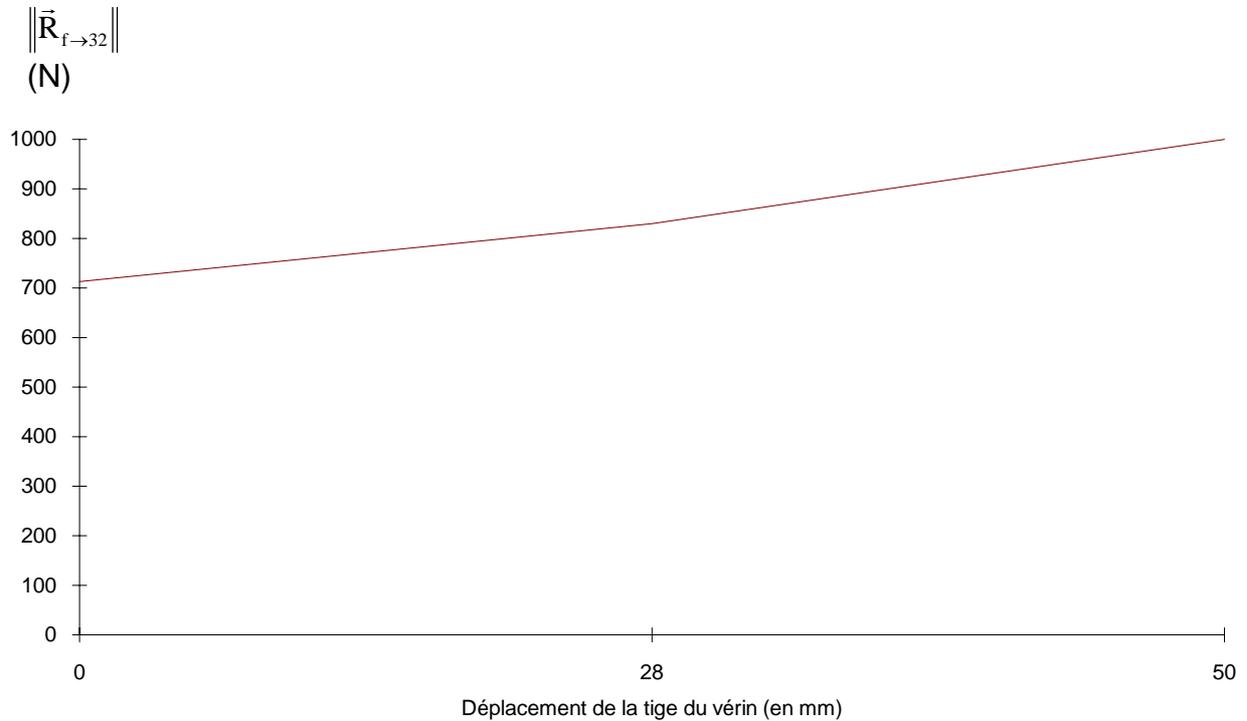
Schéma technologique - position déverrouillée



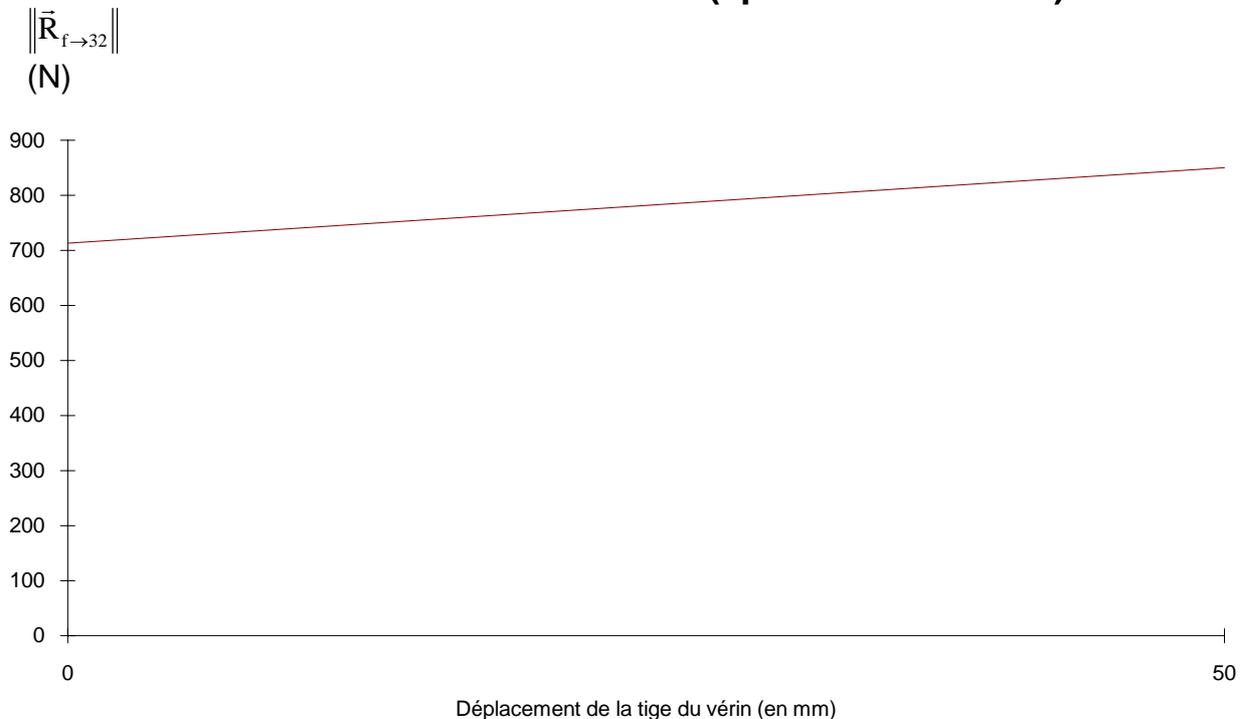
RESULTATS DU LOGICIEL MECAPLAN

Résultante de l'action du fluide sur le piston du vérin ($\vec{R}_{f \rightarrow 32}$)

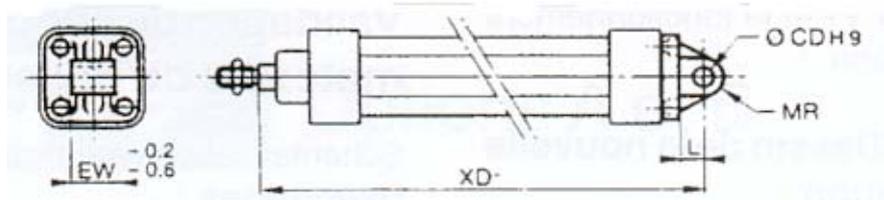
Premier cas : vérin fixe



Second cas : vérin flottant (après modification)



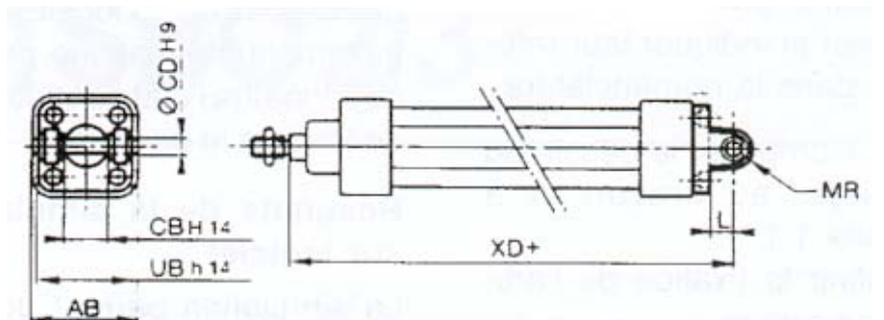
Type PAE-ZN1



ϕ	EW	ϕ CD	MR	L	XD+
32	26	10	10	13	142 ± 1,25
40	28	12	11	15	160 ± 1,25
50	32	12	12	15	170 ± 1,25
63	40	16	16	20	190 ± 1,6
80	50	16	16	21	210 ± 1,6
100	60	20	20	25	230 ± 1,6

Désignation	Pour vérin ϕ (en mm)	ϕ trous de fixation (mm)	Référence	Masse (kg)
Articulation arrière	32	10	PAE-ZN1 32	0,060
	40	12	PAE-ZN1 40	0,060
Tenon	50	12	PAE-ZN1 50	0,130
Code MP4	63	16	PAE-ZN1 63	0,220
	80	16	PAE-ZN1 80	0,410
	100	20	PAE-ZN1 100	0,680
Livré avec 4 vis				

Type PAE-ZH1



ϕ	CB	UB	AB	ϕ CD	XD+	L	MR
32	26	45	52	10	142 ± 1,25	13	10
40	28	52	60	12	160 ± 1,25	15	11
50	32	60	68	12	170 ± 1,25	15	12
63	40	70	78	16	190 ± 1,6	20	16
80	50	90	100	16	210 ± 1,6	21	16
100	60	110	120	20	230 ± 1,6	25	20

Désignation	Pour vérin ϕ (en mm)	ϕ trous de fixation (mm)	Référence	Masse (kg)
Articulation arrière	32	10	PAE-ZH1 32	0,090
	40	12	PAE-ZH1 40	0,120
Chape	50	12	PAE-ZH1 50	0,180
Code MP2	63	16	PAE-ZH1 63	0,310
	80	16	PAE-ZH1 80	0,560
	100	20	PAE-ZH1 100	0,960
Livré avec 4 vis				

EXTRAIT DE DOCUMENTATION DE VISSERIE

DOSSIER DE TRAVAIL

Le sujet est constitué de six parties.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

30 min	Lecture des dossiers et des documents techniques	0 h
45 min	Analyse et compréhension du mécanisme	0 h
	Etude du mouvement du levier <u>11</u>	1 h
45 min	Validation du dimensionnement du vérin <u>28</u>	0 h
	Modification de l'implantation du vérin	1 h 15 min
30 min	Validation du choix de matériau pour le levier <u>11</u>	0 h
	Définition du levier <u>11</u>	1 h 15 min

Il est recommandé aux candidats de traiter les différentes parties dans l'ordre proposé.

Toutes les parties sont indépendantes. La plupart des questions dans chacune des parties, sont indépendantes.

1) ANALYSE ET COMPREHENSION DU MECANISME

Répondre sur feuille de copie

1.1) Analyse de liaisons

- 1.1.1) Indiquer en quelques phrases concises comment est réalisée la liaison complète entre la douille moteur 9 et la broche 20.
- 1.1.2) Rechercher et identifier par leurs repères les pièces animées d'un mouvement de rotation autour de l'axe de la broche, lors d'un usinage.
- 1.1.3) Rechercher et identifier par leurs repères les pièces animées d'un mouvement de translation rectiligne suivant l'axe de la broche, lors du déverrouillage de l'outil.

1.2) Modélisation de la liaison entre le levier 11 et l'axe 10

On se place dans la phase de sortie de la tige du vérin (libération de la tirette de l'outil : voir documents DT3 et DT6). Les pions de poussée 42 liés complètement au levier 11 sont alors en contact avec la bague de poussée 12.

- 1.2.1) Quelle est la nature du contact entre l'axe 10 et le levier 11 (surfacique, linéique, ponctuel...)?
- 1.2.2) Quel type de liaison simple peut-on associer au contact entre l'axe 10 et le levier 11?

2) ETUDE DU MOUVEMENT DU LEVIER 11

Les tracés seront d'une part effectués sur le document réponse DR1 et d'autre part justifiés sur feuille de copie.

Objectifs :

- Mettre en évidence le glissement entre le levier 11 et l'axe 10 d'une part et entre les pions de poussée 42 et la bague de poussée 12 d'autre part ;
- Déterminer une des caractéristiques dimensionnelles du trou oblong du levier 11.

Données :

La vitesse de sortie de la tige 32 du vérin est de 30 mm/s. L'axe 10 et le corps du vérin 28 sont solidaires du corps 19 et le pion 42 est solidaire du levier 11.

Hypothèses :

- Les mouvements seront étudiés dans le plan (\vec{y}_0, \vec{z}_0)
- Les pièces sont supposées indéformables.

2.1) Vitesse de glissement au point B entre 10 et 11

2.1.1) Quelle est la nature du mouvement de 32 par rapport à 28 ? (Répondre sur feuille de copie)

2.1.2) Tracer sur le document DR1 le vecteur $\vec{V}(A \in 32/28)$.

2.1.3) Comparer les vecteurs vitesse $\vec{V}(A \in 32/28)$ et $\vec{V}(A \in 11/28)$. (Répondre sur feuille de copie)

2.1.4) Quel est le support de $\vec{V}(B \in 11/10)$? (Répondre sur feuille de copie)

2.1.5) Déterminer complètement sur le document DR1 le vecteur $\vec{V}(B \in 11/10)$.

2.2) Vitesse de glissement au point C entre 42 et 12

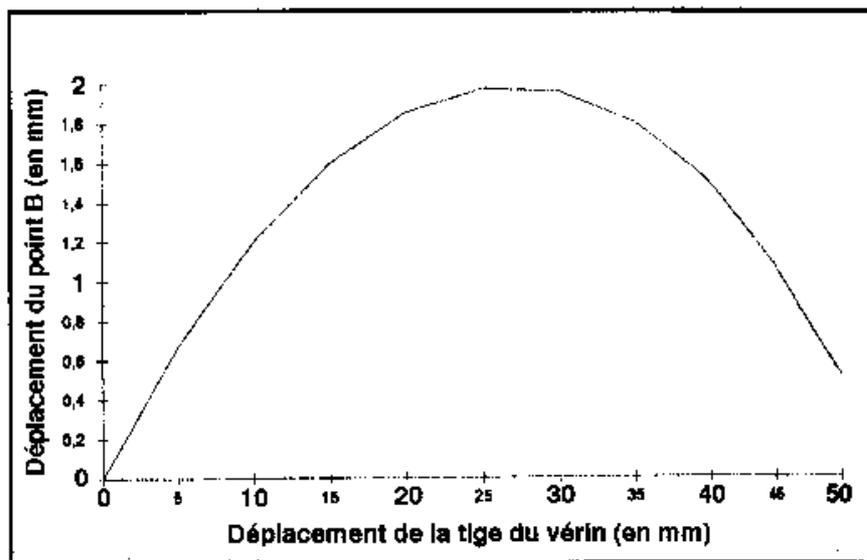
On rappelle que d'une part le pion 42 est solidaire du levier 11 et que d'autre part l'axe 10 est solidaire du corps 19.

2.2.1) Déterminer complètement sur le document DR1 le vecteur $\vec{V}(C \in 42/10)$.

2.2.2) On donne les supports de $\vec{V}(C \in 42/12)$ et $\vec{V}(C \in 12/19)$. Déterminer complètement sur le document DR1 $\vec{V}(C \in 42/12)$.

2.3) Détermination des caractéristiques dimensionnelles du trou oblong

Un logiciel de simulation a permis d'élaborer le diagramme ci-dessous qui donne les positions successives occupées (dans un repère lié au levier 11) par le point B de contact entre le levier 11 et l'axe 10 au cours de la sortie de la tige du vérin.



Déterminer la longueur minimale du trou oblong (répondre sur le document réponse DR1).

3) VALIDATION DU DIMENSIONNEMENT DU VERIN 28

Hypothèses :

- Le frottement dans les différentes liaisons sera négligé dans cette étude ;
- Les poids des différentes pièces, faibles devant les actions mécaniques exercées, seront négligés ;
- Les actions mécaniques qui interviennent dans cette étude sont, pour chacune d'entre elles, représentables par des glisseurs situés dans le plan de symétrie () ;

Données :

Rondelles élastiques : Ces rondelles se comportent comme un ressort. Dans la position de l'étude (voir document réponse DR2), l'action de l'empilage des rondelles 14 induit une action mécanique de la bague de poussée 12 sur les pions de poussée 42 qui est représentable au point C par un glisseur :

avec

Caractéristiques du vérin 28 :

- Diamètre du piston : $D = 50 \text{ mm}$;
- Autres données : Voir document DT7 ;
- Pression maximale d'alimentation : $p_{\max.} = 0,7 \text{ Mpa} = 7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

3.1) Equilibre du levier {11, 42}.

Déterminer complètement par la méthode de votre choix les actions mécaniques appliquées à {11, 42}.

On rappelle que :

Remarque : Pour cette question, il est recommandé d'utiliser une méthode graphique. Dans ce cas, les tracés seront effectués sur le document réponse DR2 et justifiés sur feuille de copie. Le candidat dispose néanmoins, sur le document DR2, des données nécessaires à une résolution analytique.

3.2) Equilibre de l'ensemble tige du vérin $T=\{\underline{32}, \underline{33}, \underline{34}, \underline{35}, \underline{36}\}$

L'ensemble " tige de vérin " est considéré en équilibre dans la position de l'étude. Les actions mécaniques extérieures à cet ensemble sont représentables en A par des glisseurs qui sont décrits ci-dessous.

Déterminer la résultante des actions du fluide sous pression sur le piston du vérin.

3.3) Choix du vérin

3.3.1) La courbe (vérin fixe), document DT7, donne l'évolution de la résultante de l'action du fluide sur le piston en fonction du déplacement de la tige du vérin par rapport au corps. Déterminer la valeur maximale de l'action que doit exercer le vérin afin de libérer la tirette de l'outil. La course du vérin nécessaire pour déverrouiller l'outil est de 50 mm.

3.3.2) Déterminer la pression d'alimentation correspondante.

3.3.3) Le vérin a-t-il été correctement dimensionné ? Justifier votre réponse.

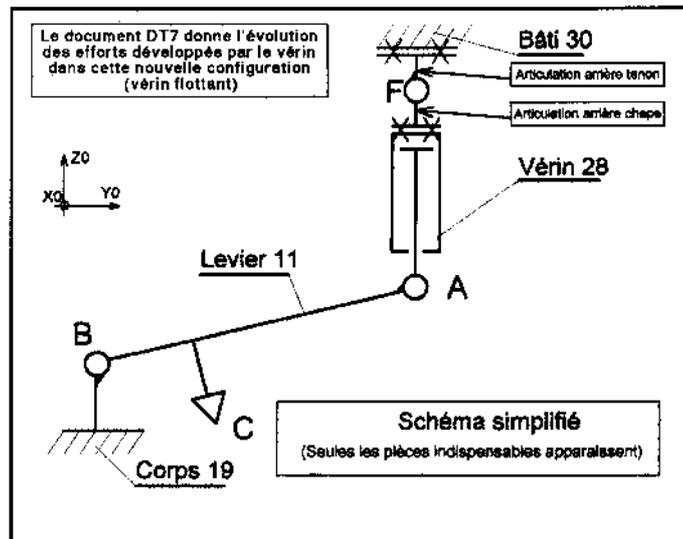
4) MODIFICATION DE L'IMPLANTATION DU VERIN

Utiliser le document réponse DR3 et feuille de copie.

4.1) Mise en évidence du problème

Le service après-vente de la société qui construit ce matériel a constaté une usure anormale du trou oblong dans la pièce 11 et du palier de guidage de la tige du vérin.

On propose les modifications de la figure 4 :



On remarque que les efforts varient peu entre les deux solutions (Voir document DT7).

Quels sont les avantages de cette nouvelle solution, en ce qui concerne la guidage du levier 11 et le fonctionnement du vérin ?

4.2) Dessin de la nouvelle solution

On se propose d'utiliser des composants standard d'un catalogue constructeur (Voir documents DT8 et DT9) pour réaliser le guidage arrière du vérin. Une articulation arrière chape est montée sur le vérin, une articulation arrière tenon est montée sur le bâti et on réalise une liaison pivot d'axe entre les deux par l'intermédiaire d'un axe à définir.

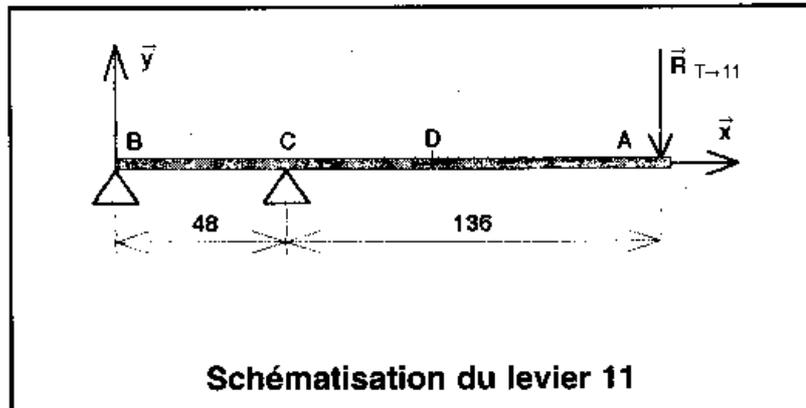
4.2.1) Choisir, sur l'extrait de documentation constructeur (document DT8), les deux articulations arrière qui conviennent et indiquer leur référence dans la nomenclature du document réponse DR3.

4.2.2) Compléter le dessin du montage, au crayon et à l'échelle 1:1.

- Définir la fixation de l'articulation arrière sur le bâti par quatre boulons CHC M8 et écrou H (voir document DT9) ;
- Définir l'axe réalisant la liaison pivot entre l'articulation arrière tenon et l'articulation arrière chape.

5) VALIDATION DU CHOIX DE MATERIAU POUR LE LEVIER 11

Schématisation :



Hypothèses :

L'étude est faite, en phase de desserrage d'un outil, quand l'effort de poussée du vérin 28 est maximum.

Efforts :

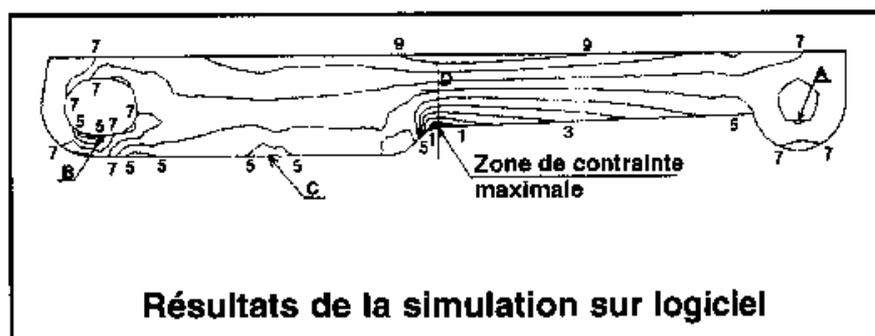
Matériau : FGS 260 de limite élastique $Re = 165$ MPa.

Mode d'obtention : Moulage en sable.

Une étude du type " Résistance des matériaux " ne peut être conduite pour le levier 11 dont la forme ne se prête pas à l'assimilation à une poutre. Par contre, l'utilisation d'autres méthodes de calcul associées à un traitement informatique permet de connaître l'état de contrainte en tout point du levier.

Résultats de la simulation sur logiciel

La simulation permet de déterminer la zone la plus sollicitée (voir ci-dessous) et donne la valeur de la contrainte normale maximale dans cette zone :



5.1) Déterminer le torseur des efforts de cohésion en D et identifier la nature des sollicitations dans la section correspondante. La distance AD est égale à 100 mm.

5.2) Déterminer le coefficient de sécurité dont on dispose pour le levier 11.

6) DEFINITION DU LEVIER 11

Utiliser le document réponse DR4

Réaliser le dessin de définition du levier 11 sur un format A4H.

Au crayon et à l'échelle du dessin d'ensemble.

Vue de face coupe A-A (**identique à la coupe AA du plan d'ensemble DT3,
mais ramenée en position horizontale**)

Vue de droite

Vue de dessous

DOSSIER REPONSE

Ce dossier comporte 4 documents numérotés de DR1 à DR4.

Mise en évidence du glissement en B et C - Dimensionnement du trou oblong
.....DRI

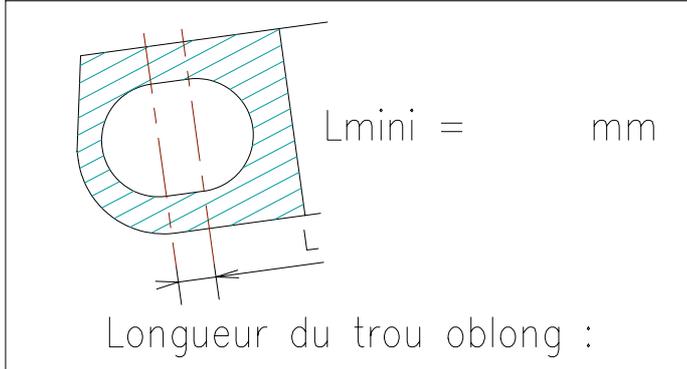
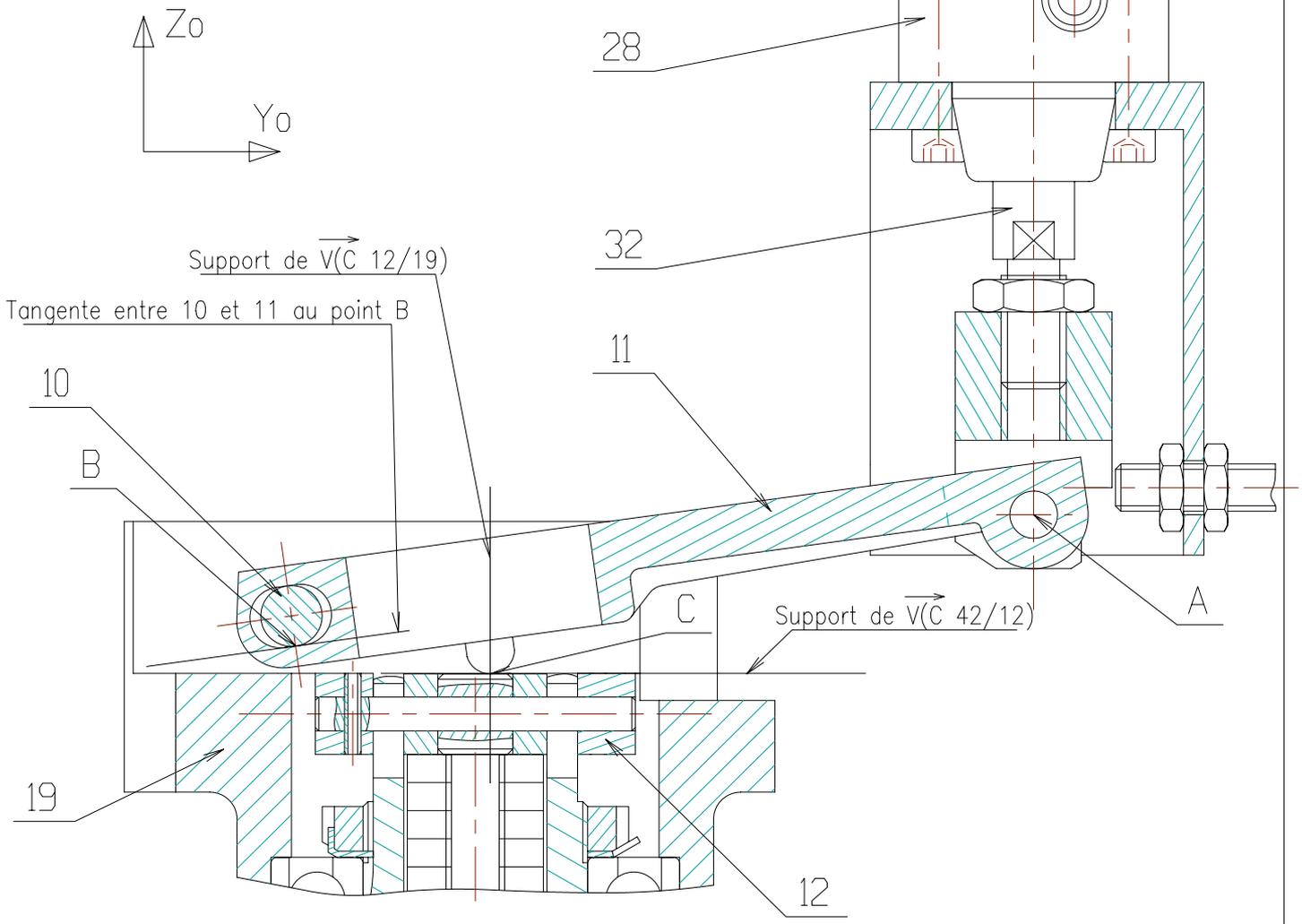
Validation du dimensionnement du vérin 28 DR2

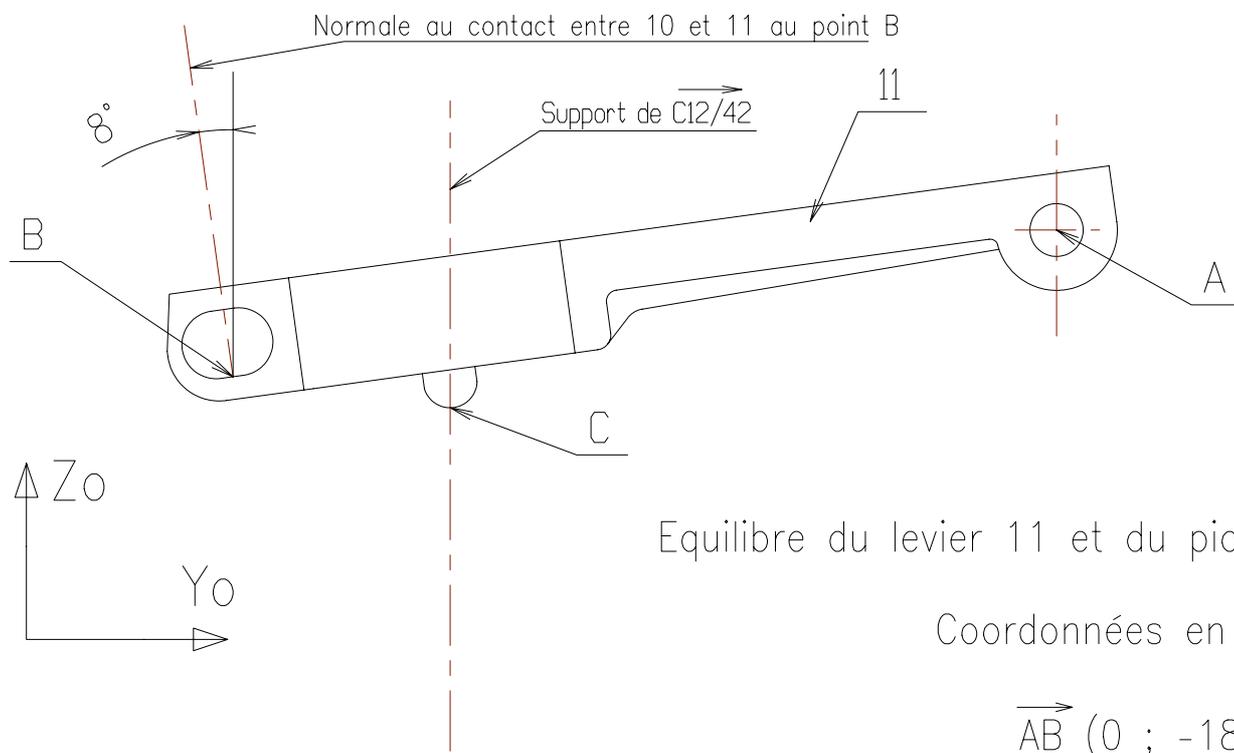
Dessin de la nouvelle solution DR3

Dessin de définition du levier 11 DR4

Ces documents sont à joindre à la copie en fin d'épreuve.

Echelle des vitesses : 40 mm pour 10 mm/s
 Tracer les vecteurs et constructions en couleur



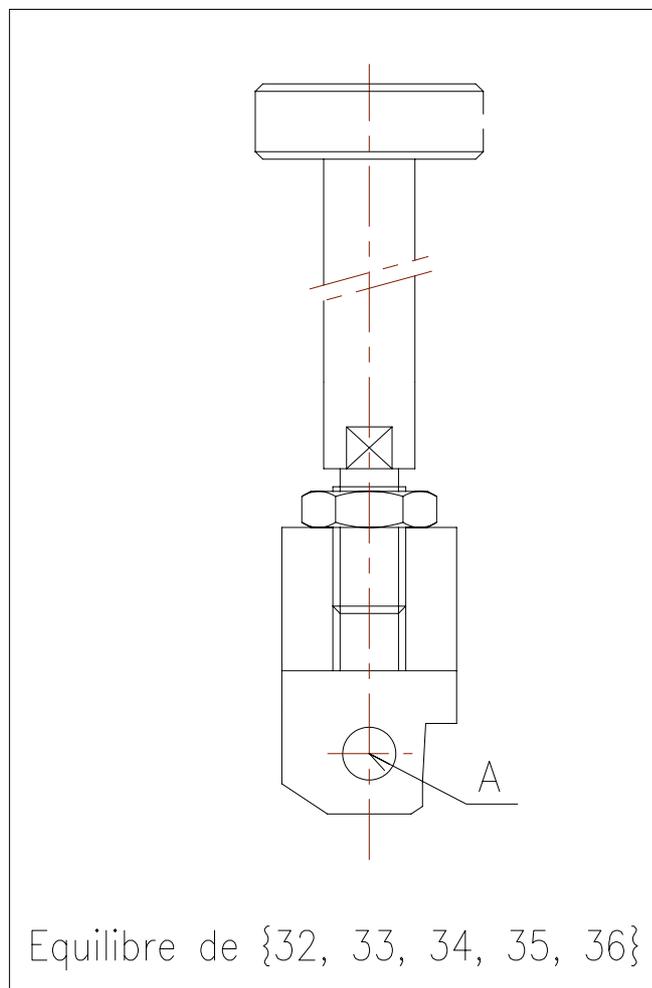


Equilibre du levier 11 et du pion 42

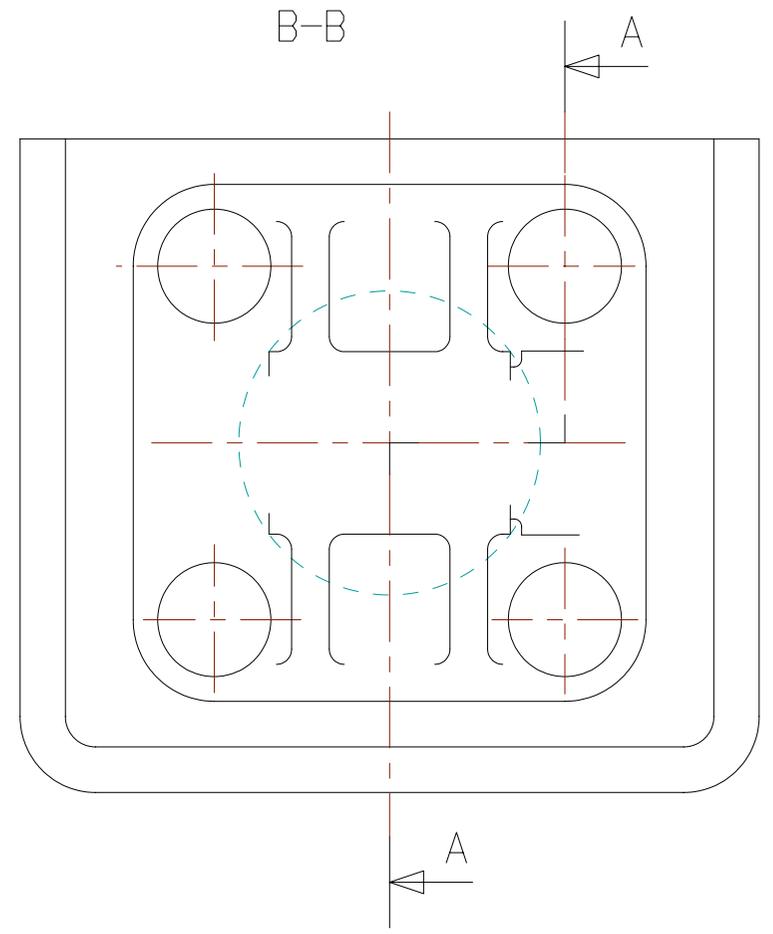
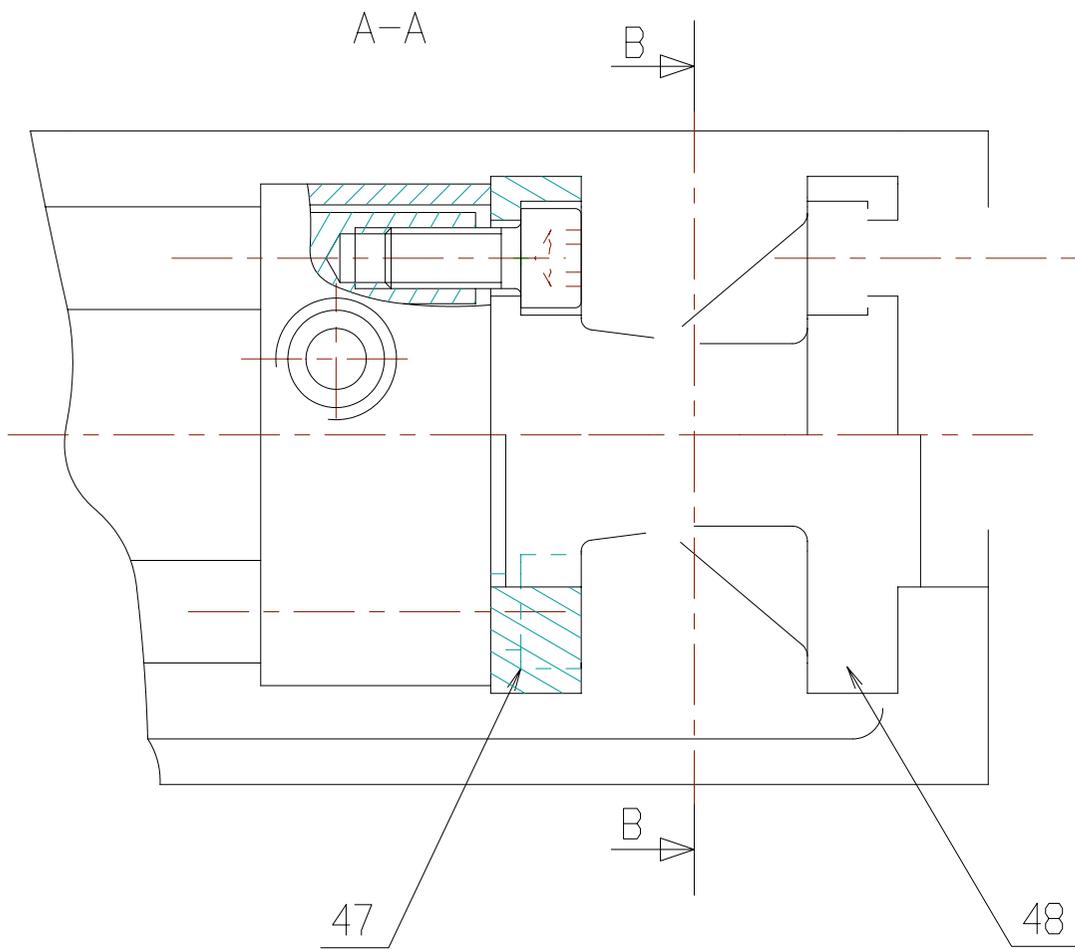
Coordonnées en mm

$$\vec{AB} (0 ; -180 ; -32)$$

$$\vec{AC} (0 ; -133 ; -39)$$

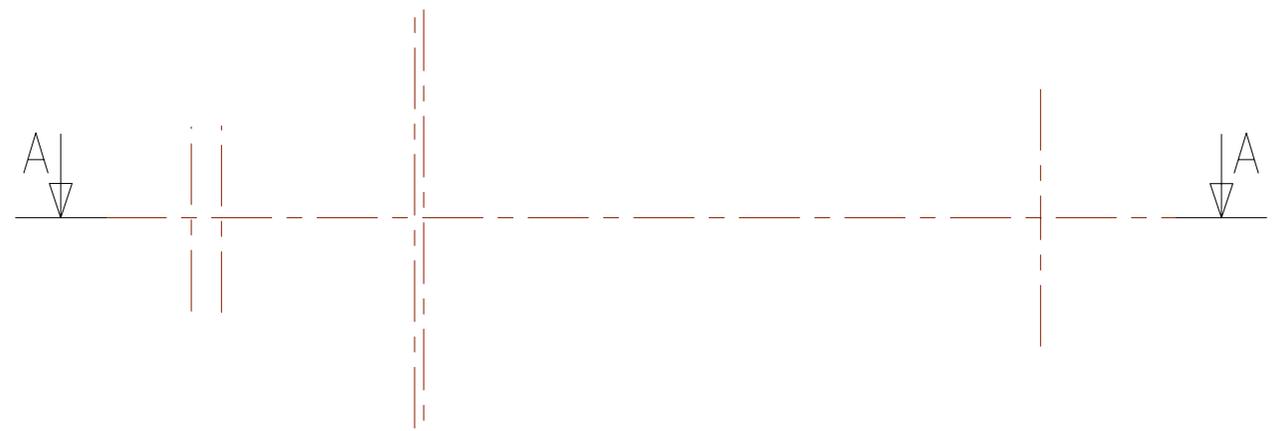
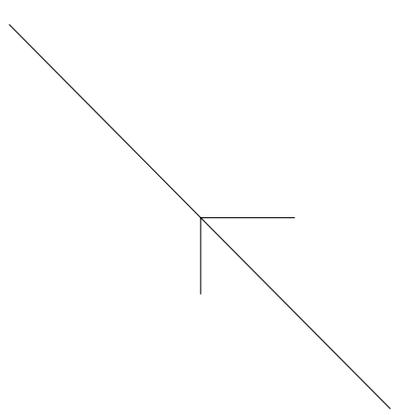


Equilibre de {32, 33, 34, 35, 36}

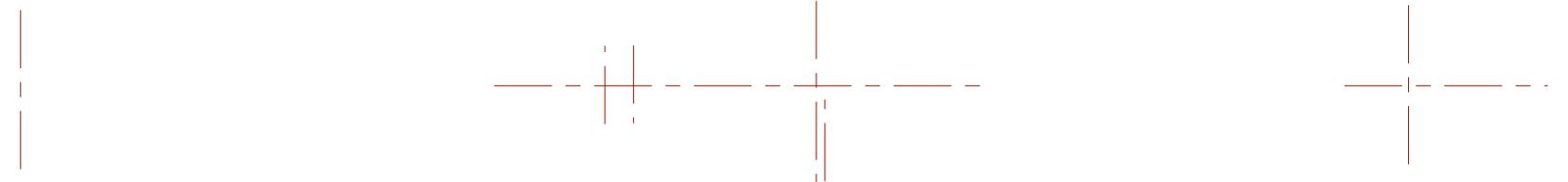


Document réponse : DR3

48	1			
47	1			
Rep	Nb	Désignation	Mat ière	Référence
		<p>BROCHE PRO</p> <p>Modification de l'implantation du vérin</p>		
<p>Format : A4</p> <p>Ech. 1 : 1</p>				



A-A



Document réponse DR4

11	1	Levier	Ft 26		
Rep	Nb	Désignation	Mat i ère	Observation	Référence
		BROCHE PRO			
Format : A4 Ech. 0,6		Dessin de définition du levier 11			