

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2014**

ETUDE DE PRODUITS INDUSTRIELS

SOUS EPREUVE E51

**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES
PRODUITS INDUSTRIELS**

Durée : 4 heures

Aucun document n'est autorisé

Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)

Le sujet comporte trois dossiers :

- un dossier technique
- un dossier travail demandé
- un dossier réponse

Le dossier réponse est à joindre aux feuilles de copie.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2014**

ETUDE DE PRODUITS INDUSTRIELS

SOUS EPREUVE E51

**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES PRODUITS
INDUSTRIELS**

DOSSIER TECHNIQUE

ECARTEUR E300

Ce dossier comporte 12 pages :

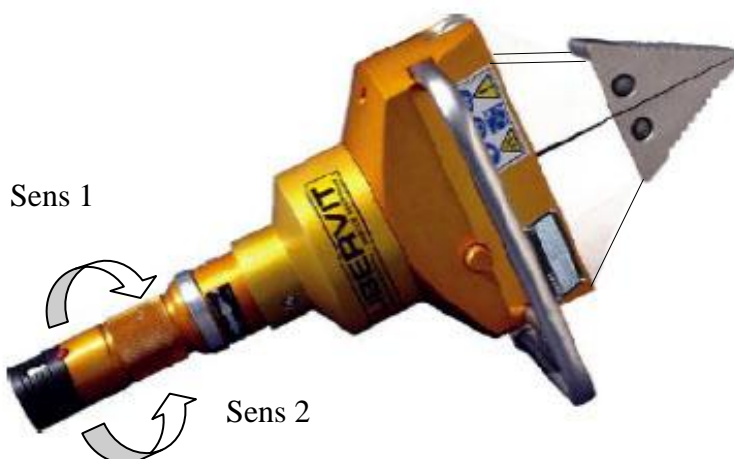
Pages 1/3, 2/3, 3/3 : Présentation du produit
DT1, DT2 : Ensemble A3, nomenclature
DT3 à DT9 : Documents techniques

CPE5MC

ECARTEUR E300

Présentation

L'écarteur E300 fabriqué par la société LIBERVIT est un outil de désincarcération hydraulique. Raccordé à un groupe hydraulique son fonctionnement est commandé par la rotation manuelle de la poignée qui permet l'ouverture ou la fermeture des bras. Voir documents DT1 et DT2.



Poignée

Bras



Caractéristiques écarteur E300 :

Pression utilisation	270 bars
Force d'écartement	36 000 N
Capacité d'écartement	300 mm mini
Dimensions	560x270x170 mm
Poids	145 N
Poignée de type homme mort	Oui
Clapet anti retour	Oui

L'écarteur est raccordé à une centrale hydroélectrique (montée sur claie de portage) par un flexible d'une longueur d'un mètre, ce qui permet à l'intervenant de l'utiliser en gardant la centrale sur le dos.

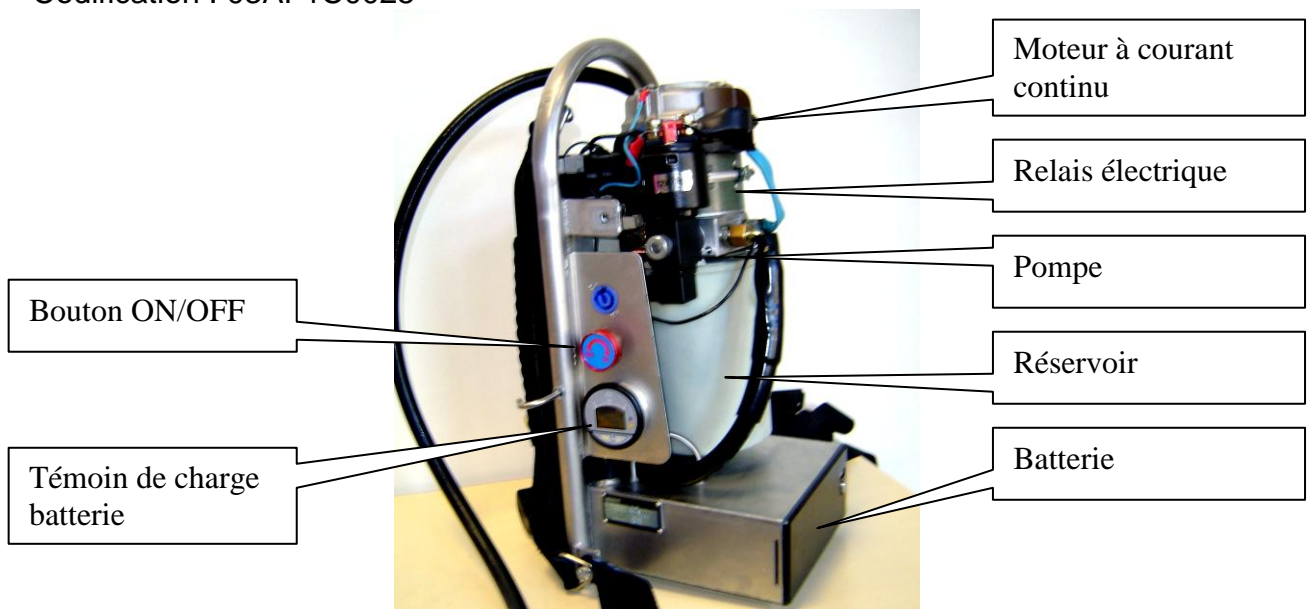
Le flexible assure les connexions :

- hydraulique entre la centrale et l'écarteur,
- électrique entre le relais du moteur de la centrale et le contact placé dans la poignée.



La centrale hydroélectrique est une micro centrale 3G de chez HPI :

- Codification : 03AF1C0025



Caractéristiques micro centrale 3G :

Moteur électrique	12 Vcc / 0,9 kW
Réservoir	2 litres
Alimentation	batterie
Débit	1,5 l/min
Dimensions	500x240x260 mm

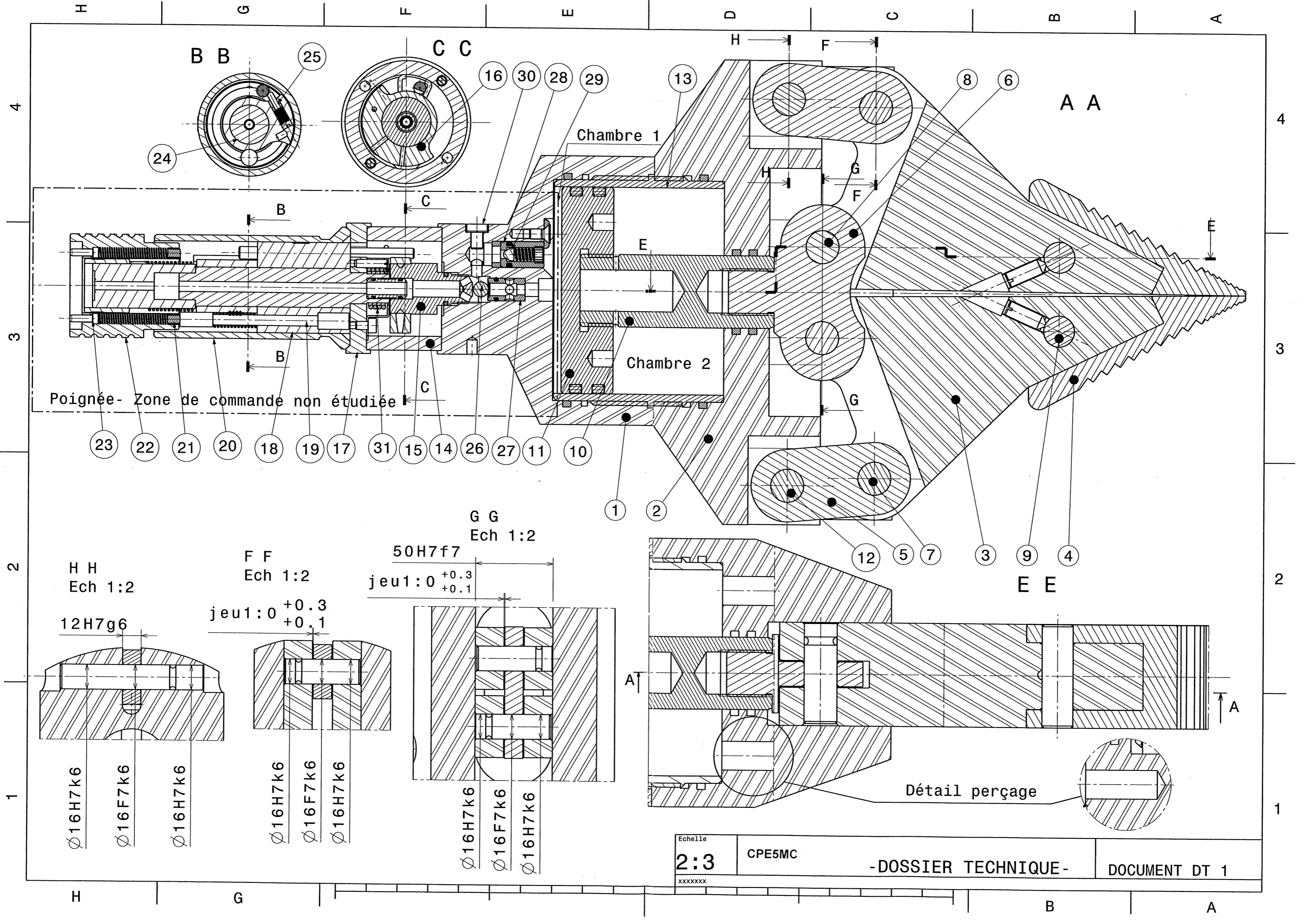
Le mouvement des mâchoires de l'écarteur est obtenu par un vérin hydraulique simple effet placé dans l'écarteur.

Le retour du piston est réalisé par une contre pression pneumatique variable (Pc) placée dans la chambre 2 (close) et gonflée bras fermés à 1 MPa (document DT1). Elle se comporte comme un ressort de rappel.

En position neutre (pas d'action sur le fourreau 20 de la poignée) les mâchoires sont bloquées.

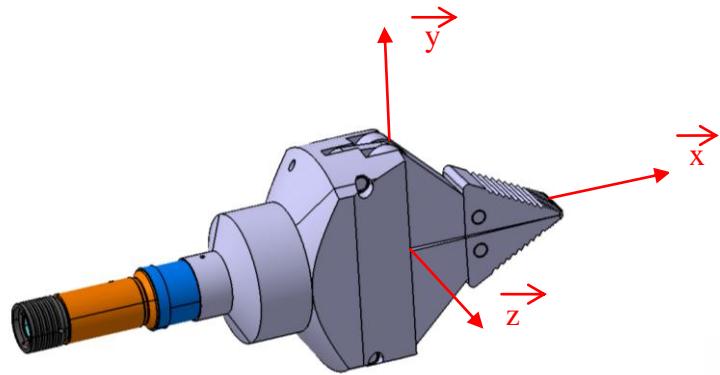
Pour obtenir les mouvements aller et retour des mâchoires l'opérateur tourne le fourreau 20 :

sens 1 :	Fermeture du contacteur électrique d'alimentation du relais du moteur de la pompe Fermeture du clapet (26,27)	→	Alimentation de l'écarteur en huile sous pression Ouverture des bras
sens 2 :	Ouverture du contacteur électrique d'alimentation du relais du moteur de la pompe Ouverture du clapet (26,27)	→	Retour de l'huile à la bêche. Fermeture des bras sous l'action de la contre pression de la chambre 2

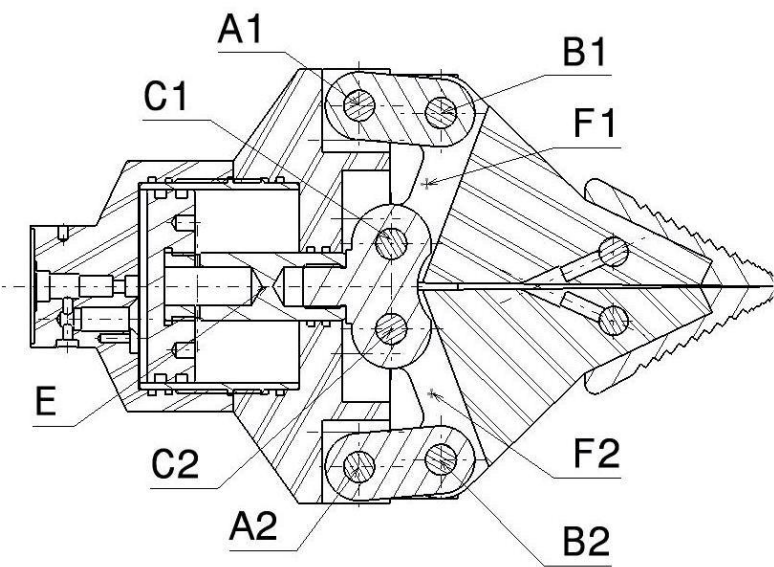


Echelle	CPE5MC	-DOSSIER TECHNIQUE-	DOCUMENT DT 1
2:3			
xxxxxxx			

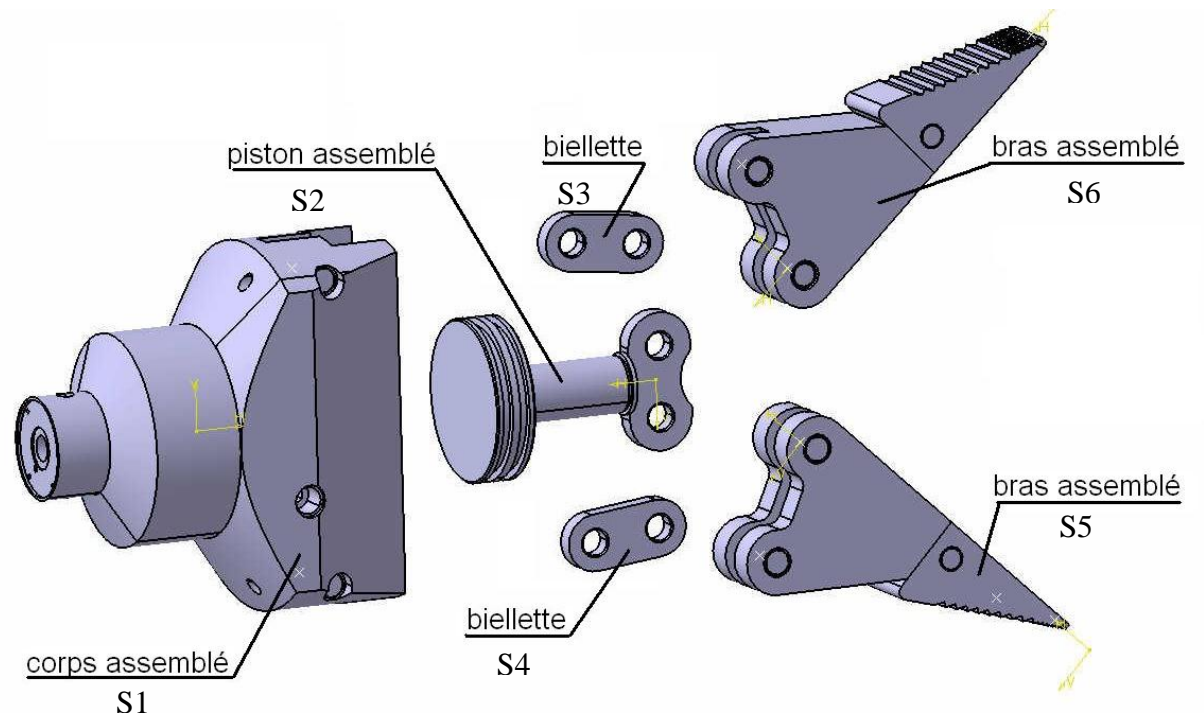
Nomenclature			
Rep	Nbr	Désignation	Matière
1	1	Distributeur	Al-Cu5-MgTi
2	1	Corps	Al-Cu5-MgTi
3	2	Bras	Zn - Al 4 Cu1 Mg
4	2	Bec	X38CrMoV5
5	2	bielle	55 NiCrMo 16-50 HRC
6	1	Tête piston	
7	2	Axe bras	45 Cr Mo 16 48-50 HRC
8	2	Axe tête	45 Cr Mo 16 48-50 HRC
9	2	Axe lame	45 Cr Mo 16
10	1	Tige piston	Zn - Al 4 Cu1 Mg
11	2	Piston	Zn - Al 4 Cu1 Mg
12	2	Axe corps	45 Cr Mo 16 48-50 HRC
13	1	Corps vérin	Zn - Al 4 Cu1 Mg
14	1	Entretoise poignée	C 35 E
15	1	Embout alimentation	C 35 E
16	1	Butée de commande	C 35 E
17	1	Plaque support	C 35 E
18	1	Bague N°1	C 35 E
19	1	Indexe	
20	1	Fourreau	
21	1	Collecteur	Cu - ETP
22	1	Bague de raccordement	
23	1	Broche	
24	1	Axe de poignée	C 35 E
25	2	Tige de contact	
26	1	Bille clapet alimentation	
27	1	Clapet à bille	
28	1	Corps de clapet	C 35 E
29	1	Clapet de retour	C 35 E
30	1	Vis CHC ISO 4762-M6	
31	1	Ressort de robinet	



Eclaté



CPE5MC



Loi de variation de la contre pression en fonction de la variation de volume

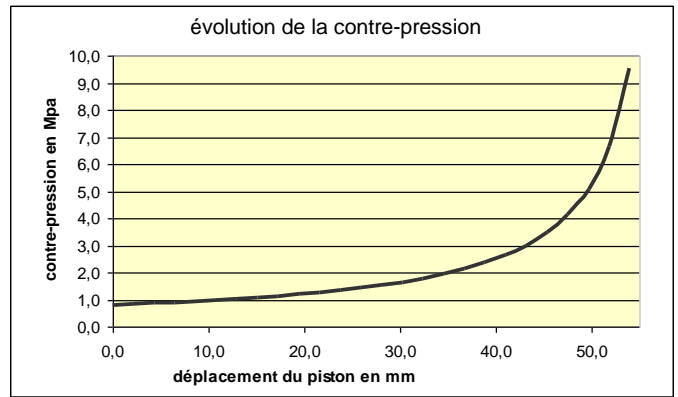
Entre l'état initial (bras fermés) et l'état final (bras ouverts) le volume V de l'air emprisonné dans la chambre 2 diminue en même temps que sa pression P augmente.

Cette opération s'effectue en respectant la loi :

$$PV = cte \Rightarrow P_{Cl_{init}} V_{Cl_{init}} = P_{Cl} V_{Cl}$$

$$P_{Cl_{init}} = 0,8 \text{ Mpa}$$

$$P_{Cl} = 9,5 \text{ Mpa}$$



Etude de l'influence de la contre-pression sur la pression hydraulique d'alimentation

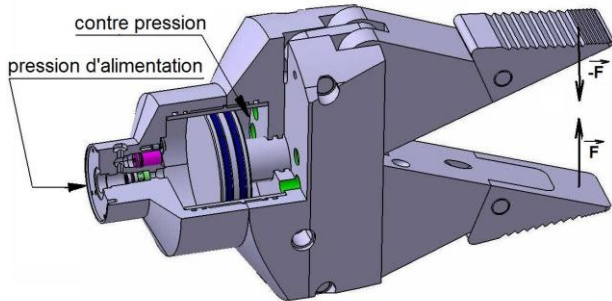
Le modèle mécanique du mécanisme permet d'étudier les deux cas présentés ci-dessous. Ces deux cas d'étude montrent l'influence de la contre-pression sur la pression d'alimentation.

Pour assurer la pleine ouverture des bras il faut que la pompe délivre au moins pour :

- Cas N° 1 : 24 Mpa en début de l'ouverture des bras
- Cas N° 2 : 28,5 Mpa en fin d'ouverture.

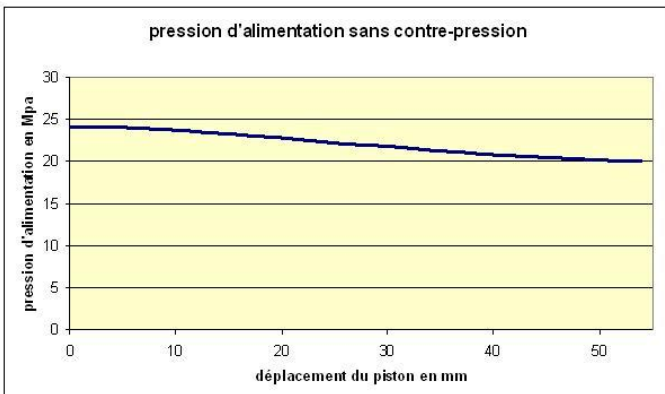
Ce problème d'élévation de pression d'alimentation est lié à la petite taille du volume qu'occupe l'air emprisonné, pour réaliser la contre-pression, en fin de déplacement du piston. Cette contre pression est nécessaire pour ramener les bras en position initiale.

Condition initiale du modèle mis en place



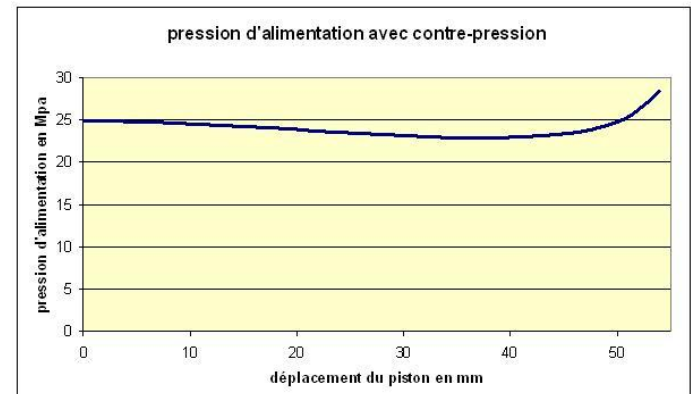
- course du piston 54 mm
- le corps assemblé est fixe
- $|\vec{F}| = 36KN$ direction fixe
- lorsque la contre-pression est prise en compte elle répond à la loi définie précédemment
- la pression d'alimentation est l'inconnue du problème elle est fonction de la configuration du mécanisme.

Cas N° 1 sans la contre-pression



Pression mini Pmini = 20 Mpa
Pression maxi Pmaxi = 24 Mpa

Cas N° 2 avec la contre-pression



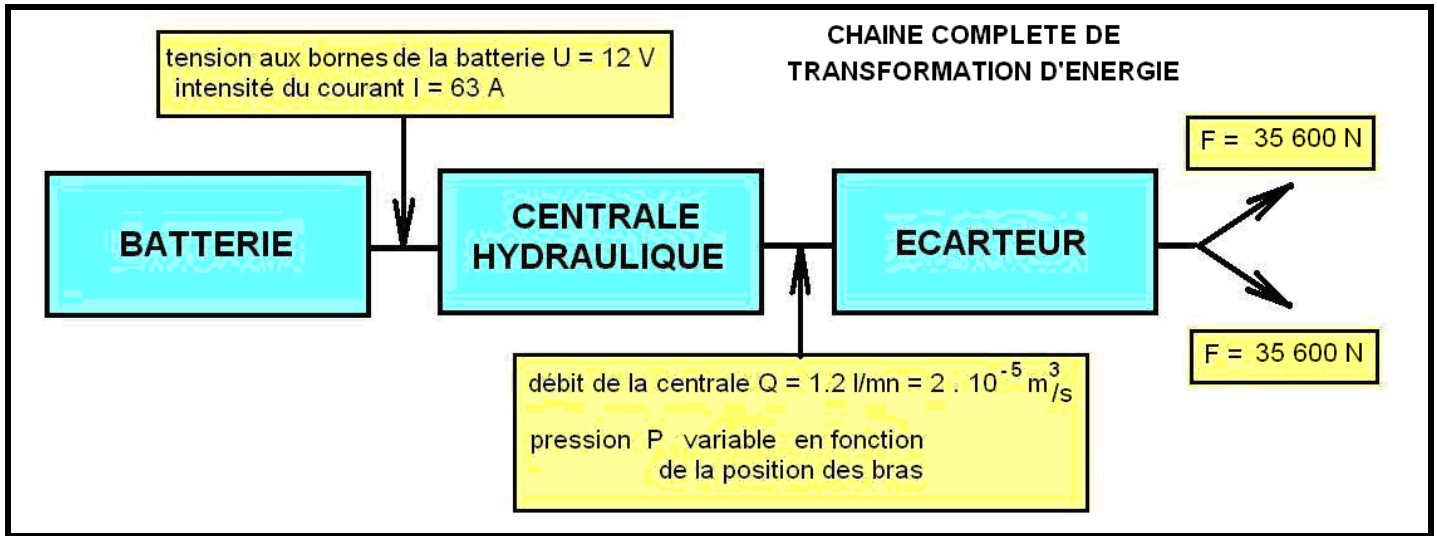
Pression mini Pmini = 23 Mpa
Pression maxi Pmaxi = 28,5 Mpa

Transformation du volume minimal de la chambre de contre pression

	Solution N°1 (solution existante) corps percé de 6 trous	Solution N°2 (nouvelle solution) corps avec une chambre
Etat Initial		
	<p> ■ V_d volume déplacement du piston ■ V_{6T} volume 6 trous ■ V_{TT} volume du trou dans la tige ■ V_{2T} volume 2 trous dans le piston </p> <p>$V_{C1\text{init}} = V_d + V_{6T} + V_{TT} + V_{2T}$</p>	<p> ■ V_d volume déplacement du piston ■ V_{ch} volume chambre ■ V_{TT} volume du trou dans la tige ■ V_{2T} volume 2 trous dans le piston </p> <p>$V_{C2\text{init}} = V_d + V_{ch} + V_{TT} + V_{2T}$</p>
Etat Final		
	<p> ■ V_{6T} volume 6 trous ■ V_{TT} volume du trou dans la tige ■ V_{2T} volume 2 trous dans le piston </p> <p>$V_{C1} = V_{6T} + V_{TT} + V_{2T}$</p>	<p> ■ V_{ch} volume chambre ■ V_{TT} volume du trou dans la tige ■ V_{2T} volume 2 trous dans le piston </p> <p>$V_{C2} = V_{ch} + V_{TT} + V_{2T}$</p>
	<p>Etat initial solution 1 $V_{c1\text{init}} = 406.10^3 \text{ mm}^3$</p>	<p>Volume chambre V_{ch} à déterminer</p>
	<p>Etat final solution 1 $V_{c1f} = 34.10^3 \text{ mm}^3$</p>	<p>Volume trou tige $V_{TT} = 11.10^3 \text{ mm}^3$</p>
<p>Volume 6 trous $V_{6T} = 21.10^3 \text{ mm}^3$</p>	<p>Volume 2 trous piston $V_{2T} = 2.10^3 \text{ mm}^3$</p>	

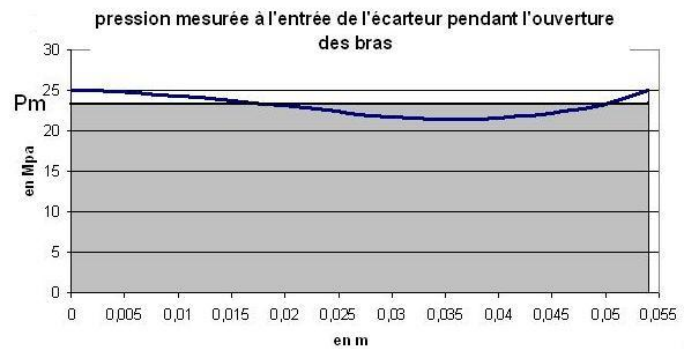
*Bilan énergétique du modèle transformé
(Corps avec une chambre annulaire)*

Les données fournies sur ce document ont été mesurées au cours des essais de la validation de l'appareil.



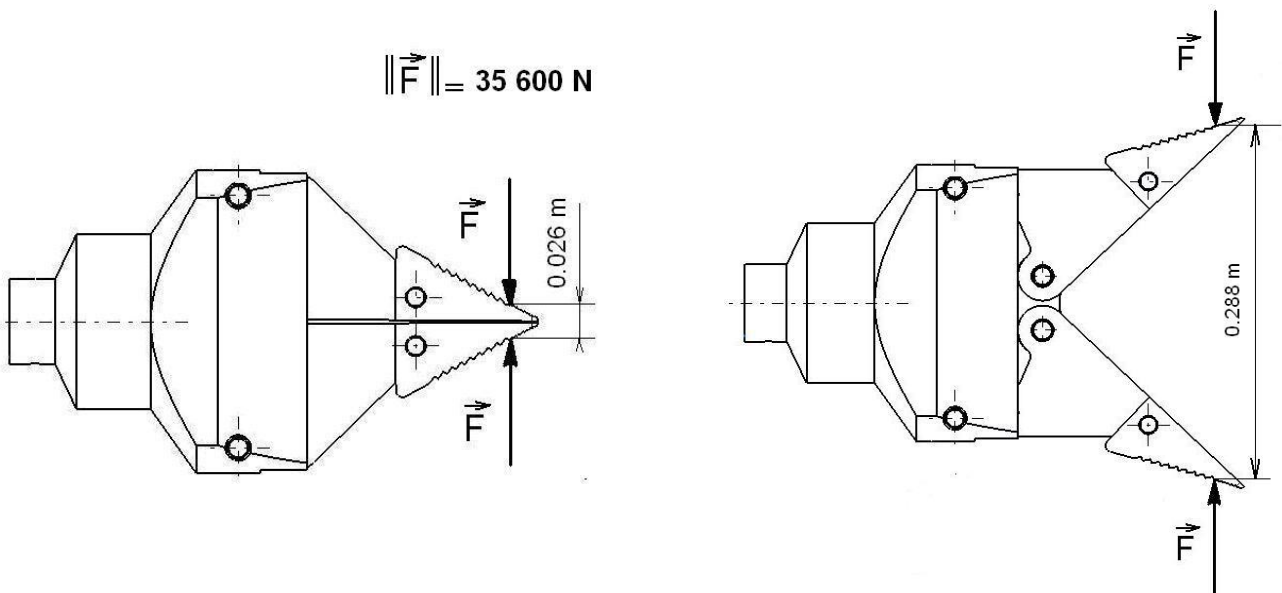
Energie ou travail fournie à l'écarteur

Pression moyenne de fonctionnement :
 $P_m = 24,5\text{ Mpa}$



Energie ou travail fourni par l'écarteur

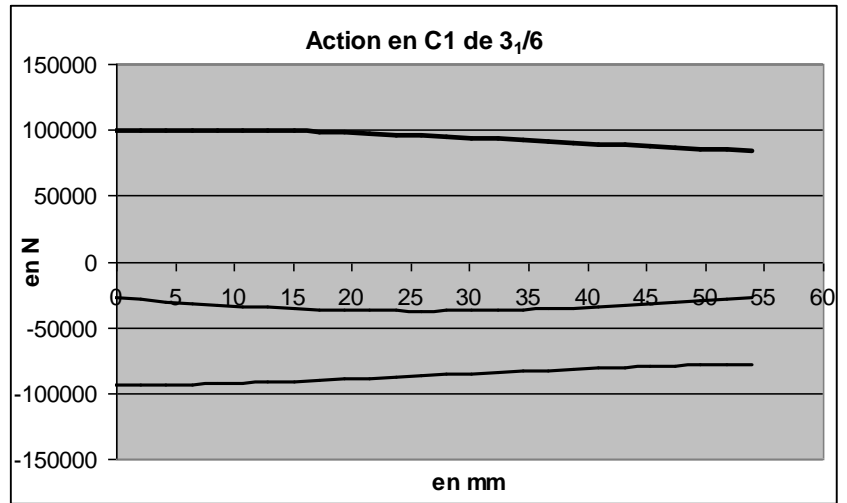
$\|\vec{F}\| = 35\ 600\text{ N}$



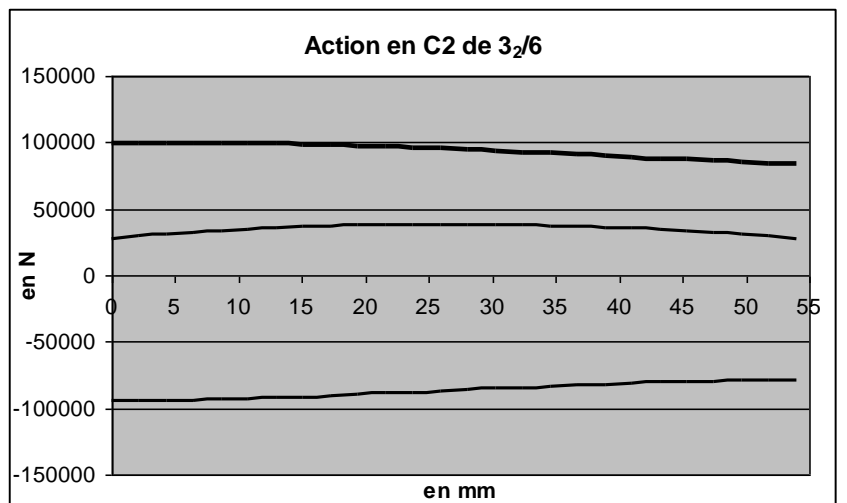
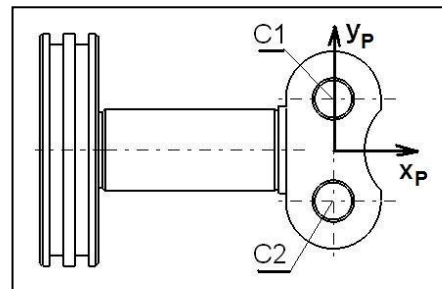
*Actions sur la pièce « Tête de piston »
Résultats de simulation numérique*

COURSE	module de F (3 ₁ /6) en N	F (3 ₁ /6) composante sur X en N	F (3 ₁ /6) composante sur Y en N
0	98811	-94858	-27668
2,16	99185	-94743	-29350
4,32	99405	-94486	-30885
6,48	99481	-94102	-32269
8,64	99421	-93607	-33500
10,8	99234	-93016	-34576
12,96	98931	-92343	-35498
15,12	98522	-91604	-36267
17,28	98016	-90810	-36887
19,44	97423	-89974	-37361
21,6	96754	-89109	-37693
23,76	96017	-88225	-37889
25,92	95222	-87332	-37951
28,08	94378	-86440	-37886
30,24	93493	-85557	-37697
32,4	92576	-84691	-37388
34,56	91635	-83850	-36962
36,72	90677	-83041	-36421
38,88	89712	-82274	-35766
41,04	88747	-81555	-34997
43,2	87791	-80893	-34112
45,36	86856	-80300	-33105
47,52	85953	-79785	-31971
49,68	85096	-79366	-30698
51,84	84305	-79061	-29270
54	83606	-78897	-27663

cOURSE	module de F (3 ₂ /6) en N	F (3 ₂ /6) composante sur X en N	F (3 ₂ /6) composante sur Y en N
0	98811	-94858	27668
2,16	99185	-94743	29350
4,32	99405	-94486	30885
6,48	99481	-94102	32269
8,64	99421	-93607	33500
10,8	99234	-93016	34576
12,96	98931	-92343	35498
15,12	98522	-91604	36267
17,28	98016	-90810	36887
19,44	97423	-89974	37361
21,6	96754	-89109	37693
23,76	96017	-88225	37889
25,92	95222	-87332	37951
28,08	94378	-86440	37886
30,24	93493	-85557	37697
32,4	92576	-84691	37388
34,56	91635	-83850	36962
36,72	90677	-83041	36421
38,88	89712	-82274	35766
41,04	88747	-81555	34997
43,2	87791	-80893	34112
45,36	86856	-80300	33105
47,52	85953	-79785	31971
49,68	85096	-79366	30698
51,84	84305	-79061	29270
54	83606	-78897	27663

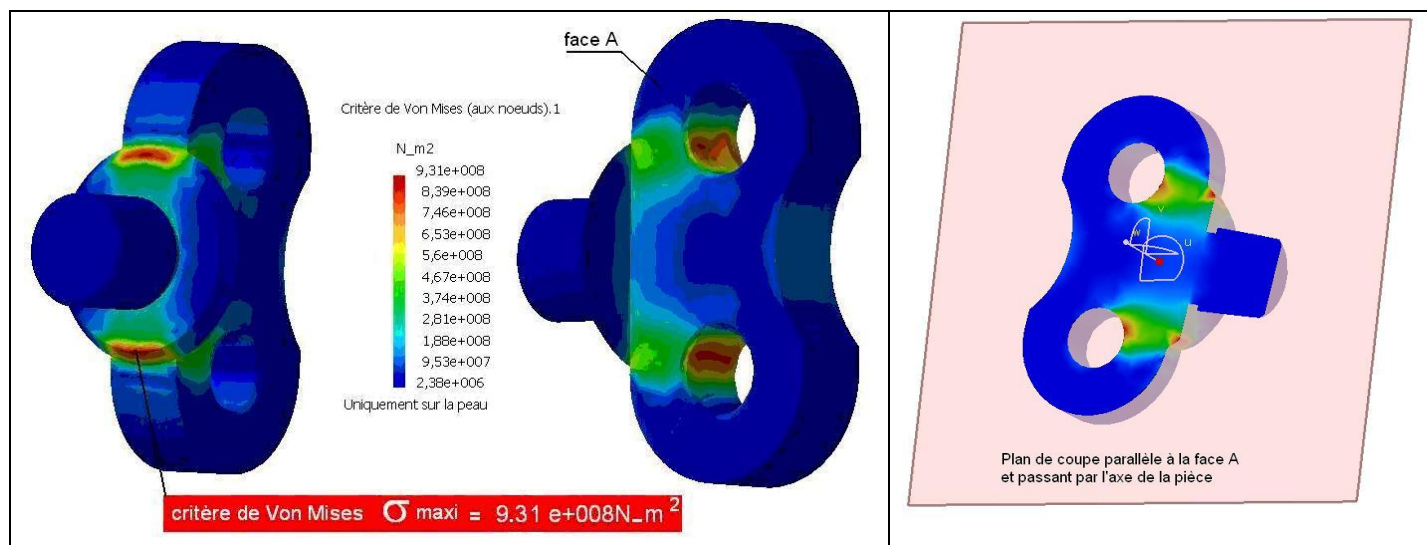


Le repère Ox_PPy_Pz_P est le repère global dans lequel le modèle a été construit



Choix de l'acier

Les renseignements fournis ci-dessous ont été obtenus à partir d'un modèle prenant en compte la situation la plus contraignante pour la pièce étudiée

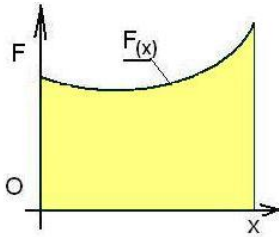


Choix d'un acier : caractéristiques et aptitudes Après trempe et revenu vers 600°

Acier	R mini en Mpa	Re mini en Mpa	Acier	R mini en Mpa	Re mini en Mpa
38 Cr 2	800	650	17 CrNiMo 61	1130	880
34 Cr 4	880	660	30 CrNiMo81	1030	850
41 Cr 4	980	740	51 CrV 4	1180	1080
55 Cr 3	1100	900	16 MnCr 5	1080	835
25 CrMo 4	880	700	20MnCr 5	1230	980
35 CrMo 4	980	770	36 NiCrMo 16	1710	1275
42 CrMo 4	1080	850	51 Si 7	1000	830
16 CrNi 6	800	650	20 SiCr 7	1130	930

R résistance à la traction Re résistance élastique

Formulaire

<p><u>Relation des mobilités</u></p> $h = m_c + m_i + \sum_1^k Ns_i - 6(n-1)$		<p>n nombre groupes fonctionnels du mécanisme (bâti compris)</p> <p>$\sum_1^k Ns_i = Ns_1 + Ns_2 \dots + Ns_k$ somme des inconnues statiques de liaison</p> <p>k nombre de liaisons</p>
<p>h degré d'hyperstatisme :</p> <p>h = 0 système isostatique</p> <p>h > 0 système hyperstatique</p> <p>h < 0 système indéterminé</p>	<p>m_c mobilité cinématique (dans le cas de l'écarteur étudié m_c = 1) c'est cette mobilité qu'on pilotera pour obtenir les diverses positions des bras du mécanisme</p>	<p>m_i mobilité interne</p>
<p><u>Energie électrique consommée</u></p>	<p><u>Energie mécanique et travail</u></p>	
<p>U en volts</p> <p>I en ampères</p> <p>t en secondes</p> <p>W en joules</p> <p>W = U.I.t</p>	<p>Force variable parallèle au déplacement</p> <p>W est équivalent à la surface grisée comprise entre la courbe et l'axe X</p>  <p>$W = \int_0^X F_{(x)} dx$ avec $F_{(x)} = P_{(x)} S_{piston}$</p> <p>$W = S_{(piston)} \int_0^X P_{(x)} dx$</p> <p>* si P = Pm = cte</p> <p>$W = Pm S X$</p> <p>X valeur du déplacement</p> <p>W en Joules</p>	<p>Force constante parallèle au déplacement</p> <p>W = F d</p> <p>W en Joules</p>
<p><u>Critère de Von Mises :</u> Ce critère fournit la valeur d'une contrainte équivalente. Cette contrainte doit être analysée comme une contrainte de traction.</p>		

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2014**

ETUDE DE PRODUITS INDUSTRIELS

SOUS EPREUVE E51

**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES PRODUITS
INDUSTRIELS**

DOSSIER TRAVAIL

ECARTEUR E300

Ce dossier comporte 5 pages.

Temps conseillé :

1- ETUDE DE LA VALIDITE DES DONNEES CONSTRUCTEUR	30 min
2- ETUDE DU MODELE MECANIQUE DE L'ECARTEUR	
Objectif 1 :	1 heure
Objectif 2 :	30 min
Objectif 3 :	1 heure
3- ETUDE DE LA CHAINE DE TRANSFORMATION DE L'ENERGIE	45 min
4- CHOIX D'UN MATERIAU	15 min

1- VERIFICATION DES DONNEES CONSTRUCTEUR

- Fonction technique « Ecarter les becs »

Objectif :

Vérifier les données de la notice fournie par le constructeur : *Capacité d'écartement 300 mm.*

Méthode utilisée: Déterminer graphiquement les positions limites des extrémités des becs 4.

Documents nécessaires pour traiter les questions

Documents techniques : Pages 1/3, 2/3, 3/3, DT1, DT2

Document réponse : DR1

Travail à effectuer sur le document DR1.

Question 1 :

Tracer les épures qui permettent de déterminer les positions des points D1 et D2 lorsque le piston est en fin de course. La course du piston est de 54 mm.

Question 2 :

- Mesurer la distance entre les points D1 et D2.
- Indiquer la capacité d'écartement.
- Conclure.

2- MODELE MECANIQUE DE L'ECARTEUR

Fonction technique « Produire l'effort »

Objectif 1 :

Elaborer un modèle *mécanique isostatique* permettant la simulation numérique.

Hypothèses

- Le poids propre de chaque solide est négligeable devant les actions mises en jeu.
- Tous les solides sont supposés indéformables.
- Les mouvements sont lents ce qui revient à négliger les effets dynamiques.

Documents nécessaires pour traiter les questions

Documents techniques : DT1, DT2, DT3

Document réponses : DR2, DR3

Il est conseillé de traiter au brouillon la question 3 et d'effectuer une mise au propre définitive après avoir répondu à la question 4.

Sur les documents réponses DR2 et DR3 le modèle est ébauché, certaines liaisons ont été choisies. Ce choix laisse une **mobilité interne** (ω_x rotation autour de l'axe x) au piston monté.

Question 3 :

En observant les conditions d'assemblage portées sur les documents techniques DT1 et DT3, compléter les documents réponses DR2 et DR3, en justifiant vos choix.

Question 4 : Sur feuille de copie

Vérifier que le modèle que vous avez élaboré est **isostatique**.

Si non corriger le modèle afin de le rendre isostatique.

Pour obtenir ce résultat on pourra utiliser la relation définissant le degré d'**hyperstaticité**, document technique DT9.

Question 5 : Sur feuille de copie

Le groupe hydraulique travaille à débit constant. On désire connaître les actions dans chaque liaison sous charge. Pour obtenir toutes ces informations, il est nécessaire de piloter une liaison.

Indiquer :

- la liaison que vous choisissez de piloter,
- la mobilité à piloter et l'amplitude du mouvement.

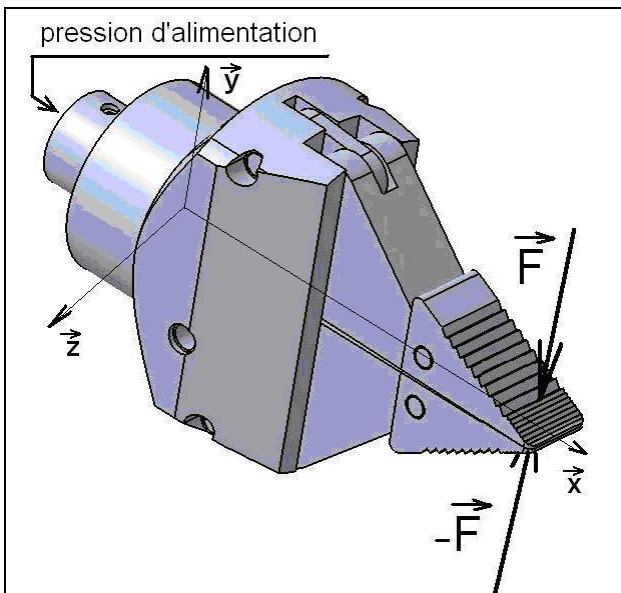
Objectif 2 :

Evaluer la pression d'alimentation en début de cycle sous charge.

Documents nécessaires pour traiter les questions

Documents techniques : DT1, DT2, DT3, DT4

Documents réponses : DR4, DR5



Conditions initiales de l'étude :

L'étude est faite en début d'ouverture des bras

Le « **corps assemblé** » est fixe.
La liaison « **Piston assemblé/corps assemblé** » est une liaison pivot glissant parfaite.
 $\vec{F} = -36\,000\vec{y}$
La contre-pression est prise en compte elle répond à la loi définie document DT4. Dans cette position du piston $P_c = 0,8$ Mpa.

Question 6 : Sur document réponse DR4

Déterminer graphiquement en isolant l'ensemble « **bras assemblé** » les modules et les composantes sur les axes x et y des actions en B1 et C1 dans la situation décrite ci-dessus.

Question 7 : Sur document réponse DR5

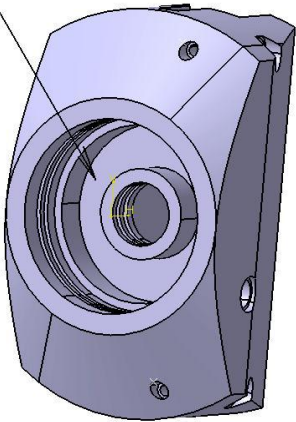
- Etudier l'équilibre du « **piston assemblé** » et déduire l'action F_{pa} \rightarrow produite par la pression d'alimentation.
- Calculer la pression d'alimentation P_a (*Fournir une expression littérale et une application numérique*).

Objectif 3 :

Optimiser les performances du mécanisme en modifiant le volume de la chambre 2 afin de limiter la pression d'alimentation à 25 Mpa.

Documents nécessaires pour traiter les questions

Documents techniques : DT4, DT5
 Document réponses : DR6, DR7

<p style="font-size: small;">mise en place d'une chambre en remplacement des 6 trous</p> 	<p>Le document technique DT4 explique et décrit le principe de fonctionnement de la contre-pression. Les études cas1 et cas 2 du document DT4 montrent l'influence de la contre-pression sur la pression d'alimentation.</p> <p>En fin d'ouverture des bras, sous charge, en présence de la contre-pression, la pression d'alimentation Pa1 atteint 28,5 Mpa. Elle est donc supérieure à la valeur annoncée par le constructeur de l'écarteur. La centrale est en mesure de produire la pression demandée, mais cette situation génère un appel de courant qui pénalise l'autonomie de la batterie.</p> <p>Le document technique DT5 explique et décrit la solution choisie pour limiter à 25 Mpa la pression d'alimentation Pa2. On décide de remplacer le volume V_{6T} de la solution N°1 (6 trous) par une chambre annulaire de volume V_{ch} solution N°2.</p>
---	--

Notations à adopter		Solution N°1 <i>Solution existante</i>		Solution N°2 <i>Solution transformée</i>	
		Etat initial <i>Bras fermés</i>	Etat final <i>Bras ouverts</i>	Etat initial <i>Bras fermés</i>	Etat final <i>Bras ouverts</i>
Pression d'alimentation	Pa	$Pa1_{init}$	Pa1	$Pa2_{init}$	Pa2
Contre pression	Pc	$Pc1_{init}$	Pc1	$Pc2_{init}$	Pc2
Volume occupé par la contre pression	Vc	$Vc1_{init}$	Vc1	$Vc2_{init}$	Vc2

*Les questions 8 et 9 sont indépendantes.
 L'étude sera faite en fin de course (bras ouverts)*

Question 8 : Sur document réponse DR6

- A partir des équations E1 et E2 déterminer littéralement P_{C2} .
- Calculer la valeur de P_{C2}

Question 9 : Sur document réponse DR7 à l'aide du document DT5

- Déterminer le volume V_{c2} à mettre en place pour obtenir la contre-pression.
- Déterminer le volume V_{ch} : volume de la chambre usinée dans le corps.
- Déterminer la profondeur X de cette chambre.

3- CHAINE DE TRANSFORMATION DE L'ENERGIE

- Fonction technique
« Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique »

Objectif :

Rechercher les possibilités d'évolution des performances de la chaîne de transformation d'énergie équipée de l'écarteur transformé (chambre annulaire).

<u>Documents nécessaires pour traiter les questions :</u> Documents techniques : DT 1, DT 6, DT9

Les questions 10, 11, 12, 13, 14, 15,16 et 17 sont indépendantes et traitées sur feuille de copie.

L'étude porte sur un cycle de mouvement des bras de l'écarteur (Ouverture et fermeture).
L'air comprimé dans la chambre 2 fournit l'énergie nécessaire pour assurer la fermeture des bras.
Pendant la fermeture des bras il n'y a pas d'effort F sur les becs (repère 4 Document DT1).
Données complémentaires : $D_{\text{piston}} = 100 \text{ mm}$ Course $X = 54 \text{ mm}$

Question 10 :

Déterminer le temps d'ouverture des bras.

Ce temps correspond au temps nécessaire mis par la pompe pour remplir la chambre du vérin de l'écarteur avec l'huile sous pression fournie par la centrale.

Question 11 :

Déterminer l'énergie électrique consommée W .

Pour cette question prendre un temps d'ouverture de 21 s.

Question 12 :

Déterminer le travail ou l'énergie W_H entrant dans l'écarteur.

Pour ce calcul faire l'hypothèse que la pression est constante et égale $P_m = 24,5 \text{ Mpa}$.

Question 13 :

Déterminer le travail mécanique W_M fourni par l'écarteur.

Question 14 :

Déterminer le rendement du bloc écarteur (voir DT6) η_e .

Question 15 :

Déterminer le rendement de la centrale hydraulique η_c .

Question 16 :

Déterminer le rendement de la chaîne de transformation d'énergie η .

Question 17 :

Sur quelle partie de la chaîne d'énergie peut-on intervenir pour améliorer les performances de la chaîne de transformation d'énergie.

4- CHOIX D'UN MATERIAU

- Fonction technique « Produire l'effort »

Objectif :

Choisir un matériau pour la pièce 6 : « *Tête piston* »

Documents nécessaires pour traiter les questions :

Documents techniques	:	DT1, DT2, DT7, DT8, DT9
Document réponse	:	DR8

Question 18 : Sur document réponse DR8

Rechercher, à partir des résultats fournis par la simulation numérique dans le repère (O, X_P, Y_P, Z_P) , les efforts maxi appliqués sur l'ensemble « piston assemblé ».

En tenant compte du repère local (O, X, Y, Z) différent du repère de simulation.

- Indiquer dans le cadre 1 les composantes des actions en C1 et C2 des efforts maximum dans les deux repères.
- Tracer à l'échelle, sur la figure 1 du cadre 2, les actions et les composantes en C1 et C2 des bras sur la pièce 6 Tête piston.

Question 19 : Sur document réponse DR 8

Hypothèses : Conditions aux limites

- La liaison entre la « *Tige piston* » et la pièce « *Tête piston* » est une liaison **complète** par filetage réalisée par l'intermédiaire des surfaces S1 et S2
- La pièce « Tige de piston » est supposée indéformable et fixe.
- La transmission des efforts en C1 et C2 est assurée par un contact entre les axes liés aux bras et les alésages de la pièce « *Liaison Bielle* » (liaison avec jeu)

Ces hypothèses conduisent à placer :

- des liaisons de fixation sur les surfaces S1 et S2,
- un chargement de type palier sur les alésages (angle de contact 120°).

Indiquer les conditions aux limites à placer sur les surfaces S1 et S2 en encerclant l'icône choisie.

Compléter les tableaux Palier C1, palier C2 en remplissant les lignes 1, 2, 3 et 4 définissant les chargements.

Question 20 : sur feuille de copie

Indiquer la résistance pratique minimale à l'extension (R_{pe}) du matériau à utiliser pour réaliser la pièce 6, en étudiant les renseignements fournis sur le document technique DT8.

Coefficient de sécurité choisi $s = 1,2$.

Question 21 : sur feuille de copie

Indiquer le ou les aciers, figurant dans la liste du document technique DT8, qui répondent aux exigences de résistance de la pièce 6.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2014**

ETUDE DE PRODUITS INDUSTRIELS

SOUS EPREUVE E51

**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES PRODUITS
INDUSTRIELS**

DOSSIER REPONSE

ECARTEUR E300

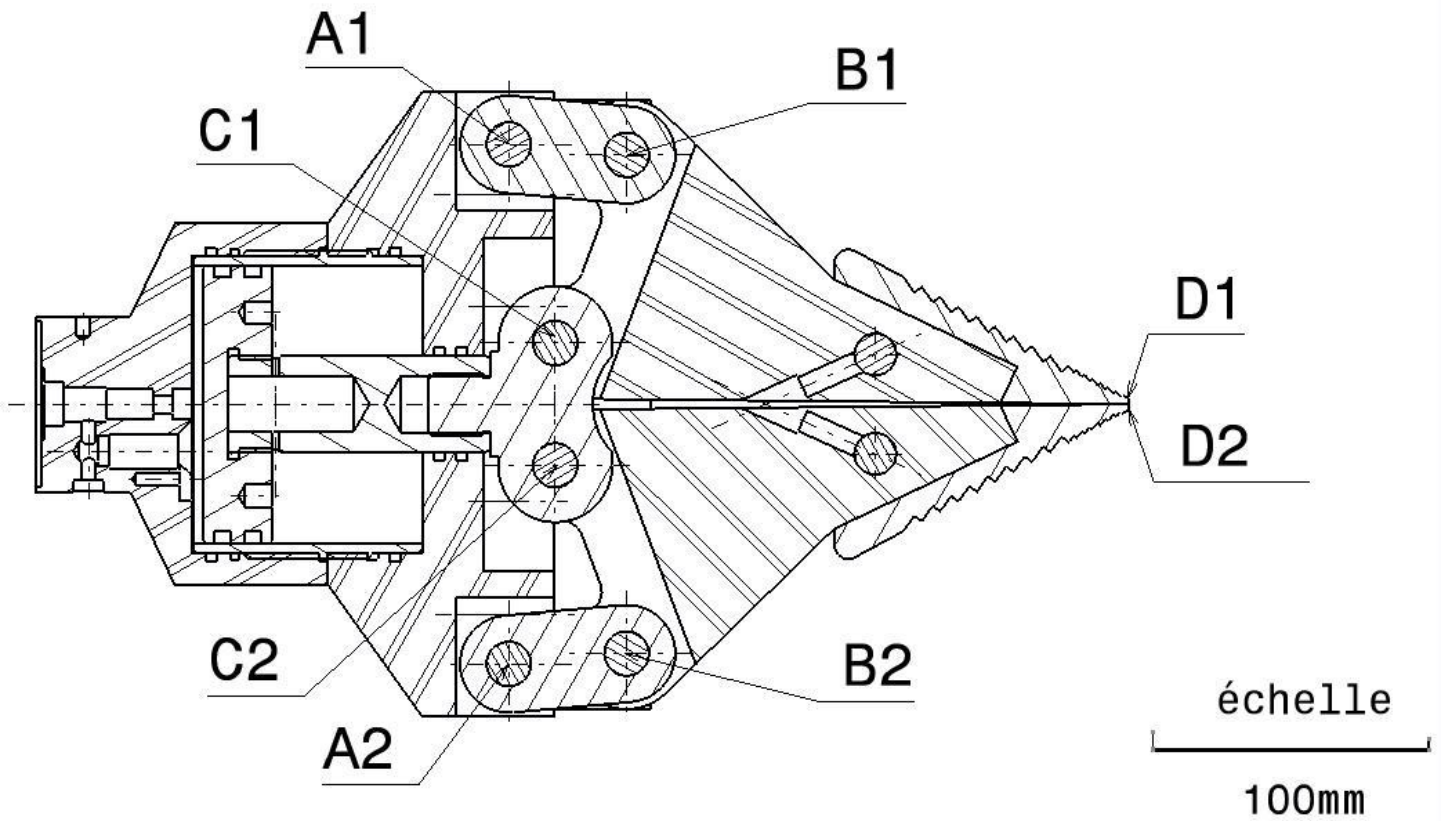
Tous les documents « réponses » sont à remettre à la fin de l'épreuve.

Ce dossier comporte 8 pages.

CPE5MC

Vérifier les renseignements fournis par le constructeur

Question 1



Question 2

<p><u>Distance mesurée</u></p> <p>.....mm</p>	<p><u>Capacité d'écartement</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p><u>Conclure</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

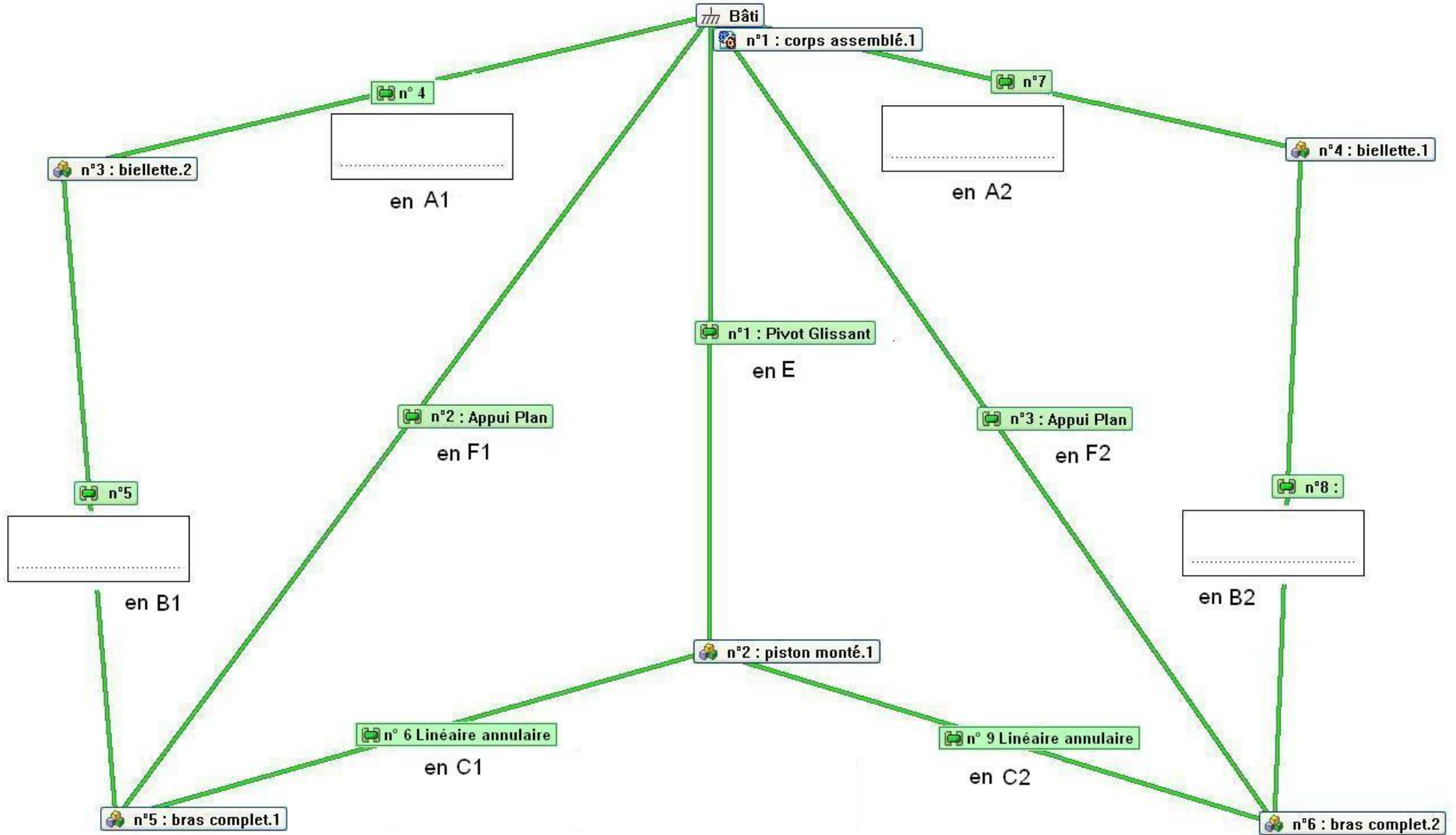
Question 3

Modélisation du mécanisme, étude des liaisons

Centre de la liaison	N° liaison	Nom de la liaison	Nombre d'inconnues statiques de la liaison	Inconnues statiques de la liaison		Justification du choix de la liaison
	Solides en liaison					
E	N°1	Pivot glissant	$N_{S_E} = 4$	0	0	Mouvement de rotation et de translation possible suivant l'axe X Longueur de guidage important (piston et tige de piston)
	S1/S2			Y_E	M_E	
F1	N°2	Appui plan	$N_{S_{F1}} = 3$	0	L_{F1}	Le bras est guidé entre les deux plans de la rainure réalisée sur le corps (ajustement 50 H7f7)
	S1/S6			Z_{F1}	0	
F2	N°3	Appui plan	$N_{S_{F2}} = 3$	0	L_{F2}	Le bras est guidé entre les deux plans de la rainure réalisée sur le corps (ajustement 50 H7f7)
	S1/S5			Z_{F2}	0	
C1	N°6	Linéaire annulaire	$N_{S_{C1}} = 2$	X_{C1}	0	Contact cylindrique (ajustement 16 F7k6) longueur de guidage courte par rapport au diamètre de guidage. Jeu axial
	S2/S6			Y_{C1}	0	
C2	N°9	Linéaire annulaire	$N_{S_{C2}} = 2$	X_{C2}	0	Contact cylindrique (ajustement 16 F7k6) longueur de guidage courte par rapport au diamètre de guidage. Jeu axial
	S4/S5			Y_{C2}	0	
A1	N°4	.....	$N_{S_{A1}} = \dots\dots\dots$	.....	.....
				
A2	N°7	.....	$N_{S_{A2}} = \dots\dots\dots$	.....	.....
				
B1	N°5	.....	$N_{S_{B1}} = \dots\dots\dots$	.....	.....
				
B2	N°8	.....	$N_{S_{B2}} = \dots\dots\dots$	.....	.....
				

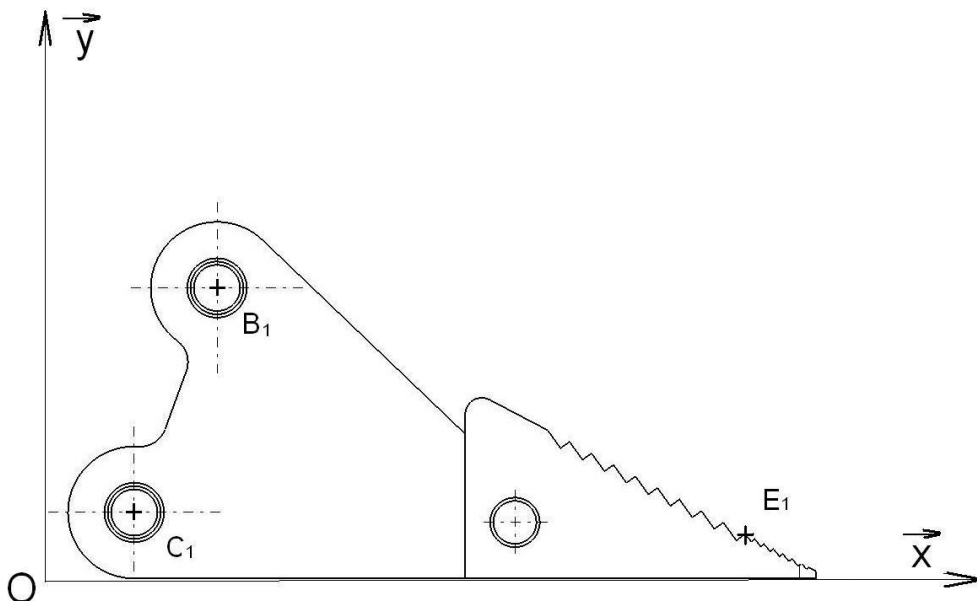
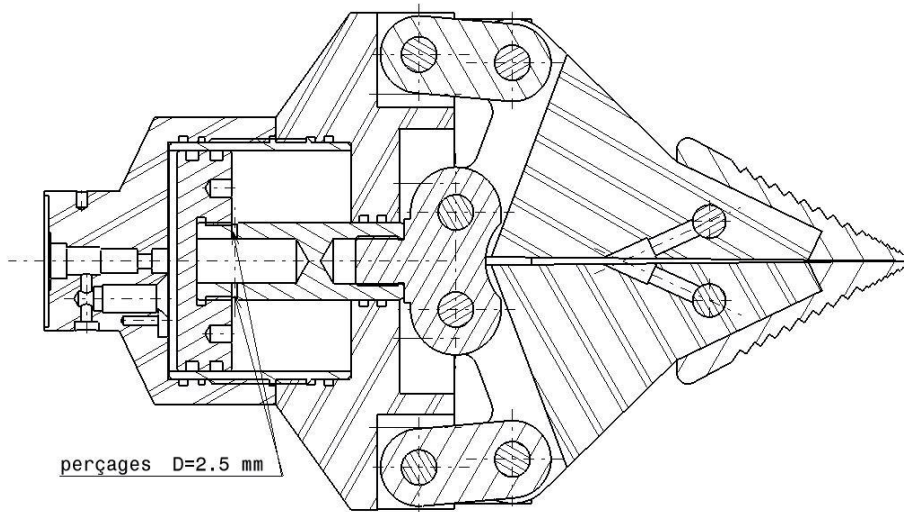
Question 3

Modélisation du mécanisme, graphe des liaisons



Question 6

Détermination de la pression nécessaire au démarrage



Action en B_1 de la billette sur le bras assemblé

Norme :

Composante sur x

Composante sur y

Action en C_1 du piston assemblé sur le bras assemblé

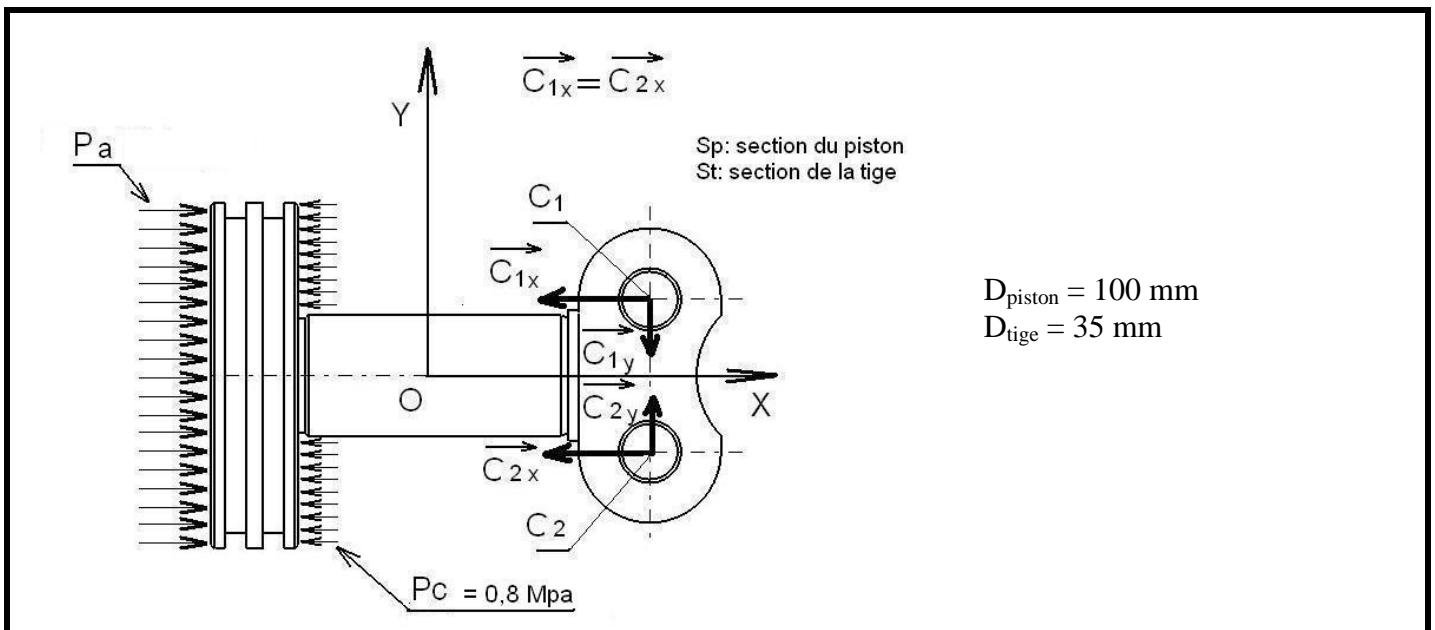
Norme :

Composante sur x

Composante sur y

Question 7

Détermination de la pression nécessaire au démarrage



Equilibre du piston

Expression littérale de F_{pa} →

Expression littérale de Pa

Application numérique

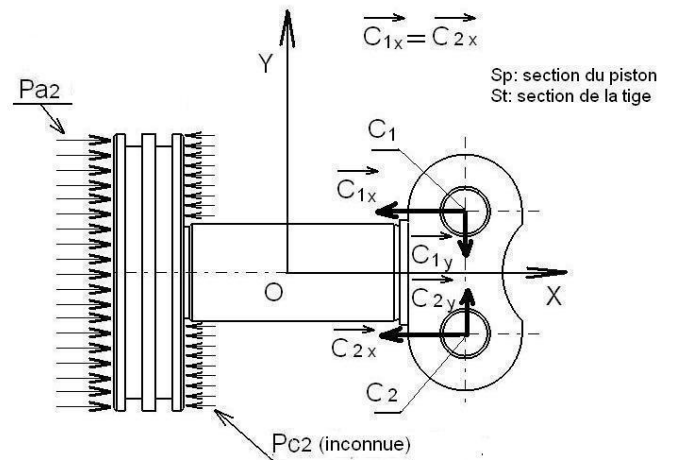
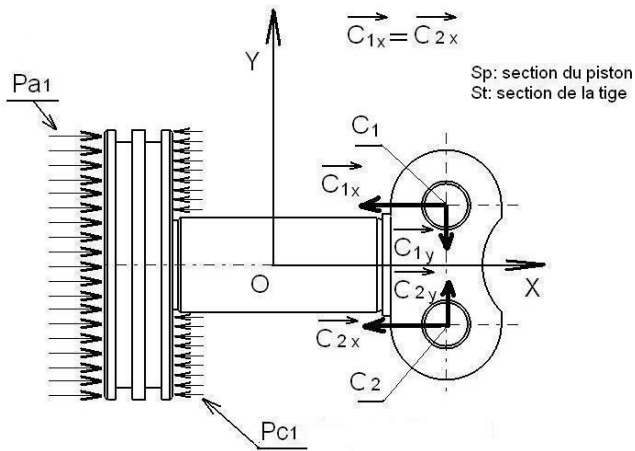
Les dimensions nécessaires pour cette application seront mesurées sur le document DT1

Question 8

Détermination de la contre-pression MAXI

Solution 1 : solution existante (6 trous dans le corps)

Solution 2: solution transformée (chambre dans le corps)



Equation E1 d'équilibre du **piston assemblé** en projection sur l'axe x

Equation E2 d'équilibre du **piston assemblé** en projection sur l'axe x

E1 : $P_{a1} S_P - P_{C1} (S_P - S_T) + 2C_{1x} = 0$

E2 : $P_{a2} S_P - P_{C2} (S_P - S_T) + 2C_{1x} = 0$

- Détermination littérale de P_{C2}

$P_{C2} = \dots\dots\dots$

Application numérique Section du piston : $S_P = 7854 \text{ mm}^2$ Section de la tige : $S_T = 962 \text{ mm}^2$
 $P_{a1} = 28.5 \text{ Mpa}$ $P_{c1} = 9,5 \text{ Mpa}$ $P_{a2} = 25 \text{ Mpa}$

$P_{2C} = \dots\dots\dots$

Question 9

Détermination de la profondeur de la chambre

Solution 2

$$PV = cte \Rightarrow P_{C2_{Init}} V_{C2_{Init}} = P_{C2} V_{C2}$$

Pour la suite du travail on prendra :

$$P_{C2_{Init}} = 0,8 \text{ Mpa}$$

$$P_{C2} = 5,5 \text{ Mpa}$$

$$V_{C2_{Init}} = V_{C2} + V_d \text{ avec}$$

$$V_{C2} = V_{ch} + V_{2T} + V_{TT}$$

V_d volume généré par le déplacement du piston dans la chambre 2

Diamètre du piston $D_{piston} = 100 \text{ mm}$ $D_{tige} = 35 \text{ mm}$ Course du piston $c = 54 \text{ mm}$

Dimensions de la chambre $D = 98 \text{ mm}$ $d = 50 \text{ mm}$ X : profondeur à calculer

Calcul de V_{C2} (*expression littérale*)

$$V_{C2} = \dots\dots\dots$$

Application numérique

$$V_{C2} = \dots\dots\dots$$

Calcul de V_{ch} (*expression littérale*)

$$V_{ch} = \dots\dots\dots$$

Application numérique

$$V_{ch} = \dots\dots\dots$$

Calcul de X (*expression littérale*)

$$X = \dots\dots\dots$$

Application numérique

$$X = \dots\dots\dots$$

Conditions aux limites

Question 18

Cadre 1

Action en C1

Action en C2

/Xp...../X.....
 /Yp...../Y.....
 /Zp...../Z.....

/Xp...../X.....
 /Yp...../Y.....
 /Zp...../Z.....

Cadre 2



fixation encastrement

tous les noeuds du maillage appartenant à la surface sont fixes



glissement surfacique

tous les noeuds du maillage appartenant à la surface sont contraints à rester dans la surface

Echelle des forces 1mm → 2000N

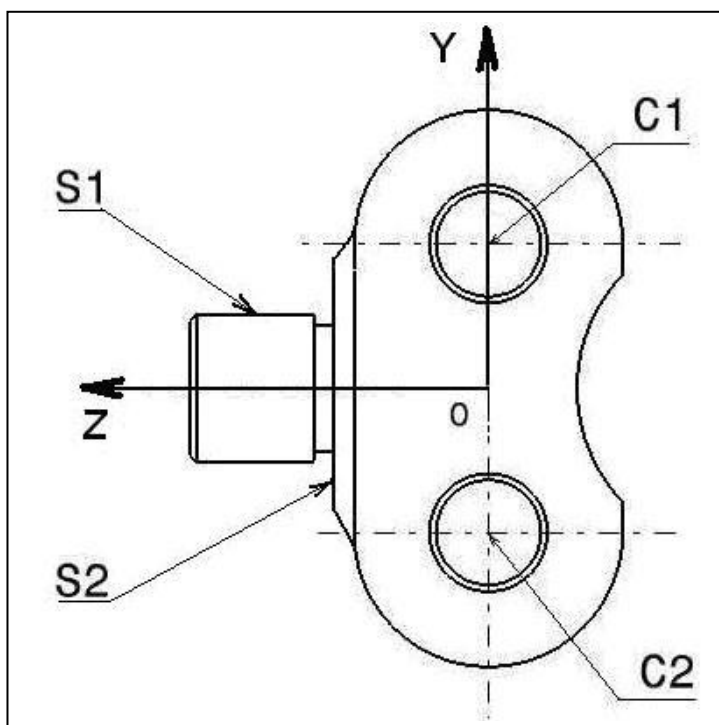
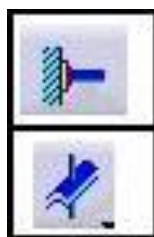
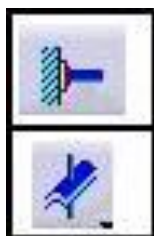


Figure 1

Palier C1

Chargement de type palier

Norme

X

Y

Z

Angle 120deg

Orientation Radiale

Profil

Profil Sinusoidal

Distribution extérieur

OK Annuler

1
2
3
4

Palier C2

Chargement de type palier

Norme

X

Y

Z

Angle 120deg

Orientation Radiale

Profil

Profil Sinusoidal

Distribution extérieur

OK Annuler

1
2
3
4