



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

**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**

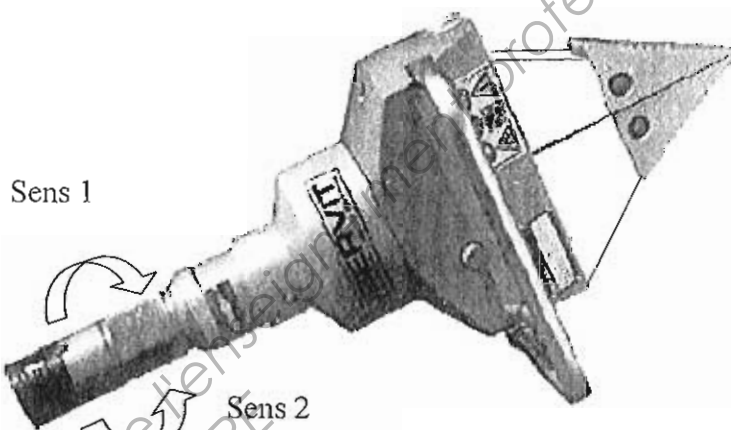
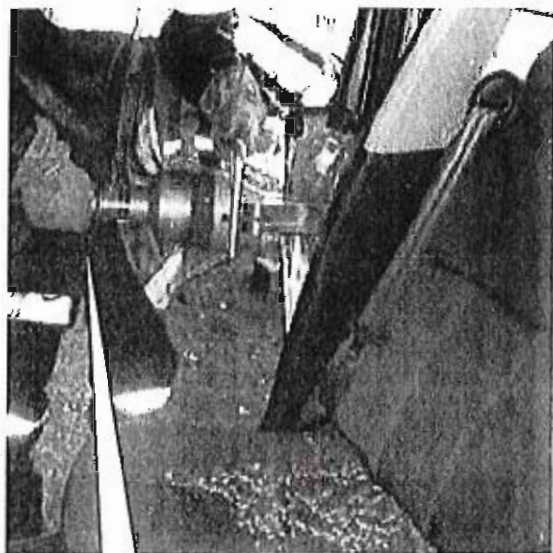
Ce dossier comporte 12 pages :

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

## 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

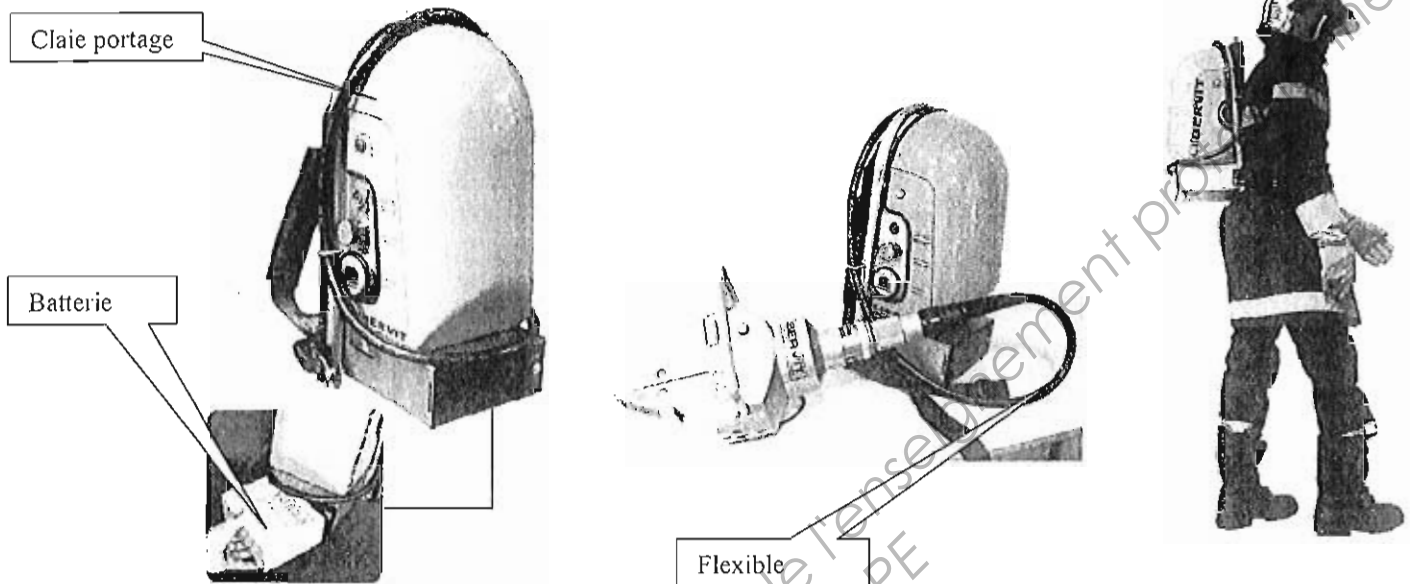
Caractéristiques écarteur E300 :

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.

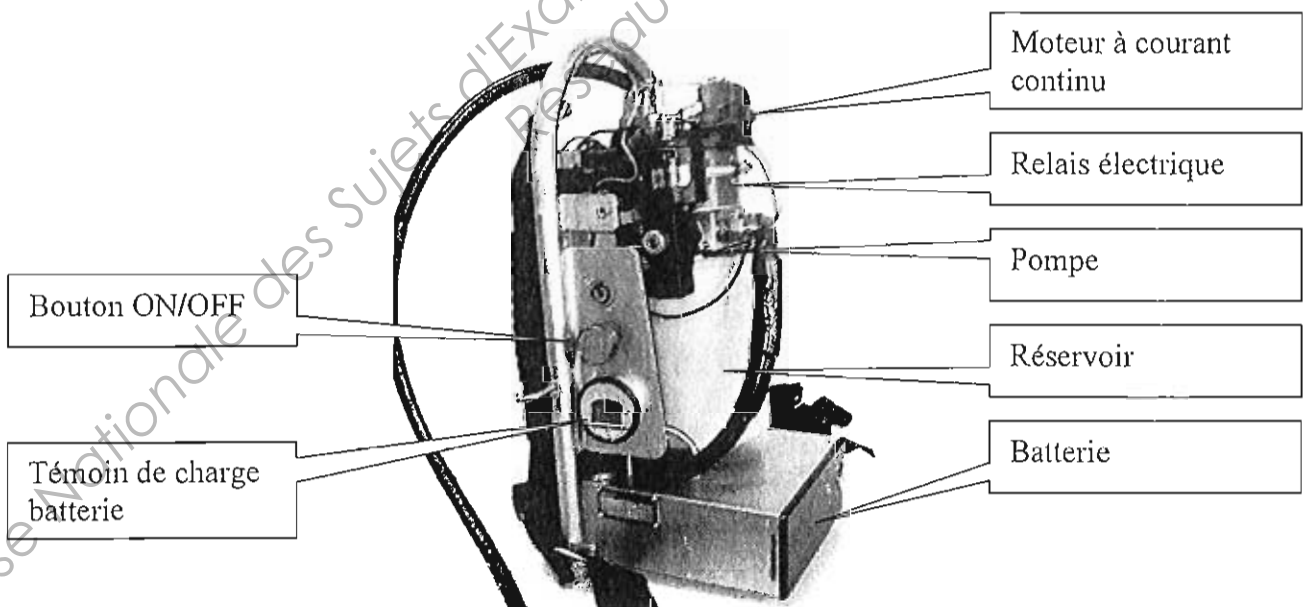
Le flexible assure les connexions :

- 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

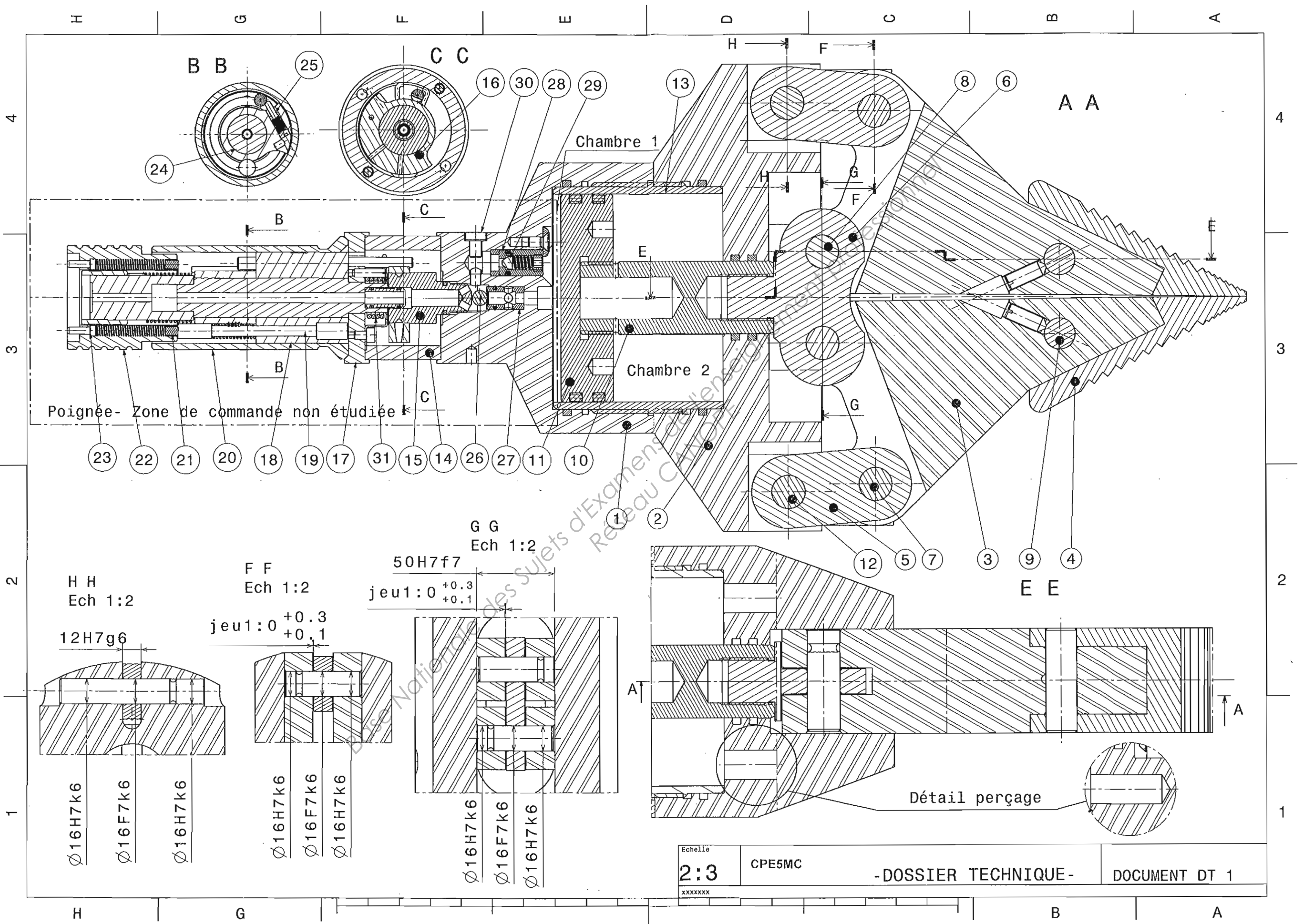


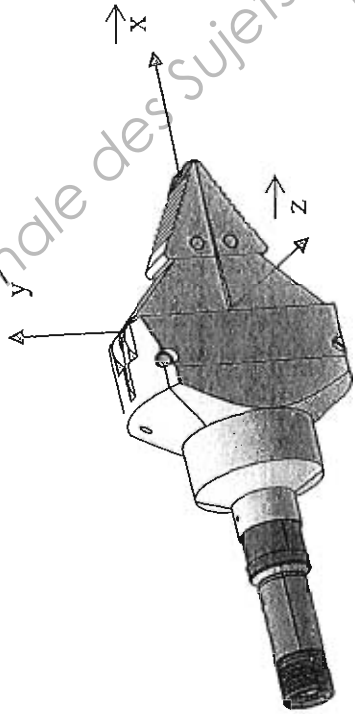
Caractéristiques micro centrale 3G :

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

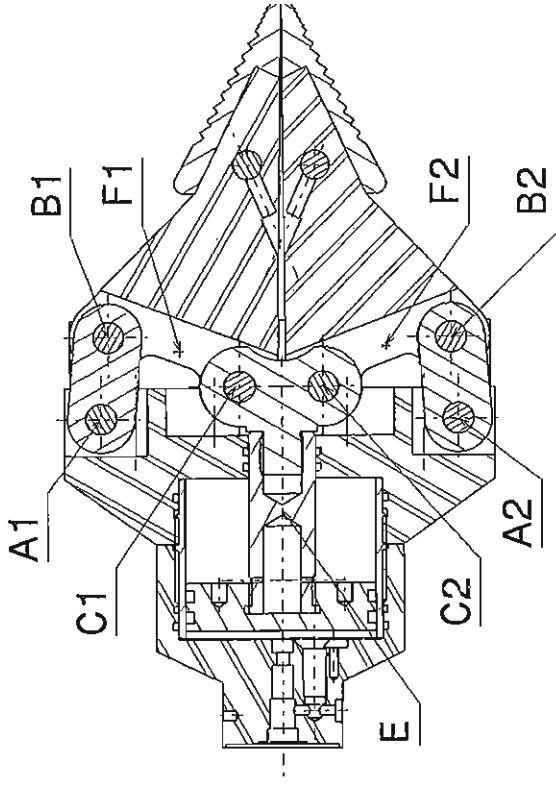
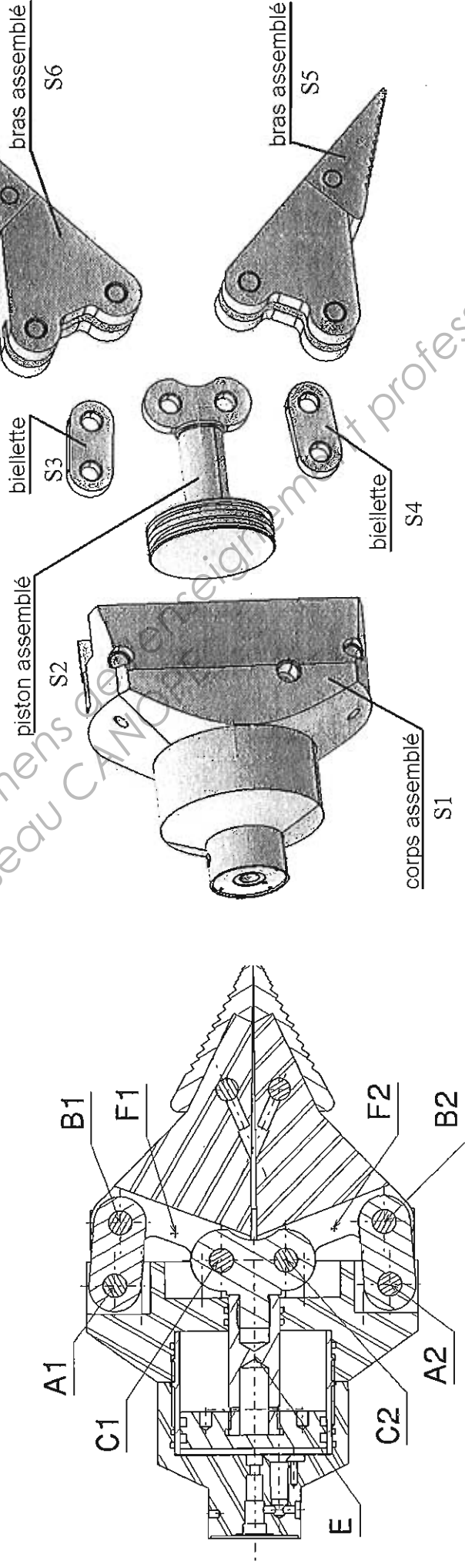
## Nomenclature

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*





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

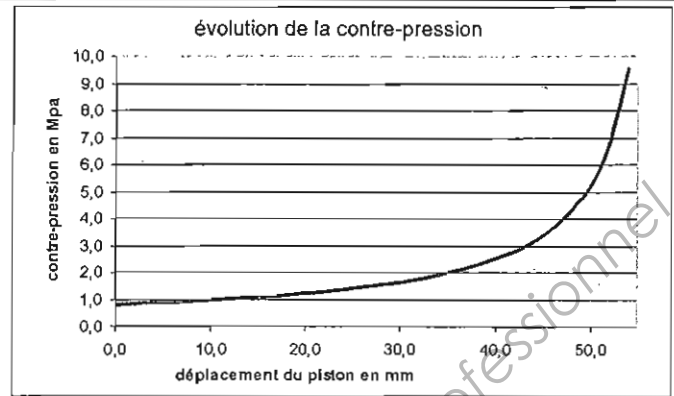
Entre l'état initial (bras fermés) et l'état final (bras ouverts) le volume V de l'air emprisonné dans la chambre 2 diminue en même temps que sa pression P augmente.

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**

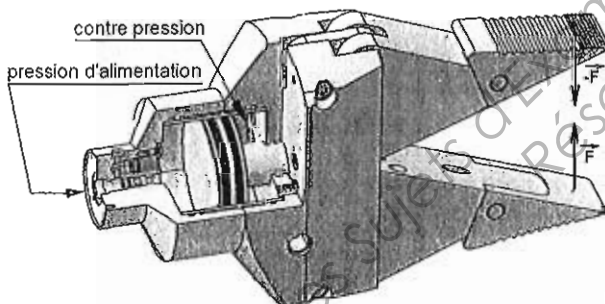
Le modèle mécanique du mécanisme permet d'étudier les deux cas présentés ci-dessous. Ces deux cas d'étude montrent l'influence de la contre-pression sur la pression d'alimentation.

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.

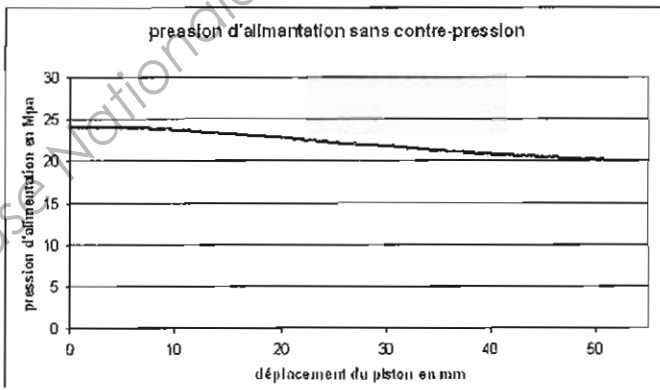
*Ce problème d'élévation de pression d'alimentation est lié à la petite taille du volume qu'occupe l'air emprisonné, pour réaliser la contre-pression, en fin de déplacement du piston. Cette contre pression est nécessaire pour ramener les bras en position initiale.*

**Condition initiale du modèle mis en place**



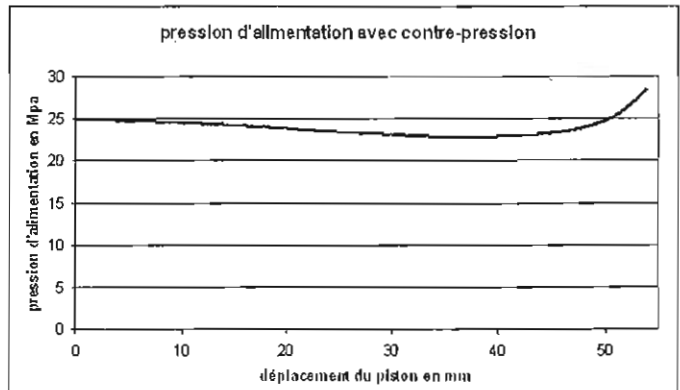
- course du piston 54 mm
- le corps assemblé est fixe
- $\|\vec{F}\| = 36 \text{ KN}$  direction fixe
- lorsque la contre-pression est prise en compte elle répond à la loi définie précédemment
- la pression d'alimentation est l'inconnue du problème elle est fonction de la configuration du mécanisme.

**Cas N° 1** sans la contre-pression



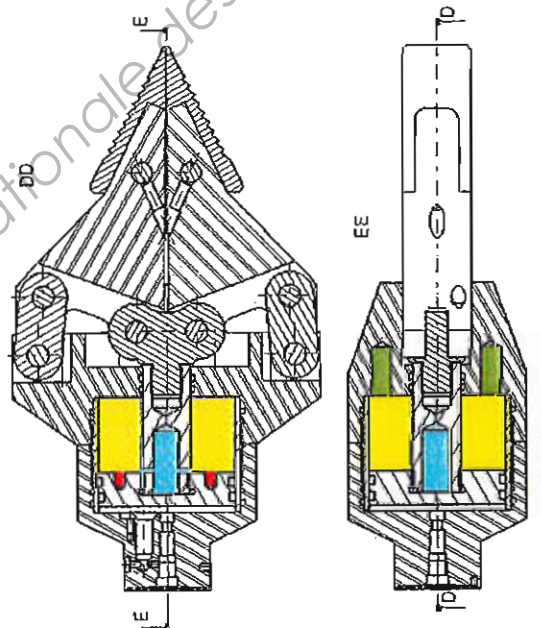
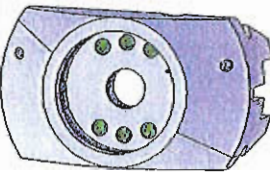
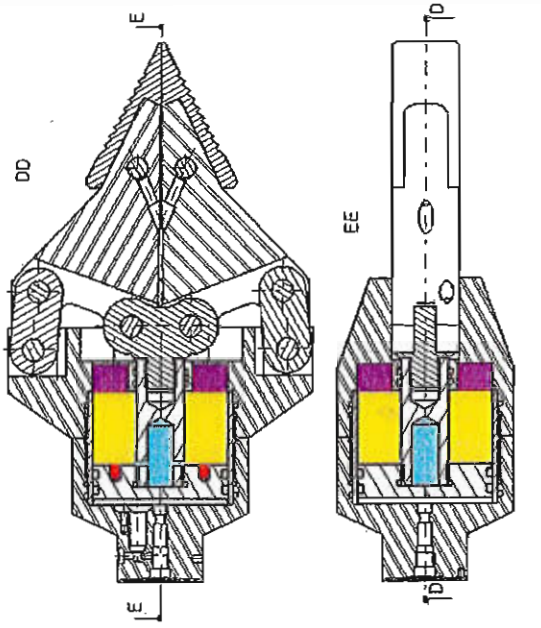
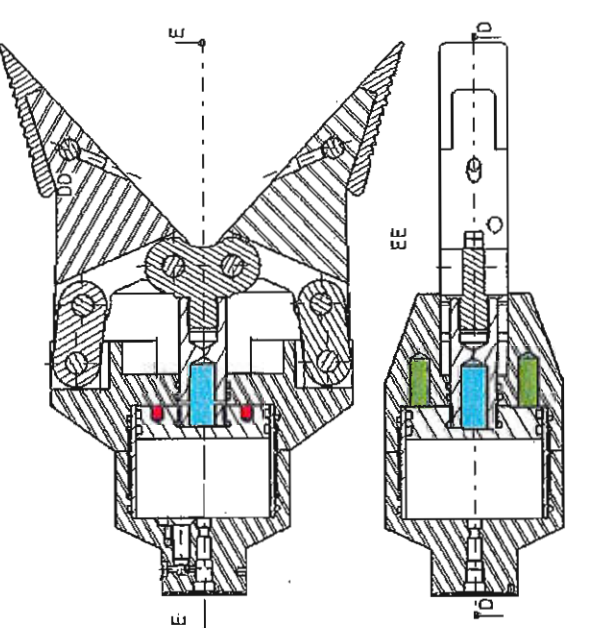
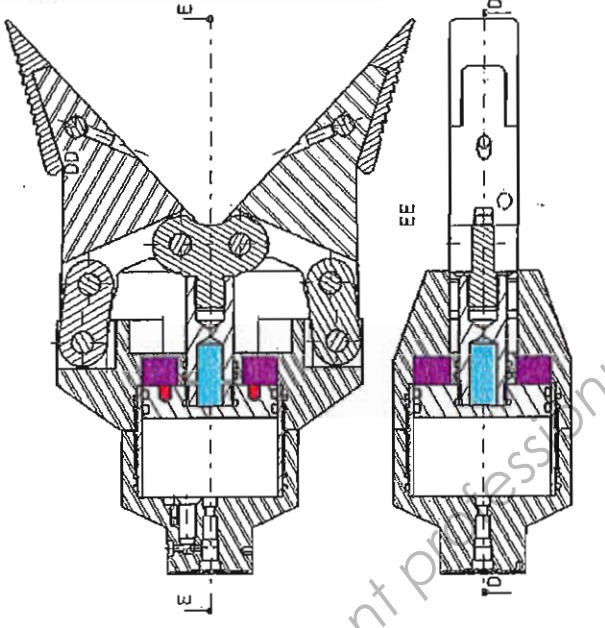
Pression mini Pmini = 20 Mpa  
Pression maxi Pmaxi = 24 Mpa

**Cas N° 2** avec la contre-pression



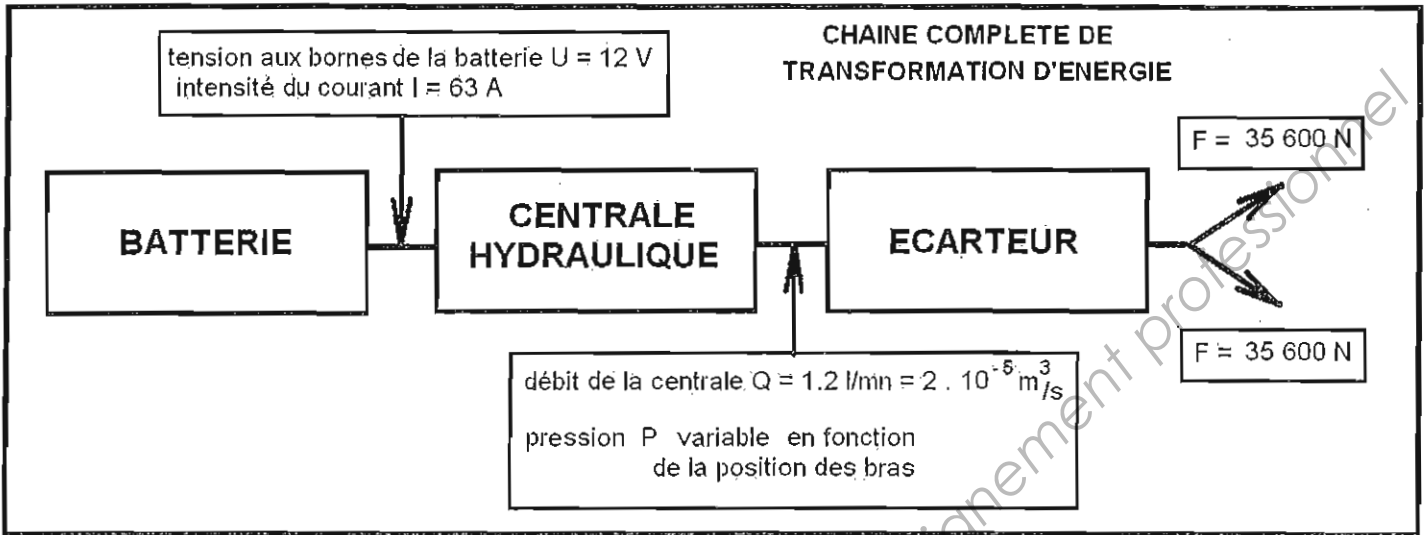
Pression mini Pmini = 23 Mpa  
Pression maxi Pmaxi = 28,5 Mpa

Transformation du volume minimal de la chambre de contre pression

Solution N°1 (solution existante)	Solution N°2 (nouvelle solution)	Solution N°2 (nouvelle solution)
<p>Etat Initial</p> 	 <p> <math>V_d</math> : volume déplacement du piston  <math>V_{6T}</math> : volume 6 trous  <math>V_{TT}</math> : volume du trou dans la tige  <math>V_{2T}</math> : volume 2 trous dans le piston  <math>V_{C1_{init}} = V_d + V_{6T} + V_{TT} + V_{2T}</math> </p> <p> <math>V_{6T}</math> : volume 6 trous  <math>V_{TT}</math> : volume du trou dans la tige  <math>V_{2T}</math> : volume 2 trous dans le piston  <math>V_{C1} = V_{6T} + V_{TT} + V_{2T}</math> </p> <p>Etat initial solution 1  <math>V_{C1_{init}} = 406.10^3 \text{ mm}^3</math></p> <p>Etat final solution 1  <math>V_{C1_f} = 34.10^3 \text{ mm}^3</math></p> <p>Volume 6 trous  <math>V_{6T} = 21.10^3 \text{ mm}^3</math></p>	 <p> <math>V_d</math> : volume déplacement du piston  <math>V_{ch}</math> : volume chambre  <math>V_{TT}</math> : volume du trou dans la tige  <math>V_{2T}</math> : volume 2 trous dans le piston  <math>V_{C2_{init}} = V_d + V_{ch} + V_{TT} + V_{2T}</math> </p> <p> <math>V_{ch}</math> : volume chambre  <math>V_{TT}</math> : volume du trou dans la tige  <math>V_{2T}</math> : volume 2 trous dans le piston  <math>V_{C2} = V_{ch} + V_{TT} + V_{2T}</math> </p> <p>Volume chambre  <math>V_{ch}</math> à déterminer</p> <p>Volume trou tige  <math>V_{TT} = 11.10^3 \text{ mm}^3</math></p> <p>Volume 2 trous piston  <math>V_{2T} = 2.10^3 \text{ mm}^3</math></p>
<p>Etat Final</p> 		

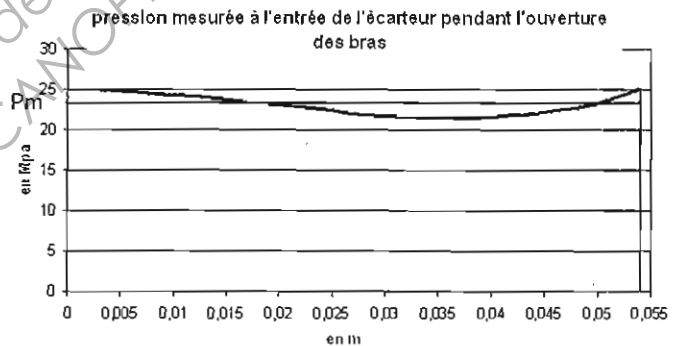
*Bilan énergétique du modèle transformé  
(Corps avec une chambre annulaire)*

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



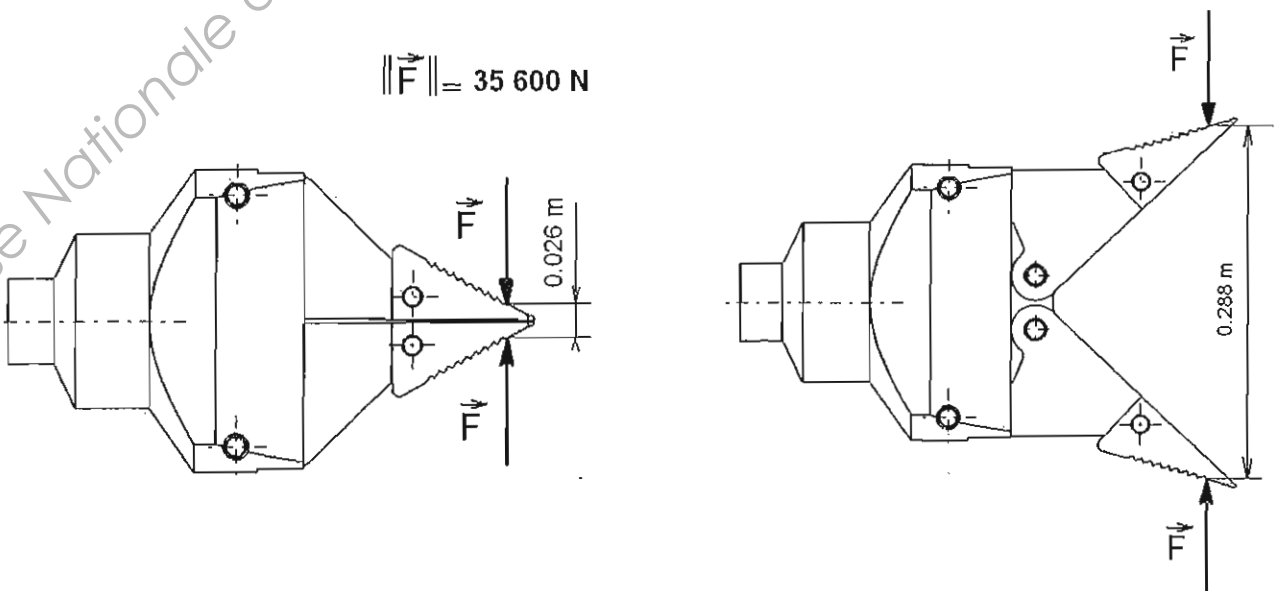
*Energie ou travail fournie à l'écarteur*

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



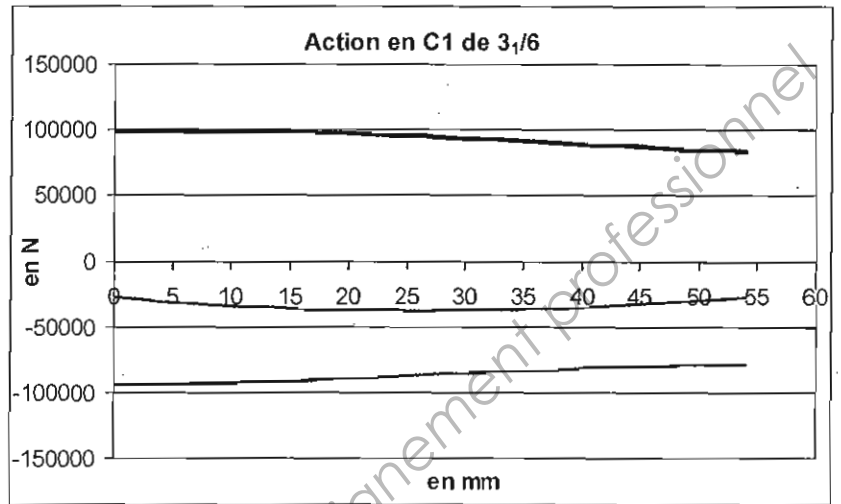
*Energie ou travail fourni par l'écarteur*

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

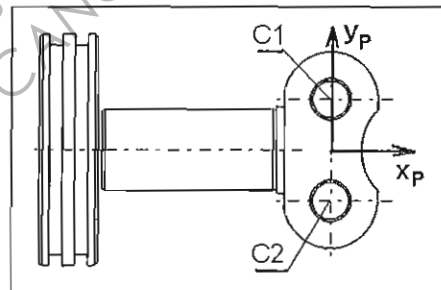


*Actions sur la pièce « Tête de piston »  
Résultats de simulation numérique*

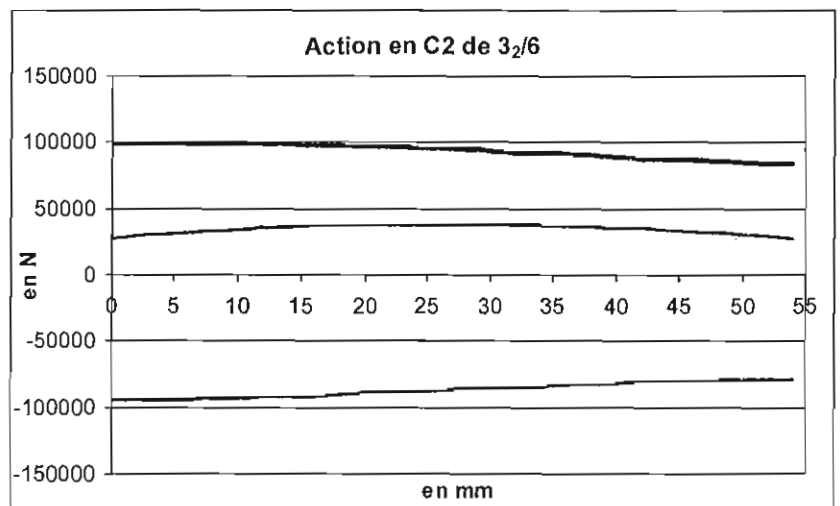
COURSE	module de F (3 <sub>1/6</sub> ) en N	F (3 <sub>1/6</sub> ) composante sur X en N	F (3 <sub>1/6</sub> ) composante sur Y en N
0	98811	-94858	-27668
2,16	99185	-94743	-29350
4,32	99405	-94486	-30885
6,48	99481	-94102	-32269
8,64	99421	-93607	-33500
10,8	99234	-93016	-34576
12,96	98931	-92343	-35498
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<sub>P</sub>PyPz<sub>P</sub> est le repère global  
dans lequel le modèle a été construit*

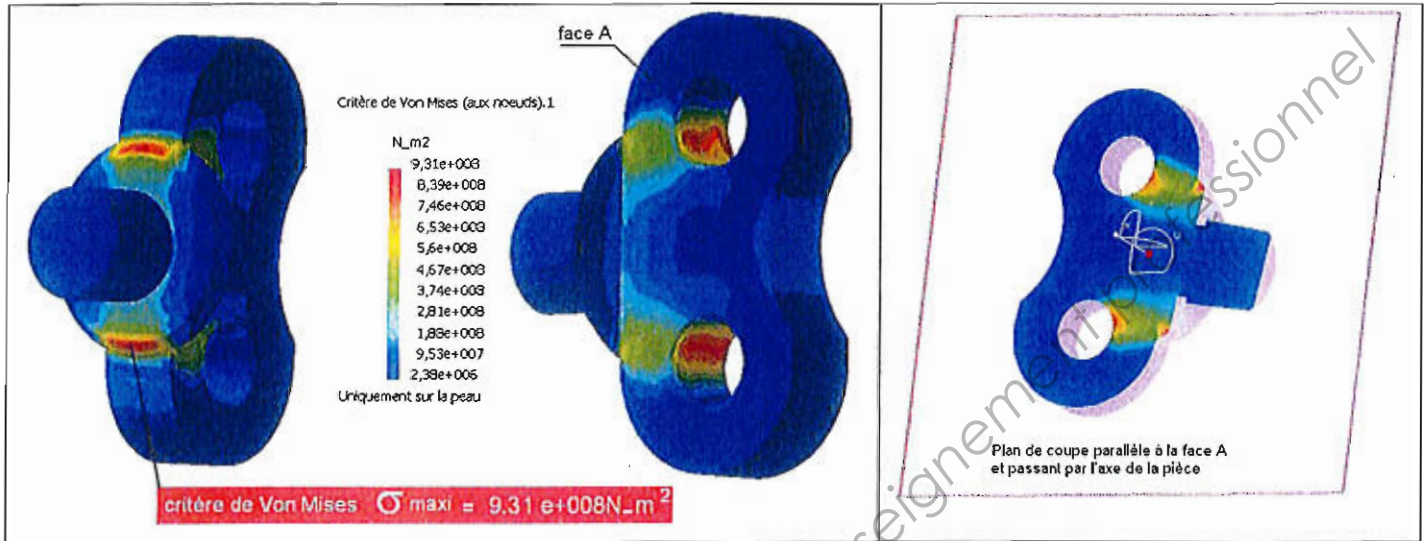


course	module de F (3 <sub>2/6</sub> ) en N	F (3 <sub>2/6</sub> ) composante sur X en N	F (3 <sub>2/6</sub> ) composante sur Y en N
0	98811	-94858	27668
2,16	99185	-94743	29350
4,32	99405	-94486	30885
6,48	99481	-94102	32269
8,64	99421	-93607	33500
10,8	99234	-93016	34576
12,96	98931	-92343	35498
15,12	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



### 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



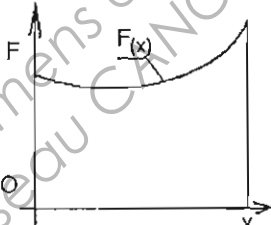
### Choix d'un acier : caractéristiques et aptitudes

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