

Mise en situation

L'étude portera sur l'équerre de redressement « Blackhawk » et ses accessoires.

[Visionner la vidéo de fonctionnement.](#)

Problème : l'équerre laisse apparaître des fuites au niveau du vérin lors du redressement.

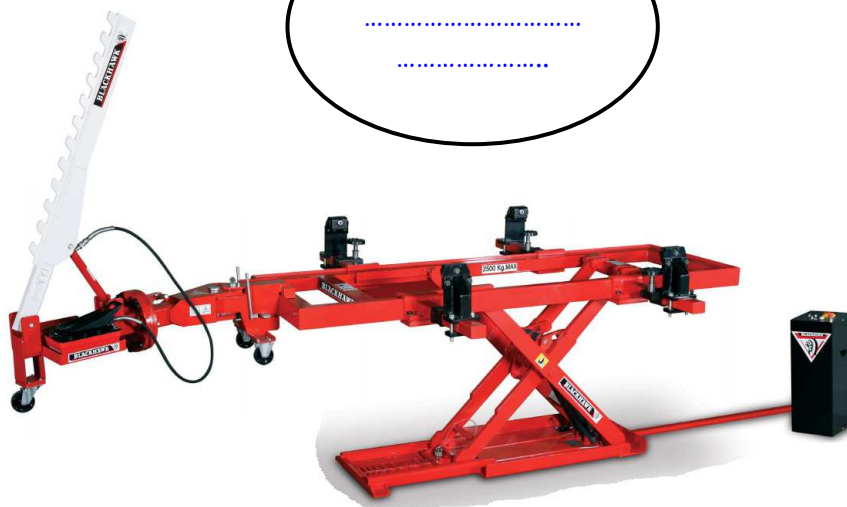
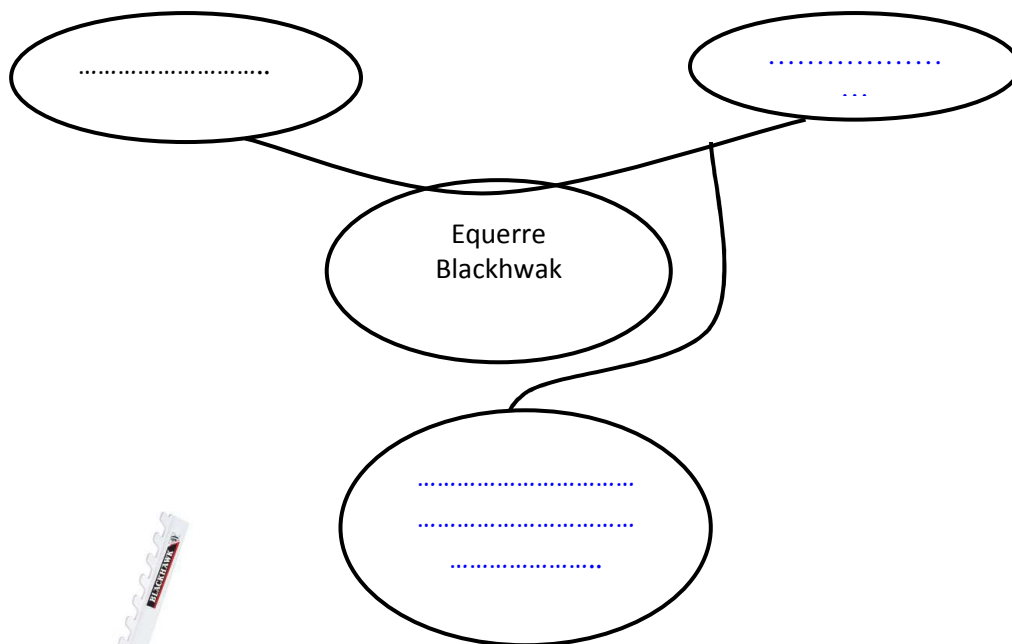
ACTIVITÉ 1 : Analyse fonctionnelle

Cocher la fonction principale de cette équerre :

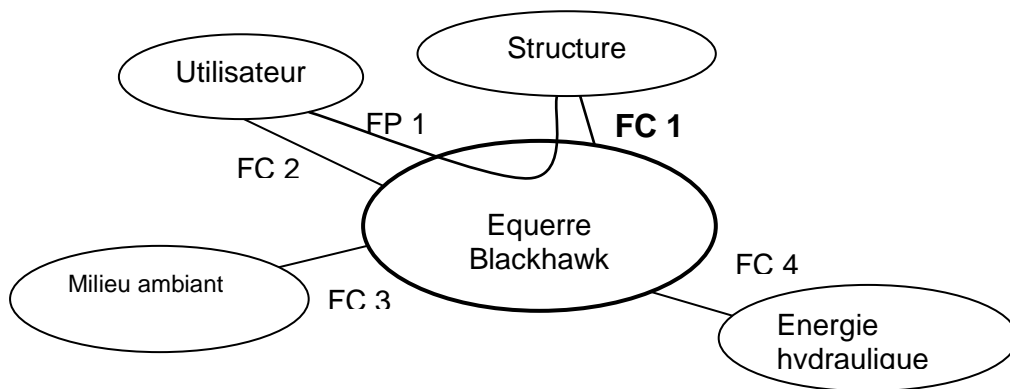
- Dépanner une voiture ☐
- Appliquer un effort en vue de redresser un élément de la structure ☐
- Lever un véhicule ☐

Compléter le diagramme « bête à cornes » de cette équerre en utilisant les termes donnés ci-dessous :

Permettre à l'utilisateur de redresser une structure
Utilisateur
Structure à redresser



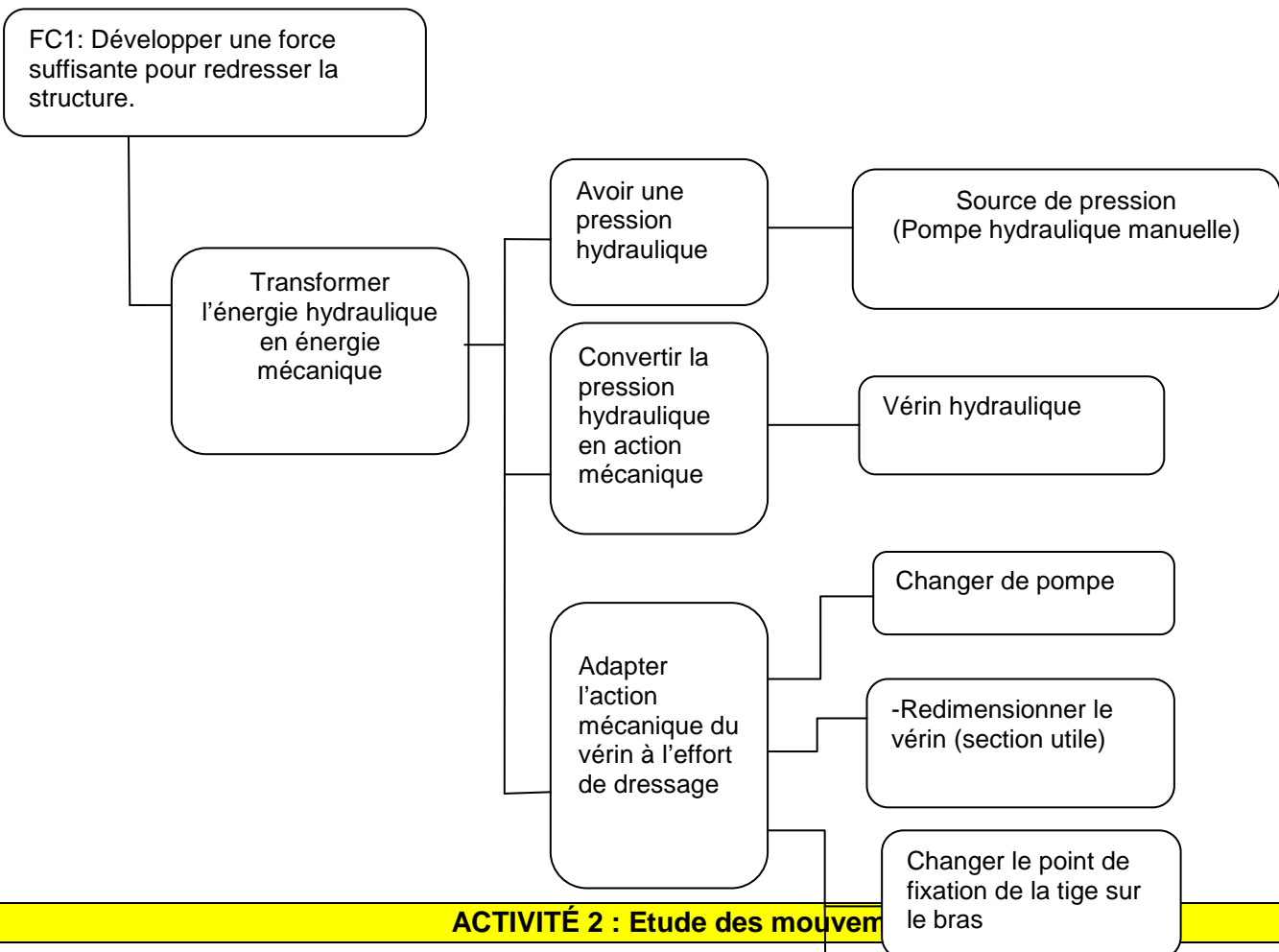
Voici ci-dessous le diagramme pieuvre de l'équerre :



Compléter le tableau suivant avec la fonction principale FP1 et contrainte FC2 manquantes :

FP1 :
FC1: Développer une force suffisante pour redresser la structure.
FC2 :
FC3 : Résister au milieu ambiant
FC4 : S'adapter à l'énergie hydraulique

Dans l'étude qui suit, on s'intéressera à la fonction de contrainte « FC1 ».



ACTIVITÉ 2 : Etude des mouvements

Quel est le mouvement du bras de redressage lorsque le vérin se déploie ? **Cocher la bonne réponse :**

Rotation ☐

Translation ☐

Empêcher les fuites ☐

Indiquez le sens d'ouverture par une flèche

Bras

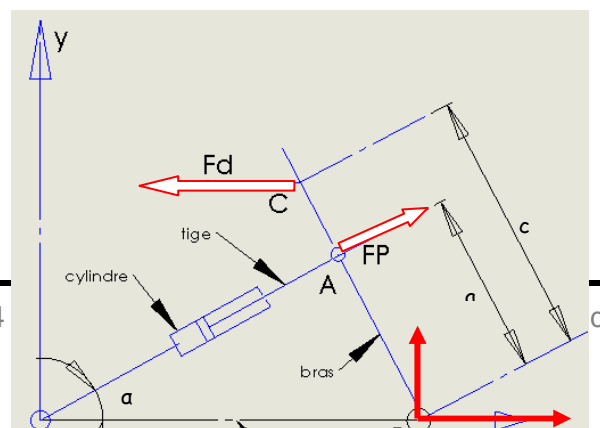
Corps

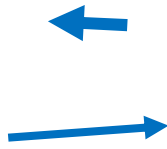


ACTIVITÉ 3 : Etude statique



Page 3 sur 14



**Données :**

(x,y,z) repère principal

BA= a (en m)

BC= c (en m)

OB = l (en m)

(OA, OB)= α (en °)

Effort de redressage de la tôle « F_d »

P: Pression d'alimentation du vérin (en bar).

Dimension vérin :

D_p : diamètre du piston,

L_p : longueur du piston;

D_t : diamètre de la tige ;

L_t : longueur de la tige

Problématique.

Détérioration des joints d'étanchéité dans le vérin.

Mise en cause de l'effort de poussée du vérin (effort de redressage).

Hypothèses d'étude.

Problème plan.

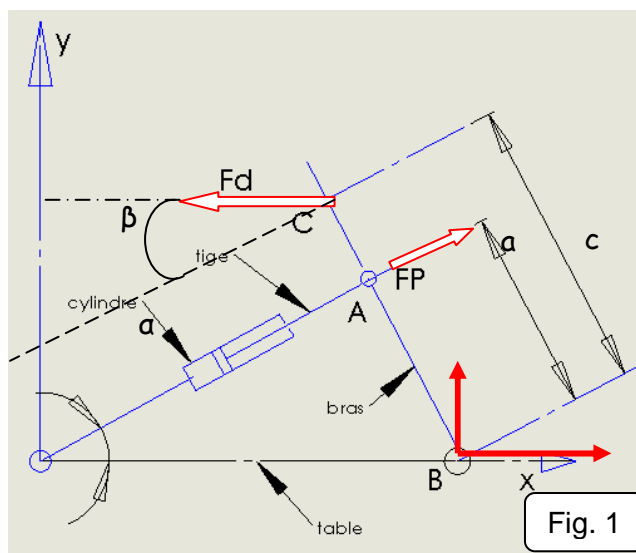
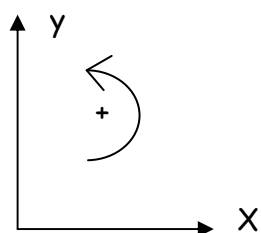
Direction de traction reste toujours horizontale.

Liaison pivot parfaite en O, A et B et C.

Solides indéformables.

Poids négligés

Activité 2-1 : Principe fondamental de la statique « PFS » appliqué au bras:



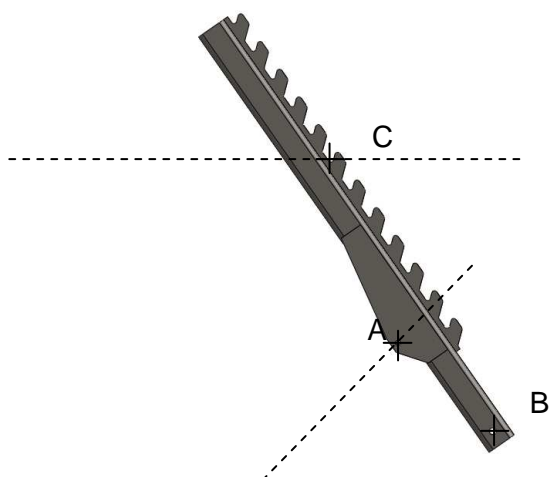
Question 2-1:

Condition géométrique.

En utilisant la figure 1, **comparer** (=, <, >) l'angle « α » et l'angle « β »

Question 2-2:

Faire le bilan des actions mécaniques appliquées sur le bras:



	Point d'application	Direction	Sens	Intensité

Enoncer le Principe fondamental de la statique:

.....

Question 2-3:

Ecrire les équations de la résultante en B :

En x : $X_B + \dots$

En y : $Y_B + \dots$

Ecrire l'équation de moment autour de « Z » au point B :

.....

Réponse: $-ax F_p + c \times F_d \cos(\alpha) = 0$

Donner l'expression littérale de F_p en fonction de F_d , a , c et α

NB : Appliquer la méthode du bras de levier :

.....

Réponse: $F_p = (c \times F_d \times \cos(\alpha)) / a$

Question 2-4: Recherche des dimensions du vérin (diamètre du piston « D_p » pour une pression P)

On sait que : $P = F_p / S_p$

Donner l'expression de la section du piston « S_p » en fonction de « D_p »

$S_p = \dots\dots\dots$

Déduire l'expression du diamètre de piston en fonction de F_p , P et π :

$D_p = \dots\dots\dots$
 $= \dots\dots\dots$

Question 2-5:

En utilisant le dossier technique (dernières pages du sujet), **déterminer** le plus petit diamètre possible pour une pression de 200 bar.

$D_p = \dots\dots\dots$
 $= \dots\dots\dots$
.

Note : Pour la suite des activités on étudiera les caractéristiques du vérin pour un diamètre « $D_p = 50\text{mm}$ »

Dans les 4 activités suivantes, on a utilisé la formule trouvée précédemment (F_p en fonction de F_d , a , c et α) pour établir des tableaux de valeurs à comparer aux données constructeur.

Question 2-6:

Lister les 3 paramètres qui influencent l'effort de redressage, à partir de la formule et du diagramme FAST :

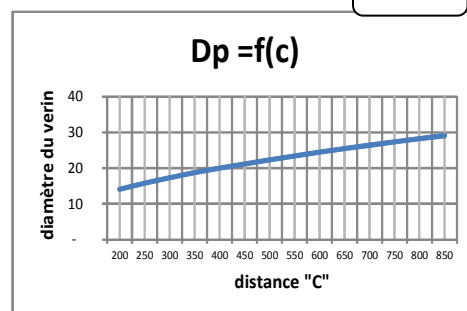
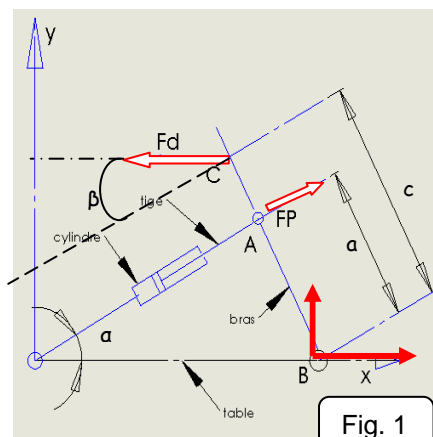
1.
2.
3.

Réponse: La pression P , la longueur c , et le diamètre du piston.

Activité 3-1 : Etude de l'influence de la valeur de « c » sur « D_p »:

But: Rechercher la valeur de c la mieux adaptée pour un encombrement minimum.

Pression en Bar					
c en mm	a en mm	α en °	Fd en N	Fp en N	Dp en mm
200	300	20	5000	3 132	14
250	300	20	5000	3 915	16
300	300	20	5000	4 698	17
350	300	20	5000	5 482	19
400	300	20	5000	6 265	20
450	300	20	5000	7 048	21
500	300	20	5000	7 831	22
550	300	20	5000	8 614	23
600	300	20	5000	9 397	24
650	300	20	5000	10 180	25
700	300	20	5000	10 963	26
750	300	20	5000	11 746	27
800	300	20	5000	12 529	28
850	300	20	5000	13 312	29
900	300	20	5000	14 095	30
950	300	20	5000	14 878	31
1000	300	20	5000	15 662	32
1050	300	20	5000	16 445	32
2200	300	20	5000	34 455	47
3350	300	20	5000	52 466	58
4500	300	20	5000	70 477	67



Question 3-1:

à l'aide du dossier technique et pour un diamètre d'alésage de 50 mm, compléter le tableau ci-dessous :

D:Alésage	D:tige	6020/2	6020/1	6022	S1 (cm²)	S2 (cm²)	Effort poussant F1 en daN			Effort tirant F2 (daN)			Débit à 0,1 m/s	
							160 BAR	200 BAR	250 BAR	160 BAR	200 BAR	250 BAR	Qv1 (L/min)	Qv2 (L/min)
		X				15,83				2533				
		X	X			13,48				2156				
				X		11,59				1855	2318	2898	11,8	7
		X	X	X		9,46				1513	1891	2364	11,8	5,7

Réponse 1

D:Alésage	D:tige	6020/2	6020/1	6022	S1 (cm²)	S1/s2 (cm²)	Effort poussant F1 en daN			Effort tirant F2 (daN)			Débit à 0,1 m/s	
							160 BAR	200 BAR	250 BAR	160 BAR	200 BAR	250 BAR	Qv1 (L/min)	Qv2 (L/min)
50	22	X			19,63	15,83	3142	3927	4909	2533				
	28	X	X			13,48				2156				
	32			X		11,59				1855	2318	2898	11,8	7
	36	X	X	X		9,46				1513	1891	2364	11,8	5,7

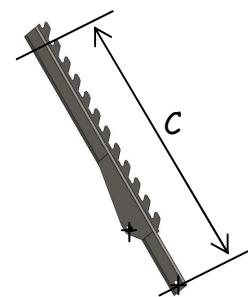
Question 3-2:

À la pression de 200 bar et un diamètre d'alésage de 50 mm, indiquer quelle est la valeur de « c » trouvée dans le tableau de l'activité 2 ?

..... Réponse 2 : $c \approx 2200$ mm

Après mesure de l'intervalle disponible sur le bras, choisir la bonne réponse :

Bras utilisé est conforme aux résultats trouvés	Le résultat trouvé ne correspond pas à l'intervalle réel disponible (c mesuré)
---	---



Réponse attendue

Bras trop long, système encombrant. Le résultat trouvé ne correspond pas à l'intervalle réel disponible (c mesuré)

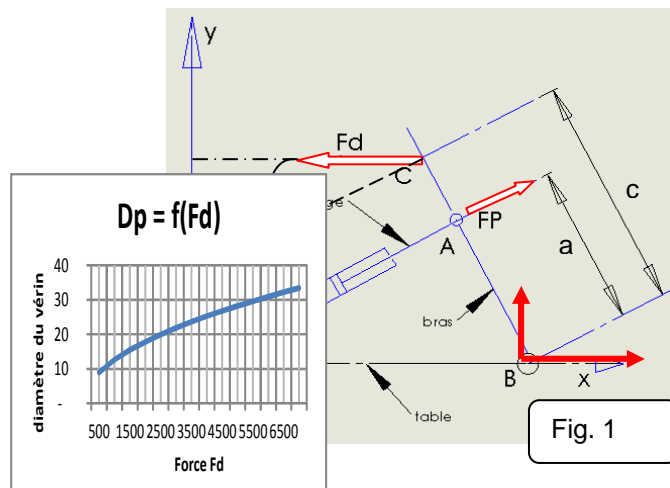
Activité 4-1 : Etude de l'influence de la valeur de « F_d » sur « D_p : Diamètre du piston

Les dimensions fixées par le constructeur imposent : $c = 800 \text{ mm}$ et $a = 300 \text{ mm}$
 Pour compléter le calcul on prend $\alpha = 20^\circ$ (angle qui correspond à l'angle initial de fonctionnement du système)

But : Evaluer l'influence de F_d sur le diamètre de piston (D_p)

Variation de la force de redressage F_d (en N).

Pression en Bar 200					
c en mm	a en mm	α en °	F_d en N	F_p en N	D_p en mm
800	300	20	500	1 253	9
800	300	20	1000	2 506	13
800	300	20	1500	3 759	15
800	300	20	2000	5 012	18
800	300	20	2500	6 265	20
800	300	20	3000	7 518	22
800	300	20	3500	8 770	24
800	300	20	4000	10 023	25
800	300	20	4500	11 276	27
800	300	20	5000	12 529	28
800	300	20	5500	13 782	30
800	300	20	6000	15 035	31
800	300	20	6500	16 288	32
800	300	20	7000	17 541	33
800	300	20	7500	18 794	35
800	300	20	15500	38 841	50



Question 4-2: à l'aide du dossier technique et pour un diamètre d'alésage de 50 mm, **compléter** le tableau ci-dessous:

D:Alésage	D:tige	6020/2	6020/1	6022	S1 (cm²)	S2 (cm²)	Effort poussant F1 en daN			Effort tirant F2 (daN)			Débit à 0,1 m/s	
							160 BAR	200 BAR	250 BAR	160 BAR	200 BAR	250 BAR	Qv1 (L/min)	Qv2 (L/min)
		X				15,83				2533				
		X	X			13,48				2156				
				X		11,59				1855	2318	2898	11,8	7
		X	X	X		9,46				1513	1891	2364	11,8	5,7

Réponse 3

D:Alésage	D:tige	6020/2	6020/1	6022	S1 (cm²)	S1/s2 (cm²)	Effort poussant F1 en daN			Effort tirant F2 (daN)			Débit à 0,1 m/s	
							160 BAR	200 BAR	250 BAR	160 BAR	200 BAR	250 BAR	Qv1 (L/min)	Qv2 (L/min)
50	22	X				15,83				2533				
	28	X	X			13,48				2156				
	32			X	19,63	11,59	3142	3927	4909	1855	2318	2898	11,8	7
	36	X	X	X		9,46				1513	1891	2364	11,8	5,7

Question 4-3: Pour une pression de 200 bar et un diamètre d'alésage (piston) de 50 mm, **indiquer** quelle est la valeur de F_d trouvée dans le tableau de l'activité 3 ?

Réponse 4 : $F_d = 15500 \text{ N}$ et l'effort de poussée $F_p = 38 814 \text{ N}$; effort de poussée constructeur = 39 270 N

Comparer l'effort calculé et l'effort donné par le constructeur)

Le choix du vérin est-il justifié? (**entourer** la bonne réponse.):

OUI	NON
-----	-----

Réponse attendue :

Les valeurs calculées sont proches des valeurs constructeur, et dans ses conditions le vérin permet le redressage des structures sans difficulté.

Donc le choix du vérin utilisé n'est pas mis en cause.

Problématique : il faut tenir compte de :

La position du point de fixation du vérin sur le bras (c'est-à-dire de la distance « a »).

L'angle d'inclinaison du vérin (α)

La faisabilité des joints de vérin.

Activité 5-1 : Etude de l'influence de la valeur de l'angle « α » sur D_p

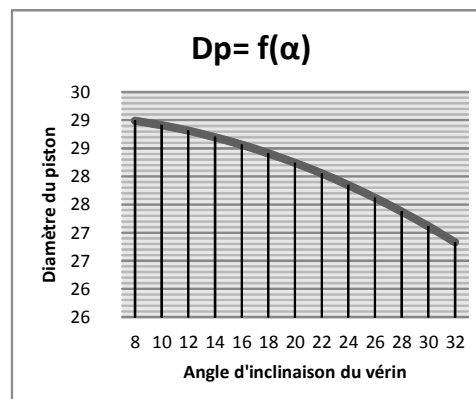
Données constructeur :

La force de redressement est proche de 5000 N.

$a = 300$ mm et $c = 800$ mm

On réalise l'étude de D_p en fonction de α dans le cas suivant : $8^\circ < \alpha < 40^\circ$

Pression en Bar 200					
c en mm	a en mm	α en °	Fd en N	Fp en N	Dp en mm
800	300	8	5000	13 204	29
800	300	10	5000	13 131	29
800	300	12	5000	13 042	29
800	300	14	5000	12 937	29
800	300	16	5000	12 817	29
800	300	18	5000	12 681	28
800	300	20	5000	12 529	28
800	300	22	5000	12 362	28
800	300	24	5000	12 181	28
800	300	26	5000	11 984	28
800	300	28	5000	11 773	27
800	300	30	5000	11 547	27
800	300	32	5000	11 307	27
800	300	34	5000	11 054	27
800	300	36	5000	10 787	26
800	300	38	5000	10 507	26
800	300	40	5000	10 214	25
800	300	42	5000	9 909	25



Question 5-2:

Conclure quand à l'influence de « α » sur le diamètre du piston D_p :

Réponses :

On remarque que $29 > D_p > 25$

Pour $8^\circ < \alpha < 40^\circ$, avec une pression > 200 bar il n'y a pas de vérin défini par le constructeur.

Dans ces conditions (F_p calculé > 12000 N) et en utilisant le tableau ci-contre, **indiquer** une pression de fonctionnement et un diamètre d'un vérin disponible :

Pression de fonctionnement	
Diamètre choisi	

ø D Alésage	ø d Tige	6020/2	6020/1	6022	S1 (cm²)	S2 (cm²)	S1/S2	Effort poussant : F1 (en daN)		
								160 bar	200 bar	250 bar
25	12	X			4,91	3,78	1,30	785		
	14		X			3,37	1,46			
	18	X	X			2,36	2,08			
32	14	X			8,04	6,50	1,24	1287		
	18	X	X			5,50	1,46			
	22	X	X			4,24	1,90			
40	18	X			12,57	10,02	1,25	2011		
	22	X	X			8,77	1,43			
	28	X	X			6,41	1,96			
50	22	X			19,63	15,83	1,24	3142	3927	4909
	28	X	X			13,48	1,46			
	32			X		11,59	1,69			
	36	X	X	X		9,46	2,08			

Pour avoir un vérin défini par le constructeur dans les conditions ci-dessus « activité 4 »

Il faut baisser la pression de fonctionnement à 160 bar et prendre un $D_p = 40$ mm.

Note : les efforts de poussée calculés restent $<$ aux efforts théoriques (constructeur) pour un $D_p < 40$ mm.

L'angle « α » mesuré pendant le fonctionnement varie de 16 à 20°.

L'angle a-t-il une influence sur le fonctionnement du système ? (**entourer** la bonne réponse.):

OUI	NON
-----	-----

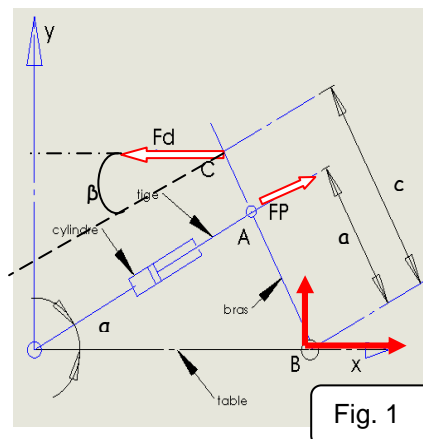
Réponses attendues :

Il faut donc étudier l'influence des autres paramètres :

1. Réaliser une étude en faisant varier plusieurs paramètres du système
2. Réaliser l'étude de faisabilité des joints de vérin

Activité 6-1 : Etude de « Dp » en fonction de (c, α) pour un F_d= 5000 N :

					Pression en Bar 200
c en mm	a en mm	α en °	F _d en N	F _p en N	D _p en mm
300	300	10	5000	4 924	18
350	300	11	5000	5 726	19
400	300	12	5000	6 521	20
450	300	13	5000	7 308	22
500	300	14	5000	8 086	23
550	300	15	5000	8 854	24
600	300	16	5000	9 613	25
650	300	17	5000	10 360	26
700	300	18	5000	11 096	27
750	300	19	5000	11 819	27
800	300	20	5000	12 529	28
850	300	21	5000	13 226	29
900	300	22	5000	13 908	30
950	300	23	5000	14 575	30
1000	300	24	5000	15 226	31
1050	300	25	5000	15 860	32
1100	300	26	5000	16 478	32
1150	300	27	5000	17 078	33
1200	300	28	5000	17 659	34
1250	300	29	5000	18 221	34
1300	300	30	5000	18 764	35
1350	300	31	5000	19 286	35
3100	300	40	5000	39 579	50



Question 6-2:

Relever les valeurs « constructeur » dans le tableau ci-dessous:

D:Alésage	D:tige	6020/ 2	6020/ 1	6022	S1 (cm²)	S2 (cm²)	Effort poussant F1 en daN			Effort tirant F2 (daN)			Débit à 0,1 m/s	
							160 BAR	200 BAR	250 BAR	160 BAR	200 BAR	250 BAR	Qv1 (L/min)	Qv2 (L/min)
50	22	X			19,63	15,83	?	?	?	2533				
	28	X	X			13,48				2156				
	32			X		11,59				1855	2318	2898	11,8	7
	36	X	X	X		9,46				1513	1891	2364	11,8	5,7

Réponse:

D:Alésage	D:tige	6020/ 2	6020/ 1	6022	S1 (cm²)	S1/s2 (cm²)	Effort poussant F1 en daN			Effort tirant F2 (daN)			Débit à 0,1 m/s	
							160 BAR	200 BAR	250 BAR	160 BAR	200 BAR	250 BAR	Qv1 (L/min)	Qv2 (L/min)
50	22	X			19,63	15,83	3142	3927	4909	2533				
	28	X	X			13,48				2156				
	32			X		11,59				1855	2318	2898	11,8	7
	36	X	X	X		9,46				1513	1891	2364	11,8	5,7

Question 6-3:

Relever les résultants de calculs qui correspond à D_p = 50 mm

c en mm	a en mm	α en °	F _d en N	F _p en N	D _p en mm

Réponse Pression 200 bar

c en mm	a en mm	α en °	F _d en N	F _p en N	D _p en mm
3100	300	40	5000	39 579	50

Question 6-4:

Conclure quant au résultat de c:

Résultats non convenable pour 200 bar :


- Bras 3100 mm ne respecte pas l'encombrement, angle 40 ° dépasse l'amplitude angulaire maxi α = 30°.
- Pour avoir un vérin défini par le constructeur dans les conditions ci-dessus "activité 5"
- Il faut baisser la pression de fonctionnement à 160 bar et prendre un D_p proche de 30 mm et dans ses conditions l'effort de dressage ne doit dépasser 5000 N.

Activité 7-1 : Remplacement du joint défectueux

Les caractéristiques dimensionnelles ne mettent pas en cause le choix de ce vérin, mais il reste à vérifier la validité des joints du vérin.

Identification des joints utilisés :

Le joint utilisé est de type : BECA 385

Nos Joints de Piston					
REFERENCE	PROFIL	MATERIAU	PRESSION MAXI (BAR)	TEMPERATURE (°C)	VITESSE (m/sec)
BECA 580 BECA 581		NBR FKM	80	- 30°C + 120°C	0.75

Question 7-2:

Indiquer pourquoi ce joint n'est pas compatible ?

Réponse :

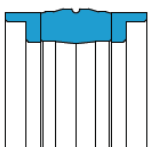
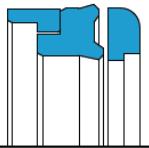
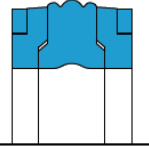
La pression du vérin est entre 160 et 200 bar.

Pression admissible du joint (80 bar) est très faible.

Question 7-3:

On utilisant le dossier technique, proposer un joint convenable.

Réponse possible :

Nos Joints de Piston					
REFERENCE	PROFIL	MATERIAU	PRESSION MAXI (BAR)	TEMPERATURE (°C)	VITESSE (m/sec)
BECA 571		NBR - ACETAL FKM - ACETAL	400	- 30°C + 120°C	0.5
BECA 572 Profil A		POLYURETHANE NBR - ACETAL	400	- 30°C + 90°C	0.5
BECA 579		POLYURETHANE NBR - ACETAL	400	- 30°C + 90°C	0.5

Fiche de synthèse

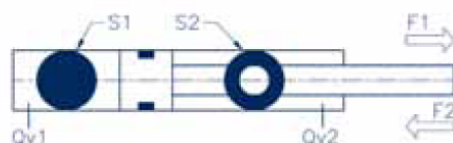
Etude de cas	Conclusion et constat	Conséquences ou hypothèses
<p>Activité 2 : Etude de l'influence de la valeur de « c » sur « D_p »:</p> <p>But: Rechercher la valeur de c la mieux adaptée pour un encombrement minimum.</p>	<p><i>Bras trop long, système encombrant</i></p>	<p>-Limiter la longueur du bras. C=800 mm -Mettre en question les autres paramètres.</p>
<p>Activité 3 : Etude de l'influence de la valeur de « F_d » sur « D_p »:</p> <p>Pour résoudre le Pb d'encombrement le constructeur a pris c = 800 mm et a= 300 mm Pour compléter le calcul on prend $\alpha = 20^\circ$</p>		
<p>Activité 4 : Etude de l'influence de la valeur de « a » sur « D_p »:</p> <p>Pour résoudre le Pb d'encombrement le constructeur a pris c = 800 mm on prend $\alpha = 20^\circ$ et un effort de dressage de F_d= 5000 N</p>		
<p>Activité 5 : Etude de l'influence de la valeur de l'angle « α » sur D_p:</p> <p>Données : $8^\circ < \alpha < 40^\circ$ La force de dressage est proche de 5000 N. a= 300 mm et c = 800 mm</p>		
<p>Activité 6 : Etude de « D_p » en fonction de (c, α) pour un F_d = 5000 N</p>		
<p>Solution(s) retenue(s) au problème posé</p>		

► AIDE À LA DÉTERMINATION DES VÉRINS

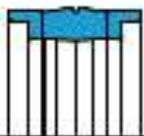
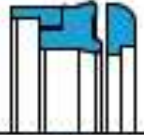
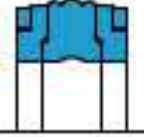

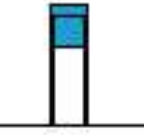
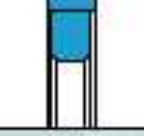
• Sections / Efforts développés

SECTIONS / EFFORTS DÉVELOPPÉS

ø D Alésage	ø d Tige	6020/2	6020/1	6022	S1 (cm²)	S2 (cm²)	S1/S2	Effort poussant : F1 (en daN)			Effort tirant : F2 (daN)			Débit à 0,1 m/s Qv1 Qv2	
								160 bar	200 bar	250 bar	160 bar	200 bar	250 bar	(L/min)	(L/min)
25	12	X			4,91	3,78	1,30	785			604			2,9	2,3
	14		X			3,37	1,46				539			2,9	2,0
	18	X	X			2,36	2,08				378			2,9	1,4
32	14	X			8,04	6,50	1,24	1287			1040			4,8	3,9
	18	X	X			5,50	1,46				880			4,8	3,3
	22	X	X			4,24	1,90				679			4,8	2,5
40	18	X			12,57	10,02	1,25	2011			1603			7,5	6,0
	22	X	X			8,77	1,43				1402			7,5	5,3
	28	X	X			6,41	1,96				1025			7,5	3,8
50	22	X			19,63	15,83	1,24	3142	3927	4909	2533			11,8	9,5
	28	X	X			13,48	1,46				2156			11,8	8,1
	32			X		11,59	1,69				1855	2318	2898	11,8	7,0
	36	X	X	X		9,46	2,08				1513	1891	2364	11,8	5,7
63	28	X			31,17	25,01	1,25	4988	6234	7793	4002			18,7	15,0
	36	X	X			20,99	1,48				3359			18,7	12,6
	40			X		18,61	1,68				2977	3721	4652	18,7	11,2
	45	X	X	X		15,27	2,04				2443	3054	3817	18,7	9,2
80	36	X			50,27	40,09	1,25	8042	10053	12566	6414			30,2	24,1
	45	X	X			34,36	1,46				5498			30,2	20,6
	50			X		30,63	1,64				4901	6126	7658	30,2	18,4
	56	X	X	X		25,64	1,96				4102	5127	6409	30,2	15,4
100	45	X			78,50	62,64	1,25	12566	15708	19635	10022			47,1	37,6
	56	X	X			53,91	1,46				8626			47,1	32,3
	63			X		47,37	1,66				7579	9473	11842	47,1	28,4
	70	X	X	X		40,06	1,96				6409	8011	10014	47,1	24,0
125	56	X			122,72	98,09	1,25	19635	24544	30680	15694			73,6	58,9
	70	X	X			84,23	1,46				13477			73,6	50,5
	80			X		72,45	1,69				11592	14491	18113	73,6	43,5
	90	X	X	X		59,10	2,08				9456	11820	14775	73,6	35,5
160	70	X			201,06	162,58	1,24	32170	40212	50265	26012			120,6	97,5
	90	X	X			137,44	1,46				21991			120,6	82,5
	100			X		122,52	1,64				19604	24504	30631	120,6	73,5
	110	X	X	X		106,03	1,90				16965	21206	26507	120,6	63,6
200	90	X			314,16	250,54	1,25	50265	62832	78540	40087			188,5	150,3
	110	X	X			219,13	1,43				35060			188,5	131,5
	125			X		191,44	1,64				30631	38288	47860	188,5	114,9
	140	X	X	X		160,22	1,96				25635	32044	40055	188,5	96,1
250	160			X	490,87	289,81	1,69	78540	98175	122718	46370	57962	72453	294,5	73,9
	180			X		236,40	2,08				37825	47281	59101	294,5	141,8



Nos Joints de Piston

REFERENCE	PROFIL	MATERIAU	PRESSION MAXI (BAR)	TEMPERATURE (°C)	VITESSE (m/sec)
BECA 571		NBR - ACETAL FKM - ACETAL	400	- 30°C + 120°C	0.5
BECA 572 Profil A		POLYURETHANE NBR - ACETAL	400	- 30°C + 90°C	0.5
BECA 579		POLYURETHANE NBR - ACETAL	400	- 30°C + 90°C	0.5
BECA 580 BECA 581		NBR FKM	80	- 30°C + 120°C	0.75
BECA 650		PA 6.6 - NBR	500	- 30°C + 120°C	1
BECA 655		PA 6.6 - NBR	500	- 30°C + 120°C	1