

Session 2003

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL****Etude et Définition de Produits Industriels**

Épreuve: E1 - Unité U11.

**Etude du comportement mécanique d'un système technique.**

Durée : 3 heures

Coefficient: 3

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve:

**C.12 : Analyser un produit.****C.13 : Analyser une pièce.****C 21 : Organiser son travail.****C 22 : Etudier et choisir une solution.**

S1: Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes.

S2: La compétitivité des produits industriels.

S3: Représentation d'un produit technique.

**S4: Comportement des systèmes mécaniques -Vérification et dimensionnement.**

S5: Solutions constructives – Procédés - Matériaux.

S6: Ergonomie - Sécurité.

Ce sujet comporte 20 documents:

- Dossier technique doc. 2 à 6
- Dossier travail doc. 7 à 20

Documents à rendre (y compris ceux non exploités par le candidat ):

**Dossier travail doc. 7 à 20**

*Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat. Ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant.*

Calculatrice autorisée ; documents personnels autorisés

# DOSSIER TECHNIQUE

## 1. PRESENTATION :

HYDR'AM est une société qui s'est spécialisée dans la conception de matériel d'intervention pour les services de secours. Elle a conçu et mis au point une gamme d'écarteurs hydrauliques destinés à la désincarcération de personnes lors d'accidents de véhicules.



Les modèles d'écarteur EHM sont principalement utilisés pour désolidariser la portière d'une voiture, de la carrosserie, en arrachant les charnières.

Pour s'équiper en matériel, les services de secours font des appels d'offre qui définissent les caractéristiques souhaitées. Ces appels d'offre font référence à la norme française NF S 61-571 qui classe les écarteurs dans différentes catégories.

Chaque catégorie est définie par la force d'écartement minimale que doit développer l'Ecarteur Hydraulique à l'extrémité de ses embouts.

*Exemple* : catégorie EH 30 → force d'écartement minimale 30 kN

## 2. PROBLEMATIQUE :

Afin de faire face à une concurrence de plus en plus active dans le domaine des outillages destinés à la désincarcération sur véhicules légers, la société HYDRAM a décidé de modifier les caractéristiques d'un de ses écarteurs hydrauliques EHM pour qu'il soit classé dans une catégorie supérieure.

Elle souhaite faire évoluer son modèle EHM 860 de la catégorie EH 30 à la catégorie EH 40.

### 3. PRESENTATION DE L'ÉCARTEUR HYDRAULIQUE MOYEN EHM 860 :

▼ Ecarteur Hydraulique

EHM 860



La force optimale  
des outils  
**HYDR'AM**  
permettant  
d'écarter, de tirer,  
d'écraser et de  
soulever en toute  
sécurité

#### DESCRIPTIF

Possibilité de travail en milieu aquatique

Outil composé de :

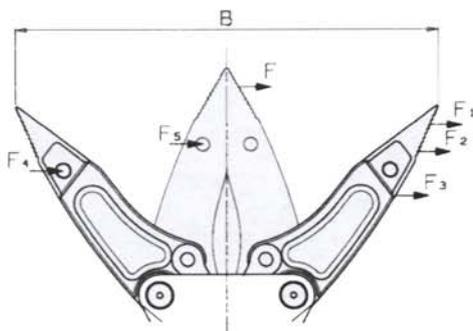
- 1 Vérin double effet.
- 1 Poignée de commande avec sécurité intégrée, forme ergonomique, clapets anti-retour pilotés .
- 1 Jeu de flexibles avec raccords rapides HP avec bouchons métalliques de protection
- 1 Poignée de maintien pour l'équilibre et la maniabilité de l'outil .
- 2 Bras en alliage léger haute résistance forgés équipés de becs striés interchangeable sans outil, en acier traité HR et anti-corrosion
- Ensemble en alliage léger haute résistance avec traitement anti-usure .

#### Accessoires :

- Embout pour raccourcisseur de chaîne MR2 10
- Embout de découpe ED 10
- Jeu de chaîne crochet CC 2 10

#### CARACTERISTIQUES

Modèle	EHM 860
Pression d'utilisation Bar	700
Fluide hydraulique minéral	Equivis ZS32
Force d'écartement mini F	38,5 kN
Force d'écartement F1	75 kN
Force d'écartement F2	85 kN
Force de d'écartement maxi F3	100 kN
Force de traction F4/F5	40/72 kN
Ouverture maximum B (en mm)	860
Dimensions en mm	917x310x228
Masse Kg	20,6
classement de l'outil NF 61571	EH 30
Conformité Normes	NF-CE



EHM 860



Force , légèreté , fiabilité au service de la sécurité

#### 4. MODIFICATION DE L'ÉCARTEUR EXISTANT :

Afin de réduire les coûts, la modification portera uniquement sur la forme des bras.

Le bureau d'étude a effectué un re-dimensionnement de leur longueur en fonction des nouveaux besoins.

L'étude qui vous est proposée est donc relative aux calculs de vérification des composants de ce nouvel écarteur pour savoir si, il est conforme à la catégorie EH 40.

Catégorie	Temps d'ouverture	Force d'écartement minimale	Force de traction minimale	Ecartement mm
EH 30	20 s	30 kN	72 kN	$720 \leq E \leq 770$
EH 40	15 s	40 kN	85 kN	$720 \leq E \leq 770$

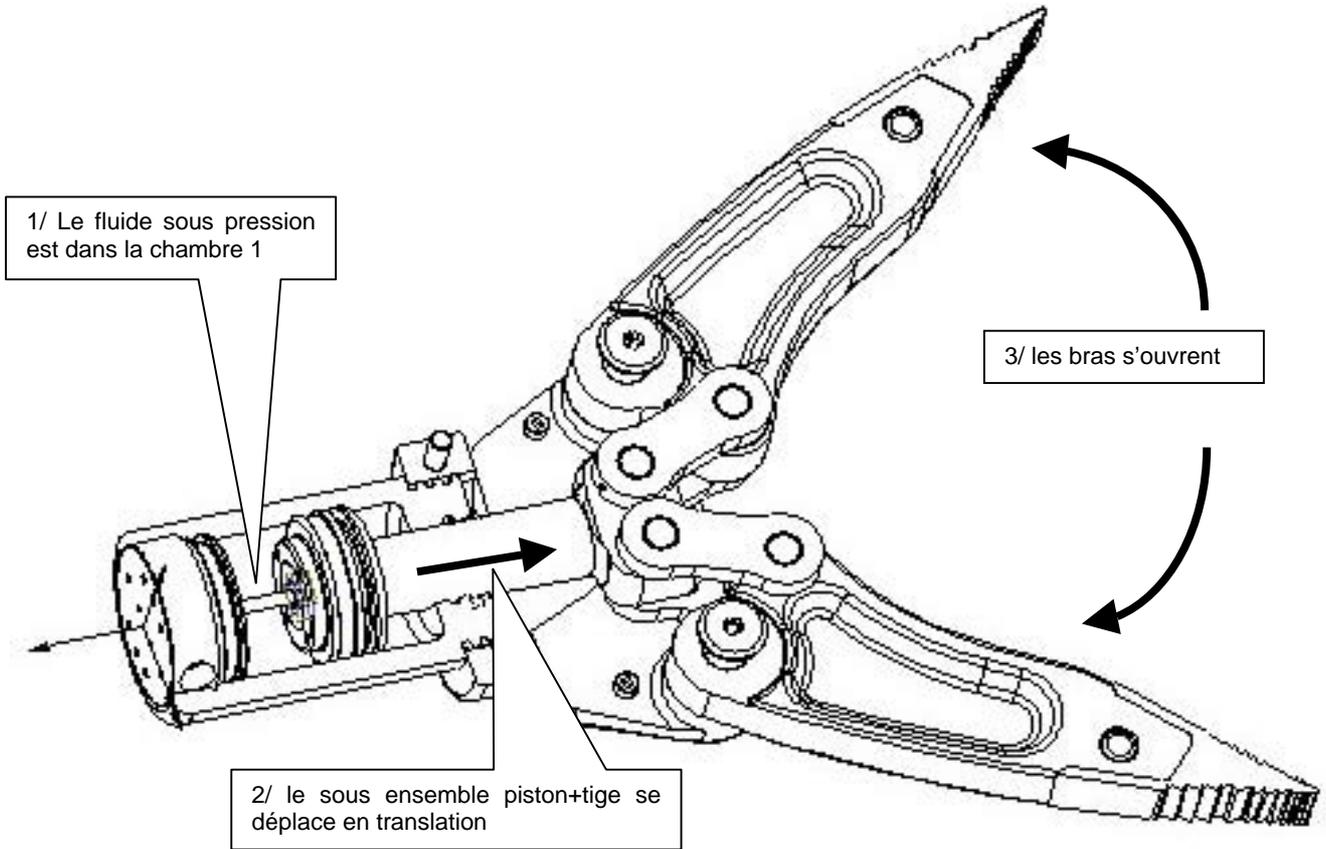
#### NOMENCLATURE DE L'ECARTEUR HYDRAULIQUE EHM860 MODIFIE

REP.	Nb	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
01	1	FOND		
02	1	PLONGEUR		
03	1	CORPS		
04	2	CHAPE		
05	2	AXE DE BRAS	36 NiCrMo 16	Acier 819B Aubert&Duval
06	2	ECROU LSN M20*100		
07	1	POIGNEE DE MAINTIEN		
08	2	VIS CHC M12*40		
09	2	VIS CHC M8*20		
10	1	PORTE JOINT		
11	1	CONTRE ECROU		
12	1	TIGE		
13	1	PISTON		
14	2	BRAS		FORTAL 7049 KMS
15	2	EMBOUT STRIE		
16	2	AXE D'EMBOUT	36 NiCrMo 16	Acier 819B Aubert&Duval
17	4	AXE DE BIELLE	36 NiCrMo 16	Acier 819B Aubert&Duval
18	4	BIELLE		FORTAL 7075 KMS

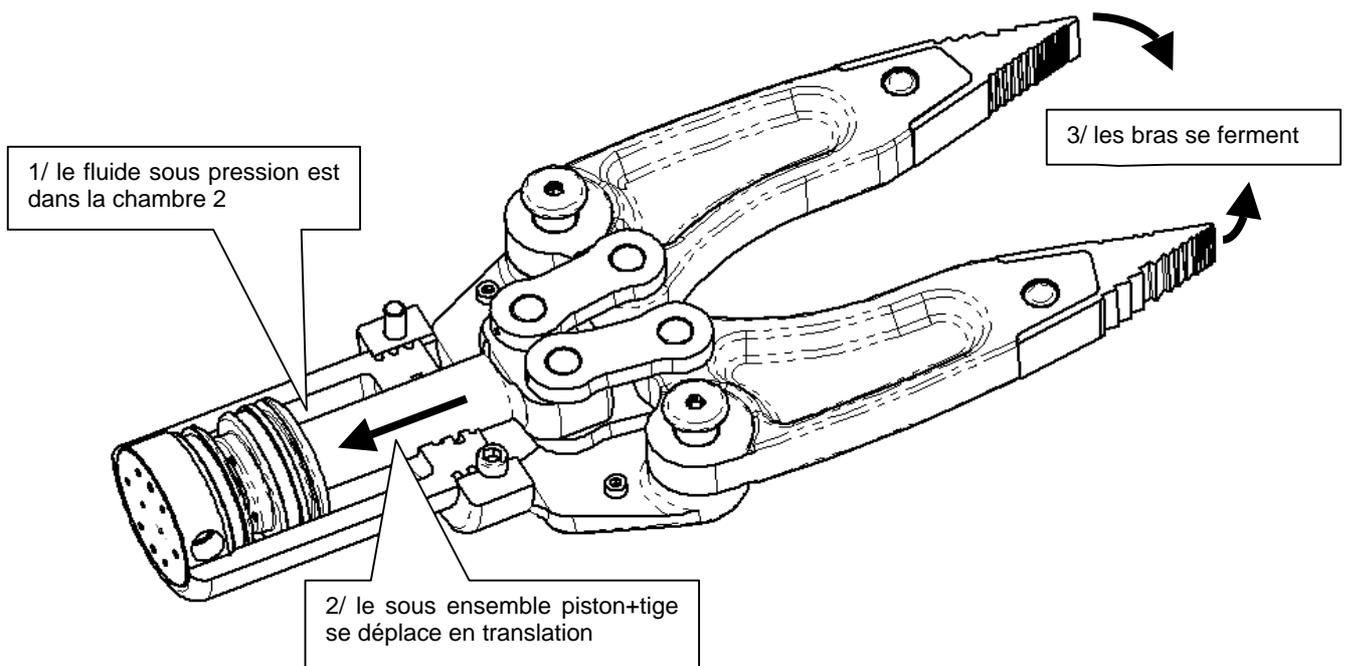
**Page à remplacer par l'édition du fichier EHM 750 SW2001 RapidDraft.SLDDRW  
(dessin d'ensemble format A3 )**

## 5. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN ECARTEUR HYDRAULIQUE :

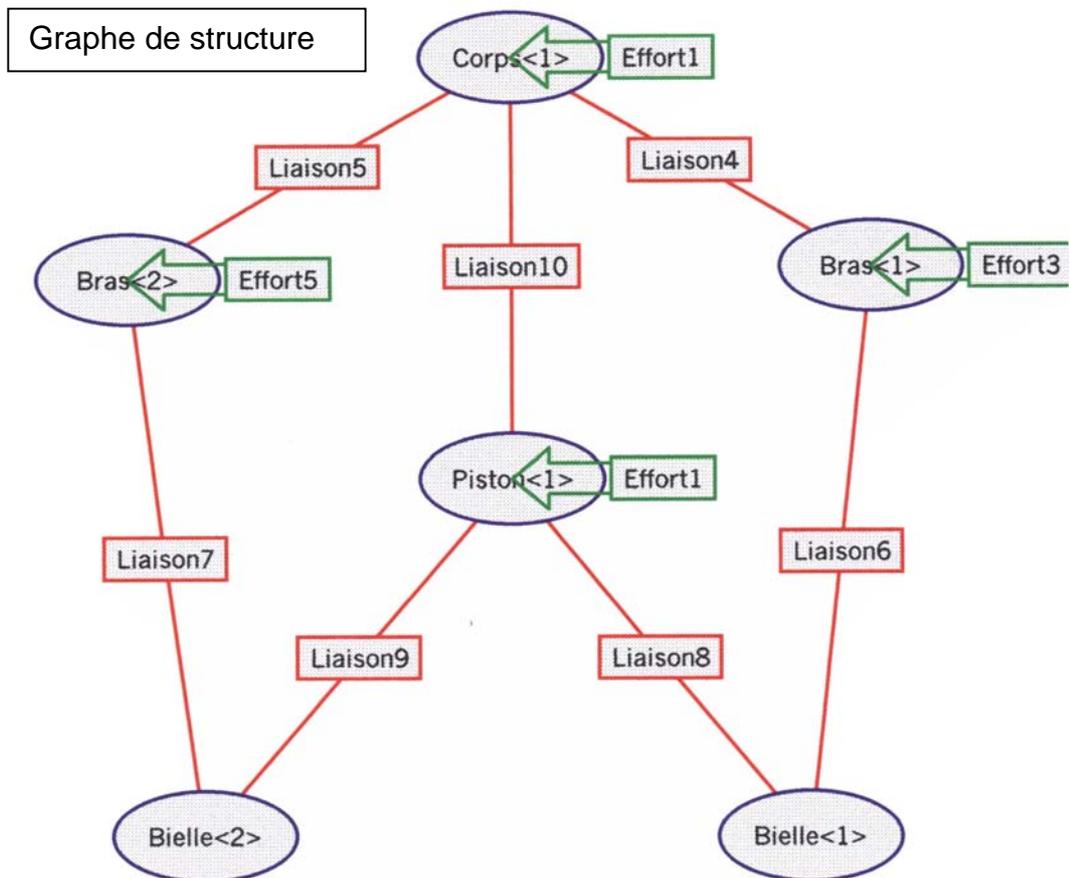
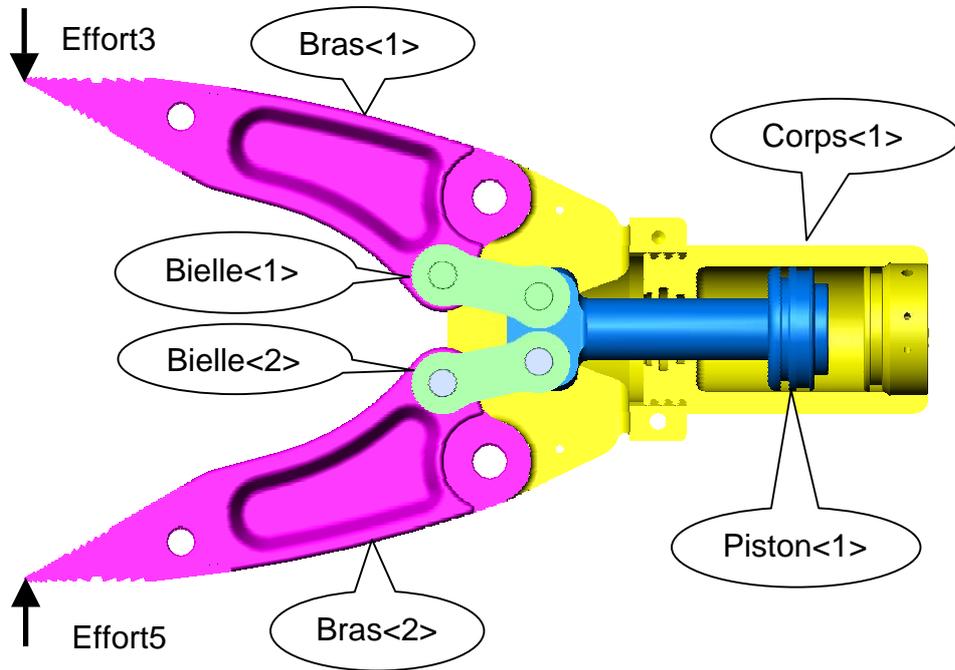
### 5.1 Fonctionnement en phase d'ouverture



### 5.2 Fonctionnement en phase de fermeture



### 5.3 Présentation des liaisons saisies sur un logiciel de simulation mécanique.



*La liaison 10 est une liaison pivot glissante, les autres liaisons sont des liaisons pivot.*

# DOSSIER TRAVAIL

Dans le but de valider le projet, les calculs de vérifications se feront en trois parties :

## 1. Première partie :

- 1.1 Recherche de l'ouverture maximale de l'écarteur.
- 1.2 Vérification du temps d'ouverture.

## 2. Deuxième partie :

- 2.1 Recherche de l'effort minimale ( force F ) en phase d'ouverture.
- 2.2 Recherche de l'effort minimal ( force F4 ) en phase de fermeture.

## 3. Troisième partie :

- 3.1 Vérification des conditions de résistance des axes.
- 3.2 Vérification des conditions de résistance de la bielle.

## Barème sur 20 points

- 1 . Première partie : / 4,5 points
- 2 . Deuxième partie : / 9 points
- 3 . Troisième partie : / 6,5 points

Total	/ 20 points
-------	-------------

**Document à remplacer par l'édition du fichier Ecarteur fermé.SLDDRW  
(Format A4)**

# 1. PREMIERE PARTIE

1.1 Recherche de l'ouverture maximale de l'écarteur. Voir document page 9/20 et vérifier que cette valeur s'inscrit dans la tolérance donnée par le tableau en page 4/20

1.2 Vérification des temps d'ouverture et de fermeture:

Pour répondre aux nouvelles exigences (doc 4 sur 20), l'écarteur hydraulique doit s'ouvrir ou se fermer dans un temps maximal égal à 15 s.

Le groupe hydraulique utilisé a les caractéristiques suivantes :

Groupe hydraulique électrique haute pression 700 bars, débit constant : 2,4 l/min, réservoir d'huile de 8 litres, pompes à pistons, limiteur de pression, bloc foré électro-distributeurs pour commande, vérins double effet.

1.2.1 Calculer le temps d'ouverture (relever les dimensions sur le doc 5 sur 20) :

1.2.2 Calculer le temps de fermeture (relever les dimensions sur le doc 5 sur 20) :

1.2.3 Conclure sur le respect de l'exigence relative aux temps d'ouverture et de fermeture.

1.2.4 Identifier la situation la plus défavorable :       ouverture       fermeture

## 2. DEUXIEME PARTIE

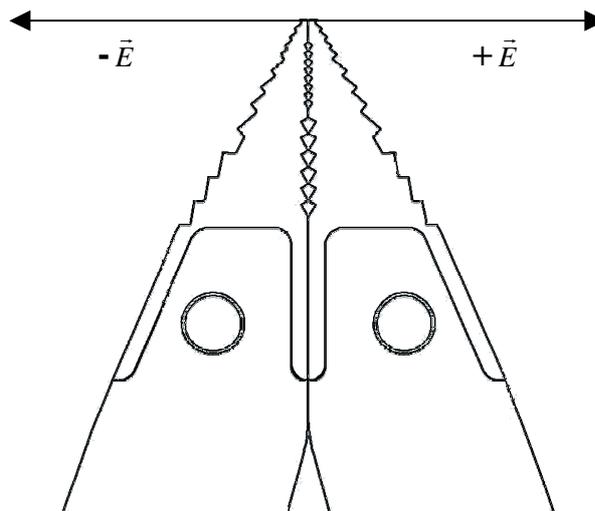
Dans cette 2<sup>ème</sup> partie, l'étude statique vise à :

- Qualifier le produit dans la catégorie EH40 de la norme NF S 61-571.
- Déterminer l'effort de traction minimal.

Hypothèses générales :

- Les liaisons sont supposées parfaites.
- Le poids des pièces est négligé devant les valeurs des actions mécaniques.
- Le système admet un plan de symétrie.

### 2.1 Recherche de l'effort minimal d'écartement $\vec{E}_{tôle \rightarrow \{14+15+16\}}$ à l'extrémité des embouts 15 en position bras fermés ( position la plus défavorable en phase d'ouverture ):



**La démarche est proposée au travers des étapes 2.1.1 à 2.1.4**

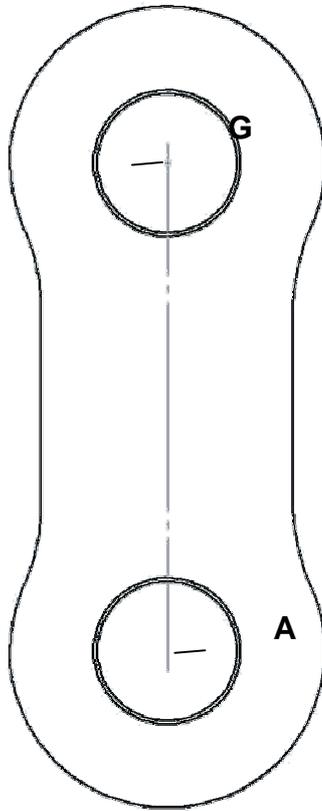
2.1.1 On se place dans la position pince fermée. Déterminer l'effort résultant exercé par le fluide sur le piston **13**. Cet effort sera noté  $\vec{E}_{pression \rightarrow 13}$

Les cotes seront mesurées sur le dessin d'ensemble (doc. 5 sur 20).

$$\left\| \vec{E}_{pression \rightarrow 13} \right\| =$$

2.1.2 La bielle **18** est isolée.

Déterminer les actions mécaniques qui s'exercent (leur nature, leur direction leur sens).



2.1.3 L'ensemble { Piston 13 + Tige 12 } est isolé.

- A - Effectuer l'analyse des actions mécaniques,
- B - Compléter le tableau ci-dessous,
- C - Tracer sur la figure les vecteurs représentant les forces extérieures.

( Méthode de résolution par le calcul conseillée )

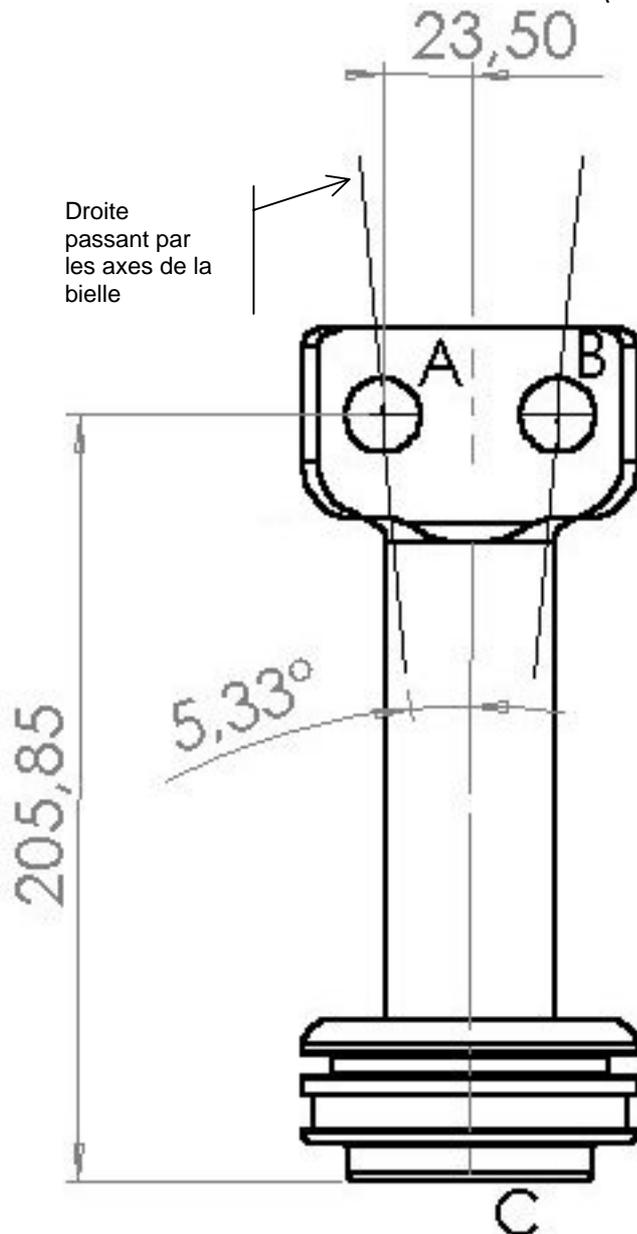


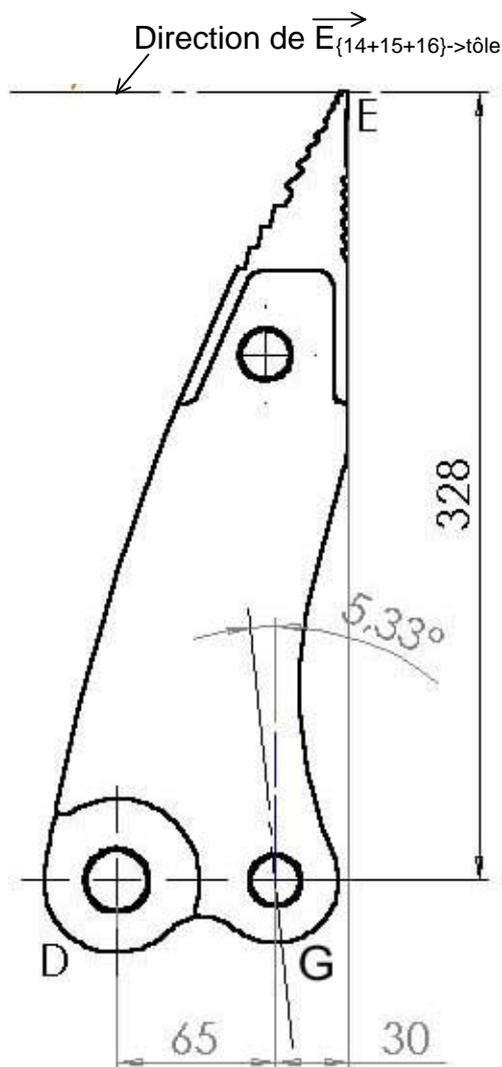
Tableau des actions mécaniques extérieures :

Action mécanique	Point d'application	Direction	Intensité ( N )
$\vec{C}_{\text{pression}} \rightarrow \{13+12\}$	C	verticale	440 000

2.1.4 L'ensemble { Bras **14** + Embout **15** + Axe d'embout **16** } est isolé. Déterminer l'effort minimal d'écartement  $\vec{E}_{\{14+15+16\} \rightarrow \text{tôle}}$  aux extrémités des embouts de l'écarteur, pour cela :

- A - Effectuer l'analyse des actions mécaniques,
- B - Compléter le tableau ci-dessous,
- C - Tracer sur la figure les vecteurs représentant les forces extérieures.

Action mécanique	Point d'application	Direction	Intensité ( N )
$\vec{G}_{18 \rightarrow 14}$	G		221 000



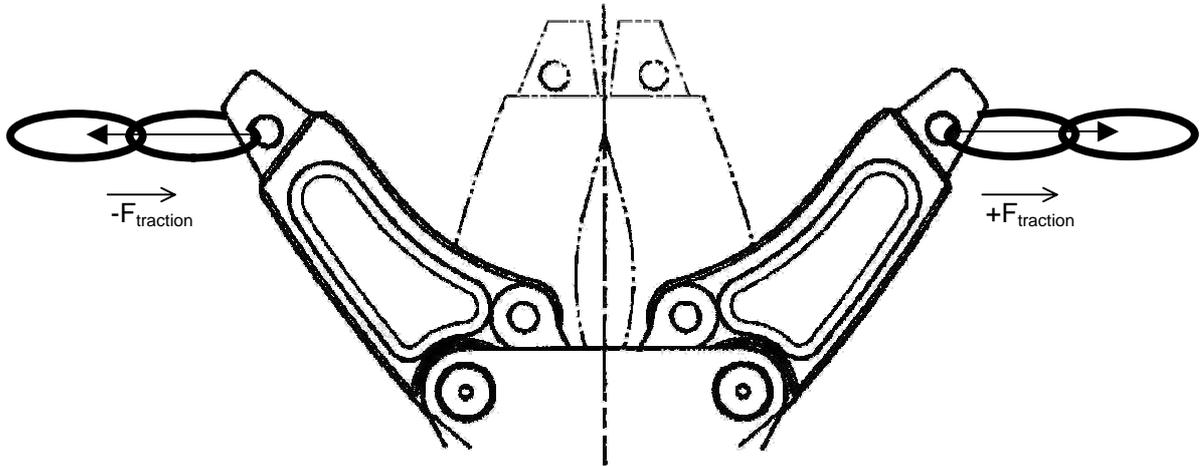
$$\left\| \vec{E}_{\{14+15+16\} \rightarrow \text{tôle}} \right\| =$$

donc

$$\left\| \vec{E}_{\text{tôle} \rightarrow \{14+15+16\}} \right\| =$$

## 2.2 A la position la plus défavorable : Recherche de l'effort $\vec{F}_{traction}$ de traction au niveau de l'axe d'embout 16, en position bras ouverts:

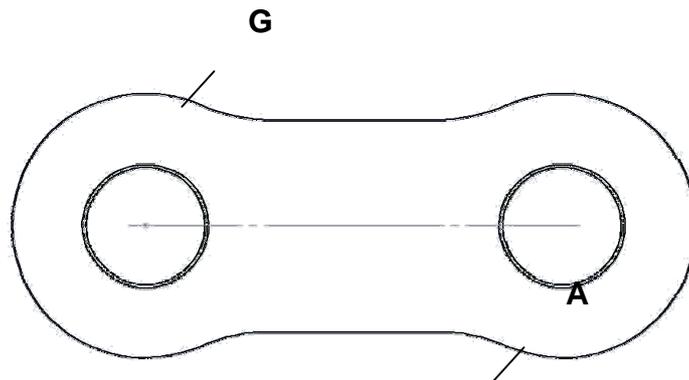
En phase de fermeture les embouts 15 et les axes d'embouts 16 sont remplacés par des chaînes.



*La démarche est proposée au travers des étapes 2.2.1 à 2.2.3*

### 2.2.1 La bielle 18 est isolée.

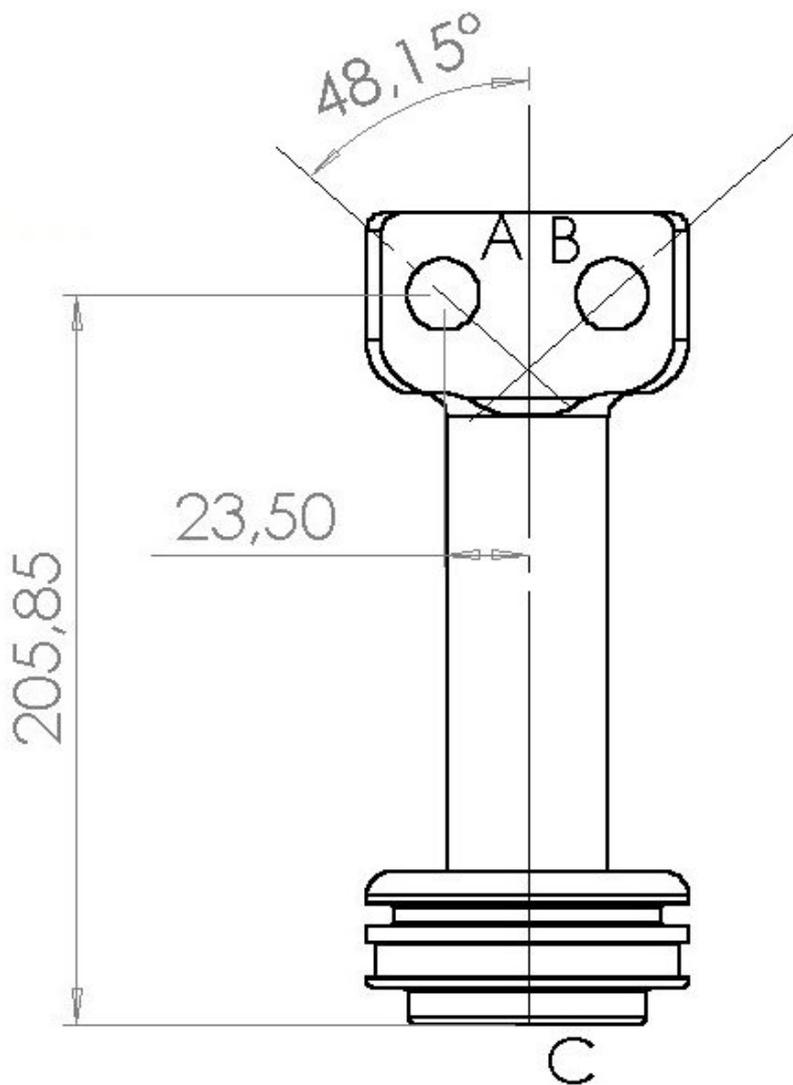
Déterminer les actions mécaniques qui s'exercent ( leur nature, leur direction leur sens ).



2.2.2 L'effort résultant exercé par la pression sur le piston, noté  $\vec{F}'_{\text{pression} \rightarrow 13}$  est égal à 334 000 N.

L'ensemble { Piston **13** + Tige **12** } est isolé. Déterminer les forces extérieures.

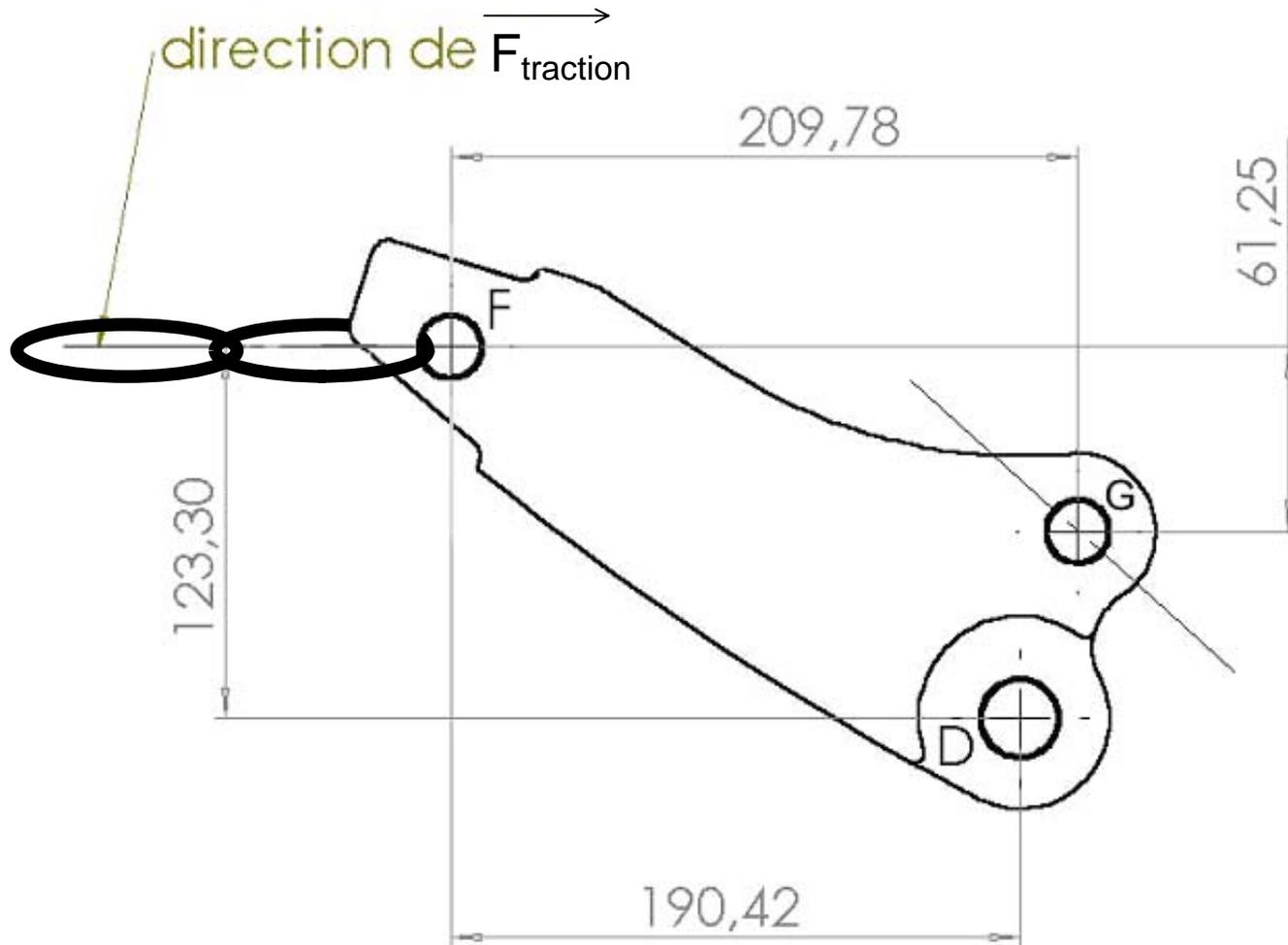
( Méthode de résolution graphique conseillée )



$$\left\| \vec{A}_{18 \rightarrow \{12+13\}} \right\| =$$

$$\left\| \vec{B}_{18 \rightarrow \{12+13\}} \right\| =$$

2.2.3 Déterminer l'effort minimal de traction au niveau de la chaîne  $\vec{F}_{traction}$ .



$$\|\vec{F}_{traction}\| =$$

**Conclusion :** Les modifications dimensionnelles conviennent-elles pour que l'écarteur soit classé EH40 ( voir tableau page 4 ) ? Justifier votre réponse.

### 3. TROISIEME PARTIE

Dans cette troisième partie le but est de vérifier l'aptitude de différentes pièces à fonctionner dans les conditions les plus défavorables, compte tenu des conditions de résistance. La norme NF S 61-571 prévoit une surcharge égale à 1,5 x force d'écartement aux extrémités de l'écarteur en position écartement maxi ( coefficient de surcharge : 1,5 ).

Une simulation par un logiciel de calcul a permis de déterminer les différentes actions mécaniques dans l'écarteur dans les conditions de fonctionnement normal.

Consulter la page 7/20.

#### Consultation de résultats

Effort extérieur Effort1			Effort extérieur Effort3		
No	Position	Norme(N)	No	Position	Norme(N)
000	+00.	+4.4000000000e+005	000+00.		+4.3597730000e+004
001	+01.	+4.4000000000e+005	001+01.		+4.2759430000e+004
002	+02.	+4.4000000000e+005	002+02.		+4.2102030000e+004
003	+03.	+4.4000000000e+005	003+03.		+4.1748730000e+004
004	+04.	+4.4000000000e+005	004+04.		+4.1843110000e+004
005	+05.	+4.4000000000e+005	005+05.		+4.2565190000e+004
006	+06.	+4.4000000000e+005	006+06.		+4.4152210000e+004
007	+07.	+4.4000000000e+005	007+07.		+4.6929110000e+004
008	+08.	+4.4000000000e+005	008+08.		+5.1355150000e+004
009	+09.	+4.4000000000e+005	009+09.		+5.8096690000e+004
010	+10.	+4.4000000000e+005	010+10.		+6.8142310000e+004
011	+11.	+4.4000000000e+005	011+11.		+8.2988390000e+004
012	+12.	+4.4000000000e+005	012+12.		+1.0494930000e+005
Valeur mini ordonnée = 440000			Valeur mini ordonnée = 41748.73		
Valeur maxi ordonnée = 440000			Valeur maxi ordonnée = 104949.30		
Effort de Liaison4			Effort de Liaison8		
No	Position	Norme(N)	No	Position	Norme(N)
000	+00.	+2.2120910000e+005	000+00.		+2.2095460000e+005
001	+01.	+2.2100370000e+005	001+01.		+2.2107140000e+005
002	+02.	+2.2063500000e+005	002+02.		+2.2146120000e+005
003	+03.	+2.2023850000e+005	003+03.		+2.2224920000e+005
004	+04.	+2.2000740000e+005	004+04.		+2.2365390000e+005
005	+05.	+2.2019190000e+005	005+05.		+2.2599670000e+005
006	+06.	+2.2109440000e+005	006+06.		+2.2971710000e+005
007	+07.	+2.2305700000e+005	007+07.		+2.3539140000e+005
008	+08.	+2.2644250000e+005	008+08.		+2.4376250000e+005
009	+09.	+2.3160890000e+005	009+09.		+2.5579130000e+005
010	+10.	+2.3888620000e+005	010+10.		+2.7275500000e+005
011	+11.	+2.4856980000e+005	011+11.		+2.9643780000e+005
012	+12.	+2.6096430000e+005	012+12.		+3.2950850000e+005
Valeur mini ordonnée = 220007.40			Valeur mini ordonnée = 220954.60		
Valeur maxi ordonnée = 260964.30			Valeur maxi ordonnée = 329508.50		

3.1 Vérification de la condition de résistance des axes de bielle **17** au cisaillement dans le cas de la surcharge ( voir doc 4 sur 20 coupe B-B ):

Caractéristiques des axes de bielle:  
 Diamètre de l'axe : 20mm  
 Matière : Acier 819B ( 36 NiCrMo 16 )  
 Limite élastique à 0,2% : 1400 MPa ( = Re )

3.1.1 Rechercher la valeur de l'effort maximal agissant sur l'axe de la bielle **17** ( voir doc. 7 et 18 sur 20 ) :

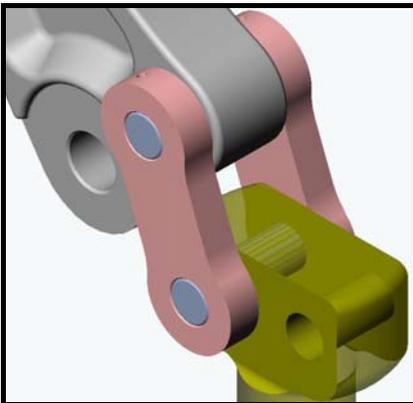
$$\|\vec{A}_{12 \rightarrow 17}\| =$$

3.1.2 Calculer dans le cas de la surcharge la valeur maximale de l'effort agissant sur l'axe de la bielle **17**:

$$\|\vec{A}_{surcharge_{12 \rightarrow 17}}\| = k \times \|\vec{A}_{12 \rightarrow 17}\| \text{ avec } k = \text{coefficient de surcharge}$$

$$\|\vec{A}_{surcharge_{12 \rightarrow 17}}\| =$$

3.1.3 Isoler l'axe de la bielle 17 et identifier la ou les sections cisillées. Repérer les sections cisillées sur un croquis que vous ferez ci-dessous.



3.1.4 Calculer la valeur de la contrainte tangentielle moyenne  $\tau$  :

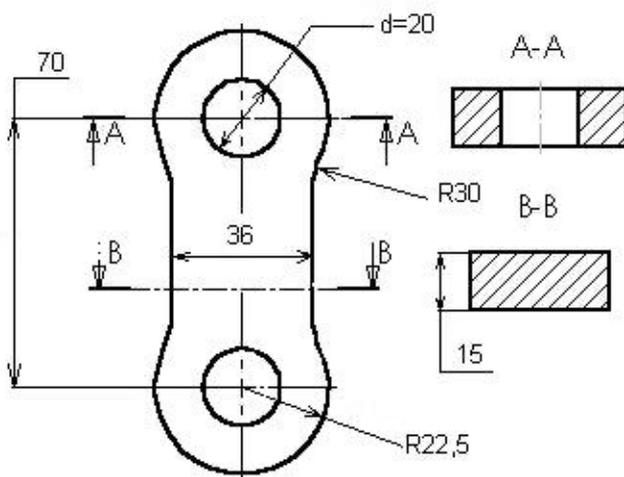
3.1.5 Vérifier que la contrainte tangentielle moyenne  $\tau$  soit inférieure à la limite élastique du matériau au cisaillement, on adoptera :

- Limite élastique du matériau au cisaillement = 0,7 x limite élastique à 0,2%
- Coefficient de sécurité = 1

3.1.6 Conclusion :

3.2 Vérification de la condition de résistance des bielles **18** ( dans le cas de la surcharge ), pour cela :

- Déterminer à quel type de sollicitation sont soumises les bielles **18** en phase d'ouverture :
- Déterminer à quel type de sollicitation sont soumises les bielles **18** en phase de fermeture :
- Vérification de la condition de résistance des bielles **18** à la traction :



Matériau : Fortal 7075  
Limite élastique à 0,2% : 410 MPa (=Re)

Dans le cas le plus défavorable, une bielle est soumise à un effort de traction de :  
**250 000 N.**

- Calculer la contrainte normale de traction  $\sigma_{A-A}$  dans la section A-A, sachant que le coefficient de concentration de contrainte  $k_t=2,25$  et que  $\sigma_{A-A} = \sigma \times k_t$  :
- Calculer la contrainte normale de traction  $\sigma_{B-B}$  dans la section B-B :
- Quelle est la section la plus sollicitée à la traction ?
- Vérifier la condition de résistance dans la section la plus sollicitée :

3.3 En cas de non respect du cahier des charges proposer divers types de modifications qui permettraient de classer de l'écarteur dans la catégorie supérieure.