

**Etude et Définition de Produits Industriels**

Epreuve E1 - Unité U 11

**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**

S 1 : Analyse fonctionnelle et structurelle  
S 2 : La compétitivité des produits industriels  
S 3 : Représentation d'un produit technique  
**S 4 : Comportement des systèmes mécaniques – Vérification et dimensionnement**  
S 5 : Solutions constructives – Procédés – Matériaux  
S 6 : Ergonomie – Sécurité

Ce sujet comporte :

- Un dossier technique : doc 2/16 et doc 3/16
- Un CD-ROM « candidat » comportant les fichiers à visualiser :
  - « cinématique flèche.avi » (fichier auto-exécutable)
  - « commande de flèche.exe » (fichier auto-exécutable)
  - « EtudeCOSMOSXpress\_S3.exe » (fichier auto-exécutable)
- Un dossier travail : doc 4/16 à doc 16/16

Documents à rendre par le candidat :

- Dossier travail doc 4/16 doc 16/16 au complet (y compris les documents non complétés)

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

Calculatrice et documents personnels autorisés.

Baccalauréat Professionnel - Etude et Définition de Produits Industriels		
Etude du comportement mécanique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3
Session	16	

## DOSSIER TECHNIQUE

### Présentation générale de l'étude

La Société MECALAC, située à Annecy-le-Vieux (Haute-Savoie), étudie, fabrique et commercialise des engins de chantier répondant à la majorité des problèmes posés lors des travaux urbains ou dans des zones rurales à petite voirie :

- performance
- polyvalence
- compacité

L'étude concerne la machine sur pneus 12MXT, qui répond à une forte demande tant de la part des sociétés privées que des entreprises publiques ou assimilées.



Ce type de machine peut être utilisé aussi bien pour creuser des fossés jusqu'à une profondeur de 4 mètres que pour effectuer la manutention de palettes (chargement ou déchargement de camions).

### Problématique industrielle

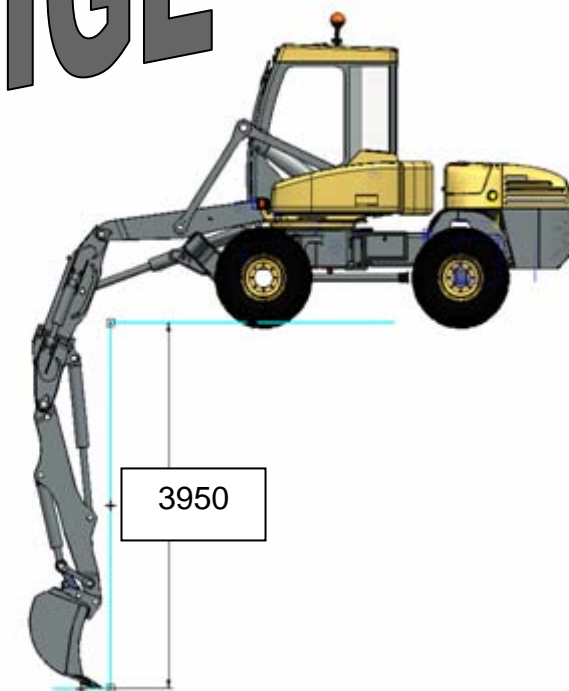
A la suite d'une réflexion sur le besoin des clients, le service commercial de la Société MECALAC souhaite optimiser certaines performances de la machine 12 MXT. Le bureau d'études est sollicité afin d'étudier la possibilité d'augmenter les capacités de manutention (chargement et déchargement de bennes ou plate-formes) tout en conservant la polyvalence de l'engin.

**L'équipe chargée du projet a défini les critères d'acceptation suivants :**

- Dans la « plage de manutention » (levage d'une charge à partir du sol jusqu'à la hauteur maxi), les capacités doivent être augmentées d'au moins 10 %.
- Les caractéristiques géométriques de déploiement de l'ensemble articulé (flèche et bras) doivent être conservées : elles doivent permettre de creuser jusqu'à 4m de profondeur.
- Les caractéristiques géométriques de replage de l'ensemble articulé peuvent être légèrement dégradées : l'encombrement général peut être augmenté de 150 mm au maximum.

DOSSIER CORRIGE

Déploiement total de l'ensemble articulé

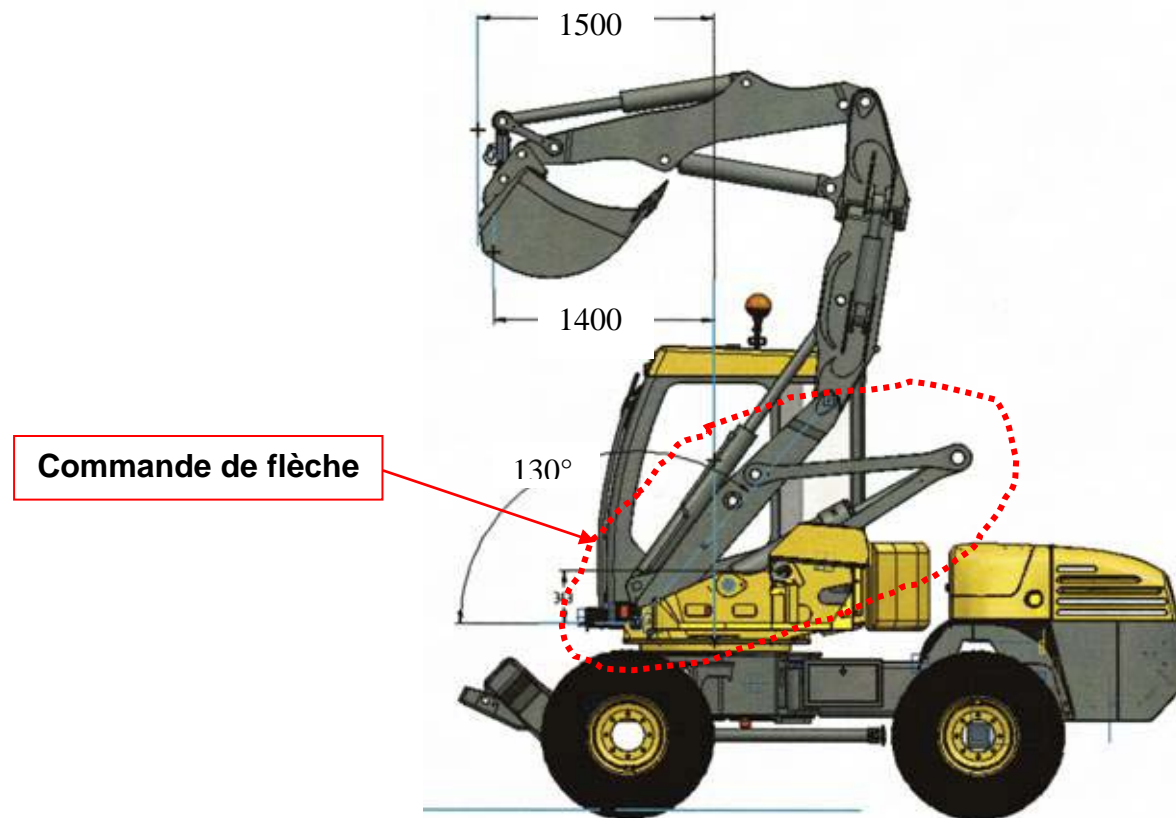


### Modification envisagée

**La modification envisagée porte sur le sous-ensemble « commande de flèche » :**

Sur la majorité des engins MECALAC, et sur la 12MXT en particulier, le relevage des charges s'effectue par l'intermédiaire d'un **système breveté** permettant au vérin d'agir sur la flèche par l'intermédiaire d'un « quadrilatère » déformable.

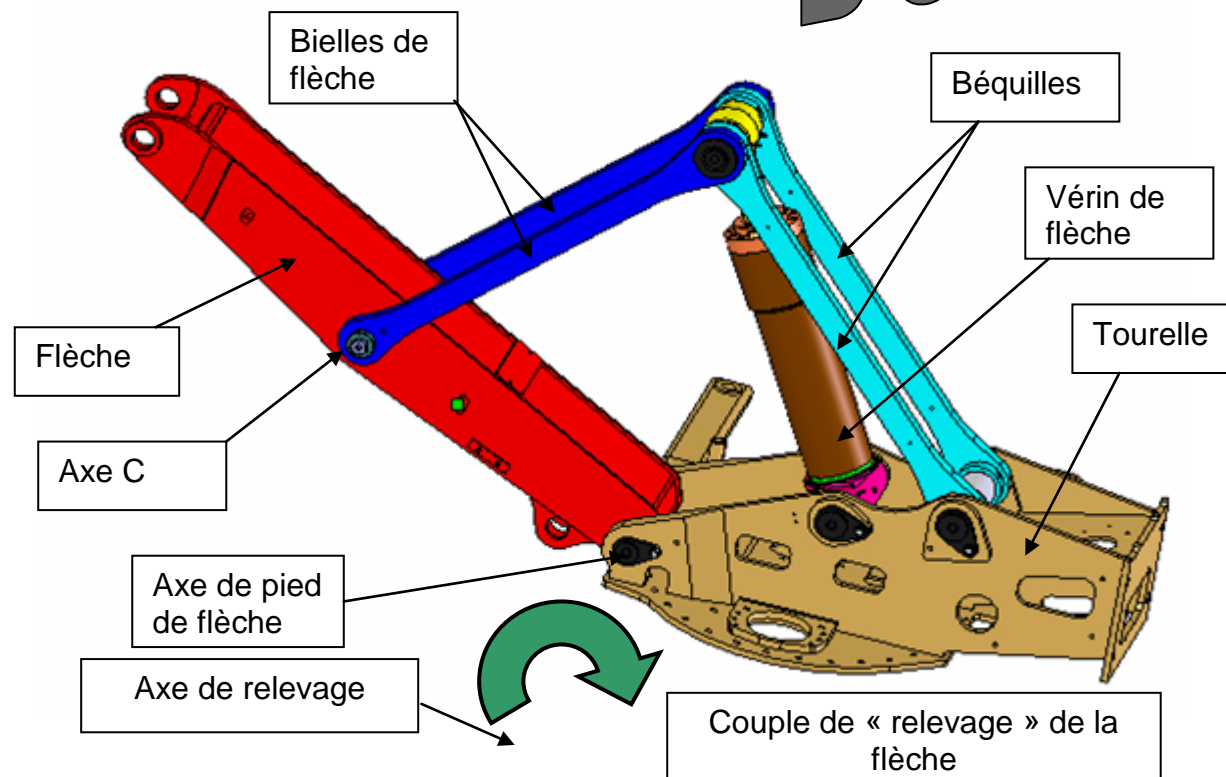
Ce sous-ensemble sera nommé par la suite : « **commande de flèche** »



La cinématique fonctionnelle (déplacements des différentes pièces) de la commande de flèche peut être analysée à partir du fichier AVI : « cinématique flèche.avi » présent sur le CD-ROM.

Pour visualiser la structure de la commande de flèche sous différents points de vue, ouvrir le fichier edrawings : « commande de flèche.exe » présent sur le CD-ROM.

Ces deux fichiers peuvent être ouverts par un double-clic de souris.



Détail de la commande de flèche isolée (déséquipée)

La solution adoptée consiste à augmenter la valeur du couple de relevage de la flèche, en agrandissant la distance entre l'axe de pied de flèche et l'axe C (axe d'articulation bielles/flèches).

Une recherche géométrique a dicté le repositionnement des points d'articulation.

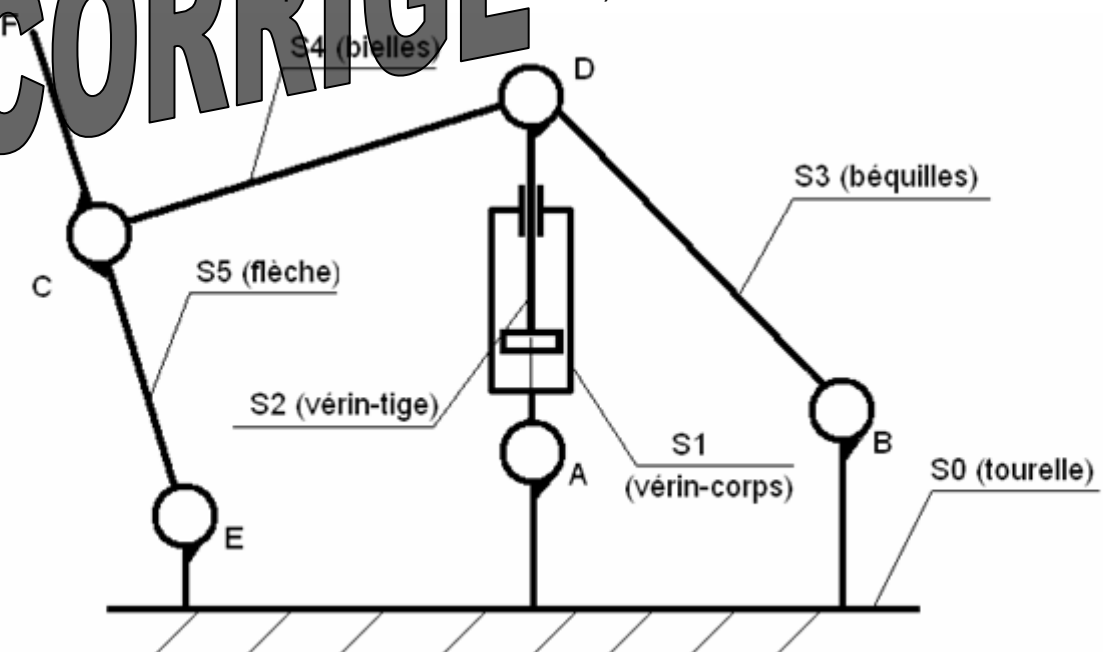
A ce stade, une maquette virtuelle de la nouvelle solution a été élaborée.

Elle présente les caractéristiques suivantes :

- modification de la flèche : la structure est conservée ; il s'agira simplement de redéfinir les pièces primaires mécano-soudées.
- modification du vérin: cette modification est possible (les vérins sont spécifiques et fabriqués par une filiale), mais reste mineure.
- modification de la tourelle : redéfinition des points d'articulation des béquilles et du vérin.
- modification des bielles et des béquilles en longueur uniquement.

On donne le schéma cinématique de l'ensemble :

(le schéma est le même pour les deux versions)



La situation professionnelle dans laquelle vous vous trouvez est la suivante :

Le repositionnement des articulations entraîne la modification des caractéristiques mécaniques de la commande de flèche :

- caractéristiques géométriques et cinématiques
- valeurs des efforts exercés sur les différents éléments

Un travail de vérification est alors nécessaire : il permettra de comparer les valeurs anciennes et nouvelles de ces caractéristiques.

## DOSSIER TRAVAIL

**Votre travail consiste à définir ou à relever les modifications des caractéristiques mécaniques engendrées par la solution envisagée afin de permettre leur comparaison avec les caractéristiques d'origine.**

Ce travail doit permettre de prendre une décision quant à la validation ou non de la nouvelle configuration de la commande de flèche.

L'étude se décompose en 5 parties :

- 1- Vérification des caractéristiques géométriques
- 2- Vérification des caractéristiques cinématiques
- 3- Vérification des efforts mis en jeu dans le mécanisme
- 4- Vérification du dimensionnement
- 5- Synthèse

***Vous devez répondre directement sur les documents aux questions posées dans les différentes parties du dossier travail.***

***Lorsque cela sera précisé, vous remplirez à la fin du dossier la fiche de synthèse comparative des caractéristiques anciennes et nouvelles.***

**Remarque importante :** Les valeurs des résultats de calcul ou relevées sur les tableaux seront arrondies à la 2<sup>ème</sup> décimale.

### BAREME INDICATIF

1- Vérification des caractéristiques géométriques	/60 points
Question 1-1 :	
Question 1-2 :	
Question 1-3 :	
Question 1-4 :	
Question 1-5 :	
Question 1-6 :	
Question 1-7 :	
2- Vérification des caractéristiques cinématiques	/40 points
Question 2-1 :	
Question 2-2 :	
Question 2-3 :	
Question 2-4 :	
Question 2-5 :	
Question 2-6 :	
3- Vérification des efforts mis en jeu dans le mécanisme	/50 points
Question 3-1 :	
Question 3-2 :	
Question 3-3 :	
Question 3-4 :	
Question 3-5 :	
Question 3-6 :	
4- Vérification du dimensionnement	/40 points
Question 4-1 :	
Question 4-2 :	
Question 4-3 :	
4- Synthèse	/10 points

### 1- Vérification des caractéristiques géométriques

On rappelle que les critères géométriques suivants doivent être respectés :

- le déploiement de la flèche doit toujours permettre de creuser jusqu'à 4m de profondeur.
- Pour garantir la compacité de l'engin, l'encombrement de la flèche repliée dans la nouvelle solution ne doit pas dépasser de plus de 150 mm l'encombrement d'origine.

Ces critères dépendent des caractéristiques suivantes :

1 : l'angle de fond de fouilles      2 : l'encombrement de la flèche

Dans la **solution d'origine**, elles possèdent les valeurs suivantes :

- 1- l'angle de la flèche dit « en fond de fouilles », correspondant à la descente maximale de la flèche (vérin tige rentrée)

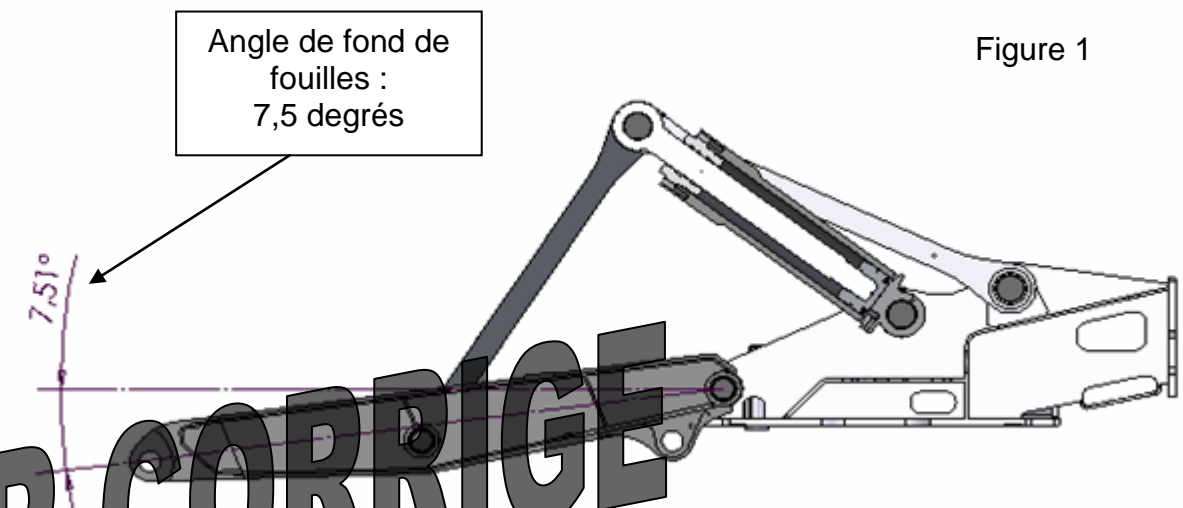


Figure 1

- 2- l'encombrement de la flèche repliée est défini par l'angle «replié» ou la cote X (vérin tige sorti).

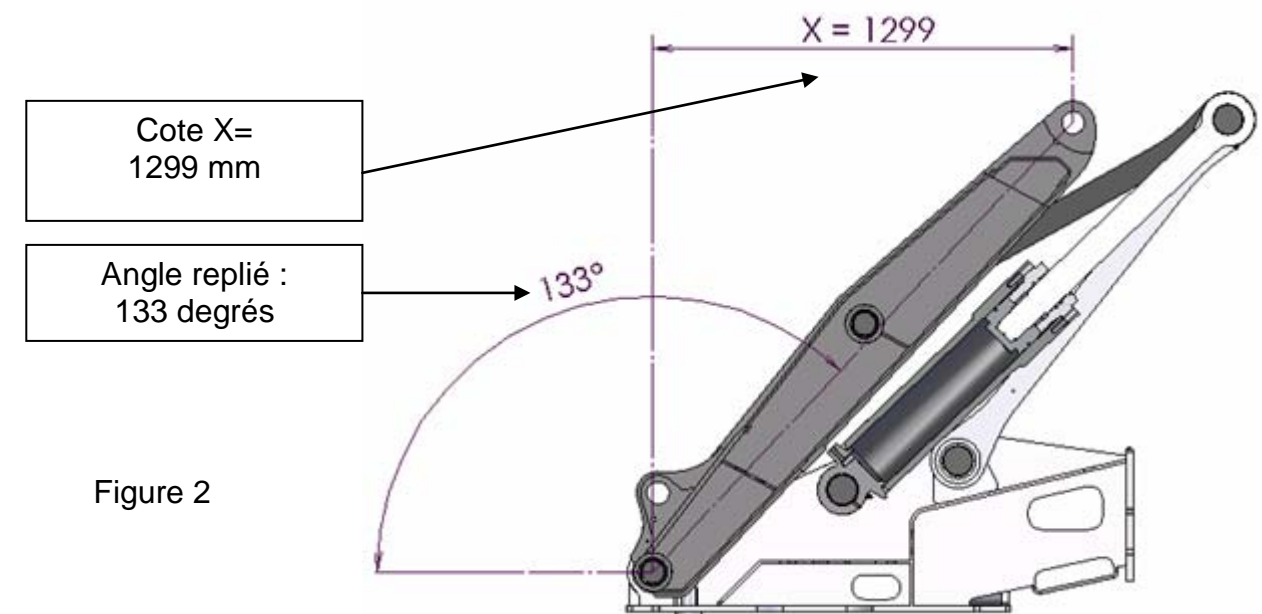


Figure 2

Dans l'ancien modèle, ces caractéristiques sont obtenues avec une course pour la tige du vérin égale à 571 mm.

Une mise en plan de la **commande de flèche dans la nouvelle configuration** à étudier est donnée sur le **document 13/16**, à l'échelle 1 :10.

### Question 1-1

Il s'agit de comparer le vérin de l'ancien modèle et celui du nouveau modèle.

**Mesurer** la course de la tige du vérin sur le **document 13/16** et en déduire la valeur de la course réelle :

COURSE du VERIN = ..... **environ 611 mm** .....

En déduire la valeur de l'augmentation de course :

..... **611 – 571 = 40 mm** .....

Le vérin est fabriqué par HYDROMO, filiale de MECALAC.

Expliquer comment cette augmentation peut être obtenue au moindre coût en modifiant une seule pièce :

..... **Il suffit d'allonger le corps de 40 mm** .....

### Question 1-2

Ce nouveau vérin modifie la géométrie de la commande de flèche.  
On recherche la nouvelle valeur de l'angle fonds de fouilles (figure 1) et de l'encombrement (figure 2) en utilisant le **document 13/16** à l'échelle 1 :10.  
*Remarque importante:* sur le document 13, la flèche est entièrement descendue.

**Définir sans la tracer** la trajectoire du point D appartenant au solide S2 (tige+ piston) dans son mouvement par rapport à S1 (corps+embase+flasque)

TRAJECTOIRE de  $D \in S2/S1$  = ..... **droite de direction AD** .....

En déduire le mouvement de S2 /S1 :

Mouvement de S2/S1 = ..... **translation rectiligne** .....

### Question 1-3

**Définir** la trajectoire du point D appartenant à S3 (béquilles) dans son mouvement par rapport à S0 (tourelle) :

$T$  de  $D \in S3/S0$  : ..... **cercle de centre B et de rayon BD** .....

Tracer et repérer  $T$  de  $D \in S3/S0$  sur le document 13/16

En déduire le mouvement de S3 /S0 :

Mouvement de S3/S0 = ..... **rotation autour d'un axe fixe** .....

### Question 1-4

**Définir** la trajectoire du point C appartenant à la flèche S5 dans son mouvement par rapport à S0 (tourelle) :

$T$  de  $C \in S5/S0$  : ..... **cercle de centre E et de rayon EC** .....

Tracer et repérer  $T$  de  $C \in S5/S0$  sur le document 13/16

### Question 1-5

Sur le document 13/16, montrant la flèche complètement descendue,

**Mesurer et coter** le nouvel angle de fonds de fouille (se référer à la figure 1)

Reporter cette valeur : angle de fond de fouilles = ..... **7,8 °** .....

### Question 1-6

Sur le document 13/16,

**Déterminer** graphiquement la position des points C, D et F lorsque la flèche est complètement repliée.

**Nommer** ces positions C1, D1, et F1

**Mesurer et coter** la nouvelle cote X (se référer à la figure 2).

Reporter cette valeur : X = ..... **1220 mm** .....

### Question 1-7

**Conclure** en précisant si la solution peut être validée du point de vue des caractéristiques géométriques par rapport aux critères d'acceptation définis.

**1299 – 1220 = 79 mm de perte ; 79 < 150 donc la solution est acceptable**

**Compléter la fiche** de synthèse du document 12/16

2- Vérification des caractéristiques cinématiques

Certaines caractéristiques cinématiques du nouveau modèle doivent être vérifiées :

- pour des raisons de sécurité, la vitesse tangentielle maximale d'un point de la flèche ne doit pas dépasser 1,5 m/s (1,5 m.s<sup>-1</sup>)
- pour des raisons de précision de pilotage, la variation de vitesse, donc l'accélération ou la décélération angulaire autour de l'axe de relevage de la flèche (voir Doc 3/16) ne doit pas dépasser 2 rad/s<sup>2</sup> (2 rad.s<sup>-2</sup>)

La détermination de ces caractéristiques est réalisée à l'aide d'un module de calcul mécanique interfacé avec le modeleur 3D.

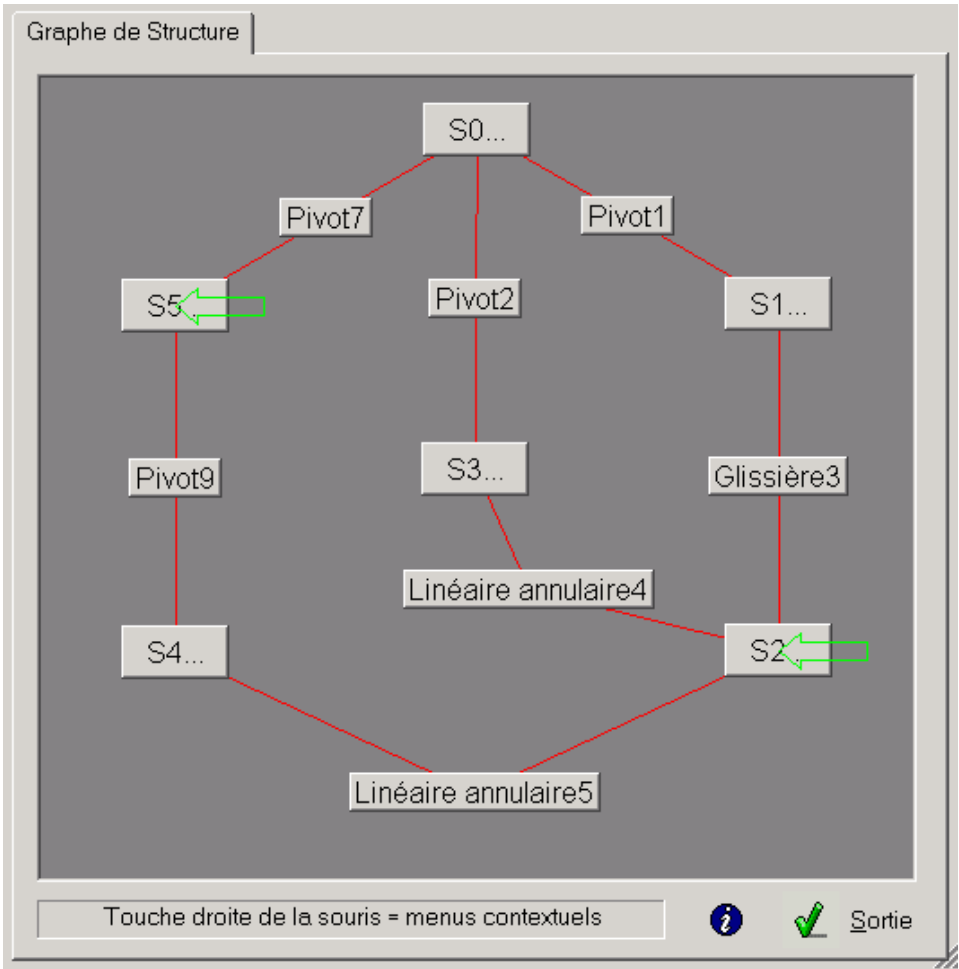
Le module de calcul exige de l'opérateur une modélisation convenable du mécanisme afin que le calcul soit possible; l'exploitation des résultats reste également à la charge du technicien.

Le questionnaire porte sur ces deux aspects de la mise en œuvre du logiciel.

On précise que le débit maximal autorisé par la pompe est de 100 l par minute ce qui correspondra pour le piston du vérin à une vitesse maximale de 0,083 m/s

Question 2-1

On donne la copie d'écran ci-dessous qui montre le «graphe de structure» ou graphe des liaisons du mécanisme.



En utilisant les données du schéma cinématique et celle du graphe de structure, **Compléter le tableau** suivant :

Liaison	Modèle de liaison utilisé dans le schéma cinématique	Modèle de liaison du graphe de structure
Liaison S0/S1	Pivot	Pivot
Liaison S0/S3	Pivot	Pivot
Liaison S0/S5	Pivot	Pivot
Liaison S1/S2	Pivot glissant	Glissière
Liaison S2/S3	Pivot	Linéaire annulaire
Liaison S2/S4	Pivot	Linéaire annulaire
Liaison S4/S5	Pivot	Pivot

Question 2-2

Afin de rendre le mécanisme isostatique pour le logiciel de calcul, les liaisons mises en place sur le schéma cinématique et les liaisons déclarées dans le module de calcul ne sont pas toujours semblables.

**Entourer** les liaisons modifiées dans le tableau ci-dessus.

Question 2-3

Le calcul est lancé puis effectué par le logiciel en appliquant au piston une vitesse de : 0,083 m/s.

On exploite alors les résultats.

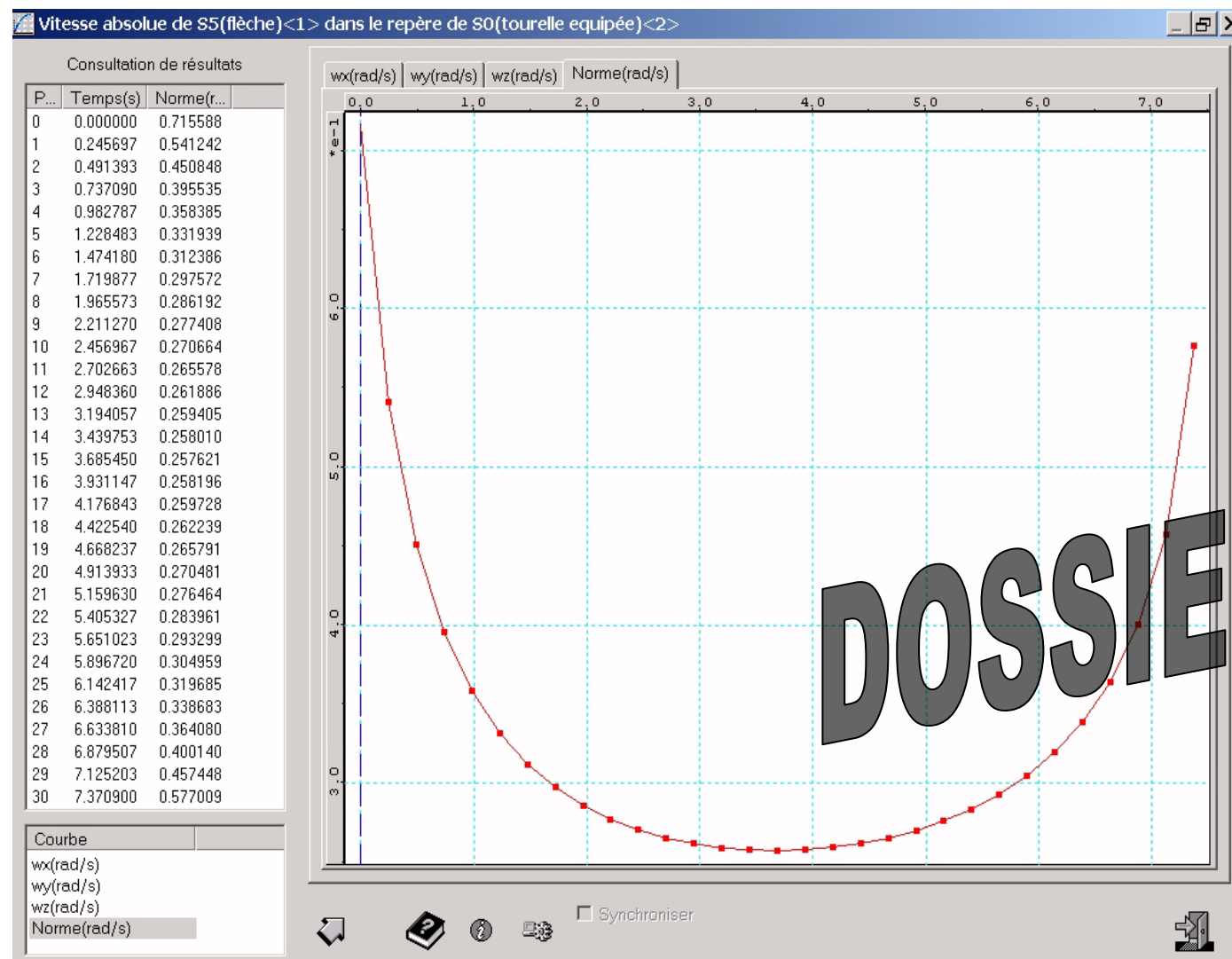
A partir du tableau et de la courbe présentée sur la page suivante,

**Relever les valeurs** minimale et maximale de la vitesse angulaire de S5 (flèche) ainsi que les positions correspondantes:

DOSSIER CORRIGE

Remarque : la position initiale (flèche en bas) est la position n°0

Doc. 7 / 16



### Question 2-5

Sur le document 14/16,

Tracer les vecteurs-vitesse :

- du point C appartenant à S5 dans son mouvement par rapport à S0
- du point F appartenant à S5 dans son mouvement par rapport à S0

Echelle : 100mm pour 1 m/s

En déduire à l'aide d'une construction graphique la valeur maximale de la vitesse tangentielle du point F de la flèche :

...(Champ de vecteur vitesse).....1,36 m/s.....

Compléter ensuite la fiche de synthèse du document 12/16 pour la vitesse tangentielle en F.

### Question 2-6

On rappelle que pour des raisons de précision de pilotage, la variation de vitesse, donc l'accélération ou la décélération angulaire de la flèche doit rester inférieure à 2 rad/s<sup>2</sup>.

Remarque : la décélération est une accélération négative.

Entourer en vert sur la courbe (page suivante) la position correspondant à la valeur maximale de l'accélération de la flèche.

Entourer en bleu sur la courbe (page suivante) la position correspondant à la valeur maximale de la décélération de la flèche.

Relever sur le tableau la valeur absolue maximale de l'accélération en rad/s<sup>2</sup>.

Valeur mini : .....0,257621 rad/s ..... position n° : .....15.....

Valeur maxi : .....0,715588 rad/s ..... position n° : .....0.....

Compléter ensuite la fiche de synthèse du document 12/16 pour les vitesses angulaires demandées.

### Question 2-4

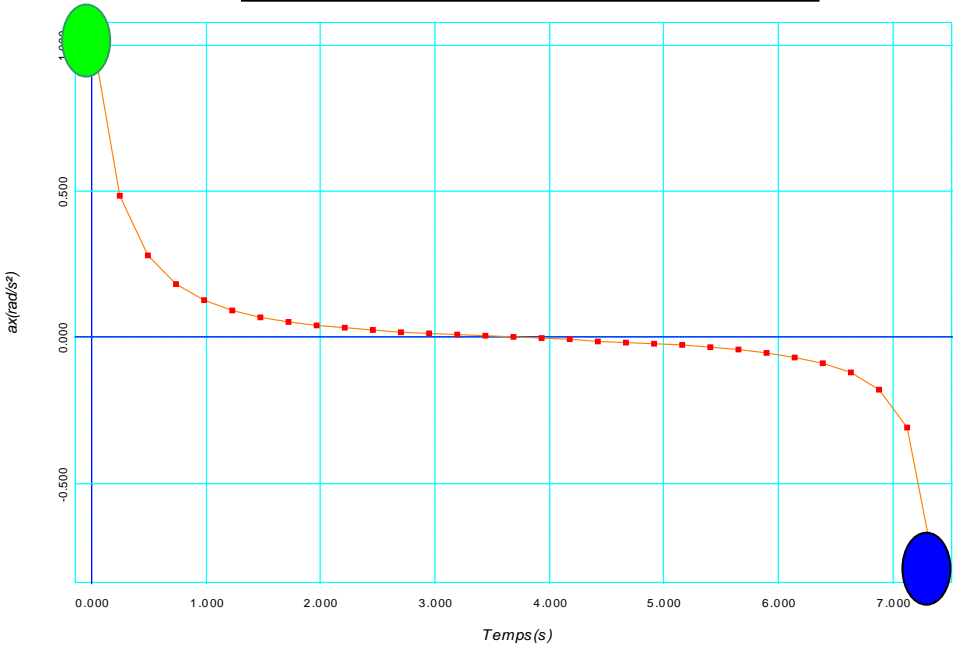
Déterminer par calcul la vitesse maximale du point C en m/s :

(les dimensions nécessaires sont à relever sur le document 13/16 à l'échelle 1 : 10)

$$\text{vitesse du point C} = \omega \cdot EC = 0,71558 \times 1,231 = 0,88 \text{ m/s}$$

Valeur de l'accélération de S5 dans le repère (R,x,y,z) lié à S0

- abscisses : temps
- ordonnées : accélération



P...	Temps(s)	ax(rad/...
0	0.000000	1.041885
1	0.245697	0.484232
2	0.491393	0.279500
3	0.737090	0.181150
4	0.982787	0.126000
5	1.228483	0.091743
6	1.474180	0.068833
7	1.719877	0.052612
8	1.965573	0.040580
9	2.211270	0.031293
10	2.456967	0.023882
11	2.702663	0.017714
12	2.948360	0.012499
13	3.194057	0.007821
14	3.439753	0.003591
15	3.685450	-0.000386
16	3.931147	-0.004262
17	4.176843	-0.008200
18	4.422540	-0.012285
19	4.668237	-0.016689
20	4.913933	-0.021596
21	5.159630	-0.027252
22	5.405327	-0.033995
23	5.651023	-0.042334
24	5.896720	-0.053075
25	6.142417	-0.067588
26	6.388113	-0.088431
27	6.633810	-0.120986
28	6.879507	-0.178816
29	7.125203	-0.308016
30	7.370900	-0.803308

Valeur absolue maxi de l'accélération = **1,042 rad/s²** .....

**Compléter** ensuite la fiche de synthèse du document 12/16 pour l'accélération angulaire demandée.

### 3- Vérification des efforts mis en jeu dans le mécanisme

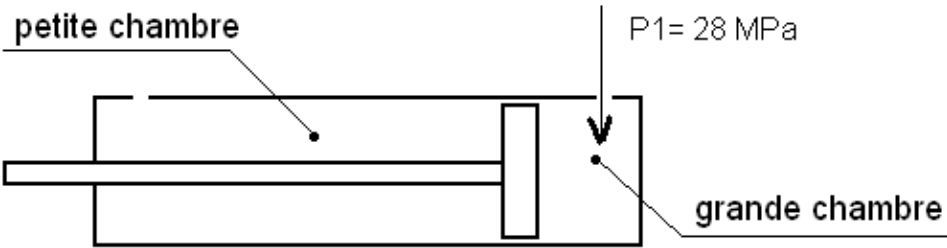
L'objectif de cette partie de l'étude est de vérifier que la nouvelle cinématique du mécanisme permet d'aboutir au but recherché : **augmenter significativement le couple de relevage de la flèche** (10% au moins pour la valeur maximale). Elle doit permettre également de mettre en évidence les valeurs d'efforts appliqués aux différents composants afin de vérifier leur dimensionnement.

L'étude est réalisée à l'aide d'un module de statique « multi-positions » interfacé avec le modèleur. La saisie des différentes données implique un travail de préparation.

#### Question 3-1

L'effort nécessaire au relevage est appliqué sur le piston du vérin hydraulique. Lors de la phase de relevage, les pressions sont distribuées de la manière suivante

Contre-pression dans la petite chambre = 1,5 MPa



La pression de l'huile en grande chambre est égale à **28 MPa**. L'huile présente en petite chambre est freinée à l'échappement et produit une contre-pression. A la suite d'essais effectués sur le vérin, on constate que cette contre-pression possède une valeur de 1,5 MPa

**Le logiciel de calcul ne permettant pas de donner en entrée des pressions (MPa), on vous demande :**

**Déterminer par le calcul**, la valeur de l'effort résultant appliqué sur le piston en tenant compte de l'effort dû à la contre-pression en petite chambre.

Les dimensions du vérin sont à relever sur les documents 13 ou 14 à l'échelle 1 : 10.

Détermination de l'intensité de la résultante des actions de l'huile sur le piston en grande chambre :  $F_{gc} = P_{gc} \cdot S_p$   $F_{gc} = 28 \times (\pi \cdot 80^2) = 562\,973\text{ N}$

Détermination de l'intensité de la résultante des actions de l'huile sur le piston en petite chambre :  $F_{pc} = P_{pc} \cdot (S_p - S_t)$   $F_{pc} = 1,5 \times \pi (80^2 - 39^2) = 22\,991\text{ N}$

Détermination de l'intensité de la résultante des actions exercées sur le piston :

**$562973 - 22991 = 539\,982\text{ N}$**

Question 3-2

Compte-tenu des frottements et autres pertes de charge dans le vérin on prendra pour la suite des calculs la valeur de la résultante des actions appliquées au piston :

$\overrightarrow{H_{huile \rightarrow S2}} = 535000$  ce qui correspond à une intensité de 535 kN

La position du mécanisme dans le document 15/16 correspond à la position où le vérin est vertical.

Repasser par un trait de couleur bleue la surface sur laquelle s'applique la résultante :

$H_{huile \rightarrow S2}$

Tracer à l'échelle 1 mm → 5 kN (5000 N) le vecteur résultant  $\overrightarrow{H_{huile \rightarrow S2}}$

Question 3-3

Hypothèses de travail :

Les différentes liaisons sont disposées symétriquement par rapport à un plan  
Les actions mécaniques exercées aux contacts dans les liaisons sont réparties symétriquement par rapport à ce plan.  
Les résultantes des actions de contact sont donc projetables sur un même plan défini par les axes  $O\vec{y}$  et  $O\vec{z}$  du repère  $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  lié au solide S0.

Les masses des différents solides, même si elles sont importantes, peuvent être négligées devant les efforts mis en jeu dans le mécanisme.

On isole le solide S2

Compléter le tableau de bilan des actions mécaniques exercées sur S2

Action	Point d'application du vecteur-résultant	Direction et Sens	Intensité
$\overrightarrow{H_{huile \rightarrow S2}}$	H	Verticale → z+	535 kN
$\overrightarrow{D_{S3 \rightarrow S2}}$	D	BD sens inconnu	inconnue
$\overrightarrow{D_{S4 \rightarrow S2}}$	D	CD sens inconnu	inconnue

Question 3-4

Déterminer par la méthode de votre choix les caractéristiques inconnues des résultantes exercées sur S2

Méthode graphique : résoudre sur le document 15/16 : échelle 1 mm → 5 kN (5000 N)  
Méthode analytique : rédiger directement sur le document 15/16 (les mesures nécessaires seront relevées directement sur le document 13 à l'échelle 1 :10)

Remplir le tableau des résultats suivant avec les caractéristiques connues et celles que vous avez déterminées.

Action	Point d'application du vecteur-résultant	Direction et Sens	Intensité
$\overrightarrow{H_{huile \rightarrow S2}}$	H	Verticale → z+	535 kN
$\overrightarrow{D_{S3 \rightarrow S2}}$	D	BD sens de D vers B	482 kN
$\overrightarrow{D_{S4 \rightarrow S2}}$	D	CD sens de D vers C	140 kN

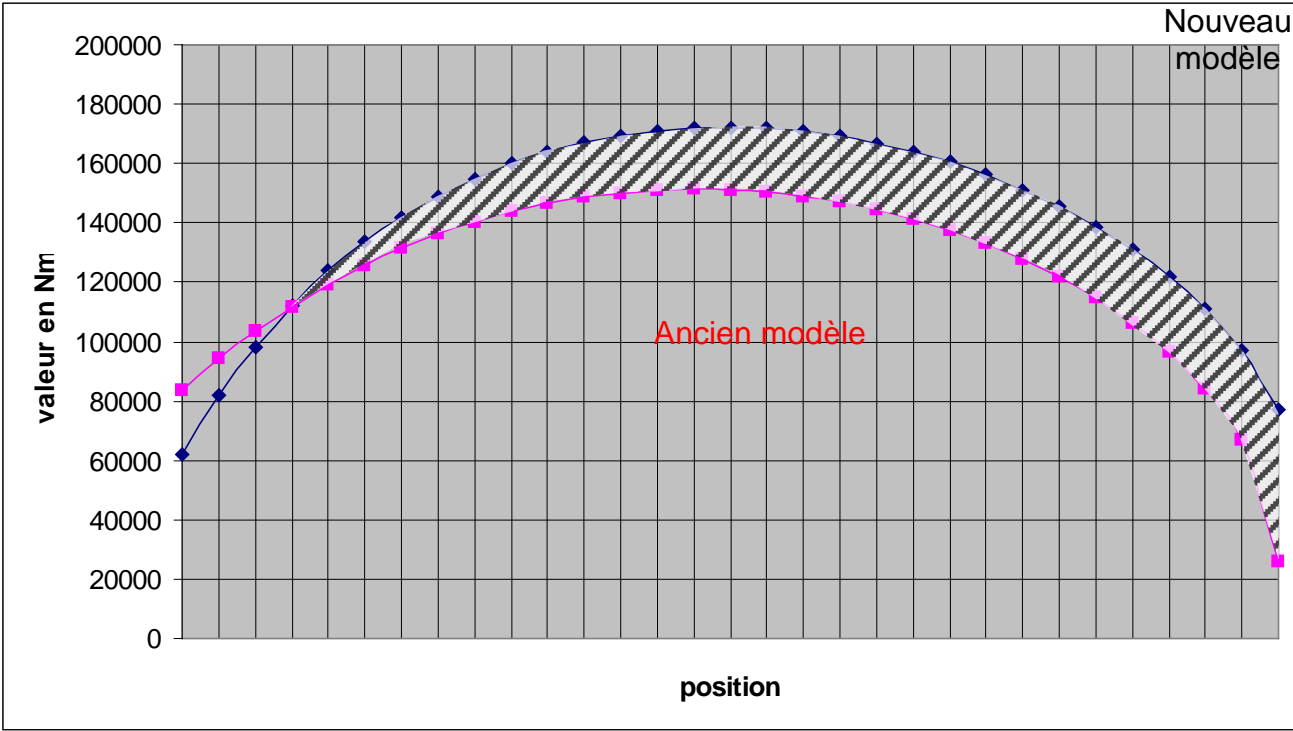
Question 3-5

Le calcul ayant été effectué, on obtient pour le couple de relevage appliqué à la flèche S5 les résultats sous la forme suivante :

VALEUR du COUPLE de RELEVAGE en fonction du temps

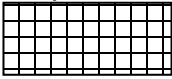
Temps(s)	Norme(Nm)	Temps(s)	Norme(Nm)
0.00000	61971.589192	3.931147	171753.611606
0.245697	81934.024988	4.176843	170740.871596
0.491393	98361.546742	4.422540	169105.551445
0.737080	112116.837449	4.668237	166846.229853
0.982787	123738.939371	4.913933	163952.779463
1.228483	133597.405404	5.159630	160404.917890
1.474180	141959.689084	5.405327	156169.783507
1.719877	149026.518794	5.651023	151197.944287
1.965573	154952.498905	5.896720	145416.687242
2.211270	159858.952658	6.142417	138718.188276
2.456967	163842.324844	6.388113	130937.082019
2.702663	166979.876878	6.633810	121803.276685
2.948360	169333.644115	7.125203	96942.440121
3.194057	170953.226253	7.370900	76855.160963
3.439753	171877.758335	Valeur mini	61971.589192
3.685450	172137.276963	Valeur maxi	172140.467689


On donne les courbes de valeur du couple en fonction des positions pour l'ancienne et la nouvelle version de la commande de flèche.



**Repérer** les courbes en écrivant: « ancien modèle » et « nouveau modèle » directement sur le graphique.

**Hachurer** les zones comprises entre les deux courbes afin de visualiser les différences

Zone de perte (-) 

Zone de gain (+) 

**Indiquer** pour quelle position le couple du nouveau modèle dépasse celui de l'ancienne version :

**Attention, les positions sont numérotées à partir de 0...**

POSITION n° : .....3 (4 acceptée).....

**Donner** la valeur du couple de relevage maximal : .....environ 172 137 N.m

Sachant que la valeur maximale du couple de relevage pour l'ancien modèle = 151 363 Nm,  
**Calculer** le pourcentage de gain au couple maxi (position 15):

Environ 13,7%

**Donner une conclusion** par rapport aux exigences du cahier des charges de la nouvelle solution :

Gain de 13,7% pour 10% demandés ; la condition est remplie

### Question 3-6

Afin de permettre le calcul de dimensionnement, il est nécessaire de connaître la valeur de l'intensité de l'effort exercé en F lorsque le couple est maximal

**Déterminer** alors, par le calcul, la valeur de l'effort maximal qui peut être exercé sur l'axe au point F :

Les dimensions nécessaires sont à prendre sur les documents 13,14 ou 15 à l'échelle 1 :10

Effort maxi en F : couple maxi/distance EF = 172 140/1,9 = 90 600 N

Compléter ensuite la fiche de synthèse du document 12/16

## 4- Vérification du dimensionnement

Les efforts exercés sur les différents éléments ayant été déterminés par le logiciel de calcul, il s'agit de s'assurer que les dimensions des différents éléments sont compatibles avec ces efforts.

### Question 4-1

Dimensionnement de l'axe d'articulation bras-flèche en F.  
On prendra pour valeur de l'effort exercé en F : 91000 N

L'axe doit être réalisé dans un acier dont la limite minimale d'élasticité au glissement est égale à 600 Mpa

Les dimensions nécessaires sont à mesurer sur le document 15/16 à l'échelle 1 :10

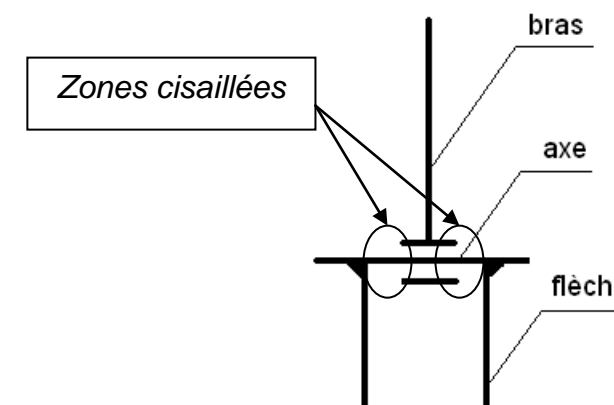
**4.1.1 Déterminer** la valeur de la section minimale de l'axe, sans tenir compte d'un coefficient de sécurité :

Contrainte de cisaillement  $T = F/S$

$S = F/T = 152 \text{ mm}^2$  (76 mm<sup>2</sup> accepté pour chaque section)

### 4.1.2

en admettant un coefficient de sécurité égal à 8 et considérant que l'articulation est réalisée de la manière suivante :



**Déterminer** la valeur du diamètre minimum de l'axe :

2 sections cisailées ; chacune devrait avoir pour aire :  $152/2 = 76 \text{ mm}^2$   
pour tenir compte du coeff. de sécurité :  $76 \times 8 = 608 \text{ mm}^2$

$608 = \pi \times R^2$  donc  $R = 14$  d'où diamètre minimum = 28 mm

**4.1.3 Vérifier** que : la construction actuelle de la flèche permet de respecter la condition du diamètre minimal pour l'axe F

Mesurer le diamètre d'alésage prévu pour l'axe en F :

Donner une conclusion :

**l'alésage d'origine prévu pour l'axe F est de 70 mm : la condition est largement respectée**

#### Question 4-2

*Vérification des contraintes dans le solide S3*

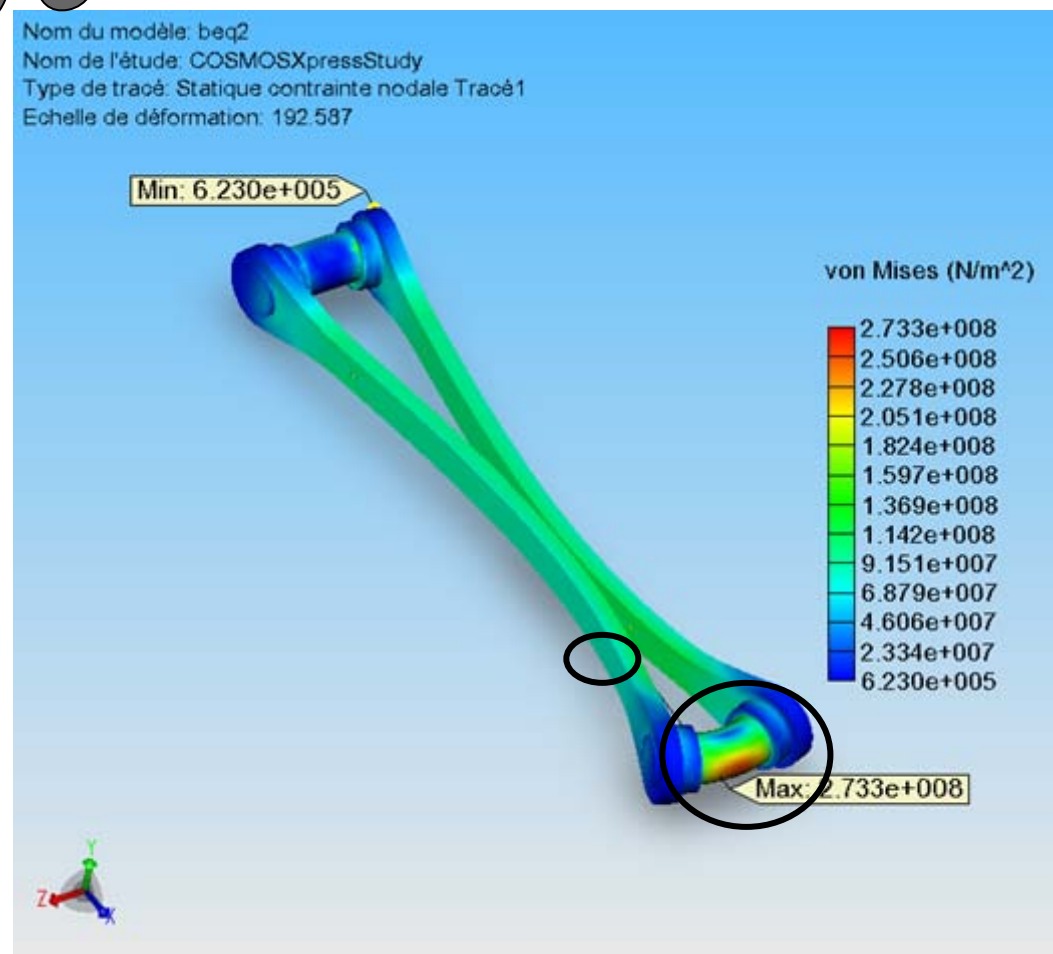
Le module de calcul nous donne les valeurs des différents efforts exercés sur les solides. Grâce à ces résultats, on détermine que les éléments les plus sollicités sont les béquilles constituant le solide S3 .

On relève la valeur de l'effort maximal exercé sur S3 : 585750 N

On en déduit la valeur de l'effort exercé sur chaque béquille : 292875 N

A partir de ces données on lance un calcul de contraintes dans le solide S3.

On produit alors un fichier résultat edrawings : « EtudeCOSMOSXpress\_S3.exe » dont l'image de présentation est la suivante :



Ce fichier est présent sur le CD-ROM et peut être ouvert par un double-clic.

En utilisant les données fournies et les outils de visualisation (zoom, rotation) de l'Edrawings,

**4.2.1. Entourer** les zones de contraintes maximales sur l'image précédente

**4.2.2. Préciser** le type de sollicitation subie par le solide S3

Sollicitation simple en extension-compression :

OUI

NON

(entourez la bonne réponse)

Sollicitations composées :

OUI

NON

(entourez la bonne réponse)

**4.2.3. Donner** la valeur de la contrainte maximale en MPa

contrainte maxi = .....**273,3 MPa**.....

**4.2.4. Compléter** la fiche de synthèse du document 12/16 pour l'effort maxi sur la béquille.

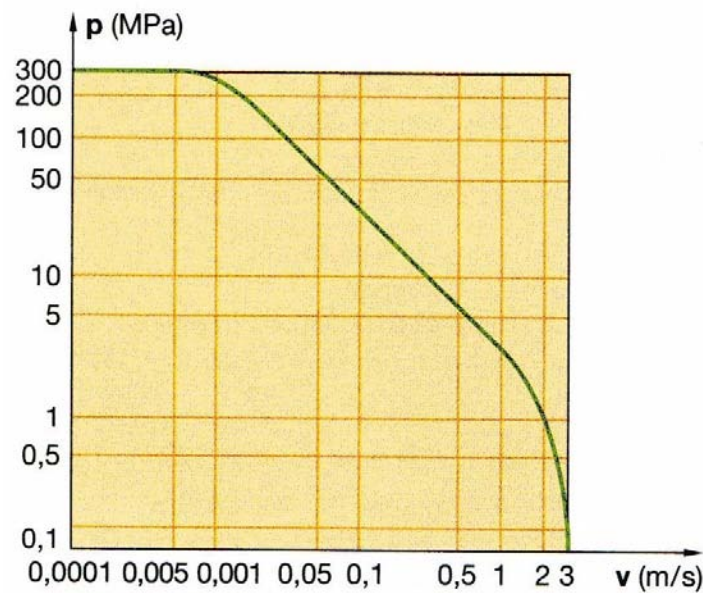
#### Question 4-3

*Vérification des dimensions des coussinets.*

On donne les éléments de calcul d'un coussinet :

- Pression spécifique en MPa =  $p$  = charge radiale/surface projetée
- Surface projetée d'un coussinet : diamètre intérieur x longueur
- $v$  = vitesse linéaire d'un point de la périphérie de l'arbre en m/s

L'abaque de la page suivante donne la pression admissible  $p$  en fonction de la vitesse  $v$



Sachant :

- que le coussinet le plus chargé possède un diamètre intérieur = 90 mm et une longueur = 70 mm
- que la vitesse angulaire relative entre le coussinet et l'arbre = 0,00059 rad/s
- que la charge = 300000 N

Vérifier par le calcul que la pression spécifique sur le coussinet reste admissible

Surface projetée = 90 x 70 = 6300 mm²

$P = F / S$

$P = 300000 / 6300 = 47.61 \text{ MPa}$

Calcul de la vitesse de glissement du coussinet.

$V = \Omega \times R$        $\Omega = 0.00059 \text{ rd/s}$   
                                  $R = 0.045 \text{ m}$

$V = 0.00059 \times 0.045 = 0.0000265 \text{ m/s}$

Lecture sur l'abaque.

$P \text{ admissible} = 300 \text{ MPa}$

Conclusion.

$P < P \text{ admissible} \rightarrow \text{la pression spécifique est admissible.}$

5. Synthèse

FICHE de SYNTHESE

1. Géométrie			
	Valeur d'origine	Nouvelle valeur	Variation en + ou en -
Angle de fonds de fouille	7,5°	7,8 °	+0,3 °
Angle replié	133°	130 °	- 3°
Cote X	1299 mm	1220 mm	- 79 mm
2. Cinématique			
	Valeur d'origine	Nouvelle valeur	Variation en + ou en -
Vitesse angulaire mini de la flèche	0,3 rad/s	0,258 rad/s	- 0,042 rad/s
Vitesse angulaire de la flèche en position 0	0,53 rad/s	0,716 rad/s	+ 0,186 rad/s
Vitesse tangentielle de la flèche au point F	0,83 m/s	1,36 m/s	+ 0,53 m/s
Accélération angulaire maxi de la flèche	1,57 rad/s²	1,042 rad/s²	- 0,528 rad/s²
3. Efforts			
	Valeur d'origine	Nouvelle valeur	Variation en + ou en -
Couple de relevage en position 0	83579 Nm	61971 Nm	- 21608 Nm
Couple de relevage maxi	151363 Nm	172 137 Nm	+ 20777 Nm
Effort maxi sur bielle	270000 N	91570 N	-178430 N
Effort maxi sur béquille	270500 N	292875 Nm	+22375 N

4. Conclusion

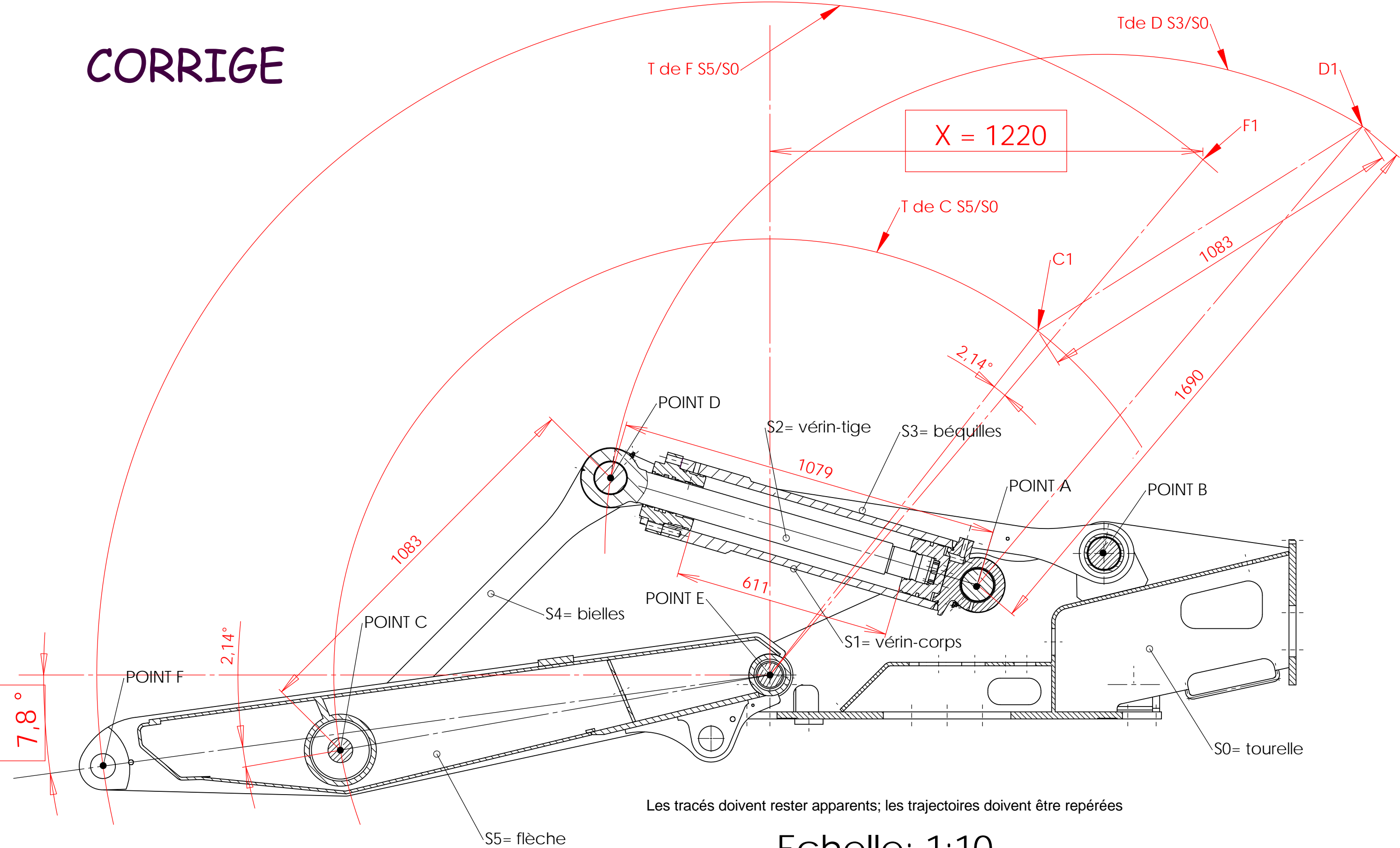
Ecrire une synthèse sous la forme d'un texte court, permettant de conclure sur la validité de la nouvelle solution par rapport au cahier des charges grâce à l'ensemble de l'étude précédente.

La nouvelle solution satisfait aux exigences du cahier des charges

course du vérin = 611 mm

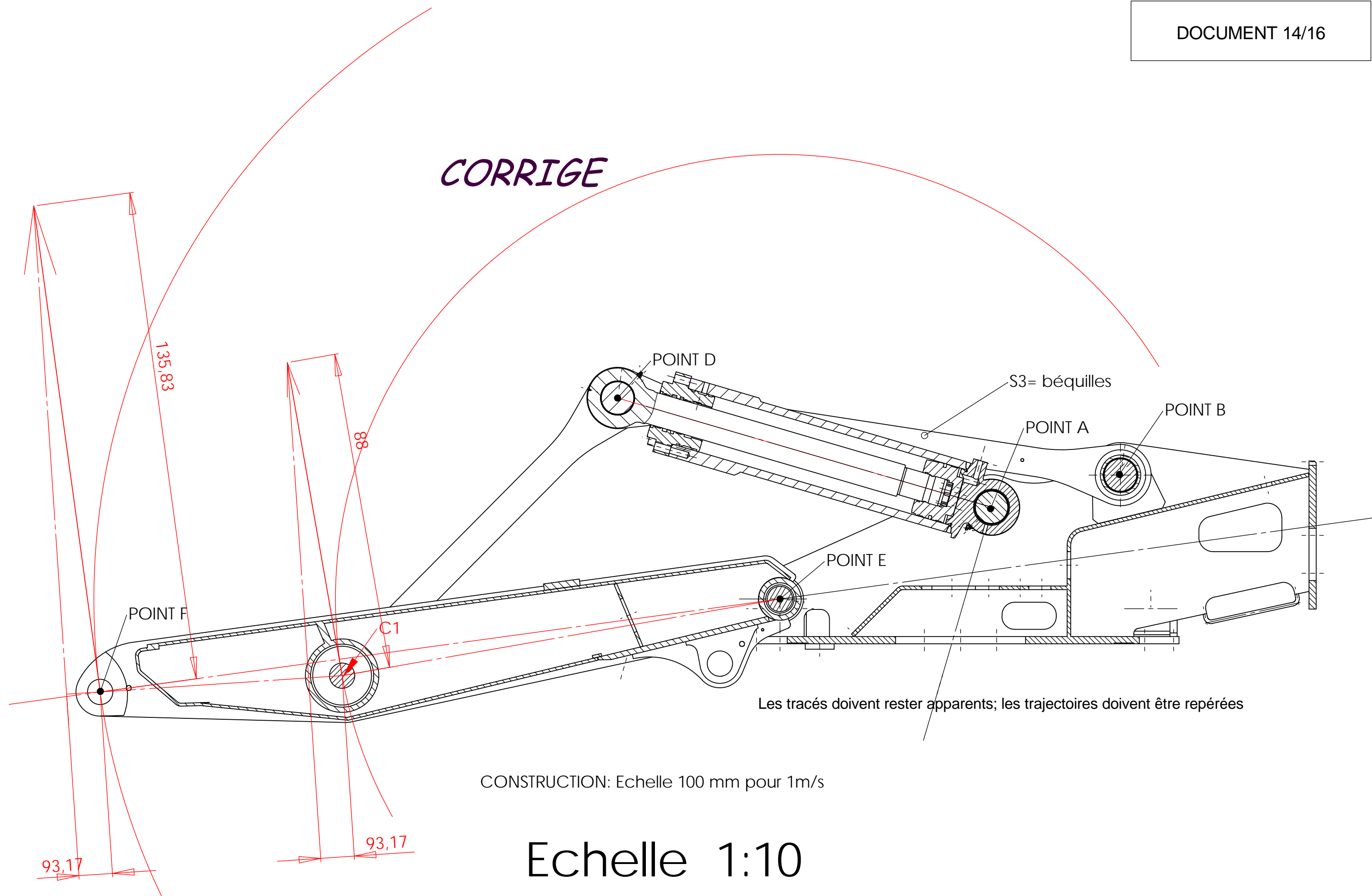
longueur du vérin tige sortie: 1079 + 611 = 1690 mm

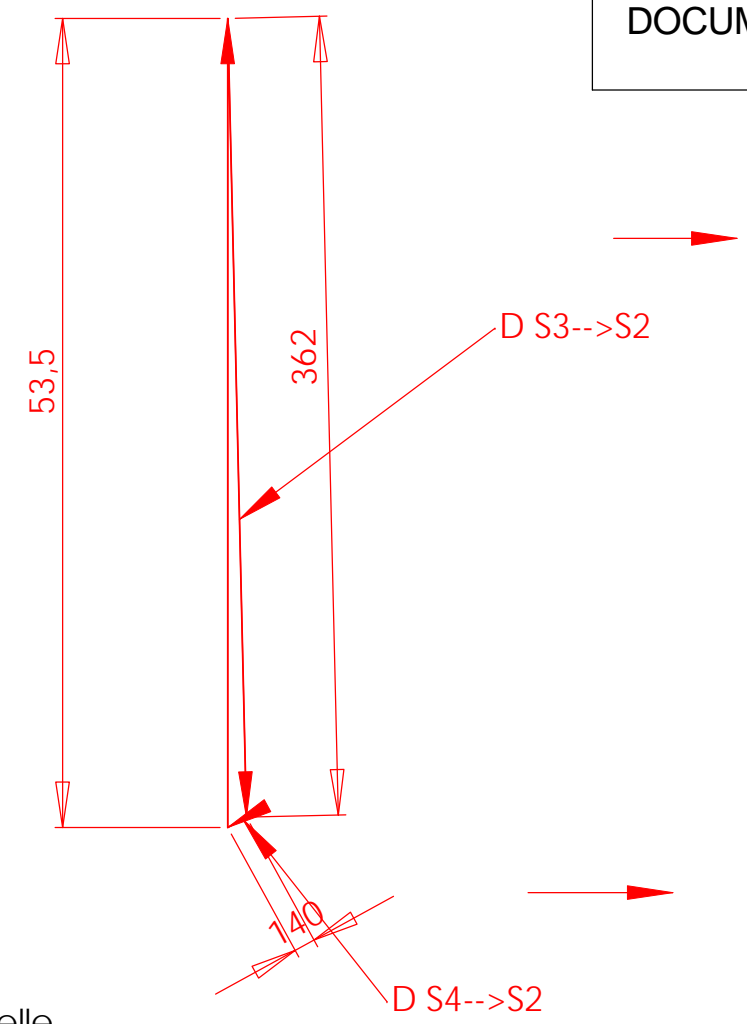
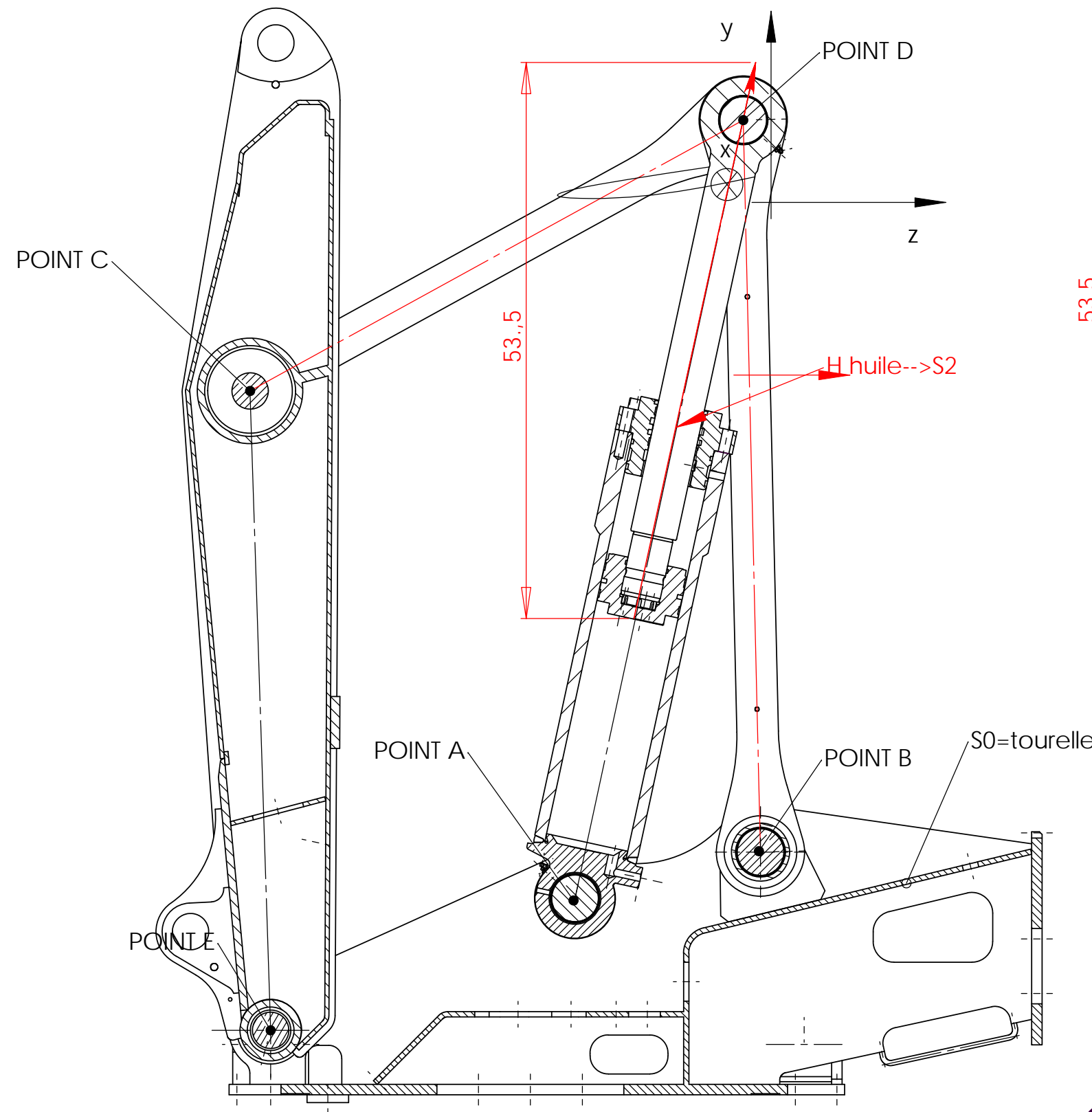
CORRIGE



Les tracés doivent rester apparents; les trajectoires doivent être repérées

Echelle: 1:10

*CORRIGE*



**CORRIGE**

Echelle 1:10

COMPRESSION

Contrainte normale  $\sigma = \frac{N}{S}$   $\left\{ \begin{array}{l} \sigma = \text{contrainte normale en MPa} \\ N = \text{effort normal} \\ S = \text{aire de la section sollicitée en mm}^2 \end{array} \right.$

Condition de résistance  $\sigma \leq R_{pc}$   $\{ R_{pc} = \text{résistance pratique à la compression}$

Résistance pratique à la compression

$R_{pc} = \frac{R_e}{s}$   $\left\{ \begin{array}{l} R_e = \text{résistance élastique à la compression ou à la traction en MPa} \\ s = \text{coefficient de sécurité} \end{array} \right.$

Allongement ou raccourcissement dans le cas d’une contrainte normale :  
$$\frac{N(\text{effort normal}) \times l(\text{longueur initiale})}{S(\text{section}) \times E(\text{module de Young})}$$

CISAILLEMENT

Contrainte tangentielle de cisaillement  $\tau = \frac{T}{S}$   $\left\{ \begin{array}{l} T = \text{effort tranchant} \\ S = \text{aire de la section sollicitée} \end{array} \right.$

Condition de résistance au cisaillement

$\tau \leq R_{pg}$   $\left\{ \begin{array}{l} R_{pg} = \text{résistance pratique au glissement (cisaillement) en MPa} \end{array} \right.$

Résistance pratique au cisaillement  $R_{pg} = \frac{R_{eg}}{s}$   $\left\{ \begin{array}{l} R_{eg} = \text{résistance élastique au glissement} \\ s = \text{coefficient de sécurité} \end{array} \right.$

DOSSIER CORRIGE