

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 à 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. Les principales performances attendues sont :

- performance
- polyvalence
- compacité

L'étude concerne la pelleteuse 12MXT.



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

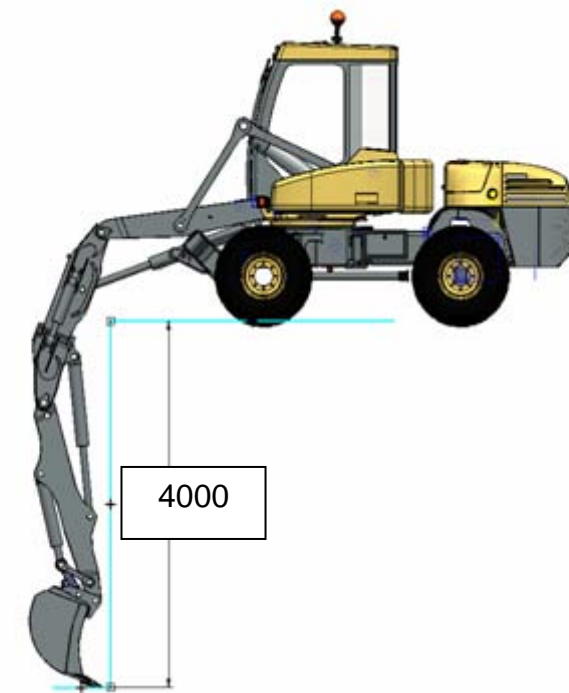
Doc. 2 / 16

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'Etudes doit étudier la possibilité d'augmenter les capacités de manutention 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 repliage de l'ensemble articulé peuvent être légèrement dégradées : l'encombrement général peut être augmenté horizontalement de 150 mm au maximum

Déploiement total de l'ensemble articulé

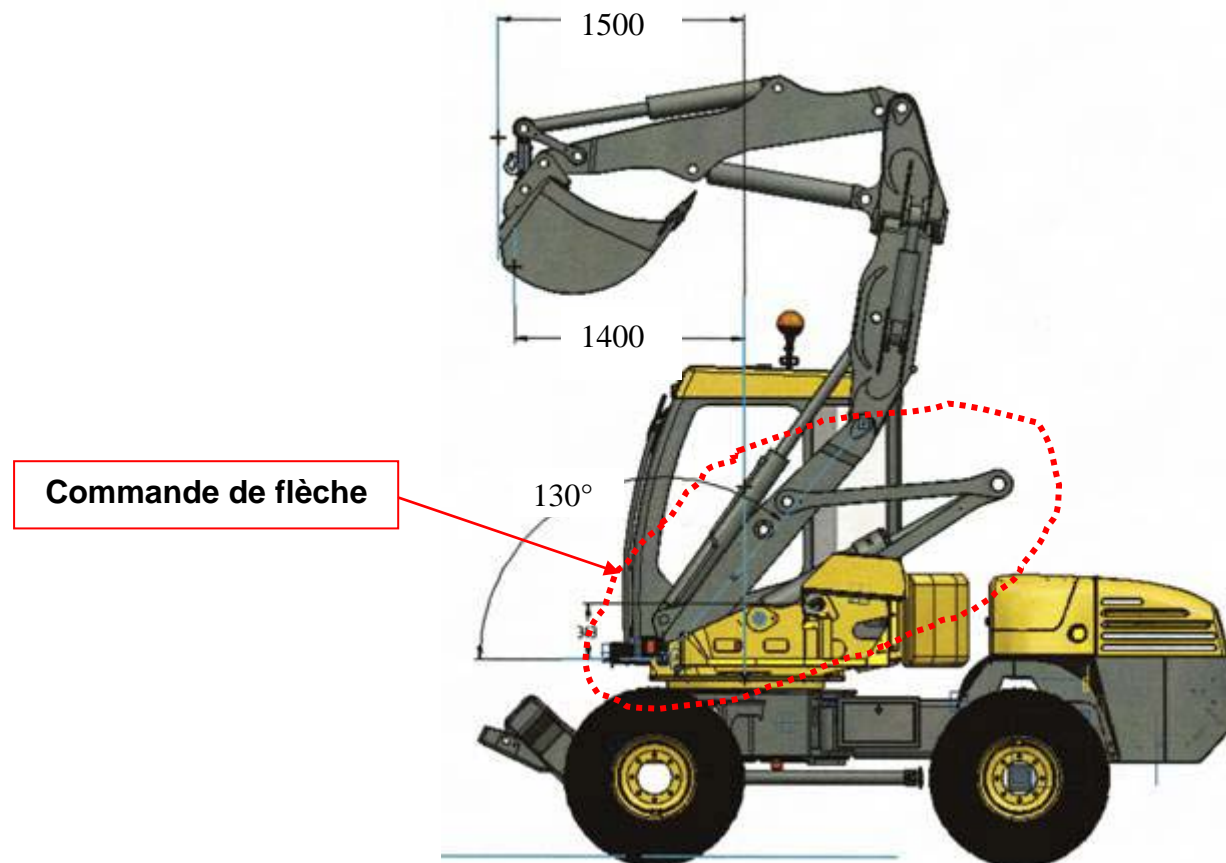


Modification envisagée

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

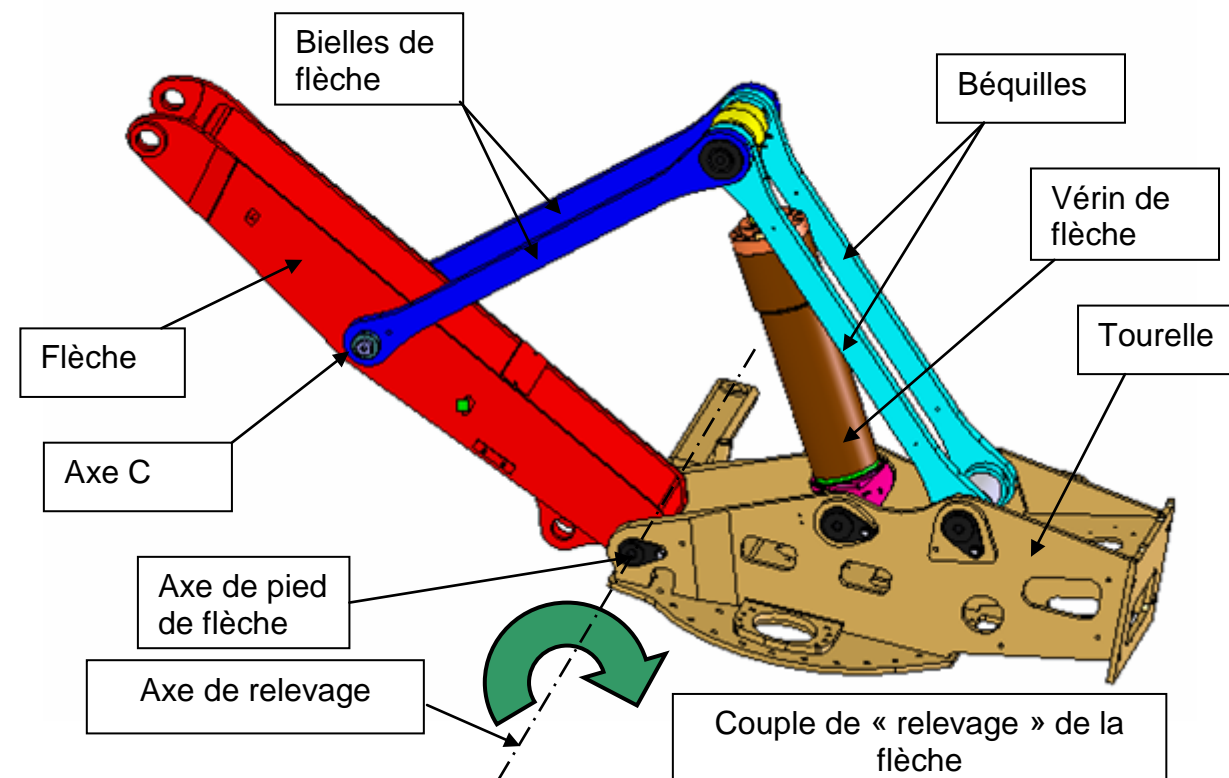
Sur la majorité des engins MECALAC, et sur la 12MXT en particulier, le relevage des charges s'effectue par l'intermédiaire d'un **système breveté** permettant au vérin d'agir sur la flèche par l'intermédiaire d'un « quadrilatère » déformable.

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.

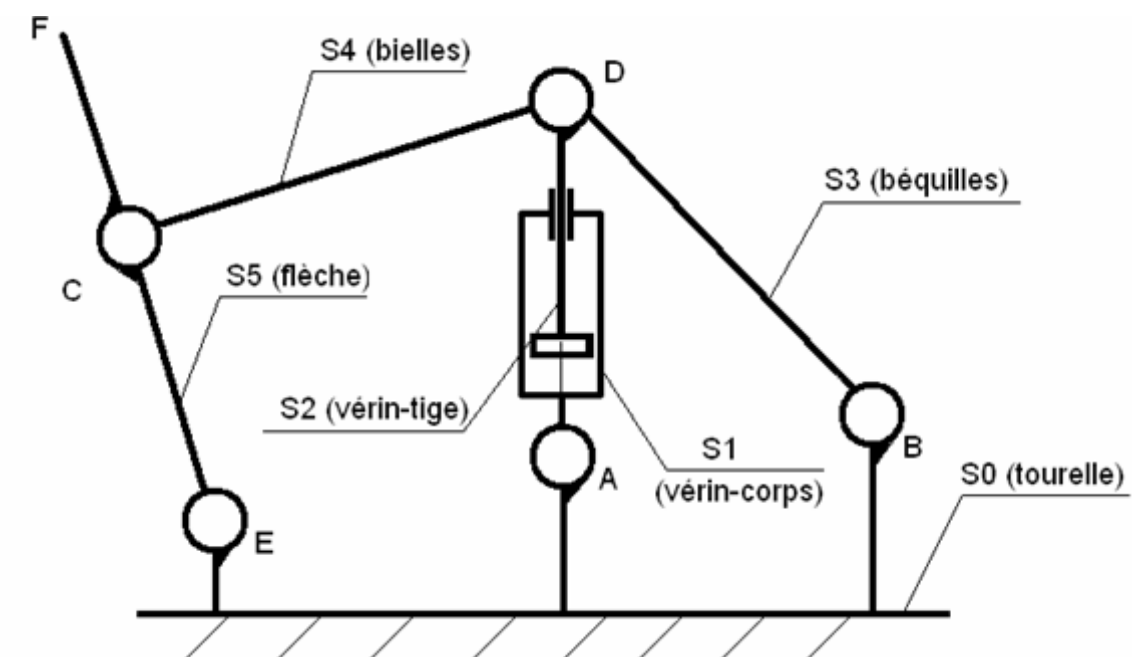
A ce stade, **une maquette virtuelle de la nouvelle solution a été élaborée.**

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^{ème} 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

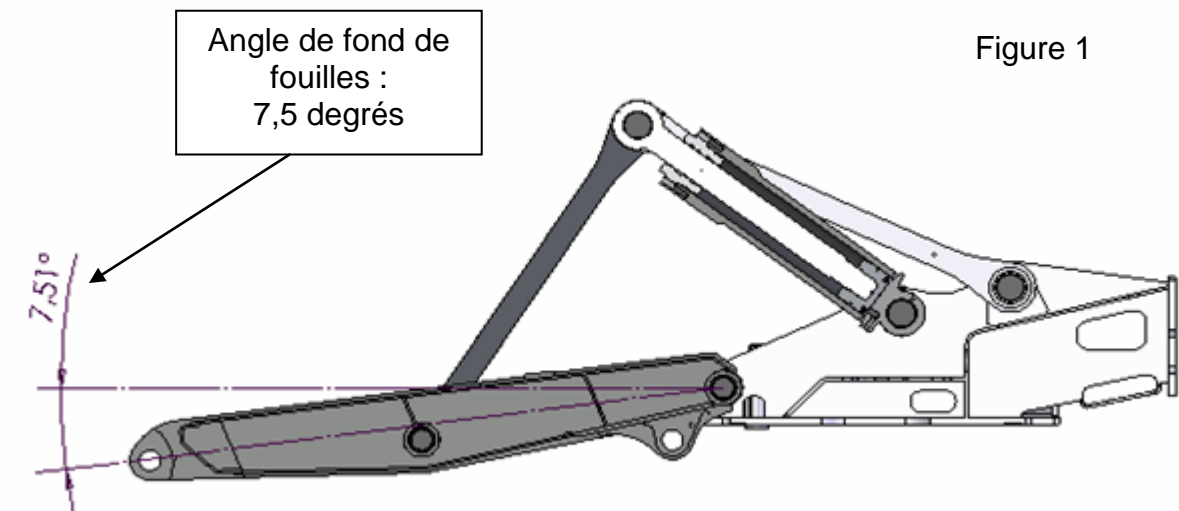
1- Vérification des caractéristiques géométriques

On rappelle que les critères géométriques suivants doivent être respectés :

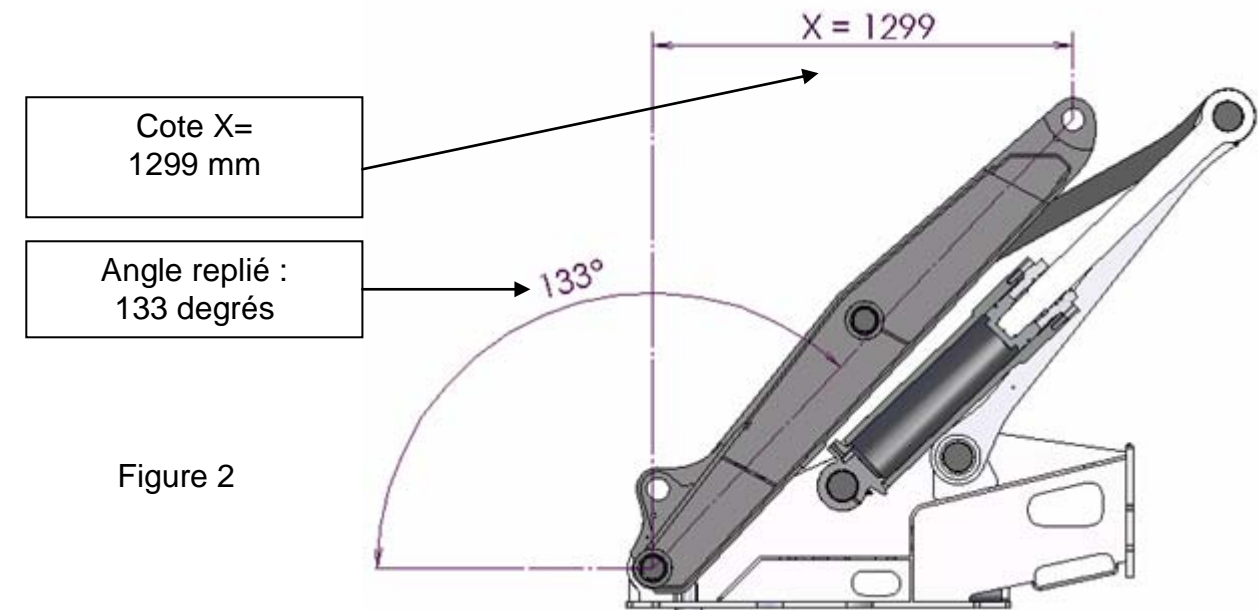
- le déploiement de la flèche doit toujours permettre de creuser jusqu'à 4m de profondeur.
- Pour garantir la compacité de l'engin, l'encombrement de la flèche repliée dans la nouvelle solution ne doit pas dépasser de plus de 150 mm l'encombrement d'origine.

Ces critères dépendent des éléments suivants :

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



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



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 =.....

En déduire la valeur de l'augmentation de course :

.....

Le vérin est fabriqué par HYDROMO, filiale de MECALAC.
Expliquer comment cette augmentation peut être obtenue au moindre coût en modifiant une seule pièce :

.....

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 $D \in S2/S1 =$

En déduire le mouvement de S2 /S1 :

Mouvement de S2/S1 =

Question 1-3

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

T de $D \in S3/S0$:.....

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 =

Question 1-4

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

T de $C \in S5/S0$:.....

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 =

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 =

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.

Compléter la fiche de synthèse du document 12/16

2- Vérification des caractéristiques cinématiques

Doc. 6 / 16

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 ($1,5 \text{ m.s}^{-1}$)
- 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^2 (2 rad.s^{-2})

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

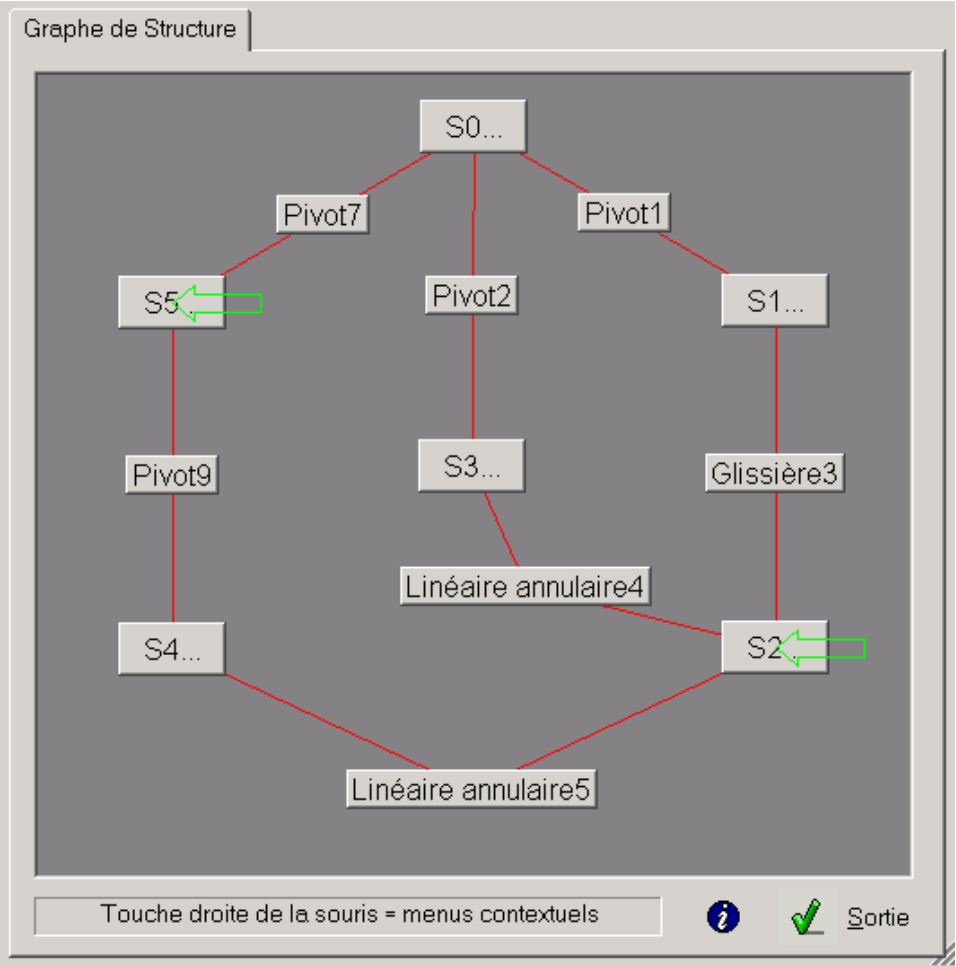
Le module de calcul exige de l'opérateur une modélisation convenable du mécanisme afin que le calcul soit possible; l'exploitation des résultats reste également à la charge du technicien.

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		
Liaison S0/S5		
Liaison S1/S2		
Liaison S2/S3		
Liaison S2/S4		
Liaison S4/S5		

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

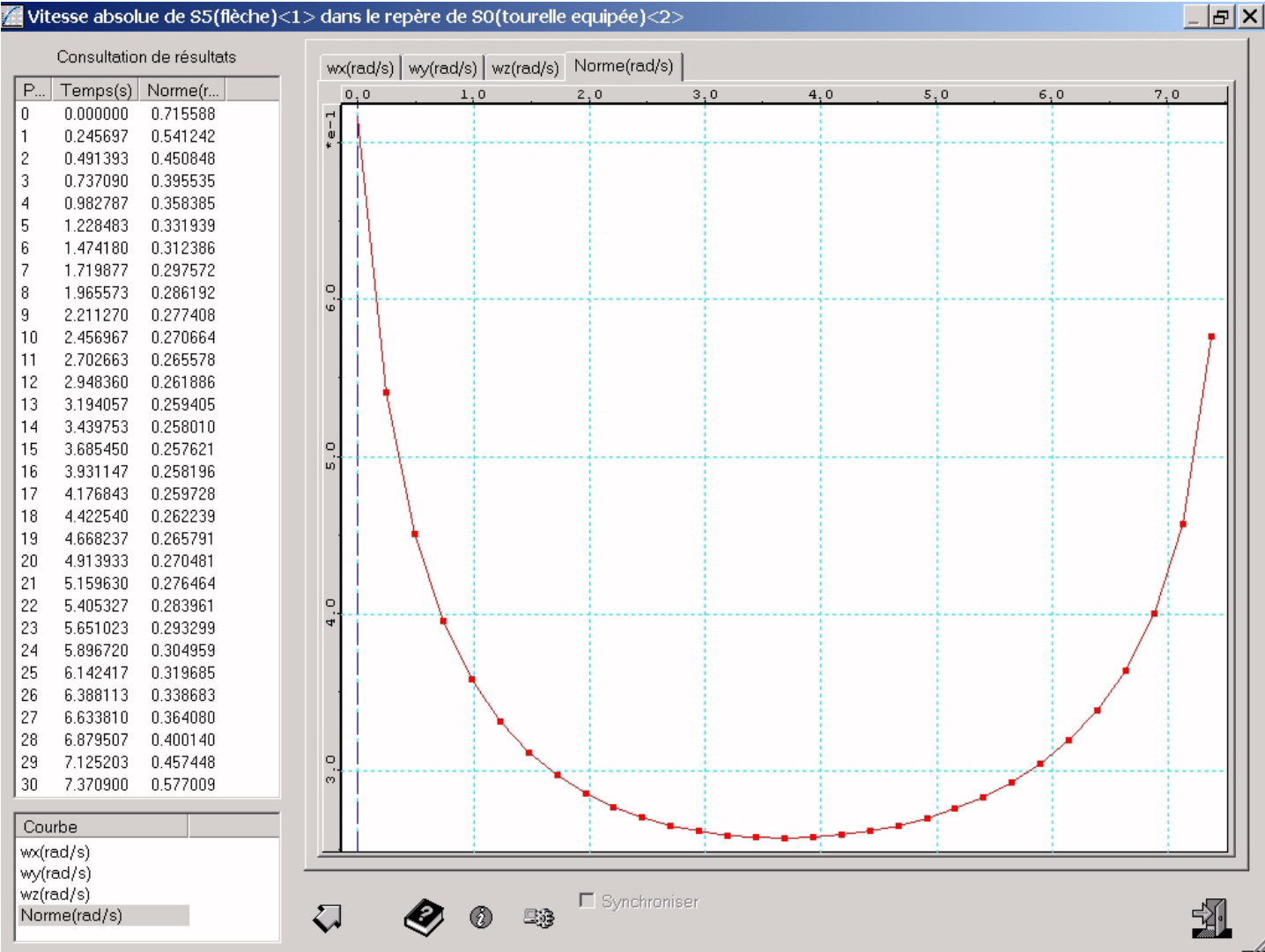
Le calcul est lancé puis effectué par le logiciel en appliquant au piston une vitesse de : **0,083 m/s**.

On exploite alors les résultats.

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

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

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



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 :

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^2 .

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^2

Valeur mini : position n° :

Valeur maxi : position n° :

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

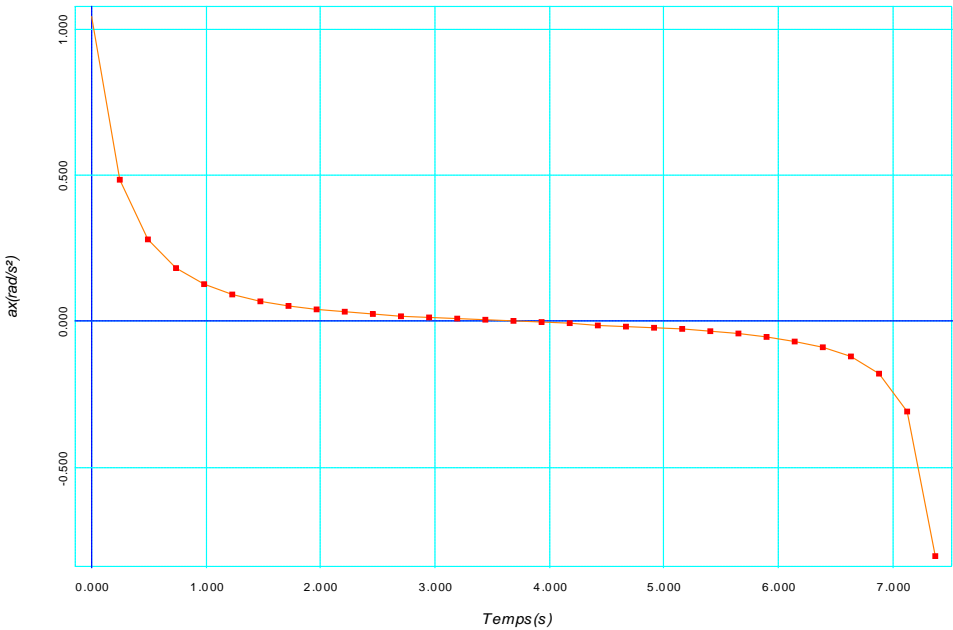
Question 2-4

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)

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

- abscisses : temps
- ordonnées : accélération



Consultation de résultats		
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	0.023862
11	2.702663	0.017714
12	2.948360	0.012459
13	3.194057	0.007821
14	3.439753	0.003591
15	3.685450	-0.000396
16	3.931147	-0.004282
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 =

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.

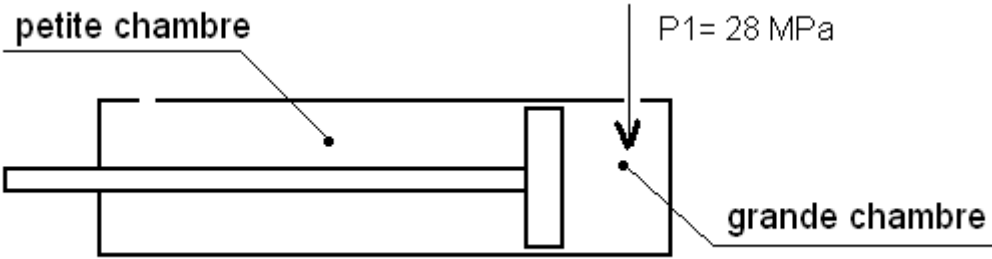
L'étude est réalisée à l'aide d'un module de statique « multi-positions » interfacé avec le modeleur.

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.

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 :

$\overrightarrow{H_{huile \rightarrow S2}}$

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 contact 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 \overrightarrow{Oy} et \overrightarrow{Oz} du repère $R(O, \overrightarrow{x}, \overrightarrow{y}, \overrightarrow{z})$ 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

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

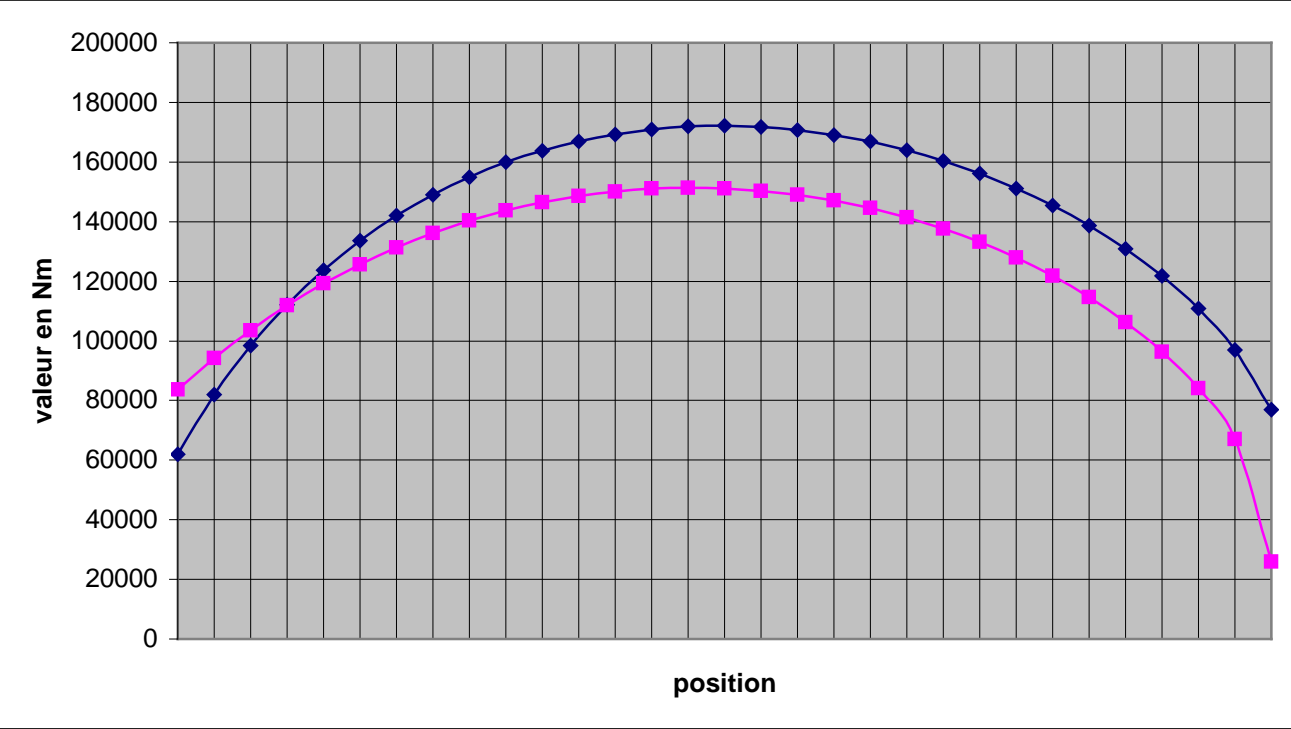
Question 3-5

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

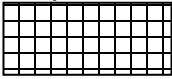
Temps(s)	Norme(Nm)	Temps(s)	Norme(Nm)
0.00000	61971.589192	3.931147	171753.611606
0.245697	81934.024988	4.176843	170740.871596
0.491393	98361.546742	4.422540	169105.551445
0.737090	112116.837449	4.668237	166846.229853
0.982787	123738.939371	4.913933	163952.779463
1.228483	133597.405404	5.159630	160404.917890
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° :

Donner la valeur du couple de relevage maximal :

Sachant que la valeur maximale du couple de relevage pour l'ancien modèle = 151363 Nm,
Calculer le pourcentage de gain au couple maxi (position 15):

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

.....

.....

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

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

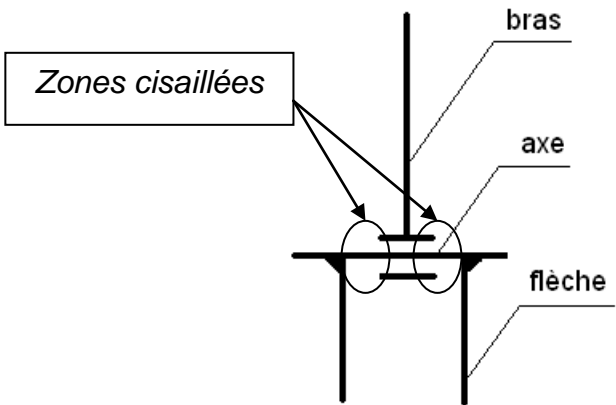
L'axe doit être réalisé dans un acier dont la limite minimale d'élasticité au glissement est égale à 600 Mpa.

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 :

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 :

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 :

Question 4-2

Vérification des contraintes dans le solide S3

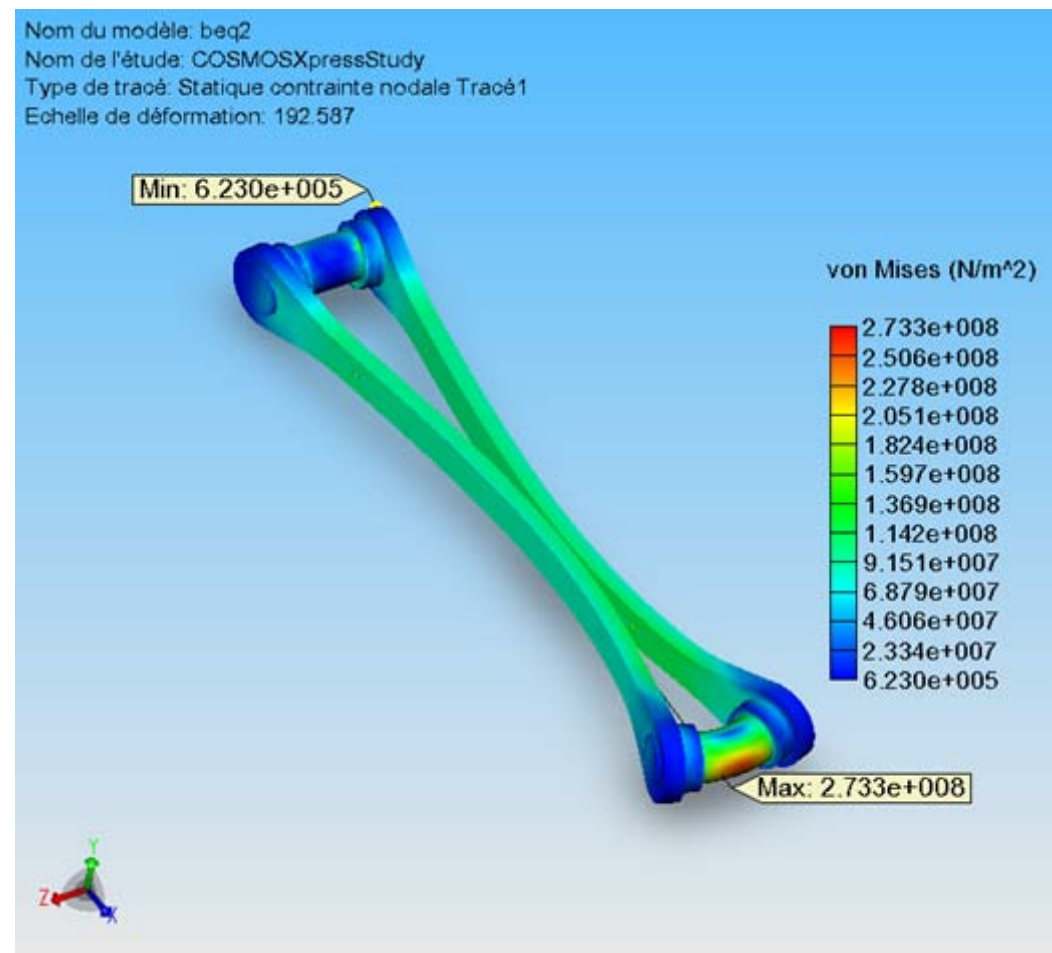
Le module de calcul nous donne les valeurs des différents efforts exercés sur les solides. Grâce à ces résultats, on détermine que les éléments les plus sollicités sont les béquilles constituant le solide S3 .

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 =

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

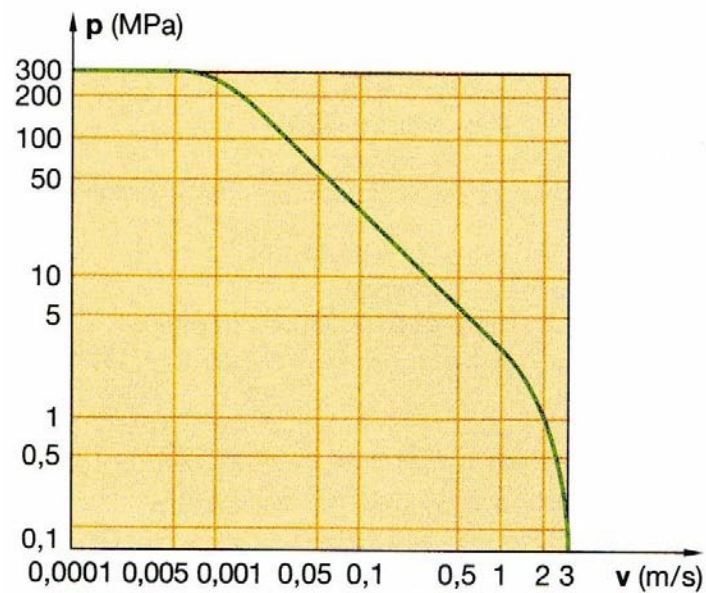
Question 4-3

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

5. Synthèse

FICHE de SYNTHESE

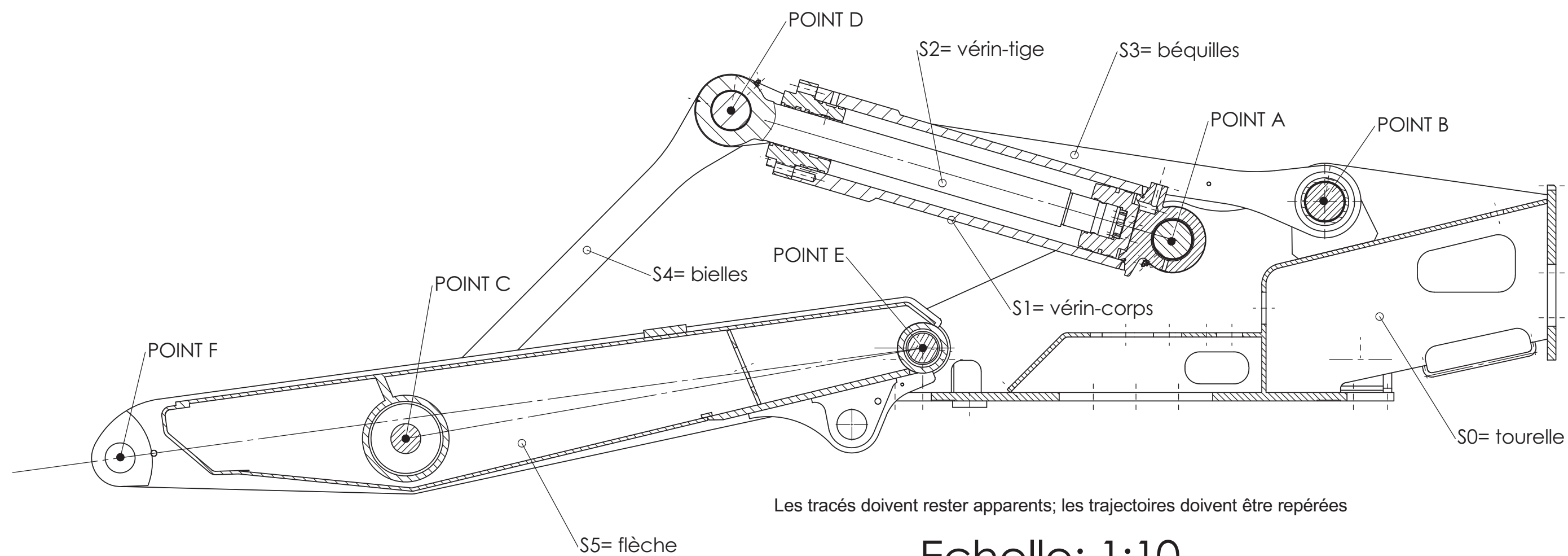
1. Géométrie			
	Valeur d'origine	Nouvelle valeur	Variation en + ou en -
Angle de fonds de fouille			
Angle replié	133°	130 °	- 3°
Cote X			

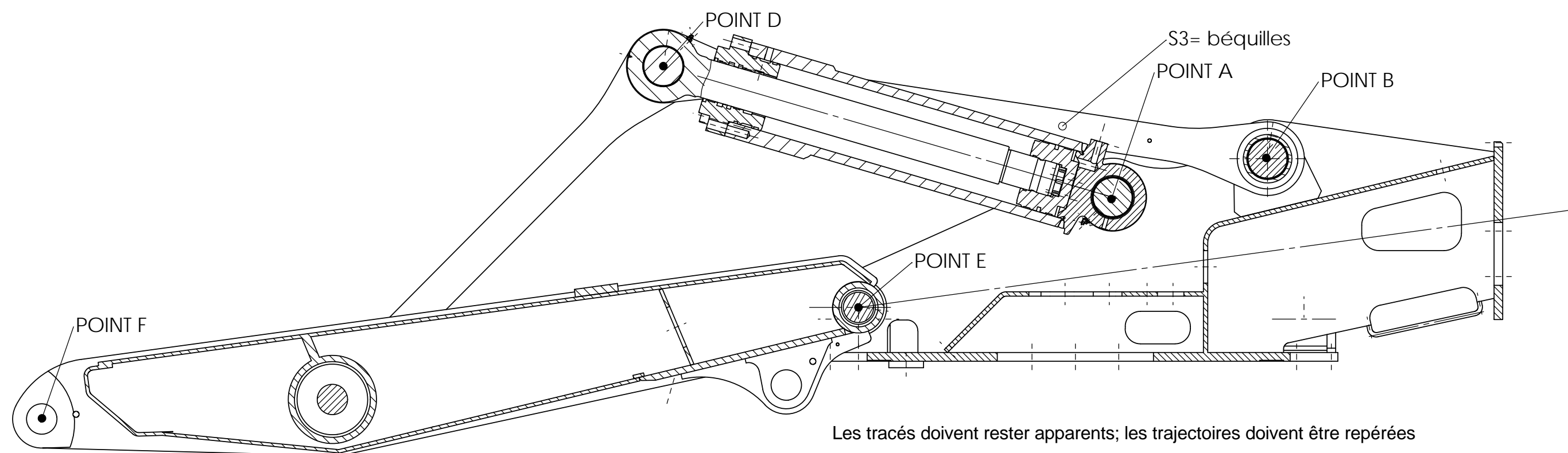
2. Cinématique			
	Valeur d'origine	Nouvelle valeur	Variation en + ou en -
Vitesse angulaire mini de la flèche	0,3 rad/s		
Vitesse angulaire de la flèche en position 0	0,53 rad/s		
Vitesse tangentielle de la flèche au point F	0,83 m/s		
Accélération angulaire maxi de la flèche	1,57 rad/s²		

3. Efforts			
	Valeur d'origine	Nouvelle valeur	Variation en + ou en -
Couple de relevage en position 0	83579 Nm		
Couple de relevage maxi	151363 Nm		
Effort maxi sur bielle	270000 N	91570 N	-178430 N
Effort maxi sur béquille	270500 N		

4. Conclusion

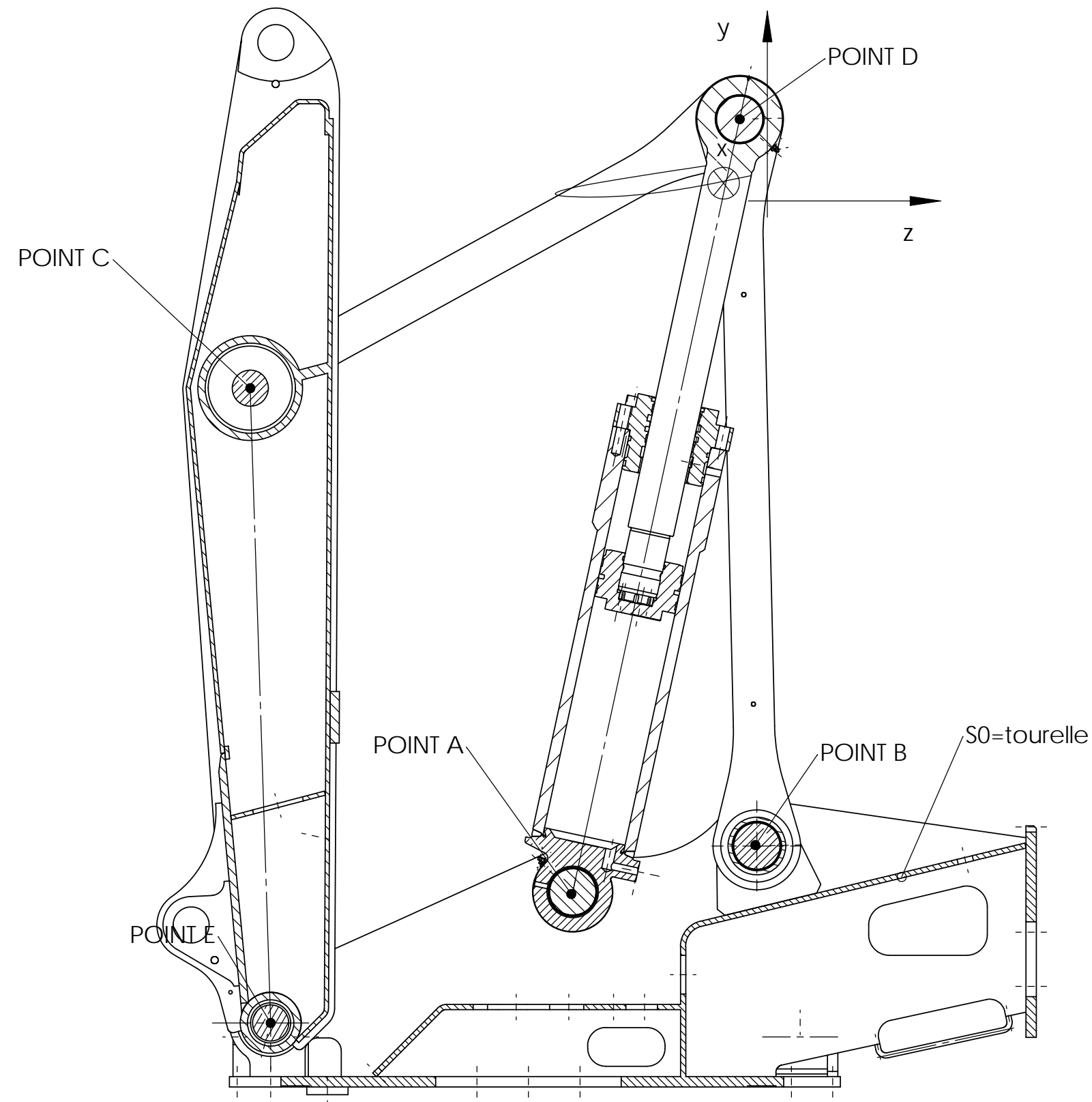
Ecrire une synthèse sous la forme d'un texte court, permettant de conclure sur la validité de la nouvelle solution par rapport au cahier des charges grâce à l'ensemble de l'étude précédente.





CONSTRUCTION: Echelle 100 mm pour 1m/s

Echelle 1:10



Echelle 1:10

ANNEXE : formulaire de RDM

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