

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

ÉTUDE ET DÉFINITION DE PRODUITS INDUSTRIELS

Épreuve E2 - Unité : U 2

Étude de produit industriel

Durée : 5 heures

Coefficient : 5

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

- C 11 : Décoder un CDCF
- C 12 : Analyser un produit
- C 13 : Analyser une pièce
- C 14 : Collecter les données
- C 22 : Etudier et choisir une solution

- S 1 : Analyse fonctionnelle et structurelle
- S 3 : Représentation d'un produit technique
- S 4 : Comportement des systèmes mécaniques – Vérification et dimensionnement

REMRORQUE BAGAGERE « WIPI »

Ce sujet comporte :

- ~~- Dossier technique Documents 1/29 à 12/29~~
- Dossier travail Documents 13/29 à 25/29
- Dossier ressource Documents 26/29 à 29/29 *Manque la 29/29*

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

Documents 13/29 à 25/29

Ces documents ne portent 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		
Intitulé de l'épreuve : Epreuve E2 – Unité : U 2 Etude de produit industriel	Durée : 5 heures	Coefficient : 5
Session 2004	Nombre de pages : 29	

CORRIGE

BARÈME DE NOTATION

Partie étude 50 points.

Analyse du châssis existant :

Analyse (FAST partie législation).	2 pts
Schéma cinématique du châssis existant (Vis de réglage).	2 pts
Vis de réglage (Spécification, course et nombre de tours de butée à butée).	2 pts

Evolution du châssis « NEW » :

Modifications apportées (Les différences majeures entre les deux châssis).	3 pts
Diminution du poids (Calcul du gain de la CU).	2 pts
Classes d'équivalence.	3 pts
Liaisons PIVOT de { SE6' }.	2 pts
Graphe des liaisons.	3 pts
Schéma cinématique du châssis « NEW ».	3 pts
Tracer écartement mini et nouvelle valeur de 108.	2 pts
Variation de longueur du châssis « NEW ».	2 pts
Vis de manœuvre (Longueur de filetage).	2 pts
Comparaison et solution proposée.	1 pt

Diminution du louvoiement par installation d'un frein de direction :

Mise en place des cotes Maxi et mini.	4 pts
Course.	2 pts
Référence du modèle.	2 pts

Diminution du louvoiement par installation de frottement dans la liaison :

Effort presseur maximal sur les rondelles.	2 pts
Couple résistant = couple de frottement Cf.	3 pts
Comparaison des couples Cf et CC'.	1 pt
Conclusion de la comparaison des couples.	1 pt
Solution proposée pour mettre en adéquation les deux couples.	2 pts
Type de rondelle (Diamètre et Série).	2 pts
Flèche totale sous la charge.	2 pts

Partie graphique 50 points.

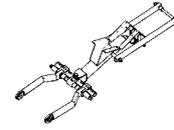
Dessin pour montage du frein de direction

Position de l'amortisseur.	10 pts
Montage de l'axe de la rotule en bout de tige et de l'axe de la rotule de corps.	20 pts
Pièce <u>support</u> placée.	3 pts
Nomenclature des éléments rajoutés ou modifiés.	5 pts

Dessin de la pièce support

Croquis coté de la pièce <u>support</u> .	10 pts
Profil utilisé pour la pièce <u>support</u> .	2 pts

Analyse du châssis existant



Analyse : (Doc. 7/29 : Législation)

Compléter la branche suivante afin de respecter les articles de la législation française, sachant que la remorque est attelée derrière une « grosse » moto (Masse à vide de 190 Kg – Remorque non équipée de frein).

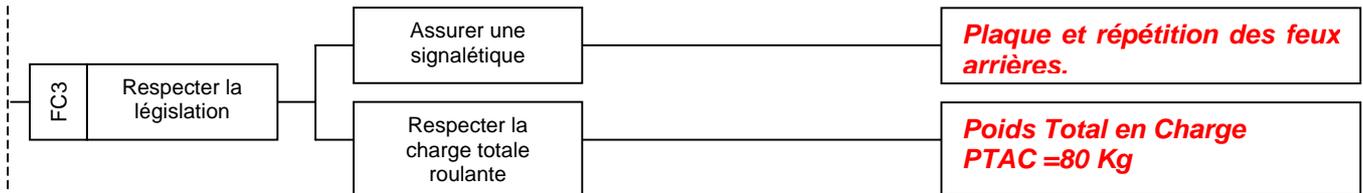
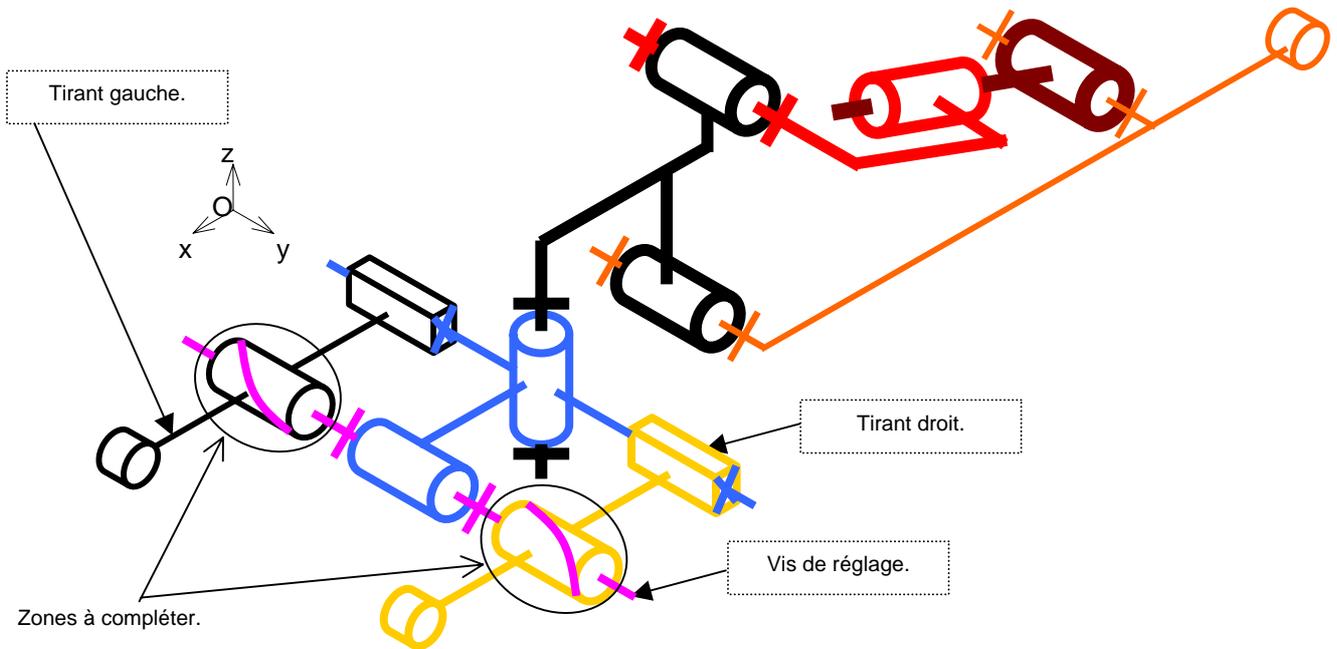


Schéma cinématique du châssis existant : (Doc. 6/29, Doc. 8/29)

Installer sur le schéma cinématique du châssis existant, les liaisons entre les tirants et la vis de réglage.



Vis de réglage : (Doc. 6/29 et Doc. 8/29)

Après avoir complété le schéma ci-dessus, préciser la particularité de la vis de réglage :

Vis à 2 filetages. A une extrémité filetage à droite et l'autre filetage à gauche.

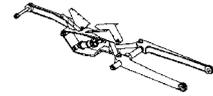
Connaissant le pas (4 mm) de cette vis de réglage M36, calculer le nombre de tours nécessaire pour passer de la position « écartement Maxi » à la position « écartement mini ».

Vis à 2 filetages opposés, l'avancement est donc de 2 fois plus rapide par tour.

$$(Ecartement MAXI - Ecartement mini) / 2 = (432 - 242) / 2 = 95 \text{ mm}$$

$$Nb \text{ de tours} = course / pas = 95 / 4 = 23.75 \text{ tr} \quad \text{environ 24 tours.}$$

Evolution du châssis « NEW »



Modifications apportées : (Doc. 8/29 et Doc. 11/29)

Afin d'augmenter la charge utile, il faut limiter le nombre de pièces (Coût de fabrication) et réduire le Poids à Vide (PV). Un nouveau châssis a donc été réalisé. Ce châssis a nécessité des modifications importantes mais le principe de fixation remorque/moto reste le même.

Inventorier deux modifications principales :

- **Suspension Mono-bras.**
- **Châssis allégé en tôle pliée + mécano soudé.**
- **Changement du système de rapprochement des tirants (Passage de glissière+vis droit/gauche à vis+triangle déformable isocèle.**

Calculer le gain de Charge Utile (CU) entre les deux modèles :

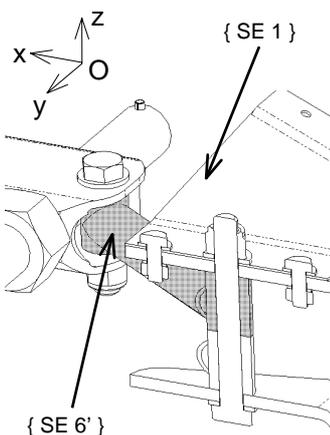
P.V. ancien = 38382	P.V. NEW = 34840 g	
Gain = P.V. NEW – P.V. ancien = 38383 - 34849 = 3534 g		environ 3,5 Kg.

Analyse structurelle : (Doc. 9/29 et Doc. 10/29)

Identifier les sous-ensembles cinématiques en regroupant, en classe d'équivalence, les éléments repérés dans la nomenclature partielle donnée. Les sous-ensembles SE4 et SE5 ne sont pas étudiés.

- { SE1 } = { 101 ; **106 ; 107 ; 108 ; 109_(x4) ; 112** }
- { SE2 } = { 115 ; **119 ; 121 ; 122** }
- { SE3 } = { Axe de bras équipé }
- { SE6 } = { SE6' } = { 134 ; **133_(x2)** }
- { SE7 } = { 135 ; **113_(x1) ; 136_(x1) ; 137 ; 10_(x1)** }
- { SE8 } = { 138 ; **113_(x1) ; 136_(x1) ; 10_(x1)** }
- { SE9 } = { 139 ; **140 ; 141 ; 142_(x2)** }
- { 10 } = { 10' } = { Hexagone }
- { SE11 } = { Amortisseur }

Déterminer la liaison entre { SE 6' } et { SE 1 } puis entre { SE 6' } et { SE 7 }.



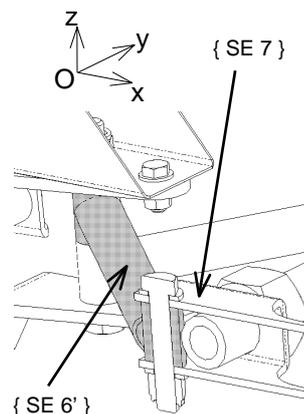
Liaison entre { SE 6' } et { SE 1 }

Mobilité :

	T	R
X	0	0
Y	0	0
Z	0	1

Nom de la liaison :

Pivot d'axe Z (CC')



Liaison entre { SE 6' } et { SE 7 }

Mobilité :

	T	R
X	0	0
Y	0	0
Z	0	1

Nom de la liaison :

Pivot d'axe Z (AA')

Compléter le graphe des liaisons entre ces sous-ensembles cinématiques en précisant le nom des liaisons.

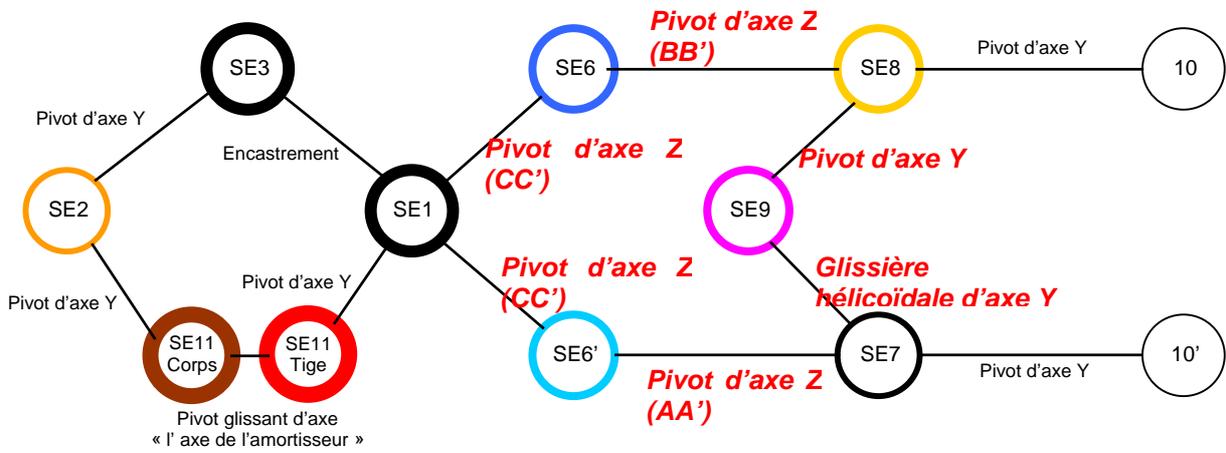
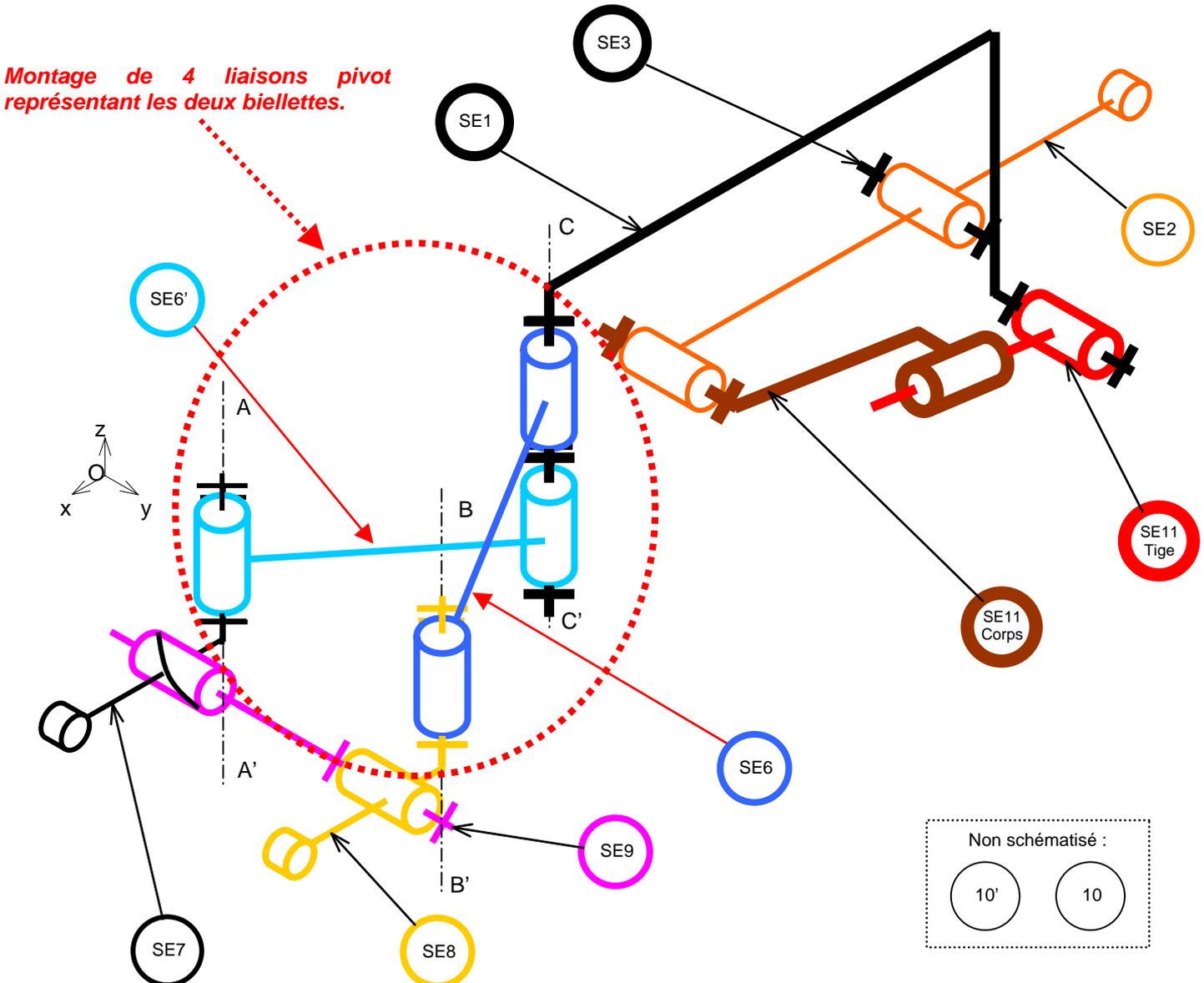


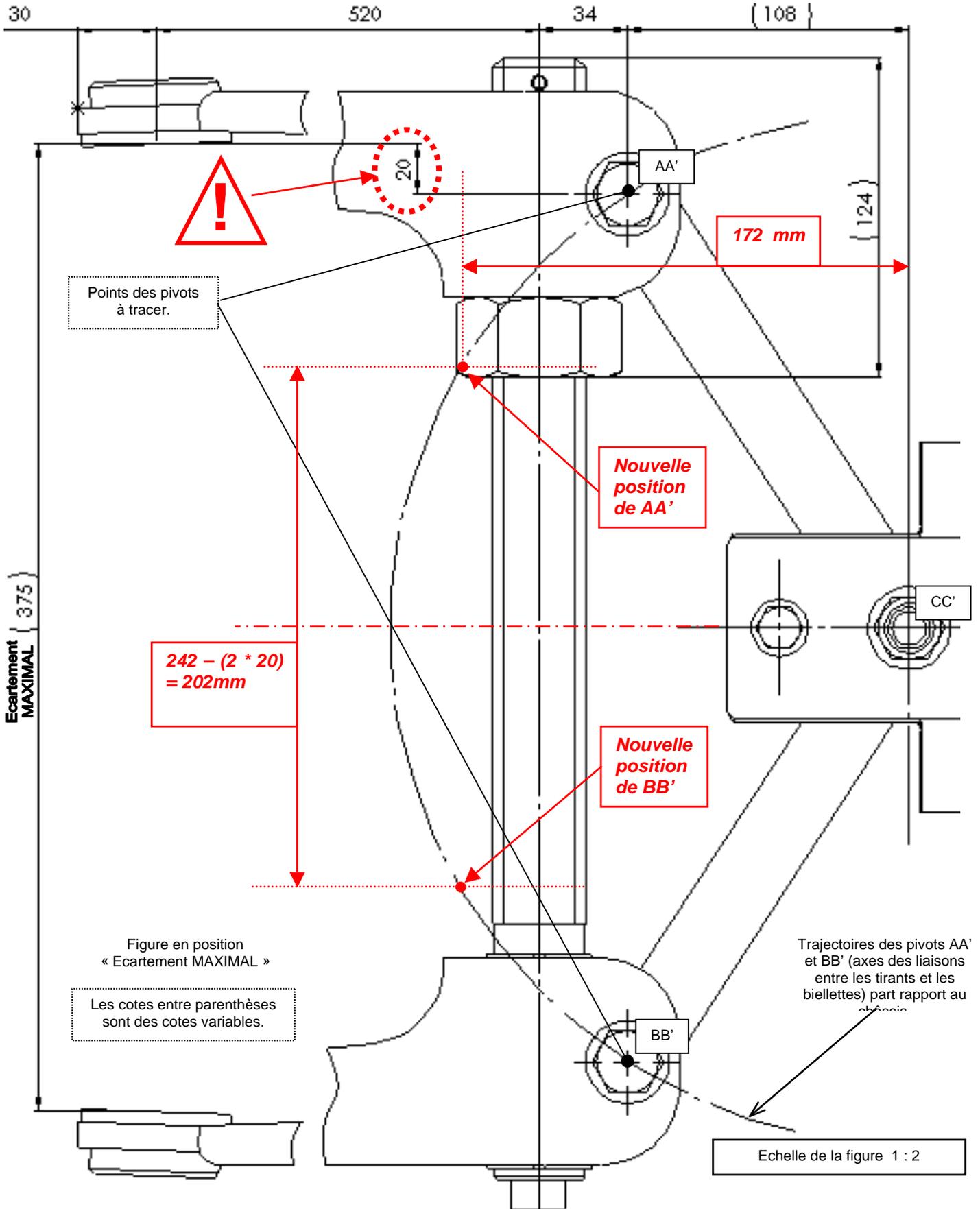
Schéma cinématique du châssis « NEW »: (Doc. 9/29 et Doc. 10/29)

Placer sur le schéma cinématique du nouveau châssis les deux sous-ensembles biellettes SE6 et SE6'.



Etude du système de réglage des tirants : (Doc. 9/29)

Placer sur le dessin ci-dessous, les axes des pivots (axes AA' et BB') des deux tirants lorsqu'ils sont en écartement minimal (242mm).



Donner la nouvelle valeur de la cote de 108 mm : 170 mm

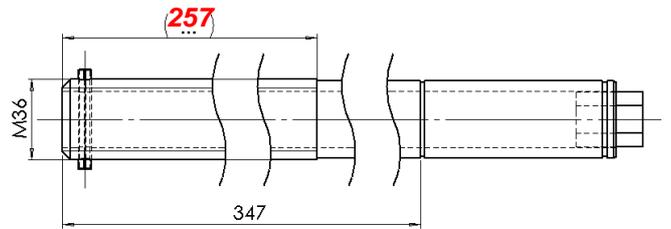
Calculer alors la variation de longueur de l'ensemble remorque, lors du passage entre les deux positions extrêmes des tirants (Ecartement Maxi et écartement mini)

172 - 108 = 64 mm **En réalité : longueur hors tout variable de 1895 à 1960 donc $\Delta L = 65$ mm (voir plan 11/29)**

Vis de manœuvre : (Voir figures ci-contre)

Placer sur le dessin ci-contre, la cote correspondant à la longueur filetée minimale de la vis de manœuvre M36.

Longueur filetée = (Course) + longueur inutile
= (375 - 242) + 124 = 257mm



Connaissant le pas (4 mm) d'une vis M36, calculer le nombre de tours nécessaire pour passer de la position « Ecartement MAXIMAL » à la position « Ecartement minimal ».

Longueur filetée / pas = Nb de tours
257 / 4 = 64.25 donc environ 64 tours.

Comparer avec le nombre de tours sur l'ancien modèle. Conclure puis proposer une solution pour diminuer le nombre de tours sur le nouveau modèle.

64 tours pour le NEW contre 24 tours pour l'ancien soit 40 tours de plus. Soit environ 2.7 fois plus.

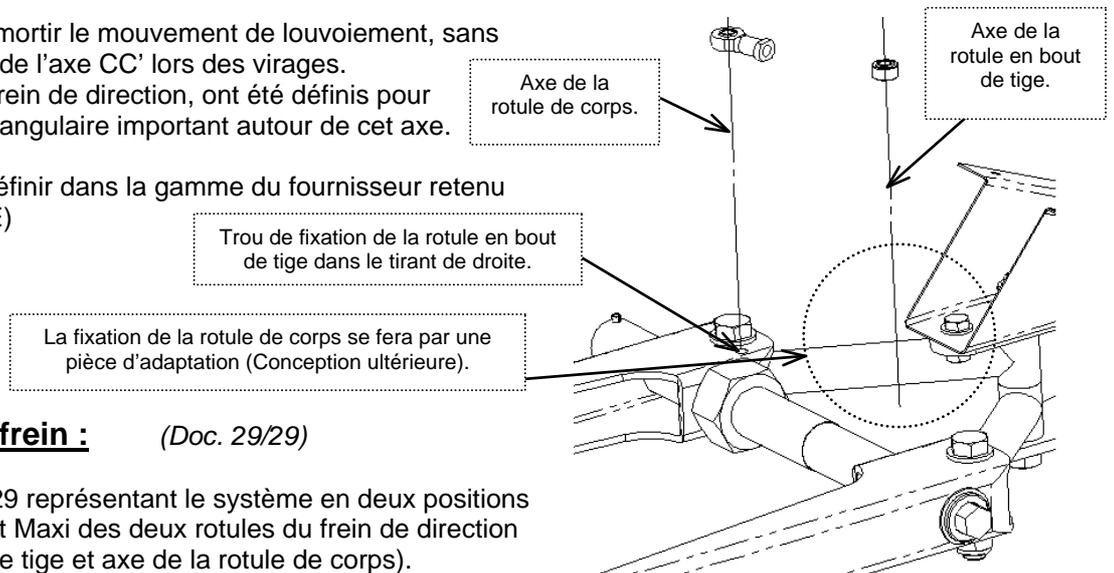
Proposition :

- faire un double filet M36 pour avoir un pas de 8 mm soit 32 tours.
- faire un triple filet M36 pour avoir un pas de 12 mm soit 22 tours.
- réinstaller un filetage à droite et un filetage à gauche (Soit 2 liaisons Hélicoïdales).

Diminuer le louvoisement par installation d'un frein de direction (FT1 Doc. 12/29):

Le frein de direction doit amortir le mouvement de louvoisement, sans entraver la rotation autour de l'axe CC' lors des virages. Les points de fixation, du frein de direction, ont été définis pour préserver un débattement angulaire important autour de cet axe.

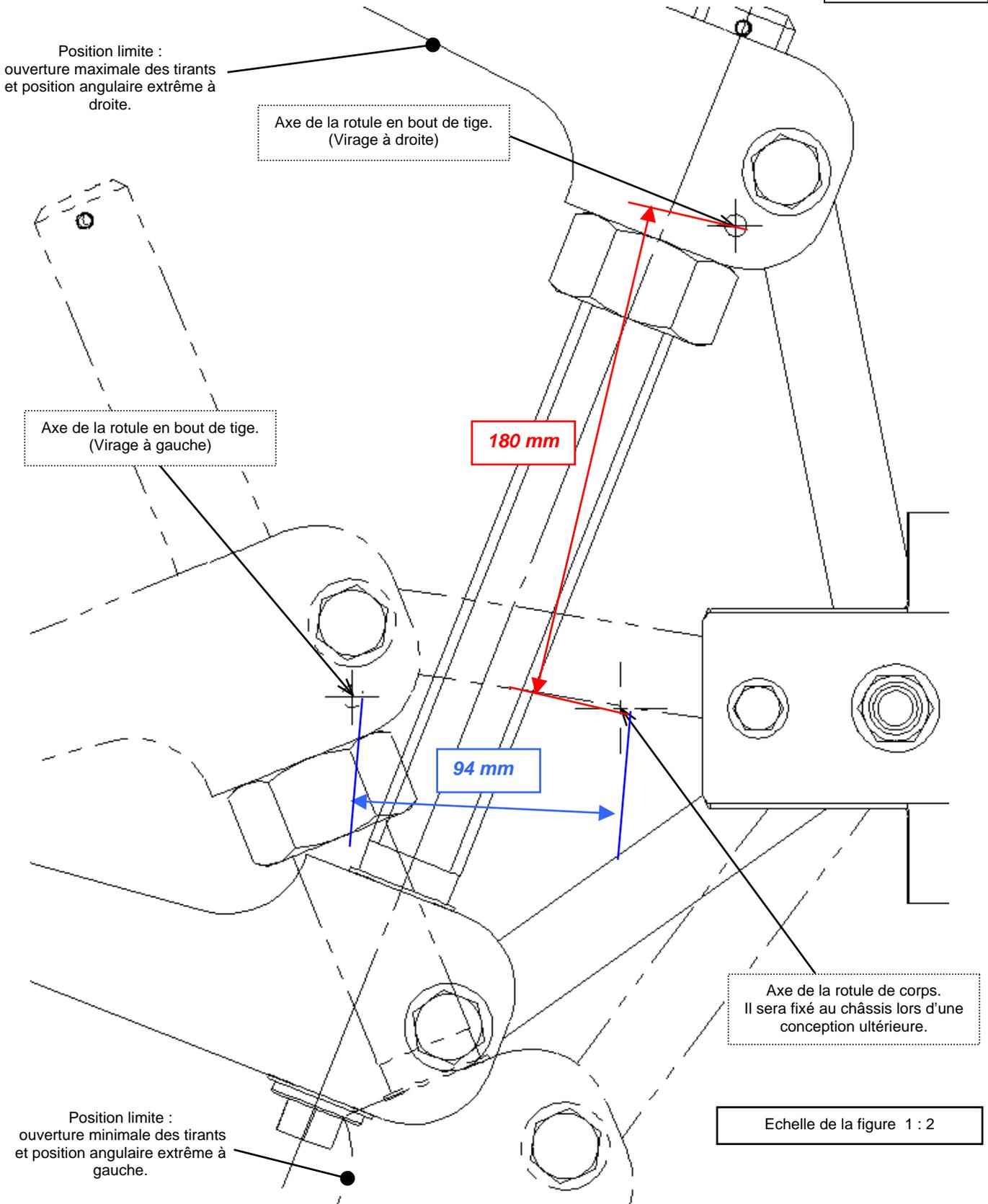
Le modèle du frein est à définir dans la gamme du fournisseur retenu par le bureau d'études (BE)



Choix du modèle de frein : (Doc. 29/29)

Coter, sur la vue Doc. 20/29 représentant le système en deux positions limites, les entraxes mini et Maxi des deux rotules du frein de direction (Axe de la rotule en bout de tige et axe de la rotule de corps).

Calculer la course puis donner la référence du modèle sélectionner sur le Doc. 20/29.



Calculer la course utile : Course = $180 - 94 = 86 \text{ mm}$

Rechercher le modèle correspondant dans la gamme proposée dans la documentation page "Doc. 29/29"

Référence du modèle : **Type SD 110 (car course de 90 mm)**

Diminuer le louvoiement par installation de frottement dans la liaison

(FT2 Doc. 12/29):

Ce système doit diminuer le mouvement de louvoiement engendré par tout effort transversal sur la remorque. En simplifiant les effets du vent de travers, les effets des irrégularités du goudron. On adopte comme effort latéral une force F. Cet effort est représenté par l'action mécanique suivante :

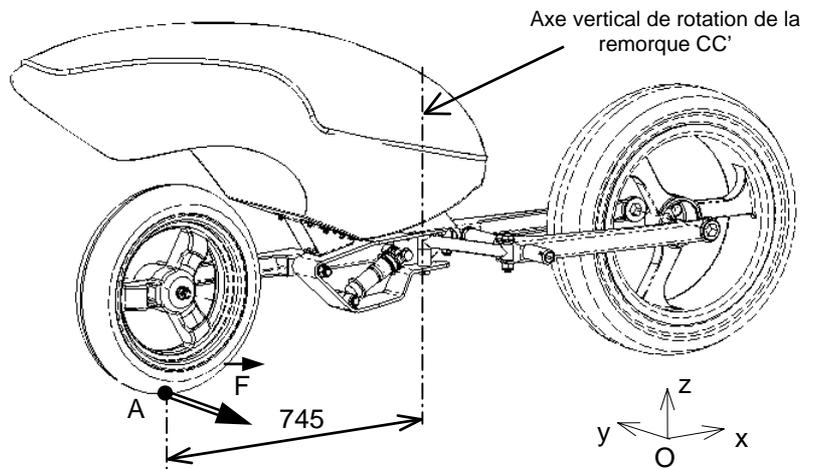
Nom :	→ F
Point d'application :	Point A contact {roue de la remorque}/{sol}
Direction :	Axe Y
Sens :	Dans les deux sens
Norme :	20 N

Cet effort entraîne un moment C autour de l'axe CC' qui va faire tourner la remorque.

Le moment de cette force par rapport à l'axe vertical CC' est :

$$C = F \times d = 20 \times 0.745 = 14.9 \text{ N.m}$$

Un couple résistant doit être créé dans la liaison pivot vertical d'axe CC'. Ce sont des garnitures de friction précontraintes qui freineront le mouvement de rotation autour de cet axe.



Détermination du couple de frottement des garnitures : (Doc. 9/29, Doc. 10/29 et Doc. 27/29)

Pour des raisons de coût liés à la réalisation, les rondelles de frictions seront découpées par poinçonnage dans un rouleau de **garniture tissée**.

Les rondelles de friction seront collées sur un côté de chaque biellette et viendront frotter à **sec** sur le châssis. Il y aura donc deux surfaces frottantes. La surface unitaire de frottement correspond à la section d'un tube diamètre extérieur D=30 mm et de diamètre intérieur d=16 mm soit à une surface unitaire de S=505 mm².

Dans les conditions maximales d'utilisation de ces rondelles, déterminer l'effort presseur maximal (Indiquer tous les calculs et toutes les unités utilisées).

$P_a = 0.7 \text{ Mpa}$
 $S = 505 \text{ mm}^2$

$F = 353.5 \text{ N}$

$F = P_a \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4 = P_a \cdot S = 0.7 \cdot 505 = 353.5 \text{ N}$ (effort presseur maximal pour cette surface).

Calculer le Couple transmissible Cf par ces rondelles de friction (Indiquer tous les calculs et toutes les unités utilisées).

$$C_f = \frac{n \cdot F \cdot f}{3} \left\{ \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right\}$$

$$C_f = \frac{2 \cdot 353.5 \cdot 0.6}{3} \left\{ \frac{30^3 - 16^3}{30^2 - 16^2} \right\}$$

$C_f = 5 \text{ N.m}$

Donc $C_f = 5028 \text{ N.mm} = 5 \text{ N.m}$ par surface de frottement.

Comparer le Couple de frottement C_f avec le couple sur l'axe CC' .

Il y a deux surfaces de frottement donc $C_{f_{total}} = 5 \text{ N.m}$ néanmoins, $5 \ll 14.9$ donc $C_{f_{total}} \ll CC'$

Conclusion.

Le couple CC' est bien supérieur à $C_{f_{total}}$ donc l'effet de louvoisement n'est pas contrôlé.

En cas de non fonctionnement et en gardant ce type de garniture quelle solution proposez-vous pour avoir un Couple de frottement C_f en adéquation avec le couple sur l'axe CC' .

Il faut augmenter la surface de contact pour pouvoir augmenter l'effort presseur. On peut alors augmenter C_f et donc $C_{f_{total}}$.

Choix de l'effort presseur (Montage de rondelles) : (Doc. 28/29)

Le bureau d'étude a décidé que les rondelles de friction auront les dimensions suivantes $D = 42 \text{ mm}$ et $d = 17 \text{ mm}$.

De manière à pouvoir régler l'effort presseur, on utilise des rondelles de types « Belleville ». Ces rondelles seront comprimées (Indicateur de réglage par mesure de la flèche) en fonction de l'effort désiré. D'autre part ces rondelles compensent l'usure des rondelles de friction.

Elles seront positionnées sur l'axe de la liaison Tube intermédiaire/Châssis, c'est à dire sur le boulon composé d'une vis hexagonal M16-130, d'un écrou frein « Nilstop » et de rondelles d'appui. L'effort nécessaire à la déformation du châssis en "U" sera négligé par rapport à l'effort presseur chargeant les rondelles de friction.

On désire réaliser l'effort presseur par une combinaison de deux rondelles « Belleville » montée en empilage "dos à dos".

Déterminer le type de rondelle (Diamètre et Série) et leur compression (Flèche totale sous la charge) pour réaliser un effort presseur de **800 N \pm 10%**.

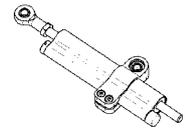
Effort presseur compris entre 720N et 880 N (soit entre 72 daN et 88 daN).

Pour un diamètre intérieur de 16 mm, dans le tableau on trouve 73 daN sous une flèche de 0.25 ho pour une rondelle Belleville série mince.

Deux rondelles Belleville \varnothing 16 type B (mince) montage série (dos à dos).

*Flèche légèrement supérieure à $2 * 0.25 \text{ ho} = 2 * 0.25 * 1.25 = 0.625 \text{ mm}$, on prendra 0.7 mm*

Cahier des charges des solutions :



Installation d'un frein de direction : (Doc. 24/29 et Doc. 29/29)

Travail à réaliser sur le calque « **Dessin pour montage du frein de direction** » ✎ :

Il vous est demandé d'installer le frein de direction sur le nouveau châssis en respectant les éléments suivants :

- Concevoir une nouvelle pièce support réalisée à partir de profilés standards en la fixant sur le châssis en utilisant les éléments déjà existants.
- Placer le frein de direction précédemment sélectionné.
- Définir complètement le montage de l'axe de la rotule en bout de tige et de l'axe de la rotule de corps.
- Compléter la nomenclature des éléments rajoutées ou modifier pour votre montage.

(Attention : Echelle 1 : 2)

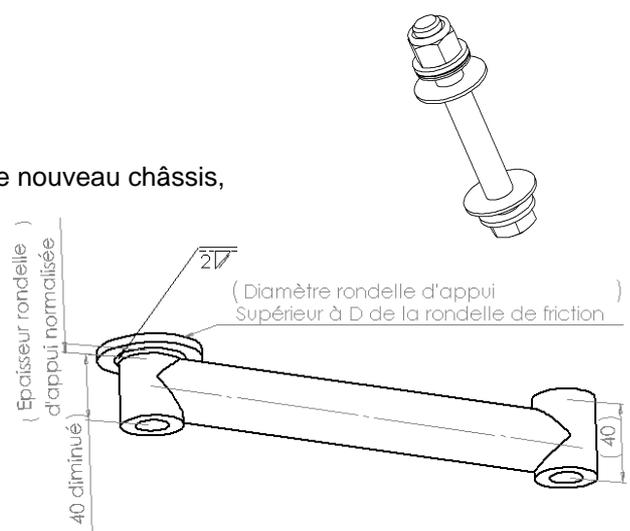
Travail à réaliser ci-dessous « Dessin de la pièce support » ✎ : (Doc. 24/29 et Doc. 25/29)

- Réaliser un croquis coté de la pièce support que vous avez conçue.
- Préciser le profilé utilisé pour cette pièce support.

Installation de frottement dans la liaison :

Cette solution, par installation de frottement dans la liaison sur le nouveau châssis, demande une modification des biellettes donné ci-contre.

Le bureau d'étude décide de ne pas finaliser cette solution.



DOSSIER

RESSOURCES

Caractéristiques de matériaux de frictions :

Caractéristiques constructives indicatives de quelques garnitures				
Couple de matériaux en frottement (Garniture en ...sur ...).	Coefficient de frottement (f)		Pression maxi admissible (Pa) N/mm ²	Température maximale (θ°) °C
	A sec	Dans l'huile		
Garnitures en métal fritté sur fonte.	0.1 à 0.4	0.05 à 0.1	1	500 à 600
Garnitures en métal fritté sur acier.	0.1 à 0.3	0.05 à 0.1	2	500 à 600
Garnitures tissées sur acier (ou fonte).	0.3 à 0.6	0.1 à 0.2	0.3 à 0.7	175 à 260
Garnitures moulées sur acier (ou fonte).	0.2 à 0.5	0.08 à 0.12	0.35 à 1	200 à 260
Garnitures en acier sur fonte.	0.1 à 0.2	0.01	0.7 à 1.7	250

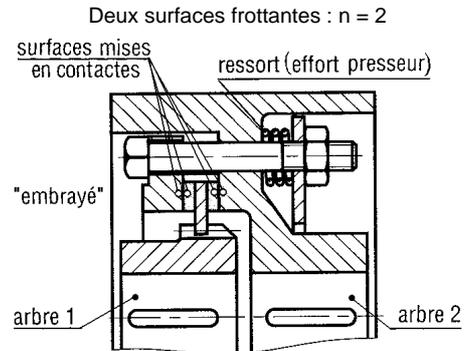
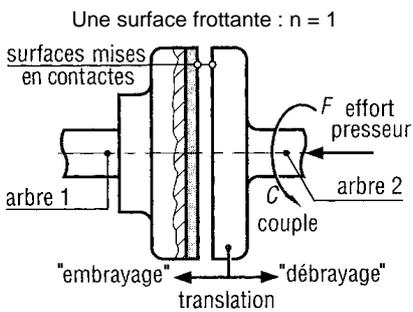
Couple transmissible :

Extrait du Guide des Sciences et Technologies Industrielles

- Cf : couple transmissible par adhérence (N.m)
- F : effort presseur ou force axiale (N)
- f : coefficient de frottement (-)
- D : diamètre extérieur de la surface frottante (mm)
- d : diamètre intérieur de la surface frottante (mm) (Valeur normalisée: 0.45D à 0.8D, optimum : d = 0.58D)
- n : nombre de surface frottantes en contact (-)
- p : pression superficielle (MPa ou N/mm²)
- S : aire de la surface frottante (mm²)

Le couple transmissible :

$$C_f = \frac{n \cdot F \cdot f}{3} \left\{ \begin{array}{l} D^3 - d^3 \\ D^2 - d^2 \end{array} \right\}$$



Lors du calcul du couple transmissible, il faut vérifier que le matériau de la garniture supporte la pression superficielle et la plage de température d'utilisation.

La pression superficielle :

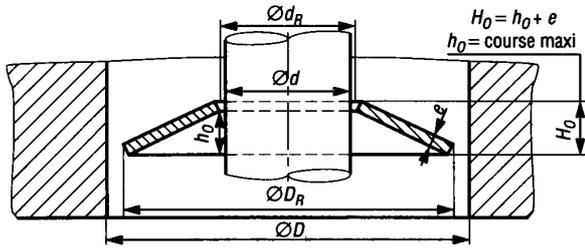
$$p = \frac{F}{S} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} \leq Pa$$

Exemples de matériaux de friction :

Bande, plaque ou rondelle.



Dimensions et caractéristiques de rondelles élastiques « Belleville » :



Utilisation de rondelles ressorts « type Belleville » :

De forme tronconique, elles permettent de réaliser simplement et sur mesure des ressorts de compression à l'unité ou en petite série.

Extrait du Guide des Sciences et Technologies Industrielles

Différents empilages sont possibles :

- en série (dos à dos),
- en parallèle (empilées),
- une combinaison des deux.

Une série épaisse (type A) et une série mince (type B) sont disponibles.

On peut choisir entre plusieurs raideurs et plusieurs déformations.

Exemples d'empilages	en série	en parallèle	en parallèle et en série
capacité de charge	P	6P	2P
déformation ou flèche sous P	$f = h_0 - h \approx H_0 - H$	$f/6$	$3f/2$
schéma			

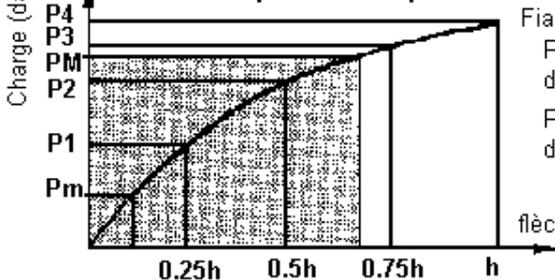
Rondelles ressorts ("Belleville") : principales dimensions

	d	mm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30	35	40	45
Dimensions	Dr	mm	8	10	12.5	14	16	18	20	22.5	25	28	31.5	31.5	40	45	50	56	63	71	80	90
communes	dr	mm	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2	14.2	16.3	16.3	20.4	22.4	25.4	28.6	30.5	35.5	41	46
	D	mm	8.5	10.5	13	14.5	16.5	18.5	20.5	23	25.6	28.6	32.4	32.4	41	46	51	57.2	64.5	72.5	81.5	91.5
Série	e_A	mm	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.25	1.5	1.5	1.75	1.75	2.25	2.5	3	3	3.5	4	5	5
épaisse A	h_{0A}	mm	0.6	0.75	1	1.1	1.25	1.4	1.55	1.75	2.05	2.15	2.45	2.45	3.15	3.5	4.1	4.3	4.9	5.6	6.7	7
$f = 0.25 h_0$	P_{1A}	daN	8	12	24	28	35	45	54	69	105	105	140	185	235	280	415	425	540	735	1180	1010
$f = 0.5 h_0$	P_{2A}	daN	15	22	45	54	69	86	105	135	200	205	270	360	450	535	790	820	1040	1410	2290	1980
$f = 0.75 h_0$	P_{3A}	daN	21	32	66	79	100	125	150	190	290	295	390	520	650	775	1140	1200	1500	2060	3360	3150
Série mince B	e_B	mm	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1	1.25	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5	3	3.5
$f = 0.25 h_0$	h_{0B}	mm	0.55	0.7	0.85	0.9	1.05	1.20	1.35	1.45	1.60	1.8	2.15	2.25	2.65	3.05	3.40	3.60	4.25	4.5	5.30	6
$f = 0.5 h_0$	P_{1B}	daN	5	8	13	12	17	23	30	30	37	48	73	79	110	155	190	195	290	295	445	520
$f = 0.5 h_0$	P_{2B}	daN	8	15	21	20	30	41	54	56	65	84	130	140	195	270	335	350	505	525	785	1100
$f = 0.75 h_0$	P_{3B}	daN	11	20	29	27	41	56	71	74	87	110	170	190	280	365	475	720	720	870	1050	1405

f est la flèche pour une charge P

Exemple de désignation : Rondelle Belleville Ø 16 type A

Caractéristiques mécaniques



Fiabilité située entre P_m : charge mini d'utilisation et P_M : charge maxi d'utilisation.

Exemple d'utilisation de rondelles Belleville dans un limiteur de couple :

