

DOSSIER DOCUMENTS TRAVAIL

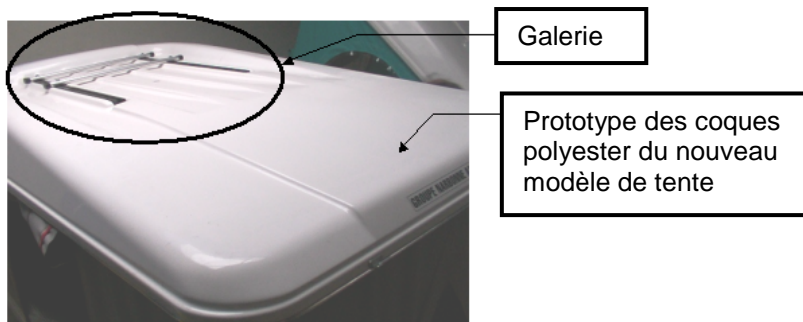
Ce dossier comporte 12 pages numérotées de TD1 à TD12

A - Analyse et compréhension du système	TD 1/12
B - Etude de la fonction FP1 : Déplacer la tente de toit.....	TD 2/12
1 - Etude du dimensionnement du système vis-écrou.....	TD 2/12
2 - Vérification de la levée de la coque haute.....	TD 4/12
3 – Etude de la descente de la coque haute	TD 5/12
4 – Validation des performances de la batterie	TD 6/12
5 – Vérification du comportement élastique du bras 6	TD 7/12
6 – Modification de solution constructive	TD 8/12

*Toutes les parties ainsi que les sous-parties sont
indépendantes.*

Toutefois, il est conseillé de commencer par la première partie.

Problématique : Une société qui produit des tentes de toit motorisée, souhaite commercialiser une nouvelle version de tente de toit. Le nouveau modèle sera équipé d'une galerie intégrée à la coque haute et pouvant recevoir une charge de 30 kg. La tâche sera donc de vérifier si le mécanisme de manœuvre actuel peut être implanté sans modification dans le nouveau modèle et peut fonctionner en respectant le cahier des charges.



A - Analyse et compréhension du système

Dans cette partie, il s'agit d'identifier les différents éléments constituant le système et de définir les liaisons entre ces éléments.

Répondre sur feuille de copie et sur le document réponse DR1

Question A.1

Indiquer la nature des mouvements entre :

- le contreventement {8} et la coque basse {0}.
- Le bras {6} et le contreventement {8}.
- l'écrou gauche {5} et la vis de commande {2}.
- la vis de commande {2} et la coque basse {0}.
- l'écrou gauche {5} et le bras {6}.

Question A.2

Indiquer la nature des liaisons entre :

- l'écrou gauche {5} et la vis de commande {2}.
- la vis de commande {2} et la coque basse {0}.
- le bras {6} et le contreventement {8}.

Question A.3

Lors du fonctionnement, la vis de commande {2} est entraînée en rotation et les écrous {4} et {5} se rapprochent ou s'écartent. Entourer sur le document réponse DR1, la ou les solution(s) qui permet(tent) le fonctionnement du mécanisme.

Question A.4

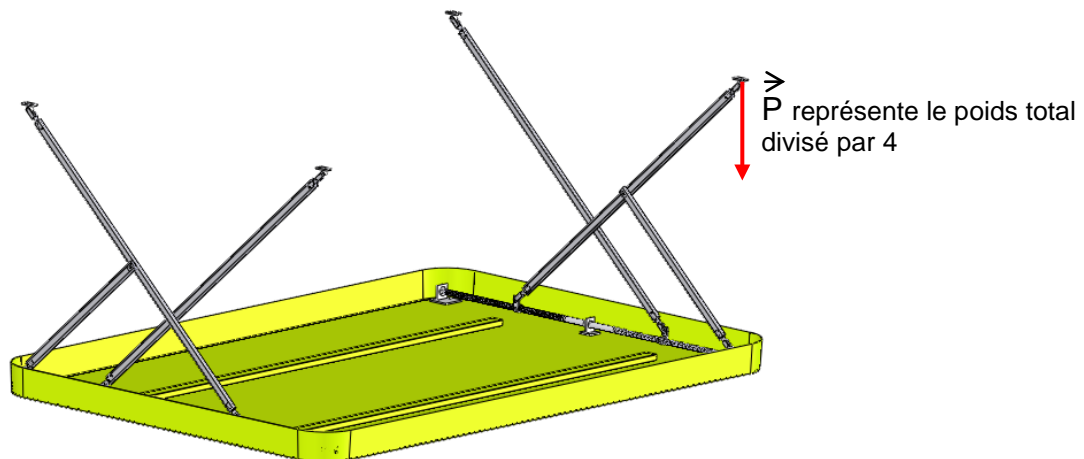
Compléter le schéma cinématique plan du mécanisme de manœuvre sur le document réponse DR1.

B - Etude de la fonction FP1 : Déplacer la tente de toit :

1 - Etude du dimensionnement du système vis-écrou:

En vue de vérifier si le système vis-écrou peut supporter l'augmentation de la masse due aux bagages, il est nécessaire de déterminer l'effort entre le bras de manœuvre {6} et l'écrou gauche {5}.

Pendant cette phase, on considère que le poids total {coque haute 1 + bagages} est réparti sur les quatre bras du mécanisme.



L'étude est menée sur un mécanisme en position fermée (la plus défavorable).

Le problème est considéré comme plan.

Les différentes liaisons entre les pièces sont parfaites (sans frottement).

Données :

La coque haute {1} a une masse de 10 kg.

Les bagages ont une masse maximale de 30 kg.

Le poids des autres pièces du mécanisme est négligé.

Accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Le poids total est noté \vec{P}_{Total} et $\|\vec{P}_{\text{Total}}\| = 4 \|\vec{P}\|$

Répondre sur feuille de copie et sur le document réponse DR2 et DR3

Question B.1.1 : Etude de l'équilibre du contreventement {8} (sur DR2).

Isoler le contreventement {8}. Effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées sur le contreventement {8}.

Ecrire le principe fondamental de la statique appliqué à {8} et conclure quant à la direction des forces en A et en B. Tracer cette direction sur la figure 1 du document réponse DR2.

Question B.1.2 : Etude de l'équilibre du bras de manoeuvre {6} (sur DR2).

Isoler le bras de manœuvre {6}. Effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées sur le bras de manœuvre {6}.

Ecrire le principe fondamental de la statique appliqué à {6} et déterminer complètement les actions mécaniques en E, P et A. Effectuer les différents tracés sur la figure 2 du document réponse DR2.

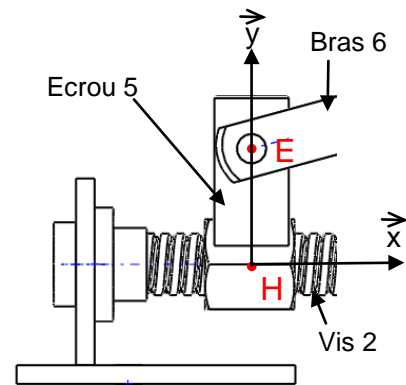
Question B.1.3 : Etude de l'équilibre de l'écrou {5}.

Modélisation de l'action mécanique au point E :

$$\{T_{6/5}\}_E = \begin{Bmatrix} -\|\vec{E}_{6/5}\| \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \begin{matrix} // \\ // \\ // \end{matrix} \begin{matrix} \vec{x} \\ \vec{y} \end{matrix}$$

Modélisation de l'action mécanique au point H :

$$\{T_{2/5}\}_H = \begin{Bmatrix} X_{2/5} \\ Y_{2/5} \\ N_{2/5} \end{Bmatrix} \begin{matrix} // \\ // \\ // \end{matrix} \begin{matrix} \vec{x} \\ \vec{y} \end{matrix}$$



On ne s'intéressera qu'aux trois composantes liées à l'hypothèse de la statique plane.

Le poids de l'écrou {5} est négligé.

On prendra : $\|\vec{EH}\| = 20 \text{ mm}$

On négligera les effets dus au moment de renversement en H.

Isoler l'écrou {5}. Effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées sur l'écrou {5}.

Appliquer le principe fondamental de la statique à l'écrou {5} et déterminer $\vec{H}_{2/5}$.

Préciser l'équation, issue du PFS, qui est exploitée dans cette question.

Quelque soit le résultat trouvé précédemment, on prendra : $\|\vec{H}_{5/2}\| = 430 \text{ N}$

Il est nécessaire de vérifier que l'effort axial de l'écrou {5} sur la vis {2} n'endommage pas le système vis écrou. Pour cela, on doit s'assurer que :

$$\|\vec{H}_{5/2}\| \leq \frac{F_a}{s}$$

Avec $F_a = R_{eg} \cdot d \cdot \pi \cdot L_{écrou} \cdot f$

$\begin{cases} F_a : \text{effort axial d'arrachement} \\ R_{eg} : \text{Limite pratique au glissement : } R_{eg} = 5,7 \text{ MPa} \\ d : \text{diamètre nominal de la vis et de l'écrou : } d = 16 \text{ mm} \\ L_{écrou} : \text{Longueur de l'écrou} \\ f : \text{coefficient de frottement téflon PTFE-acier : } f = 0,1 \end{cases}$

et $s = 2$ le coefficient de sécurité.

La longueur actuelle de l'écrou est $L_{écrou} = 24 \text{ mm}$.

Question B.1.4

Justifier le choix du matériau de l'écrou {5}.

Question B.1.5 :

Déterminer la valeur de F_a et conclure quant au respect de la condition de résistance à l'arrachement des filets.

Question B.1.6 :

La courbe du document DR3 donne la valeur de l'effort d'arrachement en fonction de la longueur de l'écrou.

D'après cette courbe (faire apparaître le tracé) et en respectant le coefficient de sécurité $s = 2$, déterminer la longueur de l'écrou permettant de respecter la condition :

$$\|\vec{H}_{5/2}\| \leq \frac{F_a}{s}$$

Renseigner le document réponse DR3.

2 – Vérification de la levée de la coque haute

Afin d'améliorer la liaison hélicoïdale vis-écrou du système de manœuvre de la tente de toit, le choix a été fait d'augmenter la longueur de l'écrou afin de répartir l'action mécanique sur un plus grand nombre de filets. Il est alors nécessaire de vérifier que la valeur de la levée de la coque haute respecte bien le cahier des charges avec cette nouvelle dimension d'écrou.

Répondre sur feuille de copie et effectuer les différents tracés sur le document DR4

Question B.2.1

Décrire et tracer la trajectoire du point E appartenant à {5} par rapport à la coque basse {0}, notée $T_{Ee5/0}$.

Déterminer graphiquement la course possible de l'écrou et donner sa valeur sur DR4.

Préciser la position du point E en position ouverte. Noter ce point E_0 .

Répondre sur feuille de copie et effectuer les différents tracés sur le document DR5

Question B.2.2

Décrire et tracer la trajectoire du point A appartenant à {8} par rapport à la coque basse {0}, notée $T_{Ae8/0}$.

Question B.2.3

Diviser $T_{Ee5/0}$ en trois parties à peu près égales. Placer les points E_F , E_1 , E_2 , E_0 sur le document DR5.

Question B.2.4

En déduire les points A_F , A_1 , A_2 , A_0 .

Question B.2.5

Représenter alors les points P_F , P_1 , P_2 , P_0 . Conclure quant à la nature de la trajectoire du point P appartenant au bras de manœuvre {6} par rapport à la coque basse {0}, notée $T_{Pe6/0}$. Tracer cette trajectoire sur le document DR5.

Question B.2.6

A partir des données du dossier technique et d'après vos observations, donner la nature du mouvement de la coque haute {1} par rapport à la coque basse {0}, noté **Mvt 1/0**.

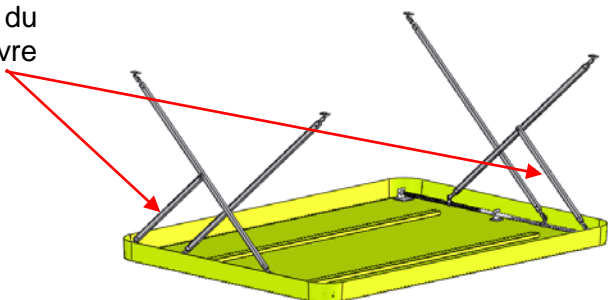
En déduire alors la trajectoire du point Q appartenant au bras {7} par rapport à {0}, notée $T_{Qe7/0}$. La tracer sur le document DR5.

Question B.2.7

Déterminer graphiquement la valeur de la course de levée de la coque haute. Donner cette valeur sur DR5. Conclure quant au respect du cahier des charges.

Question B.2.8

Expliquer l'utilité d'inverser la position du contreventement entre le mécanisme de manœuvre de gauche et celui de droite.



3 – Etude de la descente de la coque haute

L'objectif de cette partie est de vérifier si le moto-réducteur choisi pour entraîner l'arbre intermédiaire {3}, permet :

- D'obtenir une vitesse de descente de la coque haute {1} idéale pour que la manœuvre ne soit pas dangereuse et soit agréable à regarder (voir cahier des charges),
- D'éviter à la coque haute {1} de blesser une personne restée sur l'échelle d'accès qui aurait laissé ses mains posées sur la coque basse. Celles-ci peuvent être pincées entre les deux coques au moment de la fermeture. Pour éviter cela, la coque haute {1} doit avoir une énergie cinétique inférieure à 4 joules comme l'indique la norme.

La chaîne énergétique du mécanisme est donnée DT4 et DT5. Les différentes données nécessaires à la réalisation de cette partie sont présentes dans le dossier technique.

Question B.3.1

Déterminer le rapport de transmission du réducteur roue et vis sans fin r_r .

Déterminer la vitesse de rotation en sortie du réducteur $N_{3/0}$ (tr/min) en fonction de N_{Moteur} et r_r . Effectuer l'application numérique.

Renseigner le schéma du document DR6.

Question B.3.2

Donner le rapport de transmission du renvoi d'angle constitué des deux engrenages coniques {10a} et {10b}.

En déduire la valeur de la vitesse de rotation de la vis de commande {2} par rapport à la coque basse {0} $N_{2/0}$ (tr/min).

Déterminer alors la vitesse de rotation de la vis de commande {2} $\omega_{2/0}$ en rad/s.

Renseigner le schéma du document DR6.

Question B.3.3

Déterminer la vitesse linéaire de l'écrou {4} par rapport à la coque basse {0} $\left\| \vec{V}_{F_{e4/0}} \right\|$ en fonction du pas p de la vis de commande et de l'écrou et de $\omega_{2/0}$. Effectuer l'application numérique et renseigner le schéma du document DR6.

Quelque soit le résultat trouvé précédemment, on prendra : $\left\| \vec{V}_{F_{e4/0}} \right\| = 12 \text{ mm/s}$

Question B.3.4

Tracer le vecteur vitesse $\vec{V}_{F_{e4/0}}$ dans la position (presque fermée) représentée sur le document DR7.

Question B.3.5

Comparer $\vec{V}_{F_{e4/0}}$ et $\vec{V}_{F_{e7/0}}$. Justifier.

Question B.3.6

La trajectoire du point Q appartenant à la coque haute {1} par rapport à la coque basse {0}, notée $T_{Q_{e1/0}}$, est donnée sur le document DR7.

En déduire la direction de $\vec{V}_{Q_{e1/0}}$.

Comparer $\vec{V}_{Q_{e1/0}}$ et $\vec{V}_{Q_{e7/0}}$. Justifier.

Question B.3.7

Déterminer et tracer, par la méthode de votre choix que vous explicitez, la vitesse $\vec{V}_{Qe7/0}$. Conclure quant au respect du cahier des charges.

Question B.3.8

Soit G le centre de gravité de la coque haute {1}. Comparer $\vec{V}_{Ge1/0}$ et $\vec{V}_{Qe1/0}$. Justifier.

Une étude cinématique sur un logiciel de simulation permet d'obtenir la courbe d'évolution de la norme de la vitesse en G $\|\vec{V}_{Ge1/0}\|$ de la coque haute {1} en fonction de la position de l'écrou {4} en mm en phase de fermeture de la tente de toit (DT8).

Question B.3.9

Rechercher sur cette courbe la valeur maximale de la vitesse de fermeture de la tente de toit. Comparer cette valeur à votre résultat obtenu à la question B.3.8.

Préciser la position particulière du mécanisme correspondant à cette vitesse. Déterminer alors la course de l'écrou pour cette position (cf courbe DT8). Comparer cette valeur à votre résultat obtenu à la question B.2.1.

Question B.3.10

Rappel : Masse {coque haute {1} + bagages} = $m_{coque+bagages} = 40kg$

Déterminer l'expression de l'énergie cinétique de l'ensemble {coque haute {1} + bagages} en fonction de $m_{coque+bagages}$ et de $\|\vec{V}_{Ge1/0}\|$ (juste avant la fermeture de la tente de toit) .

La norme anti-pincement impose que l'énergie cinétique maximale admissible de la partie mobile soit de 1,2 J (joules). Cette condition est-elle vérifiée ?

4 – Validation des performances de la batterie

On se propose, dans cette partie, de valider les caractéristiques de la batterie choisie par le constructeur.

La masse de l'ensemble {coque haute + bagages} est $m_{coque+bagages} = 40kg$

Accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Question B.4.1

Déterminer la puissance instantanée maximale $P_{s \text{ maxi}}$ développée en sortie du mécanisme pour une vitesse de la coque haute maximale de 54 mm/s.

Question B.4.2

En vous aidant du document DT5, déterminer le rendement global du système.

En déduire la puissance absorbée par le moteur notée P_{abs} .

On considèrera alors que : $P_{abs} = P_{e \text{ maxi}}$.

Question B.4.3

On rappelle la relation pour la puissance électrique : $P_{e \text{ maxi}} = U \cdot I_{\text{maxi}}$

Déterminer la valeur de l'intensité I_{maxi} (en A) du courant délivré par la batterie pour obtenir la puissance électrique $P_{e \text{ maxi}}$ nécessaire.

La batterie utilisée présente les caractéristiques suivantes : 12V / 40Ah (le système est en effet raccordé directement à la batterie du véhicule).

La tension nominale est donc estimée à 12V (elle varie pendant la décharge de 13V à 12V)

La capacité de stockage de la batterie, notée Q , est ici 40Ah. Elle représente la quantité d'énergie disponible. Ainsi, cette batterie pourra délivrer un courant de 4A pendant 10h, de 8A pendant 5h, de 2A pendant 20h, etc... En dessous de 50% de charge, la capacité résiduelle de la batterie est insuffisante pour démarrer le moteur thermique du véhicule.

Le cahier des charges impose qu'un cycle de fonctionnement (1 montée + 1 descente) de la tente de toit ne doit pas décharger la batterie.

Question B.4.4

Connaissant la vitesse d'avance de l'écrou lors de l'ouverture ou de la fermeture de la tente de toit ($\vec{V}_{Fe4/0} = 12\text{mm/s}$) et en prenant comme longueur de course de l'écrou 5 $C_{\text{écrou } 5} = 460\text{mm}$, déterminer le temps t_{cycle} d'un cycle de fonctionnement (1 montée + 1 descente).

Question B.4.5

Déterminer la capacité de charge Q_{mini} à conserver dans la batterie afin de permettre le démarrage du moteur du véhicule.

Question B.4.6

On considère que la consommation de courant peut être négligée dans la phase de descente de la tente de toit. Le moteur n'est alors utilisé que pour vaincre les efforts dus aux frottements.

Quelque soit le résultat trouvé précédemment, vous prendrez $I = 6,6\text{ A}$ et vous vous placerez dans le cas le plus défavorable où la puissance à fournir par la batterie est égale à $P_{e \text{ maxi}}$ tout au long de la phase de montée de la tente de toit (c'est-à-dire pendant un temps égal à un demi cycle de fonctionnement : $t_{\text{montée}} = 0,5.t_{\text{cycle}}$).

Le choix de se raccorder sur la batterie du véhicule est-il correct en vue des exigences du cahier des charges ? Justifier votre réponse.

5 – Vérification du comportement élastique du bras 6

Une étude par un logiciel d'éléments finis a permis d'obtenir une image de la répartition des contraintes dans le bras de manœuvre 6 (DT 7).

La position de fermeture quasi-complète de la tente est la plus contraignante

Question B.5.1

A partir du document DT7, indiquer la valeur de la contrainte maximum (σ_{max}) subie par le bras 6. Préciser la sollicitation dominante dans cette pièce.

Question B.5.2

En conservant les mêmes dimensions pour la réalisation du bras 6 et afin de réduire au maximum la masse de l'ensemble de la tente, déterminer, à partir des données du document DT9, le matériau le mieux adapté pour la réalisation de ce bras 6. Prendre un coefficient de sécurité $s=2$. Justifier votre réponse.

6 – Modification de solution constructive

Bien que présentant un rapport de transmission élevé pour un encombrement relativement réduit, le système de transmission de puissance par réducteur roue et vis sans fin présente deux inconvénients :

- son rendement est faible ($\eta_r = 0,5$).
- sa configuration (transmission par axes perpendiculaires) impose une implantation qui réduit la surface de couchage dans la tente de toit.

De plus, le nouveau modèle de tente de toit est équipé d'une galerie intégrée à la coque haute, pouvant recevoir une charge de 30 kg. Cette contrainte supplémentaire impose au moteur de délivrer une puissance mécanique plus importante que dans la configuration initiale.

L'objectif de cette partie est donc de proposer une nouvelle solution technologique comprenant :

- la validation du choix d'un motoréducteur adapté (la vitesse de rotation de l'arbre intermédiaire doit être conservée (187,5 tr/min environ)) et présentant un rendement supérieur au motoréducteur roue et vis sans fin.
- La mise en place du système de transmission par axes parallèles entre l'arbre de sortie du moteur et l'arbre intermédiaire 3 :
 - o Liaison complète démontable arbre de sortie du motoréducteur / première roue dentée par clavetage.
 - o Détermination du nombre de dents de la seconde roue dentée.
 - o Liaison complète démontable arbre intermédiaire 3 / seconde roue dentée par assembleur expansible.

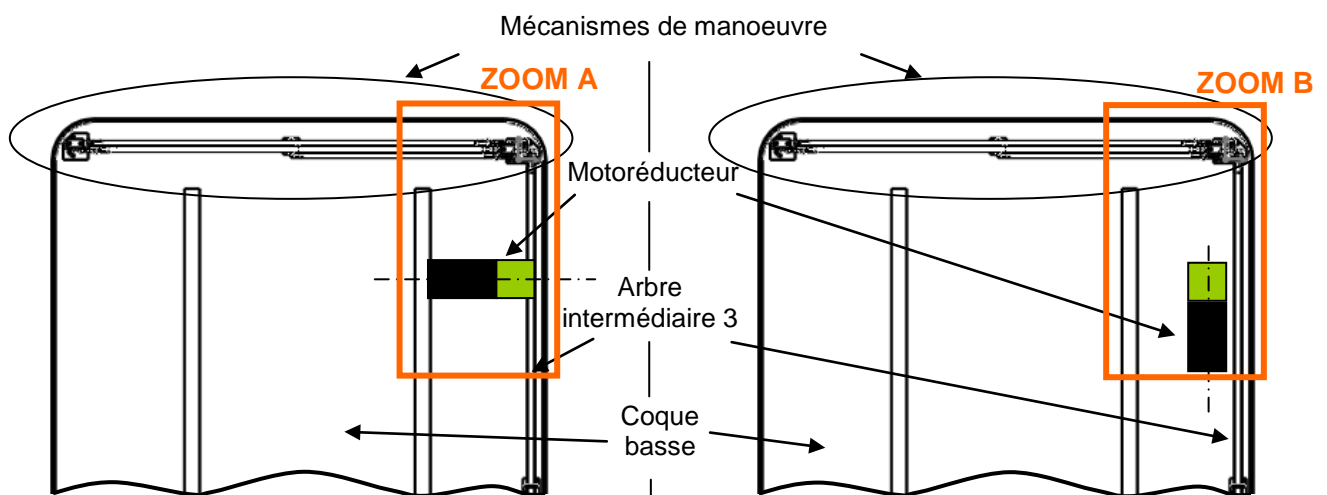



Figure 1 : Ancienne version :
Motoréducteur Roue et Vis sans fin –
transmission par axes perpendiculaires
entre l'arbre de sortie du motoréducteur
et l'arbre intermédiaire 3.

Figure 2 : Nouvelle version :
Motoréducteur à définir – transmission
par axes parallèles entre l'arbre de
sortie du motoréducteur et l'arbre
intermédiaire 3.


 Représentation symbolique d'un motoréducteur
 ———— Axe de rotation de l'arbre de sortie du motoréducteur

Représentation en vue de
dessus (coque haute non
représentée)

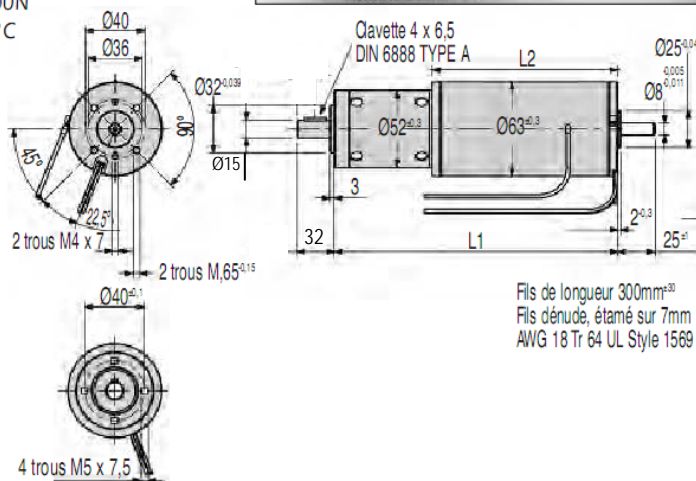


- **Choix du motoréducteur pour la nouvelle version de la tente de toit:**

Couple de 0,61 à 24Nm

-

- Codeurs, frein, génératrice
- Carte FIRSTDC - IQ - 60/10 (entraînement)
- Carte FIRSTDC - IQ - 50/5 (asservissement)
- Alimentation ALIDR120-24



Références	Rapports	Nb. d'étages	Rendement	L1 (mm)	L2 (mm)	Vitesse à vide (t/min)	Vitesse en charge (t/min)	Couple nominal (Nm)
DUN63-25-004	4,50:1	1	85%	147,0	95	800,0	682,7	0,61
DUN63-25-006	6,25:1	1	85%	147,0	95	576,0	491,5	0,85
DUN63-25-020	20,25:1	2	72%	162,5	95	178,0	151,7	2,30
DUN63-25-036	36,00:1	2	72%	162,5	95	100,0	85,3	4,15
DUN63-25-091	91,12:1	3	61%	177,5	95	39,5	33,6	8,90
DUN63-25-162	162,00:1	3	61%	177,5	95	22,2	19,0	15,81
DUN63-25-225	225,00:1	3	61%	177,5	95	16,0	13,6	22,00
DUN63-25-288	288,00:1	3	61%	177,5	95	12,5	10,9	24,00
DUN63-25-400	400,00:1	3	61%	177,5	95	9,0	8,1	24,00

Question B.6.1

Déterminer le type de réducteur utilisé dans ce motoréducteur (voir TD9). Donner les avantages d'un tel type de transmission.

Question B.6.2

Donner la vitesse de rotation en charge en sortie du motoréducteur $N_{mr/0}$ (voir TD9). Calculer alors le rapport de transmission entre l'arbre de sortie du motoréducteur et l'arbre intermédiaire 3 afin de conserver la vitesse de rotation $N_{3/0}$ de 187,5 tr/min. On notera ce rapport r_t .

Question B.6.3

La puissance disponible en sortie de ce réducteur doit être de 34W afin d'assurer un fonctionnement correct de la tente de toit. Connaissant la vitesse de rotation $N_{mr/0}$, déterminer le couple disponible en sortie du motoréducteur. Cette valeur est-elle correcte au regard des caractéristiques du motoréducteur choisi ?

Question B.6.4

Donner le rendement de ce nouveau motoréducteur et expliquer l'intérêt d'augmenter le rendement du système de transmission de puissance par rapport à la version initiale de la tente de toit.

- **Montage de la première roue dentée sur l'arbre de sortie du motoréducteur:**

La roue dentée montée sur l'arbre de sortie du motoréducteur présente les caractéristiques suivantes :

$$\begin{cases} \text{Roue à denture droite normale} \\ Z_{mr} = 26 \text{ dents} \\ m = 2 \end{cases}$$

Question B.6.5

Sur le document réponse DR8 et en vous aidant des données du dossier technique, proposer une solution permettant de réaliser la liaison complète entre cette roue dentée et l'arbre de sortie du motoréducteur. Représenter votre solution en respectant la coupe locale définie sur DR8.

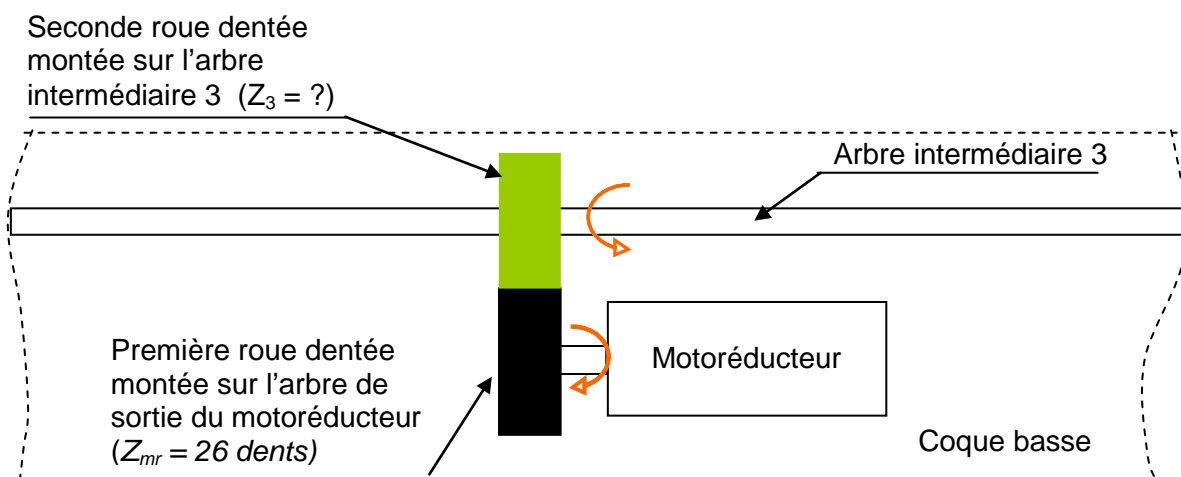
Remarques : - Veiller à ce que la mise en position soit complète.

- Le maintien en position sera réalisé à l'aide des composants suivants :

- Vis CHC (donner la désignation normalisée complète)
- Rondelle plate (donner la désignation normalisée complète)
- Clavette parallèle de forme A.

- Prévoir une rainure dans la roue dentée afin de pouvoir y loger la clavette.

- **Choix de la seconde roue dentée montée sur l'arbre intermédiaire 3:**



Vue de dessus

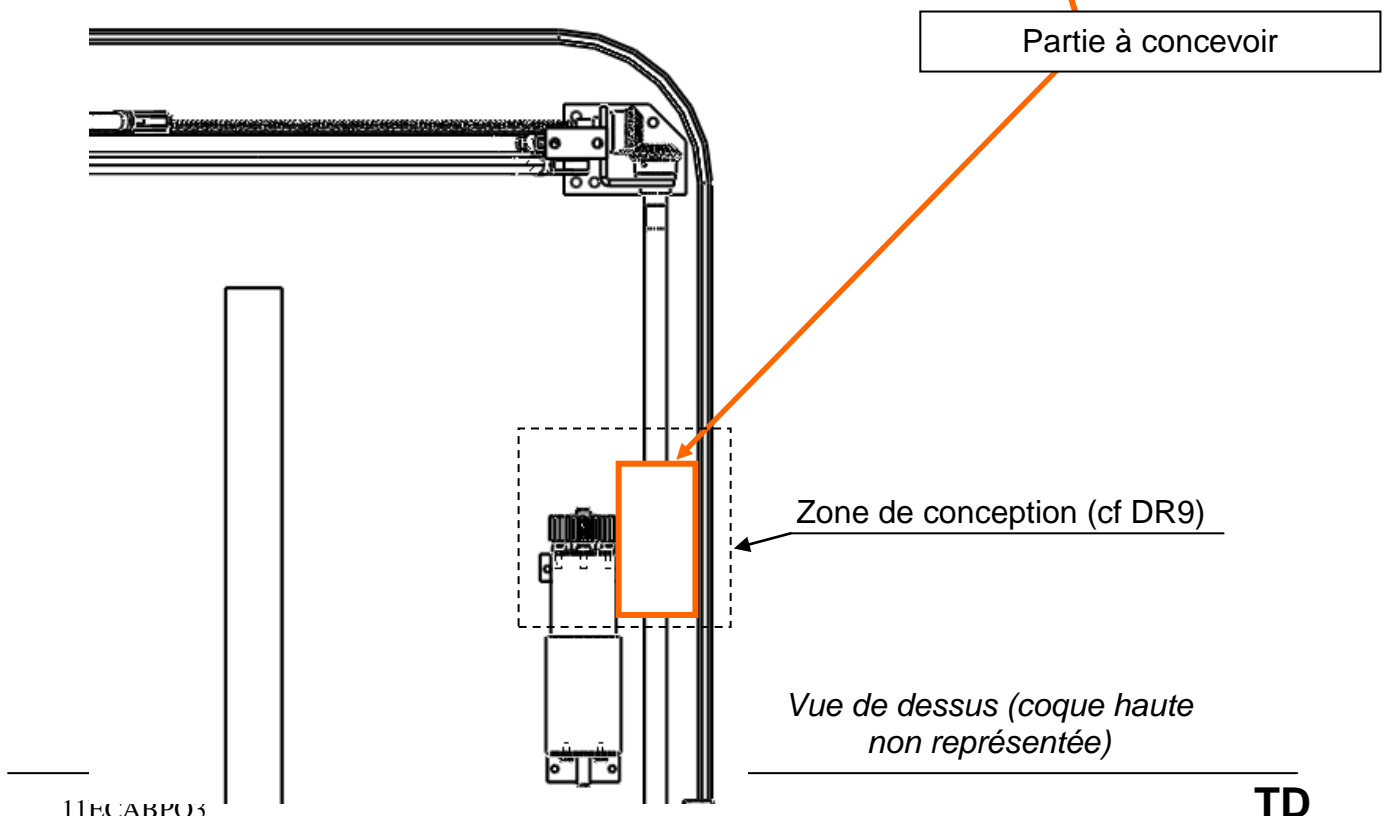
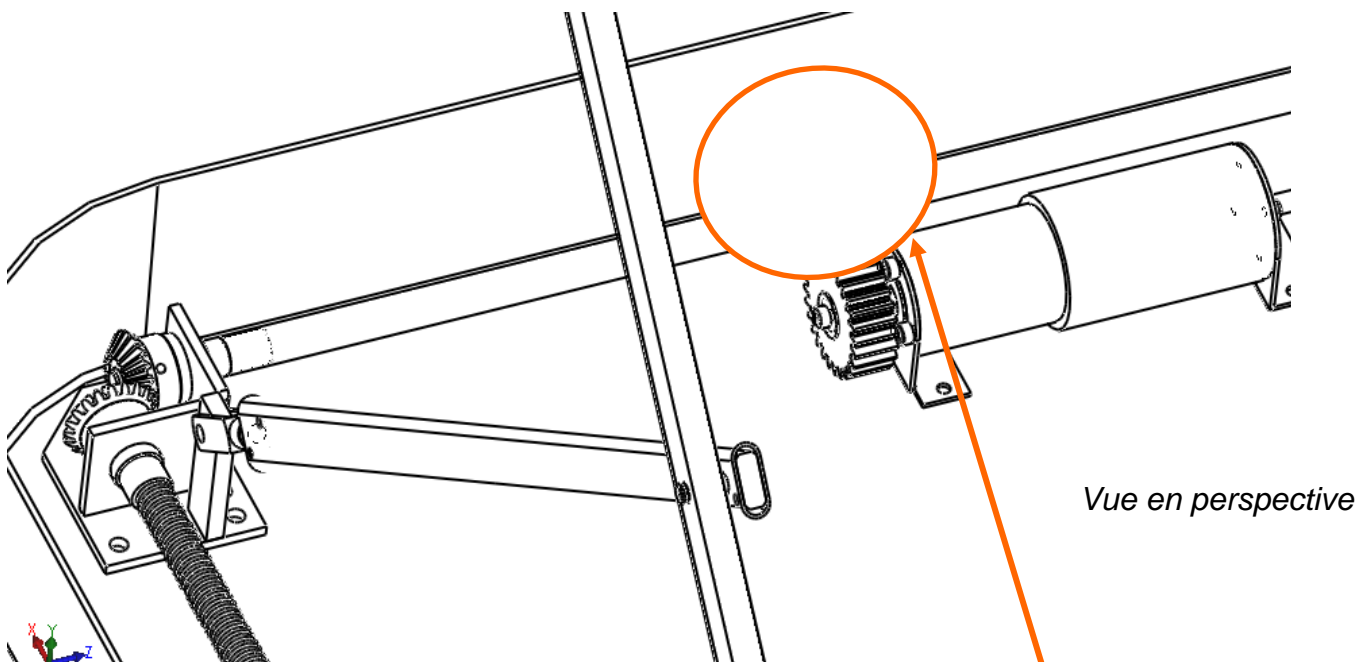
Question B.6.6

Quelque soit le résultat trouvé précédemment, on prendra $r_t = 1,24$

Déterminer alors le nombre de dents Z_3 de la roue dentée montée sur l'arbre intermédiaire afin d'assurer une vitesse de rotation de cet arbre 3 la plus proche de 187,5 tr/min (on précise que le nombre de dents est un nombre entier).

Donner le module m de cette roue dentée.

- **Montage de la seconde roue dentée sur l'arbre intermédiaire 3:**



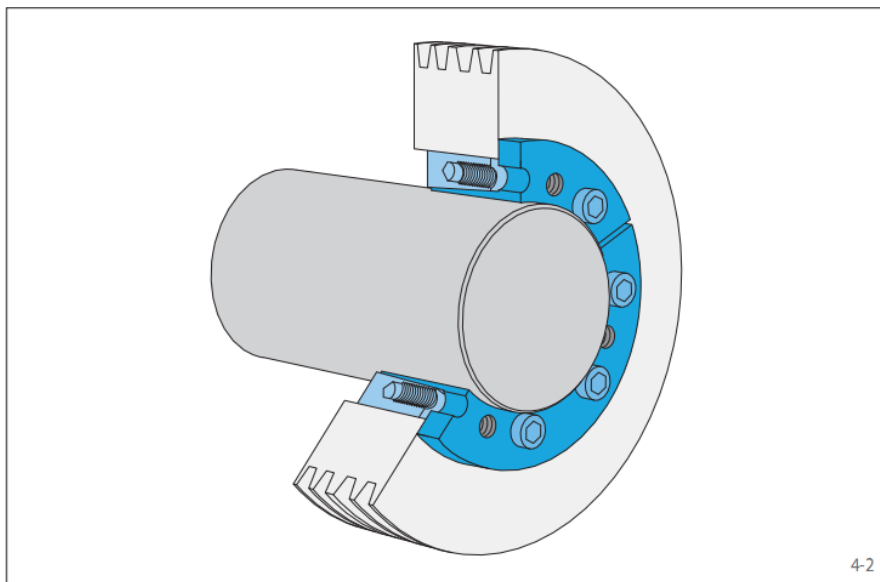
Afin de réaliser le montage roue dentée / arbre intermédiaire 3, le choix d'une liaison par friction a été retenue. Cette liaison entre arbre et moyeu est assurée par des composants standards commercialisés par la société Ringspann. Pour cette étude, un assembleur expansible devra être mis en place afin de réaliser la liaison complète démontable entre la roue dentée et l'arbre intermédiaire 3.

Extrait de la documentation technique Ringspann :

Assembleurs expansibles

Les assembleurs expansibles sont des liaisons internes sans jeux entre arbres et moyeux. Dans ces liaisons, les surfaces coniques pressées l'une contre l'autre par serrage des vis génèrent des forces radiales qui créent une liaison par friction entre l'assembleur expansible, l'arbre, et le moyeu. De sorte que les couples et les forces axiales sont transmis par l'arbre, via l'assembleur expansible, au moyeu.

Les assembleurs expansibles sont utilisés par exemple pour monter des pignons, des volants, des leviers, des poulies, des disques de frein, ou des tambours de convoyeurs à bande.



4-2

Avantages des liaisons par friction arbre-moyeu

- Liaisons sans jeux
- Pas de battement à l'inverse des clavetages
- Idéales pour les entraînements réversibles
- Transmission simultanée de couples et de forces axiales
- Montage concentrique du moyeu sur l'arbre
- Solutions compactes de grandes capacités
- Coûts réduits, usinages simples de l'arbre et du moyeu
- Ces liaisons sont démontables même après de longues périodes de fonctionnement

Question B.6.7

Le diamètre extérieur de l'arbre intermédiaire 3 est $d=14\text{mm}$.

A partir des données du dossier technique (DT11 à DT14) et des caractéristiques dimensionnelles de l'arbre intermédiaire 3, donner le **type** et la **référence** de l'assembleur expansible à utiliser pour la réalisation de cette liaison.

Question B.6.8

Sur le document réponse DR9, réaliser la conception (dessin en coupe partielle) de la liaison complète démontable entre la roue dentée et l'arbre intermédiaire 3.

Utiliser pour cela l'assembleur expansible défini à la question précédente ainsi qu'une roue dentée dont le nombre de dents a été défini à la question B.6.6. Le document DT15 donne les caractéristiques dimensionnelles de roues dentées en acier.

Remarque : les alésages des roues dentées sont modifiables.