

## Partie 1 : analyse de la structure préliminaire du E-SPIDER

**Objectif : identifier les contraintes qui impactent la conception préliminaire du E-SPIDER du point de vue de la stabilité du véhicule.**

Il s'agit dans cette partie de vérifier la conformité aux exigences de fluidité de direction, de la direction axe de pivot d'inclinaison des roues et du principe de pendularité.

Le document DR1 précise l'architecture du véhicule E-SPIDER en phase de conception préliminaire. Le schéma cinématique du DR1 est proche de la géométrie réelle.

<b>Question 1</b>	<b>Compléter</b> le document DR1, sur les figures 1 et 2, en indiquant les noms des principaux sous-ensembles constituant le E-SPIDER.
DT1, DT2 DR1	

<b>Question 2</b>	<b>Compléter</b> le document DR1 en traçant sur la figure 3, les 2 axes de pivot de direction.  En prolongeant ces axes jusqu'au niveau du sol, <b>vérifier</b> la conformité à l'exigence de « fluidité de direction ».  <b>Conclure.</b>
DT1, DT3 DR1	

<b>Question 3</b>	<b>Compléter</b> le document DR1 en traçant sur la figure 4, l'axe pivot d'inclinaison de roue.  En prolongeant cet axe jusqu'au-dessous du niveau du sol <b>vérifier</b> la conformité à l'exigence de « direction axe de pivot d'inclinaison des roues ».  <b>Conclure.</b>
DT1, DT3 DR1	

<b>Question 4</b>	À partir de la position du centre de masse de la nacelle indiquée sur la figure 4 du DR1, <b>préciser</b> si le principe de pendularité est respecté ?  <b>Préciser</b> l'exigence correspondante.
DT1, DT3 DR1	

## Partie 2 : respect du rayon de braquage

**Objectif : adapter l'amplitude des mouvements de commande de direction pour assurer un rayon de braquage avec un objectif de 3 m en conditions de circulation.**

Il s'agit ici de déterminer l'amplitude de rotation de l'ensemble couronne de direction (14) + (12) par rapport à l'axe de la traverse avant (25) noté  $\beta$ .

<b>Question 5</b>	<b>Indiquer</b> sur le DR2 – folio 1/2 les dimensions de la Voie (V) et de l'Empattement (E) de l'E-SPIDER schématisé en configuration de virage.
DT3 DR2 - folio 1/2	

<b>Question 6</b>	<b>Exprimer</b> , à partir d'une étude géométrique sur le DR2 – folio 1/2, les angles $\alpha_{avg}$ et $\alpha_{avd}$ formés respectivement par le plan de symétrie vertical de la roue avant gauche et de la roue avant droite avec la direction longitudinale du véhicule en fonction de V, E et R le rayon de courbure.
DT5 DR2 - folio 1/2	

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2022
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	22CP42CP	PAGE 1/12

<b>Question 7</b>	<b>Calculer</b> les valeurs de $\alpha_{avg}$ et $\alpha_{avd}$ en degrés.
DT5 DR2 - folio 1/2	Si vous n'êtes pas parvenu à exprimer puis calculer ces angles, <b>mesurer</b> ces angles sur le DR2 – folio 1/2.

Le mécanisme de direction est présenté sur le DT5.

Déterminons maintenant l'angle de rotation nécessaire entre la couronne de direction (14) + (12) et la traverse avant (25) qui permet d'obtenir les angles de braquage  $\alpha_{avg}$  et  $\alpha_{avd}$  évalués ci-dessus. On indique que le degré de mobilité utile du mécanisme est  $m_u = 1$  et le degré de mobilité interne est  $m_i = 2$ .

<b>Question 8</b>	<b>Indiquer</b> quels sont les deux degrés de mobilité interne du mécanisme de direction.
DT4, DT5 Feuille de copie	

<b>Question 9</b>	<b>Calculer</b> le degré d'hyperstaticité du mécanisme de direction.
DT4, DT5 Feuille de copie	<b>Conclure.</b>

Pour déterminer l'angle  $\beta$  de rotation entre la couronne de direction (14) + (12) et la traverse (25) une simulation a été réalisée avec un logiciel de mécanique.

Le résultat de cette analyse est présenté sur la courbe du DR2 - folio 2/2.

<b>Question 10</b>	<b>Déterminer</b> par un tracé sur le graphique du DR2 - folio 2/2 l'angle $\beta$ de la couronne correspondant à la valeur de $\alpha_{avg}$ calculée ou mesurée question 7.
DT4, DT2 DR2 - folio 2/2 Feuille de copie	

<b>Question 11</b>	Toujours sur le graphique du DR2 - folio 2/2, <b>en déduire</b> par un tracé, la valeur de $\alpha_{avd}$ pour cette configuration.
DT4, DT2 DR2 - folio 2/2 Feuille de copie	Si l'on accepte un écart de 10% par rapport à la valeur calculée question 7, <b>préciser</b> si la valeur de $\alpha_{avd}$ est conforme ? <b>Conclure</b> sur la conséquence de cet écart sur les conditions de contact des roues sur le sol ?

Afin d'assurer le faible rayon de braquage, le concepteur a prévu de recourir à une architecture à 4 roues directrices.

<b>Question 12</b>	<b>Représenter</b> en vert sur le DR2 – folio 1/2 l'orientation des roues Ard et Arg du train arrière de l'E-SPIDER (en s'appuyant sur l'exemple des roues avant).
DT4, DT2 DR2 - folio 1/2	Quelle remarque peut-on <b>formuler</b> sur le sens de braquage des roues arrière par rapport aux roues avant ? <b>Préciser</b> ce que représente le point « I », centre de la courbure pour le mouvement du châssis du E-SPIDER par rapport à la chaussée ?

### Partie 3 : étude d'optimisation du secteur denté de la direction

**Objectif :** reconcevoir la couronne de direction afin d'optimiser la masse de ce composant ainsi que sa géométrie, pour une fabrication en moyenne série obtenue par fonderie et usinage.

Au-delà des angles de braquage en condition de circulation, les manœuvres du véhicule à très basse vitesse exigent des angles de braquage supérieurs à ceux déterminés en partie 2. L'exigence, liée à l'ergonomie de braquage des roues directrices, permet un débattement du volant de  $\pm 150^\circ$  pour atteindre des positions de braquage limites à gauche et à droite. Pour respecter l'angle de braquage des roues, la couronne de direction 14 doit avoir un débattement  $\beta = \pm 50^\circ$  lors des manœuvres à basse vitesse.

<b>Question 13</b>	Le pignon 15 ayant 20 dents, <b>déterminer</b> le nombre de dents que doit avoir la couronne.
DT4	
DR3 – folio 2/2	

Rappel :  $D_p = m \times Z$  avec  $D_p$  : diamètre primitif en mm ;  
 $m$  : module de la roue dentée en mm ;  
 $Z$  : nombre de dents de la roue dentée ;  
 $p = \pi \times m$  avec  $p$  : pas de la denture en mm.

<b>Question 14</b>	Sachant que le module de la denture est $m = 3$ mm, <b>en déduire</b> le diamètre primitif de la couronne ( $D_p$ ).  <b>Définir</b> l'intérêt d'avoir une couronne entière ?
DT4	
DR3 – folio 2/2	

Afin d'alléger la couronne, la société SWINCAR souhaite créer une couronne avec seulement un secteur denté.

<b>Question 15</b>	<b>Définir</b> le nombre de dents (en valeur entière) du secteur denté que devra comporter cette nouvelle couronne, sachant qu'il est nécessaire d'avoir une « <i>marge de débattement</i> » d'une dent de chaque côté du secteur denté calculé.
DT4	
DR3 – folio 2/2	

<b>Question 16</b>	<b>Identifier</b> en les coloriant et en les nommant, comme indiqué sur l'exemple du DR3 – folio 1/2, les surfaces fonctionnelles utiles de la couronne de direction, considérée dans son ensemble {12+13+14}.  <b>Repasser</b> également ces surfaces, quand elles sont visibles, sur le détail de la vue en coupe B-B et C-C issues du DT4 sur ce DR3 – folio 1/2.  <b>Repasser</b> (approximativement) en couleur les dents à conserver.
DT4	
DR3 – folio 1/2	

Le bureau d'études a imposé, pour la re-conception de cette couronne de direction, des nouvelles positions pour les liaisons avec les rotules des push-pull de direction et des biellettes de direction comme indiquée sur le DR3 – folio 2/2.

<b>Question 17</b>	En respectant les surfaces jugées utiles, les formes nécessaires pour assurer la bonne transmission du mouvement et en respectant le procédé de fabrication, <b>compléter</b> le dessin de définition (à main levée) de la nouvelle couronne de direction sur les deux vues.  <b>Représenter</b> les dentures de façon simplifiée.  <b>Indiquer</b> les ajustements et remarques utiles pour bien définir cette pièce.
DT4	
DR3 – folio 2/2	

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2022
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	22CP42CP	PAGE 3/12

## Partie 4 : vérification de l'autonomie du véhicule

### Objectif 1 : vérifier l'exigence de franchissement.

Le constructeur annonce que le franchissement supérieur à 40% de la pente est possible pour ce véhicule avec les caractéristiques techniques et dimensionnelles qu'il offre.

<b>Question 18</b>	Quel est le repère de l'exigence correspondant à cette performance ?
DT3 – folio 2/3 DR4	Quel est le diamètre d'une roue ? Quel est le coefficient d'adhérence $f$ des roues avec le sol ?

Les motorisations arrières sont davantage sollicitées, lors d'une phase de montée abrupte, que celles situées à l'avant. Cependant, le glissement des roues s'effectuera sur les roues avant dans un premier temps.

Les actions en A et B correspondent aux actions du sol sur les roues, avec adhérence. Le modèle représenté sur DR4 est dans le plan de symétrie du véhicule.

<b>Question 19</b>	Sachant que l'on se place à la limite de l'adhérence en B (roue avant), <b>définir</b> les composantes de cette action mécanique du sol (graphiquement, Fig. 9, ou par torseur).
DT3 DR4	<b>Définir</b> quelle est la relation entre ses composantes en fonction du coefficient d'adhérence.

Afin de valider la performance annoncée, nous allons vérifier si l'adhérence des roues avec le sol permet de ce franchissement.

En isolant le E-SPIDER (1), les actions mécaniques s'exerçant sur ce solide, en équilibre, sont :

- action du sol sur la roue avant en B à la limite de l'adhérence ;
- action du sol sur la roue arrière en A :

$$\{\tau_{A,0 \rightarrow 1}\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{A}_{0 \rightarrow 1} \\ \vec{0} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{cc} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{A, \vec{x}, \vec{y}}$$

- action de pesanteur en G :

$$\{\tau_{G, pesanteur \rightarrow 1}\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{P} \\ \vec{0} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{cc} P_x & 0 \\ P_y & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{G, \vec{x}, \vec{y}}$$

<b>Question 20</b>	<b>Définir</b> la masse du E-SPIDER + pilote.
DT3 DR4	<b>Déterminer</b> le poids $\vec{P}$ de cet ensemble et ses composantes (rappel $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ). <b>Tracer</b> cet effort à l'échelle sur le document réponse, dans le repère du DR4 (Fig. 10).

<b>Question 21</b>	En isolant le E-SPIDER (1), <b>appliquer</b> le théorème de la résultante statique et le théorème du moment statique en A afin de <b>déterminer</b> les composantes des actions en A et B par le calcul ou graphiquement avec les justifications qui conviennent.
DT3 DR4	<b>Représenter</b> vos résultats sur le DR4 (Fig. 10).

<b>Question 22</b>	<b>Vérifier</b> si l'adhérence des roues permet de franchir cette pente.
DT3 DR4	<b>Justifier</b> votre réponse.

Si l'adhérence est respectée, il est important également de vérifier que le couple fourni par les moteurs permet le déplacement le long de cette pente.

En isolant « **une** roue avant » (RAV) et en faisant l'hypothèse que les actions se transmettent uniquement dans le plan  $(\vec{x}, \vec{y})$ , les actions mécaniques qui lui sont appliquées sont :

- action dans la liaison pivot en O' entre 1 et RAV :

$$\{\tau_{O',1 \rightarrow RAV}\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{O'_{1 \rightarrow RAV}} \\ \vec{0} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{cc} X_{O'} & 0 \\ Y_{O'} & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{O', \vec{x}, \vec{y}}$$

- couple moteur s'exerçant en O' :

$$\{\tau_{mot \rightarrow RAV}\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ \overrightarrow{C_m} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & C_m \end{array} \right\}_{O', \vec{x}, \vec{y}}$$

- action du sol sur la roue en B :

$$\{\tau_{B,0 \rightarrow RAV}\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{B_{0 \rightarrow 1}} \\ \vec{0} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{cc} X_B & 0 \\ Y_B & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{B, \vec{x}, \vec{y}}$$

avec  $X_B = 303 \text{ N}$  et  $Y_B = 505 \text{ N}$  (quelles que soient les valeurs trouvées précédemment).

<b>Question 23</b>	En isolant la roue avant (RAV) et en appliquant le théorème du moment statique en O', <b>déterminer</b> le couple moteur à fournir (Fig. 9).
DT3 DR4, Fig. 9.	A partir des données constructeur, le E-SPIDER <b>a-t-il</b> assez de couple pour franchir cette pente ? <b>Justifier</b> votre réponse.

### Objectif 2 : vérifier l'exigence d'autonomie (Id 1.2.)

Le E-SPIDER a été conçu pour évoluer essentiellement en milieu naturel. Pour dimensionner les batteries embarquées, il est nécessaire d'élaborer un modèle de comportement proche de la réalité en faisant les hypothèses suivantes :

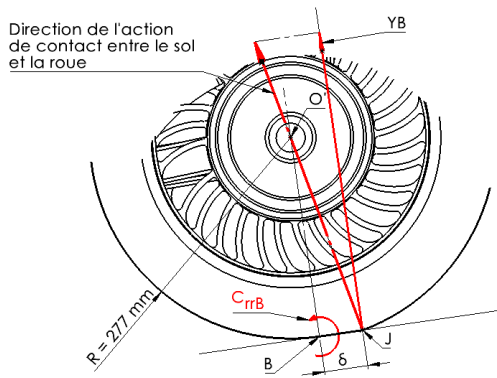
- les effets d'inerties dues aux accélérations seront négligés pour un parcours de randonnée sur chemin peu escarpé.
- les actions mécaniques s'appliquant sur le véhicule seront simplifiées comme suit :
  - action extérieure de la pesanteur appliquée au centre de masse G :  $\overrightarrow{P_{pes/E-spider}}$  ;
  - action extérieure de résistance au roulement : un couple résistant au point de contact (A et B) des roues avec le sol  $\overrightarrow{C_{rr}}$  ;
  - action intérieure du couple moteur sur les roues en A et B :  $\overrightarrow{C_m}$  ;
  - action extérieure de l'air (trainée aérodynamique) ramenée en G :  $\overrightarrow{T_{air/E-spider}}$  : **négligée au vu des faibles vitesses.**

### Remarques :

Le couple de résistance au roulement s'applique en chacune des roues. Il est proportionnel à la composante en y de la réaction du sol sur la roue et du décalage « en avant » du point de contact de la roue sur le sol. La figure T1, ci-après, illustre la déformation de la roue et

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2022
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	22CP42CP	PAGE 5/12

de ce décalage sur la roue avant (en B). Ce phénomène se produit également sur les roues arrière.



Pour un confort de pilotage, les roues de 20" x 2,125" sont gonflées à 2 bars, donnant un décalage  $\delta = 10 \text{ mm}$ .

Le couple de résistance au roulement est défini sur les roues avant :  $C_{rr,B} = \delta \times Y_B$ , avec  $Y_B$  : composante normale au contact de l'action du sol sur la roue.

Ce phénomène s'applique de manière identique sur les roues arrière avec  $C_{rr,A} = \delta \times Y_A$ .

La figure T2 ci-dessous va permettre d'estimer la consommation énergétique pour une pente de 40 % (cas le plus défavorable) sur les 1000 m de dénivelé énoncé dans les exigences de conception.

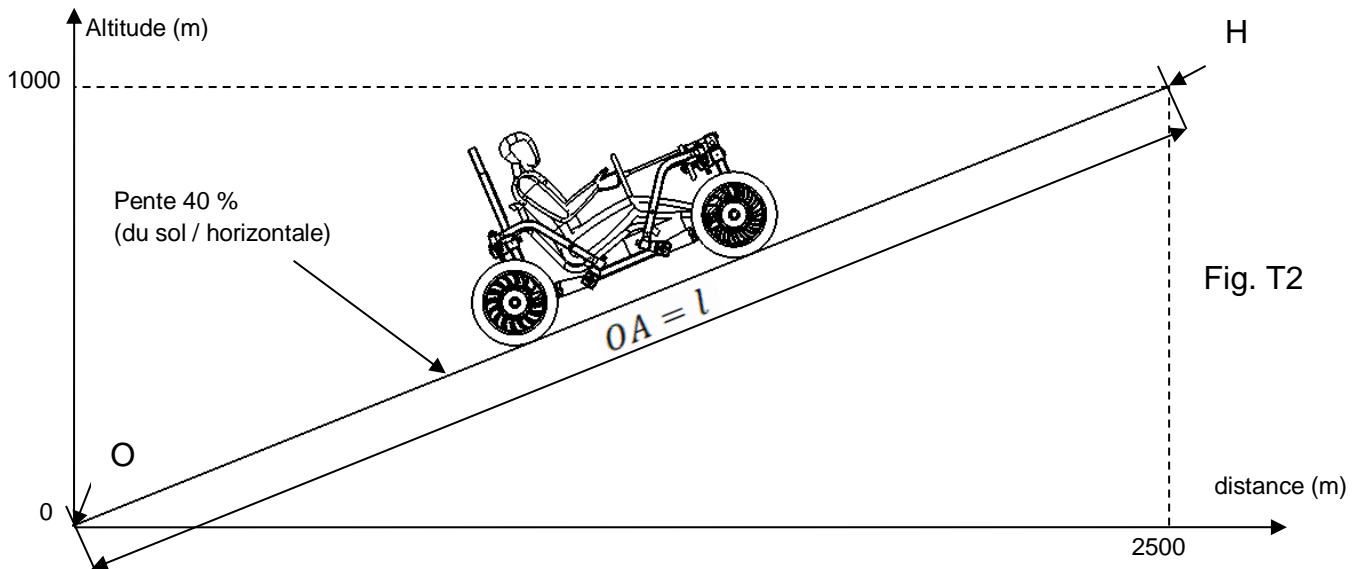


Fig. T2

<b>Question 24</b>	<b>Déterminer</b> la distance de déplacement entre les points O et H : $l$ (en m) correspondant au déplacement du véhicule dans cette pente.
<i>Feuille de copie</i>	

**Rappel :**

Théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta E_{c,O \rightarrow H} = \sum W_{ext,O \rightarrow H} + \sum W_{int,O \rightarrow H}$$

avec :

$\Delta E_{c,O \rightarrow H}$  : variation de l'énergie cinétique entre les positions O et H ;

$\sum W_{ext,O \rightarrow H}$  = somme des travaux des actions mécaniques extérieures pour aller de la position O vers la position H ;

$\sum W_{int,O \rightarrow H}$  = somme des travaux des actions mécaniques intérieures pour aller de la position O vers la position H.

Nous isolons le véhicule qui se déplace entre deux positions d'arrêt :  $\Delta E_{c,O \rightarrow H} = 0$ .

Les travaux extérieurs sont uniquement dûs :

- à la force de pesanteur :  $W_{\vec{p},O \rightarrow H}$  ;
- au couple de résistance au roulement sur chacune des roues:  $W_{\vec{C}_{rr,B}}$  et  $W_{\vec{C}_{rr,A}}$ .

Le travail intérieur est celui fourni par les moteurs :  $W_{moteur} = Cm \times \theta_{O \rightarrow H}$  avec  $\theta_{O \rightarrow H}$  angle en radian effectué par les roues pour aller de O vers H.

<b>Question 25</b>	<b>Calculer</b> le travail du poids $W_{\vec{p},O \rightarrow H}$ .
<i>Feuille de copie</i>	<b>Conclure</b> , si le travail est moteur ou résistant en énergie ?

Quelles que soient les valeurs calculées dans la partie précédente, sur les roues arrière (en A) s'exercent une composante normale à la pente  $Y_A = 1800 N$  et sur les roues avant en B  $Y_B = 1000 N$ .

<b>Question 26</b>	<b>Déterminer</b> l'angle $\theta_{O \rightarrow H}$ en radians correspondant à l'angle effectué par une roue pour passer du point O au point H.
<i>Feuille de copie</i>	<b>Calculer</b> les couples de résistance au roulement $C_{rr,B}$ et $C_{rr,A}$ .
	<b>Calculer</b> le travail du couple résistant sur chacune des roues $W_{\vec{C}_{rr,B}}$ et $W_{\vec{C}_{rr,A}}$
	<b>Conclure</b> sur les travaux, sont-ils moteurs ou résistants en énergie ?

<b>Question 27</b>	En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, en <b>déduire</b> l'expression du travail des 4 moteurs en fonction des autres travaux en présence.
<i>Feuille de copie</i>	<b>Calculer</b> ce travail en Joules.

<b>Question 28</b>	Sachant que le rendement des moteurs est de 82.5%, <b>déterminer</b> leur consommation énergétique.
<i>Feuille de copie</i>	

<b>Question 29</b>	<b>Définir</b> le pourcentage d'énergie, stockée dans les batteries, utilisée par les moteurs pour franchir cette pente ?
DT1 - folio 4/4 <i>Feuille de copie</i>	

Lors d'un déplacement à plat sur les roues arrière (en A) s'exercent une composante normale à la pente  $Y_A = 1600 N$  et sur les roues avant en B  $Y_B = 1450 N$ .

<b>Question 30</b>	En faisant l'hypothèse que le reste du parcours (jusqu'à 50 km) se fasse à plat et à vitesse constante, <b>déterminer</b> le travail que devra fournir les moteurs pour se déplacer sur les 47.3 km restant (environ).
<i>Feuille de copie</i>	<b>Préciser</b> si l'autonomie restante des batteries permet ce déplacement ?

<b>Question 31</b>	<b>Citer</b> au moins trois paramètres influant sur la consommation énergétique du véhicule.
<i>Feuille de copie</i>	

<b>Question 32</b>	En analysant les travaux évoqués précédemment, <b>préciser</b> quels sont ceux qui permettraient d'avoir une influence positive sur l'autonomie du véhicule et sur quelle topologie de terrain ?
<i>Feuille de copie</i>	

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2022
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	22CP42CP	PAGE 7/12

## Partie 5 : étude comparative de la suspension

**Objectif : choisir et représenter une solution efficace pour répondre à l'exigence de confort lié à l'amortissement. (I.d.1.1.7).**

L'évolution de la suspension actuelle est une piste majeure dans cette phase de re-conception. Actuellement, un « Rosta » est utilisé pour amortir le mouvement entre la jambe cintrée et le bras de roue.

Dans sa démarche, le bureau d'études souhaite comparer diverses solutions pour faire le meilleur choix. Elle s'appuie sur le tableau comparatif du DT6.

<b>Question 33</b>	<b>Définir</b> à partir de quel moment on peut considérer qu'il y a amortissement sur les 3 courbes de performances fournies dans le DT6 ?
DT6 <i>Feuille de copie</i>	<b>Comparer</b> ces courbes en déterminant le nombre d'oscillations avant amortissement.

<b>Question 34</b>	<b>Préciser</b> les critères au regard des exigences, qui permettent de choisir principalement l'amortisseur ? <b>Justifier</b> votre réponse en argumentant.
DT6 <i>Feuille de copie</i>	

Le choix se porte finalement vers un amortisseur du type DT DNM DV-22AR 165 x 35. La re-conception nécessite une pièce d'interface pour la liaison pivot entre la jambe cintrée et le bras de roue. Sur cette pièce, une chape pour la partie haute de l'amortisseur (côté système de réglage du rebond) a déjà été conçue (DR5).

Pour réduire les coûts de fabrication, la chape de liaison entre l'amortisseur et le bras de roue sera en EN – AW 1350 A, obtenue par découpe et pliage (épaisseur 6 mm).

Lors de son implantation sur le E-SPIDER, sans présence du pilote, l'amortisseur sera déjà comprimé de 15 mm.

<b>Question 35</b>	En fonction des données sur l'amortisseur et de la chape à réaliser, <b>placer</b> l'axe d'articulation de l'amortisseur et la chape par rapport à la surface supérieure du bras de roue.
DT6 DR5	<b>Indiquer</b> par une cote cette distance.

<b>Question 36</b>	<b>Représenter</b> par un arc de cercle la position de l'axe de la chape.
DT6 DR5	En <b>déduire</b> la position de l'axe de la chape et <b>tracer</b> l'axe de l'amortisseur.

<b>Question 37</b>	<b>Dessiner</b> à main levée la liaison pivot glissant entre la chape et l'amortisseur en utilisant les composants donnés sur le DT6.
DT6 DR5	<b>Coter</b> les ajustements nécessaires. <b>Représenter</b> en perspective la chape. <b><i>L'amortisseur sera représenté de façon simplifiée.</i></b>



## Partie 6 : optimisation de la traverse

**Objectif** : minimiser la masse de la traverse qui constitue une pièce essentielle de la structure du E-SPIDER en optimisant sa résistance et sa rigidité.

**Objectif intermédiaire 1** : vérification de la résistance de la traverse actuelle.

**Hypothèse** : on suppose la répartition des charges des roues sur le sol identique et symétrique sur les quatre roues. Le matériau de la traverse est un alliage d'aluminium EN AW 2024 dont la limite élastique est  $R_e = 145 \text{ MPa}$ .

Données :

- le poids de l'ensemble E-SPIDER + Pilote = 3040 N ;
- l'accélération de pesanteur sera prise égale à  $9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

<b>Question 38</b>	Sur le DR6, <b>représenter</b> par un vecteur au point C la réaction du sol sur la roue avant droite de l'E-SPIDER $\vec{C}_{\text{Sol} \rightarrow \text{RAV}}$ .
DT3, DT4 DR6	

<b>Question 39</b>	Sur le DR6, <b>reporter</b> la valeur de la demie voie de l'E-SPIDER.
DT3, DT4 DR6	<b>Ecrire</b> la forme du torseur de cohésion en A dans la demi-traverse OB considérée comme une poutre encastree en O.

<b>Question 40</b>	<b>Identifier</b> la sollicitation à laquelle est soumise la demi-traverse OB.
DT3, DT4 DR6	

<b>Question 41</b>	<b>Exprimer</b> puis <b>calculer</b> le moment fléchissant $M_{fz}$ en A.
DT3, DT4 DR6	<b>Tracer</b> le diagramme du moment fléchissant dans la poutre OB.

<b>Question 42</b>	<b>Détailler</b> puis <b>calculer</b> le moment quadratique de la section de poutre au point A. On négligera les congés.
DT3, DT4 DR6	

Quelle que soit la valeur trouvée précédemment vous prendrez :  $I_{Gz} = 224540 \text{ mm}^4$ .

<b>Question 43</b>	<b>Exprimer</b> la contrainte normale maximale de flexion en A.
DT3, DT4 DR6	<b>Calculer</b> la contrainte normale maximale de flexion en A.

<b>Question 44</b>	<b>Exprimer</b> le coefficient de sécurité dans la section A.
DT3, DT4 DR6	<b>Calculer</b> le coefficient de sécurité dans la section A.
	<b>Conclure</b> sur la pertinence du coefficient de sécurité ? <b>Justifier</b> votre réponse.

## Objectif intermédiaire 2 : optimisation topologique de la traverse.

Sur le DT7 est présenté le résultat géométrique obtenu à partir d'une étude d'optimisation topologique de la traverse soumise aux mêmes conditions de chargement que précédemment avec le même matériau.

La masse de la nouvelle traverse est de 3,6 kg (masse de la version initiale = 4,4 kg).

<b>Question 45</b>	<b>Relever</b> la valeur de la contrainte normale équivalente maximale.
DT4, DT7 <i>Feuille de copie</i>	<b>Calculer</b> le coefficient de sécurité de la traverse optimisée. <b>Donner</b> un procédé de fabrication qui permettrait d'arriver à ce résultat de forme. <b>Justifier</b> votre réponse en ajoutant les détails techniques.

## Partie 7 : re-conception de la liaison pivot entre l'ensemble nacelle et la traverse avant

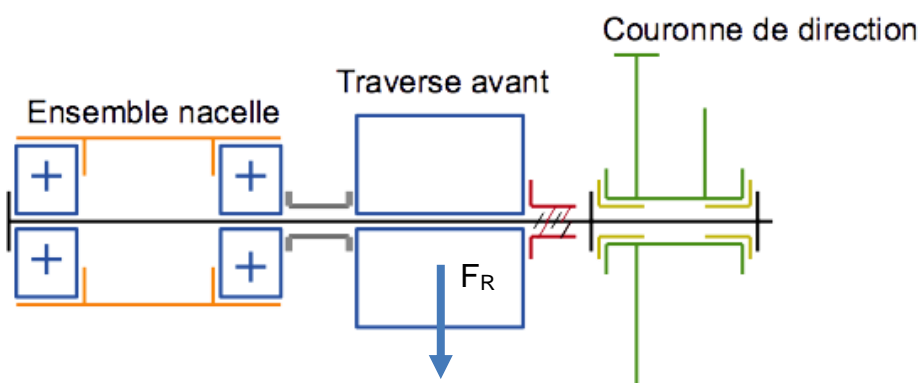
Objectif : optimiser la conception de la liaison par roulements.

L'effort radial le plus important  $F_R$  provient de la traverse, qui lui est transmis par les jambes de roues. Cet effort est lié à l'arbre et est situé en porte à faux par rapport au montage de roulements.

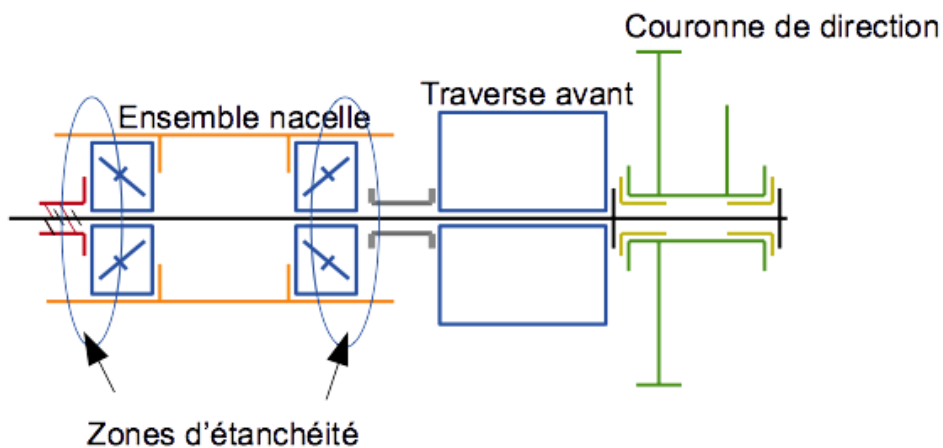
Il est proposé de remplacer les roulements à billes à contact radial utilisés par des roulements à rouleaux coniques. Ce type de roulements non étanches nécessite la mise en place de joints d'étanchéité. L'ordre de montage des pièces est par cette évolution facilité.

Les schémas technologiques ci-dessous présentent l'évolution retenue :

### Configuration actuelle



### Evolution souhaitée



BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2022
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	22CP42CP	PAGE 11/12

<b>Question 46</b>	<b>Donner</b> deux arguments qui justifient un montage en « O ».
DT4 <i>Feuille de copie</i>	

Le remplacement des roulements à billes par des roulements à rouleaux coniques se fait avec un diamètre d'axe conservé de 30 mm.

<b>Question 47</b>	<b>Donner</b> la référence des roulements à rouleaux coniques à installer pour respecter les conditions d'encombrement.  Les roulements retenus sont-ils aptes à résister aux conditions de chargement ? <b>Justifier</b> votre réponse.
DT4, DT8 <i>Feuille de copie</i>	

<b>Question 48</b>	Sur le document DR7, <b>définir</b> à main levée l'ensemble des solutions retenues sur la vue en coupe ébauchée.  Le dessin permettra de montrer : <ul style="list-style-type: none"> <li>• le montage de roulements ;</li> <li>• l'étanchéité du montage de roulements ;</li> <li>• les arrêts axiaux de la traverse et de la couronne de direction.</li> </ul> Des vues complémentaires peuvent être ajoutées.
DT4, DT8 DR7	

<b>Question 49</b>	<b>Donner</b> la référence de l'écrou de serrage. <b>Justifier</b> votre choix.  <b>Donner</b> la référence du joint d'étanchéité. <b>Justifier</b> votre choix.  <b>Dessiner</b> à main levée l'allure de l'axe (25) pour accueillir tous les éléments : couronne de direction, traverse avant, roulements, joints d'étanchéité et écrou.
DT4, DT8 <i>Feuille de copie</i>	

<b>Question 50</b>	<b>Indiquer</b> sur le dessin du DR7 les conditions fonctionnelles nécessaires aux solutions proposées (ajustements/tolérances, jeux fonctionnels, états de surfaces...)  <b>Caractériser</b> les ajustements.
DT4, DT8 DR7 <i>Feuille de copie</i>	