

## Objectif 1 : améliorer l'autonomie énergétique du Click & Move

<b>Question 1</b>	<b>Donner</b> trois conditions d'utilisation qui pourraient expliquer les variations du courant consommé par le moteur.
Feuille de copie	

- Click & Move roulant à vide ;
- Click & Move roulant avec brancard + / - lourd ;
- Click & Move roulant à la montée ou à la descente sur une rampe inclinée ;
- Phases d'accélération et de freinage.

<b>Question 2</b>	<b>Relever</b> sur la figure 1, l'intensité du courant et le temps pour chacun des tronçons de la courbe et <b>noter</b> les valeurs sur le tableau du DR1.  <b>Compléter</b> le tableau du DR1 afin de <b>déterminer</b> l'énergie consommée pour un trajet standard de 220 s.
DT1	
DR1	

Voir DR1.

<b>Question 3</b>	<b>Calculer</b> en Wh, le besoin quotidien en énergie du Click & Move et le <b>comparer</b> à l'énergie disponible dans la batterie actuelle.  <b>Préciser</b> si la batterie actuelle permet une utilisation du Click & Move durant une journée entière standard sans être rechargée ? Le cas échéant, <b>lister</b> les conséquences possibles ?
DT1	
Feuille de copie	

Besoin quotidien d'énergie :  $26 \times 14,7 = 381,3 \text{ Wh} \gg 240 \text{ Wh}$ .

Impossible d'utiliser le Click & Move durant une journée sans recharger la batterie.

Le Click & Move sera immobilisé et inutilisable durant les heures de recharge.

## Objectif 2 : améliorer la motricité du Click & Move

**Sous-objectif 2.1 : déterminer l'effort à exercer sur le brancard pour le mettre en mouvement lorsqu'il se trouve sur une rampe inclinée**

<b>Question 4</b>	<b>Relever</b> la pente maximale franchissable par le Click & Move. <b>Calculer</b> l'angle $\alpha$ (en degré) qui correspond à cette pente.  Sur la figure 2 du DR1, <b>représenter</b> et <b>nommer</b> sans échelle les efforts qui s'exercent sur le brancard.
DT1, DR1	
Feuille de copie	

Pente maximale : 8 %.  $\alpha = \text{Arctan} \frac{8}{100} = 4,57^\circ$ .

Voir DR1.

<b>Question 5</b>	<b>Calculer</b> l'accélération $a$ lors de la phase de démarrage.
DT1	
Feuille de copie	

MTRUV :  $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{6000}{4.3600} = 0,417 \text{ m/s}^2$ .

<b>Question 6</b>	<b>Écrire</b> le théorème de la résultante dynamique appliqué au brancard lors de la phase d'accélération.  <b>Écrire</b> l'équation de projection sur l'axe $O\vec{y}$ et <b>calculer</b> $\ \vec{F}_c\ $ .
DT1	
Feuille de copie	

PFD :  $\sum \vec{F}_{\text{extérieures}} = m \cdot \vec{a}$ .

Équation de projection sur l'axe  $O\vec{y}$  :  $F_c - M_1 \cdot g \cdot \sin \alpha = M_1 \cdot a$ .

$F_c = M_1 \cdot g \cdot \sin \alpha + M_1 \cdot a = 450 \cdot 9,81 \cdot \sin 4,6 + 450 \cdot 0,417 = 539 \text{ N}$ .

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER CORRIGÉ	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 1/21

<b>Question 7</b>	<b>Donner</b> la relation entre le couple de la roue motrice et l'effort tangentiel qu'elle exerce sur le sol (en valeur absolue).
DT1 Feuille de copie	À partir du couple maxi de la roue motrice ez-wheel, <b>calculer</b> l'effort tangentiel $F_{\text{Maxi}}$ disponible entre la roue et le sol.  <b>Vérifier</b> si l'effort est suffisant pour réaliser un démarrage en côte à pleine charge. Le cas échéant, <b>calculer</b> l'effort que devra fournir l'opérateur pour pouvoir démarrer.

Couple roue motrice = Effort tangentiel · rayon de la roue.

Couple maxi ez-wheel = 55 N·m  $\rightarrow F_{\text{Maxi}} = \frac{\text{Couple Maxi}}{\text{Rayon de la roue}} = \frac{55}{0,15} = 367 \text{ N} \ll 539 \text{ N}.$

La roue motrice ez-wheel ne permet pas un démarrage en côte à pleine charge sans l'aide de l'opérateur.

Effort fourni par l'opérateur au démarrage = 539 – 367 = 172 N.

### Sous-objectif 2.2 : choisir une batterie adaptée

<b>Question 8</b>	À partir de son couple maximal et selon sa tension d'alimentation (36 V ou 48 V), <b>calculer</b> l'effort tangentiel maximal $F_{\text{ozo}}$ que peut fournir cette nouvelle roue.
DT4 Feuille de copie	<b>Conclure</b> sur la tension de batterie à privilégier.

Couple maxi en 36 V = 150 N·m  $\rightarrow F_{\text{ozo}} = \frac{\text{Couple Maxi}}{\text{Rayon de la roue}} = \frac{150}{0,2275} = 659 > 550.$

Couple maxi en 48 V = 200 N·m  $\rightarrow F_{\text{ozo}} = \frac{\text{Couple Maxi}}{\text{Rayon de la roue}} = \frac{200}{0,2275} = 879 \gg 550.$

On peut privilégier une batterie de 36 V.

### Sous-objectif 2.3 : vérifier le non-patinage de la nouvelle roue lors d'un démarrage sur une rampe inclinée

<b>Question 9</b>	Sur la figure 4 du DR1, <b>représenter</b> les efforts sans échelle qui s'exercent sur le Click & Move.
Feuille de copie	<b>Appliquer</b> le principe fondamental de la statique au Click & Move et <b>écrire</b> les équations de projection des forces sur l'axe $O\vec{y}$ et sur l'axe $O\vec{z}$ .

PFS :  $\sum \overrightarrow{F_{\text{extérieures}}} = \vec{0}.$

Équation de projection des forces sur l'axe  $O\vec{y}$  :  $-F_C - P_2 \cdot \sin \alpha + T_B = 0.$

Équation de projection des forces sur l'axe  $O\vec{z}$  :  $Y_A - P_2 \cdot \cos \alpha + N_B = 0.$

<b>Question 10</b>	<b>Écrire</b> l'équation de moments autour du point C.
Feuille de copie	

Équation des moments autour du point C :  $L \cdot N_B + h \cdot T_B - d \cdot P_2 \cdot \cos \alpha + e \cdot P_2 \cdot \sin \alpha = 0.$

$$\begin{array}{ccc} \overrightarrow{\mathcal{M}_C P_2} & = & \overrightarrow{\mathcal{M}_{G_2}} + \overrightarrow{CG_2} \wedge \overrightarrow{P_2} \\ \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & = & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & d & -P_2 \cdot \sin \alpha \\ -d \cdot P_2 \cdot \cos \alpha + e \cdot P_2 \cdot \sin \alpha & 0 & e \end{array} \wedge \begin{array}{c} -P_2 \cdot \cos \alpha \end{array} \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{ccc} \overrightarrow{\mathcal{M}_C R_B} & = & \overrightarrow{\mathcal{M}_B} + \overrightarrow{CB} \wedge \overrightarrow{R_B} \\ \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & = & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & L & T_B \\ L \cdot N_B + h \cdot T_B & 0 & -h \end{array} \wedge \begin{array}{c} N_B \end{array} \end{array}$$

<b>Question 11</b>	<b>Écrire</b> la relation entre $f$ , $T_B$ et $N_B$ .
Feuille de copie	

Relation entre  $f$ ,  $T_B$  et  $N_B$  :  $f = \frac{T_B}{N_B}.$

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER CORRIGÉ	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 2/21

<b>Question 12</b>	<b>Résoudre</b> le système d'équations et <b>déterminer</b> $F_C$ en fonction de $P_2$ , $f$ , $d$ , $e$ , $L$ , $\alpha$ et $h$ .
<i>Feuille de copie</i>	

$$-F_C - P_2 \cdot \sin \alpha + T_B = 0 \Rightarrow F_C = -P_2 \cdot \sin \alpha + f \cdot N_B$$

$$Y_A - P_2 \cdot \cos \alpha + N_B = 0$$

$$f = \frac{T_B}{N_B} \Rightarrow T_B = f \cdot N_B$$

$$L \cdot N_B + h \cdot T_B - d \cdot P_2 \cdot \cos \alpha + e \cdot P_2 \cdot \sin \alpha = 0$$

$$\Rightarrow L \cdot N_B + h \cdot f \cdot N_B - d \cdot P_2 \cdot \cos \alpha + e \cdot P_2 \cdot \sin \alpha = 0$$

$$\Rightarrow N_B = \frac{d \cdot P_2 \cdot \cos \alpha - e \cdot P_2 \cdot \sin \alpha}{L + h \cdot f}$$

$$\Rightarrow F_C = -P_2 \cdot \sin \alpha + f \left( \frac{d \cdot P_2 \cdot \cos \alpha - e \cdot P_2 \cdot \sin \alpha}{L + h \cdot f} \right) = P_2 \left( \frac{d \cdot f \cdot \cos \alpha - (L + f(e + h)) \cdot \sin \alpha}{L + h \cdot f} \right)$$

<b>Question 13</b>	<b>Faire</b> l'application numérique avec :
<i>Feuille de copie</i>	$P_2 = 700 \text{ N}$ ; $f = 0,8$ ; $d = 0,25 \text{ m}$ ; $e = 0,2 \text{ m}$ ; $L = 0,5 \text{ m}$ ; $h = 0,1 \text{ m}$ et $\alpha = 4,6^\circ$

$$F_C = 169 \text{ N}$$

<b>Question 14</b>	<b>Comparer</b> la valeur de $F_C$ avec l'effort de traction maximal que le Click & Move doit pouvoir transmettre au brancard (550 N).
<i>Feuille de copie</i>	<b>Définir</b> les paramètres présents dans l'expression de $F_C$ qui peuvent être modifiés pour améliorer la situation.

$$F_C = 169 \text{ N} \ll 550 \text{ N}$$

*Il faudrait essentiellement augmenter les valeurs de  $P_2$  et  $d$  (voire  $f$ ) pour améliorer la situation.*

<b>Question 15</b>	<b>Définir</b> les transformations qui pourraient être envisagées sur la conception du Click & Move pour améliorer la situation.
<i>Feuille de copie</i>	

*Augmenter la masse du Click & Move et déplacer son CDG vers la roue.*

*Choisir un matériau pour la roue qui améliore le coefficient de frottement  $f$  avec les revêtements des hôpitaux.*

**Sous-objectif 2.4 : vérifier la compatibilité entre la nouvelle roue motrice OZO et la nouvelle batterie**

<b>Question 16</b>	<b>Vérifier</b> que la batterie choisie peut stocker suffisamment d'énergie pour les besoins quotidiens du Click & Move, c'est-à-dire les 400 Wh annoncés.
<i>Feuille de copie</i>	

$$\text{Énergie}_{(Wh)} = 17 \cdot 36 = 612 \text{ Wh et } 612 \text{ Wh} \gg 400 \text{ Wh (besoins quotidiens)}.$$

*Pour ne pas endommager la batterie, on souhaite que la valeur du courant maxi ne dépasse pas 2 fois la capacité.*

<b>Question 17</b>	À partir du courant maxi, <b>calculer</b> la puissance électrique maximale $P_{\text{élec maxi}}$ à la sortie de la batterie.
<i>Feuille de copie</i>	

$$P_{\text{élec maxi}} = 34 \cdot 36 = 1224 \text{ W}.$$

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER CORRIGÉ	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 3/21

<b>Question 18</b>	À partir du rendement de la roue OZO, <b>calculer</b> la puissance mécanique maximale disponible sur la roue lorsque la batterie délivre sa puissance maximale $P_{\text{élec. maxi}}$ . En <b>déduire</b> la vitesse que l'on peut atteindre avec une force de traction maximale de 550 N.
DT4 Feuille de copie	<b>Conclure</b> sur la faisabilité d'alimenter le Click & Move avec une seule batterie.

$P_{\text{mécanique}} = 1224 \cdot 0,8 = 979 \text{ W.}$

On sait que  $P = F \cdot V \rightarrow 979 = 550 \cdot V \rightarrow V = 1,78 \text{ m/s}$  soit environ 6,4 km/h.

On peut atteindre la vitesse maximale même à la montée. Une seule batterie est donc suffisante pour alimenter le moteur de la roue.

### Objectif 3 : modifier la structure du Click & Move pour le montage de la nouvelle roue

#### Sous-objectif 3.1 : identifier les modifications à effectuer

<b>Question 19</b>	<b>Donner</b> les deux principales différences entre la roue ez-wheel et la nouvelle roue OZO qui vont imposer des transformations sur la structure du Click & Move.
DT1, DT2, DT3, DT4 Feuille de copie	<b>Citer</b> les modifications de conception à prévoir sur le Click & Move pour utiliser la nouvelle roue OZO.

Principales différences :

- la roue ez-wheel est montée en porte à faux alors que la roue OZO est fixée sur les deux côtés de son axe ;
- diamètre roue OZO : 455 mm, diamètre roue ez-wheel : 300 mm.

Modifications de conception :

- le support de roue du Click & Move devra être modifié pour avoir de la matière au niveau des deux zones de fixation de la roue ;
- modification de la hauteur du support de roue et du châssis pour garder la géométrie du Click & Move (axe vertical de pivotement du support de roue) ;
- la longueur du Click & Move devrait aussi être impactée ;
- pour conserver l'ergonomie, le bras de commande devra être raccourci ;
- passage à prévoir pour le fil électrique d'alimentation de la roue OZO.

#### Sous-objectif 3.2 : modifier le support de roue

<b>Question 20</b>	Sur le DR2 est représentée une perspective du support de roue actuel.
DT2, DT3, DT4 DR2	<b>Compléter</b> la vue en perspective du nouveau support de roue représenté sans la tôle de protection, en <b>précisant</b> les fonctions techniques associées aux nouvelles formes de cette pièce.  <b>Faire</b> une vue de détail de chacune des deux zones de fixation de la roue sur le support. <b>Noter</b> les dimensions importantes du nouveau support de roue, particulièrement dans ces deux zones de fixation.

Voir DR2.

### Sous-objectif 3.3 : modifier le châssis

<b>Question 21</b>	Sur le DR3, sont représentées deux vues planes du châssis actuel du Click & Move.
DT2, DT3, DT4 DR3 Feuille de copie	<b>Entourer</b> les cotes qui devront être modifiées pour que : <ul style="list-style-type: none"><li>• l'axe de la liaison entre le support de roue et le châssis reste vertical ;</li><li>• le châssis soit adapté aux dimensions de la nouvelle roue (jeu entre la roue et le châssis : 20 à 40 mm).</li></ul> <b>Proposer</b> des valeurs pour ces nouvelles cotes en justifiant les choix.

*Les roues n'ont pas le même diamètre ( $\varnothing$  455 mm pour la nouvelle roue et  $\varnothing$  300 mm pour l'ancienne).*

*Différence de rayon :  $227,5 - 150 = 77,5$  mm.*

*Il faut modifier la cote de 166 mm pour que le châssis reste horizontal.*

*$166 + 77,5 = 243,5$  mm.*

*Il faut aussi augmenter la largeur pour que la nouvelle roue ne touche pas le châssis.*

*Voir DR3.*

### Objectif 4 : modifier la liaison entre le support de roue et le châssis

#### Sous-objectif 4.1 : analyser de la solution actuelle

<b>Question 22</b>	<b>Nommer</b> le type de montage de roulement qui a été choisi pour le guidage en rotation du support de roue par rapport au châssis.
DT2, DT3 Feuille de copie	<b>Préciser</b> l'avantage de ce type de montage sur un guidage en rotation. <b>Identifier</b> quelles sont les bagues de roulement qui doivent être montées serrées dans ce montage. <b>Justifier</b> la réponse.

*C'est un montage de deux roulements à rouleaux coniques montés en opposition.*

*Montage en O.*

*Il a pour avantage de rendre la liaison plus rigide car il éloigne les centres de poussée des deux roulements.*

*La charge principale est fixe par rapport au support de roue. Ce sont donc les bagues extérieures qui sont mobiles par rapport à la direction de la charge et elles doivent être montées serrées.*

<b>Question 23</b>	Sur le DR4, <b>compléter</b> le graphe de montage qui décrit l'enchaînement des opérations nécessaires à l'assemblage de la liaison pivot entre le châssis et le support de roue.
DT2, DT3 DR4 Feuille de copie	<b>Quelle</b> est l'opération d'assemblage qui pourrait endommager les roulements ? <b>Proposer</b> une procédure pour éviter que les roulements soient endommagés.

*Le serrage trop fort de la vis 22 peut endommager les roulements.*

*Une étude de précharge du montage de roulement doit être effectuée et un couple de serrage correspondant sur la vis 22 doit être calculé et donné à l'opérateur d'assemblage.*

## Sous-objectif 4.2 : concevoir la nouvelle solution de guidage en rotation

### Sous-objectif 4.2.1 : choisir une méthode pour déterminer les roulements

<b>Question 24</b>	Parmi les quatre conditions, données par SKF, <b>donner</b> la ou les conditions qui correspondent à la situation du guidage en rotation que l'on souhaite concevoir entre le support de roue et le châssis du Click & Move.
DT5 Feuille de copie	

- Le roulement est à l'arrêt et soumis à une charge continue ou intermittente (chocs) ;
- le roulement effectue, sous charge, de lents mouvements d'oscillation ou d'alignement.

### Sous-objectif 4.2.2 : déterminer les roulements

<b>Question 25</b>	<b>Calculer</b> la charge statique équivalente $P_0$ pour chacun des deux roulements à l'aide des informations dans l'extrait du catalogue SKF.
DT5 Feuille de copie	

Roulement 1 :

$$P_0 = 0,6 Fr_1 + 0,5 Fa_1 = 0,6 \cdot 3800 + 0,5 \cdot 600 = 2580 \text{ N}$$

$$P_0 < 3800 \rightarrow P_0 = 3,8 \text{ kN}$$

Roulement 2 :

$$P_0 = Fr_2 \text{ car pas de charge axiale} \rightarrow P_0 = 4,4 \text{ kN}$$

<b>Question 26</b>	<b>Déterminer</b> la charge statique de base $C_0$ pour chacun des deux roulements en prenant un coefficient de sécurité statique $s_0 = 1,25$ .
DT5 Feuille de copie	

$$\text{Roulement 1 : } C_0 = 3,8 \cdot 1,25 = 4,75 \text{ kN.}$$

$$\text{Roulement 2 : } C_0 = 4,4 \cdot 1,25 = 5,5 \text{ kN.}$$

### Sous-objectif 4.2.3 : sélectionner les roulements compatibles

<b>Question 27</b>	Pour chacun des deux roulements, <b>chercher</b> les dimensions compatibles avec la charge statique de base et les exigences dimensionnelles du bureau d'études.  <b>Donner</b> les désignations des roulements compatibles.
DT5 Feuille de copie	

Roulement 1 : 16006 ; 6006 ; 61907.

Roulement 2 : 16006 ; 6006 ; 61907.

### Sous-objectif 4.2.4 : choisir deux roulements et concevoir le montage

<b>Question 28</b>	<b>Indiquer</b> , sur feuille de copie, les désignations et les dimensions des deux roulements choisis.  <b>Compléter</b> la vue en coupe du DR5 en représentant, à main levée, un montage de roulements qui respecte les exigences du bureau d'études.
DT5 DR5 Feuille de copie	

Roulement 1 : 6006  $\rightarrow$  Dimensions : 30 - 55 - 13.

Roulement 2 : 61907  $\rightarrow$  Dimensions : 35 - 55 - 10.

Voir DR2.

<b>Question 29</b>	<b>Indiquer</b> , sur votre montage, les ajustements et les jeux fonctionnels.  <b>Proposer</b> une solution d'étanchéité pour les deux roulements.
DR5 Feuille de copie	

Solution d'étanchéité : roulements avec flasques intégrés.

Voir DR2.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER CORRIGÉ	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 6/21



## Objectif 5 : simplifier et automatiser le verrouillage

### Sous objectif 5.1 : valider la modélisation du mécanisme en vue de sa simulation

<b>Question 30</b>	<b>Calculer</b> le degré d'hyperstatisme $h$ du mécanisme en remplissant les tableaux du DR6.
DR6 Feuille de copie	<b>Citer</b> un avantage et un inconvénient d'un système hyperstatique.

Mécanisme hyperstatique :

- mécanisme plus rigide ;
- montage possible sous réserve de dimensions précises et/ou efforts dus aux déformations.

<b>Question 31</b>	<b>Proposer</b> , en la dessinant sur feuille de copie, une nouvelle modélisation qui rende le mécanisme isostatique.
Feuille de copie	<b>Montrer</b> que le nouveau degré d'hyperstatisme du mécanisme est nul.

### Sous objectif 5.2 : vérifier que le nouveau mécanisme permet bien de déverrouiller le brancard

<b>Question 32</b>	<b>Définir</b> le mouvement de la manivelle 2 par rapport à 1.
DR7 Feuille de copie	En <b>déduire</b> et <b>tracer</b> la trajectoire du point A : $T_{A/2/1}$ .

Mouvement de rotation d'axe Ox.

Voir DR7.

<b>Question 33</b>	<b>Définir</b> le mouvement du levier 4 par rapport à 1.
DR7 Feuille de copie	En <b>déduire</b> et <b>tracer</b> la trajectoire du point B : $T_{B/4/1}$ .

Mouvement de rotation d'axe Cx.

Voir DR7.

<b>Question 34</b>	<b>Définir</b> le mouvement de l'axe de verrouillage 5 par rapport à 1.
DR7 Feuille de copie	En <b>déduire</b> et <b>tracer</b> la trajectoire du point D : $T_{D/5/1}$ .

Mouvement de translation rectiligne verticale d'axe z.

Voir DR7.

<b>Question 35</b>	<b>Déterminer</b> les nouvelles positions des points A, B, D et K notés $A_1$ , $B_1$ , $D_1$ et $K_1$ lorsque la pédale est en position verte (position déverrouillée ; $\theta = -30^\circ$ ).
DT6 DR7 Feuille de copie	Bien faire apparaître les traits de construction. <b>Conclure</b> sur la capacité du nouveau mécanisme à bien libérer la tôle d'accroche.

La nouvelle position de l'extrémité de l'axe de verrouillage libère bien la tôle d'accroche.

### Sous objectif 5.3 : vérifier que le nouveau mécanisme permet d'atteindre la position freinage

<b>Question 36</b>	<b>Déterminer</b> les nouvelles positions des points A, B, D et K notés $A_2$ , $B_2$ , $D_2$ et $K_2$ lorsque la pédale est en position rouge (position freinée et verrouillée ; $\theta = +45^\circ$ ).
DT6 DR7 Feuille de copie	<b>Préciser</b> si le verrouillage est toujours assuré. Le cas échéant <b>proposer</b> une modification.

L'axe 5 n'est en prise que sur la partie supérieure du châssis mais le verrouillage est toujours assuré.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER CORRIGÉ	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 7/21

**Sous objectif 5.4 : le bureau d'étude souhaite améliorer le confort de l'utilisateur en proposant un verrouillage automatique**

<b>Question 37</b>	<b>Définir</b> les efforts résistants que devraient vaincre l'opérateur en appuyant sur la pédale rouge pour verrouiller le brancard avant que le système soit automatique.
DT6 Feuille de copie	

*Il faut comprimer les ressorts internes aux roulettes par l'intermédiaire des cames et vaincre tous les efforts de frottements.*

<b>Question 38</b>	En fonction des critères proposés, de leur pondération et des 4 schémas légendés, <b>noter</b> chacune des solutions proposées. <b>Faire</b> le choix d'une solution en justifiant le raisonnement.
DR8 Feuille de copie	

*Voir DR8.*

*D'où le choix de la solution 4.*

**Sous objectif 5.5 : valider le choix du ressort de verrouillage**

<b>Question 39</b>	<b>Entourer</b> sur l'axe des abscisses du graphe du DR9, les trois positions stables de la pédale de commande et les <b>repérer</b> par leur nom (PR, PM et PV).
DT6 DR9	

*Voir DR9.*

<b>Question 40</b>	En observant la forme des cames, <b>relier</b> les 3 images aux 3 valeurs d'angles de rotation de l'axe de commande hexagonal correspondantes.
DT6 DR9	

*Voir DR9.*

<b>Question 41</b>	<b>Définir</b> la condition entre $C_m$ et $C_r$ pour que le ressort de verrouillage assure sa fonction. À partir des 3 courbes de couple résultant, relatives à 3 ressorts de verrouillage différents, <b>faire</b> un choix argumenté du ressort de verrouillage adapté. <b>Indiquer</b> sa longueur $L$ (mm) et sa raideur $k$ (N/mm).
DR9 Feuille de copie	

*$C_m > C_r$  soit  $C_{résultant} > 0$ . La courbe rouge est au-dessus de l'axe des abscisses, le ressort correspondant qui pourrait convenir est :  $L = 85$  mm,  $k = 0,6$  N/mm.*

**Sous objectif 5.6 : vérifier les conditions de fonctionnement de la liaison linéaire rectiligne entre le levier 4 et l'axe de verrouillage 5**

<b>Question 42</b>	<b>Définir</b> le mouvement de la manivelle 2 par rapport à 1 et <b>en déduire</b> la trajectoire $T_{A,2/1}$ . <b>Tracer</b> le support de $\vec{V}_{A2/1}$ , <b>déterminer</b> $\ \vec{V}_{A2/1}\ $ puis <b>représenter</b> ce vecteur vitesse. <b>Montrer</b> que $\vec{V}_{A3/1} = \vec{V}_{A2/1}$ .
DR10 Feuille de copie	

*Mouvement de rotation d'axe Ox.*

*Le support de  $\vec{V}_{A2/1}$  est la droite perpendiculaire à OA passant par A.*

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER CORRIGÉ	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 8/21



$$\|\vec{V}_{A2/1}\| = 2 \cdot \pi \cdot 28 = 176 \text{ mm/s} \quad (1 \text{ mm/s} = 0,5 \text{ mm soit } 88 \text{ mm}).$$

$\vec{V}_{A3/1} = \vec{V}_{A2/1}$  car A est le centre de la liaison commune à 2 et 3.

Voir DR10.

<b>Question 43</b>	<b>Définir</b> le mouvement de la bielle 3 par rapport à 1.
Feuille de copie	

Mouvement plan dans le plan yz.

<b>Question 44</b>	<b>Définir</b> le mouvement du levier 4 par rapport à 1 et <b>en déduire</b> la trajectoire $T_{B,4/1}$ .
DR10	
Feuille de copie	<b>Tracer</b> le support de $\vec{V}_{B4/1}$ . <b>Montrer</b> que $\vec{V}_{B3/1} = \vec{V}_{B4/1}$ .

Mouvement de rotation d'axe Cx.

Le support de  $\vec{V}_{B4/1}$  est la droite perpendiculaire à CB passant par B.

$\vec{V}_{B3/1} = \vec{V}_{B4/1}$  car B est le centre de la liaison commune à 3 et 4.

Voir DR10.

<b>Question 45</b>	En utilisant une méthode graphique de votre choix, <b>déterminer</b> $\vec{V}_{B4/1}$ .
DR10	

$$\vec{V}_{B4/1} = 45 \text{ mm/s} \quad (22,5 \text{ mm}).$$

Voir DR10.

<b>Question 46</b>	<b>En déduire</b> la trajectoire $T_{E,4/1}$ .
DR10	<b>Tracer</b> le support de $\vec{V}_{E4/1}$ .
Feuille de copie	<b>Déterminer</b> $\vec{V}_{E4/1}$ en précisant la méthode choisie et en faisant bien apparaître les tracés.

Le support de  $\vec{V}_{E4/1}$  est la droite perpendiculaire à CE passant par E.

Champ des vecteurs vitesses : 88 mm soit 176 mm/s.

Voir DR10.

On prendra pour la suite  $\|\vec{V}_{E4/1}\| = 180 \text{ mm/s}$

<b>Question 47</b>	<b>Définir</b> le mouvement de l'axe de verrouillage 5 par rapport à 1 et <b>en déduire</b> la trajectoire $T_{E,5/1}$ .
DR10	<b>Tracer</b> le support de $\vec{V}_{E5/1}$ ainsi que le support de la vitesse de glissement $\vec{V}_{E5/4}$ . Les tracés seront réalisés sur la vue partielle dans le coin inférieur droit.

Mouvement de translation rectiligne verticale d'axe z.

Voir DR10.

<b>Question 48</b>	<b>Écrire</b> la relation de composition de mouvement au point E.
DR10	<b>Déterminer</b> graphiquement la valeur de la vitesse de glissement $\vec{V}_{E5/4}$ ainsi que $\vec{V}_{E5/1}$ pour valider la conception.
Feuille de copie	

$$\vec{V}_{E5/1} = \vec{V}_{E5/4} + \vec{V}_{E4/1}$$

$$\|\vec{V}_{E5/4}\| = 70 \text{ mm/s} \quad (35 \text{ mm}) \quad \text{et} \quad \|\vec{V}_{E5/1}\| = 190 \text{ mm/s} \quad (95 \text{ mm}).$$

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER CORRIGÉ	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 9/21

Voir DR10.

<b>Question 49</b>	<b>Relever</b> sur la courbe, la vitesse maximale de glissement $\vec{V}_{E5/4 \max}$ .
DT7	<b>Relever</b> sur la courbe, l'effort maximal transmis par la liaison.
Feuille de copie	<b>Conclure</b> , en justifiant quant à la validation des résultats des simulations par rapport à vos résultats trouvés précédemment.

$$\|\vec{V}_{E4/5 \max}\| = 7,7 \text{ cm/s} = 77 \text{ mm/s.}$$

$$F_{\max} = 17,8 \text{ N.}$$

<b>Question 50</b>	<b>Calculer</b> la largeur réelle b de la surface rectangulaire de contact selon la théorie de Hertz entre le levier 4 et le doigt de l'axe de verrouillage 5.
DT8	On prendra les valeurs suivantes : diamètre du doigt $d_1 = 8 \text{ mm}$ , $L = 10 \text{ mm}$
Feuille de copie	$E_1 = E_2 = 220\,000 \text{ MPa}$ , $\nu_1 = \nu_2 = 0,3$ (coefficient de Poisson).

$$\frac{1}{d^*} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{8} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{8} \text{ d'où } d^* = 8 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{E^*} = 2 \cdot \frac{1-\nu_1^2}{E_1} = 2 \cdot \frac{1-0,3^2}{220\,000} \text{ d'où } E^* = 120\,879 \text{ MPa}$$

$$b = \sqrt{\frac{2F}{\pi L} \cdot \frac{d^*}{E^*}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17,8}{10 \cdot \pi} \cdot \frac{8}{120\,879}} = 0,0087 \text{ mm}$$

<b>Question 51</b>	Sachant que la pression n'est pas uniforme sur la surface de contact, <b>calculer</b> la pression maximale de contact $P_{\max}$ selon la théorie de Hertz.
DT8	
Feuille de copie	

$$P_{\max} = \frac{2F}{\pi b L} = \frac{2 \cdot 17,8}{\pi \cdot 0,01 \cdot 10} = 113 \text{ MPa}$$

<b>Question 52</b>	<b>Relever</b> , dans le tableau du DT8, la situation de contact qui correspond à ce cas de figure et <b>noter</b> la pression admissible dans ce contact.
DT8	<b>Comparer</b> cette pression admissible avec la pression maximale de contact $P_{\max}$ .
Feuille de copie	<b>Conclure</b> .

Il y a contact entre les pièces mobiles (articulation en chape ou fourchette) :  $P_{\max} = 10 \text{ MPa}$ .  
La pression est donc trop élevée.

<b>Question 53</b>	Dans le cas où la pression de contact est trop importante, <b>proposer</b> sous forme de croquis légendé, une modification de la liaison linéaire rectiligne permettant de se rapprocher des pressions admissibles par les matériaux.
Feuille de copie	

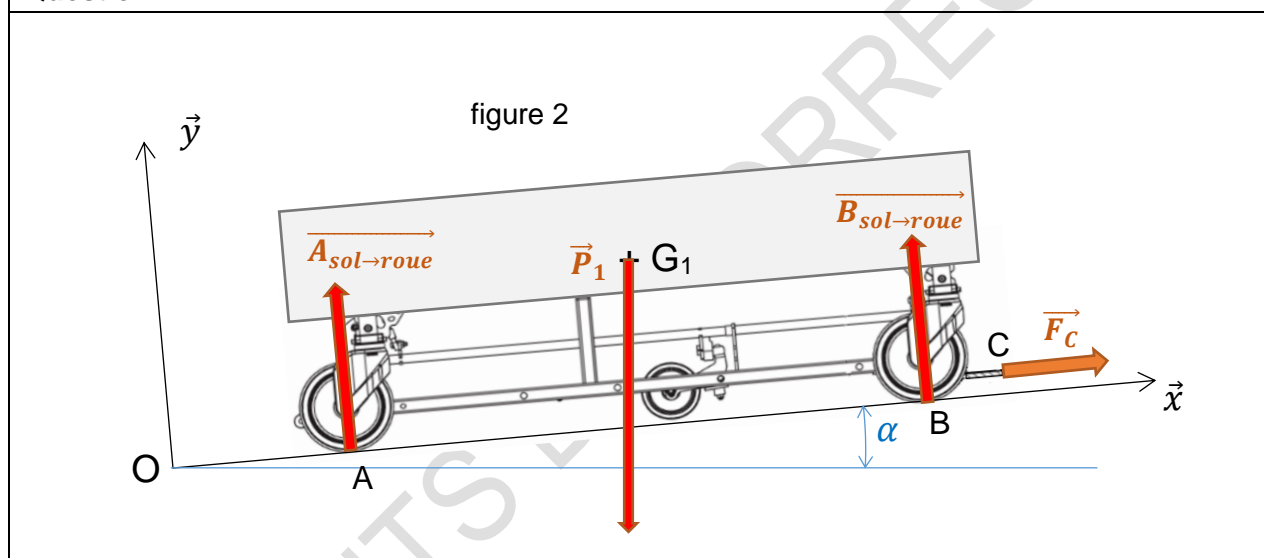
Longueur du doigt, diamètre du doigt, nombre de doigts, interposition d'éléments roulants.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER CORRIGÉ	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 10/21

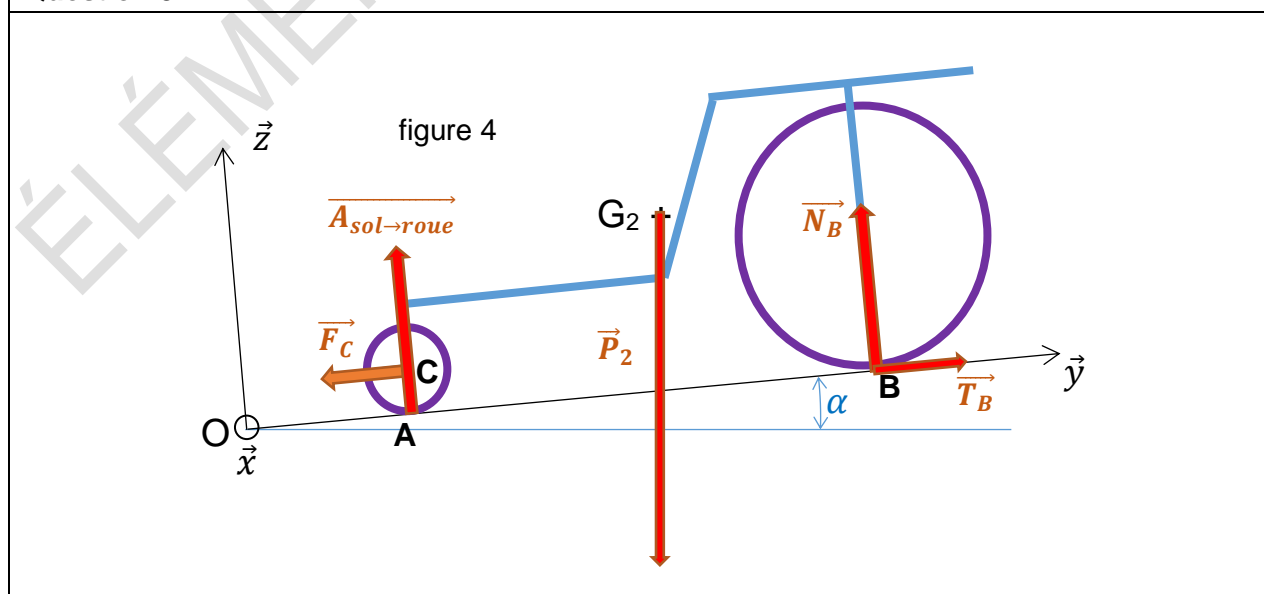
## Question 2

Tronçons	$l_{(A)}$	$P_{(W)}$	$t_{(s)}$	$E_{(J)}$
T1	5	120	40	4 800
T2	15	360	40	14 400
T3	5	120	20	2 400
T4	10	240	60	14 400
T5	20	480	20	9 600
T6	10	240	20	4 800
T7	5	120	20	2 400
TOTAL en Joule				52 800
Énergie en Wh consommée pour un trajet standard de 220 s				14,6

## Question 4



## Question 9



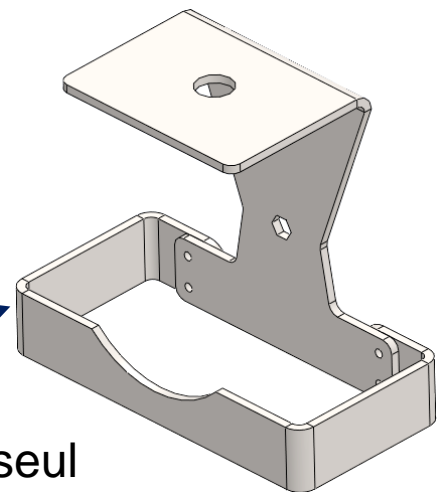
Le nouveau support de roue sera fabriqué en acier. Tôle pliée de 6 mm obtenue par découpe laser.

La nouvelle tôle de protection, également en tôle pliée de 6 mm, ne fera pas tout le tour de la roue. Seul le côté extérieur (coté où se trouve l'opérateur) sera protégé.

L'axe de la roue doit rester à la verticale de l'axe d'articulation du support de roue.

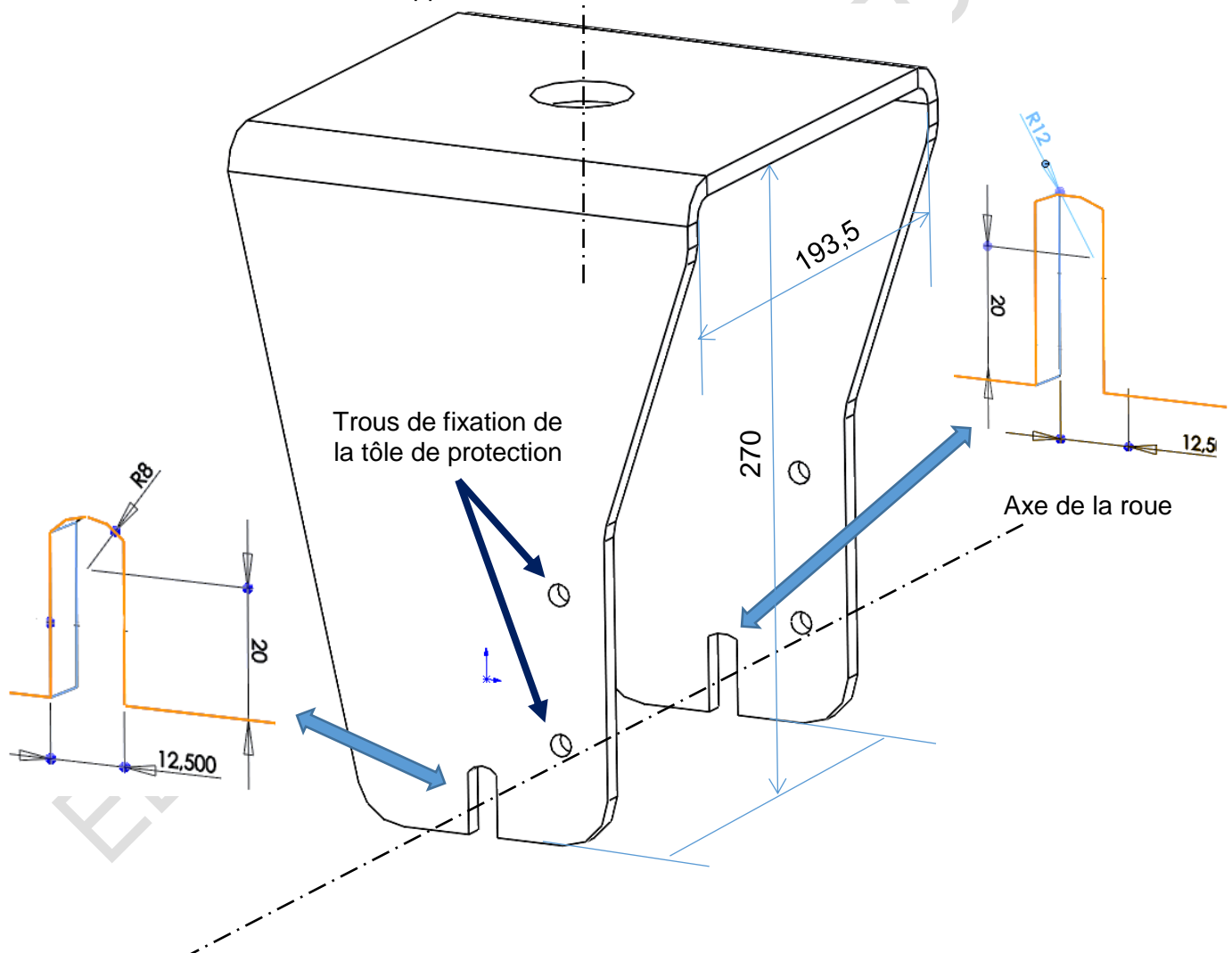
Support de roue actuel

Tôle de protection



M

## Nouveau support de roue seul

Axe d'articulation  
du support de roue

Deux zones de fixation pour la nouvelle roue.

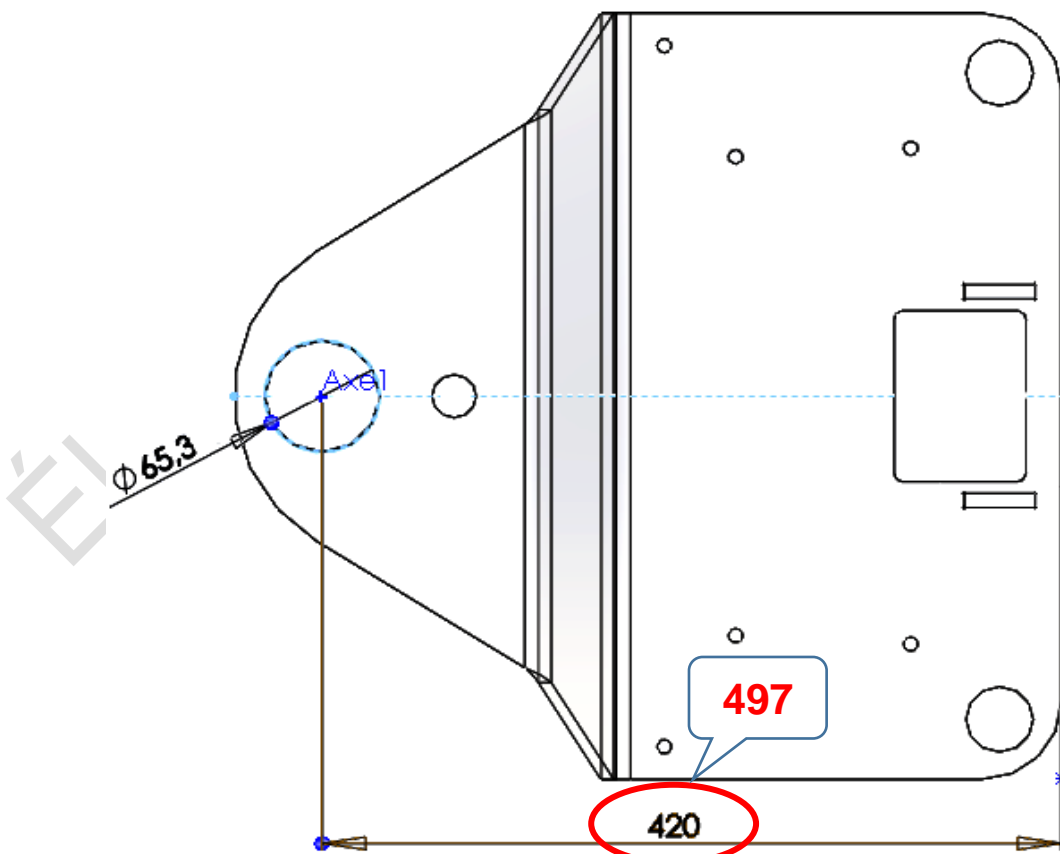
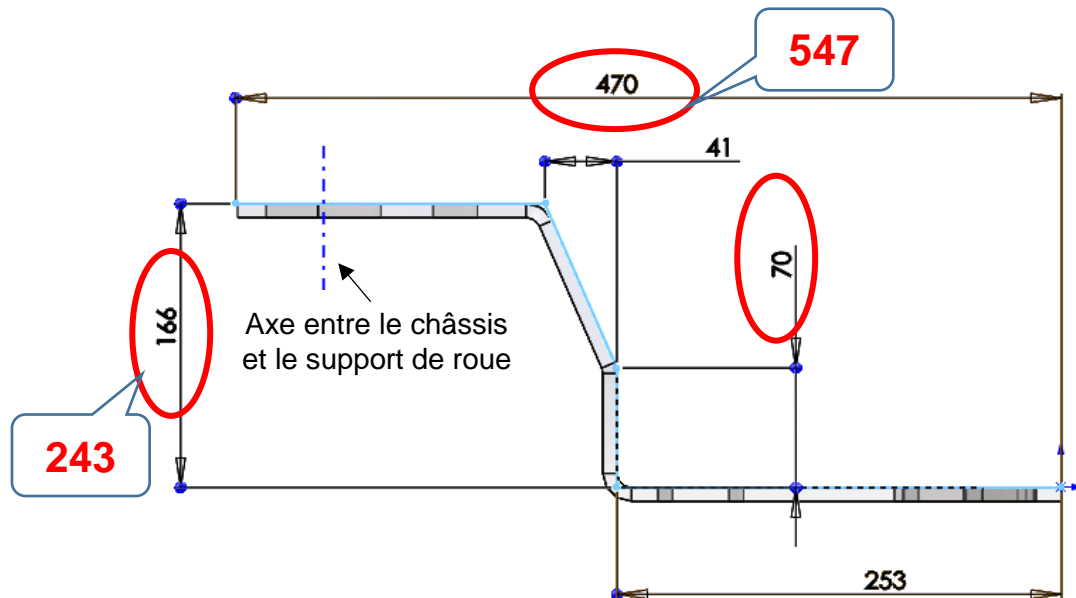
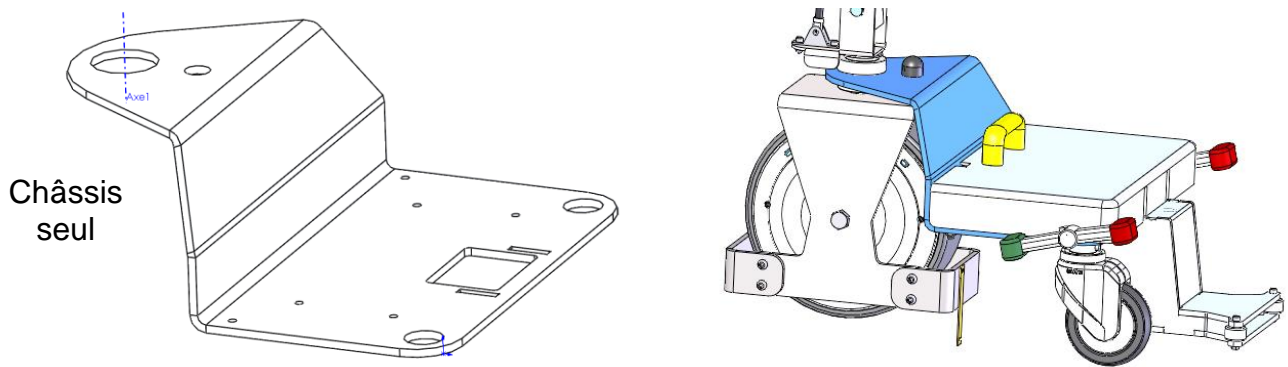
Largeur des rainures : 12,5 mm pour que le méplat puisse transmettre le couple de la roue.

Trous de fixation de la tôle de protection uniquement du côté avant.

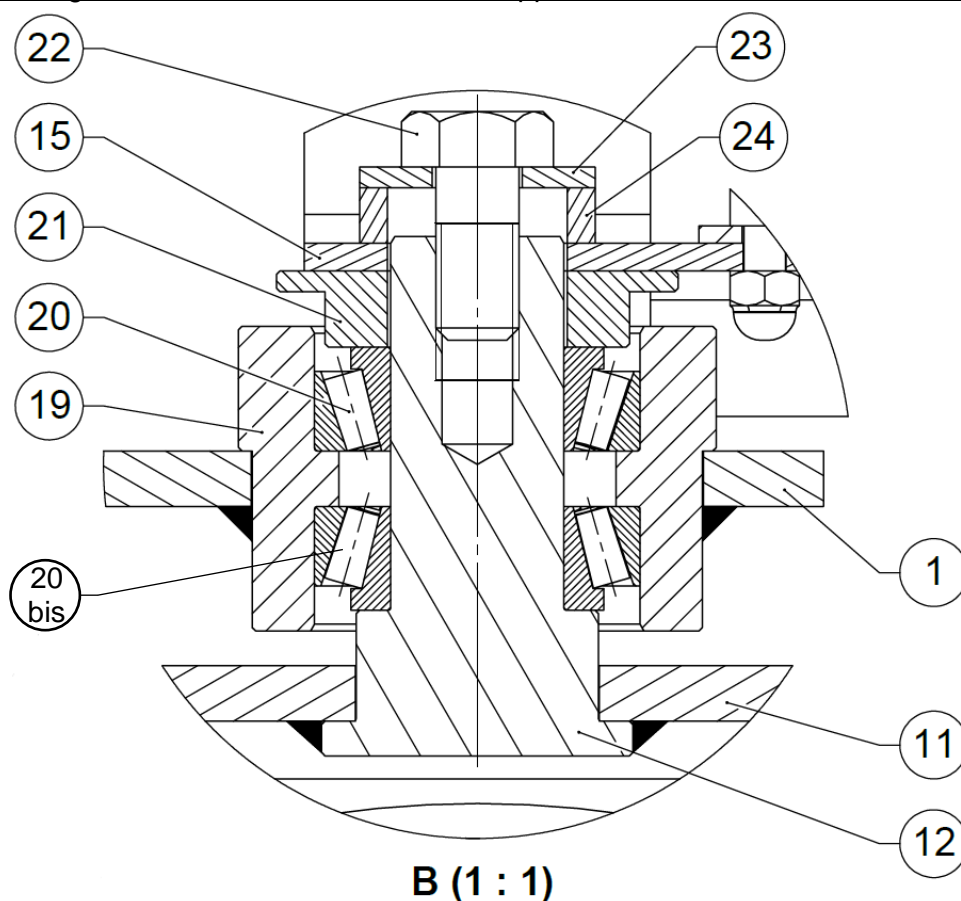
Hauteur 270 mm pour le passage de la nouvelle roue  $\varnothing$  455 mm (jeu + dépassement de l'axe 12).

Largeur entre flans : 193,5 mm pour laisser un peu de jeu (193 mm entre les deux méplats DT4).

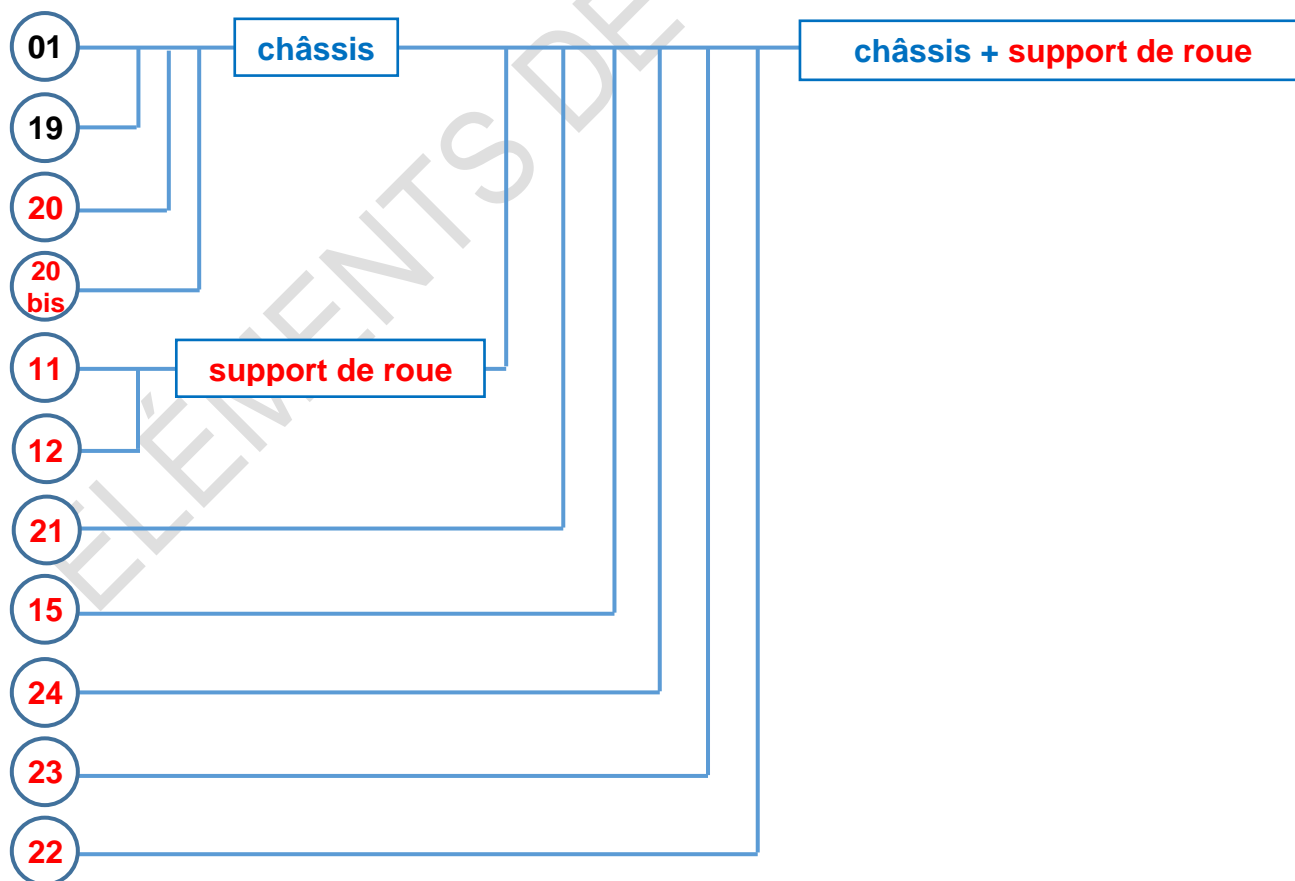
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER RÉPONSE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 12/21



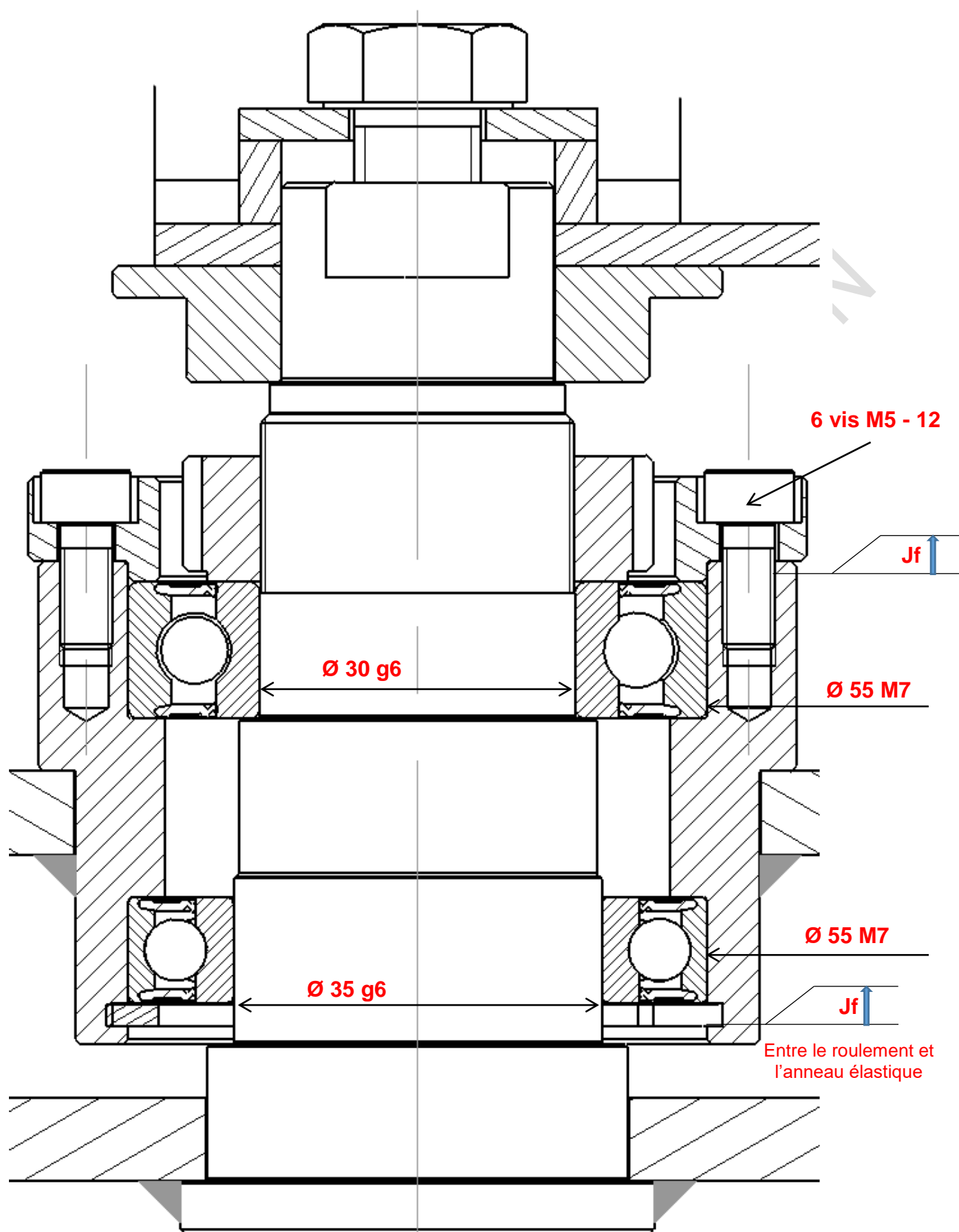
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER RÉPONSE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 13/21



GRAPHE DE MONTAGE







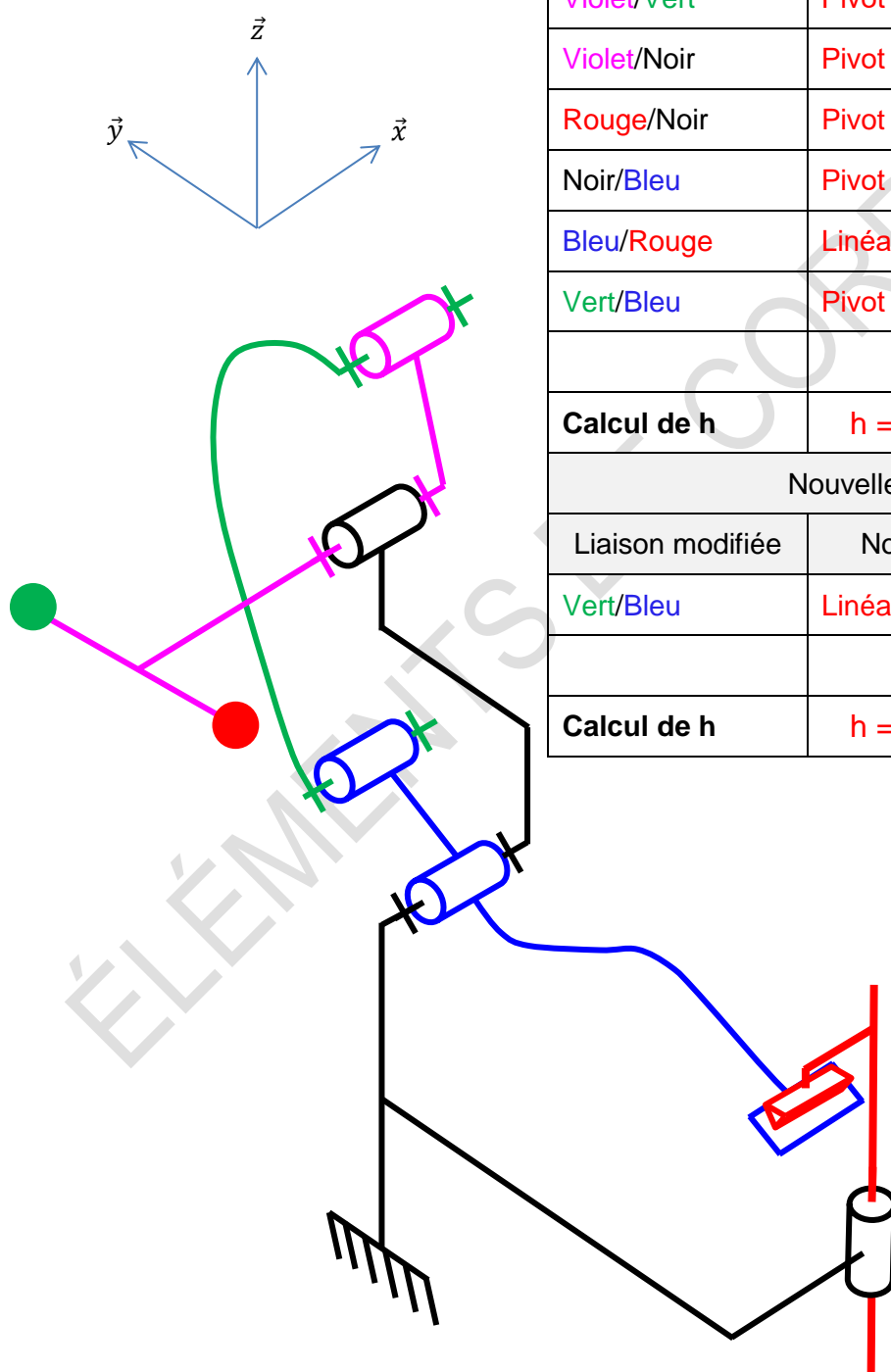
Coupe BB – Échelle 2 : 1

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER RÉPONSE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 15/21

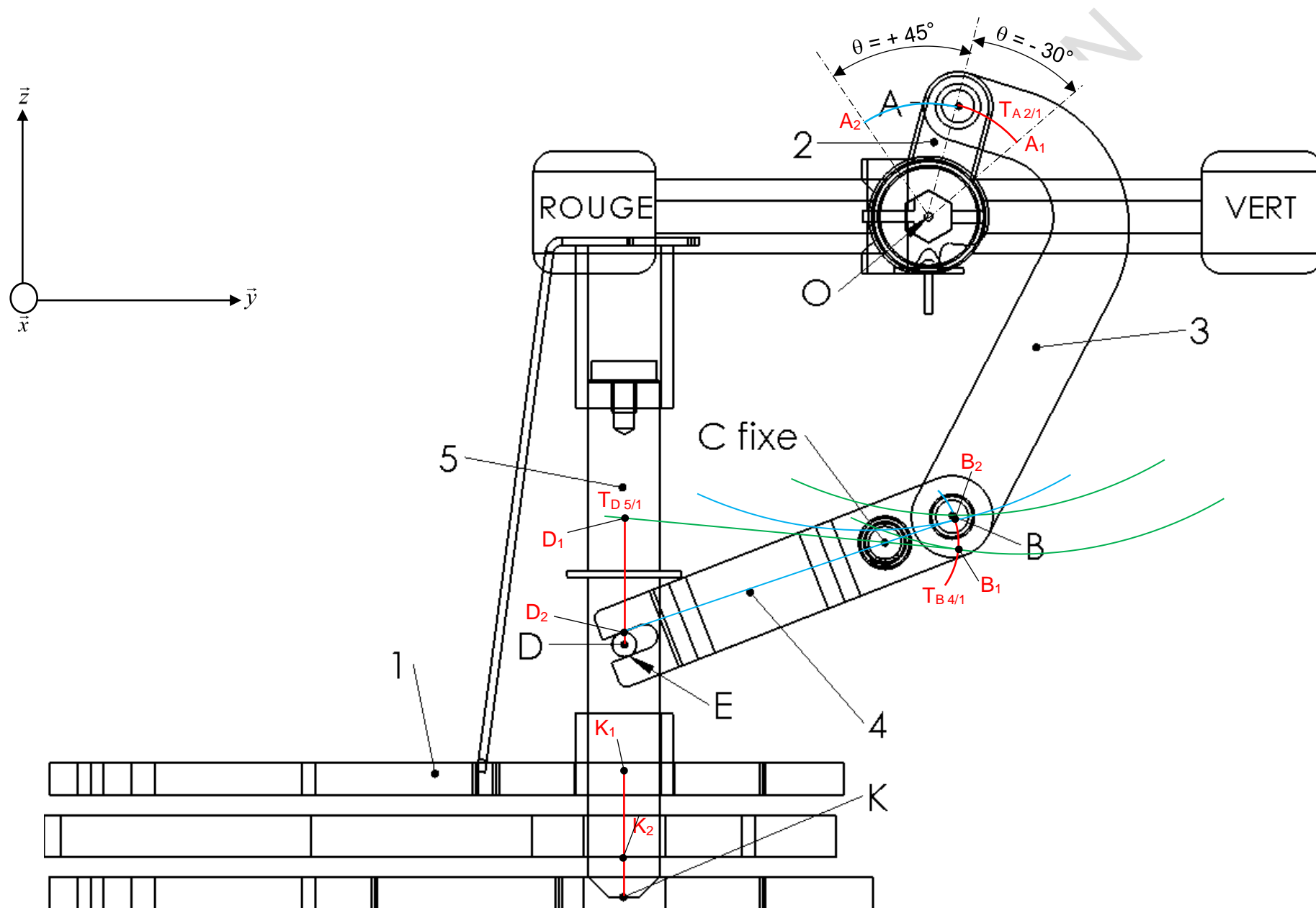
Rappel du calcul du degré d'hyperstatisme :  $h = \sum N_s - 6(n-1) + m_u + m_i$

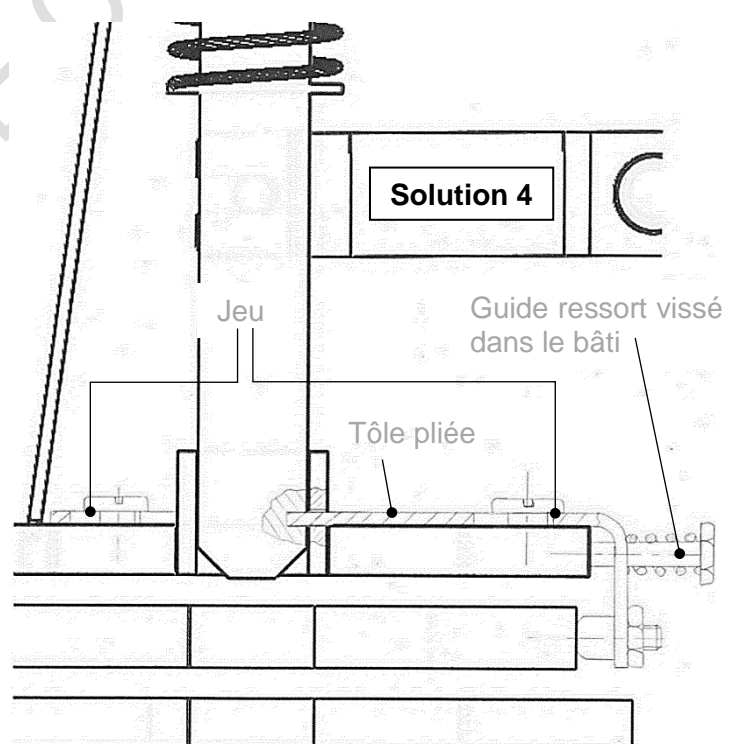
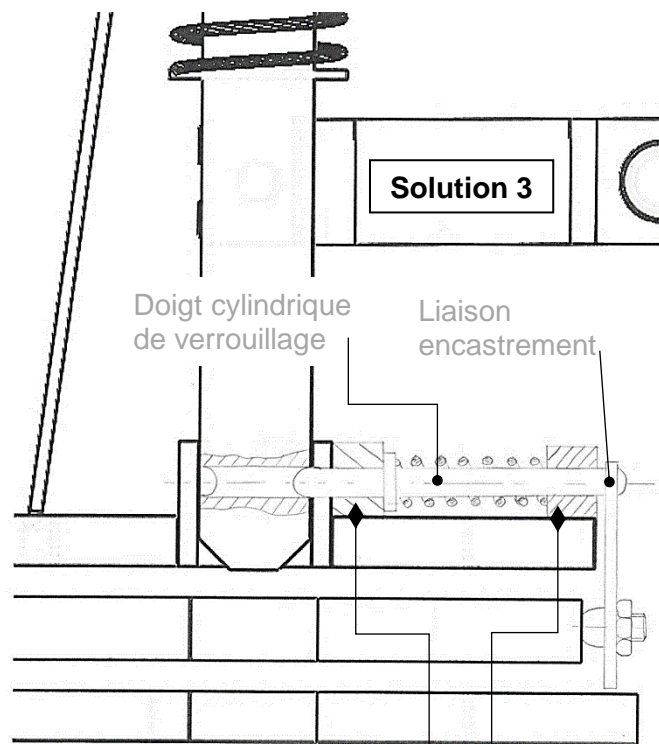
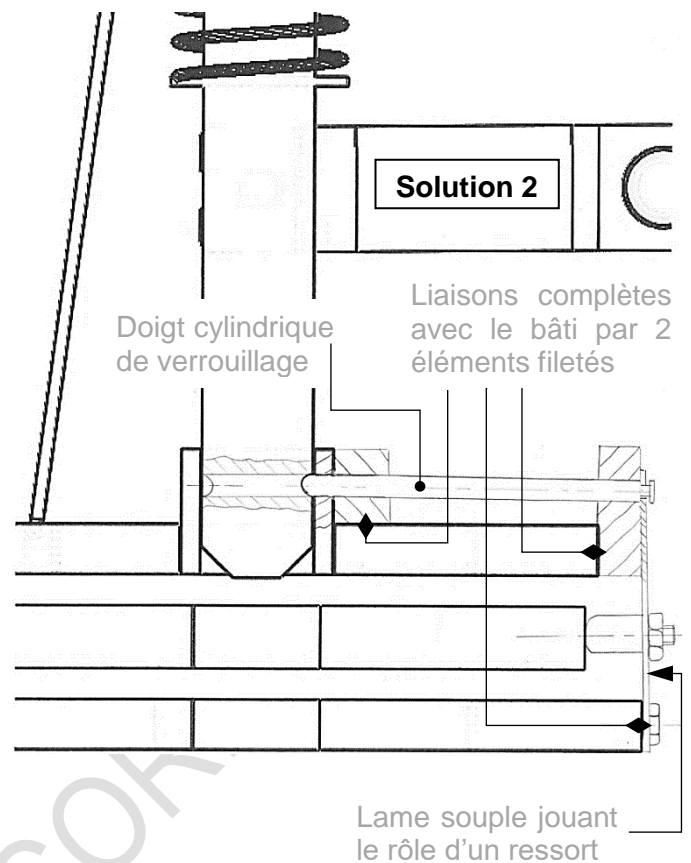
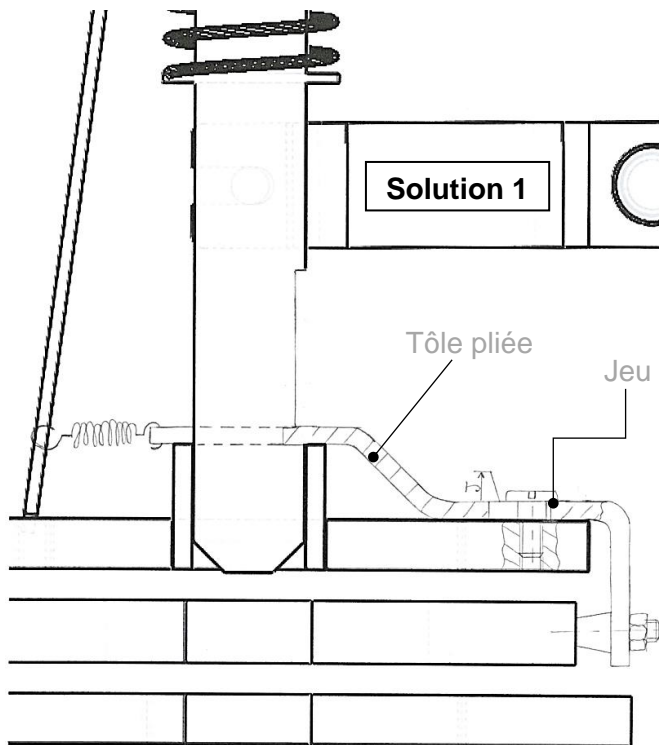
- $N_s$  = nombres d'inconnues statiques de liaison (degré de liaison)

n = nombre de classes d'équivalence	5
$m_u$ = mobilité utile	1
$m_i$ = mobilité interne	0



Liaison	Nom de la liaison et orientation	$N_s$
Violet/Vert	Pivot d'axe x	5
Violet/Noir	Pivot d'axe x	5
Rouge/Noir	Pivot glissant d'axe z	4
Noir/Bleu	Pivot d'axe x	5
Bleu/Rouge	Linéaire rectiligne d'axes x	2
Vert/Bleu	Pivot d'axe x	5
$\sum N_s =$		26
Calcul de h	$h = 26 - 6 \cdot (5 - 1) + 1 + 0$	3
Nouvelle modélisation		
Liaison modifiée	Nom de la liaison et orientation	
Vert/Bleu	Linéaire annulaire d'axes x	2
$\sum N_s =$		23
Calcul de h	$h = 23 - 6 \cdot (5 - 1) + 1 + 0$	0





Notes à attribuer aux différentes solutions :

- pas adapté => -1 ;
- bien adapté => 1 ;
- très bien adapté => 2.

Critères	Pondération	Niveaux			
		Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4
Guidage suffisant	3	3	6	3	3
Nombre de pièces	3	6	-3	-3	6
Complexité de fabrication	5	5	5	5	10
Réglage possible	4	8	4	4	8
Total des points pondérés		22	12	9	27
Solution choisie					X

Le tableau est à compléter dans les cases blanches.

Le niveau par solution se calcule par : **Niveau solution = Pondération x note que vous attribuez.**

