

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

Question 1	Donner 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.*

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

Voir DR1.

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

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

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

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

Voir DR1.

Question 5	Calculer l'accélération a lors de la phase de démarrage.
DT1 Feuille de copie	

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

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

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

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

Question 7	Donner 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, calculer l'effort tangentiel F_{Maxi} disponible entre la roue et le sol. Vérifier si l'effort est suffisant pour réaliser un démarrage en côte à pleine charge. Le cas échéant, calculer 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 → $F_{Maxi} = \frac{\text{Couple Maxi}}{\text{Rayon de la roue}} = \frac{55}{0,15} = 367 \text{ N} \ll 539 \text{ N}$.

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

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

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

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

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

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

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

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 $O\vec{z}$: $Y_A - P_2 \cdot \cos \alpha + N_B = 0$.

Question 10	Écrire l'équation de moments autour du point C.
Feuille de copie	

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

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

Question 11	Écrire la relation entre f , T_B et N_B .
Feuille de copie	

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Question 13	Faire 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 $\alpha = 4,6^\circ$

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

Question 14	Comparer 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>	Définir 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.

Question 15	Définir 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

Question 16	Vérifier 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.

Question 17	À partir du courant maxi, calculer 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

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

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

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

Question 19	Donner 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. Citer les modifications de conception à prévoir sur le Click & Move pour utiliser la nouvelle roue OZO.
DT1, DT2, DT3, DT4 <i>Feuille de copie</i>	

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

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

Voir DR2.

Sous-objectif 3.3 : modifier le châssis

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

Question 22	Nommer 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	Préciser l'avantage de ce type de montage sur un guidage en rotation. Identifier quelles sont les bagues de roulement qui doivent être montées serrées dans ce montage. Justifier 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.

Question 23	Sur le DR4, compléter 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	Quelle est l'opération d'assemblage qui pourrait endommager les roulements ? Proposer 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

Question 24	Parmi les quatre conditions, données par SKF, donner 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

Question 25	Calculer 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 :

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

Question 26	Déterminer 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

Question 27	Pour chacun des deux roulements, chercher les dimensions compatibles avec la charge statique de base et les exigences dimensionnelles du bureau d'études. Donner 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

Question 28	Indiquer , sur feuille de copie, les désignations et les dimensions des deux roulements choisis. Compléter 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 → Dimensions : 30 - 55 - 13.

Roulement 2 : 61907 → Dimensions : 35 - 55 - 10.

Voir DR2.

Question 29	Indiquer , sur votre montage, les ajustements et les jeux fonctionnels. Proposer 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

Question 30	Calculer le degré d'hyperstatisme h du mécanisme en remplissant les tableaux du DR6.
DR6 Feuille de copie	Citer 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.

Question 31	Proposer , en la dessinant sur feuille de copie, une nouvelle modélisation qui rende le mécanisme isostatique.
Feuille de copie	Montrer 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

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

Mouvement de rotation d'axe Ox.
Voir DR7.

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

Mouvement de rotation d'axe Cx.
Voir DR7.

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

Mouvement de translation rectiligne verticale d'axe z.
Voir DR7.

Question 35	Déterminer 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. Conclure 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

Question 36	Déterminer 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	Préciser si le verrouillage est toujours assuré. Le cas échéant proposer 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

Question 37	Définir 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.

Question 38	En fonction des critères proposés, de leur pondération et des 4 schémas légendés, noter chacune des solutions proposées. Faire 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

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

Voir DR9.

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

Voir DR9.

Question 41	Définir 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, faire un choix argumenté du ressort de verrouillage adapté. Indiquer 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

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

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

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

Voir DR10.

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

Mouvement plan dans le plan yz.

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

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

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

Voir DR10.

Question 46	En déduire la trajectoire $T_{E,4/1}$.
DR10	
Feuille de copie	Tracer le support de $\vec{V}_{E4/1}$. Déterminer $\vec{V}_{E4/1}$ 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 $\|\vec{V}_{E4/1}\| = 180 \text{ mm/s}$

Question 47	Définir le mouvement de l'axe de verrouillage 5 par rapport à 1 et en déduire la trajectoire $T_{E,5/1}$.
DR10	
	Tracer 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.

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

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

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

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

Voir DR10.

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

$$\|\vec{V}_{E4/5 \max}\| = 7,7 \text{ cm/s} = 77 \text{ mm/s.}$$
$$F_{\text{Max}} = 17,8 \text{ N.}$$

Question 50	Calculer 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).

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

$$\frac{1}{E^*} = 2 \cdot \frac{1-\nu_1^2}{E_1} = 2 \cdot \frac{1-0,3^2}{220000} \text{ d'où } E^* = 120879 \text{ MPa}$$

$$b = \sqrt{\frac{2F}{\pi L} \cdot \frac{d^*}{E^*}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17,8}{10 \cdot \pi} \cdot \frac{8}{120879}} = 0,0087 \text{ mm}$$

Question 51	Sachant que la pression n'est pas uniforme sur la surface de contact, calculer la pression maximale de contact P_{Max} selon la théorie de Hertz.
DT8	
Feuille de copie	

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

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

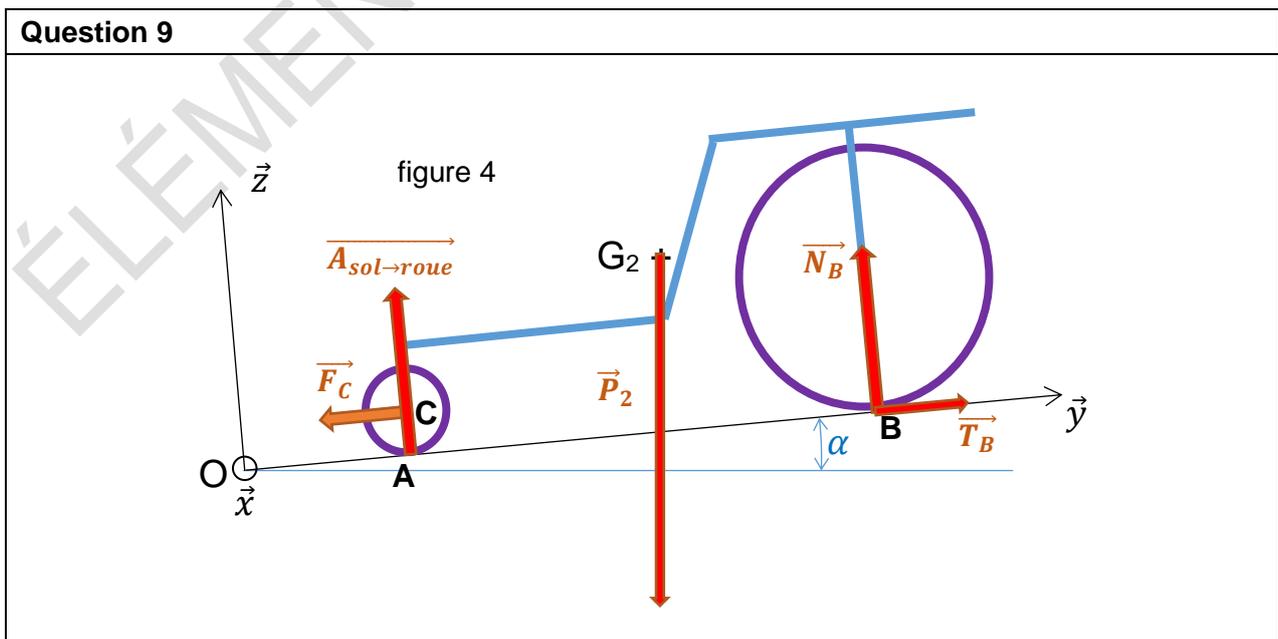
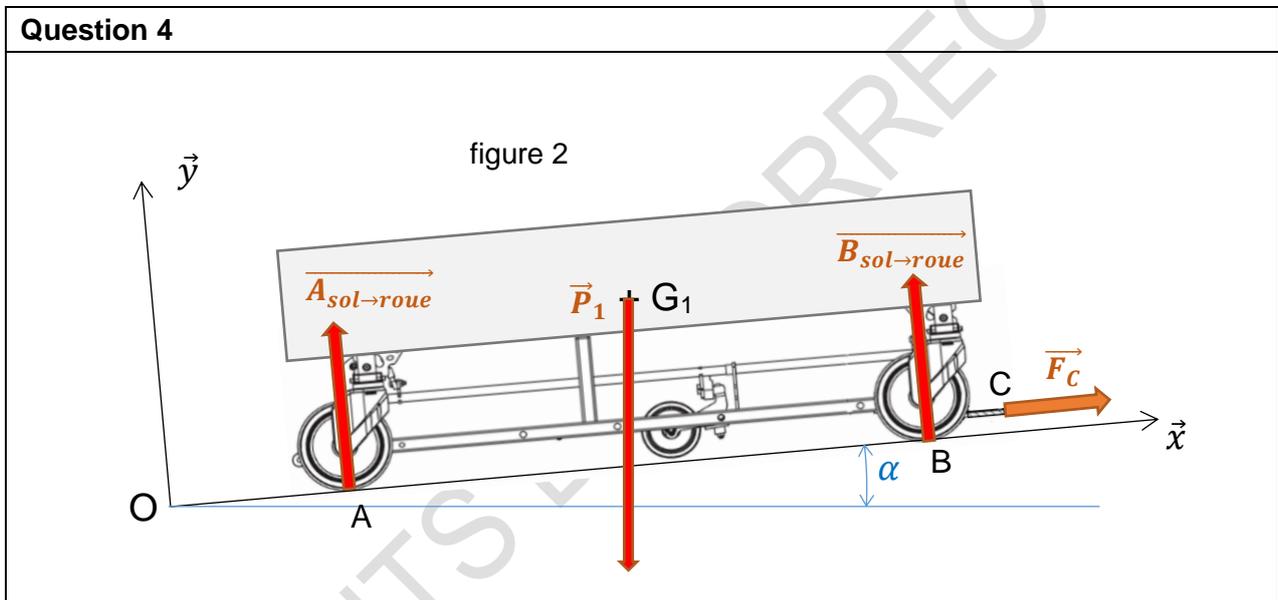
Il y a contact entre les pièces mobiles (articulation en chape ou fourchette) : $P_{\text{Max}} = 10 \text{ MPa}$.
La pression est donc trop élevée.

Question 53	Dans le cas où la pression de contact est trop importante, proposer 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.

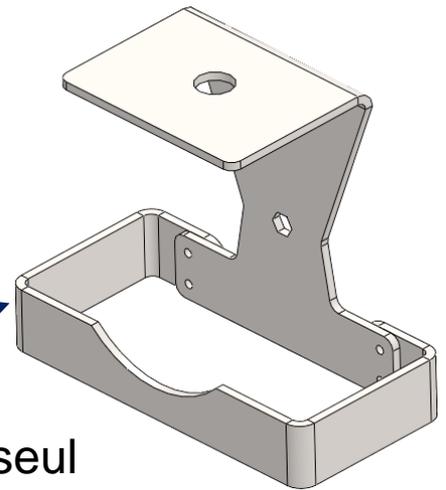
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER CORRIGÉ	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 10/21

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



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.

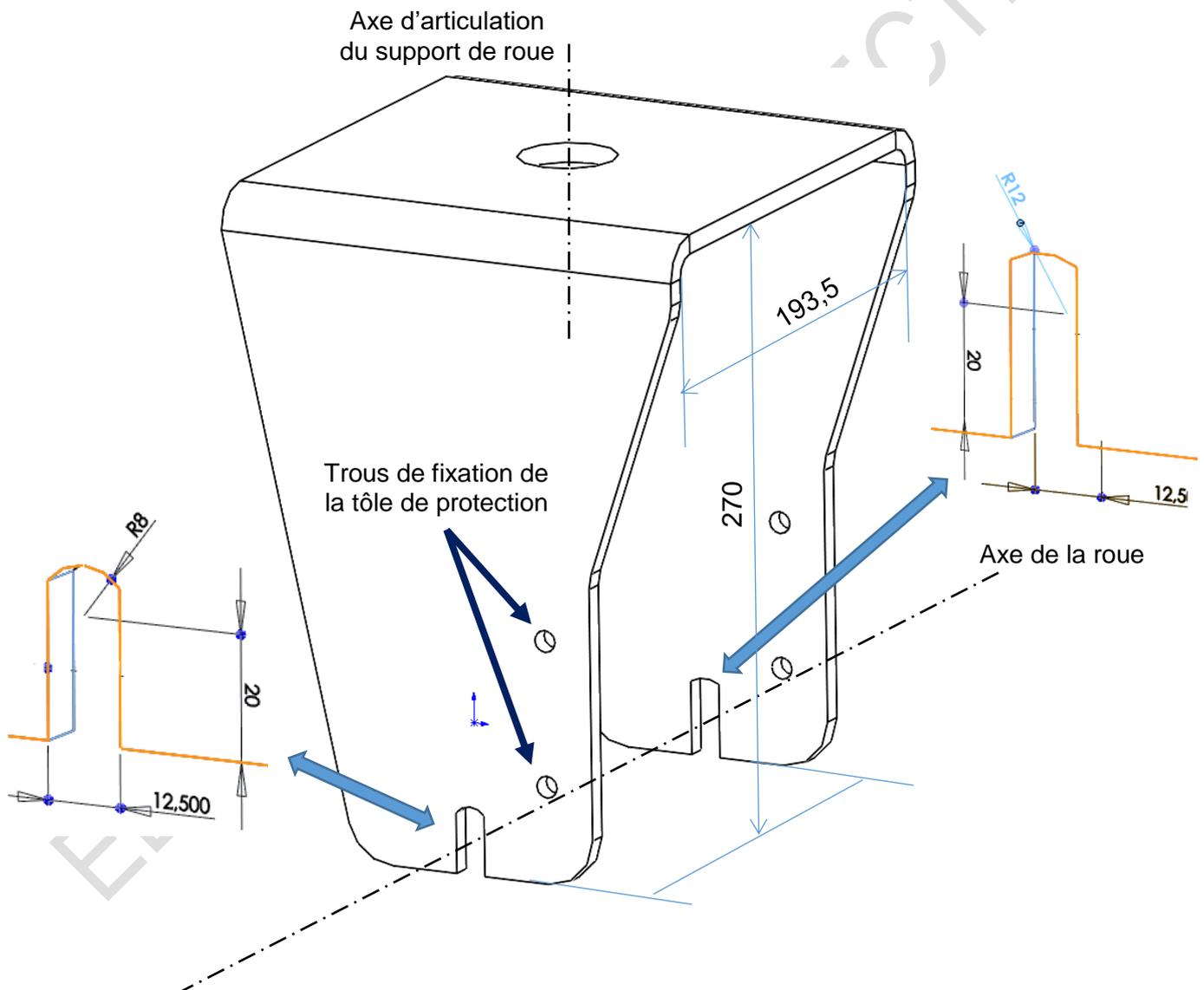
Support de roue actuel



Tôle de protection

M

Nouveau support de roue seul



Deux zones de fixation pour la nouvelle roue.

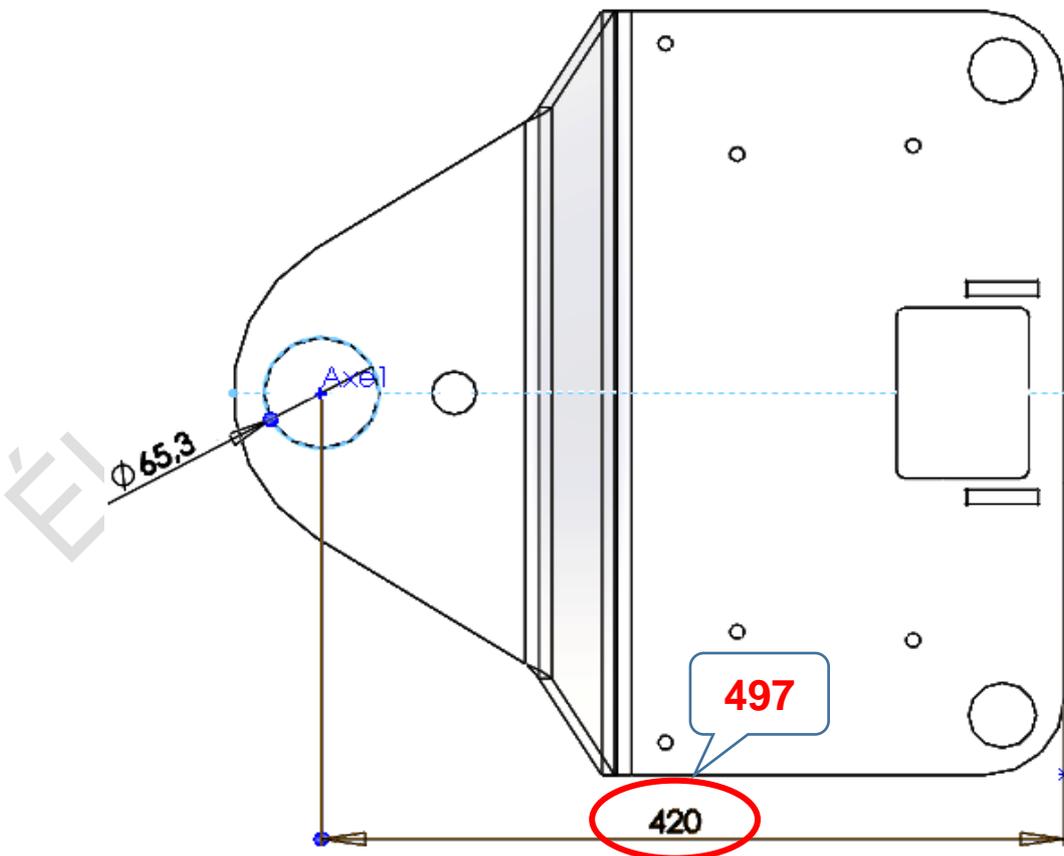
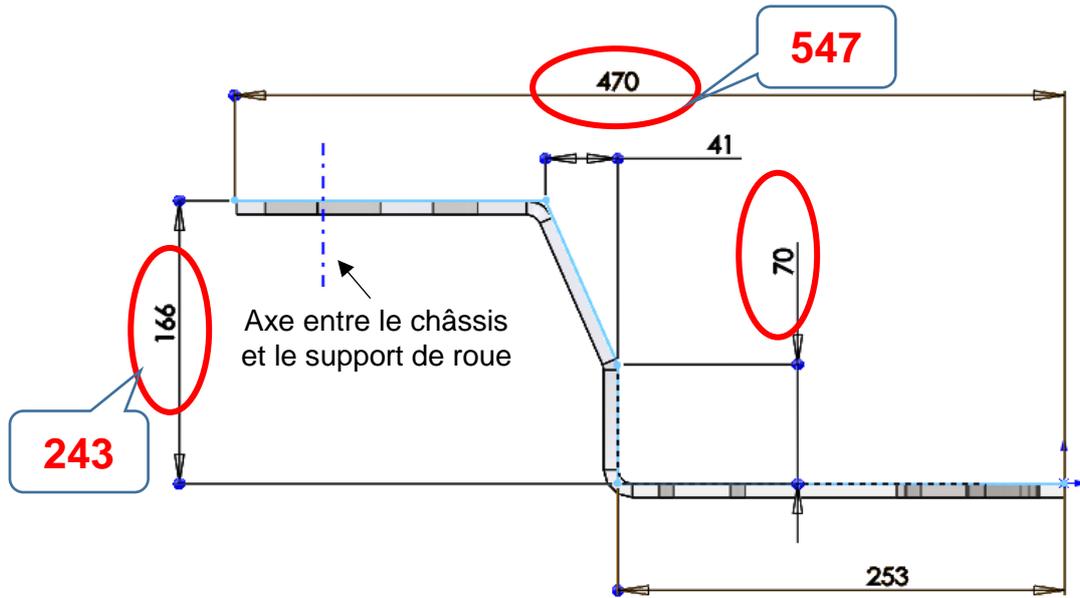
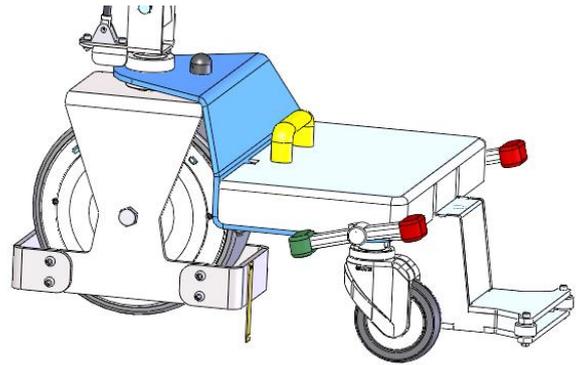
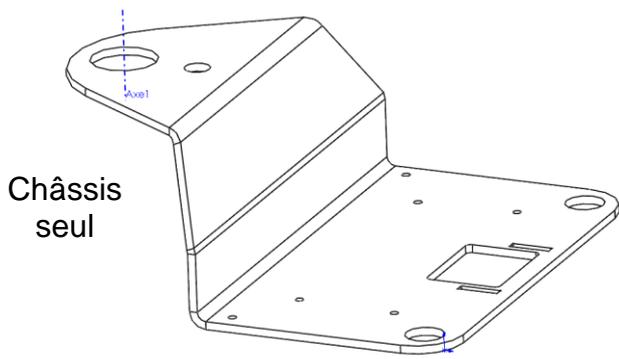
Largeur des rainures : 12,5 mm pour que le méplat puisse transmettre le couple de la roue.

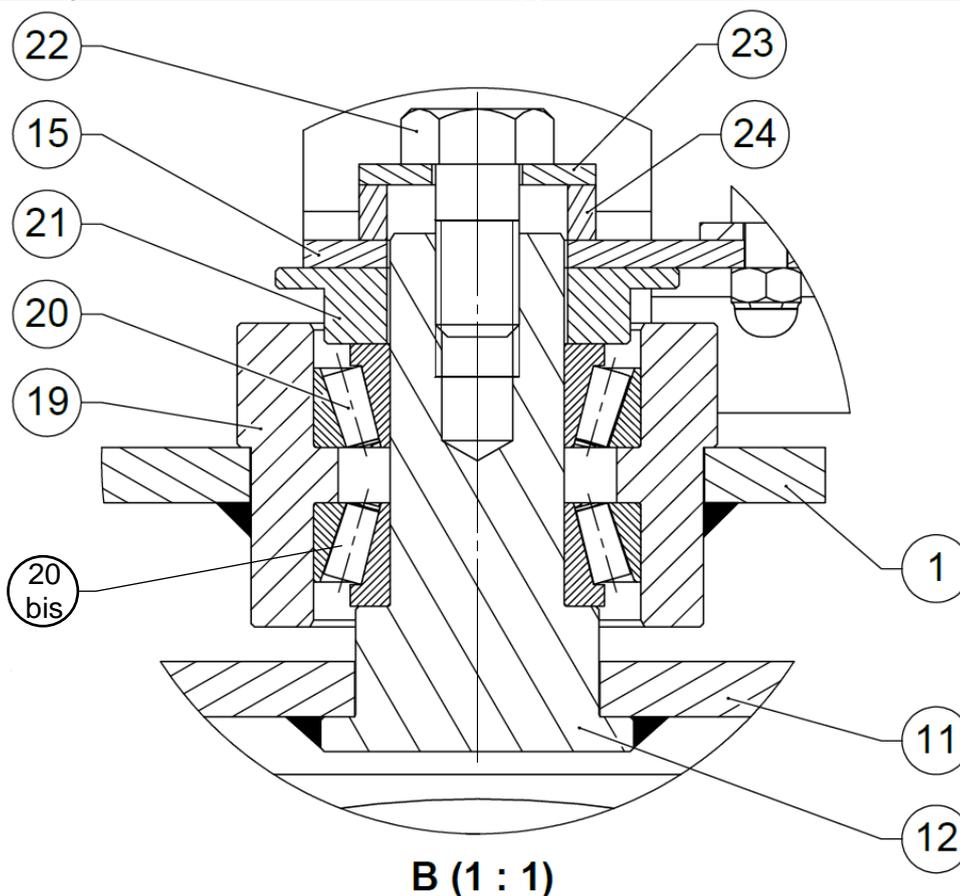
Trous de fixation de la tôle de protection uniquement du côté avant.

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

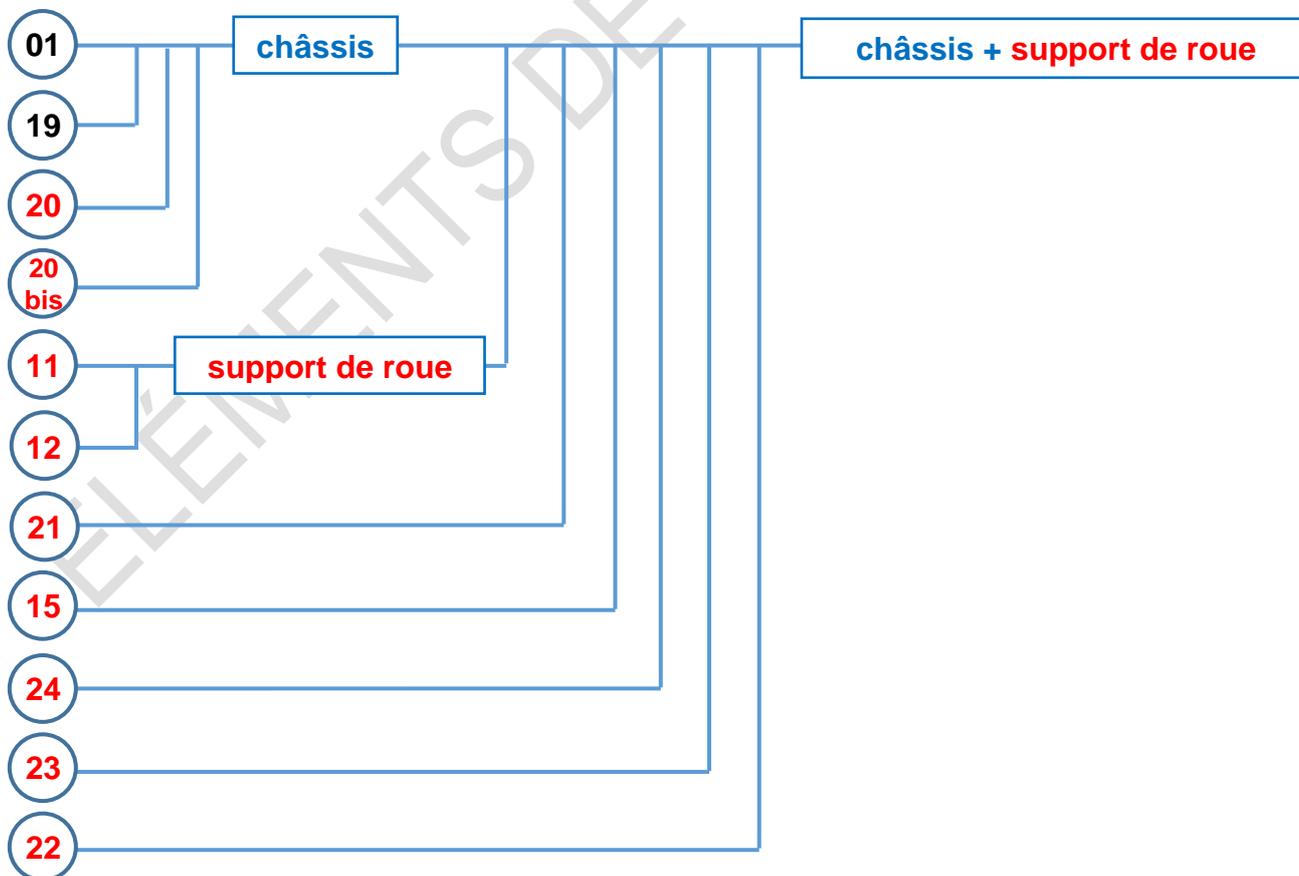
Largeur entre flans : 193,5 mm pour laisser un peu de jeu (193 mm entre les deux méplats DT4).

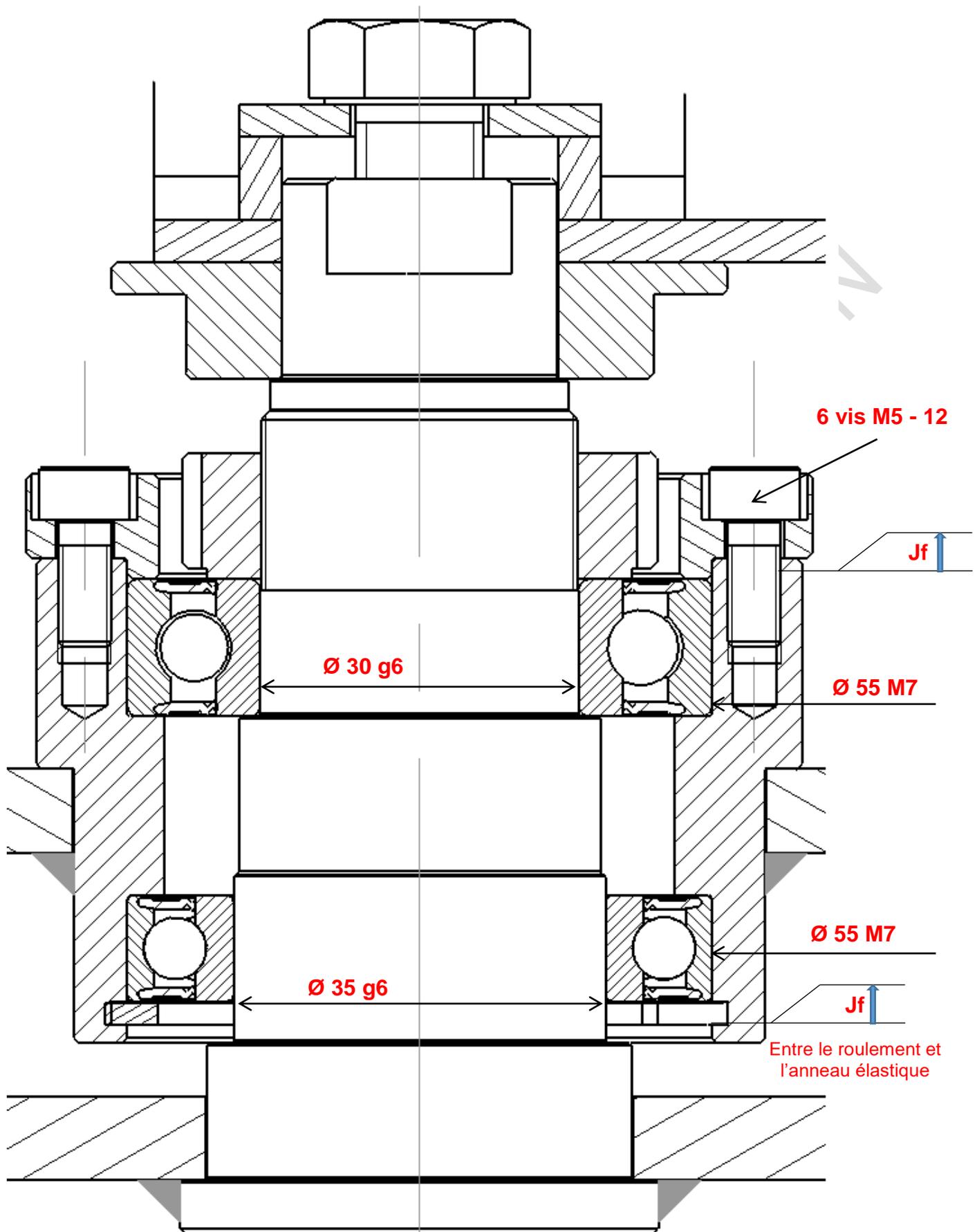
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER RÉPONSE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 12/21





GRAPHE DE MONTAGE





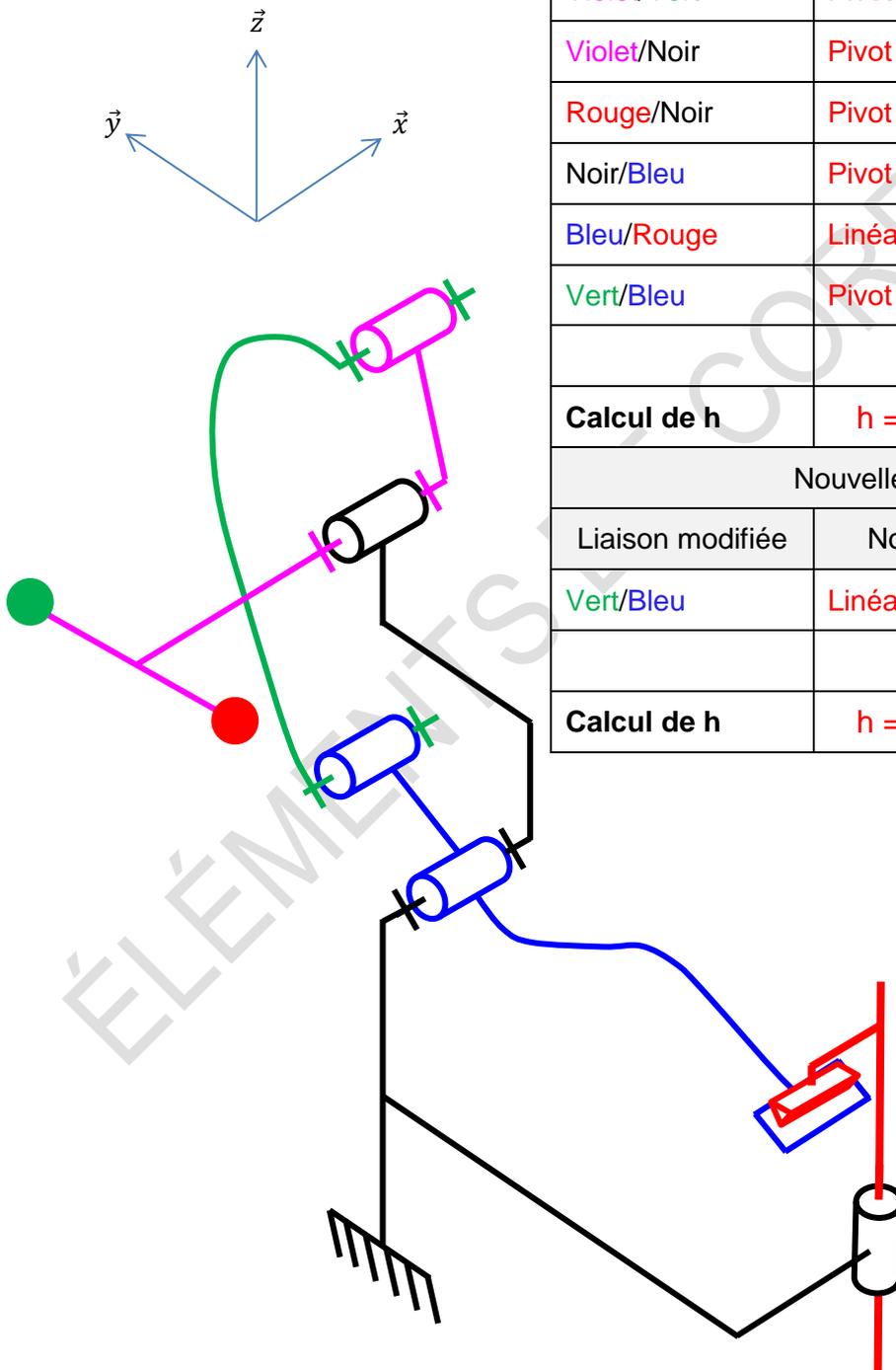
Coupe BB – Échelle 2 : 1

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

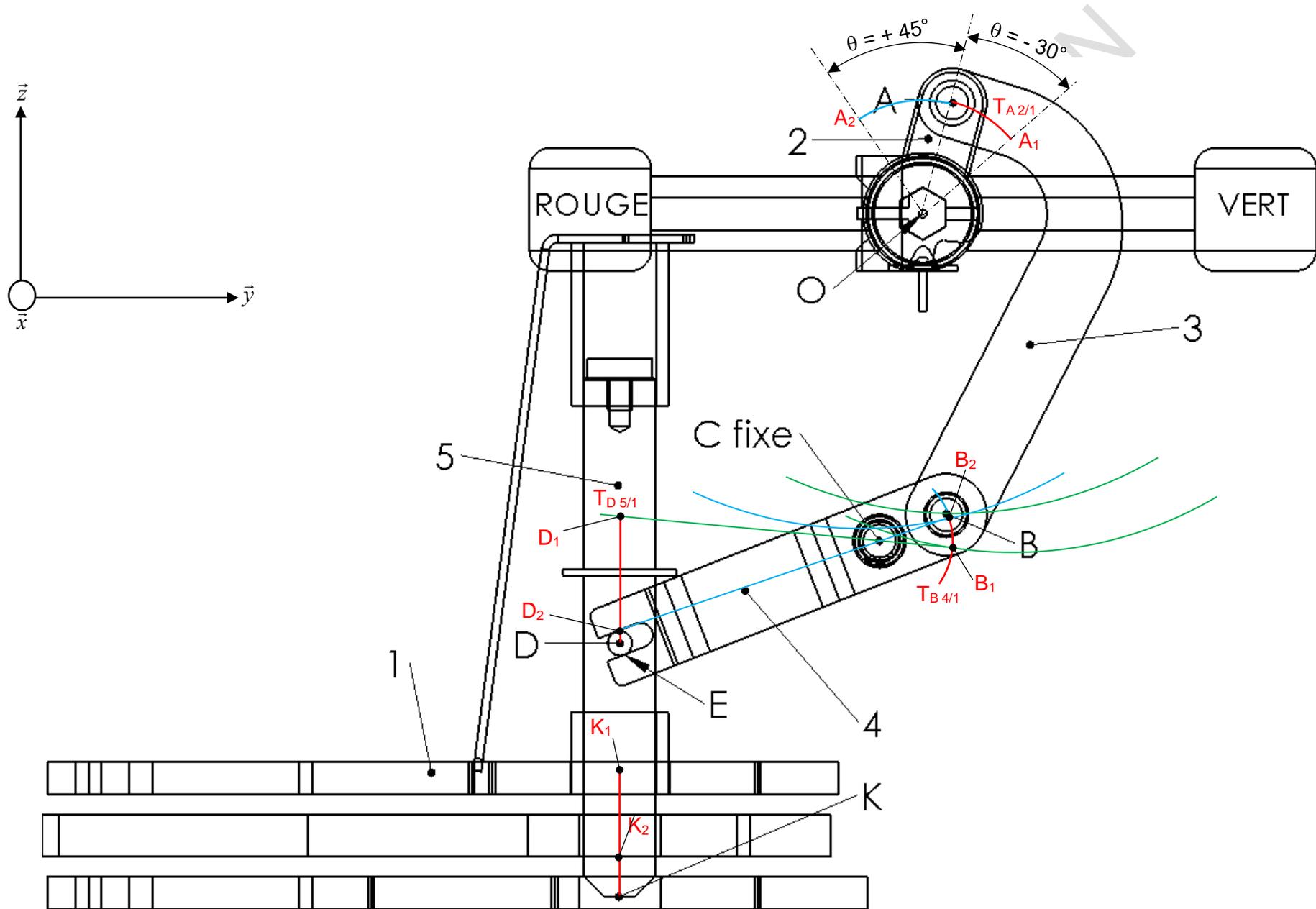
Rappel du calcul du degré d'hyperstatisme : $h = \sum N_s - 6(n-1) + m_u + m_i$

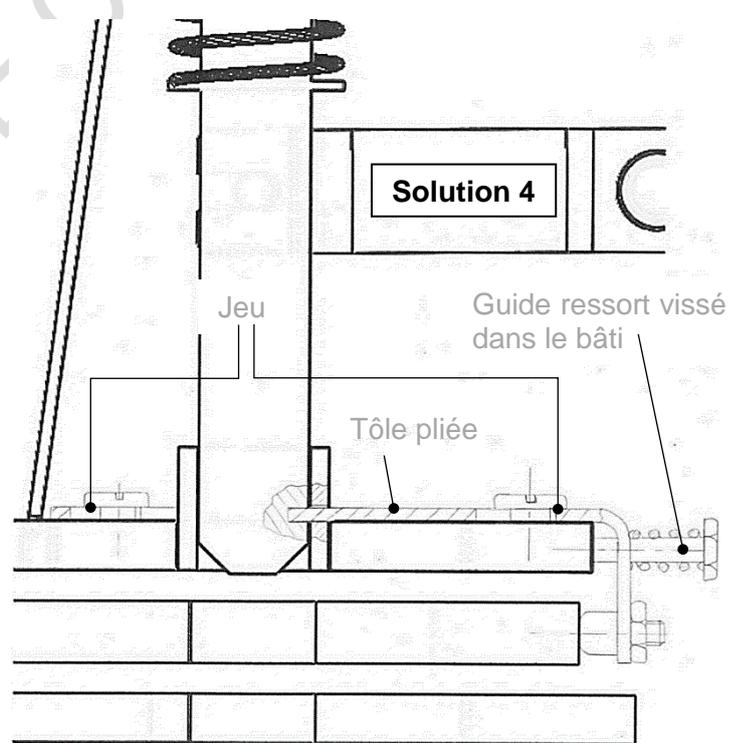
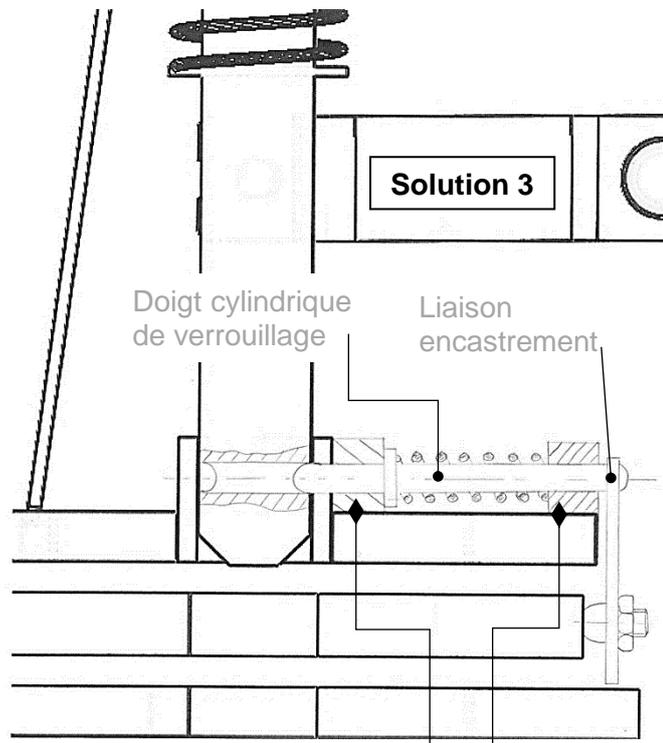
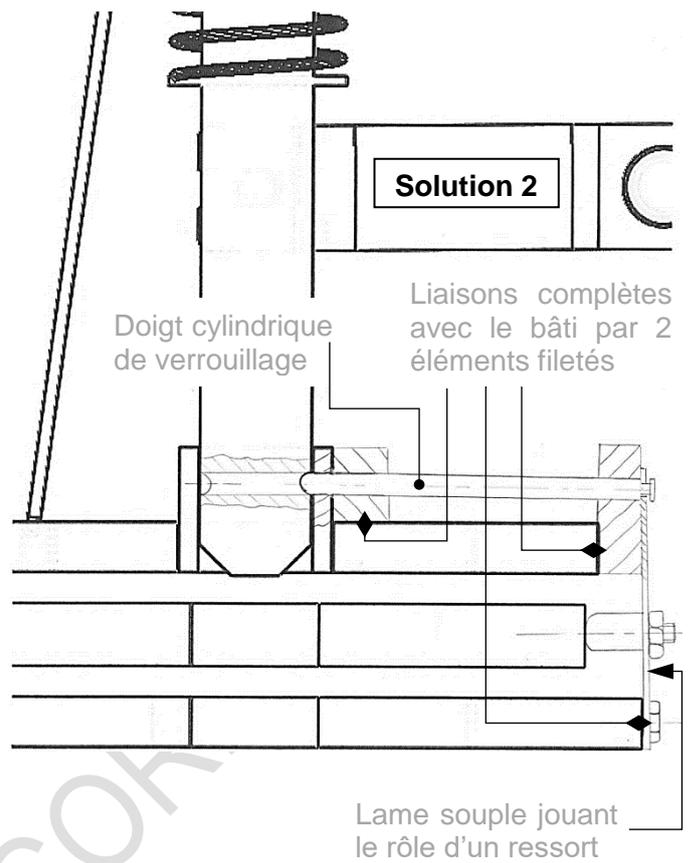
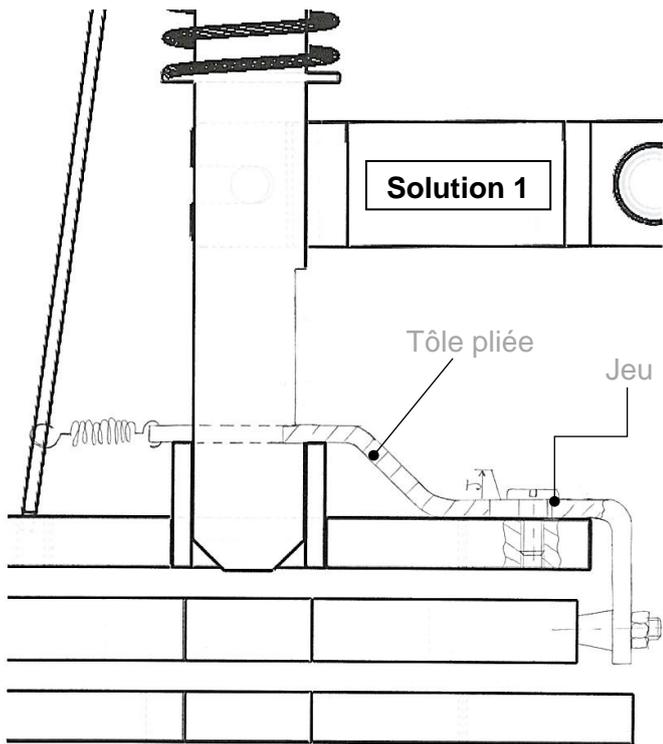
- N_s = nombres d'inconnues statiques de liaison (degré de liaison)

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





Liaisons complètes avec le bâti par 2 éléments filetés

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.**

