

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2023

Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit
Unité U42 – Conception préliminaire

Durée 6 heures

Coefficient 6

Aucun document n'est autorisé

CLICK & MOVE

Recommandations

Il est recommandé de parcourir intégralement le sujet et le dossier technique avant de commencer à composer.
Les réponses aux questions sont à rédiger sur des copies indépendantes.

Calculatrice

Calculatrices autorisées :

- les calculatrices non programmables sans mémoire alphanumérique ;
- les calculatrices avec mémoire alphanumérique et/ou avec écran graphique qui disposent d'une fonctionnalité « mode examen ».

Composition du sujet

Le sujet comporte trois dossiers :

- un dossier technique ;
- un dossier travail ;
- un dossier réponse.

Le dossier réponse est à joindre aux feuilles de copie.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2023

Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit
Unité U42 – Conception préliminaire

DOSSIER TRAVAIL

Ce dossier comporte 12 pages.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties les durées suivantes :

Lecture du dossier technique :	30 minutes
Objectif 1 : page 1/12 :	20 minutes
Objectif 2 : page 2/12 à page 5/12 :	80 minutes
Objectif 3 : page 5/12 :	30 minutes
Objectif 4 : page 6/12 à page 8/12 :	50 minutes
Objectif 5 : page 8/12 à page 12/12 :	150 minutes

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP

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

Problématiques identifiées :

- la recharge des batteries immobilise le chariot durant tout le temps de charge car la prise se trouve sur la roue ;
- comme les batteries Ni-Mh se déchargent rapidement hors utilisation, si le Click & Move n'est pas utilisé durant quelques jours, on peut se retrouver avec des batteries déchargées.

Dans l'étude qui suit, on se propose de déterminer l'énergie nécessaire à l'utilisation du Click & Move durant une journée standard en milieu hospitalier.

Les choix d'une batterie externe et d'une nouvelle roue seront faits ultérieurement.

Hypothèses simplificatrices :

- l'intensité du courant consommé par le moteur de la roue est proportionnelle aux efforts (couple) que doit fournir la roue ;
- tension moteur = tension batterie.

Des estimations ont permis de calculer le courant moyen consommé au cours du temps, pour un trajet standard dans un hôpital de la région lyonnaise.

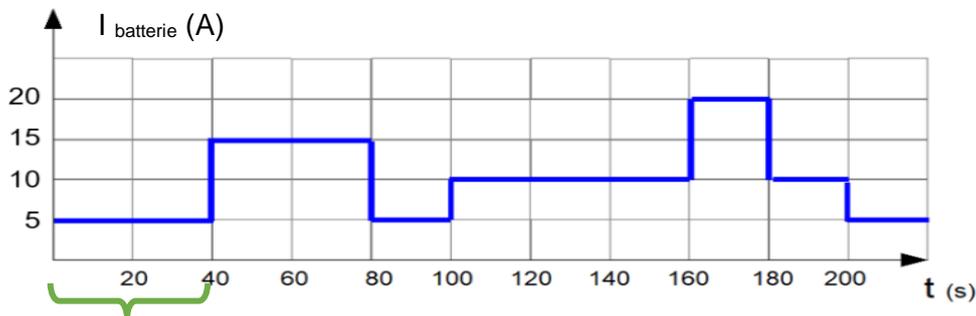


figure 1

T1 = tronçon1

Les variations de courant, définie sur le graphe de la figure 1, correspondent à des variations d'effort sur le Click & Move au cours du trajet.

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

Rappels : Puissance $(W) = U_{(V)} \cdot I_{(A)}$; Énergie $(J) = P_{(W)} \cdot t_{(s)}$; 1 Wh = 3600 J

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.

Les besoins quotidiens de l'hôpital sont évalués à 26 trajets standards pour lesquels on doit utiliser le Click & Move.

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 <i>Feuille de copie</i>	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.

Pour la suite de l'étude on suppose que les besoins quotidiens en énergie du Click & Move sont de 400 Wh. Le choix de la nouvelle batterie sera fait en fonction du choix de la nouvelle roue.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 1/12

Objectif 2 : améliorer la motricité du Click & Move

Problématiques identifiées :

- lorsque le Click & Move doit tracter un brancard avec la charge maximale, il est difficile, voire impossible, de démarrer en montée sur une rampe inclinée. L'opérateur doit alors tirer sur la poignée pour pouvoir avancer ;
- sur les rampes inclinées ou lorsque le sol est mouillé, il arrive que la roue motrice du Click & Move patine. L'opérateur doit, là aussi, tirer sur la poignée pour aider le Click & Move à franchir la zone.

Ces conditions d'utilisation peuvent amener l'opérateur à fournir des efforts importants et risquent à la longue, d'engendrer des accidents du travail ou des troubles musculo squelettiques (TMS).

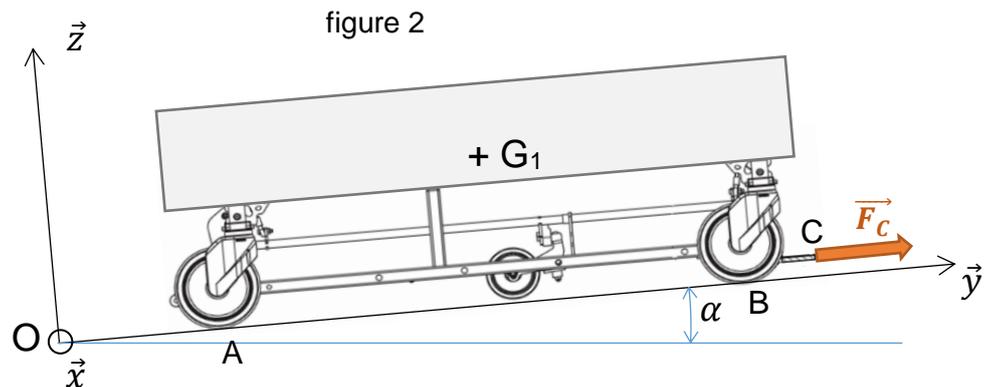
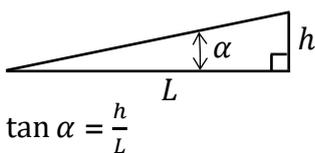
L'étude qui suit va permettre de calculer les efforts qui s'exercent sur le Click & Move dans ces conditions particulières et de choisir une nouvelle roue pour améliorer la motricité du dispositif.

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

Sur la figure 2, le brancard est représenté sur une rampe inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Le vecteur \vec{F}_C représente la force exercée par le Click & Move sur le brancard.

Rappel :

$$\text{Pente (\%)} = \frac{100 \cdot h}{L}$$



Données :

- masse maximale du brancard chargé : $M_1=450$ kg ;
- le poids de l'ensemble est appliqué au point G_1 ($g = 9,81$ m/s²) ;
- l'inclinaison de la rampe correspond à la pente maximale ;
- le brancard doit atteindre la vitesse de 6 km/h en 4 s.

Hypothèses simplificatrices :

- la force \vec{F}_C du Click & Move sur le brancard appliquée en C est parallèle à l'axe Oy ;
- l'action du sol sur les roues aux points A et B est perpendiculaire au sol (résistance au roulement négligée) ;
- la roue centrale du brancard n'est pas en contact avec le sol ;
- la symétrie de l'ensemble permet de modéliser le problème comme un problème plan ;
- l'accélération, notée a , sera supposée constante lors du démarrage.

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

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 2/12

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

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\ $.

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.

Pour la suite de l'étude, on suppose que l'effort de traction maximal que le Click & Move doit transmettre au brancard est de 550 N.

Le bureau d'études a choisi une nouvelle roue de marque OZO, représentée figure 3, à implanter sur la structure du Click & Move.



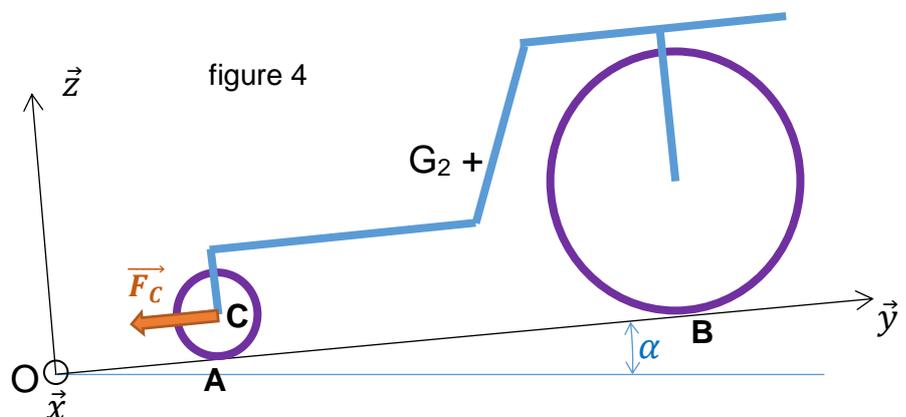
figure 3

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.

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

La figure 4 représente le Click & Move équipé de sa nouvelle roue. Il tracte un brancard sur une rampe inclinée. Le Click & Move est en équilibre dans cette position.



Données :

- poids du Click & Move : P_2 appliqué en G_2 ;
- on notera T_B et N_B les composantes de \vec{R}_B , action du sol sur la roue au point B ;
- T_B : effort tangentiel en B du sol sur la roue, N_B : effort normal en B du sol sur la roue ;

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 3/12

- f : coefficient de frottement entre la roue et le sol au point B ;
- l'inclinaison de la rampe correspond à la pente maximale ;
- la force \vec{F}_C représente l'action du brancard sur le Click & Move ;
- $\vec{CG}_2(0 ; d ; e)$, $\vec{CB}(0 ; L ; -h)$.

Hypothèses simplificatrices :

- la force \vec{F}_C appliquée en C est parallèle à l'axe Oy ;
- l'action en A du sol sur la roulette est perpendiculaire au sol ;
- on suppose l'ensemble à l'**équilibre strict (limite de l'adhérence)** ;
- l'action de l'opérateur sur la poignée du Click & Move sera négligée ;
- la symétrie géométrique de l'ensemble et des efforts permet de considérer le problème comme un problème plan.

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

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

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

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

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

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).
Feuille de copie	Définir les paramètres présents dans l'expression de F_C qui peuvent être modifiés pour améliorer la situation.

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

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

Le bureau d'études a choisi d'utiliser une batterie de vélo à assistance électrique pour alimenter le Click & Move. Les caractéristiques principales de cette batterie sont données ci-dessous.



Marque	E-Bike Vision
Technologie	Lithium-ion
Tension	36 V

Capacité	17 Ah
Courant maxi	34 A
Dimensions	296(L) x 91(l) x 130(h) mm

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 4/12

Rappel : Énergie $(Wh) = \text{Capacité } (Ah) \cdot \text{tension } (V)$

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>	

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>	

Pour la question suivante, on négligera la puissance consommée par le dispositif de commande.

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>	

Objectif 3 : modifier la structure du Click & Move pour s'adapter à 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>	

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	

Sous-objectif 3.3 : modifier le châssis

Question 21	Sur le DR3, sont représentées deux vues planes du châssis actuel du Click & Move. 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.
DT2, DT3, DT4 DR3 <i>Feuille de copie</i>	

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 5/12

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

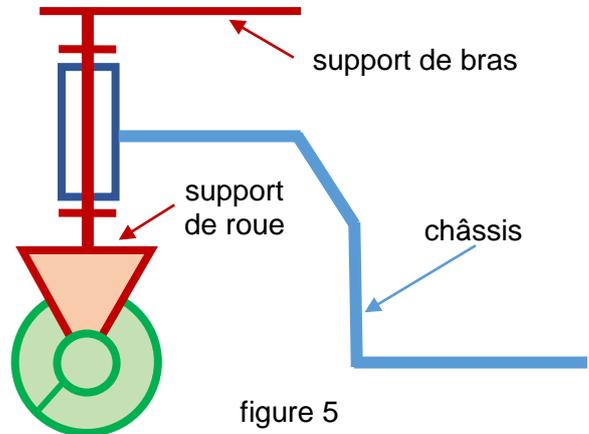
Problématiques identifiées :

- suite au changement de roue, les efforts sur la liaison pivot entre le support de roue et le châssis vont être augmentés significativement ;
- la liaison pivot entre le support de roue et le châssis est réalisée par deux roulements à rouleaux coniques mais la solution actuelle ne donne pas satisfaction car les roulements peuvent être endommagés lors de l'assemblage.

Dans l'étude qui suit, on se propose d'analyser le montage actuel et de proposer une autre solution pour ce guidage en rotation.

L'axe 12 sur lequel sont montés les roulements est soudé au support de roue 11.

Le boîtier de roulements 19 fait partie du châssis 1.



Sous-objectif 4.1 : analyser la solution actuelle

Les montages de roulement à contacts obliques sont généralement réalisés à l'aide de deux roulements montés en opposition et il existe deux types de montage.

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 <i>Feuille de copie</i>	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.

Un montage de roulement à rouleaux coniques doit fonctionner sans jeu axial.

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 <i>Feuille de copie</i>	Quelle est l'opération d'assemblage qui pourrait endommager les roulements ? Proposer une procédure pour éviter que les roulements soient endommagés.

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

Pour éviter les problèmes d'assemblage, le bureau d'étude a choisi de rendre indépendantes les deux liaisons suivantes (voir figure 5) :

- liaison encastrement entre le support de roue et le support de bras ;
- liaison pivot entre le châssis et le support de roue.

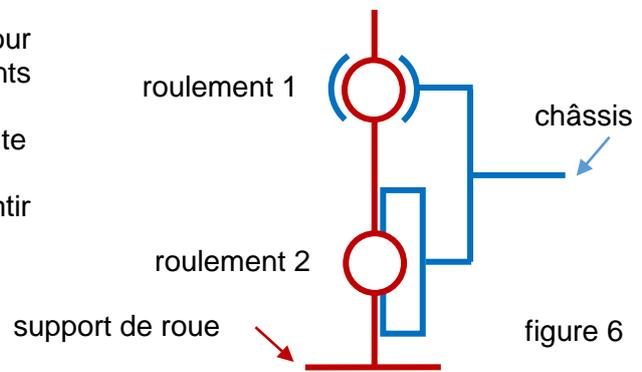
Étant donné que les efforts axiaux sur le guidage sont peu importants, le bureau d'études a également décidé de remplacer les roulements à rouleaux coniques par deux roulements rigides à billes à une rangée de billes.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 6/12

Plusieurs configurations sont possibles pour réaliser une liaison pivot avec deux roulements rigides à billes.

Le schéma architectural de la figure 6 représente la solution choisie par le bureau d'étude.

C'est le roulement 1 qui devra garantir l'immobilisation axiale du guidage en rotation.



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

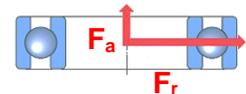
Sur l'extrait du catalogue de roulement SKF (DT5), on trouve les conditions pour lesquelles les dimensions du roulement doivent être choisies à partir de la charge statique de base C_0 plutôt que de la durée de service.

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 <i>Feuille de copie</i>	

Sous-objectif 4.2.2 : déterminer les roulements

Une étude statique a permis de déterminer les efforts sur chacun des deux roulements :

- roulement 1 : charge radiale maximale $F_{r1} = 3800$ N et charge axiale maximale supportée par le roulement 1 $F_{a1} = 600$ N ;
- roulement 2 : charge radiale maximale $F_{r2} = 4400$ N.



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 <i>Feuille de copie</i>	

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 <i>Feuille de copie</i>	

Sous-objectif 4.2.3 : sélectionner les roulements compatibles

Pour un critère de résistance, le bureau d'études souhaite conserver les dimensions de l'extrémité supérieure de l'arbre 12 (liaison avec le support de bras). Pour cette raison, le bureau d'études impose le choix de roulement avec un diamètre intérieur supérieur ou égal à 30 mm ($d \geq 30$ mm).

Le bureau d'études souhaite aussi que le diamètre extérieur des roulements soit inférieur ou égal à 56 mm ($D \leq 56$ mm).

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 <i>Feuille de copie</i>	

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 7/12

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

Sur le document réponse DR5 est représentée, en coupe, la zone de la nouvelle liaison entre le châssis et le support de roue.

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

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

Objectif 5 : simplifier et automatiser le verrouillage

Pour des raisons économiques (limitation du nombre de pièces et de liaisons), le bureau d'études souhaite simplifier le prototype du mécanisme de verrouillage.

Le nouveau mécanisme de verrouillage est proposé sur le DT6 dans les 3 positions stables.

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

Sur le DR6 est représenté le schéma cinématique minimal du nouveau mécanisme.

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.

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.

Afin de valider le nouveau mécanisme de verrouillage, on souhaite faire une étude géométrique, cinématique puis statique.

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

Sur le document réponse DR7 est représenté le nouveau mécanisme de verrouillage en position verrouillée (position horizontale de la pédale). Pour désolidariser le Click & Move du brancard, il faut libérer la tôle d'accroche fixée sur le brancard. L'opérateur doit alors appuyer sur la pédale verte pour la faire pivoter d'un angle $\theta = -30^\circ$.

On souhaite vérifier que l'action sur la pédale verte fait suffisamment remonter l'axe de verrouillage 5 afin de libérer la tôle d'accroche.

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 : $T_{A/2/1}$.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 8/12

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 : $T_{B 4/1}$.

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 : $T_{D 5/1}$.

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 ; $\theta = -30^\circ$). Bien faire apparaître les traits de construction.
DT6 DR7 Feuille de copie	Conclure sur la capacité du nouveau mécanisme à bien libérer la tôle d'accroche.

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

Pour immobiliser le Click & Move, l'opérateur appuie sur la pédale rouge pour la faire pivoter d'un angle $\theta = +45^\circ$ et ainsi bloquer la rotation des roulettes (mécanisme interne aux roulettes commandé par l'axe hexagonal).

On souhaite vérifier que l'action sur la pédale rouge n'a pas d'influence sur l'efficacité du verrouillage.

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.

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

Sur la version actuelle du Click & Move, le verrouillage est effectué par l'action du pied de l'opérateur sur la pédale rouge pour amener la pédale en position horizontale. On souhaiterait rendre le verrouillage automatique grâce à l'action d'un ressort hélicoïdal de compression (ressort de verrouillage) agissant sur l'axe de verrouillage. Ce ressort de verrouillage doit être dimensionné pour remplacer l'effort exercé par l'opérateur.

Pour valider le choix du ressort de verrouillage, une étude statique sur toute la course de verrouillage a été menée. C'est uniquement l'action de ce dernier qui doit ramener tout le mécanisme en position verrouillée. C'est-à-dire, remettre les deux pédales et les systèmes interne à came (galet et ressort des roulettes) en position médiane PM.

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	

Mécanisme de verrouillage automatique

Une recherche de solutions pour permettre le verrouillage automatique a abouti à plusieurs croquis présentés sur le DR8.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 9/12

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

Sous objectif 5.5 : valider le choix du ressort de verrouillage

Le ressort de verrouillage, doit remplacer l'action du pied de l'opérateur (passage de la position PV à PM). Il crée, par l'intermédiaire du mécanisme, un couple **moteur** C_m sur l'axe de commande hexagonal de la pédale.

Sur le DR9, C_r représente le couple **résistant** sur l'axe de commande hexagonal dû aux mécanismes galets/cames/ressorts des deux roulettes en fonction de la position angulaire θ de la pédale.

$C_{résultant}$ est le couple sur l'axe de commande hexagonal **résultant** du couple moteur C_m et du couple résistant C_r .

$$C_{résultant} = C_m + C_r$$

La courbe en trait mixte noir du DR9 représente la variation du couple résistant sur l'axe de commande hexagonal en fonction de la position angulaire de ce dernier. La simulation commence en position non verrouillée ($\theta = -30^\circ$) et se termine en position freinée ($\theta = +45^\circ$).

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	

Sur le DR9, sous forme d'images, la came des roulettes est représentée dans trois positions angulaires différentes.

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	

Les courbes en pointillés de couleur représentent les différents couples moteur sur l'axe de commande hexagonal dûs aux différents choix de ressort de verrouillage (seules trois sont représentées pour différentes valeurs de longueur libre L de ressort et de raideur k).

Question 41	Définir la condition entre C_m et C_r pour que le ressort de verrouillage assure sa fonction.
DR9 Feuille de copie	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).

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

Pour désolidariser le Click & Move du brancard, l'opérateur déverrouille le système à l'aide du pied par une action sur la pédale verte qui est en position médiane.

C'est à ce moment-là qu'il arme le mécanisme de verrouillage automatique en comprimant le ressort de verrouillage.

On estime la vitesse de rotation de la pédale imposée par l'opérateur à : $N = 1$ tr/s.

Le châssis est considéré comme fixe et les liaisons sont supposées parfaites sans frottement.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 10/12

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

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

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 $\vec{V}_{B3/1} = \vec{V}_{B4/1}$.

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

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 $\vec{V}_{E5/4}$. <i>Les tracés seront réalisés sur la vue partielle dans le coin inférieur droit.</i>

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.

Sur le DT7, on donne les résultats du comportement de la liaison en E (vitesse de glissement et effort transmis).

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

Le contact entre 4 et 5 est théoriquement linéaire rectiligne. En réalité, les matériaux se déforment sous l'effet des efforts transmis et la ligne de contact de la liaison linéaire rectiligne devient une surface rectangulaire de dimension (2b x L) voir DT8. La théorie de Hertz décrit ce phénomène. La valeur de b se calcule selon la relation donnée sur le DT8.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	PAGE 11/12

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. On prendra les valeurs suivantes : diamètre du doigt $d_1 = 8$ mm, $L = 10$ mm $E_1 = E_2 = 220\,000$ MPa, $\nu_1 = \nu_2 = 0,3$ (coefficient de Poisson).
DT8 <i>Feuille de copie</i>	

On prendra pour la question suivante un centième de millimètre comme valeur de b .

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 <i>Feuille de copie</i>	

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. Comparer cette pression admissible avec la pression maximale de contact P_{Max} . Conclure .
DT8 <i>Feuille de copie</i>	

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.
<i>Feuille de copie</i>	

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2023

Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit
Unité U42 – Conception préliminaire

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 15 pages.

DT1 : présentation du support	pages 1 à page 6/15
DT2 : dessin d'ensemble du Click & Move	page 7/15
DT3 : nomenclature	page 8/15
DT4 : roue électrique OZO	pages 9 et 10/15
DT5 : extrait du catalogue de roulement SKF	pages 11 et 12/15
DT6 : ouveau mécanisme de verrouillage dans les 3 positions stables	page 13/15
DT7 : courbes effort et vitesse au niveau du contact linéique	page 14/15
DT8 : théorie de Hertz	page 15/15

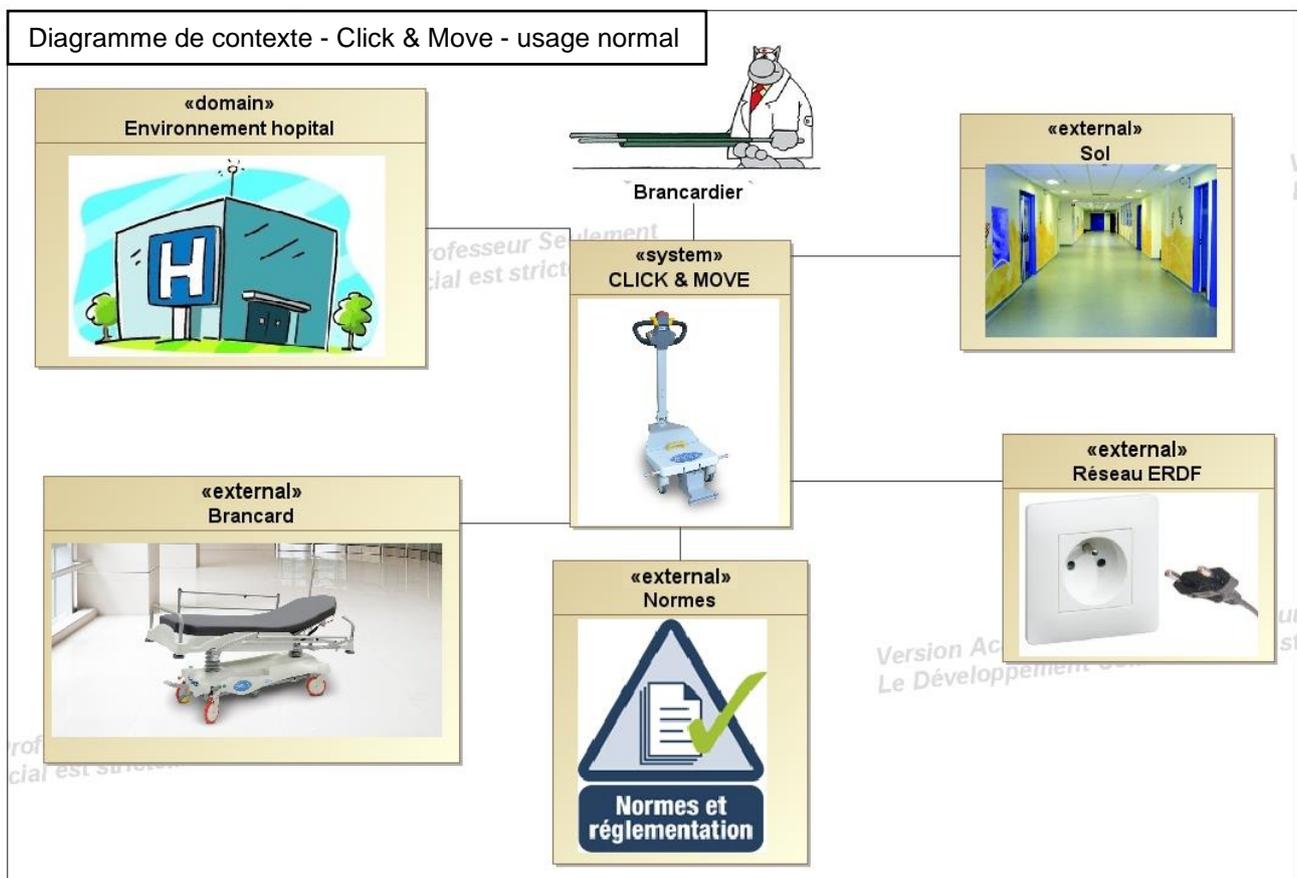
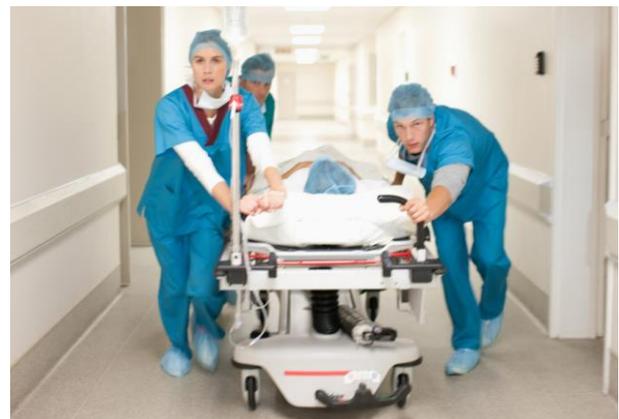
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP

1. Présentation du support et de l'entreprise

La société **BMB-Médical** est un constructeur français de mobilier médical située à Trévoux dans le département de l'Ain. Elle conçoit, produit et commercialise du mobilier médical, à destination des organismes hospitaliers publics et privés.

Que ce soit dans un hôpital ou une clinique, le transport des patients au sein d'un établissement de soins est généralement réalisé par un brancardier. Les supports de transport peuvent être assez diversifiés : brancards, fauteuils roulants ou lits d'hôpital. Le déplacement manuel de ces matériels peut nécessiter des efforts physiques importants à fournir par le brancardier dans certaines conditions d'utilisation (poids du patient, pentes, seuils d'ascenseurs...). Ces efforts, produits par les opérateurs, de façon répétée, peuvent présenter des risques d'accidents du travail et des maladies professionnelles.

Le dispositif « Click & Move » apporte une assistance aux déplacements du brancard lors du transfert des patients et permet ainsi de diminuer les risques d'apparition de TMS (troubles musculo squelettiques) chez les brancardiers.



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 1/15

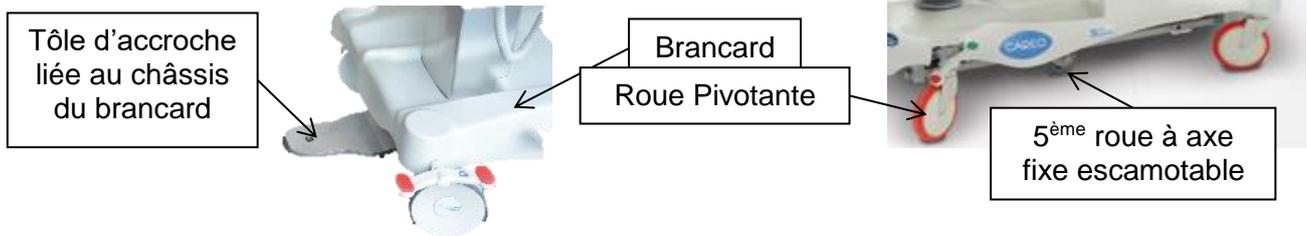
2. Description structurelle et fonctionnelle du produit Click & Move

2.1. Le pré-équipement du brancard

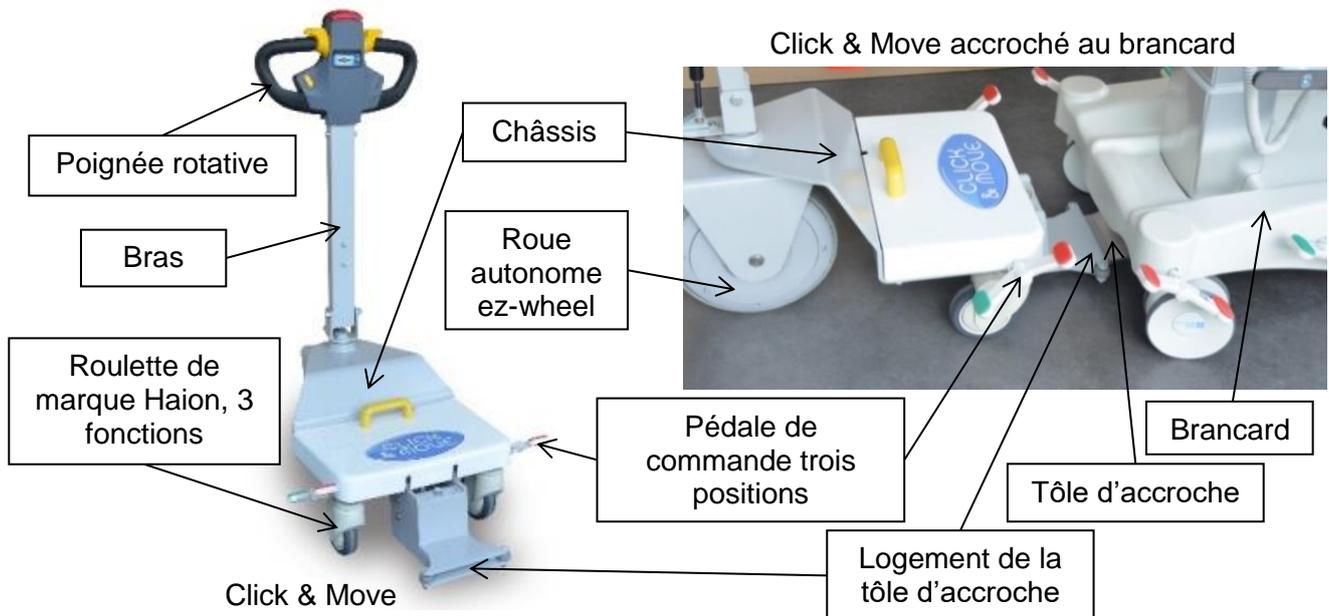
L'utilisation du Click & Move nécessite un pré-équipement sur le brancard à déplacer.

Le brancard doit être équipé :

- d'une tôle d'accroche ;
- de quatre roues pivotantes, une dans chaque coin ;
- d'une cinquième roue à axe fixe escamotable pour améliorer la maniabilité lors des transferts.

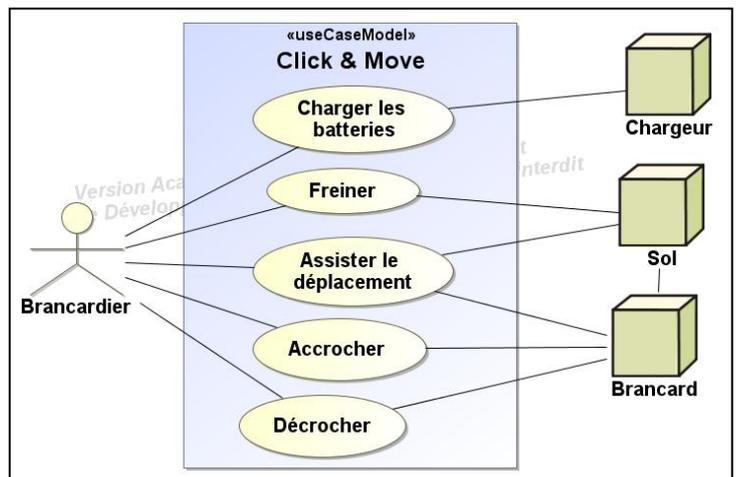


2.2. Les principaux éléments qui composent le système



Le déplacement du système est commandé par la poignée rotative et l'orientation du déplacement se fait par la rotation du bras. Le bras pivote par rapport au châssis autour d'un axe vertical et est relié au support de la roue ez-wheel. Un bouton d'arrêt d'urgence rouge est placé sur la poignée.

2.3. Diagramme des cas d'utilisations



3. Caractéristiques techniques actuelles du système Click & Move

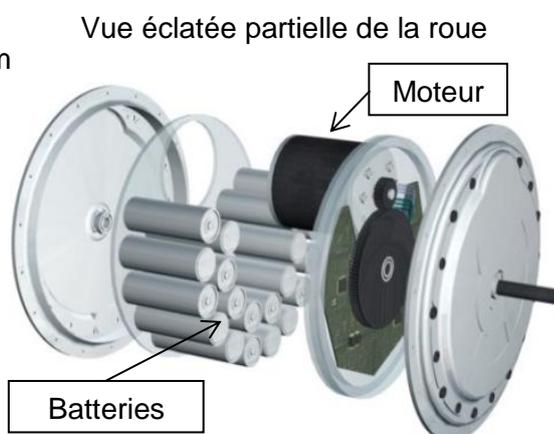
RÉFÉRENCE	Click & Move
CHARGE MAXI TRACTÉE	450 kg (brancard + patient)
POIDS	700 N
DIMENSIONS HORS TOUT	Largeur : 600 mm, Longueur : 800 mm, Hauteur : 1210 mm
COMMANDE DE DÉPLACEMENT	Commande par poignée rotative sur le bras. Accélération progressive de la vitesse : 4 s pour arriver à 6 km/h. Gestion par technologie sans fil 2.4 GHz.
RAYON DE BRAQUAGE	600 mm
ROUE MOTRICE	Marque : ez-wheel. Modèle : ezW300M. Diamètre : 300 mm. Poids : 17 kg. Vitesse : 1 à 12 km/h réglable. Temps pour arriver à la vitesse réglable : 1 à 10 secondes. Puissance nominale : 200 W permanent à 6 km/h. Couple de pointe : 55 N·m. Bandage : à profil bombé en polyuréthane (PU 70sh).
BATTERIE	Accumulateurs de type Ni-MH. Tension : 24 V. Énergie disponible batterie chargée : 240 Wh. Autonomie : 15 km. Temps de charge : 5 h. Intégrée dans la roue autonome ez-wheel .
CONNEXION AU BRANCARD	Connexion commandée par pédale à 3 positions.
ROULETTES ARRIÈRES	Marque HAION modèle H499-3A125UPB (3FN). 3 fonctions : Freinées, pivotantes et à blocage unidirectionnel. Déport : 42 mm ; Nombre : 2.

4. La roue autonome ez-wheel

L'énergie motrice de Click & Move est fournie par une roue autonome électrique ez-wheel. Cette roue a la particularité d'intégrer dans le moyeu tous les composants nécessaires à la motricité : les accumulateurs, le moteur et l'électronique de commande. Le pilotage de la roue se fait par l'intermédiaire d'une commande sur la poignée du Click & Move.



Roue autonome ezW300M



Commande sur poignée

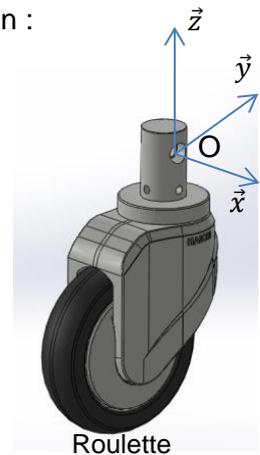
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 3/15

5. Les roulettes Haion

Deux roulettes fabriquées par Haion équipent le Click & Move.

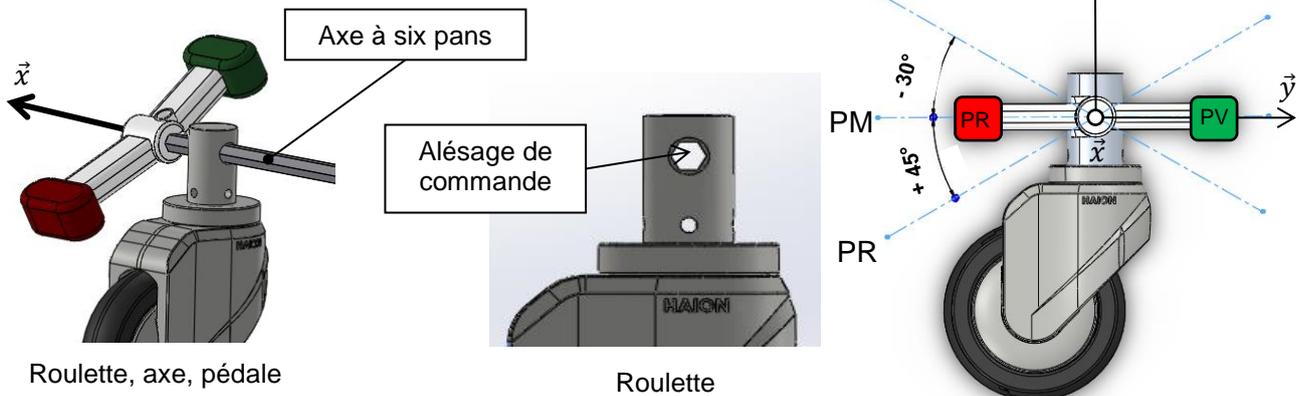
Ce modèle de roulette est pivotant, à blocage unidirectionnel et à frein :

- **mode pivotant** : la roue est libre en rotation autour de l'axe (O, \vec{z}) ;
- **mode blocage unidirectionnel** : le pivotement est bloqué quand la roue est orientée dans la direction \vec{y} ;
- **mode frein** : la roue est bloquée autour de son axe de rotation suivant \vec{x} .



La technologie qu'utilise Haion pour permettre ces trois modes n'est pas décrite dans le dossier. Cependant, on pourra préciser que :

- ces trois modes de fonctionnement sont commandés mécaniquement par un axe à 6 pans, logé dans l'alésage de commande des roulettes et lié aux pédales ;
- la rotation des pédales autour de l'axe \vec{x} permet le changement de mode ;
- une rotation de -30° ou $+45^\circ$ de l'alésage de commande par rapport au corps de roulette permet le changement de mode.



Pour des raisons ergonomiques, le Click & Move est équipé de deux pédales de commandes. Elles sont en liaison complète avec l'axe à six pans.

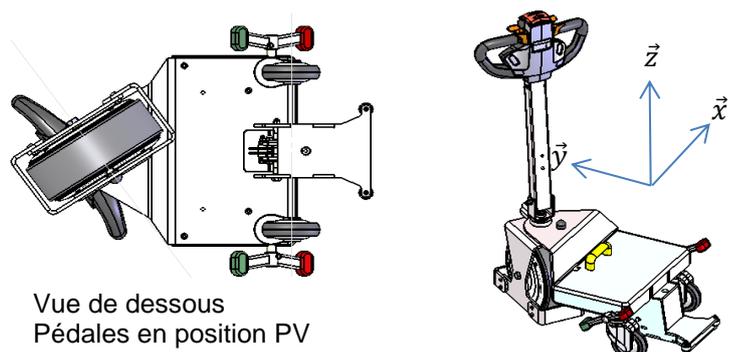
Le débattement angulaire des pédales est limité par les modes des roulettes :

- cas 1 : la position médiane (PM) des pédales (horizontale) met les roulettes en mode pivotant ;
- cas 2 : la position « verte » des pédales (PV, -30° par rapport à PM) met les roulettes en mode blocage en rotation autour de \vec{z} ;
- cas 3 : la position « rouge » des pédales (PR, $+45^\circ$ par rapport à PM) met les roulettes en mode frein. Click & Move est en stationnement.

6. Positions des pédales lors de l'utilisation

Pour être maniable, le système sans brancard doit être déplacé pédale position PV, roulettes en mode blocage autour de \vec{z} .

Le système, lié au brancard, doit être déplacé pédale position PM, roulettes en mode pivotant, afin de permettre aux roulettes de Click & Move de suivre les trajectoires désirées par l'utilisateur.



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 4/15

7. Système de verrouillage et de déverrouillage au brancard

L'opération de verrouillage et de déverrouillage au brancard de Click & Move est commandée par les pédales et donc couplée au mode de fonctionnement des roulettes. Cette opération se fait au brancard en stationnement. Un système de transformation de mouvement permet par rotation des pédales de déplacer l'axe de verrouillage en translation verticale par rapport au châssis.

Pour verrouiller le brancard avec le Click & Move, il faut d'abord mettre en position le logement par rapport à la tôle d'accroche du brancard, puis enclencher la pédale en position médiane PM.

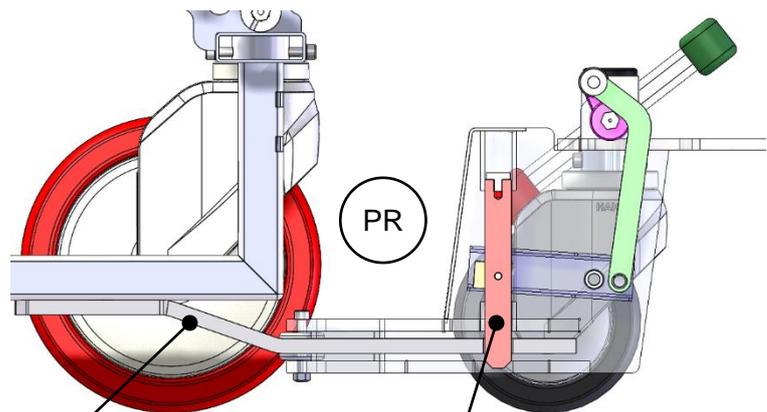
Lors de la manipulation pour atteindre PM, l'axe de verrouillage est déplacé vers le bas pour accrocher le brancard.

Pour déverrouiller le brancard, il faut placer la pédale en position verte PV. Lors de la manipulation pour atteindre PV, l'axe de verrouillage est déplacé vers le haut pour libérer le brancard.

Vues en coupe partielle longitudinale dans le plan médian pour les trois positions : PR, PM, PV.

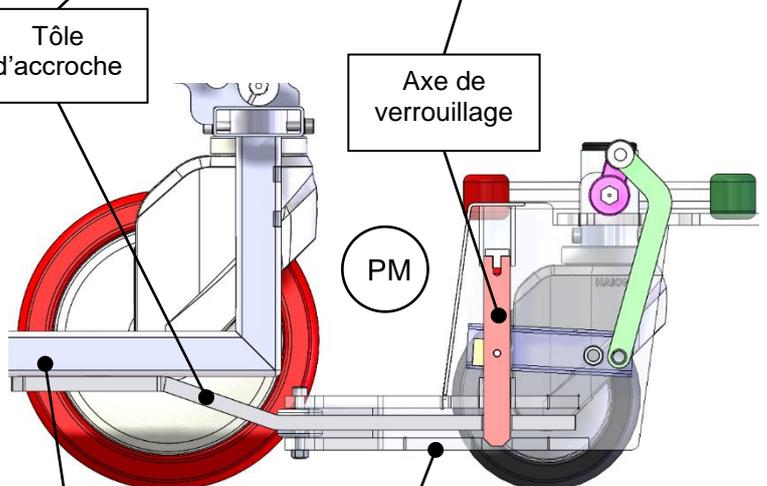
L'axe de verrouillage, en position rouge (PR), s'interpose entre la tôle d'accroche et le logement.

Click & Move est lié au brancard et freiné.



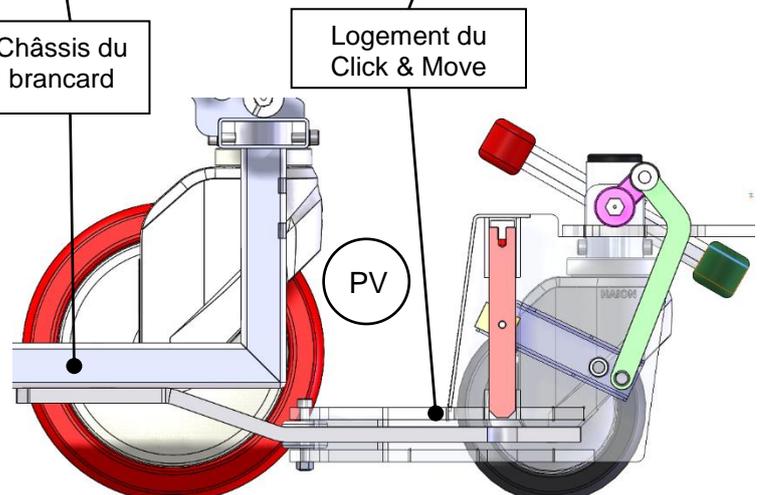
L'axe de verrouillage, en position médiane (PM), s'interpose entre la tôle d'accroche et le logement.

Click & Move est lié au brancard et non freiné.



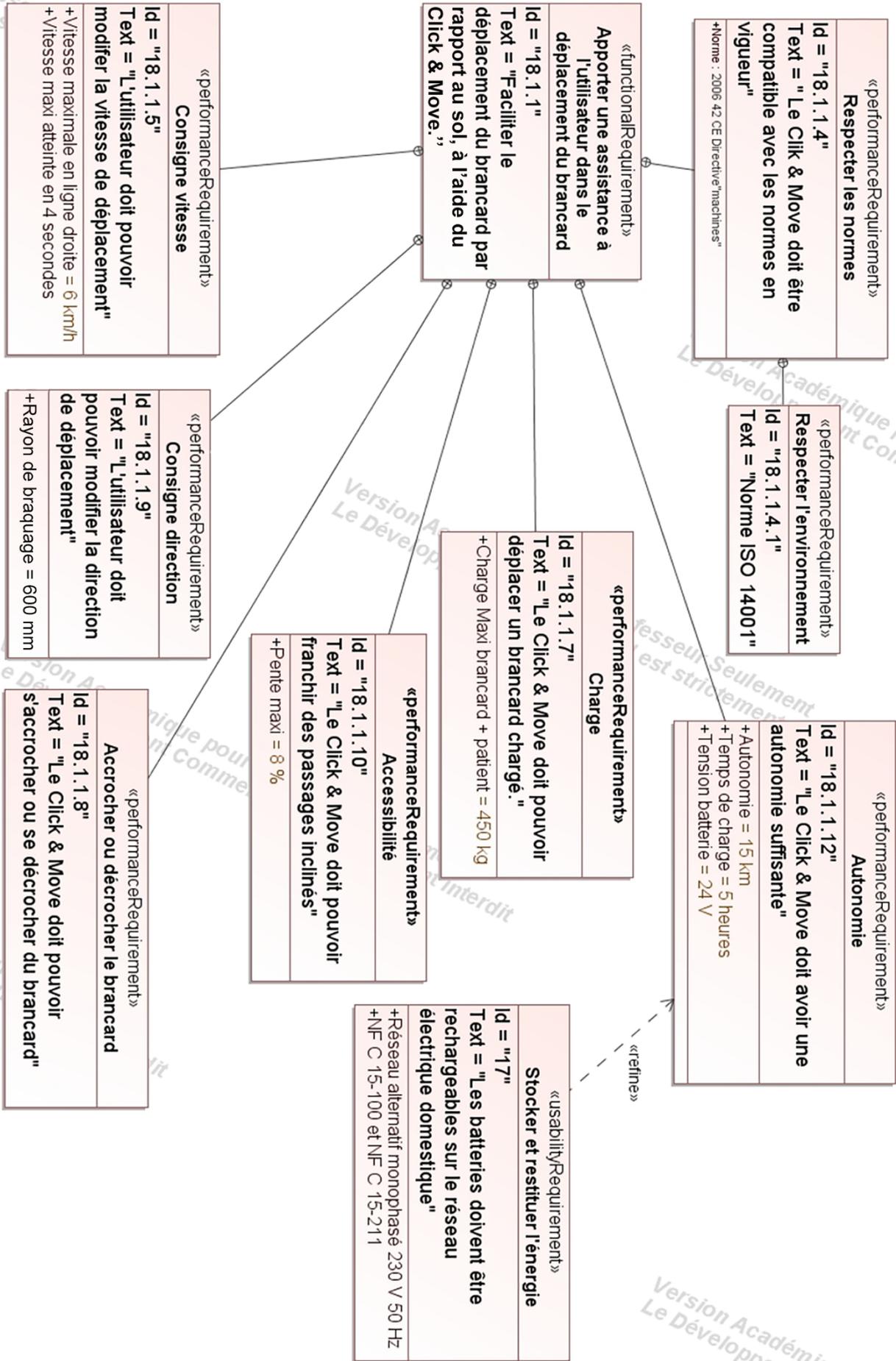
L'axe de verrouillage, en position verte (PV), libère la tôle d'accroche de Click & Move.

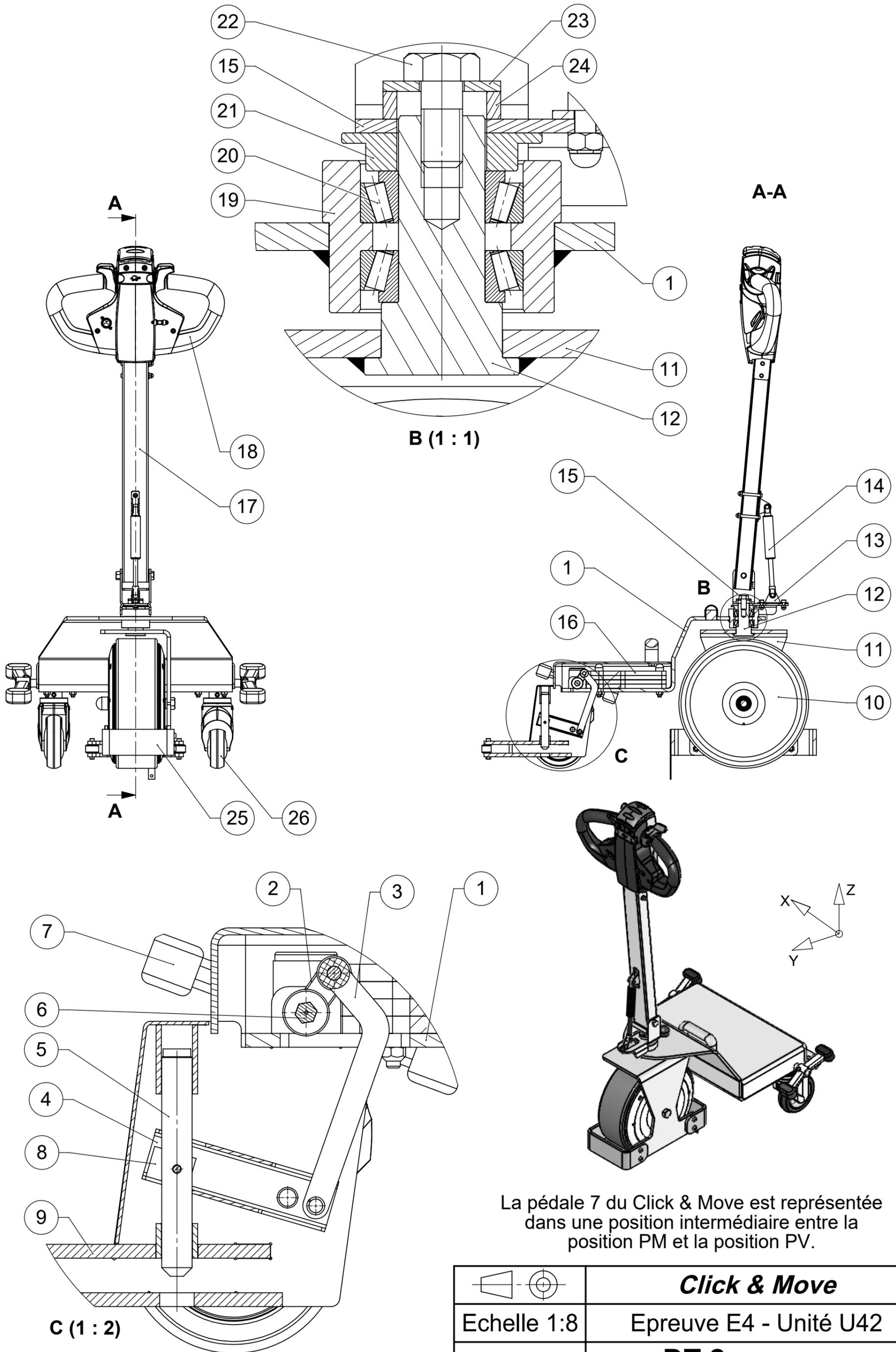
Le brancard est déverrouillé.



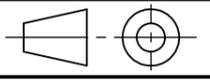
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 5/15

8. Extrait du diagramme d'exigence du système Clic & Move





La pédale 7 du Click & Move est représentée dans une position intermédiaire entre la position PM et la position PV.

	Click & Move
Echelle 1:8	Epreuve E4 - Unité U42
A3 V	DT 2 - Page 7/15

26	2	Roue Haion		modèle H499-3A125UPB
25	1	Tôle protège orteil	S 235	
24	1	Entretoise		
23	1	Rondelle plate		
22	1	Vis H M12 - 25		
21	1	Coupelle		
20	2	Roulement à rouleaux coniques		32 005 X/Q
19	1	Boitier de roulement		
18	1	Poignée		
17	1	Bras	S 235	
16	1	Tôle lest	S 235	
15	1	Support de bras	S 235	
14	1	Vérin à gaz		BIBUS QS 19
13	1	Chape fixation vérin	S 235	
12	1	Axe vertical		
11	1	Support de roue	S 235	
10	1	Roue ez-wheel		modèle ezW300M
9	1	Logement tôle d'accroche	S 235	
8	1	Patin		
7	2	Pédale		
6	1	Axe hexagonal	X 30 Cr 13	
5	1	Axe de verrouillage	X 30 Cr 13	
4	1	Levier	S 235	
3	1	Bielle	S 235	
2	1	Manivelle		
1	1	Châssis	S 235	
Rep.	Nbr.	Désignation	Matière	Observation

	BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire
Click & Move	
DOSSIER TECHNIQUE	DT 3 - Page 8/15

La roue OZO est équipée d'un moteur Brushless de série avec un pneu au standard 10 - 4.00 ($\varnothing_{\text{extérieur}} = 455 \text{ mm}$).

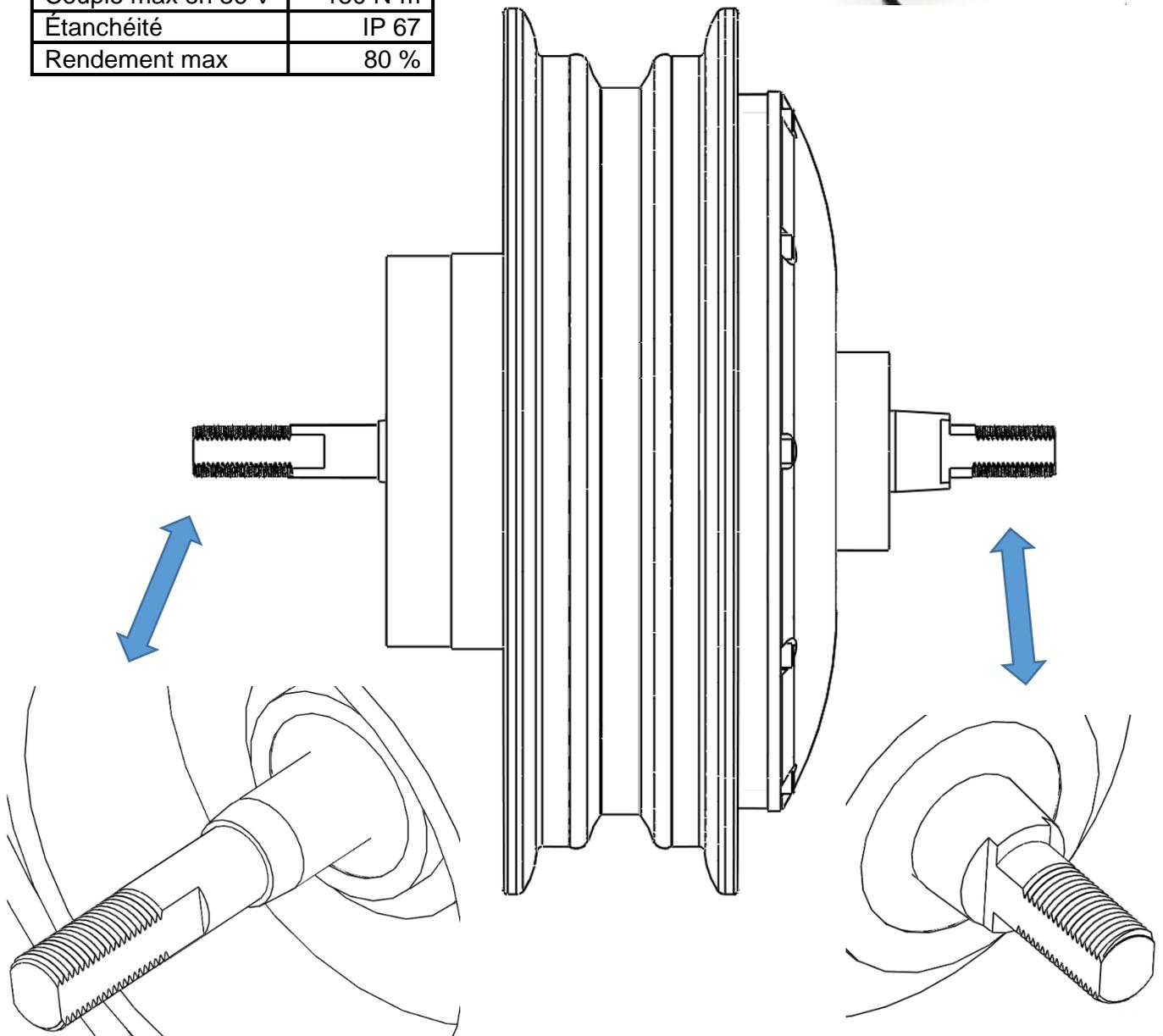
Constante de vitesse du moteur : 5,8 tr/min/Volt.

Classe d'étanchéité IP 67.

Ce moteur Brushless doit être alimenté avec une batterie plomb ou lithium d'une tension de 36V ou 48V DC.

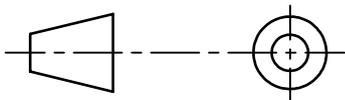
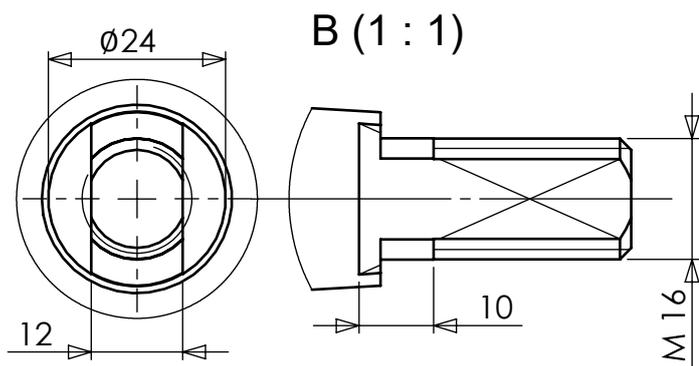
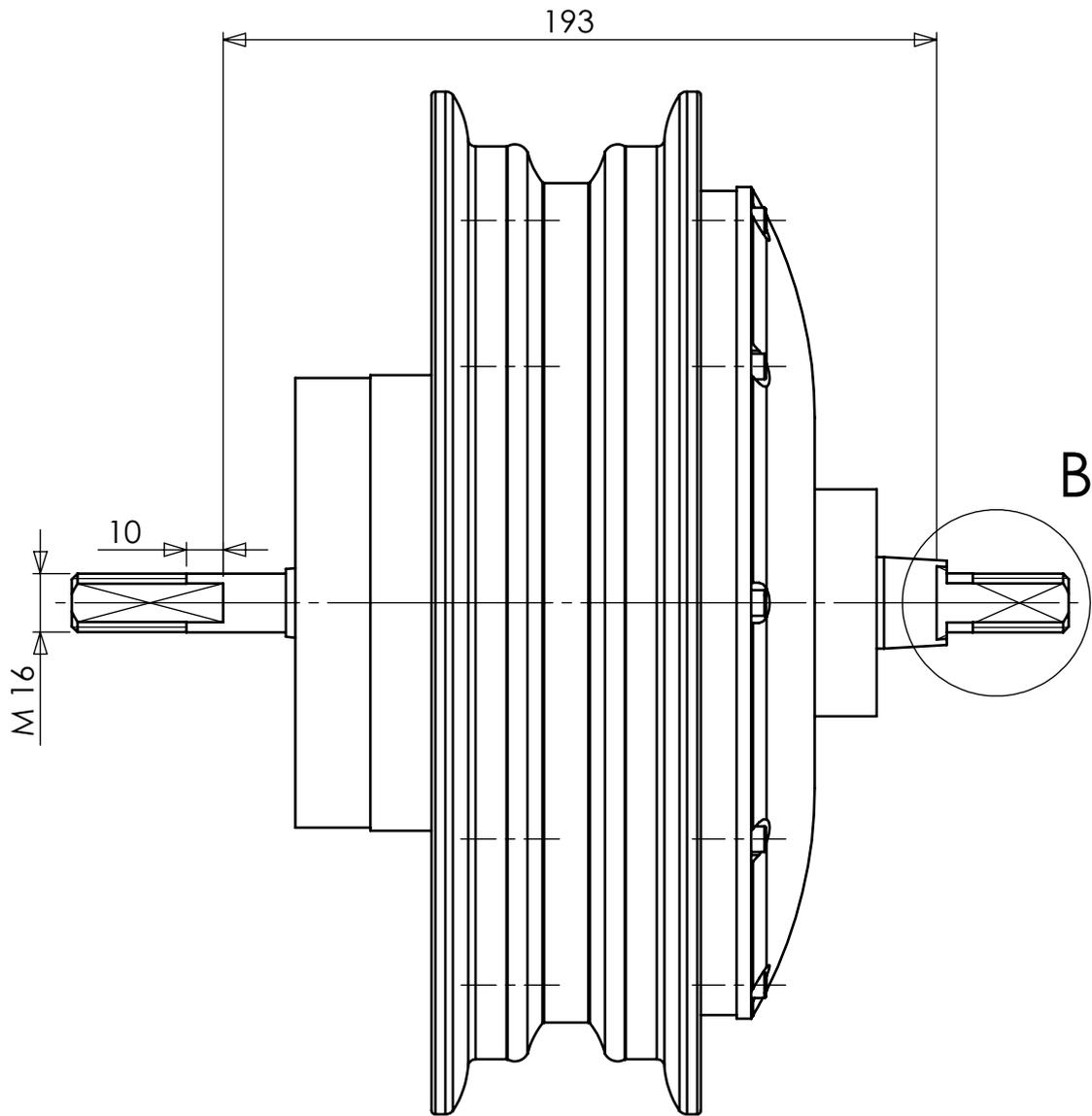


Puissance nominale	3000 W
Marche arrière	oui
Technologie	Brushless
Masse	15 kg
Couple max en 48 V	200 N·m
Couple max en 36 V	150 N·m
Étanchéité	IP 67
Rendement max	80 %



Vue en perspective côté gauche

Vue en perspective côté droit



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS
 E4 : Étude préliminaire de produit
 U42 : Conception préliminaire

Format A4

Ech : 1/2

DOSSIER TECHNIQUE

ROUE OZO
 DT 4 - Folio 2/2 - Page 10/15

Choix des dimensions du roulement à l'aide de la charge statique de base

Les dimensions du roulement doivent être choisies à partir de la charge statique de base C_0 , plutôt que de la durée de service du roulement, en présence de l'une des conditions suivantes :

- 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 ;
- le roulement sous charge tourne à très basse vitesse ($n < 10$ tr/min) et la durée de service requise est courte. En d'autres termes, la formule de durée, dans ce cas, pour une charge équivalente donnée P , donnerait une charge dynamique de base requise C tellement faible que le roulement choisi à partir de la durée de service serait soumis à une surcharge considérable ;
- le roulement tourne et, en plus des charges de fonctionnement normales, doit supporter des charges avec des chocs importants.

Charge statique de base nécessaire

Pour déterminer les dimensions du roulement à partir de la capacité de charge statique, un coefficient de sécurité donné s_0 , qui représente le rapport entre la charge statique de base C_0 et la charge statique équivalente P_0 , est utilisé pour calculer la charge statique de base requise.

La charge statique de base nécessaire C_0 est déterminée avec la relation :

$$C_0 = s_0 P_0$$

où

C_0 = charge statique de base (kN) ;

P_0 = charge statique équivalente (kN) ;

s_0 = coefficient de sécurité statique ;

Charge statique équivalente

Lorsque les charges statiques comprennent une composante radiale et une composante axiale, il est nécessaire de calculer une charge statique équivalente. Celle-ci correspond à une charge fictive (radiale pour les roulements radiaux et axiale pour les butées) qui, si elle était appliquée, causerait la même déformation maximale dans le roulement que les charges réelles auxquelles il est soumis. Elle s'obtient à partir de la formule générale suivante :

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

où

P_0 = charge statique équivalente (kN) ;

F_r = charge radiale effective (kN) ;

F_a = charge axiale effective (kN) ;

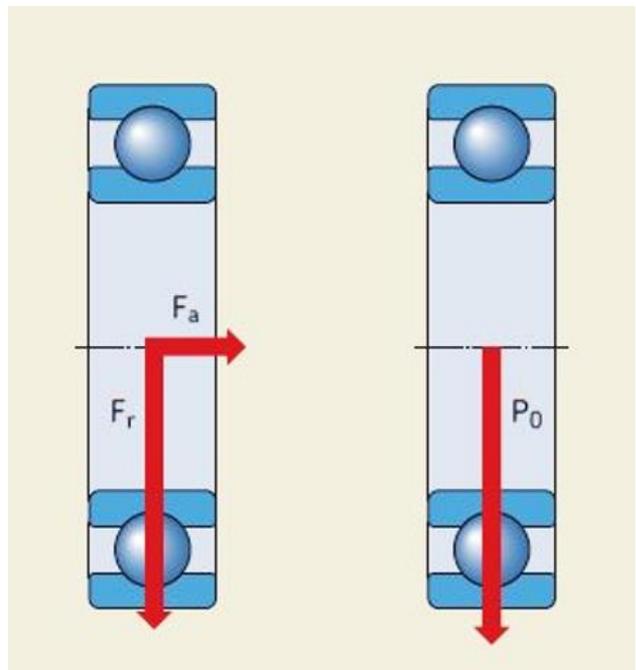
X_0 = coefficient de charge radiale du roulement ;

Y_0 = coefficient de charge axiale du roulement.

Calcul de la charge statique équivalente

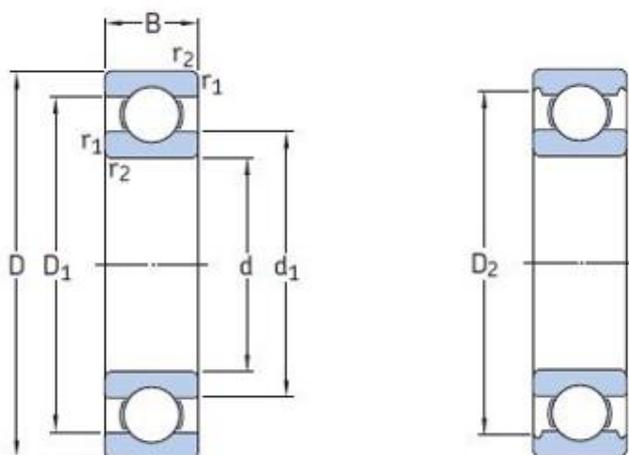
$$P_0 = 0,6 F_r + 0,5 F_a$$

Si $P_0 < F_r$ alors, $P_0 = F_r$

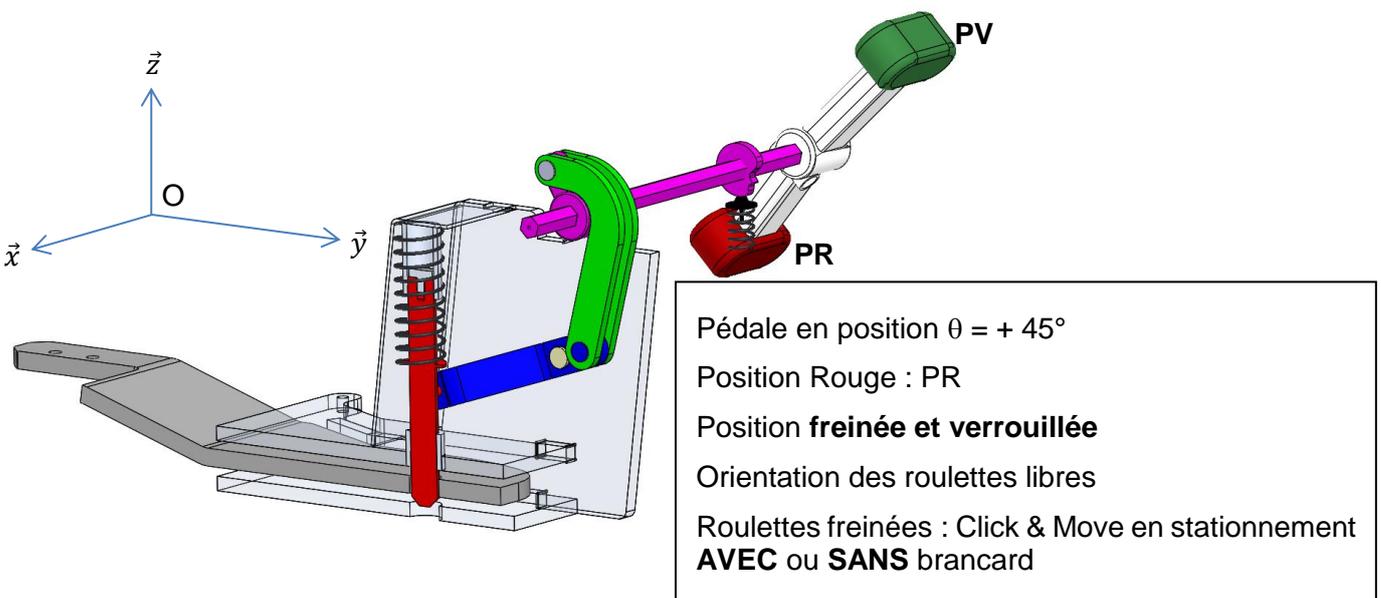
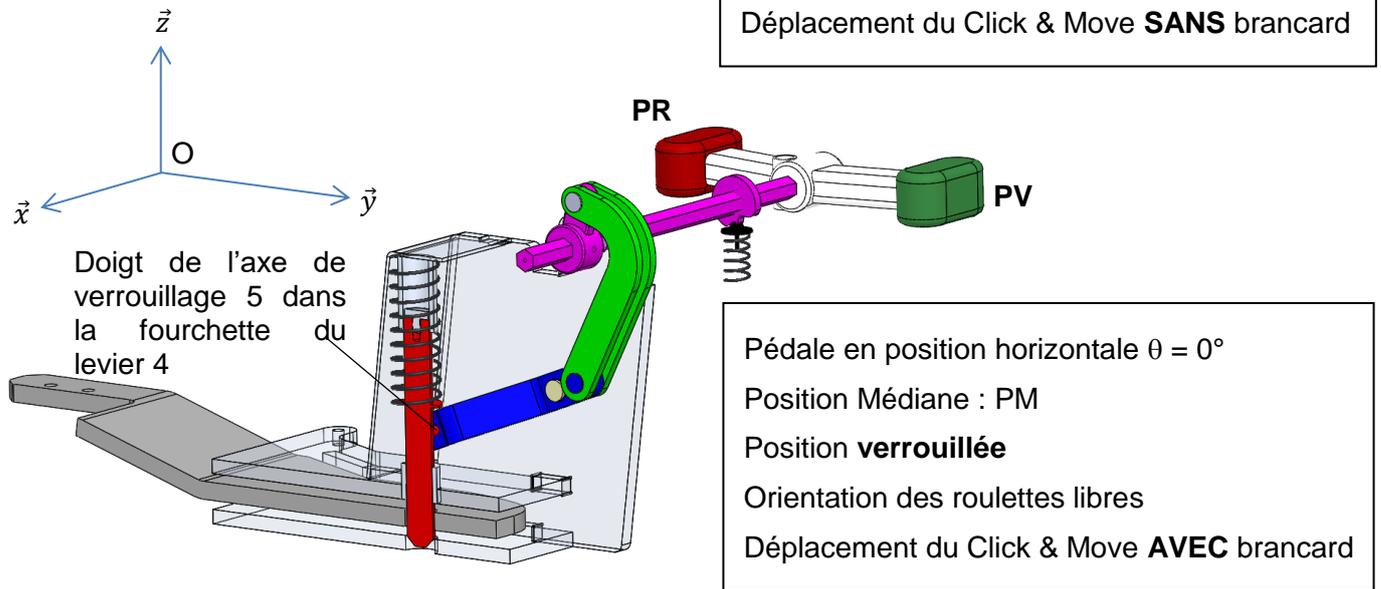
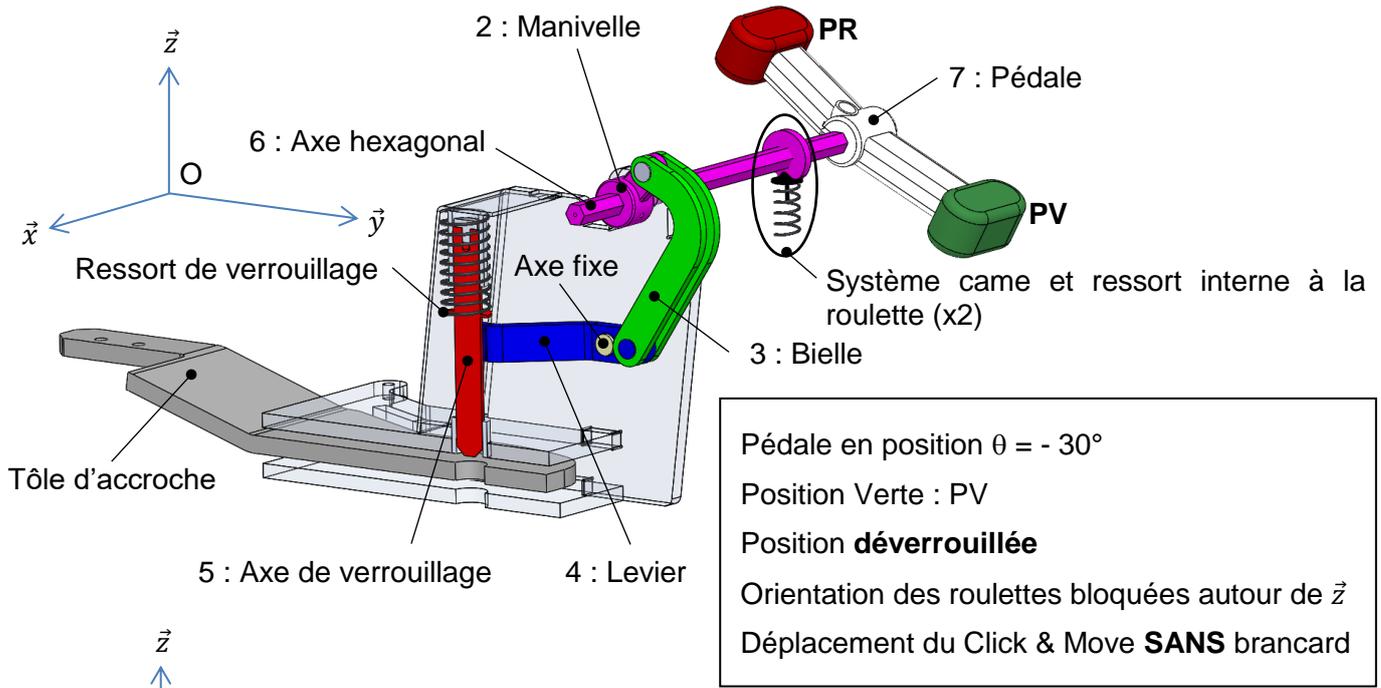


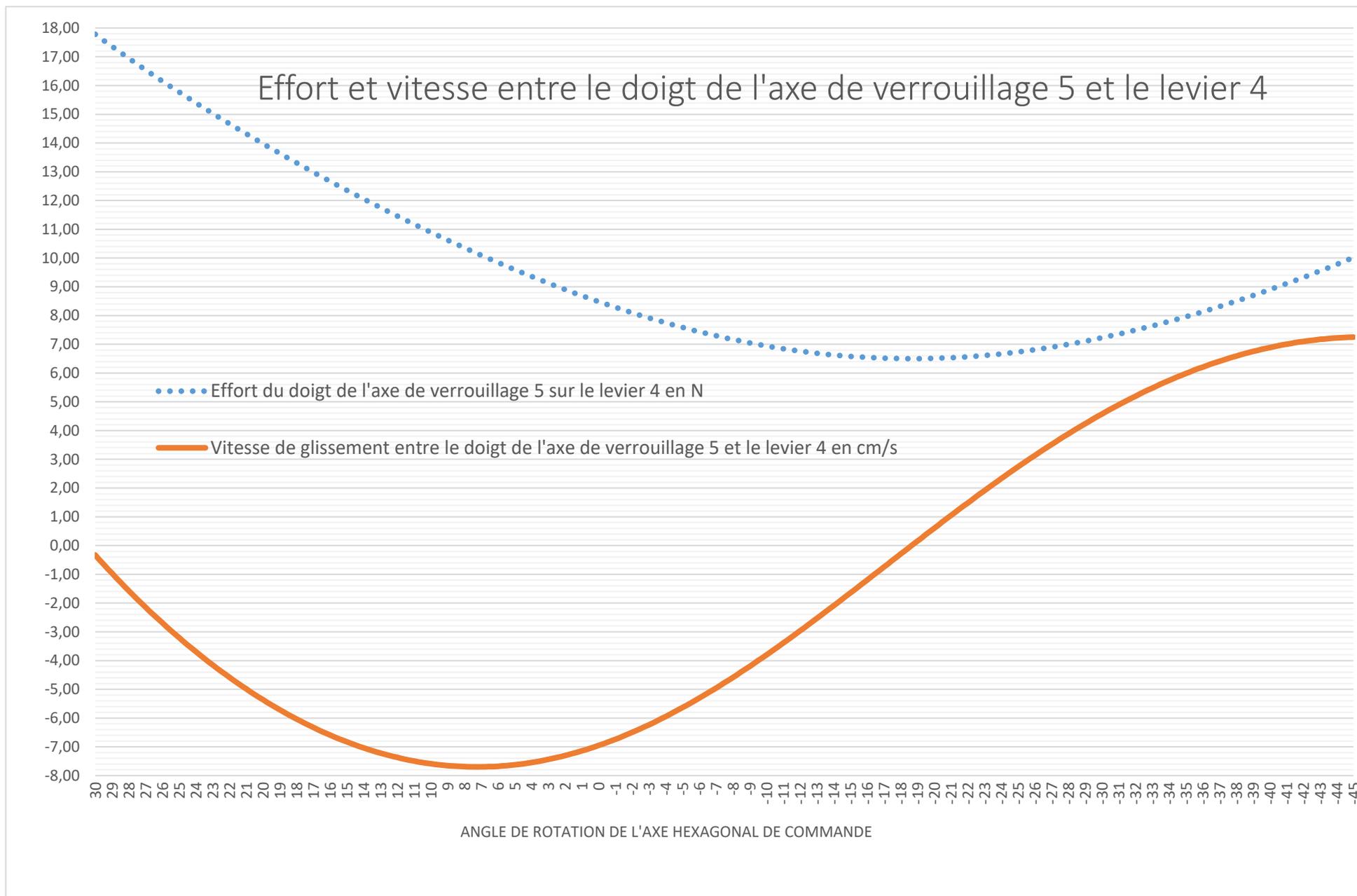
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 11/15

Roulements rigides à billes à une rangée d 25 – 35 mm



Dimensions d'encombrement			Charges de base		Limite de fatigue	Vitesses de base		Masse	Désignation
d	D	B	dynamique C	statique C ₀		Vitesse de référence	Vitesse limite		
mm			kN	kN	kN	tr/min	kg	–	
25	37	7	4,36	2,6	0,125	38 000	24 000	0,022	61805
	42	9	7,02	4,3	0,193	36 000	22 000	0,045	61905
	47	8	8,06	4,75	0,212	32 000	20 000	0,06	* 16005
	47	12	11,9	6,55	0,275	32 000	20 000	0,078	* 6005
	52	15	14,8	7,8	0,335	28 000	18 000	0,13	* 6205
	52	15	17,8	9,8	0,4	28 000	18 000	0,12	6205 ETN9
	62	17	23,4	11,6	0,49	24 000	16 000	0,23	* 6305
	62	17	26	13,4	0,57	24 000	16 000	0,22	6305 ETN9
	80	21	35,8	19,3	0,815	20 000	13 000	0,54	6405
	28	58	16	16,8	9,5	0,405	26 000	16 000	0,17
68		18	25,1	13,7	0,585	22 000	14 000	0,3	63/28
30	42	7	4,49	2,9	0,146	32 000	20 000	0,025	61806
	47	9	7,28	4,55	0,212	30 000	19 000	0,049	61906
	55	9	11,9	7,35	0,31	28 000	17 000	0,089	* 16006
	55	13	13,8	8,3	0,355	28 000	17 000	0,12	* 6006
	62	16	20,3	11,2	0,475	24 000	15 000	0,2	* 6206
	62	16	23,4	12,9	0,54	24 000	15 000	0,18	6206 ETN9
	72	19	29,6	16	0,67	20 000	13 000	0,35	* 6306
	72	19	32,5	17,3	0,735	22 000	14 000	0,33	6306 ETN9
	90	23	43,6	23,6	1	18 000	11 000	0,75	6406
	35	47	7	4,36	3,35	0,14	30 000	18 000	0,029
55		10	10,8	7,8	0,325	26 000	16 000	0,08	61907
62		9	13	8,15	0,375	24 000	15 000	0,11	* 16007
62		14	16,8	10,2	0,44	24 000	15 000	0,15	* 6007





La théorie de Hertz permet de déterminer les caractéristiques de la transmission d'efforts dans le cas des contacts étroits, ponctuels ou linéiques. Cette théorie permet notamment de déterminer :

- les dimensions de la surface de contact ;
- le rapprochement des deux solides ;
- la pression de contact maximale.

La pression maximale calculée par la méthode de Hertz est supérieure à la pression réelle, puisqu'en réalité le contact est plus grand donc l'effort mieux réparti. L'utilisation de la théorie de Hertz va donc dans le sens de la prudence.

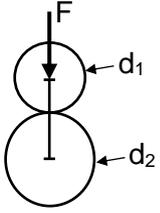
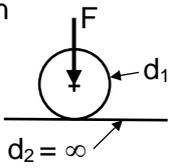
On définit :

un diamètre de courbure relative d^*

$$\frac{1}{d^*} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}$$

un module d'élasticité équivalent E^*

$$\frac{1}{E^*} = \frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2}$$

Type de contact		Cylindre Cylindre 	Cylindre Plan 
Surface de contact	Forme	Rectangle (2b·L) 	
	Dimensions	$b = \sqrt{\frac{2F}{\pi L} \cdot \frac{d^*}{E^*}}$	
Pression Max : P_{Max}		$P_{Max} = \frac{2F}{\pi bL}$	

Contact entre pièces fixes	Pression admissible (MPa)
Sur acier ou fonte sans matage	80 à 100
Sur acier ou fonte avec léger matage, ou sur béton	200 à 250
Contact entre filets (vis/écrou ou taraudage)	15 à 30

Contact entre pièces mobiles	Pression admissible (MPa)
Contact entre filets mobiles en fonctionnement (vis sans fin)	2 à 6
Articulations en porte-à-faux	0,5 à 8
Articulations en chape (ou fourchette)	1 à 10
Paliers rigides avec flexion de l'arbre ; acier/fonte	1 à 1,5
Paliers à rotule, acier sur bronze avec graissage intermittent	1,5 à 2,4
Paliers acier trempé/bronze, lubrification sur film d'huile	2,5 à 4
Paliers rectifiés de bielles, graissage normal ou sans pression	6 à 15
Moteurs (automobile, aviation) ; rotules de coussinets	10 à 25

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2023

Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit Unité U42 – Conception préliminaire

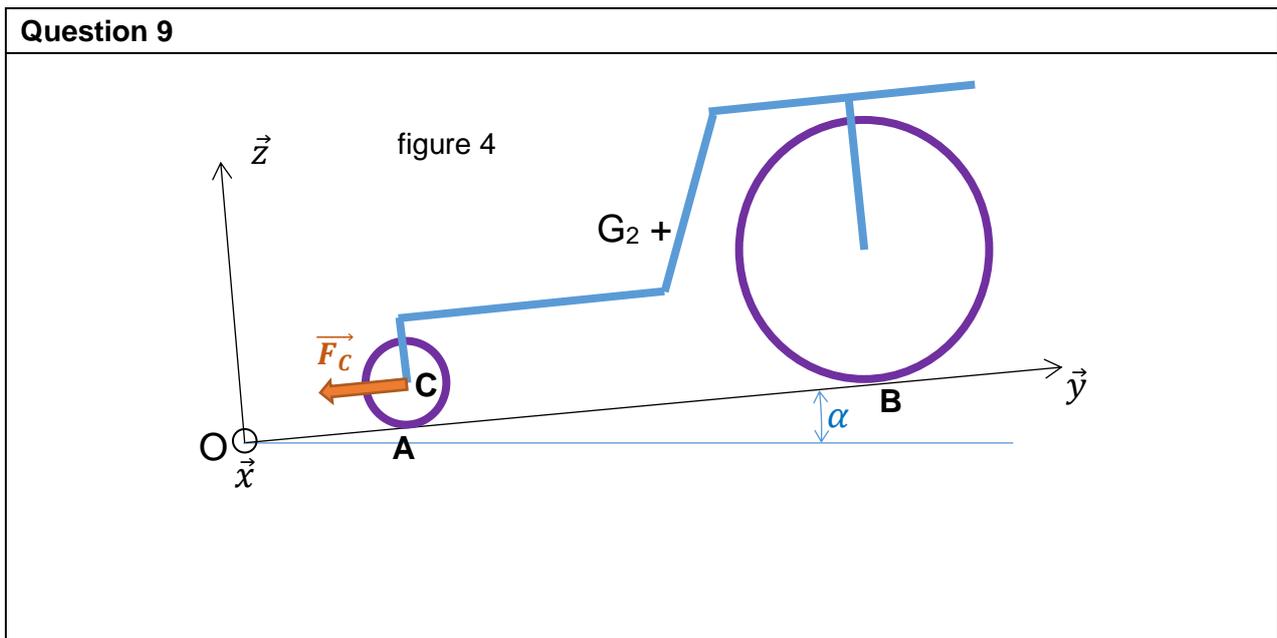
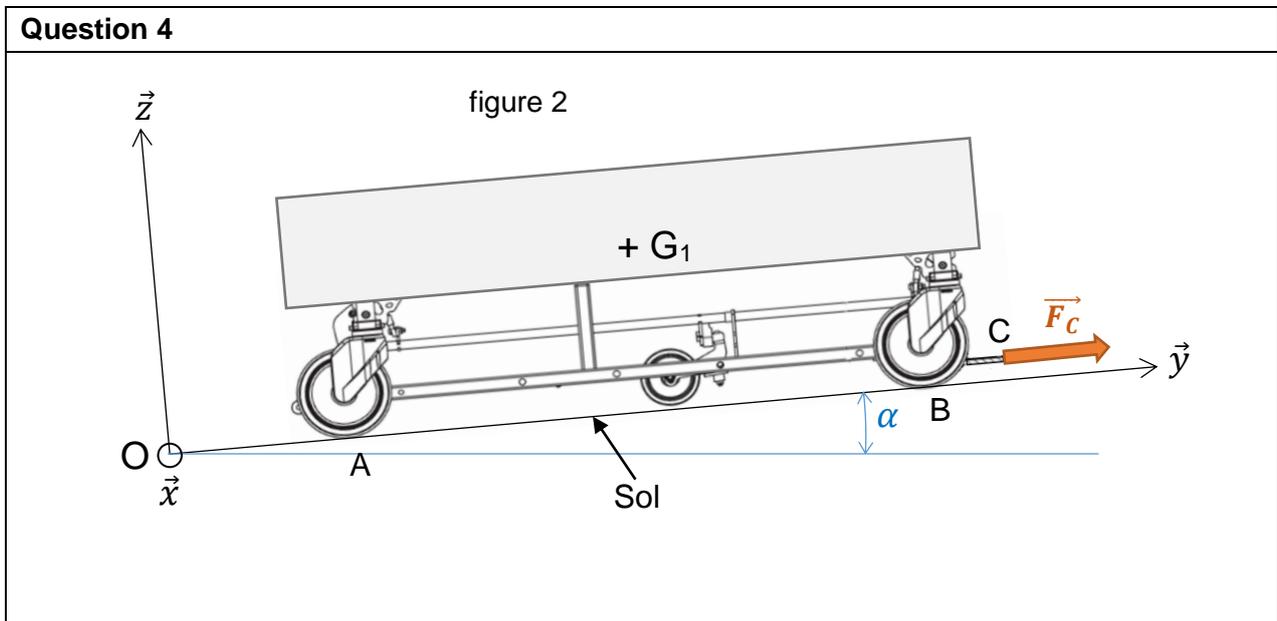
DOSSIER RÉPONSE

Ce dossier comporte 11 pages.

DR1 : étude énergétique et bilan des actions mécaniques	page 1/11
DR2 : modification du support de roue	page 2/11
DR3 : modification du châssis	page 3/11
DR4 : graphe de montage de la liaison actuelle entre le support de roue et le châssis	page 4/11
DR5 : nouvelle liaison entre le châssis et le support de roue	page 5/11
DR6 : schéma cinématique du nouveau mécanisme de verrouillage	page 6/11
DR7 : vérification graphique du déplacement de l'axe de verrouillage	page 7/11
DR8 : choix du mécanisme de verrouillage automatique	pages 8 et 9/11
DR9 : choix du ressort de verrouillage	page 10/11
DR10 : vérification du comportement de la liaison linéaire rectiligne	page 11/11

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP

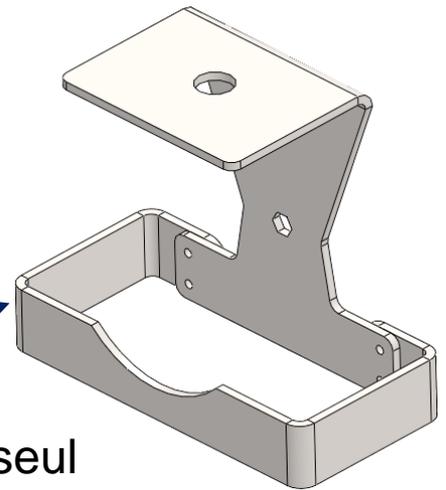
Question 2				
Tronçons	$I_{(A)}$	$P_{(W)}$	$t_{(s)}$	$E_{(J)}$
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
TOTAL en Joule				
Energie en Wh consommée pour un trajet standard de 220 s				



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.

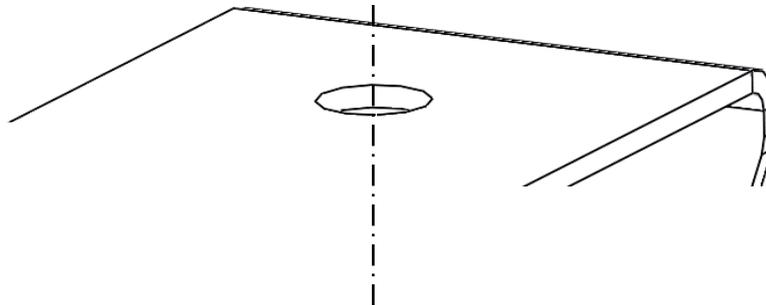
Support de roue actuel

Tôle de protection

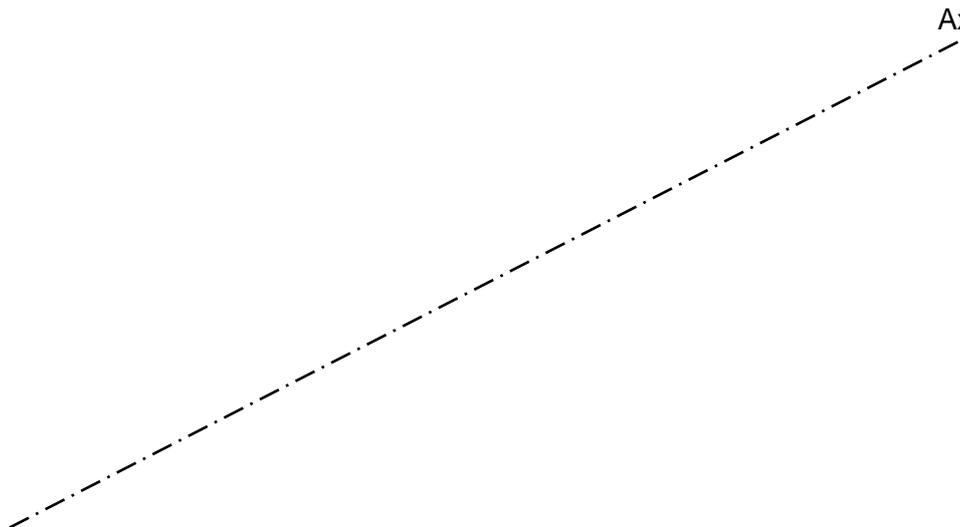


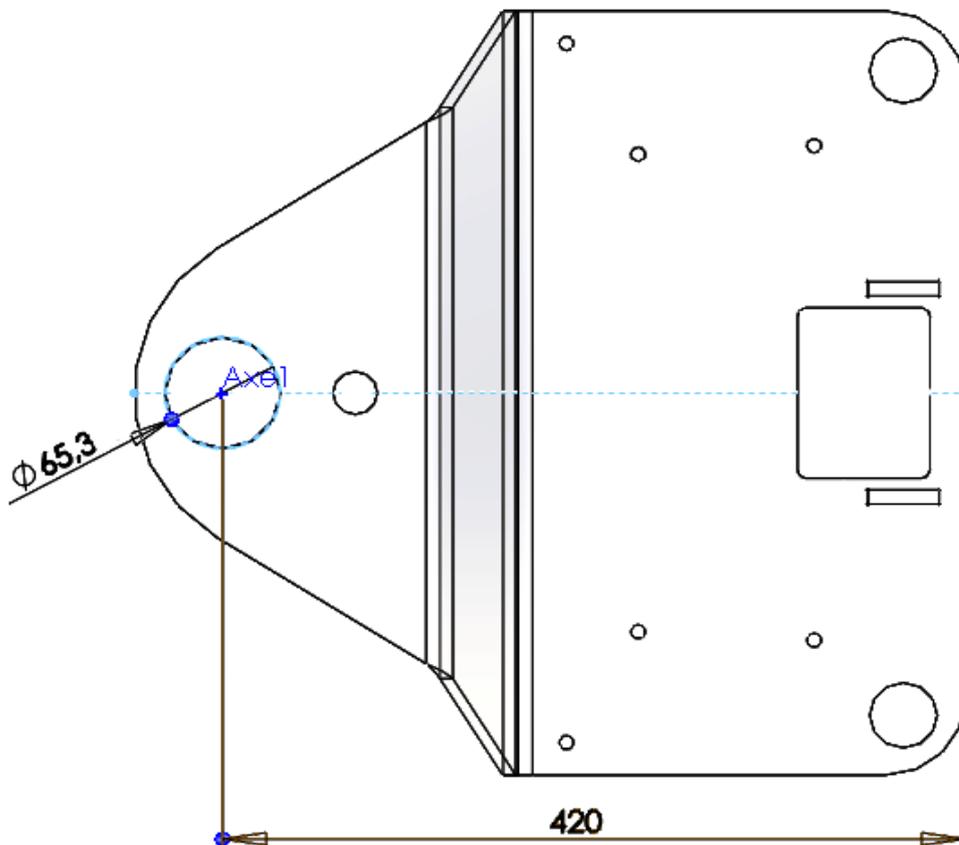
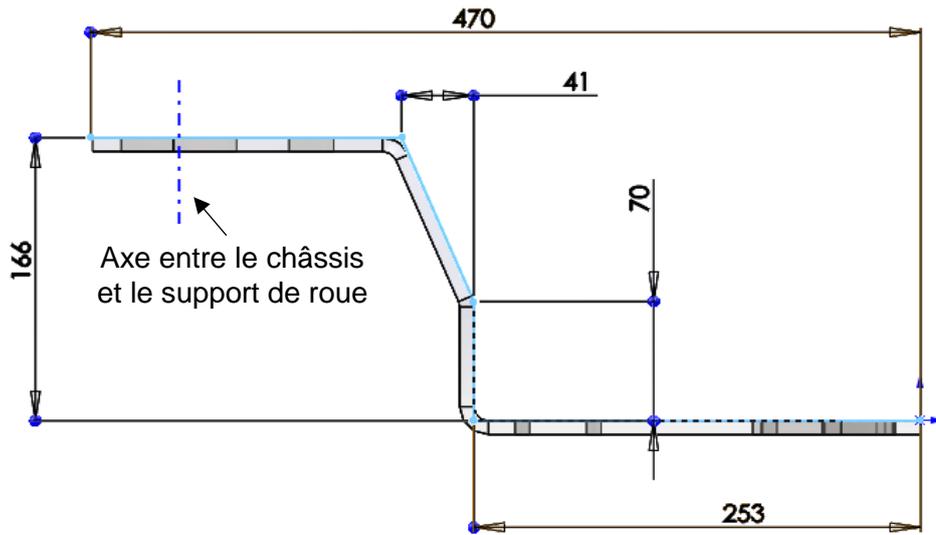
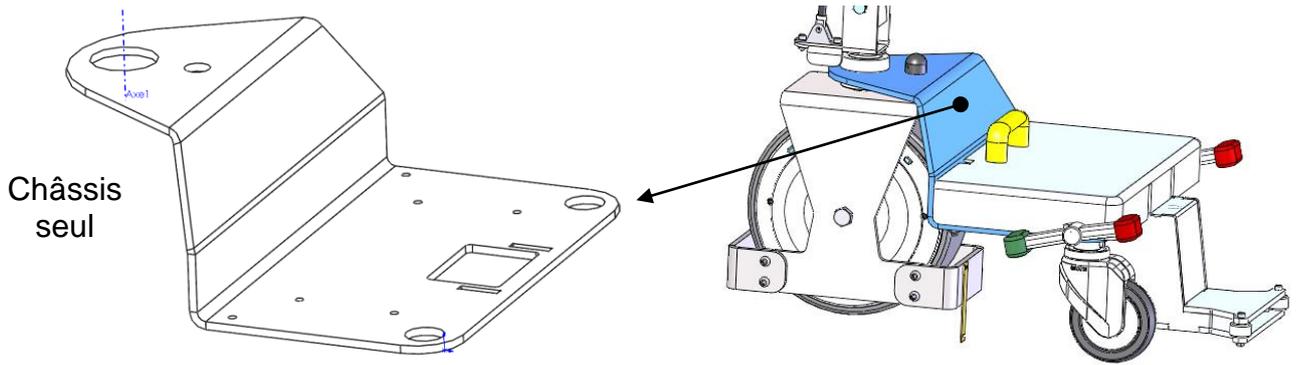
Nouveau support de roue seul

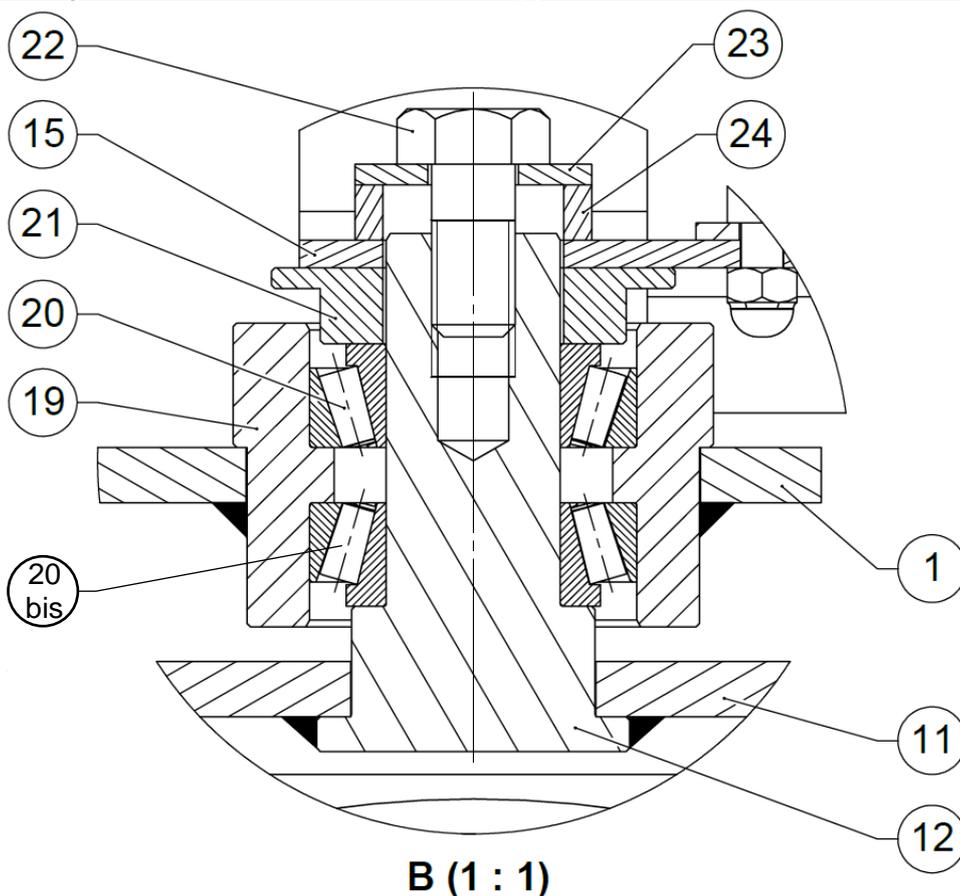
Axe d'articulation
du support de roue



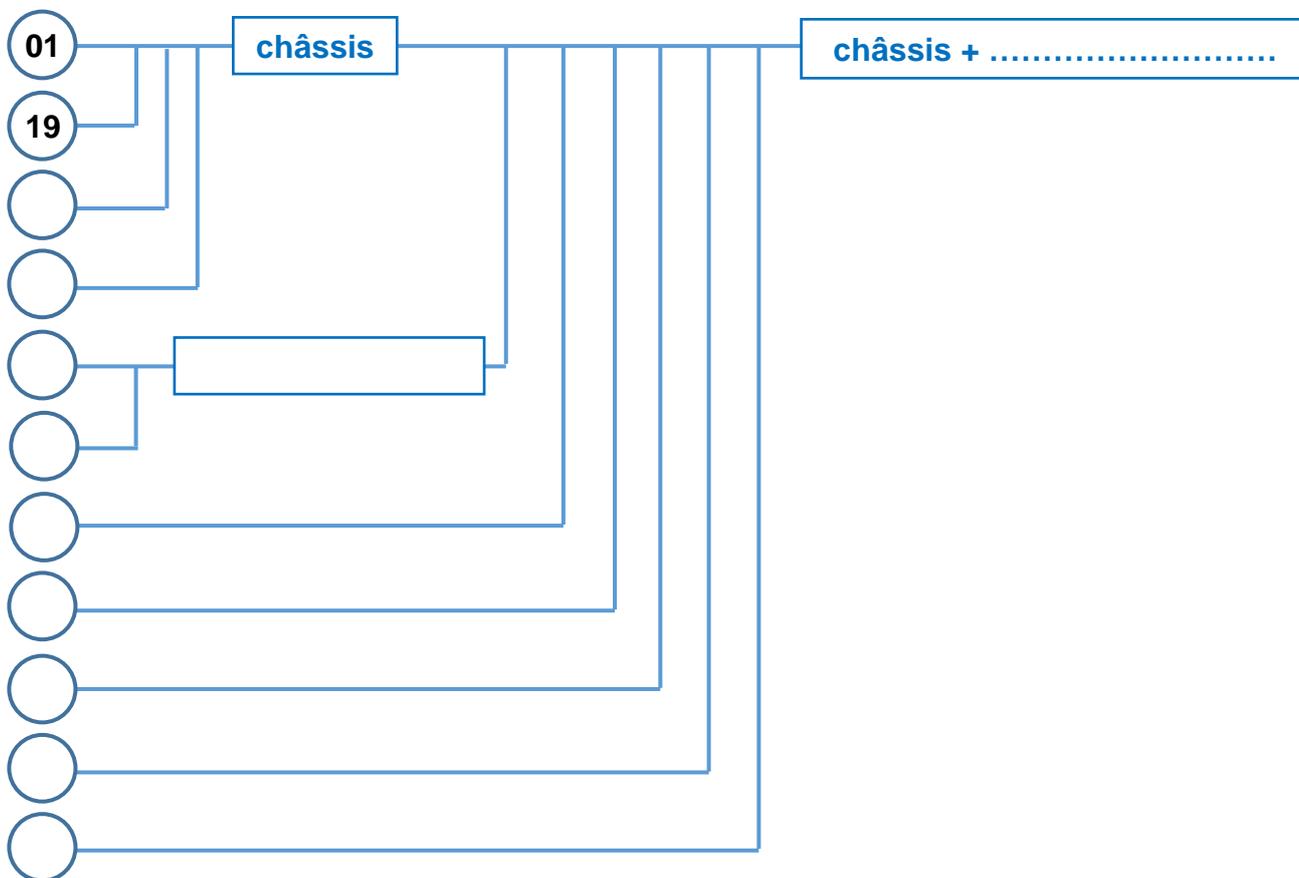
Axe de la roue

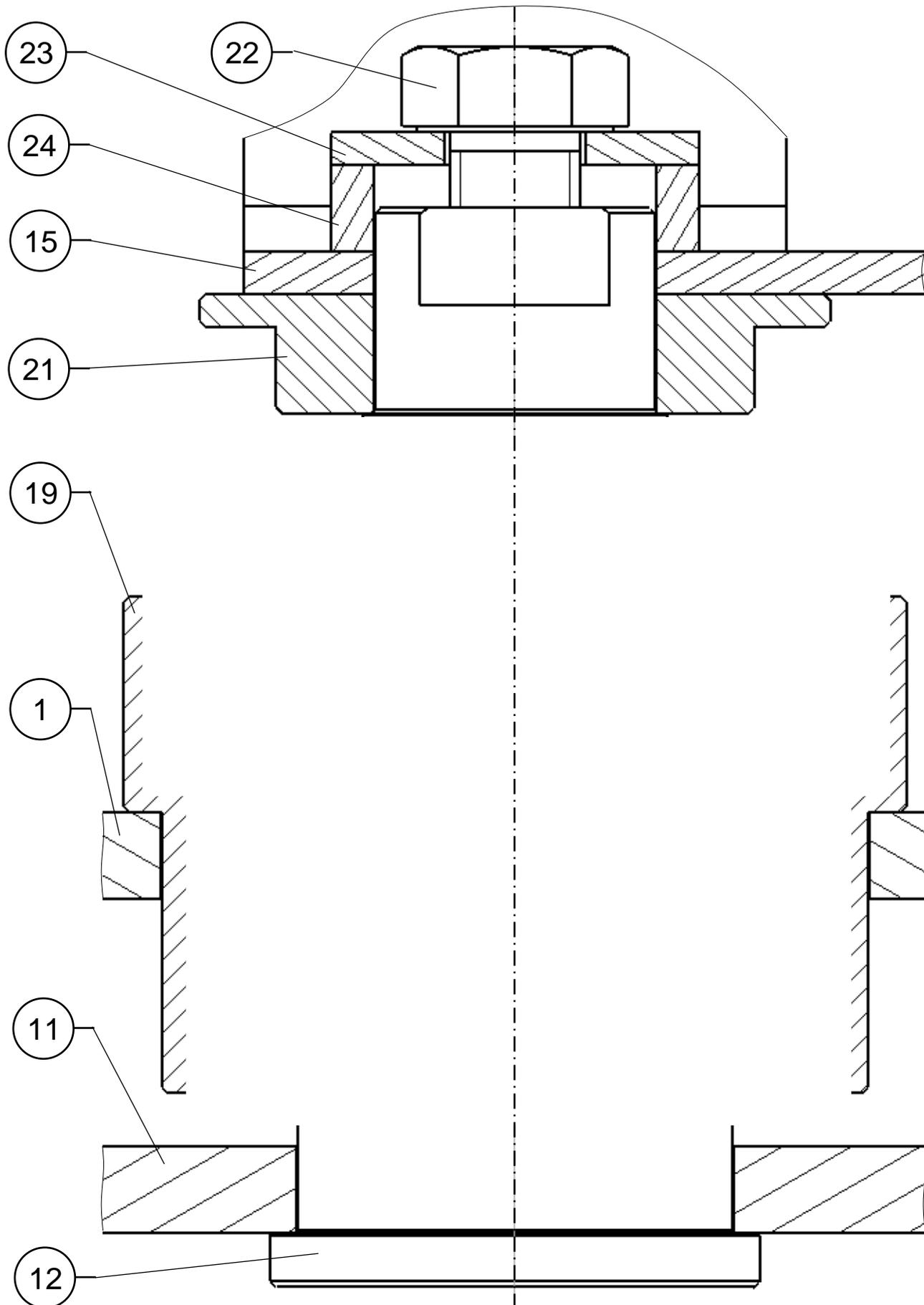






GRAPHE DE MONTAGE





Coupe BB – Échelle 2 : 1

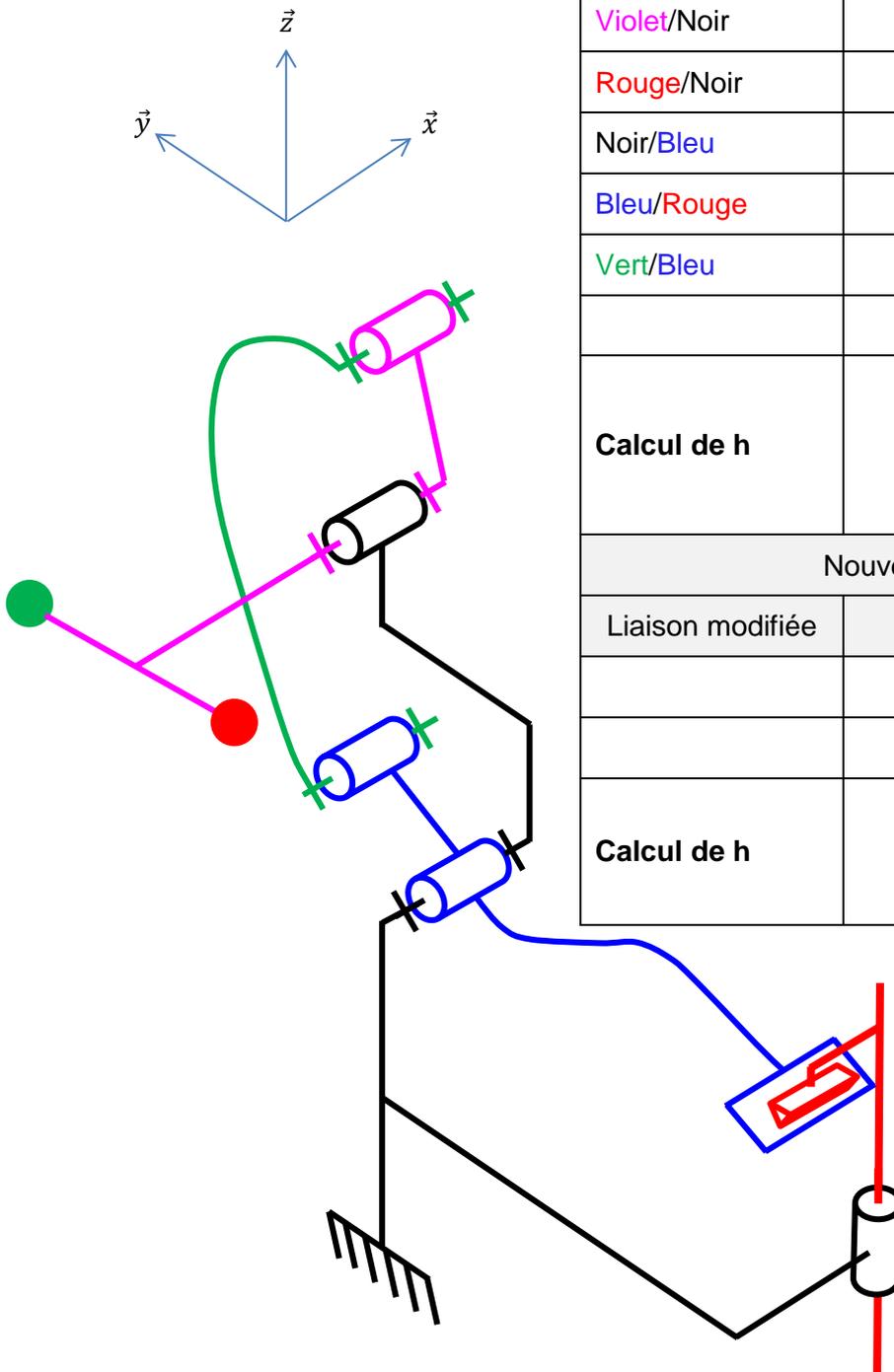
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER RÉPONSE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 5/11

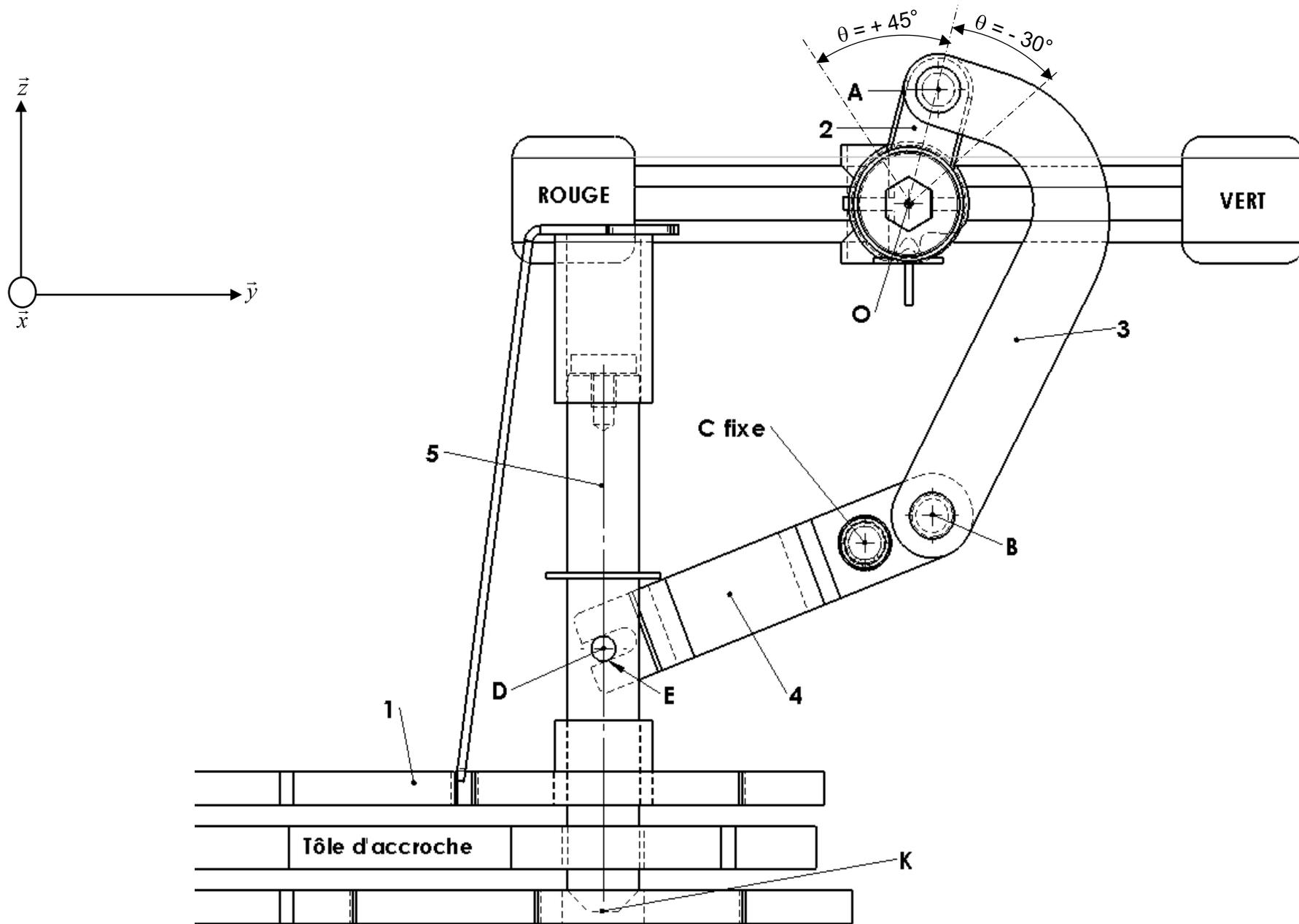
Rappel du calcul du degré d'hyperstatisme : $h = \sum N_s - 6(n-1) + m_u + m_i$

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

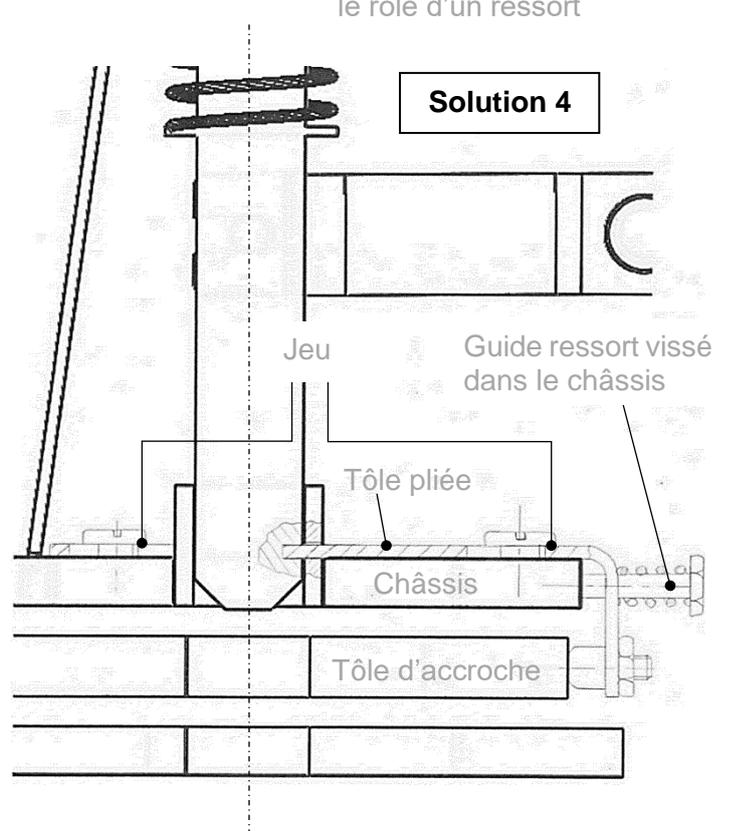
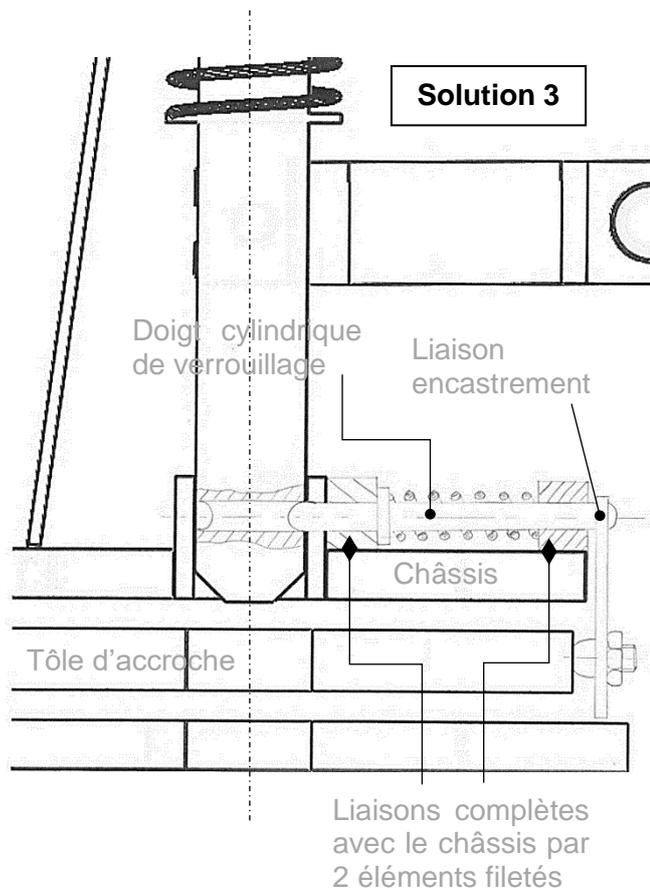
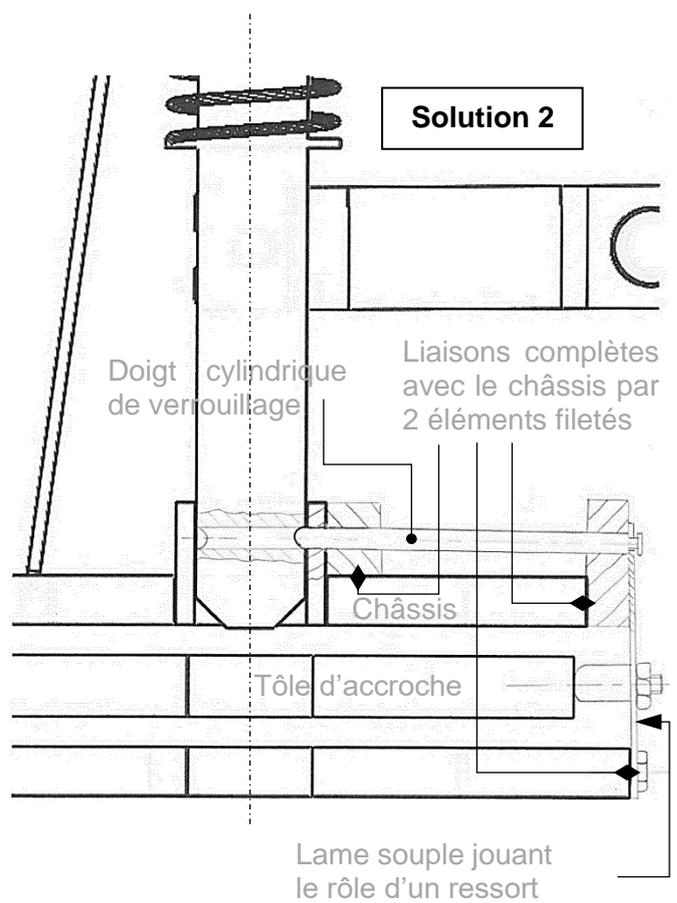
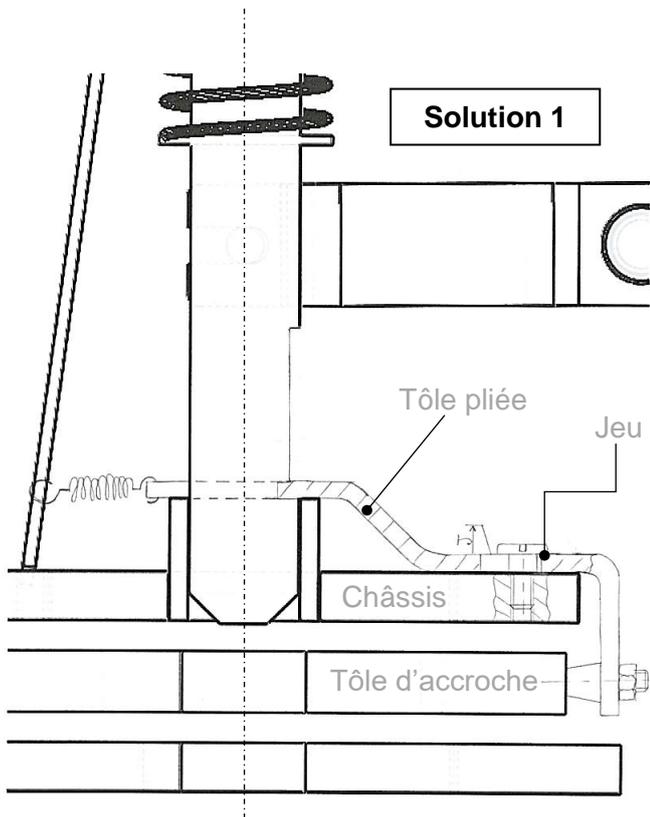
n = nombre de classes d'équivalence	
m_u = mobilité utile	
m_i = mobilité interne	

Liaison	Nom de la liaison et orientation	N_s
Violet/Vert		
Violet/Noir		
Rouge/Noir		
Noir/Bleu		
Bleu/Rouge		
Vert/Bleu		
	$\sum N_s =$	
Calcul de h		
Nouvelle modélisation		
Liaison modifiée	Nom de la liaison et orientation	
	$\sum N_s =$	
Calcul de h		





BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER RÉPONSE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit	23CP42CP	Page 7/11
U42 : Conception préliminaire		



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				
Nombre de pièces	3				
Complexité de fabrication	5				
Réglage possible	4				
Total des points pondérés					
Solution choisie					

Le tableau est à compléter dans les cases blanches.

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

