

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.

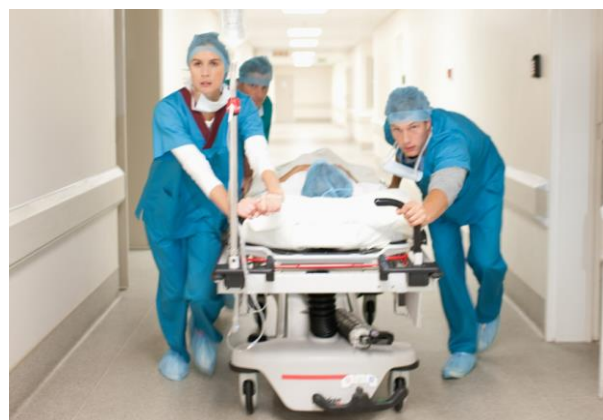
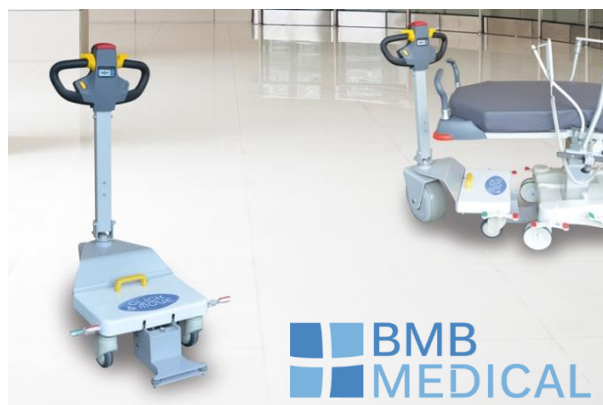
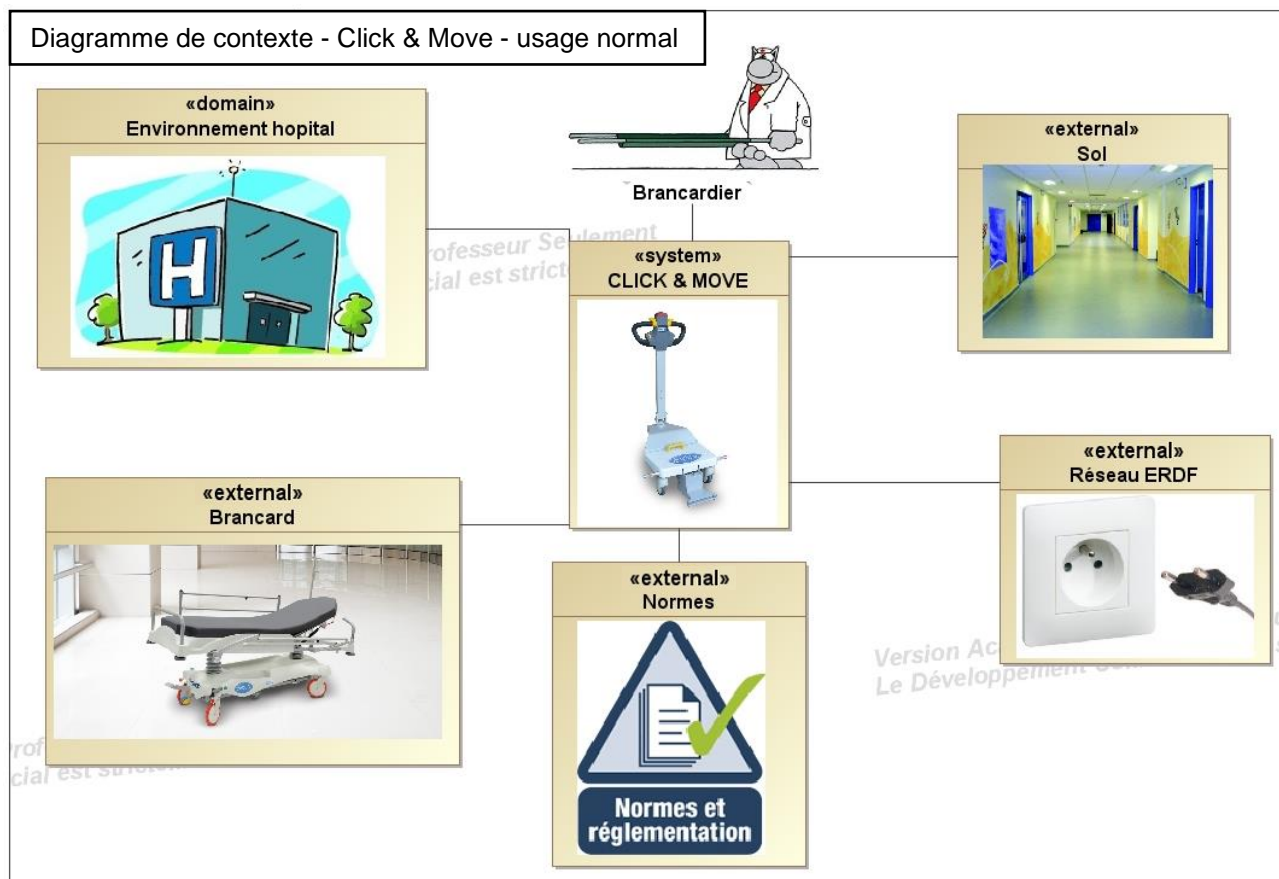


Diagramme de contexte - Click & Move - usage normal



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

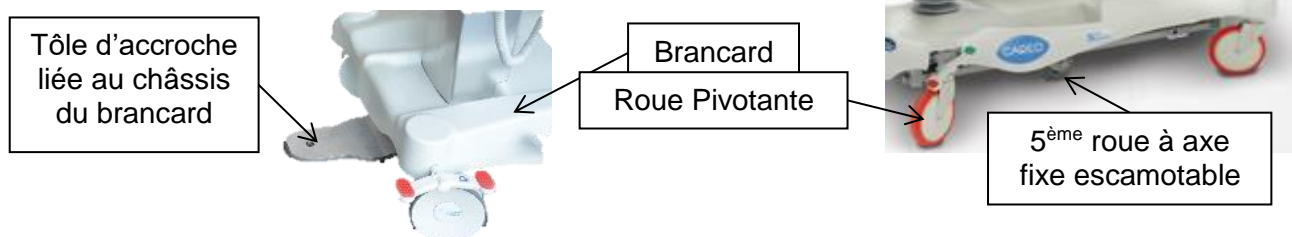
2. Description structurelle et fonctionnelle du produit Click & Move

2.1. Le pré-équipement du brancard

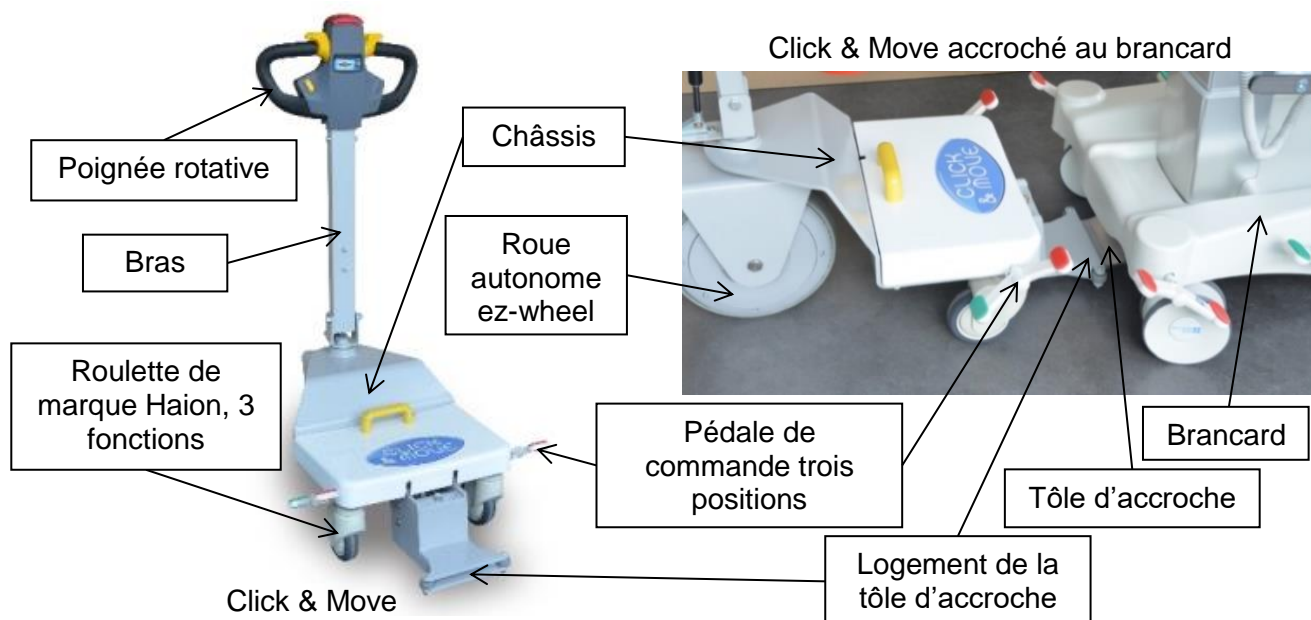
L'utilisation du Click & Move nécessite un pré-équipement sur le brancard à déplacer.

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.

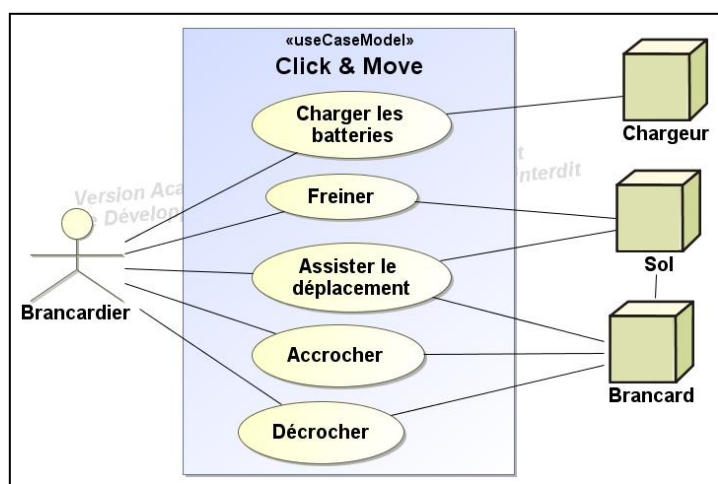


2.2. Les principaux éléments qui composent le système



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



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 2/15

3. Caractéristiques techniques actuelles du système Click & Move

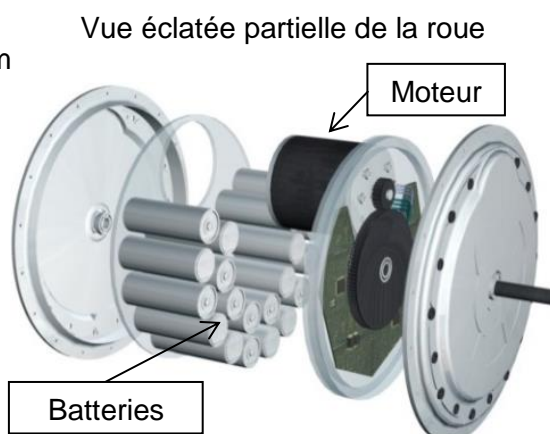
RÉFÉRENCE	Click & Move
CHARGE MAXI TRACTÉE	450 kg (brancard + patient)
POIDS	700 N
DIMENSIONS HORS TOUT	Largeur : 600 mm, Longueur : 800 mm, Hauteur : 1210 mm
COMMANDE DE DÉPLACEMENT	Commande par poignée rotative sur le bras. Accélération progressive de la vitesse : 4 s pour arriver à 6 km/h. Gestion 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

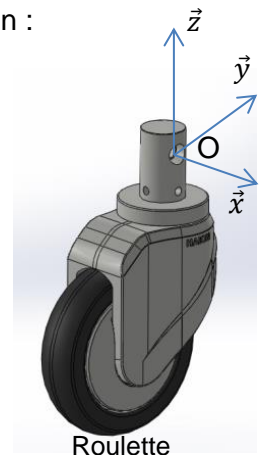
Deux roulettes fabriquées par Haion équipent le Click & Move.

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

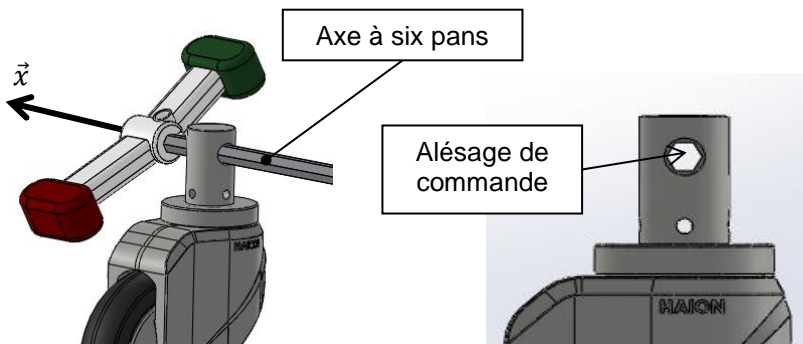
- **mode pivotant** : la roue est libre en rotation autour de l'axe (O, \vec{z}) ;
- **mode blocage unidirectionnel** : le pivotement est bloqué quand la roue est orientée dans la direction \vec{y} ;
- **mode frein** : la roue est bloquée autour de son axe de rotation suivant \vec{x} .

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.

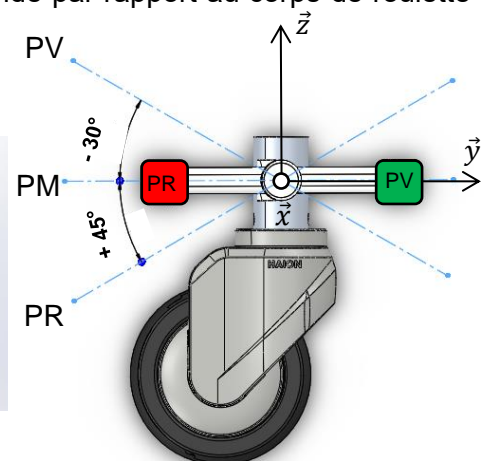


Roulette



Roulette, axe, pédale

Roulette



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.

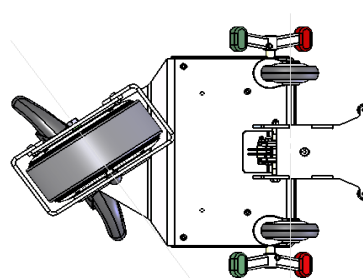
Le débattement angulaire des pédales est limité par les modes des roulettes :

- 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.

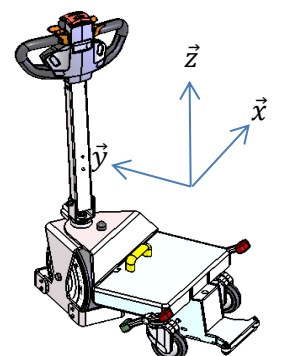
6. Positions des pédales lors de l'utilisation

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.



Vue de dessous
Pédales en position PV



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.

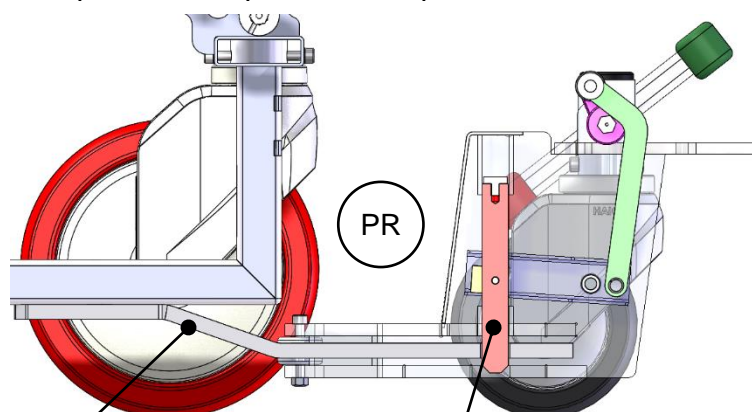
Lors de la manipulation pour atteindre PM, l'axe de verrouillage est déplacé vers le bas pour accrocher le brancard.

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.

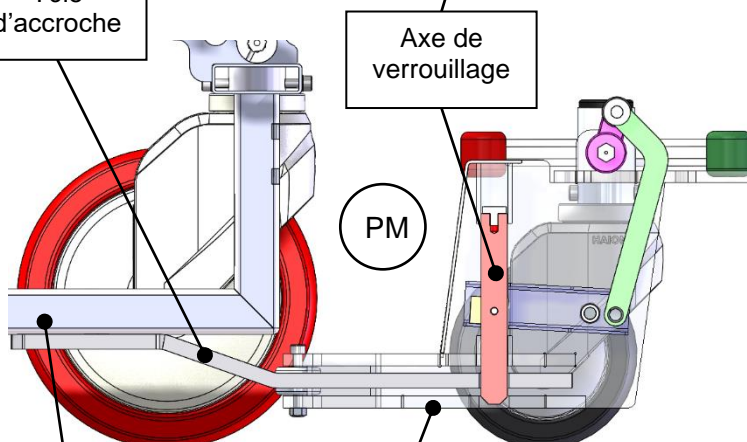
L'axe de verrouillage, en position rouge (PR), s'interpose entre la tôle d'accroche et le logement.

Click & Move est lié au brancard et freiné.



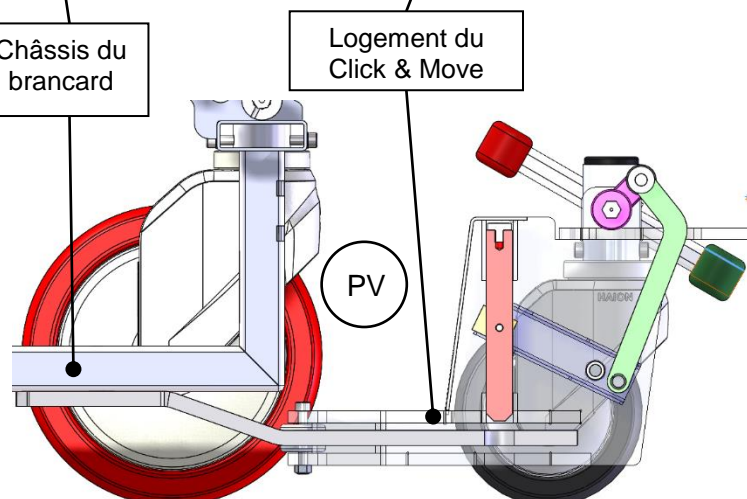
L'axe de verrouillage, en position médiane (PM), s'interpose entre la tôle d'accroche et le logement.

Click & Move est lié au brancard et non freiné.



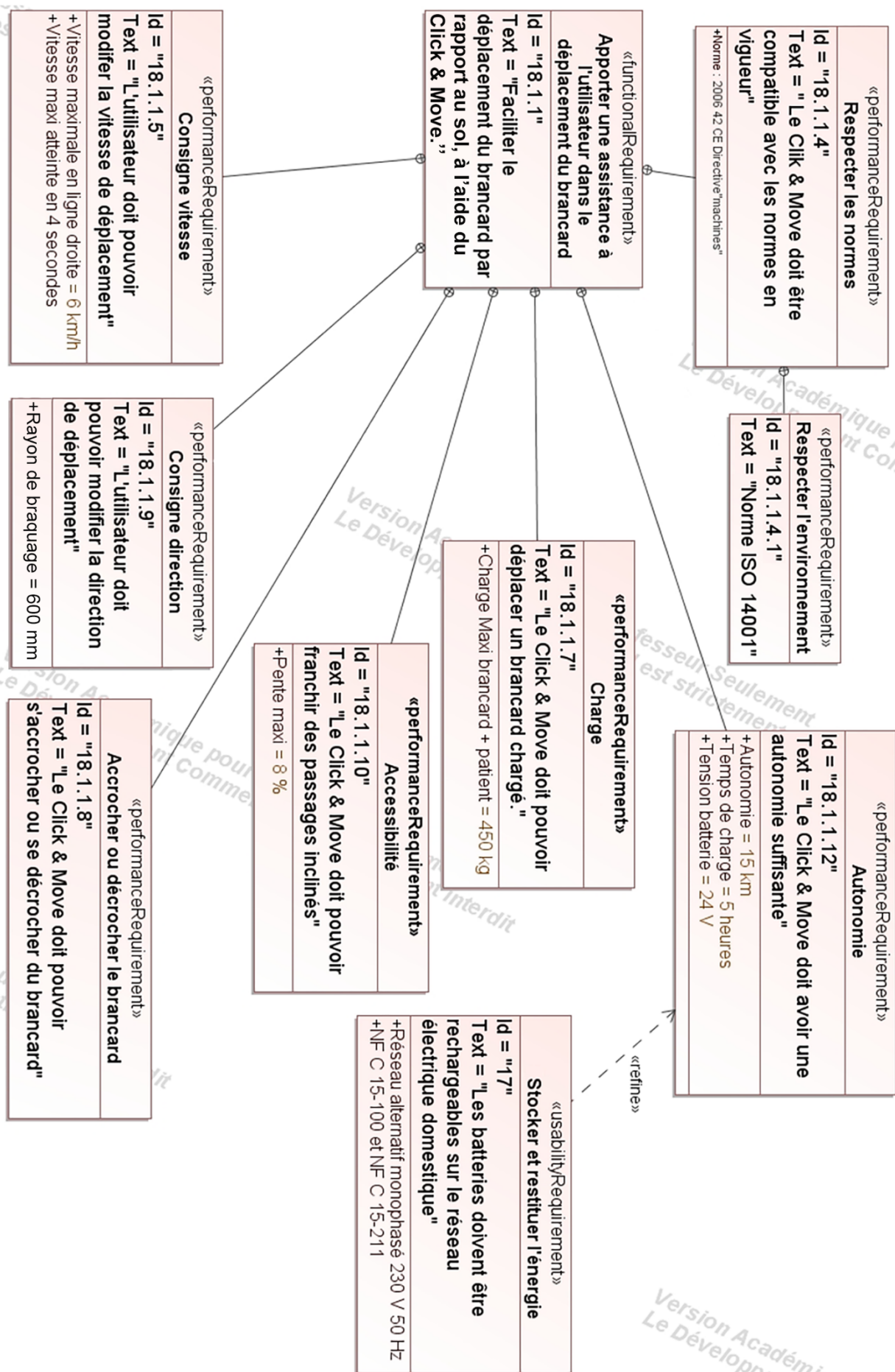
L'axe de verrouillage, en position verte (PV), libère la tôle d'accroche de Click & Move.

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



DESSIN D'ENSEMBLE FORMAT A3

NOMENCLATURE A4

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 8/15

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

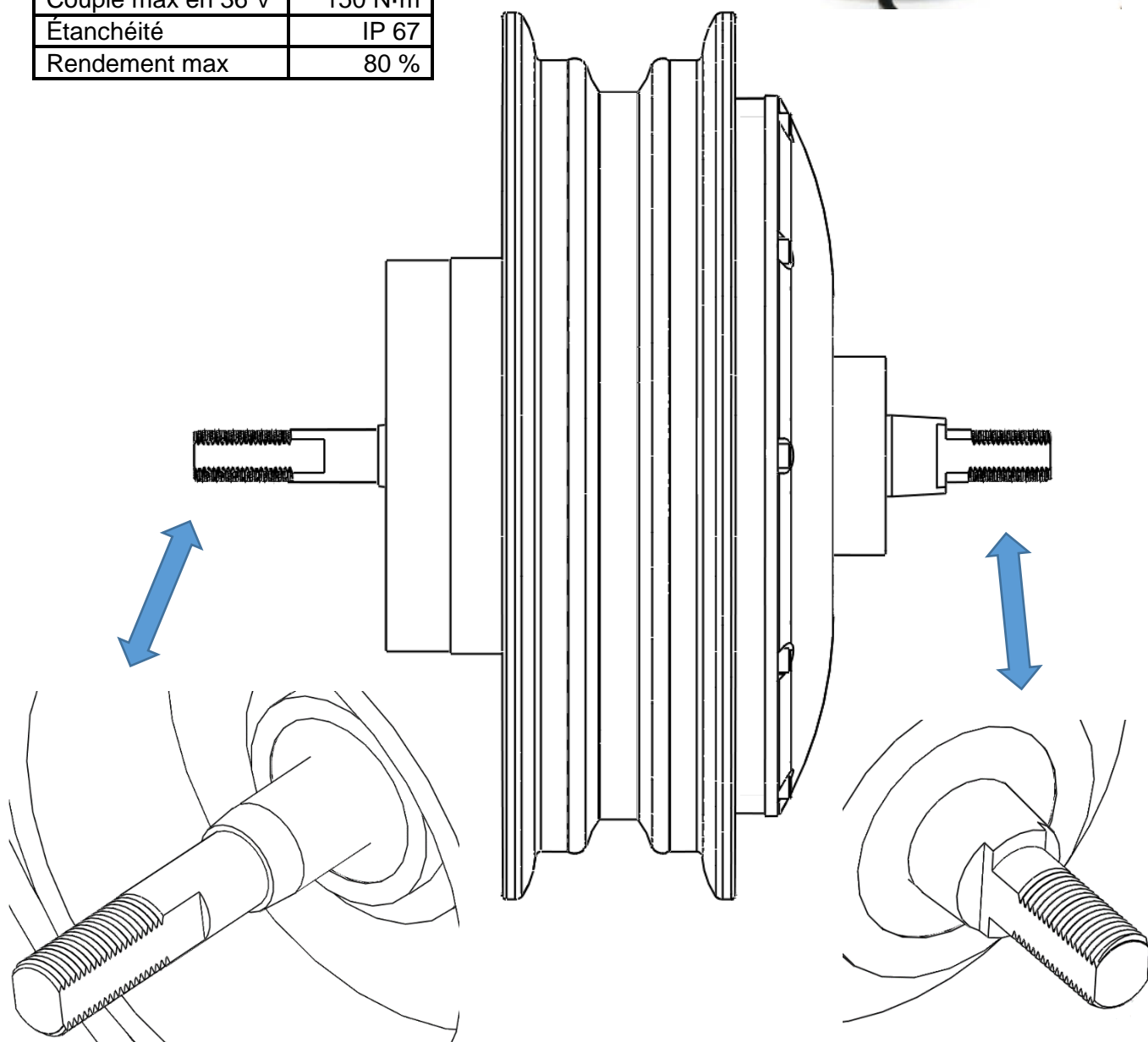
Constante de vitesse du moteur : 5,8 tr/min/Volt.

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	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 9/15

DT 4 – Folio 2/2

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

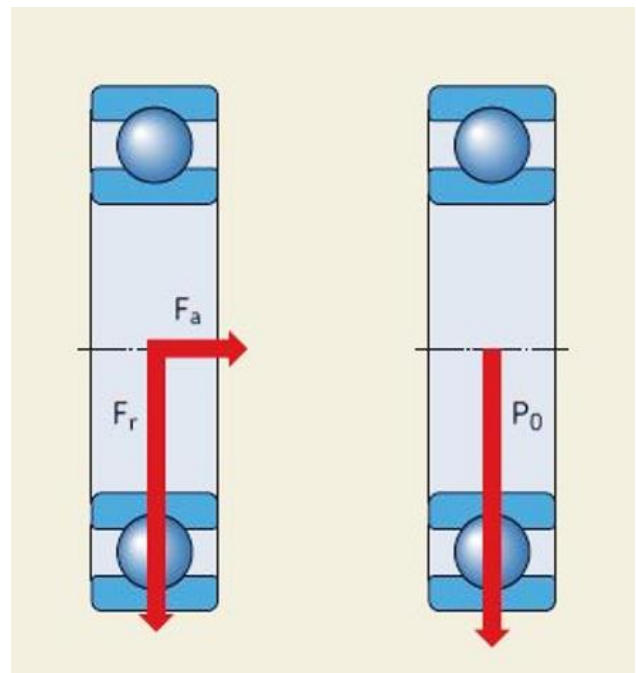
X_0 = coefficient de charge radiale du roulement ;

Y_0 = coefficient de charge axiale du roulement.

Calcul de la charge statique équivalente

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

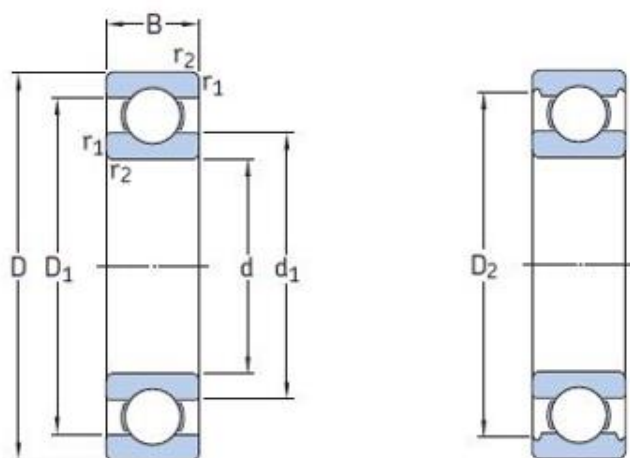
Si $P_0 < F_r$ alors, $P_0 = F_r$



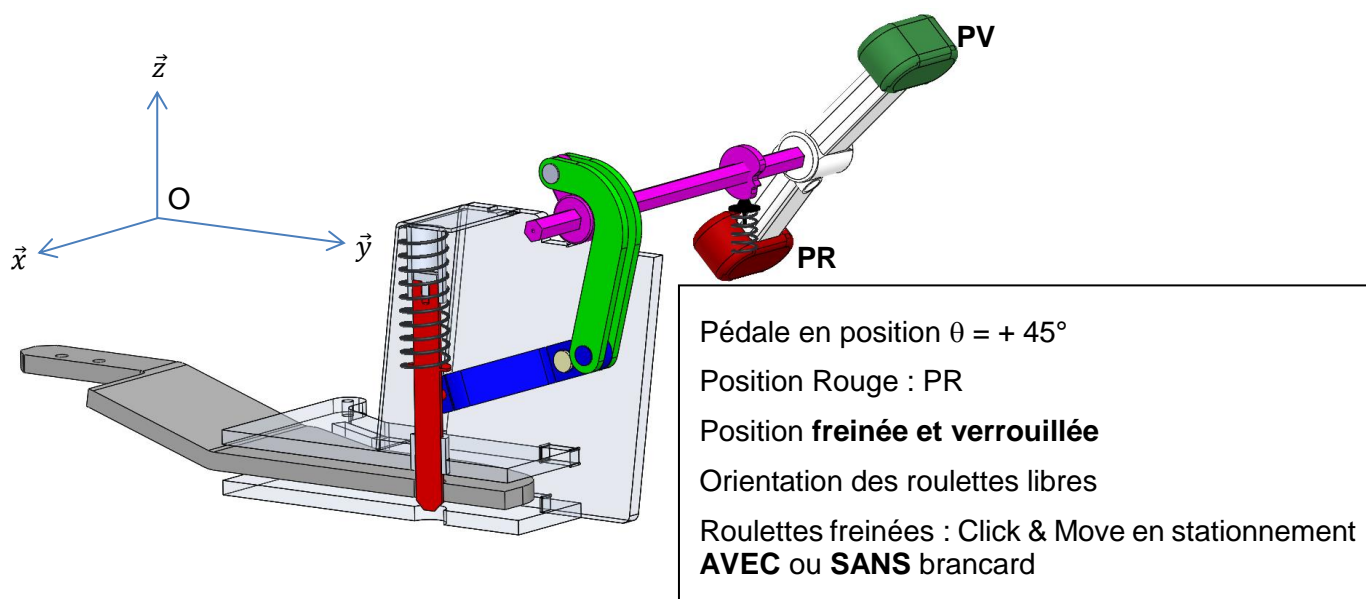
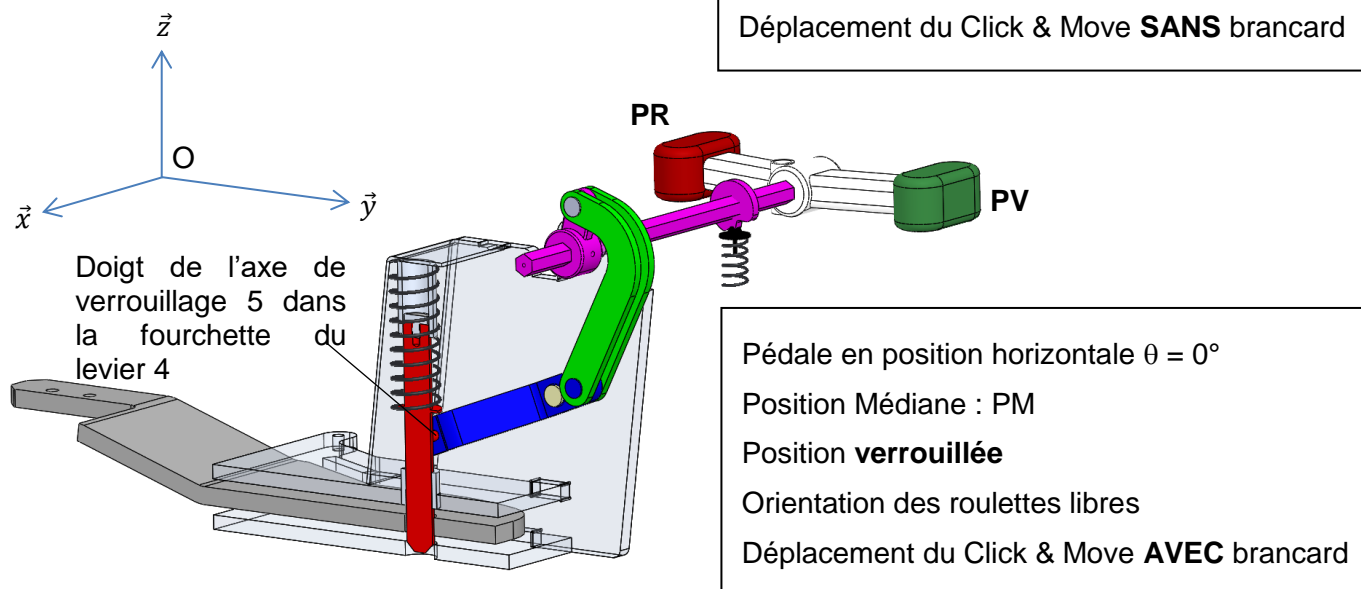
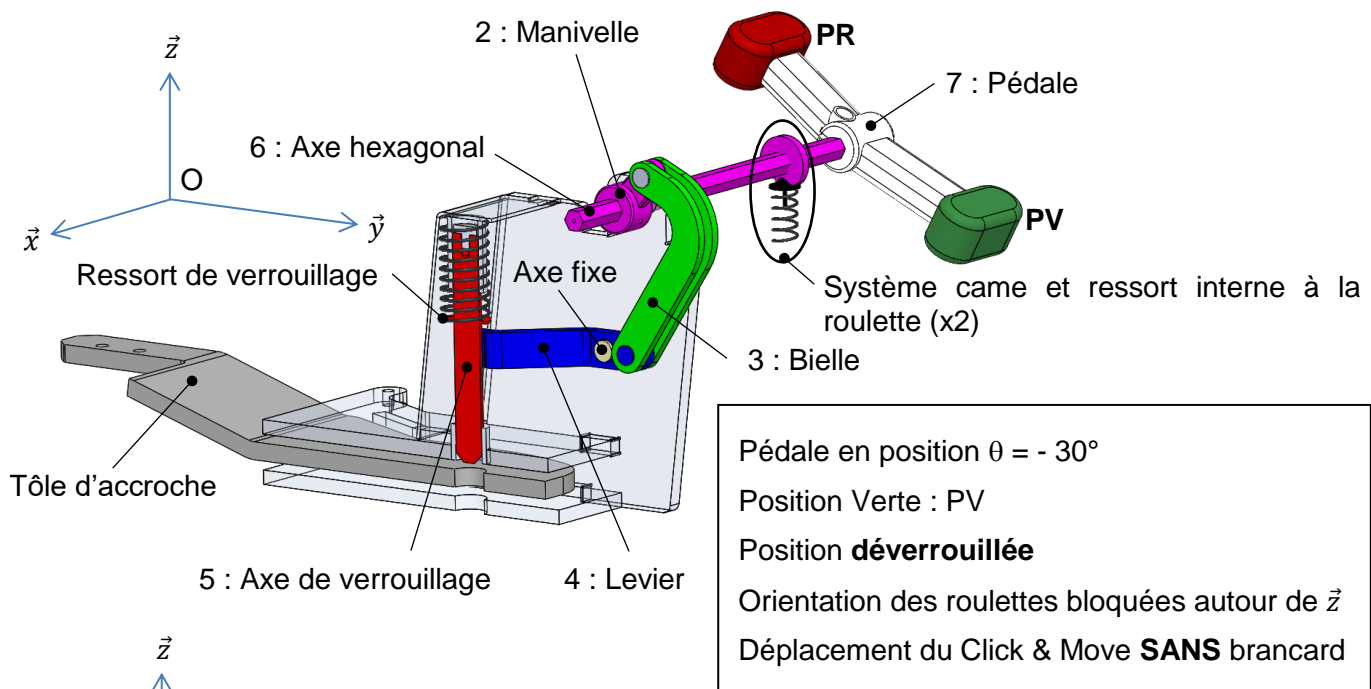
BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2023
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	23CP42CP	Page 11/15

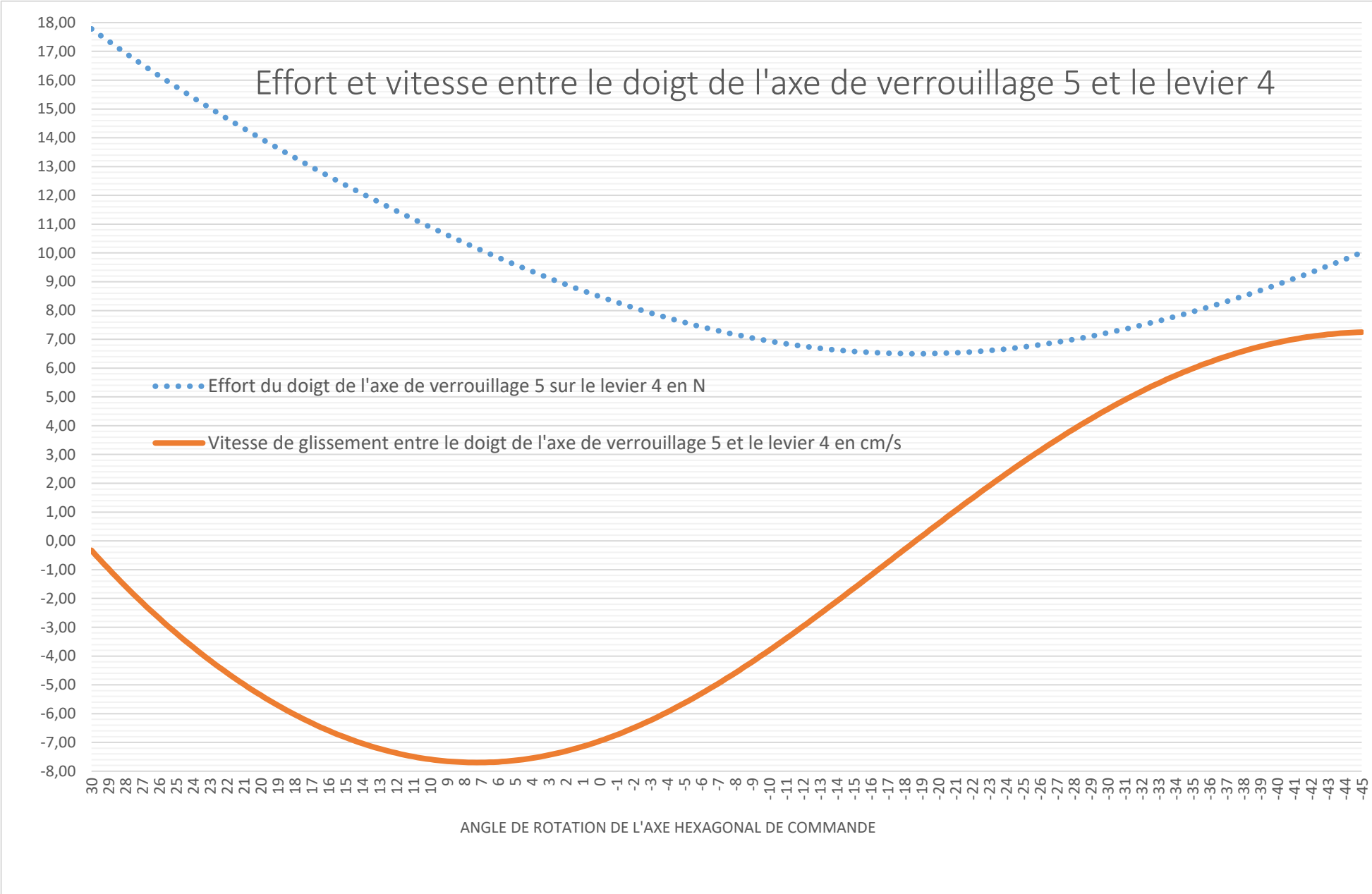
Roulements rigides à billes à une rangée

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	P _u	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	62/28
	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	61807
	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.

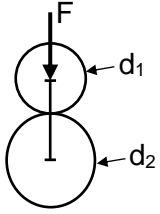
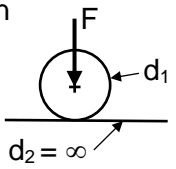

On définit :

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