

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE
SERIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
Génie Mécanique Option A et B

SESSION 2010

Epreuve : Etude des constructions

Durée : 6 Heures

Coefficient : 8

VÉLO ELLIPTIQUE VE680

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

Calculatrice de poches y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire 99-186 du 16 novembre 1999)

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes :

- **Dossier Technique (DT1 à DT9) jaune**
- **Dossier Travail demandé (pages TD1/10 à TD10/10) vert**
- **Dossier Documents Réponses (DR1 à DR8) blanc**

Tous les documents réponses, même vierges, sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER DOCUMENTS TECHNIQUES

Ce dossier comporte 9 documents numérotés de DT1 à DT9 :

DT1 et DT2 : Présentation du système et objectif général de l'étude

DT2 et DT3 : Fonctionnement et sous ensembles cinématiques

DT4 et DT5 : Extrait du cahier des charges

DT6 : Vue éclatée du système complet (document constructeur)

DT7 : Caractéristiques des programmes de la console
(*document constructeur*)

DT8 : Documentation sur les paliers lisses IGUS
(*document constructeur*)

DT9 : Plan A3

VÉLO ELLIPTIQUE VE 680 (marque Domyos)

1 - Présentation

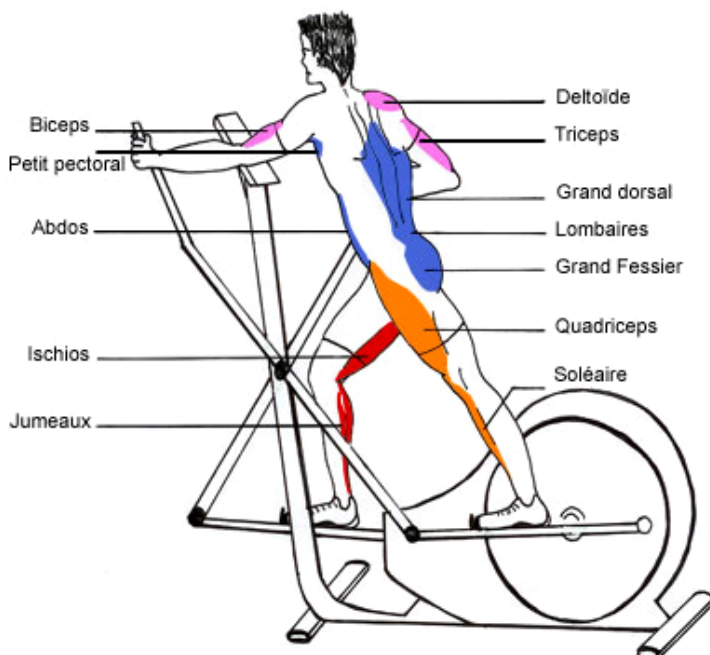
Depuis les années 80, le secteur du fitness est en pleine croissance. Leader européen de la création et de la distribution d'articles de sport, la société Décathlon commercialise une large gamme de produits (tapis de course, vélos elliptiques, rameurs, steppers...) sous différentes marques. Le système étudié ici est un vélo elliptique de marque Domyos, modèle VE 680.

Principe

Le vélo elliptique est un appareil de fitness pour la remise en forme. Il permet un travail simultané des jambes et des bras.

Il associe les mouvements circulaires du vélo, les mouvements horizontaux de la marche à pied et ceux verticaux du stepper.

C'est donc un entraînement cardio-vasculaire très complet et sans impact sur les articulations, car les pieds restent toujours en contact avec les pédales.



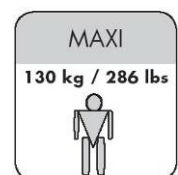
Aspect musculaire

Le mouvement très particulier, en forme d'ellipse, avant ou arrière des pieds, associé au mouvement des bras, permet de simuler le mouvement naturel de la marche tout en faisant travailler l'ensemble du corps. Cet appareil développe les dorsaux, les pectoraux, les fessiers, les quadriceps, les mollets et les muscles des bras.

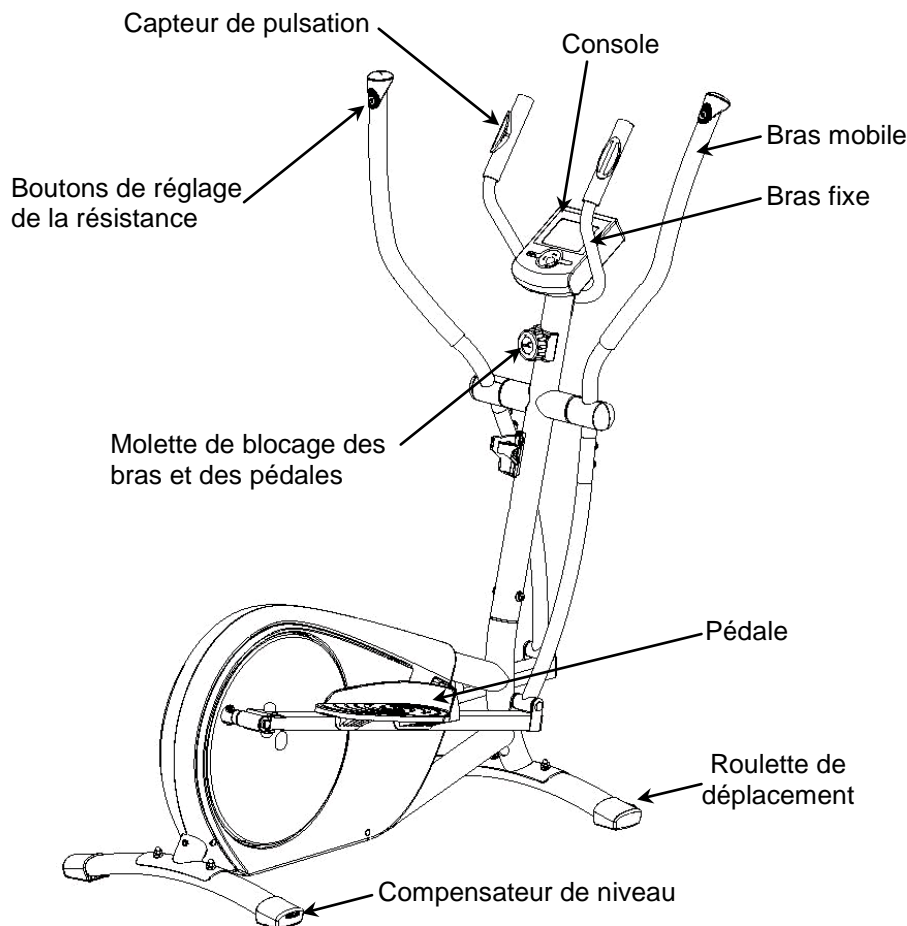
Objet de l'étude

La société Décathlon compte conquérir de nouveaux marchés liés à l'augmentation de l'obésité. Elle souhaite donc créer une gamme de produits pouvant être utilisée par des personnes de très forte corpulence et de ce fait en profite pour **améliorer sa notice d'utilisation** qui manque d'informations.

Le vélo actuel est limité aux personnes de masse inférieure à 130 kg. Notre but est de valider le modèle actuel pour une **masse maxi de 160 kg**.



Description générale du vélo



2 - Fonctionnement et sous ensembles cinématiques

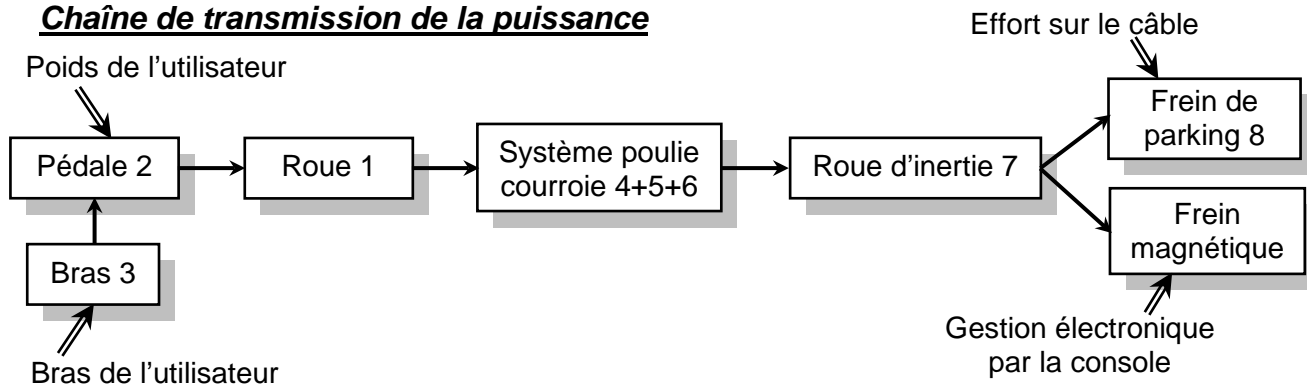
L'utilisateur du vélo elliptique génère un mouvement par le poids du corps sur les pédales, porté alternativement sur une jambe puis sur l'autre. Ce mouvement engendré par le pédalier est transmis par l'intermédiaire d'un système poulie courroie à une roue d'inertie. Cette roue est limitée dans son mouvement par un frein magnétique commandé par des programmes préenregistrés dans la console. Ce sont ces programmes qui permettent de gérer l'effort de l'utilisateur et sa dépense physique.

Un frein de parking commandé par une molette, permet de bloquer le système lorsque celui-ci est inutilisé et permet l'accès au vélo en toute sécurité (c'est une partie de l'étude dans ce sujet).

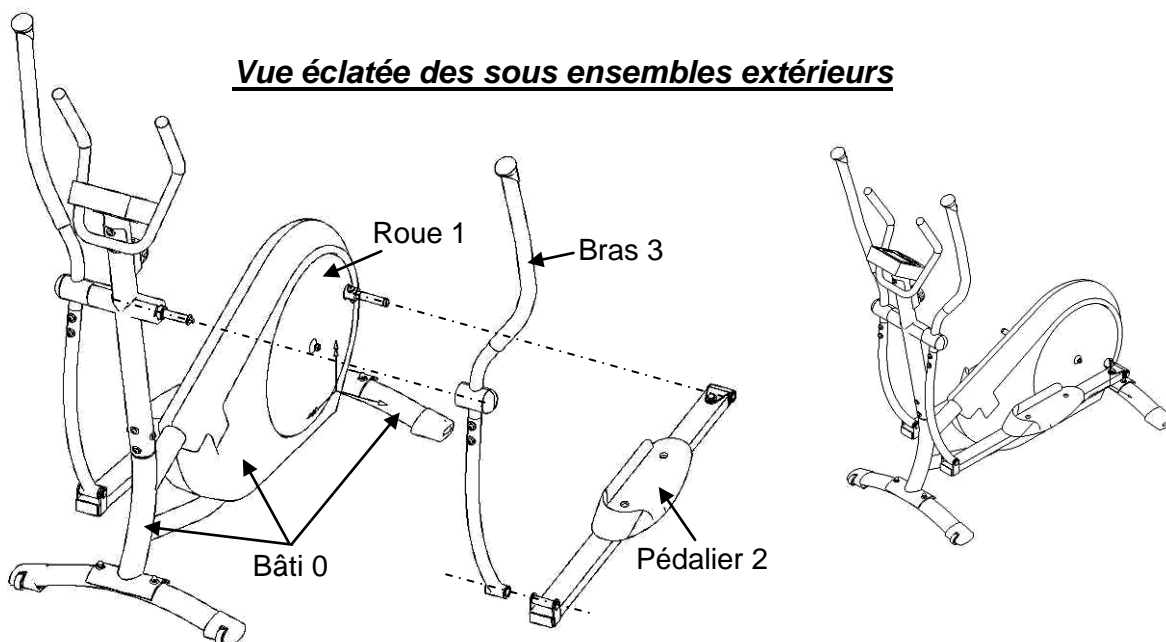
Les schémas sur le DT3 présentent la chaîne de transmission de puissance du mécanisme et ses différents sous ensembles. Nous utiliserons la nomination de ces sous ensembles pour réaliser les études durant le sujet.

Pour l'étude du mécanisme un bras et un pédalier sont suffisants.

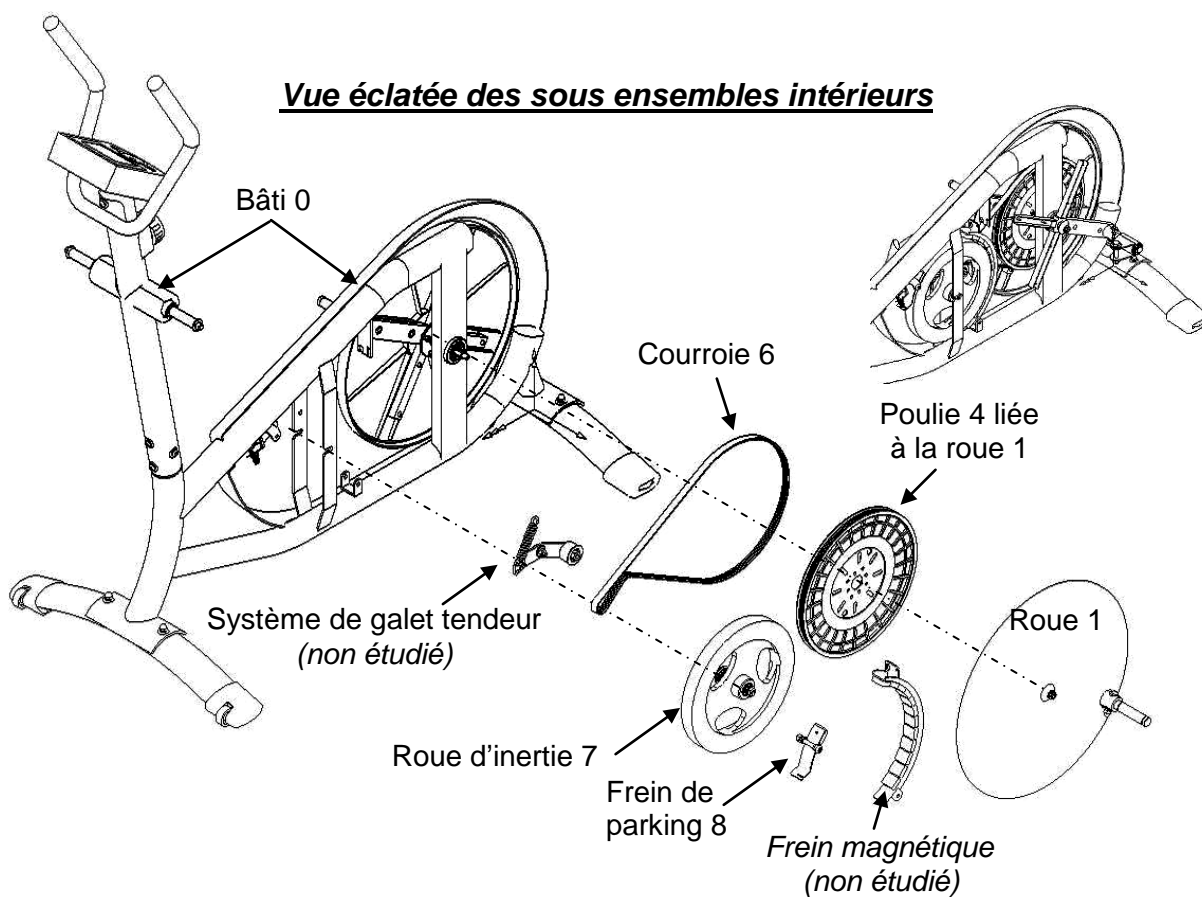
Chaîne de transmission de la puissance



Vue éclatée des sous ensembles extérieurs

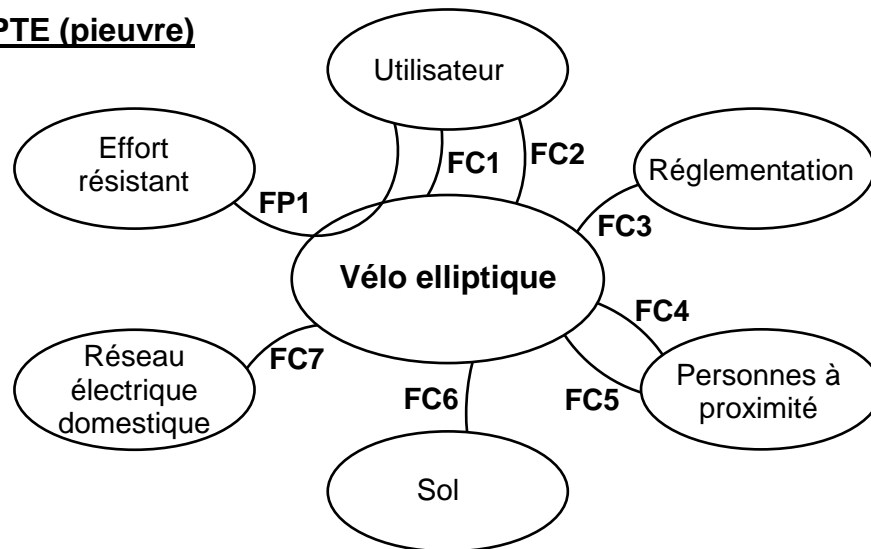


Vue éclatée des sous ensembles intérieurs



3 - Extrait du cahier des charges fonctionnel

Diagramme APTE (pieuvre)



FP1 : Créer un effort résistant lors du pédalage de l'utilisateur

FC1 : Permettre l'accès au vélo en toute sécurité

FC2 : Dialoguer avec l'utilisateur (recevoir les consignes et informer sur les performances)

FC3 : Respecter les normes applicables

FC4 : Dégager une image sportive et de qualité

FC5 : Fonctionner sans occasionner de nuisances

FC6 : Tenir de façon stable

FC7 : Utiliser l'énergie du réseau

La fonction FP1 se décompose en deux sous fonctions décrivant plus en détails le lien entre les exercices physiques et la cinématique du vélo :

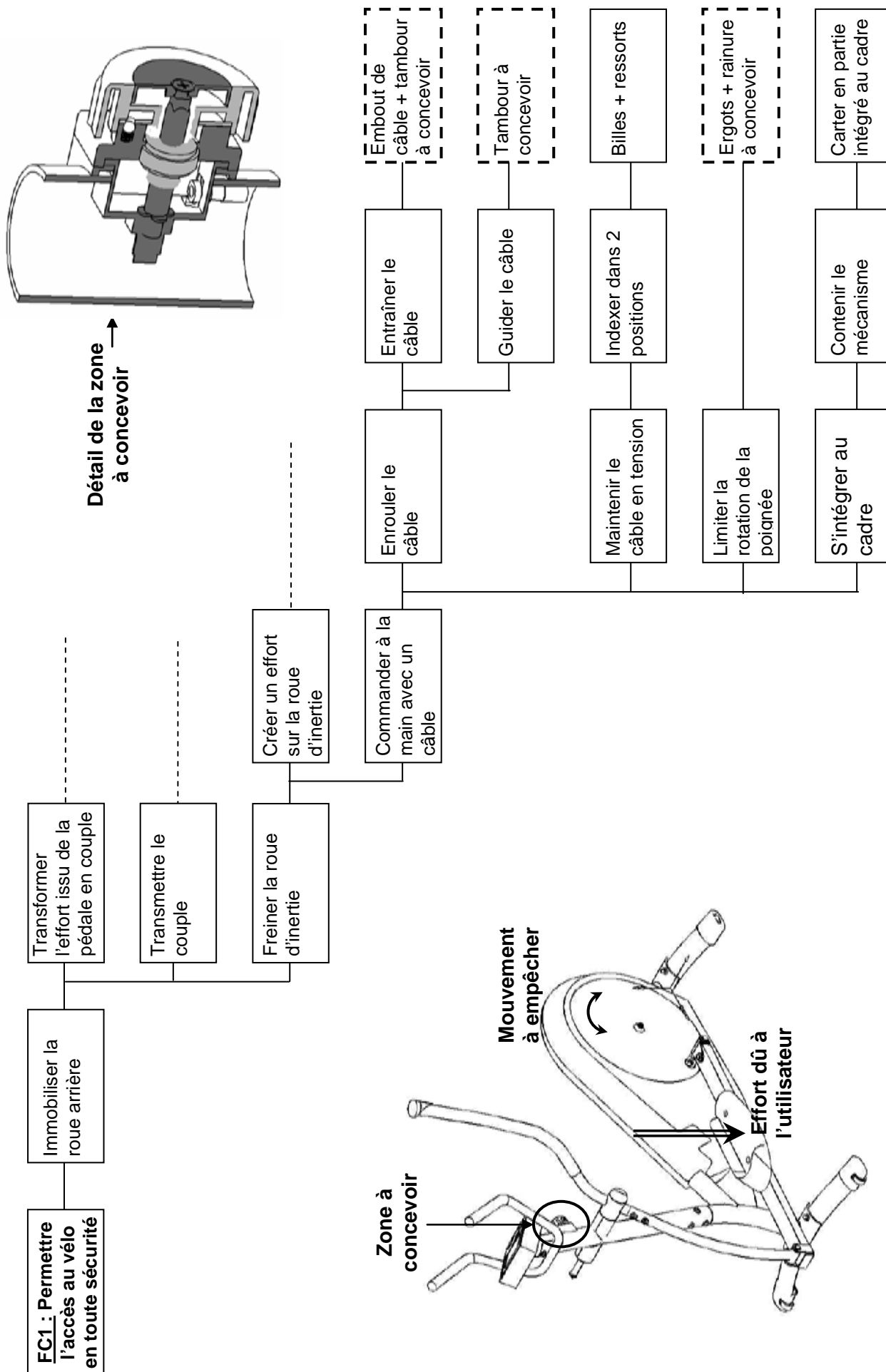
FP1 : Créer un effort résistant lors du pédalage de l'utilisateur

FP11 : Résister au mouvement provoqué par le poids du corps porté alternativement sur une jambe et sur l'autre

FP12 : Imposer des mouvements synchrones aux jambes et aux bras

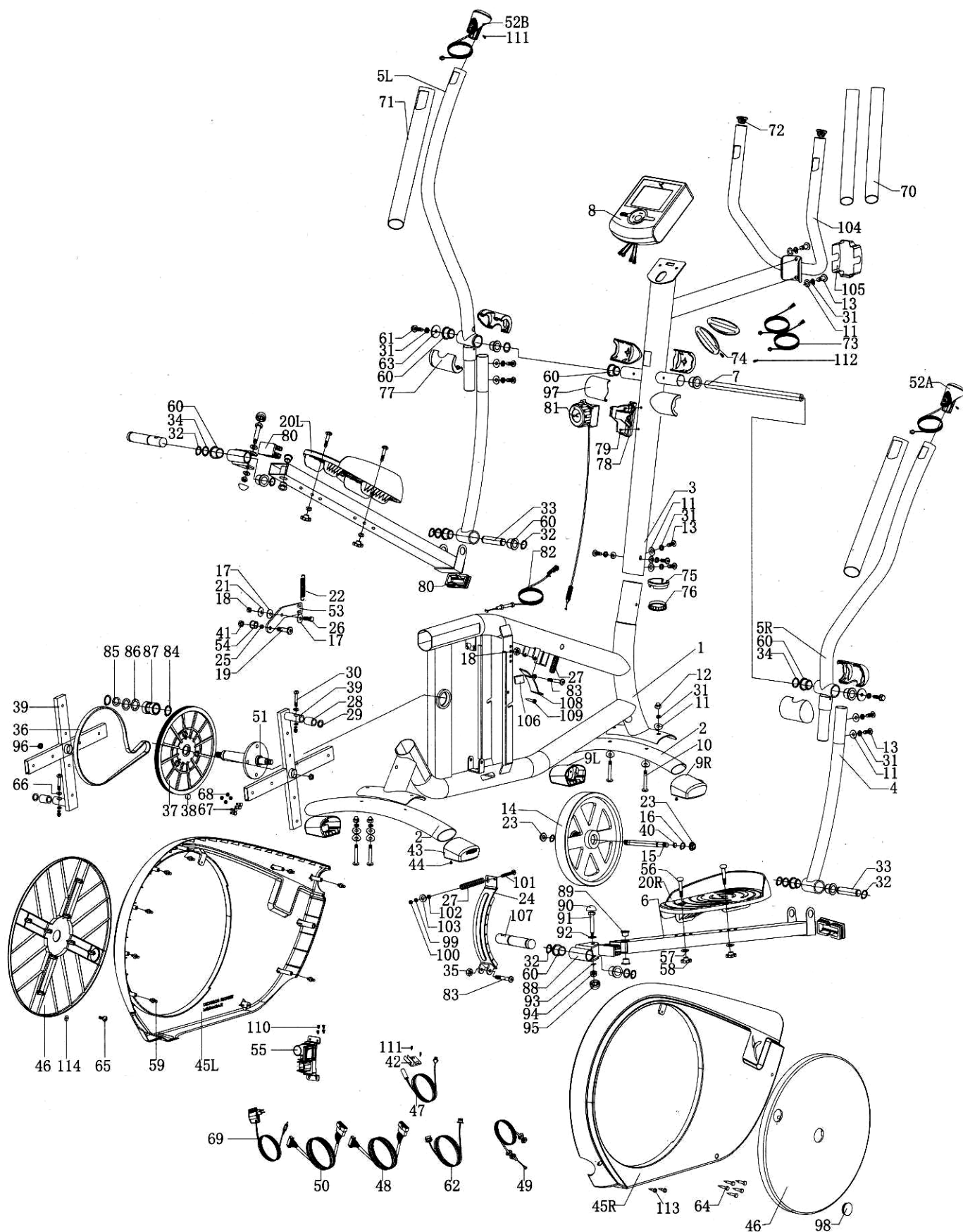
Fonctions	Critères	Niveau
FP12 : Imposer des mouvements synchrones aux jambes et aux bras : Générer un mouvement des bras	Amplitude horizontale Amplitude verticale Vitesse en bout de bras	350mm +/-10% Inférieur à 50mm Vmax = 3 m/s
FP12 : Imposer des mouvements synchrones aux jambes et aux bras : Générer un mouvement des pieds	Forme du mouvement Amplitude horizontale Amplitude verticale	Elliptique 380mm +/-10% 250mm +/-10%
FC1 : Permettre l'accès au vélo en toute sécurité	Le pédalier et les bras ne doivent pas bouger	Aucun mouvement
	Effort dans le câble limité (commande manuelle)	Effort inférieur à 120N

Diagramme FAST de la fonction FC1



4 - Vue éclatée du vélo elliptique

Document issu de la notice constructeur



5 - Caractéristiques des programmes de la console

Document issu de la notice constructeur

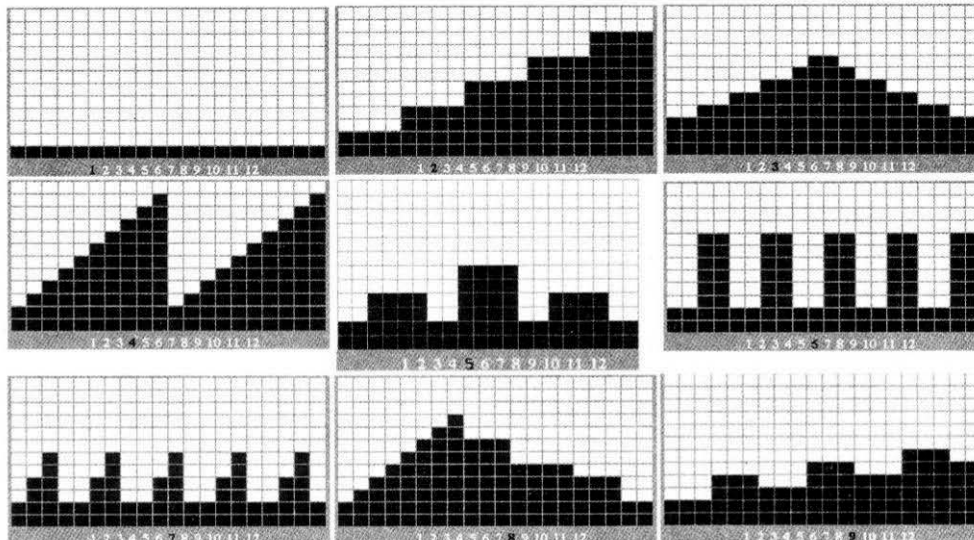
Rappel : un appui long sur la touche E arrête le programme en cours.

Vous pouvez faire défiler les programmes en appuyant sur les touches B et D. Sélectionnez les par la touche E.

Programmes 1 à 9

Choisissez votre temps d'exercice par les touches A et C et validez par la touche E.

Vous pouvez augmenter l'intensité de l'exercice par les touches A et C lorsque le programme est démarré.



Programme 10 : WATTS

Choisissez votre temps d'exercice par les touches A et C et validez par la touche E.

Pédalez et réglez la résistance (touches A et C) jusqu'à obtenir la puissance désirée, valeur indiquée en WATT sur l'écran principale.

Validez par la touche E

Le vélo adaptera la résistance, en fonction de votre rythme de pédalage, afin de conserver la puissance validée au démarrage de l'exercice. Plus votre rythme de pédalage sera élevé et plus la résistance sera faible et inversement.

Vous avez la possibilité de changer la valeur WATT au cours de l'exercice par un appui court sur la touche E. Puis pédalez et réglez la résistance (touches A et C) jusqu'à obtenir la puissance désirée, valeur indiquée en WATT sur l'écran principale.

Validez par la touche E

Pour un plus grand confort d'utilisation, nous vous conseillons de pédaler à un rythme régulier.

Programme 11 : Fat burn

Vous permet de travailler entre 60 et 70% de votre FC maximum (Fréquence Cardiaque)

Choisissez votre temps d'exercice par les touches A et C et validez par la touche E.

Vous pouvez augmenter l'intensité de l'exercice par les touches A et C lorsque le programme est démarré

Si votre rythme cardiaque mesuré est en dessous de 60% de votre FC maximum, le vélo va augmenter sa résistance afin de faire remonter votre FC dans la zone cardiaque cible.

Si votre rythme cardiaque mesuré est au dessus de 70% de votre FC maximum, le vélo va diminuer sa résistance afin de faire redescendre votre FC dans la zone cardiaque cible.

Pour un plus grand confort d'utilisation, nous vous conseillons de pédaler à un rythme régulier.

Programme 12 : PERF

Vous permet de travailler entre 70 et 80% de votre FC maximum (Fréquence Cardiaque)

Choisissez votre temps d'exercice par les touches A et C et validez par la touche E.

Vous pouvez augmenter l'intensité de l'exercice par les touches A et C lorsque le programme est démarré

Si votre rythme cardiaque mesuré est en dessous de 70% de votre FC maximum, le vélo va augmenter sa résistance afin de faire remonter votre FC dans la zone cardiaque cible.

Si votre rythme cardiaque mesuré est au dessus de 80% de votre FC maximum, le vélo va diminuer sa résistance afin de faire redescendre votre FC dans la zone cardiaque cible.

Pour un plus grand confort d'utilisation, nous vous conseillons de pédaler à un rythme régulier.

INFORMATIONS :

Conformément à la norme EN957 classe HA, cet ergomètre Domyos a été calibré en fonction du tableau suivant.

		Vitesse de pédalage en tr/min						
		30	40	50	60	70	80	90
Niveau de résistance	1	33	46	62	76	93	113	128
	2	39	54	77	97	117	145	166
	3	45	64	91	116	145	176	203
	4	50	73	106	137	170	209	241
	5	57	84	123	158	198	241	280
	6	62	95	138	178	223	274	318
	7	69	105	156	198	248	301	353
	8	75	115	168	220	276	336	393
	9	81	127	183	240	314	368	433
	10	87	137	198	260	332	403	470
	11	92	147	214	281	355	429	504
	12	102	163	237	300	398	477	560

Puissance développée en Watt

6 -Extrait de la documentation technique des paliers lisses IGLIDUR M250



iglidur® M250 – épais et robuste



Excellent amortissement des vibrations

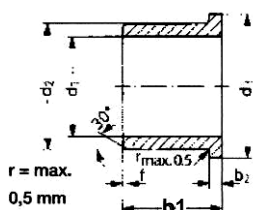
Insensible aux charges de bord

Très résistant aux chocs

Parois épaisses selon DIN 1850

Intégration possible de la saleté dans le matériau

iglidur® M250 – Paliers à collerette – Forme F



$f = 0,3 \rightarrow d1 = 1-6$
 $f = 0,5 \rightarrow d1 = 6-12$
 $f = 0,8 \rightarrow d1 = 12-30$
 $f = 1,2 \rightarrow d1 > 30$
 Chanfrein en fonction du $d1$
 Cotes selon DIN 1850
 et cotes spéciales



Dans quels cas choisir un palier® M250 :

- Lorsque les paliers sont exposés à un fort encrassement
- Lorsque de fortes vibrations doivent être amorties
- A vitesse faible à moyenne
- En présence de charges de bord
- Si un post-usinage mécanique est nécessaire



Dans quels cas ne pas le choisir :

- Pour les applications en milieu humide
▶ iglidur® P
- Pour les applications exigeant une grande précision
▶ iglidur® H
- Avec les arbres très lisses
▶ iglidur® J

Référence	d1*	d2	d3	b1	b2
			d13	h13	-0,14
MFM-1218-08	12,0	18,0	24,0	8,0	3,0
MFM-1218-10	12,0	18,0	22,0	10,0	3,0
MFM-1218-12	12,0	18,0	24,0	12,0	3,0
MFM-1218-15	12,0	18,0	22,0	15,0	3,0
MFM-1218-20	12,0	18,0	22,0	20,0	3,0
MFM-1420-07	14,0	20,0	25,0	7,0	3,0
MFM-1420-10	14,0	20,0	25,0	10,0	3,0
MFM-1420-15	14,0	20,0	25,0	15,0	3,0
MFM-1420-20	14,0	20,0	25,0	20,0	3,0
MFM-1521-10	15,0	21,0	27,0	10,0	3,0
MFM-1521-15	15,0	21,0	27,0	15,0	3,0
MFM-1521-20	15,0	21,0	27,0	20,0	3,0
MFM-1521-25	15,0	21,0	27,0	25,0	3,0
MFM-1618-12	16,0	18,0	24,0	12,0	1,0
MFM-1622-12	16,0	22,0	28,0	12,0	3,0
MFM-1622-15	16,0	22,0	28,0	15,0	3,0
MFM-1622-20	16,0	22,0	28,0	20,0	3,0
MFM-1622-25	16,0	22,0	28,0	25,0	3,0
MFM-1824-08	18,0	24,0	30,0	8,0	3,0
MFM-1824-12	18,0	24,0	30,0	12,0	3,0
MFM-1824-18	18,0	24,0	30,0	18,0	3,0
MFM-1824-20	18,0	24,0	30,0	20,0	3,0
MFM-1824-30	18,0	24,0	30,0	30,0	3,0
MFM-182426-078	18,0	24,0	26,0	7,8	3,0
MFM-192427-12	19,0	24,0	27,0	12,0	2,0
MFM-2026-15	20,0	26,0	32,0	15,0	3,0
MFM-2026-20	20,0	26,0	32,0	20,0	3,0
MFM-202628-12	20,0	26,0	28,0	12,0	3,0
MFM-2026-30	20,0	26,0	32,0	30,0	3,0
MFM-2228-15	22,0	28,0	34,0	15,0	3,0
MFM-2228-20	22,0	28,0	34,0	20,0	3,0
MFM-2228-30	22,0	28,0	34,0	30,0	3,0
MFM-2430-15	24,0	30,0	36,0	15,0	3,0
MFM-2430-20	24,0	30,0	36,0	20,0	3,0
MFM-2430-30	24,0	30,0	36,0	30,0	3,0

DOSSIER DOCUMENTS TRAVAIL

Ce dossier comporte 9 pages numérotées de TD1 à TD10

Le temps est donné à titre indicatif

<i>Lecture du sujet</i>	<i>20 min</i>	
A - Compréhension du mécanisme et analyse de l'encombrement.....	40 min	TD 1/10
B - Vérification de la sécurité en fonctionnement	1 h	TD 2/10
C - Vérification de la sécurité lors de l'accès au vélo – FC1	1 h 50	
<i>C1 – Détermination du moment appliqué à la roue 1</i>		<i>TD 3/10</i>
<i>C2 – Détermination du moment sur la roue d'inertie 7</i>		<i>TD 4/10</i>
<i>C3 – Détermination de l'effort de frottement</i>		<i>TD 5/10</i>
<i>C4 – Détermination de l'effort dans le câble</i>		<i>TD 6/10</i>
D – Étude de l'articulation entre la pédale et la roue	1 h 10	
<i>D1 – Analyse de l'existant</i>		<i>TD 6/10</i>
<i>D2 – Vérification de la tenue du coussinet</i>		<i>TD 7/10</i>
<i>D3 – Cotation du montage de coussinet</i>		<i>TD 8/10</i>
E - Conception de la commande de frein de parking	1 h	
<i>E1 - « Entraîner le câble » et « guider le câble »</i>		<i>TD 9/10</i>
<i>E2 - Lier complètement la poignée et l'extrémité du tambour</i>		<i>TD 10/10</i>
<i>E3 - Limiter l'amplitude de la rotation de la poignée</i>		<i>TD 10/10</i>

*Toutes les parties ainsi que les sous parties sont indépendantes.
Toutefois, il est conseillé de commencer par la première partie.*

A – Compréhension du mécanisme et étude de l'encombrement

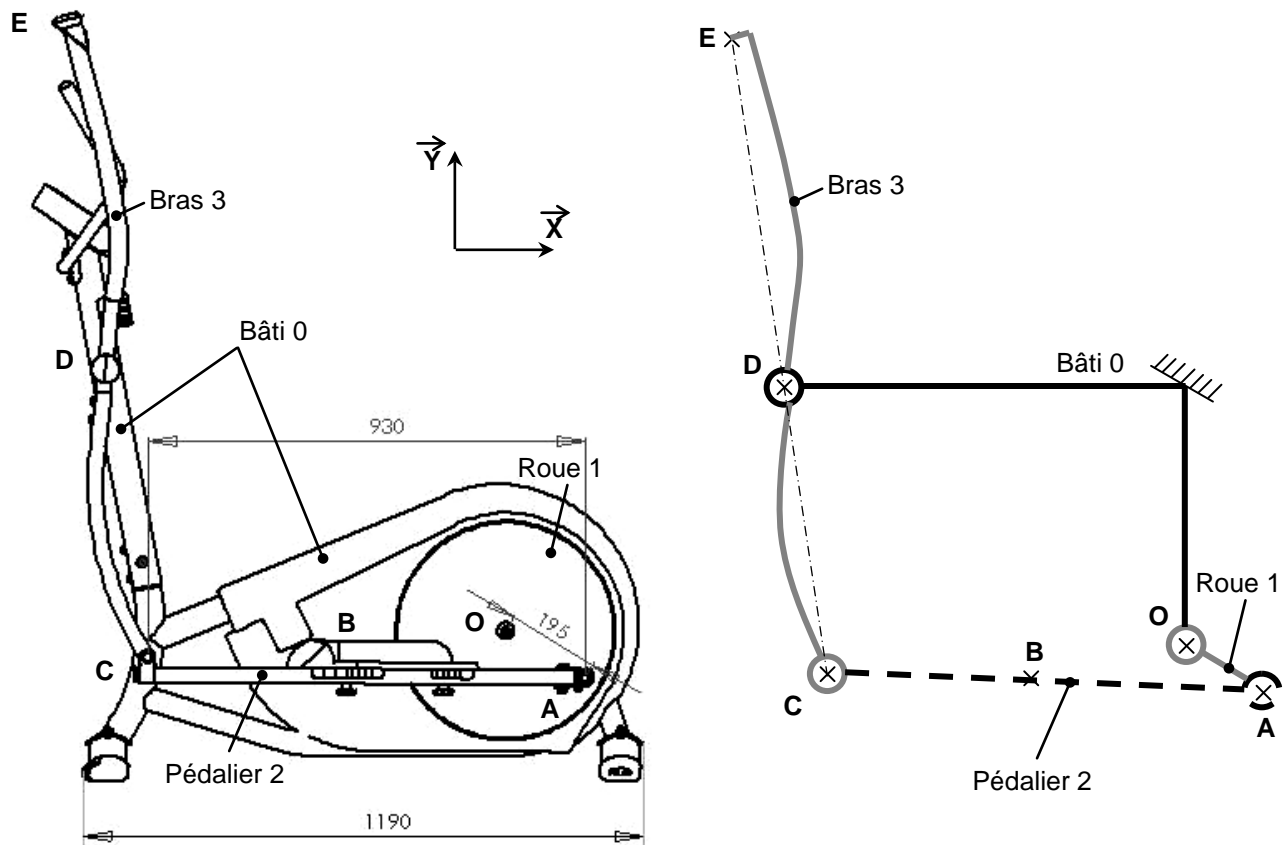
Dans cette partie il s'agit de découvrir le fonctionnement extérieur du mécanisme en étudiant les mouvements des différents éléments afin de déterminer l'encombrement en fonctionnement.

Problématique :

Le constructeur souhaite mettre à jour sa notice en insérant une recommandation concernant l'installation du vélo et plus précisément la distance minimum à laquelle doit se trouver l'avant du vélo de tout obstacle. Vous êtes chargé de la modélisation et des tracés de trajectoires permettant de déterminer cette distance de sécurité.

Hypothèse :

La classe d'équivalence pédalier 2 est constituée de la pédale et de l'articulation de pédale car la mobilité de l'articulation par rapport à la pédale n'est utile que lors du montage du vélo. Le mécanisme sera donc modélisé par le schéma cinématique suivant :



Toutes les réponses et tous les tracés seront portés sur le DR1

Question A 1

Déterminer la nature des mouvements de la roue 1 et du bras 3 par rapport au bâti 0 :

Mvt $_{1/0}$, **Mvt** $_{3/0}$ (répondre sur DR1)

Question A 2

Définir et tracer les trajectoires suivantes : $T_{A \in 1/0}$, $T_{C \in 3/0}$ et $T_{E \in 3/0}$ (répondre sur DR1).

Question A 3

Déterminer les positions extrêmes des points C et E correspondant au moment où le haut des bras 3 est le plus à l'arrière. Vous noterez C1 et E1 ces positions.

Quelle est la position des points O, A et C1 ? (répondre sur DR1).

Question A 4

Compléter votre document réponse en indiquant la cote horizontale entre l'avant du piètement et la position E1. Proposer alors une distance de sécurité minimum (ds_{\min}) à respecter à l'avant du vélo.

B – Vérification de la sécurité en fonctionnement

Cette partie a pour objectif de déterminer la vitesse de déplacement maximale des bras pour la cadence de pédalage la plus rapide possible par un utilisateur.

Problématique :

L'utilisateur pouvant se tenir au guidon fixé sur le bâti, le déplacement trop rapide des bras peut être dangereux, pour lui ou pour une personne à proximité. La gravité d'un choc dépend essentiellement de l'énergie cinétique du solide en mouvement.

Il est donc important de ne pas dépasser la valeur de la vitesse limite de déplacement de 3 m/s

Tous les tracés seront portés sur le DR2

Question B 1 :

A l'aide du tableau sur le document technique DT7, déterminer la vitesse de pédalage maxi $N_{1/0}$.

Question B 2 :

On se place dans le cas d'une rotation en sens antihoraire, en déduire la vitesse du point A, $\overrightarrow{V_{A \in 1/0}}$, justifier sur copie et la tracer sur le document réponse DR2.

Question B 3 :

Comparer $\overrightarrow{V_{A \in 1/0}}$ et $\overrightarrow{V_{A \in 2/0}}$.

Question B 4 :

Connaissant le mouvement du bras 3 / bâti 0, déduire les supports des vitesses en C, $\overrightarrow{V_{C \in 3/0}}$ et en E, $\overrightarrow{V_{E \in 3/0}}$. Justifier sur copie et tracer sur le document réponse DR2.

Question B 5 :

Comparer $\overrightarrow{V_{C \in 3/0}}$ et $\overrightarrow{V_{C \in 2/0}}$.

Question B 6 :

Quel est le mouvement de l'ensemble pédale 2 ? Justifier.

Question B 7 :

Déterminer par équiprojectivité la vitesse au point C, $\overrightarrow{V_{C \in 3/0}}$. Justifier vos tracés.

Question B 8 :

Déterminer par la méthode de votre choix la vitesse au point E, $\overrightarrow{V_{E \in 3/0}}$. Indiquer le nom de la méthode choisi et justifier vos tracés.

Conclure sur la valeur trouvée quant au respect du cahier des charges.

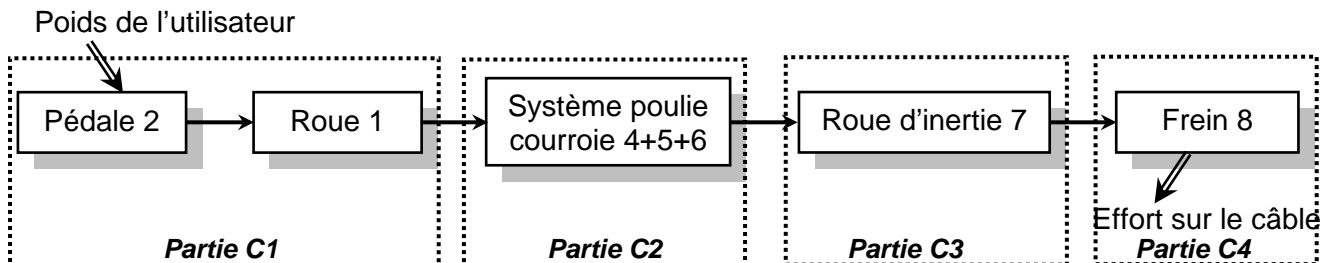
C – Vérification de la sécurité lors de l'accès au vélo (FC1)

Cette partie a pour but de vérifier la sécurité lors de l'accès au vélo, c'est-à-dire qu'avec le frein de parking le pédalier ne doit pas bouger.

Nous allons d'abord déterminer le moment de l'action $\overrightarrow{A_{2 \rightarrow 1}}$ au niveau de la roue 1 afin de valider la position la plus contraignante. Puis nous suivrons la chaîne de transmission de l'effort jusqu'au frein afin de vérifier si son dimensionnement est suffisant pour un utilisateur de 160 Kg.

On considérera que tout le poids de l'utilisateur s'applique sur une pédale, lors de la montée.

Le schéma ci-dessous donne la chaîne de transmission de l'effort dû au poids.



Données :

- Lors de la montée sur l'appareil, le poids total de l'utilisateur est entièrement concentré en B.
- L'utilisateur n'exerce aucune action au point E.
- Le poids des pièces est négligé.
- Les contacts dans les liaisons sont supposés parfaits (sans frottement) sauf pour le frein.
- L'accélération de la pesanteur est donnée : $g = 10 \text{ m/s}^2$.

C1 - Détermination du moment appliqué sur la roue 1

Tous les tracés seront portés sur le DR3

Question C1.1 :

Isoler le bras 3, après un bilan rapide des actions mécaniques et application du PFS en déduire la direction des efforts en C et la tracer sur le DR3.

Question C1.2 :

Isoler la pédale 2, faire le bilan des actions mécaniques en détaillant le calcul de l'action de l'utilisateur sur le pédalier en B, appliquer le principe fondamental de la statique et déterminer l'action mécanique en A entre la pédale 2 et la roue 1, $\vec{A}_{1 \rightarrow 2}$.

Indiquer le résultat dans le cadre prévu sur le DR3.

Question C1.3 :

Connaissant la norme de l'effort en A tracer les projections de cet effort suivant les axes X et Y. Indiquer le résultat dans le cadre prévu sur le DR3.

En déduire les composantes du torseur au point A de l'action de 1 sur 2.

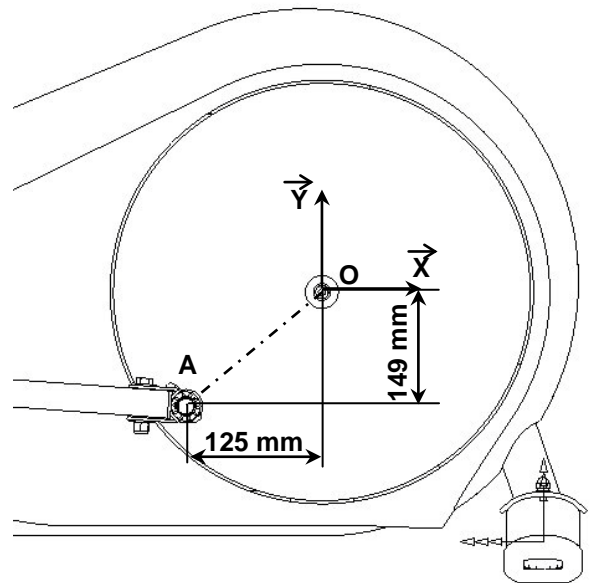
On étudie la roue 1.

Pour cette question vous prendrez les valeurs des efforts en A qui sont données.

$$\vec{X}_{A2 \rightarrow 1} = 250 \text{ N}$$

$$\vec{Y}_{A2 \rightarrow 1} = -870 \text{ N}$$

Les dimensions sont données sur la figure ci-contre.



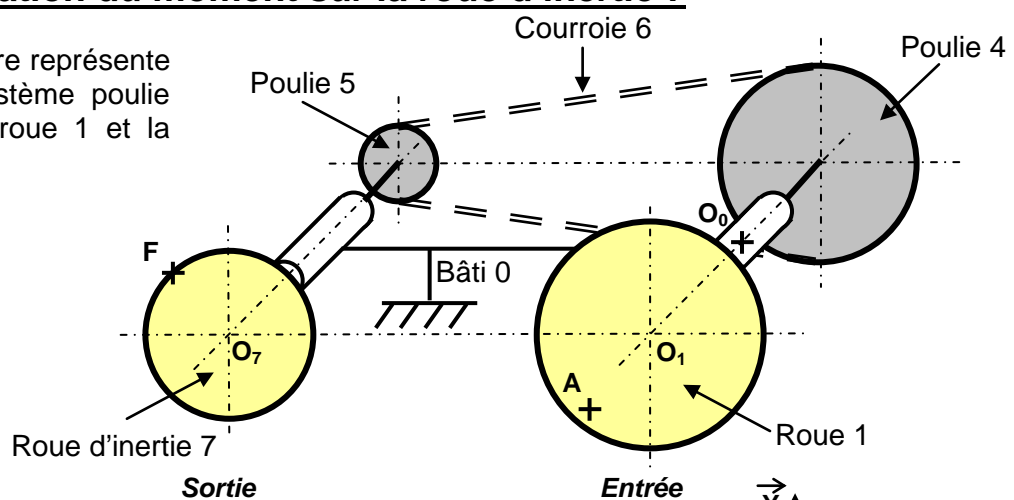
Question C1.4 :

Déterminer le moment en O1 $M_{O1 \vec{A}_{2 \rightarrow 1}}$ dû à l'effort en A.

En déduire le torseur de l'action $\vec{A}_{2 \rightarrow 1}$ A en O_1 .

C2 - Détermination du moment sur la roue d'inertie 7

Le schéma ci-contre représente le lien par un système poulie courroie entre la roue 1 et la roue d'inertie 7.



Données et hypothèses :

- On considère le rendement du système égal à 1.
- Les liaisons pivots avec le bâti sont parfaites.
- $\varnothing_{\text{poulie 5}} = 32 \text{ mm}$
- $\varnothing_{\text{poulie 4}} = 305 \text{ mm}$

Le système se décompose en 3 sous ensembles cinématique :

- Sous ensemble d'entrée : roue 1 + poulie 4 avec le guidage en rotation.
- Sous ensemble de sortie : roue d'inertie 7 + poulie 5 avec le guidage en rotation.
- Sous ensemble de transmission : courroie 6

Cette étude est menée à l'aide d'un logiciel de calcul qui nous permet de résoudre les systèmes d'équations.

La principale donnée d'entrée est le torseur des efforts de la pédale 2 sur la roue 1 en O_1 :
(Efforts en N et moments en N.m)

$$\{T_{2 \rightarrow 1}\} = \begin{Bmatrix} 250 & 0 \\ -870 & 0 \\ 0 & N_A = 146 \end{Bmatrix}_{O_1} \mathcal{R}$$

La donnée que nous recherchons est le moment résistant en O_7 dû à l'action du frein sur la roue d'inertie 7, N_F .

$$\{T_{8 \rightarrow 7}\} = \begin{Bmatrix} XF & 0 \\ YF & 0 \\ 0 & N_F \end{Bmatrix}_{O_7} \mathcal{R}$$

Question C2.1 :

Pour réaliser l'étude informatique, donner le torseur $\{T_{0 \rightarrow 1+4}\}$ de la liaison pivot ($O_0 \vec{z}$) en O_0 .

Après avoir paramétré le logiciel et lancer le calcul nous obtenons un système d'équations complexe. On s'intéresse seulement à l'une des équations qui nous donne le moment en O_7 en fonction du moment en O_1 et d'un coefficient r qui correspond au rapport de réduction du système poulie courroie.

$$N_A = \frac{1}{r} \times N_F$$

Question C2.2 :

Déterminer le rapport r et en déduire le moment N_F en O_7 .

C3 - Détermination de l'effort de frottement

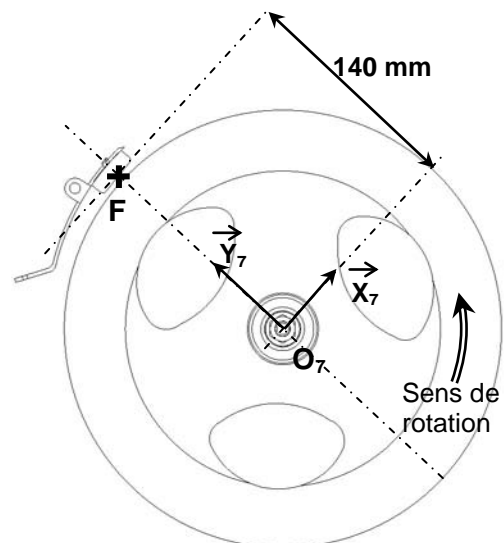
Pour la suite on prendra la valeur du moment de la roue d'inertie 7, $\vec{N}_{F \ 8 \rightarrow 7} = -15,3 \text{ N.m}$ quel que soit la valeur trouvée précédemment.

La roue d'inertie 7 est soumise à l'action mécanique du frein en F. Cette action mécanique empêche la roue de tourner, la force doit produire un moment égal à celui en O_7 . Nous allons donc déterminer les composantes X_F (effort tangentiel) et Y_F (effort normal) du torseur :

$$\{T_{8 \rightarrow 7}\} = \begin{Bmatrix} XF & 0 \\ YF & 0 \\ F & 0 \end{Bmatrix}_{O_7} \mathcal{R}_7 \quad \{T_{8 \rightarrow 7}\} = \begin{Bmatrix} XF & 0 \\ YF & 0 \\ 0 & -15,3 \end{Bmatrix}_{O_7} \mathcal{R}_7$$

Pour cette étude nous allons travailler dans le repère local (O_7, X_7, Y_7, Z).

Le coefficient de frottement entre le frein et la roue d'inertie est : $f = \mu = 0.8$.



Question C3.1 :

À l'aide de la figure du DR4 et d'un transport de moment de F en O_7 , déterminer la force tangentielle (X_F) qui produira en O_7 un moment opposé à celui de la courroie, c'est-à-dire 15,3 N.m. Le placer sur le DR4.

Question C3.2 :

On se place à la limite du frottement. Tracer le cône de frottement. À partir de l'effort tangentiel, déterminer par construction graphique l'effort de freinage et l'effort normal. Les tracer sur le DR4.

C4 - Détermination de l'effort dans le câble en H

Pour cette partie on prendra la valeur de l'effort de freinage suivante : $\|\vec{F}_{7 \rightarrow 8}\| = 190 \text{ N}$

Question C4.1 :

Isoler le frein 8 et déterminer l'action nécessaire au niveau du câble de freinage 9. Les tracés se feront sur le DR4.

Question C4.2 :

Conclure quant au respect du cahier des charges fonctionnel (DT4).

D – Étude de l'articulation entre la pédale et la roue

Cette partie a pour but l'optimisation d'une solution technologique. Pour cela on analyse l'existant, on étudie la faisabilité du remplacement des roulements par des coussinets polymères et on détermine par une démarche de cotation fonctionnelle les dimensions d'un composant intervenant dans le montage.

Problématique :

Le constructeur souhaite profiter de cette expansion de marché pour optimiser certaines solutions technologiques notamment la réalisation de l'articulation entre la pédale et la roue.

D1 - Analyse du modèle existant

Toutes les réponses seront portées sur le DR5

Question D1.1 :

À partir de l'éclaté et du dessin du montage donné en DT9, compléter sur le DR5 les classes d'équivalence en mettant une croix dans la ligne correspondante.

Question D1.2 :

Compléter, en suivant le modèle donné, le graphe des liaisons DR5

Question D1.3 :

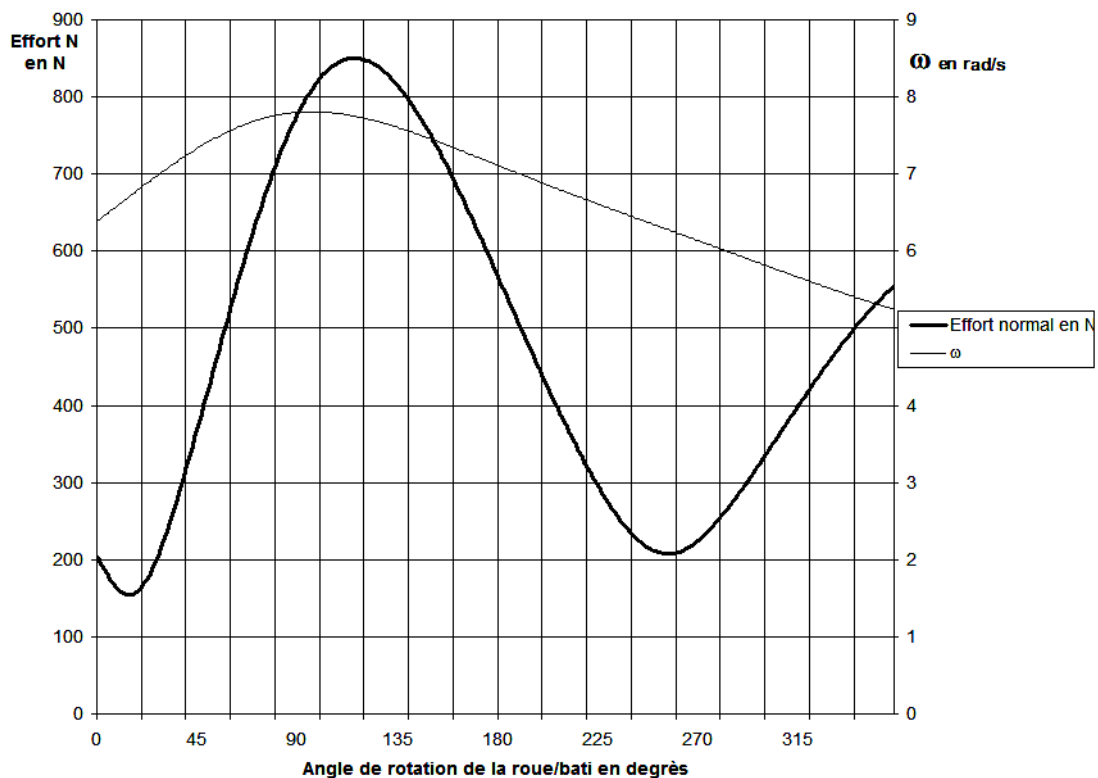
Compléter sur le DR5, sur la vue en filigrane donnée, le schéma cinématique des liaisons entre les classes d'équivalences identifiées précédemment.

Le constructeur souhaite étudier la faisabilité du remplacement des 2 roulements repérés 108 par des coussinets polymères dont la documentation technique est donnée en DT8.

D2 - Vérification de la tenue du coussinet

Toutes les réponses seront portées sur le DR6

Au vu des dimensions, le constructeur a choisi la référence suivante : **MFM-1824-30**. En fonctionnement normal on fait l'hypothèse que la moitié du poids du sportif s'applique à la pédale et que la cadence de pédalage est à la valeur moyenne de 60 tr/min. Au niveau de la liaison pivot entre l'articulation de pédale et la roue on obtient l'effort normal N et la vitesse de rotation ω donnés par les courbes suivantes :



Question D2.1 :

- À partir du document constructeur DT8, reporter sur le DR6, les dimensions permettant de vérifier la tenue du coussinet.
- À l'aide du graphique ci-dessus, identifier sur le DR6 les valeurs maxi de la vitesse ω_{maxi} et de l'effort normal N_{maxi} .
- Calculer la surface projetée totale S sur le DR6. Attention le montage comporte deux coussinets.
- Calculer sur le DR6 la pression de surface P .
- Calculer sur le DR6 la vitesse tangentielle V .

Question D2.2 :

Sur le DR6, placer sur le graphe le point correspondant au facteur PV calculé et conclure quant à la bonne tenue du coussinet.

D3 – Cotation du montage de coussinet

Toutes les réponses seront portées sur le DR7

Le constructeur souhaite déterminer la cote tolérancée de longueur du tube constituant l'articulation de pédale. Pour cela :

Question D3.1 :

Tracer sur le schéma technologique du DR7 la chaîne de cote relative à la condition fonctionnelle Ja. Ja définit un jeu axial nécessaire au montage de l'ensemble.

Question D3.2 :

Le jeu Ja nécessaire au montage, ainsi que les cotes des coussinets et de l'arbre sont donnés sur le DR7. Exprimer les jeux Ja_{MAXI} et Ja_{mini} en fonction des cotes issues de la chaîne de cote. Calculer la cote **a101** donnant la longueur du tube accueillant la liaison. Reporter cette cote sur le dessin de la pièce 101.

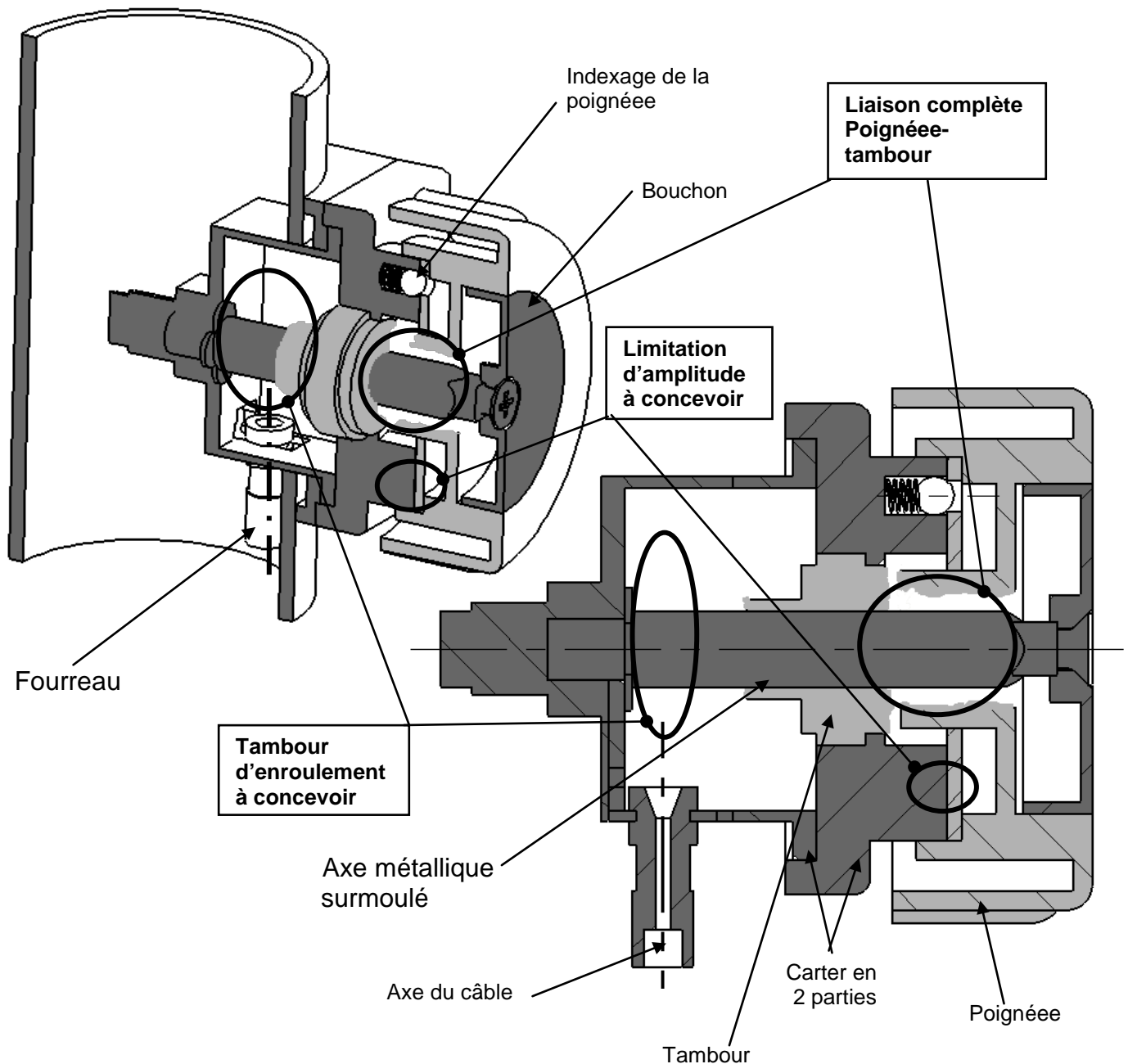
E – Conception de la commande de frein de parking

Cette partie a pour but la conception de solutions techniques participant à la réalisation de la fonction contrainte « FC2 : Permettre l'accès en toute sécurité au vélo ». Vous devrez définir à main levée trois solutions techniques intervenant dans la réalisation de la fonction technique de premier niveau :

Problématique : Le bureau d'étude souhaite concevoir le système de mise en tension du câble commandant le frein de parking. Le système devra être compact, en effet, il s'intégrera le plus possible dans le tube sur lequel il sera fixé. L'encombrement est précisé sur le DR8, le carter contenant l'ensemble du mécanisme étant quasiment conçu. Le principe retenu est décrit par le schéma page suivante.

Vous vous intégrerez donc à l'équipe du bureau d'étude qui a déjà défini le « carter » en matière plastique injectée comportant un axe surmoulé autour duquel pivotera l'ensemble {poignée tambour}.

Toutes les réponses seront portées sur le DR8



Vous êtes chargé de la pré-étude du tambour et notamment de la recherche de solutions techniques pour réaliser les fonctions techniques définis par la suite.

E1 - « Entraîner le câble » et « guider le câble » :

Extrait du cahier des charges :

- Les dimensions du câble sont données sur le DR8
- L'axe du câble à l'entrée du boîtier sera celui du fourreau.
- L'enroulement du câble se fera pour une rotation de 135° de la poignée
- Pour éviter trop de flexion du câble l'enroulement du câble devra être guidé latéralement.

Question E1 :

Représenter à main levée sur la vue en perspective ou sur les vues en projection données une solution de principe respectant le cahier des charges précédent. Vous préciserez les conditions fonctionnelles permettant le montage du câble.

E2 – Lier complètement la poignée et l'extrémité du tambour :

Extrait du cahier des charges :

- La poignée et le tambour seront réalisés en matière plastique injectée.
- La forme extérieure de la poignée est donnée.
- L'ensemble de la liaison sera caché, notamment par un bouchon fixé à l'axe métallique surmoulé par une vis à tête fraisée.
- La liaison devra être démontable : la poignée devra pouvoir être démontée par l'avant après avoir ôté le bouchon.

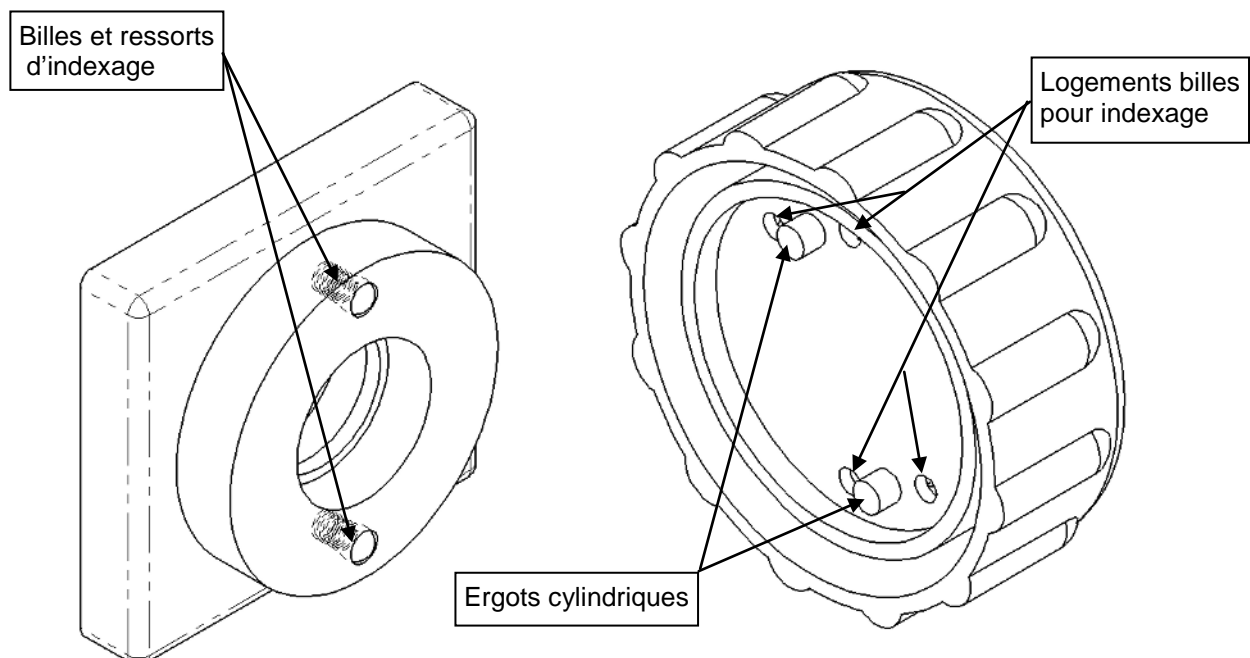
Question E2 :

Sur la vue en perspective ou sur les vues en projection, représenter à main levée la solution retenue. La mise en position axiale côté gauche sera réalisée par le contact poignée carter, le maintien en position axial coté droit est à prévoir. Vous indiquerez les conditions (cotations) fonctionnelles nécessaire à la réalisation de la liaison.

E3 : Limiter l'amplitude de la rotation de la poignée :

Extrait du cahier des charges :

- La solution retenue pour l'indexage dans les 2 positions de la poignée est l'utilisation de 2 billes, poussées par des ressorts de compression et guidées dans le corps qui viennent se loger dans 2 perçages, de diamètre inférieur à celui des billes, de la poignée. Voir le dessin ci-dessous.
- La course angulaire sera de 135°.
- La poignée disposera de deux ergots cylindriques venant se loger dans deux rainures intégrées au carter avant (objet de l'étude).



Question E3 :

Sur la vue en perspective ou sur les vues en projection, représenter à main levée la rainure accueillant l'ergot cylindrique et permettant de limiter la rotation de la poignée.

DOSSIER DOCUMENTS RÉPONSES

Ce dossier comporte 8 documents numérotés de DR1 à DR8

- DR1 : A - Compréhension du mécanisme et étude de l'encombrement
- DR2 : B - Vérification de la sécurité en fonctionnement
- DR3 : C - Vérification de la sécurité lors de l'accès au vélo
C1 - Détermination de l'effort de la roue 1 sur le pédalier 2 en A
- DR4 : C - Vérification de la sécurité lors de l'accès au vélo
C3 - Détermination de l'effort de frottement en F
C4 - Détermination de l'effort du câble sur le frein 8 en H
- DR5 : D – Étude de l'articulation entre la pédale et la roue
D1 - Analyse du modèle existant
- DR6 : D – Étude de l'articulation entre la pédale et la roue
D2 - Vérification de la tenue du coussinet
- DR7 : D – Étude de l'articulation entre la pédale et la roue
D3 - Cotation du montage de coussinet
- DR8 : E - Conception du système d'indexage du frein de parking (A3)
E1 - « Entraîner le câble » et « guider le câble »
E2 - Lier complètement la poignée et l'extrémité du tambour
E3 - Limiter l'amplitude de la rotation de la poignée

Tous ces documents, même non remplis, sont à joindre à la copie en fin d'épreuve

A – Compréhension du mécanisme et étude de l'encombrement

Question A1 :

Mvt $1/0$: _____

Mvt $3/0$: _____

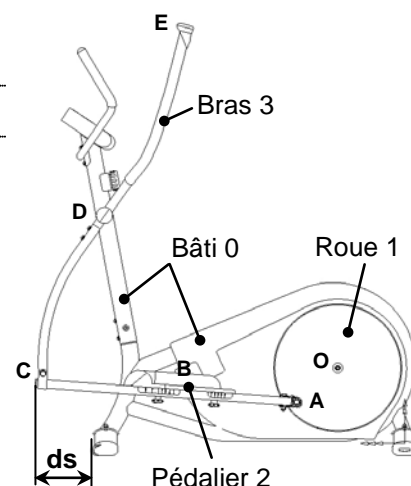
Question A2 :

$T_{A \in 1/0}$: _____

$T_{C \in 3/0}$: _____

$T_{E \in 3/0}$: _____

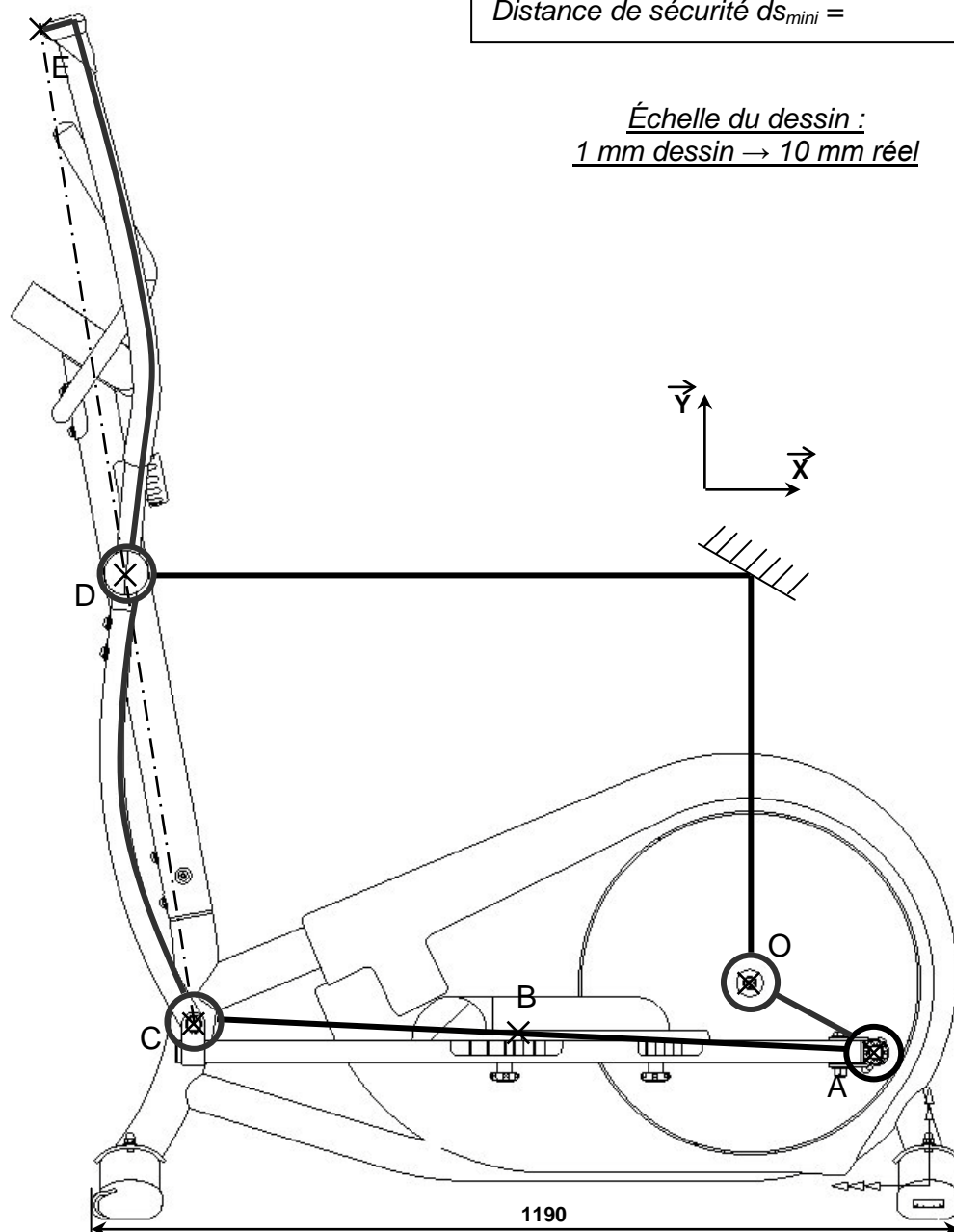
Question A3 :



Question A4 :

Distance de sécurité ds_{mini} =

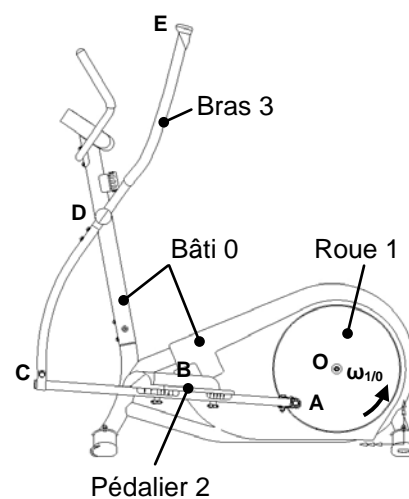
Échelle du dessin :
1 mm dessin \rightarrow 10 mm réel



B – Vérification de la vitesse de déplacement des bras

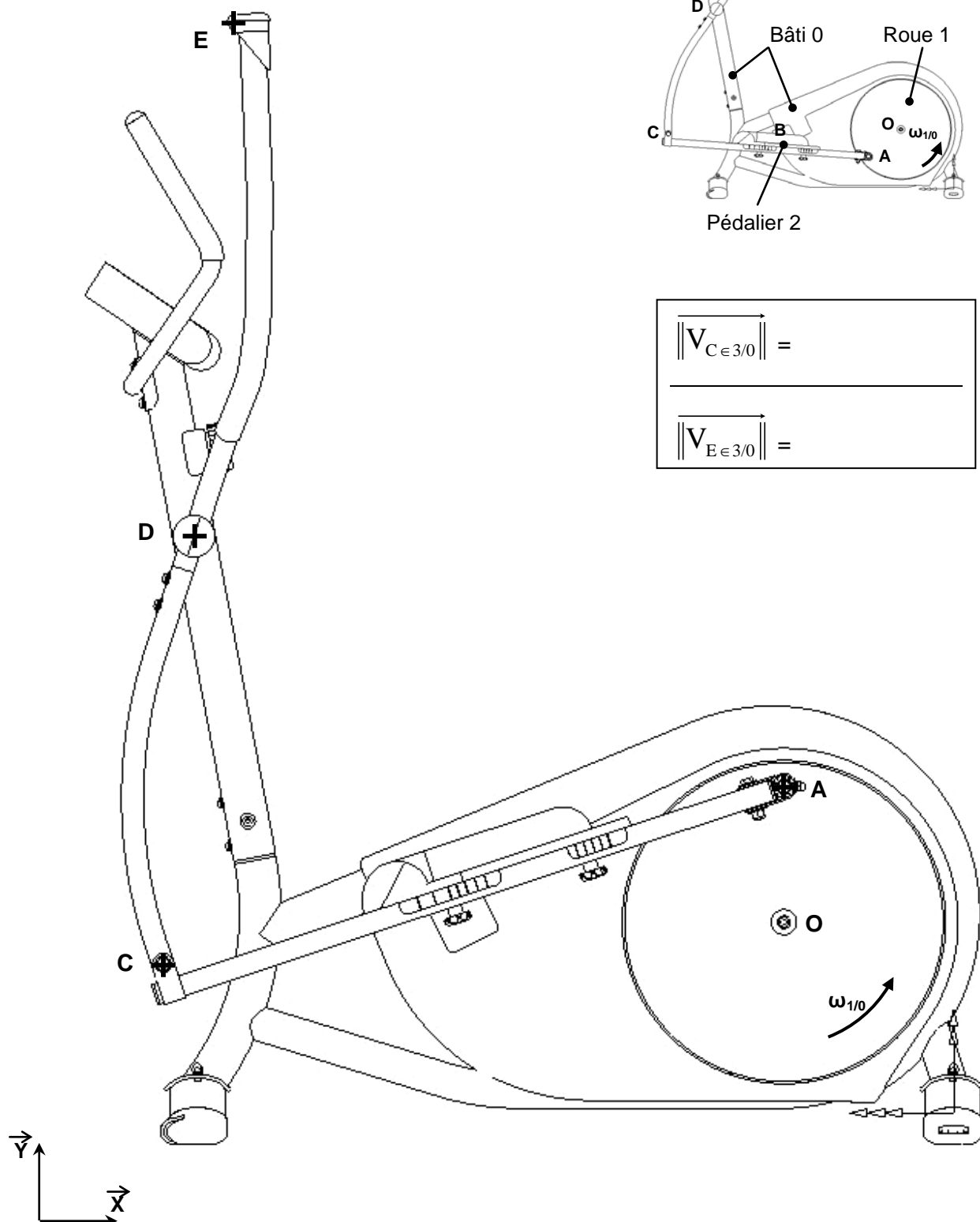
Échelle des vitesses : 1 mm \rightarrow 0,05 m/s

OA = 195 mm



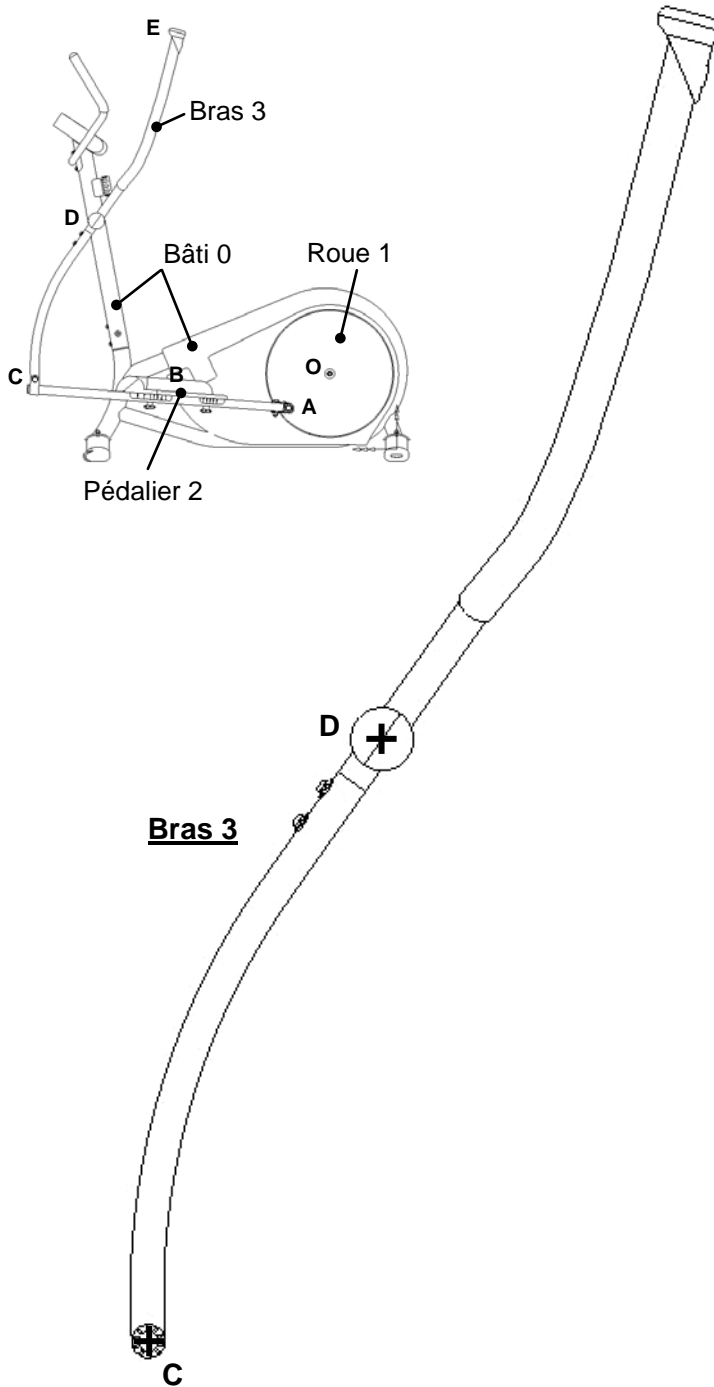
$$\|\vec{V}_{C \in 3/0}\| =$$

$$\|\vec{V}_{E \in 3/0}\| =$$



C – Vérification de la sécurité lors de l'accès au vélo

C1 - Détermination de l'effort de la roue 1 sur le pédalier 2 en A

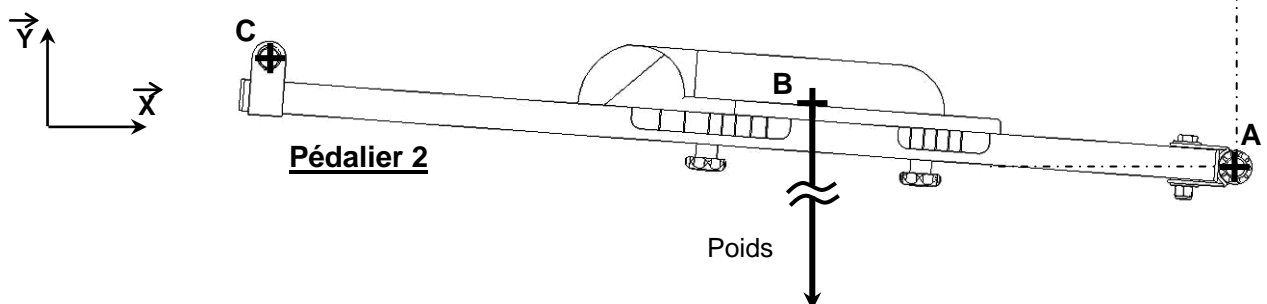


Échelle des forces : 20 N → 1 mm

$$\|\vec{A}_{1 \rightarrow 2}\| =$$

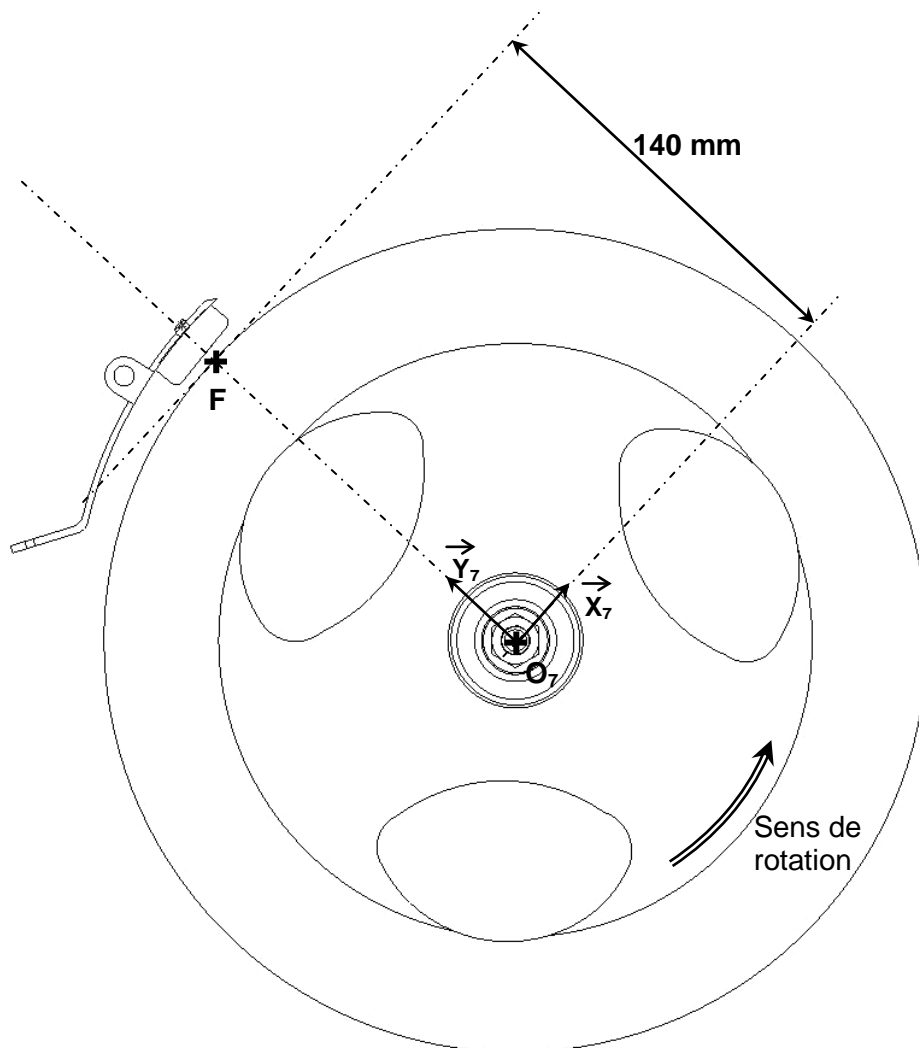
$$\|\vec{X}_{A 1 \rightarrow 2}\| =$$

$$\|\vec{Y}_{A 1 \rightarrow 2}\| =$$



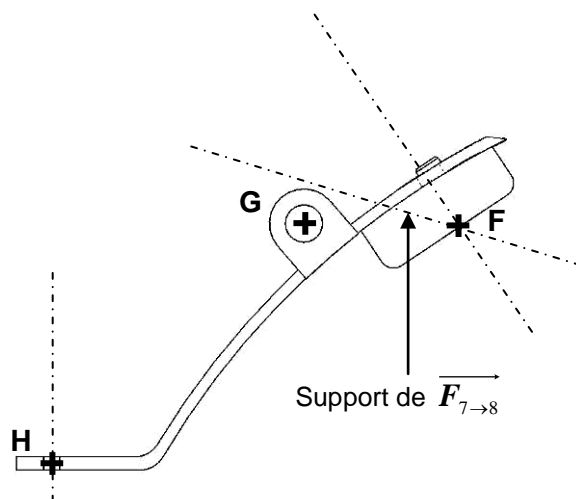
C – Vérification de la sécurité lors de l'accès au vélo

C3 - Détermination de l'effort de frottement F



Échelle des forces : $5\text{ N} \rightarrow 1\text{ mm}$

C4 - Détermination de l'effort du câble sur le frein 8 en H



D – Étude de l'articulation entre la pédale et la roue

D1 - Analyse du modèle existant

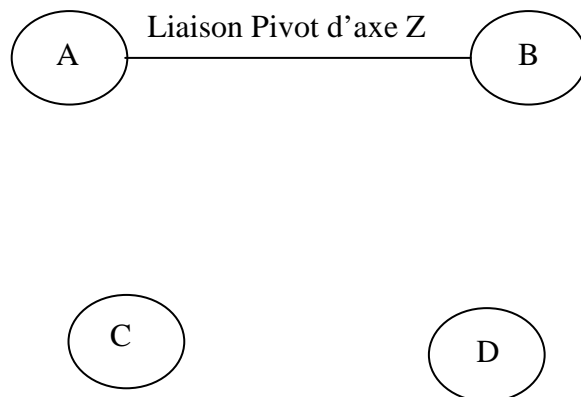
Question D1.1 :

Classe d'équivalence :

	101	102	103	104	105	106	107	108bi	108be	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
A	CADRE DU VELO																		
B													X						
C	X																		
D										X									

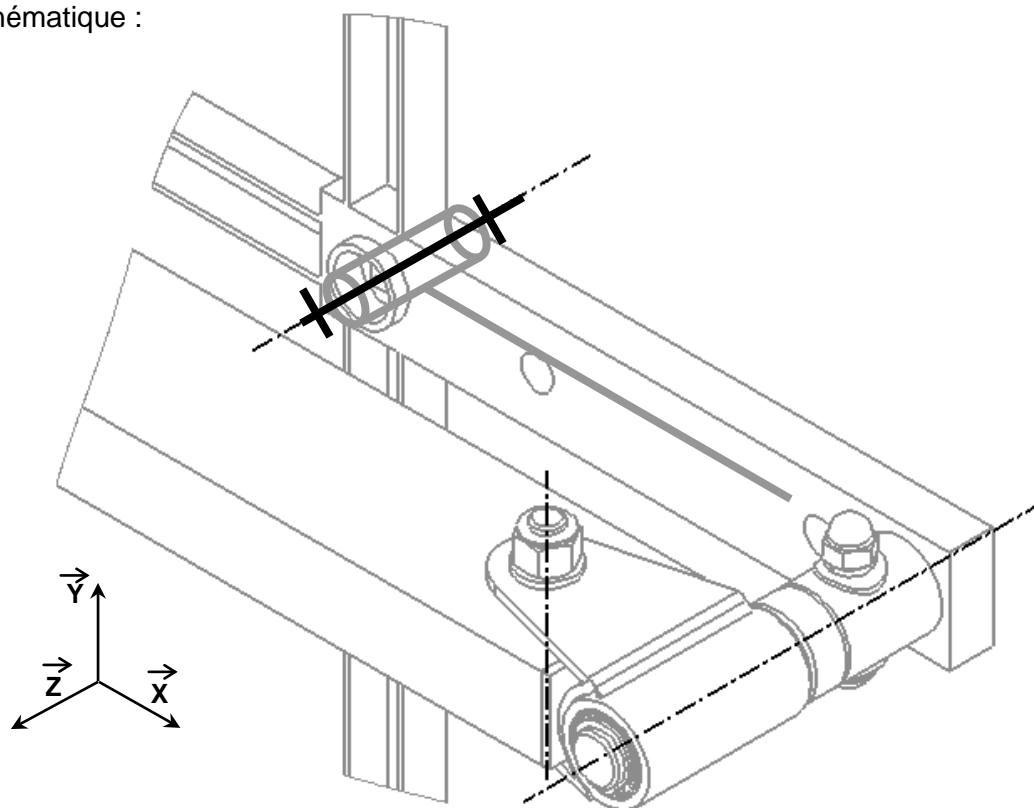
Question D1.2 :

Graphe des liaisons à compléter :



Question D1.3 :

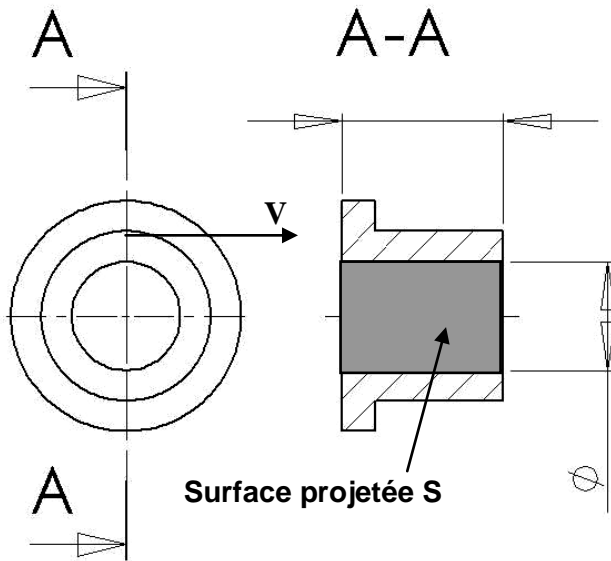
Schéma cinématique :



D – Étude de l'articulation entre la pédale et la roue

D2 - Vérification de la tenue du coussinet

Question D2.1 :



Lecture du graphe :

$\omega_{\text{Max}} =$

Effort $N_{\text{Max}} =$

Calculs :

Surface projetée totale (2 coussinets):

$S =$

Pression de surface (Mpa):

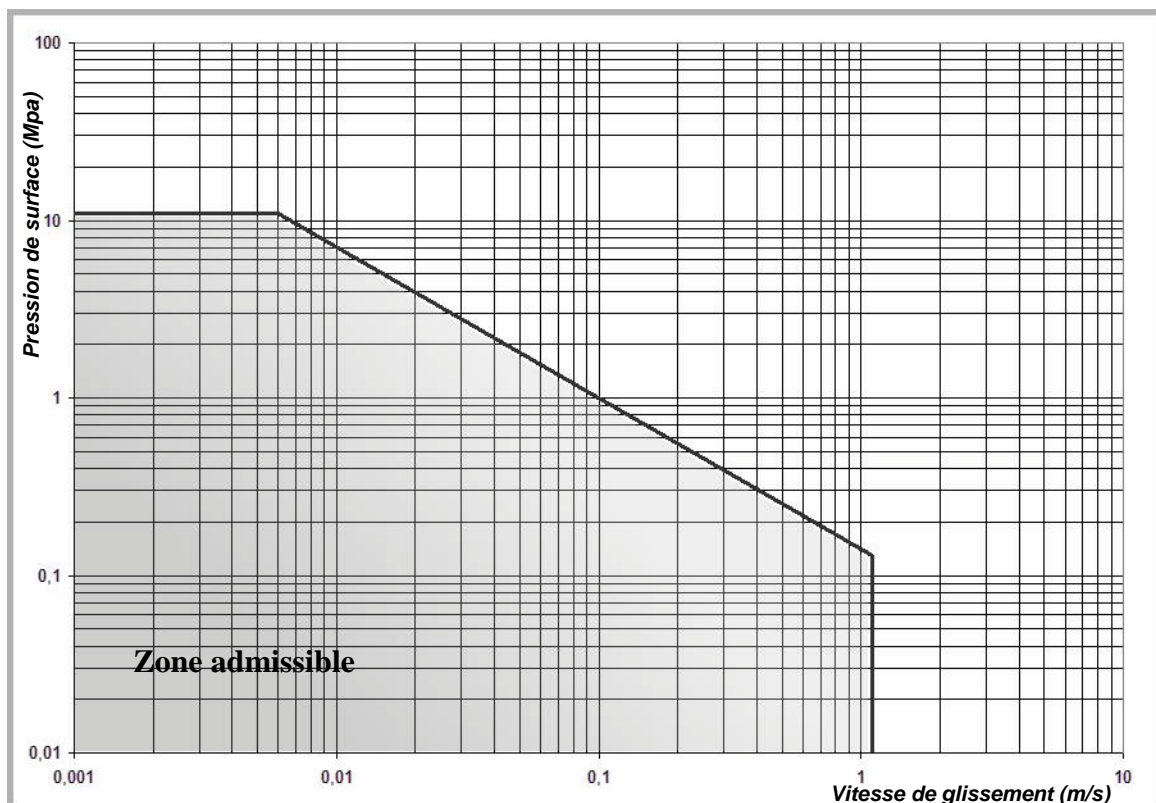
$$P = \frac{N}{S} =$$

Vitesse de glissement maxi (m/s):

$V_{\text{maxi}} =$

Question D2.2 :

Extrait de la documentation technique pour les paliers lisses de marque IGUS
Modèle Iglidur M250.



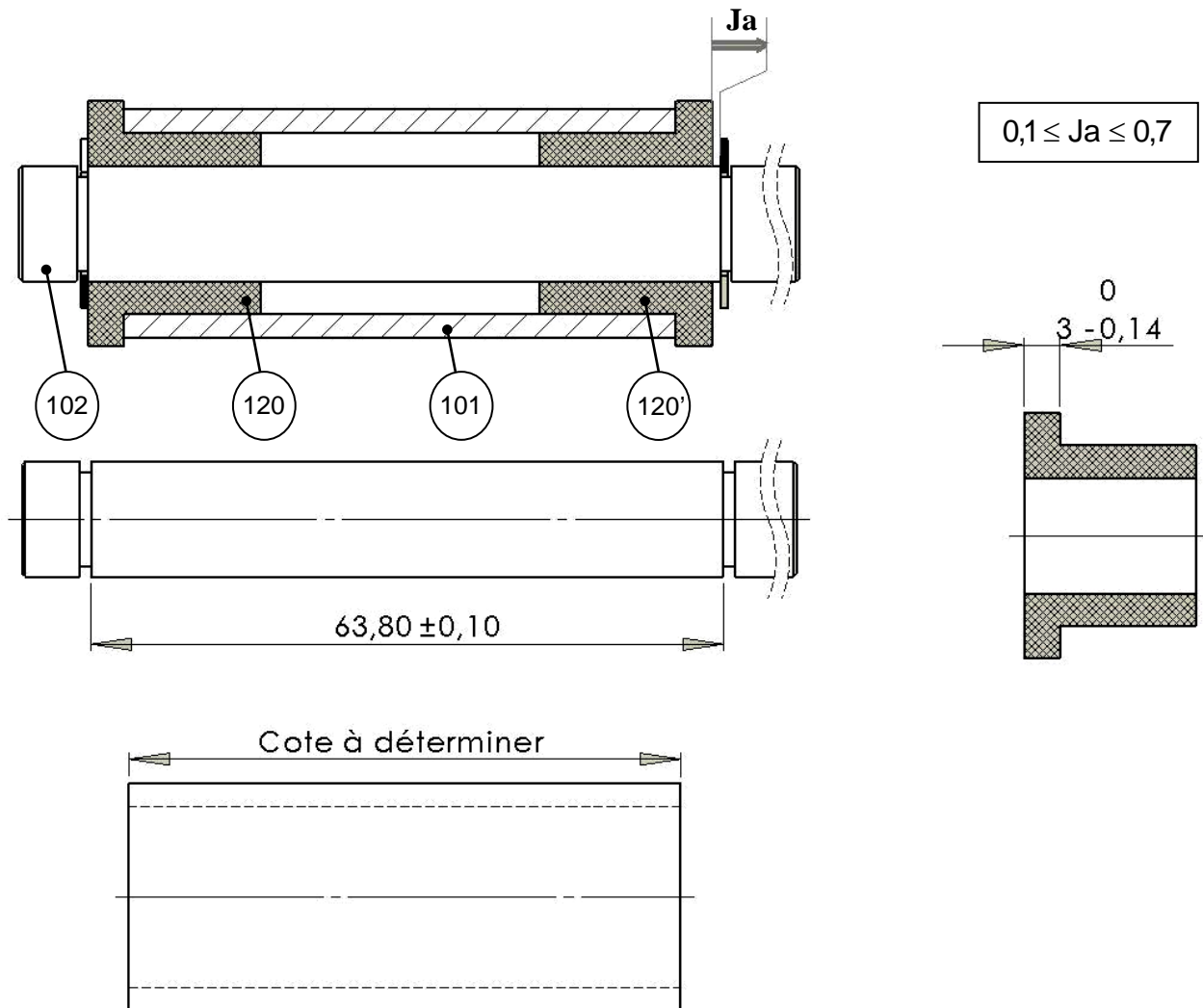
Facteurs $p \times v$ admissibles pour l'iglidur® M250 en fonctionnement à sec sur un arbre en acier, à 20°C (La zone grisée correspond à la zone admissible)

Conclusion :

D – Étude de l'articulation entre la pédale et la roue

D3 – Cotation du montage de coussinet

Question D3.1 :



Question D3.2 :

Calculs :

$$Ja_{MAXI} =$$

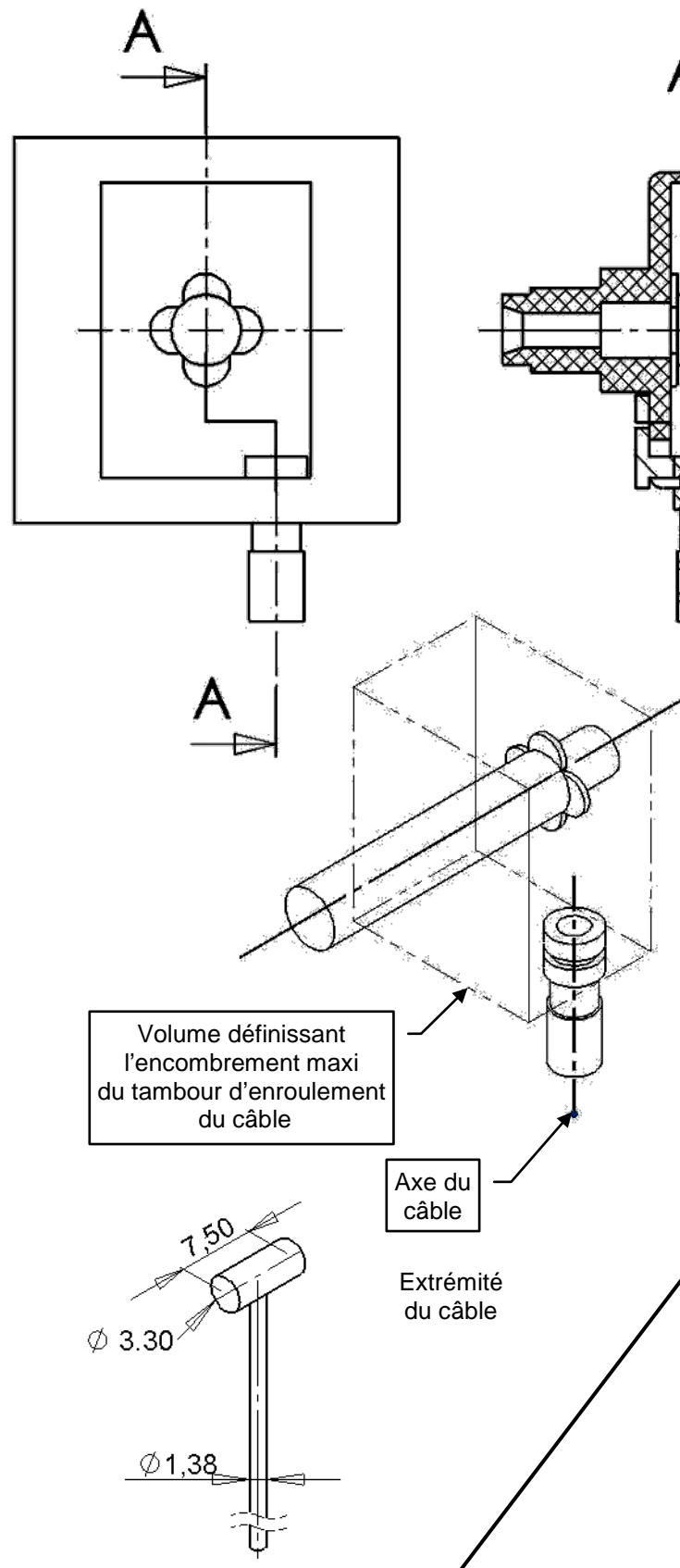
$$Ja_{mini} =$$

$$a_{101_{mini}} =$$

$$a_{101_{MAXI}} =$$

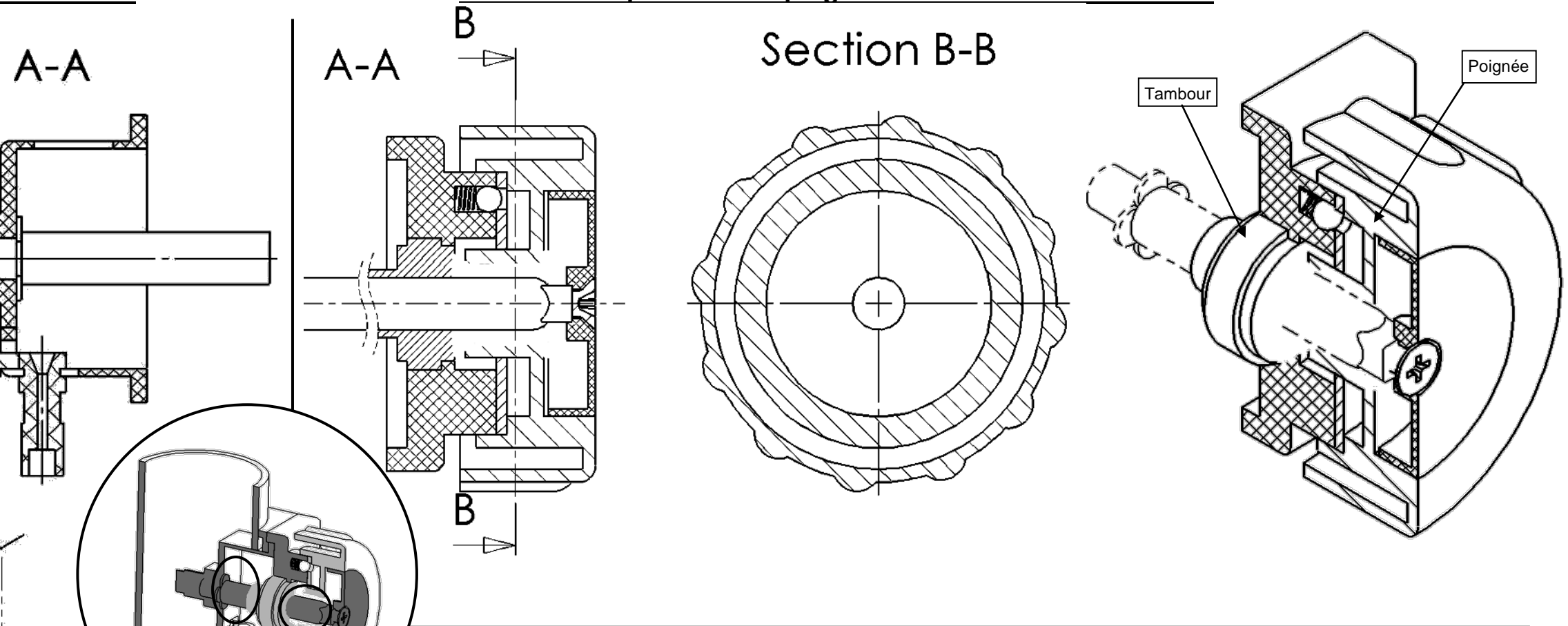
E – Conception du système d'indexage du frein de parking

E1 - « Entraîner le câble » et « guider le câble » :



Échelle du document : 1 : 1
Format A3 H

E2 – Lier complètement la poignée et l'extrémité du tambour :



E3 : Limiter l'amplitude de la rotation de la poignée :

