

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
GÉNIE ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2012

ÉPREUVE : ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

BARRIERE MIAMI AVR

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

Calculatrice électronique de poche, 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 N°99-186 du 16 novembre 1999).

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes

- | | |
|---|--------------|
| - Dossier Technique (DT1 à DT3) | jaune |
| - Dossier Travail demandé (TD1 à TD5) | vert |
| - Dossier des " Documents réponses " (DR1 à DR6) | blanc |

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuille de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les « documents réponses » prévus à cet effet.

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

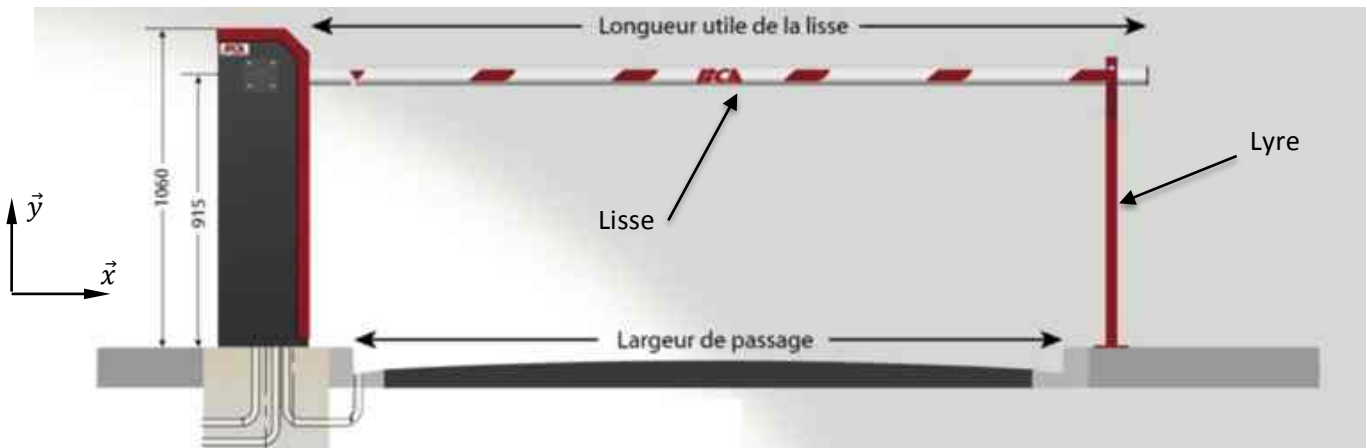
DOSSIER "DOSSIER TECHNIQUE"

Ce dossier comporte 3 documents numérotés de DT1 à DT3.

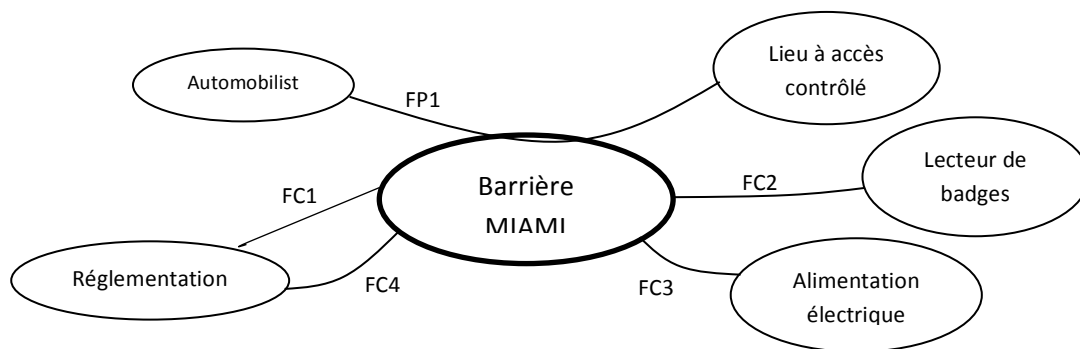
Présentation	DT1
Extrait du cahier des charges constructeur	DT1
Principe de fonctionnement	DT2
Ressort de compensation	DT2
Ensemble Barrière et nomenclature	DT3

1. Présentation.

Les barrières levantes sont destinées à contrôler l'accès des véhicules sur des sites. Leur grande fiabilité et leur robustesse garantissent un fonctionnement de cinq millions de cycles. Son électronique permet de gérer les flux de véhicules par un cadencement programmable jusqu'à 15 ouvertures à la minute.



Il est possible d'équiper la barrière d'une lisse pouvant aller jusqu'à 6 m de longueur. Le modèle étudié présente la particularité qu'en cas de coupure électrique, la lisse se relève automatiquement.

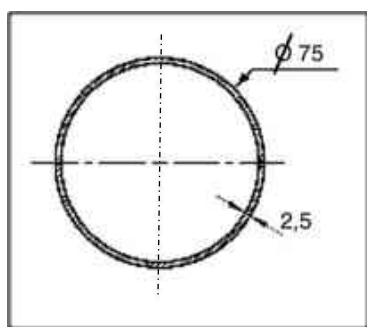


2. Extraits du cahier des charges constructeur.

- FP1** Autoriser l'accès à l'automobiliste et réguler le flux de véhicules.
- FC1** Lever la lisse en cas de mise hors tension.
- FC2** Dialoguer avec l'électronique de commande.
- FC3** S'adapter au réseau électrique.
- FC4** Respecter les normes en vigueur.

Caractéristiques techniques :

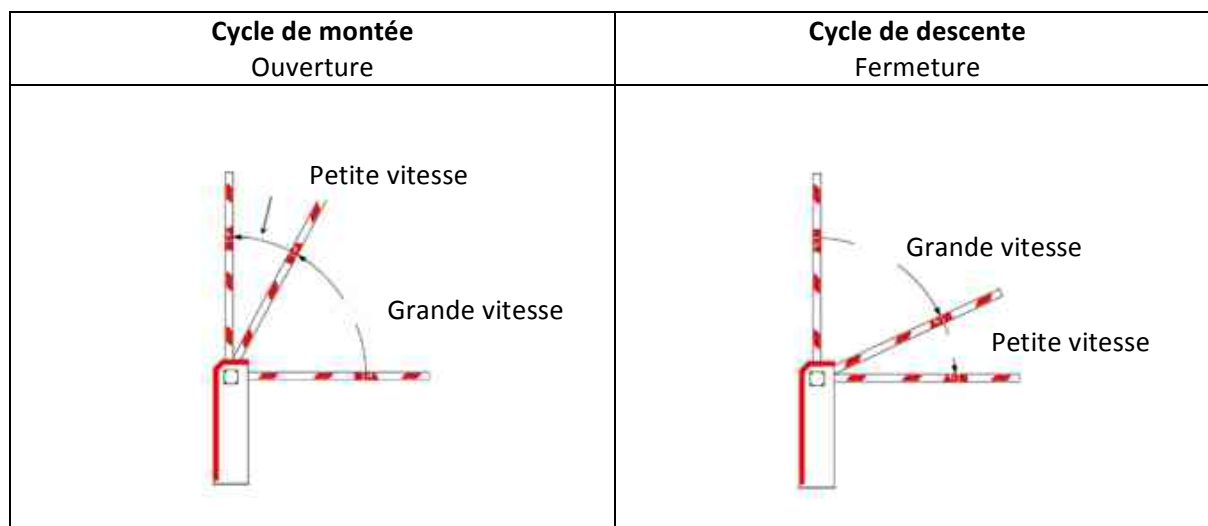
Lisse de 3 à 6m
 Alimentation électrique : **220V~ (± 10%) / 50Hz**
 Puissance consommée au repos : **44W**
 Puissance consommée en mouvement : **450W**
 Température de fonctionnement : **-25°C à +60°C**
 Fonctionnement possible jusqu'à **15** cycles d'ouverture – fermeture par minute
 Humidité relative moyenne : **95%, sans condensation**
 Vitesse de vent maxi (sans perturbation de fonctionnement) : **120 Km/h**
 Indice de protection : **IP44**
 Poids net (hors lisse) : **80kg**



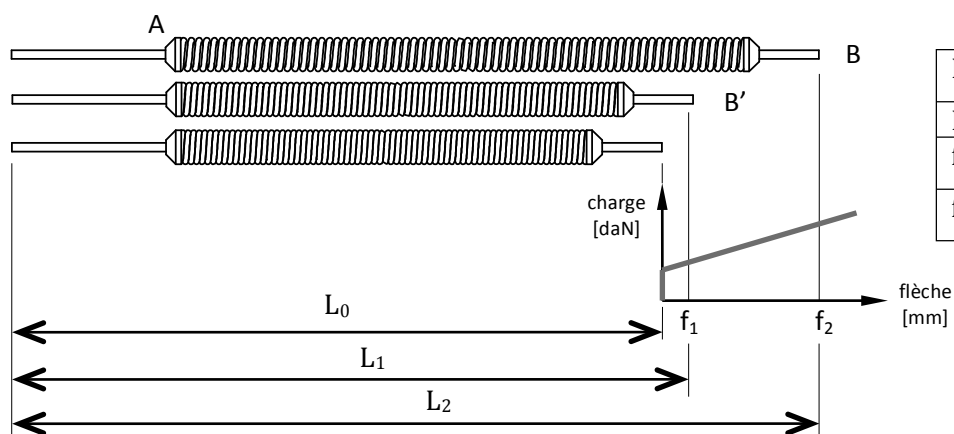
Section droite de la lisse
Les dimensions sont en mm.

3. Principe de fonctionnement.

La lisse doit se lever et s'abaisser le plus rapidement possible pour ne pas ralentir le flux de véhicules aux heures d'affluence. Pour éviter des variations de vitesses trop importantes, ayant pour conséquence des efforts dynamiques considérables, la barrière monte la lisse en grande vitesse puis passe en petite vitesse juste avant d'atteindre la position haute en butée. La variation de vitesse de rotation est assurée électroniquement par un convertisseur de fréquence. Il en va de même pour la descente.

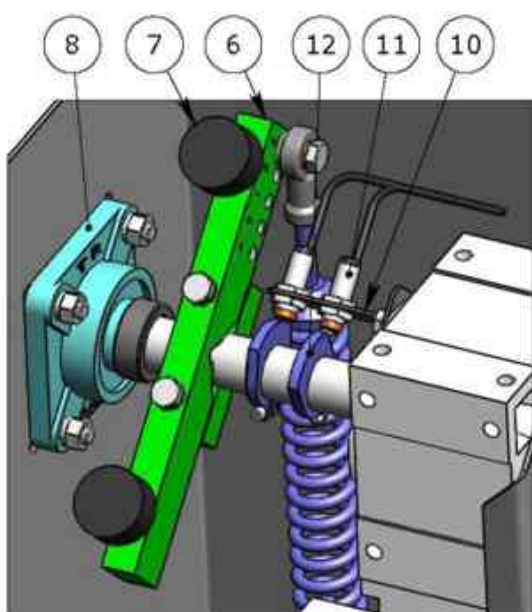
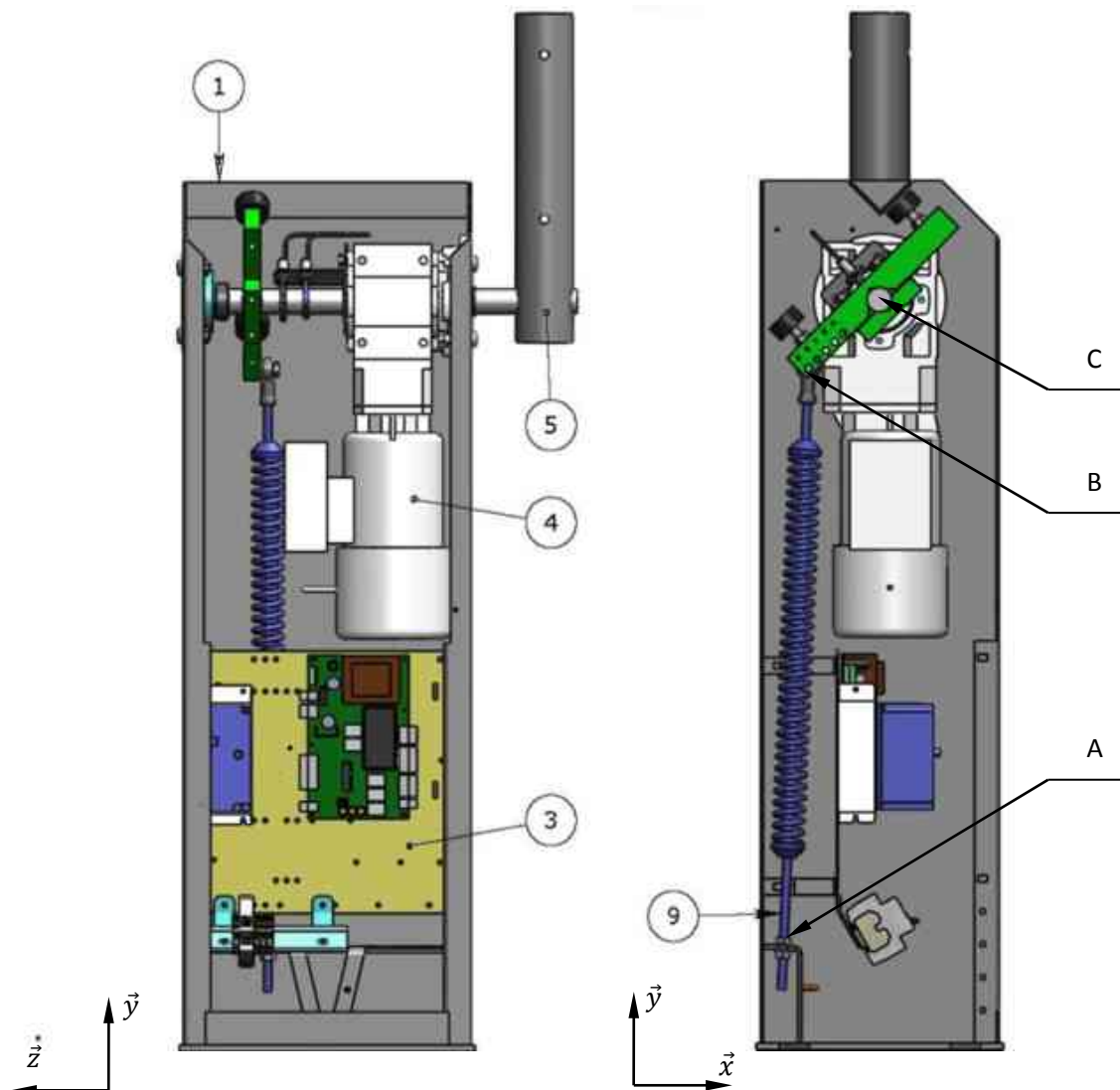


4. Ressort de compensation.



L_0	longueur libre (à spires jointives)
L_1, L_2	longueurs en charge
$f_1 = L_1 - L_0$	flèche du ressort pour la barrière ouverte
$f_2 = L_2 - L_0$	flèche du ressort pour la barrière fermée

5. Ensemble barrière (sans capot).



Rep	Désignation
1	Ensemble châssis
3	Ensemble platine de commande
4	Motoréducteur A102
5	Arbre + lisse Ø75
6	Support de butées
7	Butée réglable
8	Palier Ø30
9	Ensemble ressort
10	Équerre de détection
11	Capteur inductif de position
12	Came de détection

DOSSIER "TRAVAIL DEMANDÉ"

Le sujet est composé de 6 parties indépendantes.

Ce dossier comporte 5 feuilles numérotées de TD1 à TD5.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

Lecture du dossier et des documents techniques 10 min

Partie 1 : étude de la cadence de passage des véhicules :..... 20 min

Partie 2 : Programmation de la carte de contrôle du motoréducteur :... 30 min

Partie 3 : Etude de FC1 : 60 min

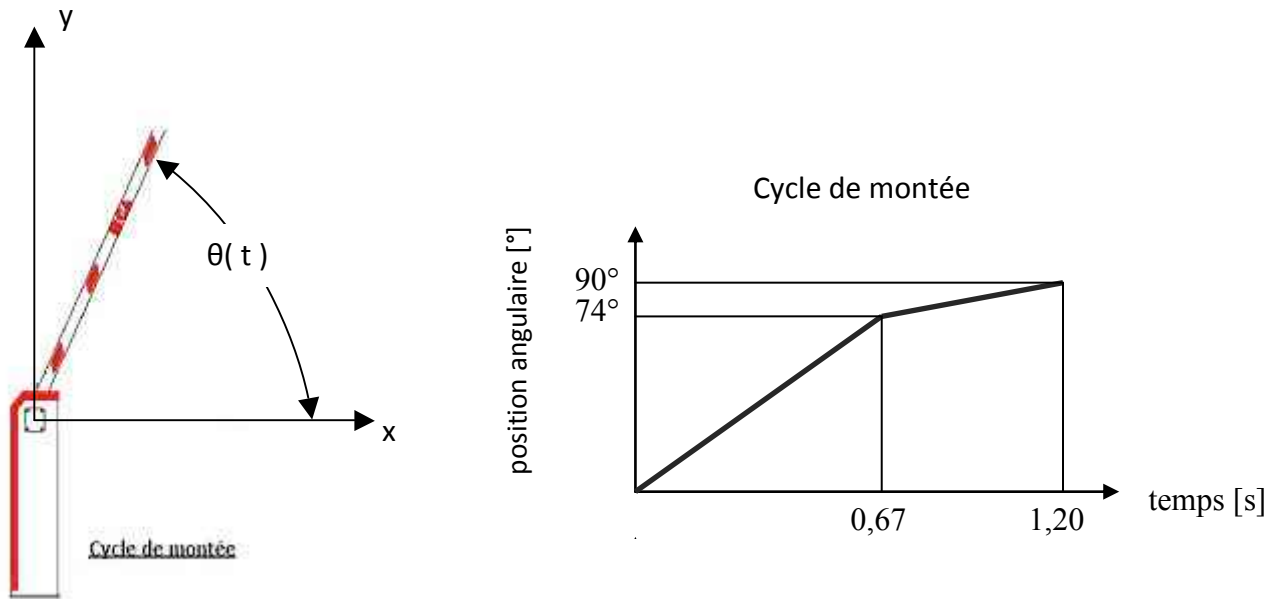
Partie 4 : Vérification du motoréducteur :..... 40 min

Partie 5 : Modification d'une solution constructive :..... 30 min

Partie 6 : Nouvelle solution constructive :..... 50 min

Partie 1 : Etude de la cadence de passage des véhicules

La programmation du cadencement des ouvertures permet de réguler les flux de véhicules. Le cahier des charges précise qu'il doit permettre jusqu'à 15 cycles d'ouvertures par minute. L'objectif de cette partie est de valider le choix de barrière en fonction des temps de passage.



Descriptif d'un cycle de la barrière :

- Montée de la barrière pendant une durée t_m ;
- Pose en position haute, pour le passage du véhicule, pendant une durée moyenne $t_p = 5s$;
- Descente de la barrière pendant une durée t_d avec $t_d = t_m$.

Après passage du badge, la barrière se lève de 90°, le véhicule passe, la barrière redescend. Pour la montée, comme pour la descente, la barrière est animée d'un mouvement de rotation représenté ci-dessus.

Réponses sur feuille de copie.

- Q1.1. Donnez, par lecture sur le diagramme ci-dessus, le temps de montée t_m en seconde,
- Q1.2. Calculez le temps de cycle t_c , pour le passage d'un véhicule, en utilisant le temps moyen t_p ,
- Q1.3. Déterminez N_v , le nombre de véhicules qui peuvent utiliser la barrière en une heure.
- Q1.4. Comparez cette cadence avec le type de barrière choisie et conclure.

Partie 2 : Programmation de la carte de contrôle du motoréducteur

Le principe de fonctionnement de la barrière est présenté sur **DT2** et précisé dans la partie 1 : la montée commence par une rotation rapide de 0° à 74°, puis s'achève en vitesse lente de 74° à 90°. Cette étude a pour but de déterminer le réglage à mettre en place sur la carte du contrôleur de commande du motoréducteur.

- Q2.1. En utilisant le graphe de vitesses de la partie 1, déterminez sur feuille de copie la valeur de ω_{rapide} , vitesse de rotation du bras en rad/s pour le trajet de 0° à 74°,
- Q2.2. En utilisant le graphe de vitesses de la partie 1, déterminez sur feuille de copie la valeur de ω_{lente} , vitesse de rotation du bras en rad/s pour le trajet de 74° à 90°,

Q2.3. Calculez le rapport $\frac{\omega_{\text{rapide}}}{\omega_{\text{lent}}}$,

Le document **DR1** présente un abaque de réglage de la carte contrôleur du motoréducteur. En plaçant le curseur sur 0, la vitesse lente est égale à la vitesse rapide. En plaçant le curseur sur 10, la vitesse lente est nulle.

Q2.4. Sur le **DR1**, faire apparaître la vitesse rapide (sur l'axe des ordonnées), puis la vitesse lente. Faire apparaître ensuite graphiquement le réglage à mettre en place (position du curseur), sur le document.

Partie 3 : Etude de FC1 : relevage de la lisse en cas d'absence de courant

En cas de défaut d'alimentation, la barrière doit pouvoir s'ouvrir pour laisser un passage libre : c'est la fonction contrainte FC1.

Voir **DT3** : Nous allons pour cela réaliser l'étude "à l'équilibre" de l'ensemble S{5 + 6} : détermination du poids de la lisse, calcul de l'effort d'équilibre du ressort 9, puis enfin réglage de ce ressort.

Les parties 3.1 ; 3.2 ; 3.3 ; 3.4 ; 3.5 ; 3.6 peuvent être traitées de manière indépendante.

3.1. Analyse d'une liaison

L'ensemble {arbre + lisse}, repéré **5**, est animé d'un mouvement de rotation d'axe (C, \vec{z}) par rapport à l'ensemble châssis **1** (voir **DT3**).

Q3.1.1. Caractériser la liaison $\mathcal{L}_{1.5}$ entre le châssis 1 et l'ensemble arbre de lisse 5 en précisant son nom, sa position et son orientation sur **DR1**.

Q3.1.2. Représenter le symbole cinématique normalisé de la liaison $\mathcal{L}_{1.5}$ dans la zone pointillée du schéma technologique du relevage de lisse sur **DR1**.

3.2. Mise en place des conditions d'étude

Hypothèses :

- mécanisme plan (**A**; \vec{x}, \vec{y}) ;
- liaisons parfaites (sans jeu ni frottement) ;
- poids propres négligés à l'exception de celui de la lisse ;
- la lisse est en position basse ;
- toutes les actions mécaniques de l'étude sont modélisables par des forces ;
- accélération de pesanteur $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.
- Support AB (Ressort 9), incliné de $2,5^\circ$ par rapport à la verticale (voir **DR1** et **DR3**)

Q3.2.1. Placer la frontière d'isolement du système matériel {5+6} sur le graphe des liaisons de **DR2**.

Q3.2.2. Sur feuille de copie, en déduire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées sur {5+6}.

3.3. Étude de la lisse – Calcul de son poids : P_5

La lisse est un tube dont les dimensions sont indiquées dans **DT2**. Son poids, noté \vec{P}_5 , modélise l'action à distance de la Terre sur **5**. Pour calculer ce poids, sur feuille de copie :

Q3.3.1. En utilisant les dimensions de la lisse (**DT2**), exprimer l'aire de la section droite S de la lisse et préciser son unité.

Q3.3.2. Calculer son volume V en dm^3 pour une longueur de lisse $L = 3,50 \text{ m}$.

Q3.3.3. En déduire sa masse sachant que la lisse est en alliage d'aluminium de masse volumique $\rho_{\text{alu}} = 2,7 \text{ kg/dm}^3$.

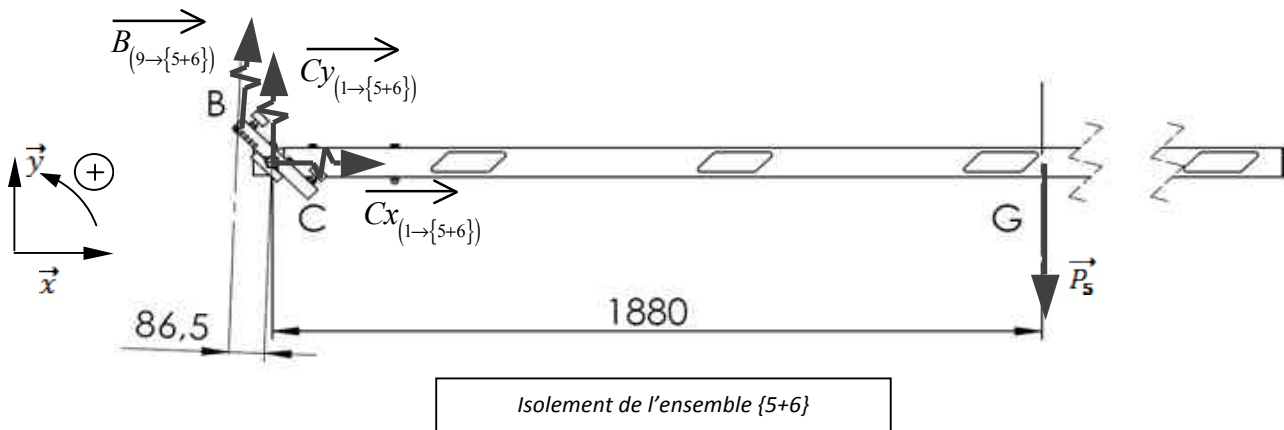
Q3.3.4. Calculer alors l'intensité du poids \vec{P}_5 noté P_5 .

3.4. Calcul de $\overrightarrow{B}_{(9 \rightarrow \{5+6\})}$

Indépendamment du résultat que vous trouvez à la question précédente, vous prendrez pour la suite de l'étude $P_5 = 55 \text{ N}$. A l'aide du document **DT3**, sur feuille de copie :

Q3.4.1. Justifiez que le support de la force $\overrightarrow{B}_{(9 \rightarrow \{5+6\})}$ est porté par la droite (AB).

À partir de l'isolement de l'ensemble {S5}, figure suivante, vous allez exprimer l'équation des moments résultants en C, tirée du principe fondamental de la statique, dans le but de calculer l'intensité de la force $\overrightarrow{B}_{(9 \rightarrow \{5+6\})}$.



Q3.4.2. Exprimer et calculer le moment algébrique en C du poids $\overrightarrow{P_5}$ noté $M_c(\overrightarrow{P_5})$.

Q3.4.3. Donner l'expression du moment algébrique en C de $\overrightarrow{B}_{(9 \rightarrow \{5+6\})}$ noté $M_c(\overrightarrow{B}_{(9 \rightarrow \{5+6\})})$. Vous noterez $B_{(9 \rightarrow \{5+6\})}$ l'intensité de la force $\overrightarrow{B}_{(9 \rightarrow \{5+6\})}$.

Q3.4.4. Justifier que le moment algébrique en C de la force résultante $\overrightarrow{C}_{(1 \rightarrow 5)}$ est nul : $M_c(\overrightarrow{C}_{(1 \rightarrow 5)}) = 0$

Q3.4.5. Écrire et résoudre l'équation des moments résultants en C tiré du principe fondamental de la statique pour trouver $B_{9 \rightarrow \{5+6\}}$. Expliquer pourquoi vous trouvez un signe négatif.

3.5. Réglage du ressort

Pour la seconde approche, vous allez analyser le diagramme de charge du ressort 9 pour déterminer l'effort réellement appliqué sur l'ensemble arbre de lisse 5, puis le comparer avec le résultat minimal de la question précédente. Le document **DT2** présente les caractéristiques du ressort de compensation.

Quelque soit le résultat trouvé lors de la question précédente, vous utiliserez $B_{\{5+6\} \rightarrow 9} = 1200 \text{ N}$

Q3.5.1. En utilisant **DR3**, déterminer la longueur AB du ressort lisse baissée en tenant compte de l'échelle.

Q3.5.2. Sur le document réponse **DR3**, tracer le point B' relatif à la position de la barrière ouverte, c'est à dire levée de 90°. Relever alors la valeur de $\Delta f = f_2 - f_1 = AB - AB'$. ATTENTION à l'échelle.

Q3.5.3. On souhaite que, barrière ouverte, l'effort du ressort sur le support de butée $B'_{(9 \rightarrow 6)}$ soit encore de 50 daN. En utilisant le document **DR2**, déterminez la flèche f_1 et la faire apparaître graphiquement sur le document réponse **DR2**.

Q3.5.4. Calculez la flèche f_2 , à partir de f_1 et indiquez la valeur sur feuille de copie.

Q3.5.5. Reporter sur le diagramme de charge du ressort 9 du document réponse **DR2** la flèche f_2 et déterminer graphiquement la charge associée.

Q3.5.6. Comparer le résultat de la question précédente avec la valeur de 1200 N, minimale pour relever la lisse, puis conclure sur feuille de copie.

Partie 4 : Vérification du choix du motoréducteur

Données : fréquence de rotation du moteur du motoréducteur : $N_{\text{mot}} = 1400 \text{ tr/min}$

Q4.1. Déterminer sur feuille de copie l'expression littérale de ω_{mot} en fonction de N_{mot} .

Q4.2. Calculez sur feuille de copie la valeur de ω_{mot} en rad/s

Q4.3. On souhaite que ω_{red} (Vitesse de sortie du réducteur) soit au minimum de 1,8 rad/s. Calculez le rapport de réduction du réducteur permettant d'obtenir cette vitesse de rotation (réponse sur feuille de copie) ?

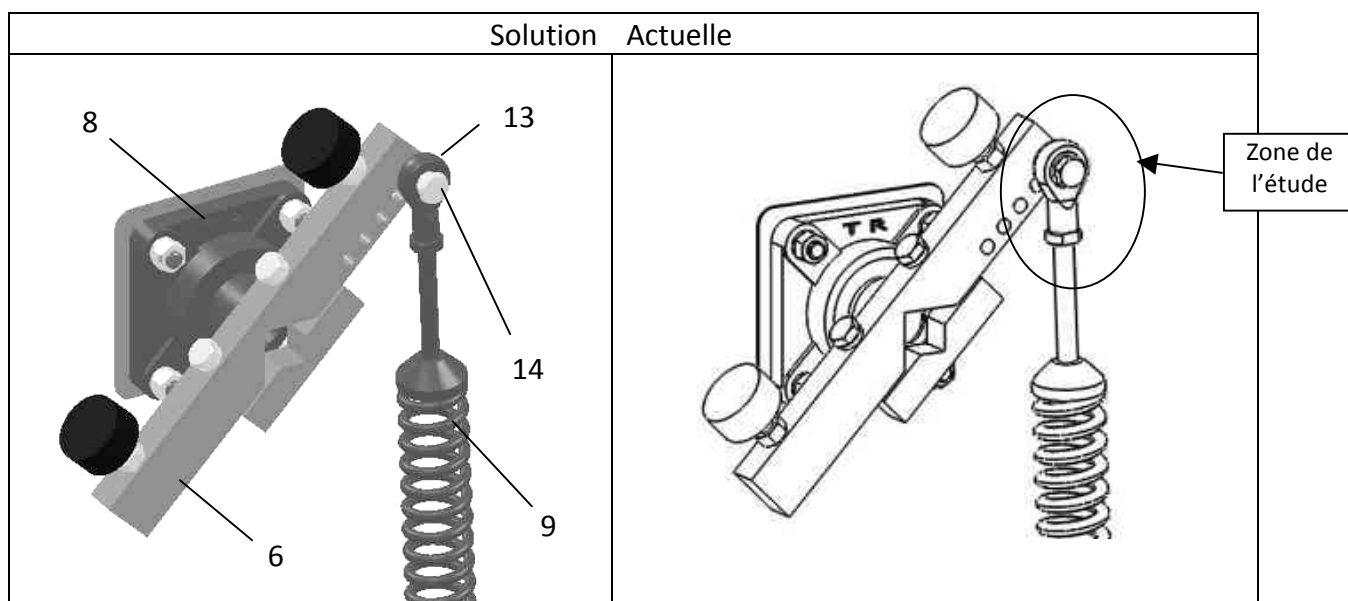
Q4.4. Indiquez, sur **DR2**, quel réducteur convient pour l'usage étudié et précisez le taux de réduction et le couple de sortie (Entourez le modèle choisi sur DR3). Vous justifierez votre réponse sur feuille de copie.

Q4.5. Le tableau des motoréducteurs sur **DR2** indique le couple de sortie maximal. En utilisant le motoréducteur que vous avez choisi dans la question précédente et sachant que le rendement du moteur asynchrone du motoréducteur est de 0,8, compléter toutes les indications manquantes de la chaîne d'énergie **DR2**, avec justifications sur feuille de copie.

Partie 5 : Modification d'une solution constructive

L'entreprise a constaté des problèmes répétés de rupture de la rotule ainsi que des défauts de fiabilité au niveau de la fixation avec l'ensemble ressort. Une nouvelle solution est envisagée, afin d'éviter ces problèmes de maintenance coûteux.

Nous allons analyser dans un premier temps la solution existante avant de faire réaliser la modification.



Étude de la Mise en Position (MIP) et du MAintien en Position (MAP) de l'assemblage entre le moyeu de butée 6 ; la rotule 13 et la vis 14 (voir encadré ci-dessus)

Q5.1. Sur le document réponse **DR5** : repérer par coloriage les zones de contacts entre les pièces ; préciser le type des contraintes nécessaires, en utilisant une couleur par paire de surfaces en contacts. Compléter le tableau du document **DR5**.

Q5.2. Colorier sur **DR4** en vert les contacts permettant d'assurer la MIP.

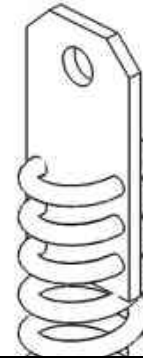
Partie 6 : Nouvelle solution constructive

Pour relier le ressort et remplacer la rotule, il est fait le choix d'une plaque métallique de 5 mm d'épaisseur qui s'adaptera au pas du ressort, tel un système vis écrou. Elle est représentée sur **DR6**. Pour relier cette plaque avec le support de butées, il est fait le choix d'utiliser une vis épaulée (voir ci-dessous) qui portera un coussinet à collerette, pour éviter le contact direct entre la plaque et le porte butées.

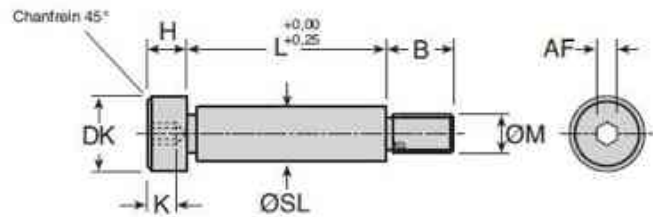
Q6.1. Donner la référence de la vis à utiliser, ainsi que celle du coussinet. Répondre sur feuille de copie.

Q6.2. Effectuer sur **DR6** la représentation des éléments que vous avez définis précédemment à l'endroit du détail B à l'échelle **2 : 1**. Vous allez concevoir une rondelle qui assurera le maintien axial de la plaque porte ressort.

Solution ensemble ressort 9

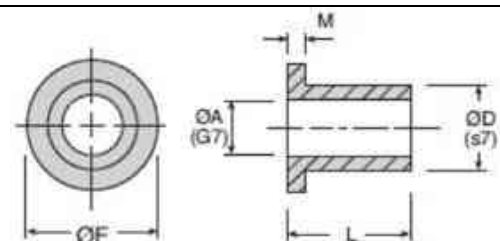


Vis épaulées



Réf.	Filetage øM	L	B	øSL	Pa	DK
HSS10-100	M10	100	16,40	ø12 -0,016/-0,059	1,50	18,27
HSS10-16	M10	16	16,40	ø12 -0,016/-0,059	1,50	18,27
HSS10-20	M10	20	16,40	ø12 -0,016/-0,059	1,50	18,27
HSS10-25	M10	25	16,40	ø12 -0,016/-0,059	1,50	18,27
HSS10-30	M10	30	16,40	ø12 -0,016/-0,059	1,50	18,27

Coussinets autolubrifiants à collerette



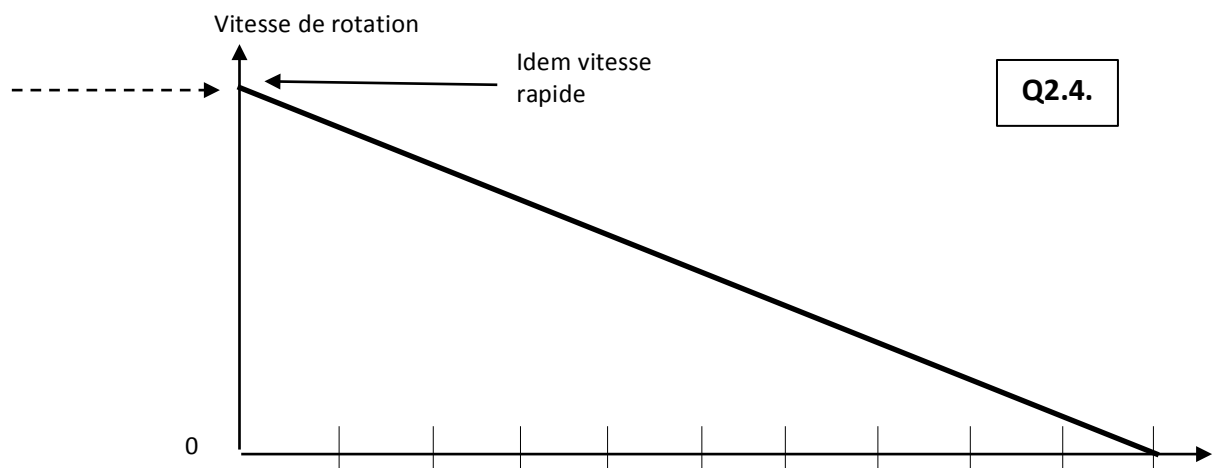
Type	Ø A	Ø D	Ø F	L	M
QFM 13 - 8	12	18	24	8	3
QFM 13 - 12	12	18	24	12	3
QFM 13 - 20	12	18	24	20	3

DOSSIER "DOCUMENTS RÉPONSES"

Ce dossier comporte 6 documents numérotés de DR1 à DR6.

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

Partie 2 : Programmation de la carte de contrôle du motoréducteur



Réglage du curseur	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Réduction de vitesse	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Vitesse lente											0

Partie 3 : Etude de FC1

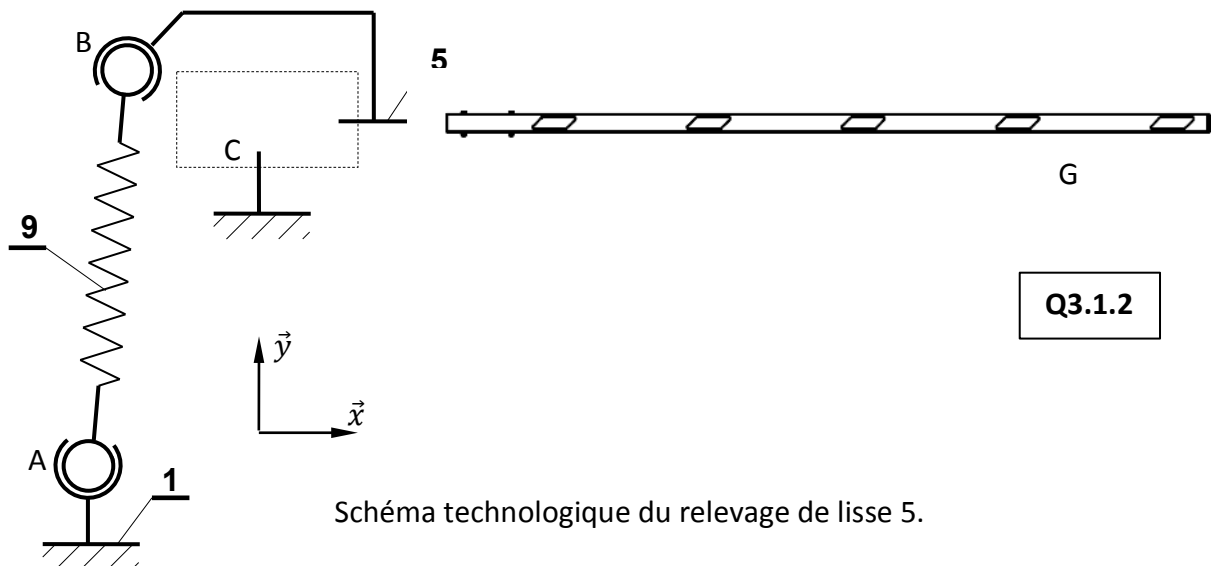
Q3.1.1.

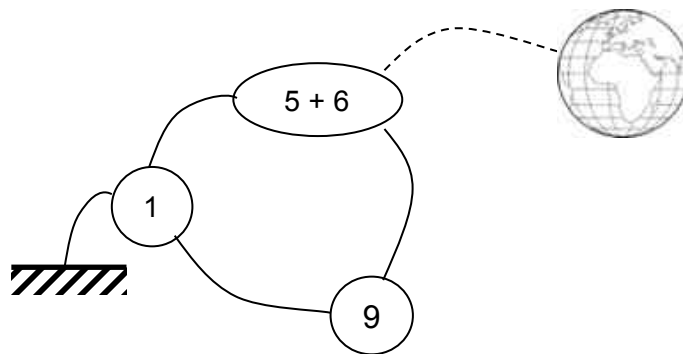
Liaison L1.5 :

Nom :

Position :

Orientation :



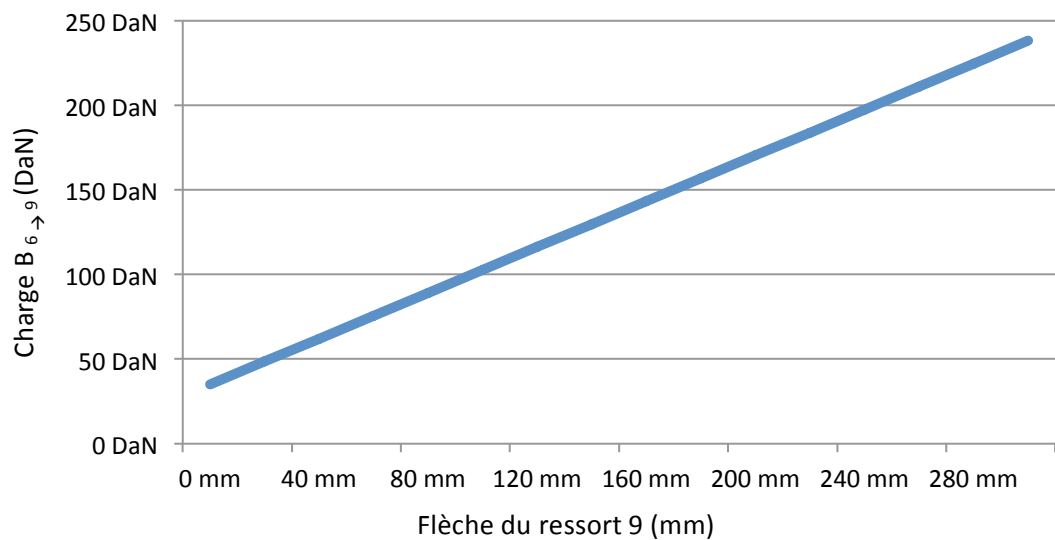
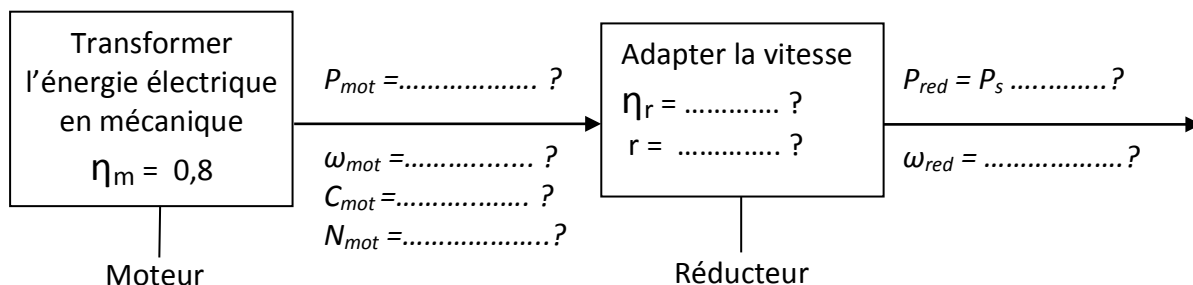


Q3.2.1.

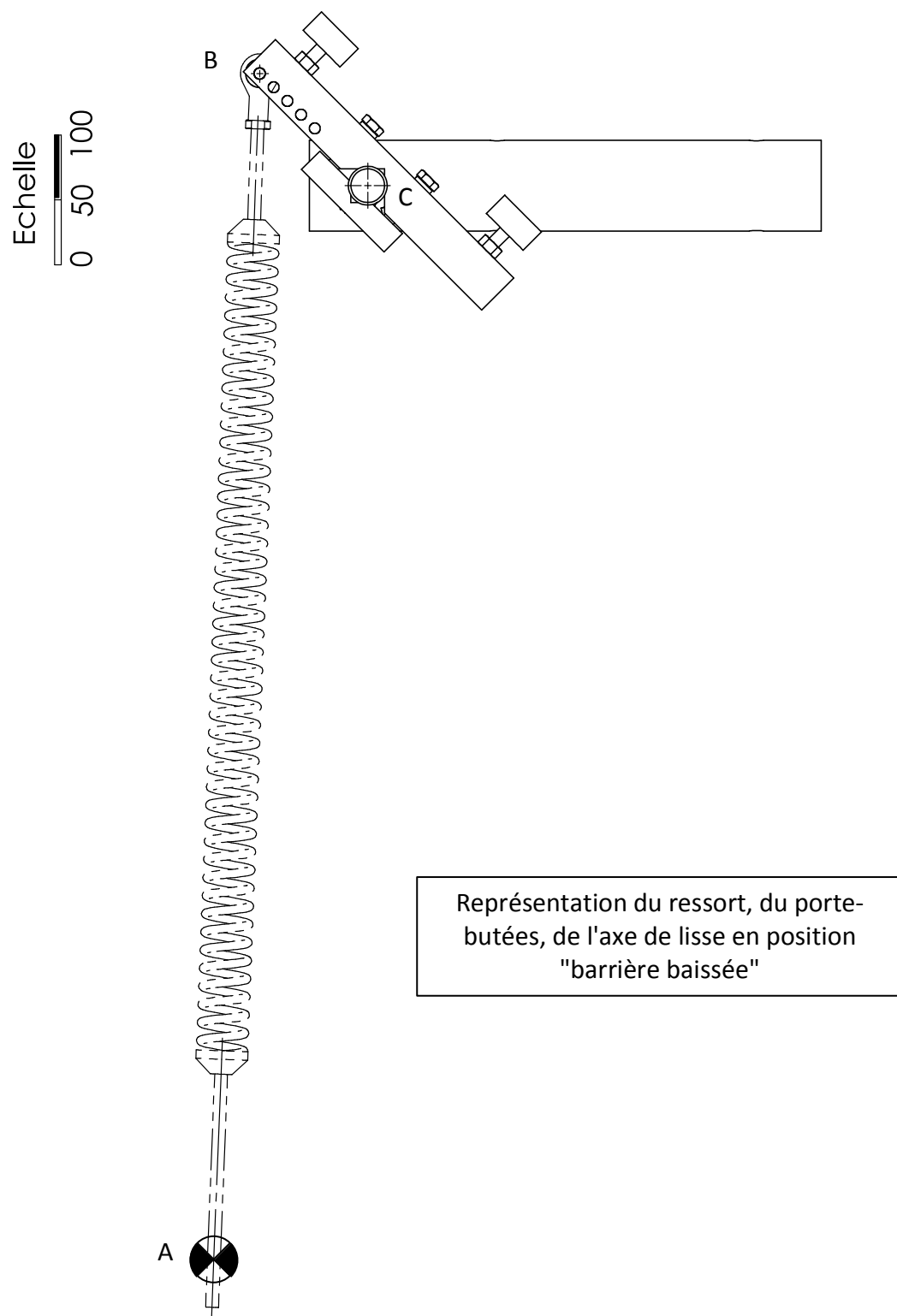
Graphe des liaisons matérielles et à distance

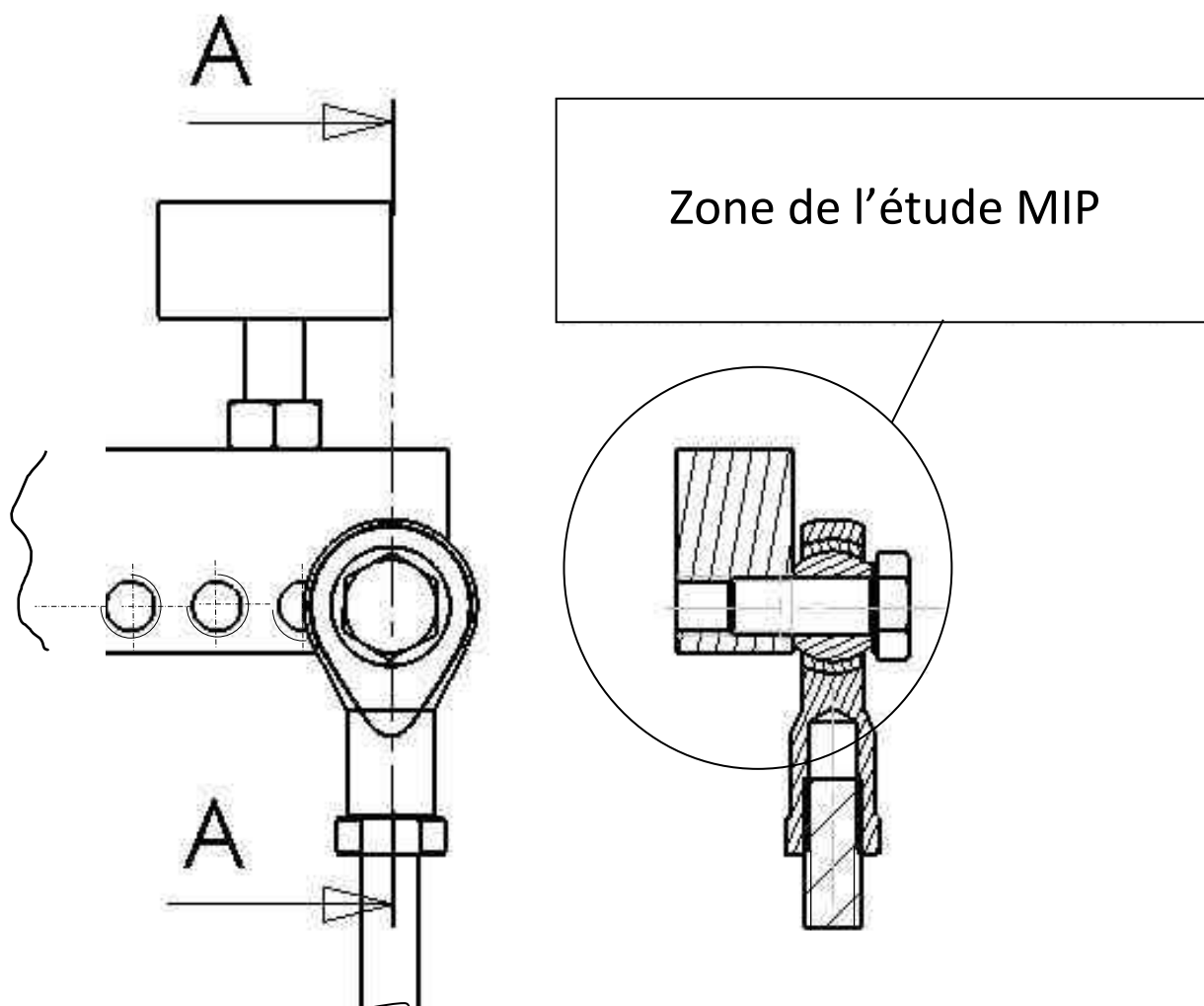
Partie 3 : Etude de FC1 : relevage de la lisse en cas d'absence de courant

Diagramme de charge du ressort 9

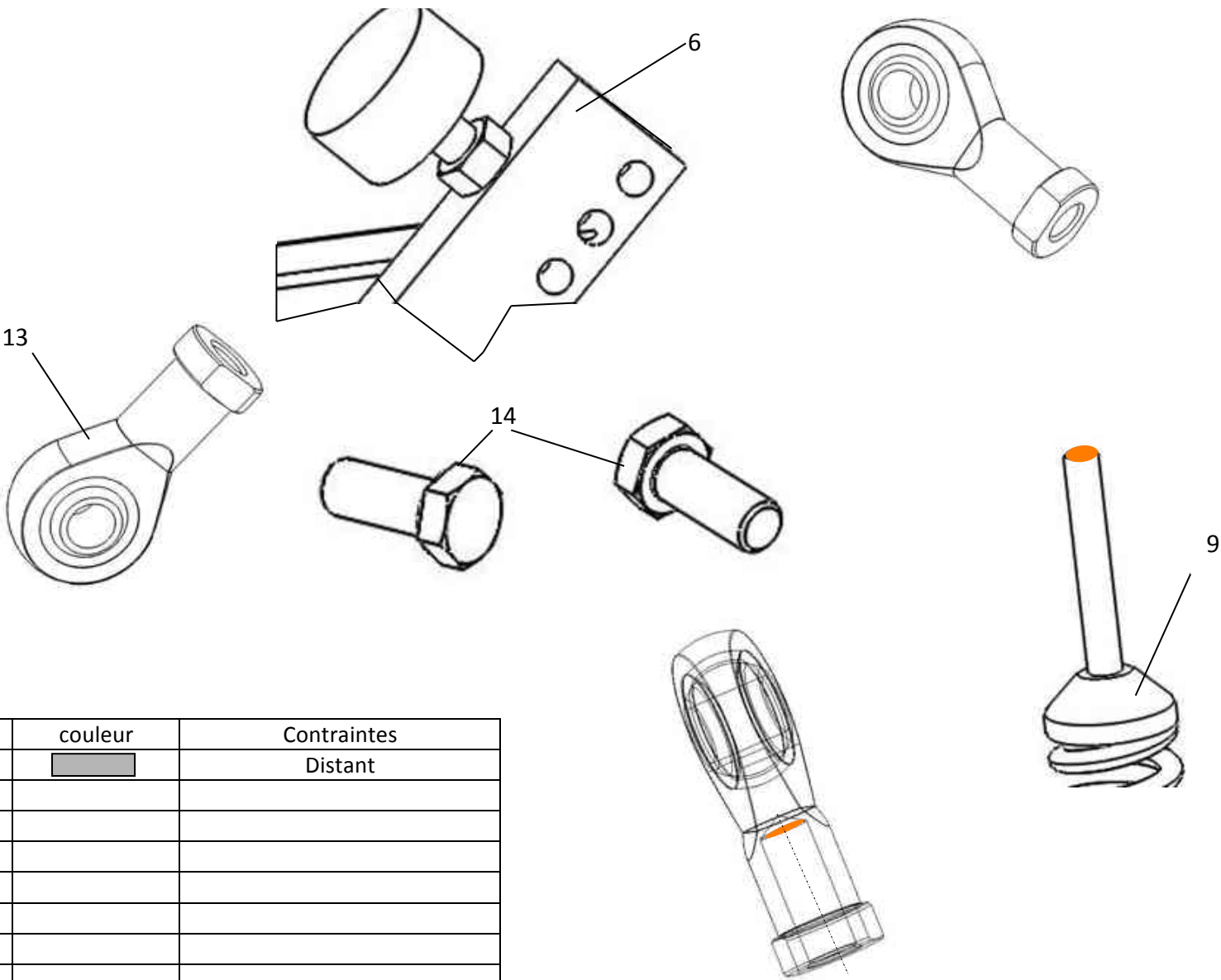

Q3.5.3
à
Q3.5.5
Partie 4 : Vérification du choix du motoréducteur


Motoréducteurs industriels						
Référence	A102-35	A102-45	A102-51	A102-66	A102-76	A102-92
Rapport de réduction	35,1	45,4	51,3	65,9	76,4	91,6
Couple de sortie (N.m)	150	150	150	135	125	100
Puissance électrique du moteur (W)	1000	750	750	500	400	250





Analyse de l'assemblage existant



Compléter le tableau suivant :

Nature des contacts	couleur	Contraintes
Exemple : Plan - arête du cylindre	<div></div>	Distant

