

BACCALAUREAT GENERAL

Session 2002

Série S – Sciences de l'Ingénieur

ETUDE D'UN SYSTEME PLURITECHNIQUE

Coefficient : 6 Durée de l'épreuve : 4 heures

*Sont autorisés les calculatrices électroniques et le matériel habituel du dessinateur.
Aucun document ni manuel n'est autorisé.*

Le candidat doit disposer des feuilles 1/13 à 13/13. Les feuilles DR1, DR2 sont à rendre obligatoirement avec la copie.

La répartition des points se fera de la façon suivante :

Analyse du système : 6 points

Calculs de vérification : 7 points

Production de solution : 7 points

Motrice d'un convoyeur aérien

Sommaire

PRESENTATION DU SYSTEME

Mise en situation et description	1/13
Fonctionnement de la motrice	2/13
Caractéristiques de la motrice	3/13
Plan d'ensemble de la motrice	4/13
Nomenclature mécanique	5/13
.....Durée conseillée pour la lecture des pages 1/13, 2/13 et 3/13 : 10 min.	

ANALYSE DU SYSTEME

Analyse fonctionnelle globale	6/13
Analyse de la partie commande	6 et 7/13
Analyse de la partie opérative	7/13
.....Durée conseillée : 1 H 10	

CALCULS DE VERIFICATION

Etude de la fonction autorisation d'alimentation	8/13
Etude de la commande du moteur	9 et 10/13
.....Durée conseillée : 1 H 20	

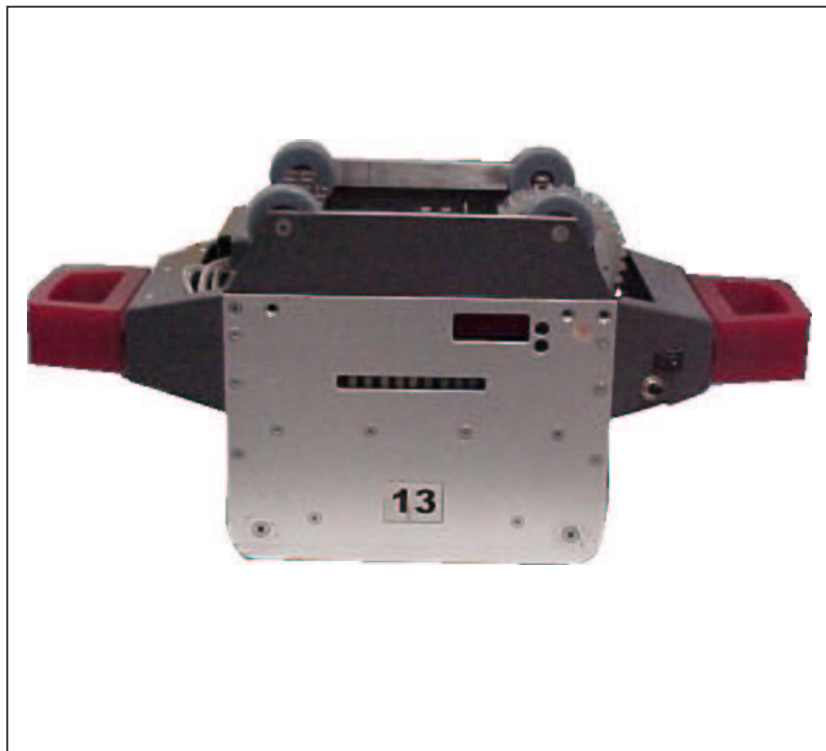
PRODUCTION D'UNE SOLUTION

Calcul de l'effort fourni par le ressort	11/13
Dessin du montage de la butée anti-basculement	13/13
.....Durée conseillée : 1 H 20	

DOCUMENTS REPONSES DR1 et DR2

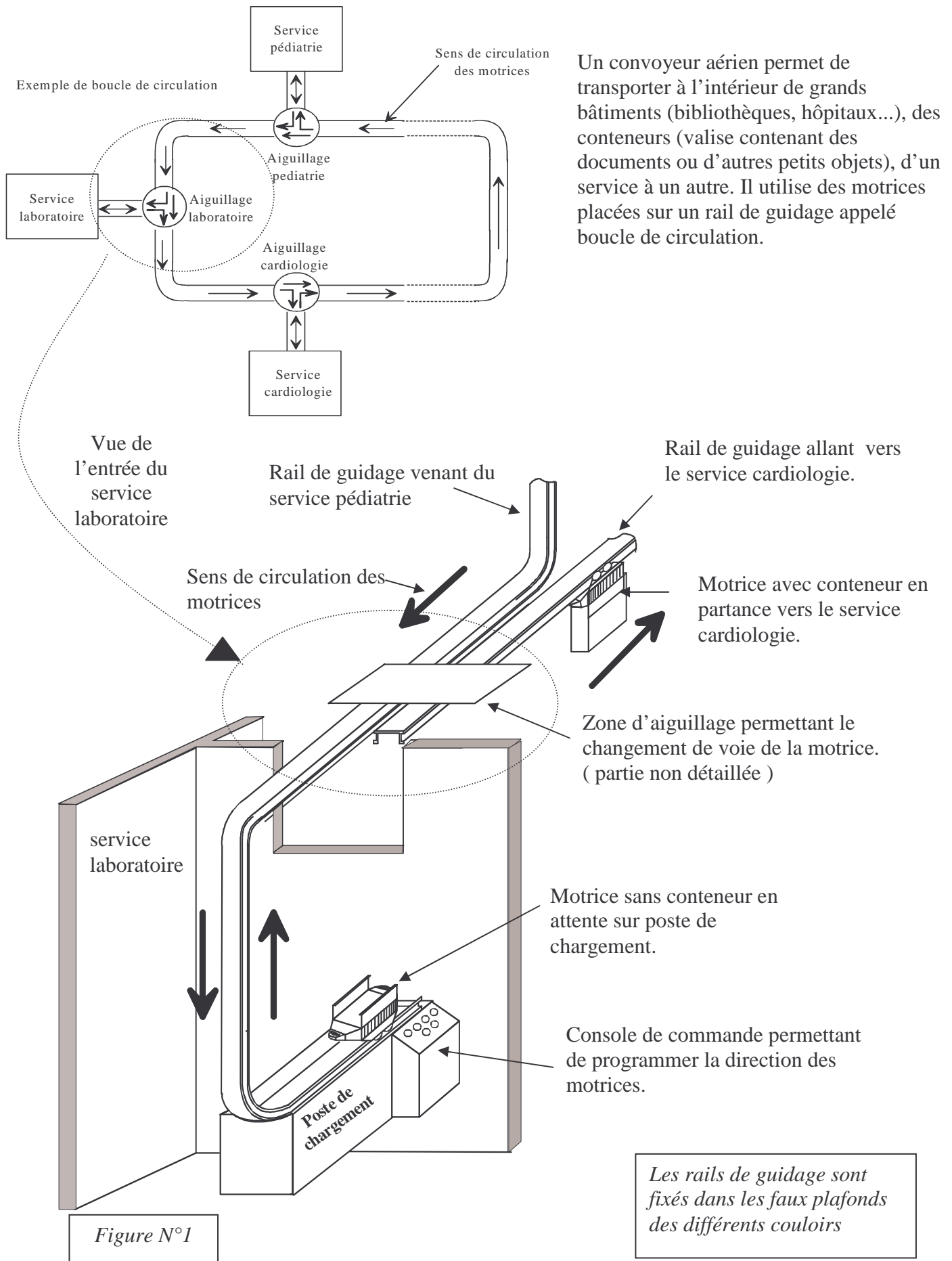
PRESENTATION DU SYSTEME

MOTRICE D'UN CONVOYEUR AÉRIEN



PRESENTATION DU SYSTEME

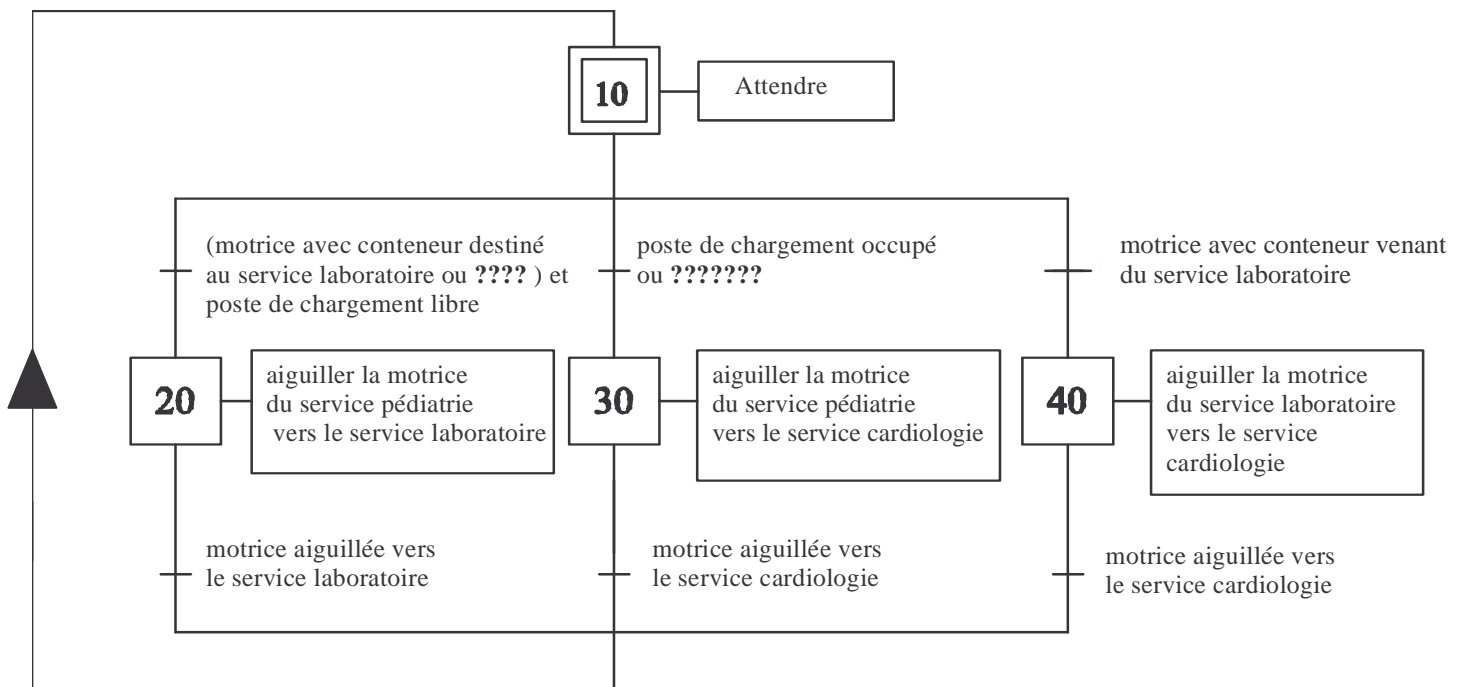
Mise en situation du système.



PRESENTATION DU SYSTEME

- A l'approche du service laboratoire, la motrice venant du service pédiatrie dialogue avec le poste de chargement.
Cas possibles :
 - Motrice sans conteneur (aiguiser la motrice du service pédiatrie vers le service laboratoire).
 - Motrice avec conteneur destiné au service laboratoire (aiguiser la motrice vers le service laboratoire).
 - Motrice avec conteneur non destiné au service laboratoire (aiguiser la motrice du service pédiatrie vers le service cardiologie).
- Le poste de chargement doit être libre pour autoriser l'accès d'une motrice sans conteneur ou avec conteneur destiné au service laboratoire (sinon aiguiser la motrice du service pédiatrie vers le service cardiologie).
- Du service laboratoire une motrice avec un conteneur peut partir vers le service cardiologie.(aiguiser la motrice du service laboratoire vers le service cardiologie).

Grafctet de fonctionnement de l'aiguillage du laboratoire (incomplet)



Fonctionnement de la motrice : (Voir page 4/13 et 5/13)

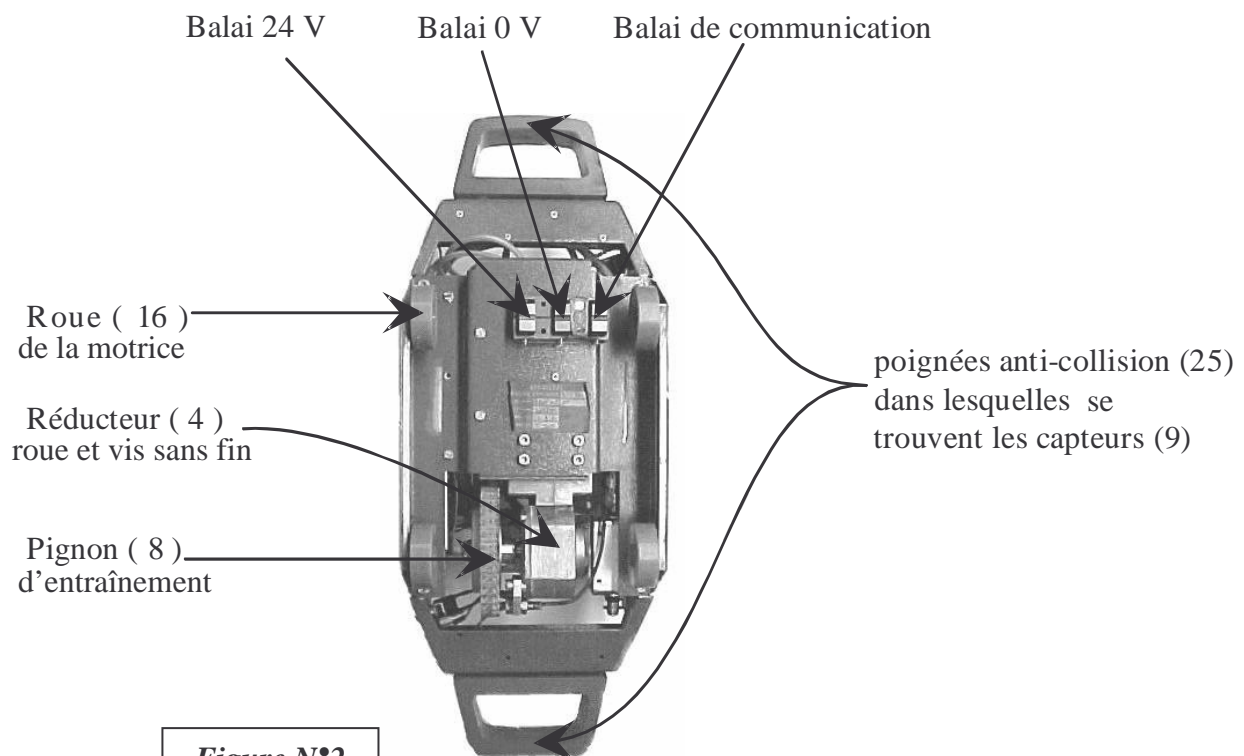
- Verrouillage et Déverrouillage des conteneurs : Il est obtenu grâce à l'électroaimant (21) qui fait tourner le renvoi (22), provoquant ainsi le déplacement vertical du verrou (20).
- Déplacement de la motrice : La motrice, qui repose sur quatre roues (16), est guidée en translation grâce au rail de guidage. Le moteur (3), par l'intermédiaire du réducteur à roue et vis sans fin (4), entraîne en rotation le pignon (8). La crémaillère (5) étant fixée sur le rail de guidage, la rotation du pignon (8) sur cette dernière provoque la translation de la motrice.

PRESENTATION DU SYSTEME

Caractéristiques de la motrice :

- Elle est constituée :
 - ⊗ d'un châssis.
 - ⊗ d'un moteur 24 V continu.
 - ⊗ d'un réducteur (4).
 - ⊗ d'un pignon d'entraînement (8).
 - ⊗ de quatre roues (16).
 - ⊗ de trois balais frotteurs permettant :
 - d'une part l'alimentation du moteur (0 V et 24 V).
 - d'autre part la communication entre la motrice et la console de commande.
 - ⊗ d'un dispositif de fixation de conteneur.
 - ⊗ d'un ensemble de capteurs (présence conteneur, système anti-collision).
- La motrice peut se déplacer sur le même rail de guidage dans les deux sens.

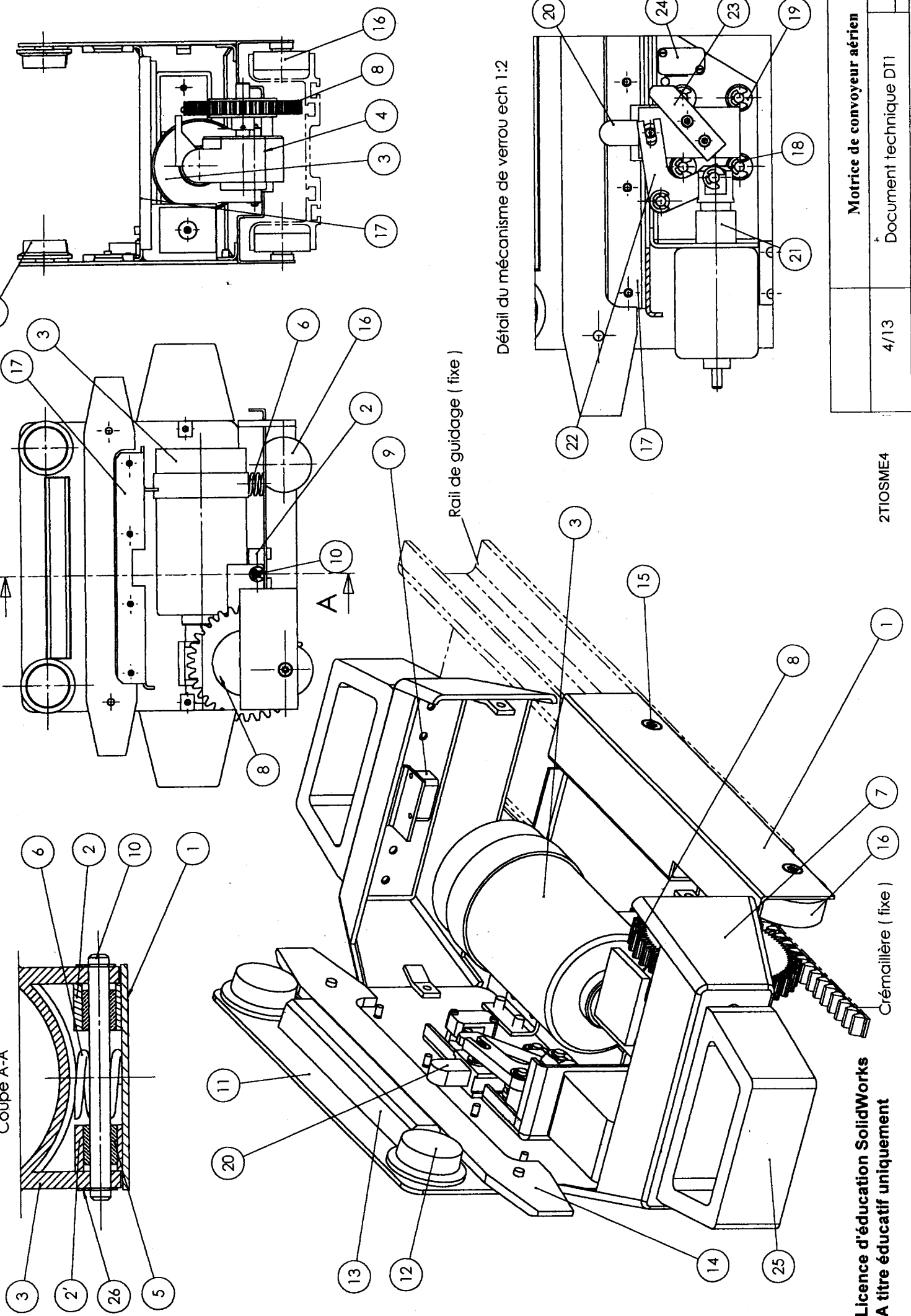
La motrice vue de dessous:



A Vue de détail du moteur Ech 1 : 3

A Vue de détail du châssis Ech 1 : 1

Détail de la liaison entre le moteur et le châssis ech 1:1
Coupe A-A



Détail du mécanisme de verrou ech 1:2

Motrice de convoyeur aérien	
4/13	Document technique DT1

2TIOSME4

Licence d'éducation SolidWorks
A titre éducatif uniquement

Remarques à propos du document technique DT1

Sur la vue en perspective :

Afin d'observer l'intérieur de la motrice, certaines pièces ont été enlevées :
la plaque de droite (11), les galets de guidage de droite (12), le rail support conteneur de droite (13), la plaque de guidage de droite (14), et la plaque supérieure (17).

Sur la vue de détail du moteur :

Afin d'observer l'intérieur de la motrice, certaines pièces ont été enlevées :
la plaque de droite (11), les galets de guidage de droite (12), le rail support de droite(13), les poignées (25),et une partie du châssis (1).

Sur la vue de détail du réducteur :

Afin d'observer l'intérieur de la motrice, certaines pièces ont été enlevées :
La poignée (25), le carter (7), le capteur (9), et la crémaillère

26	2	Anneau élastique pour arbre		
25	2	Poignée anticollision	PVC	
24	2	Capteur fin de course verrou		
23	1	Doigt du verrou	35CrMo4	
22	1	Renvoi	35CrMo4	
21	1	Electro-aimant		
20	1	Verrou	35CrMo4	
19	4	Galet de guidage du verrou	C60	
18	4	Anneau élastique pour arbre		
17	1	Plaque supérieure	E235	
16	4	Roue de la motrice	PVC	
15	4	Vis de fixation des roues FS M6-20		
14	2	Plaque de guidage conteneur		Plaque droite non représentée
13	2	Rail support conteneur		Rail droit non représenté
12	4	Galet guidage conteneur	PVC	
11	2	Plaque de coté (gauche et droite)	A-U4G	Plaque droite non représentée
10	1	Axe support du moteur	35 CrMo4	
9	2	Capteur anticollision		
8	1	Pignon d'entraînement	PA6/6	m= 3 mm, Z = 33 dents.
7	2	Carter avant / arrière	E235	
6	1	Ressort	55 Si 7	
5	2	Coussinet	CuSn12G	
4	1	Réducteur à roue et vis sans fin		r = 1/30
3	1	Moteur à courant continu ENGEL P= 100 W		N = 3000 tr/min
2	2	Support axe moteur	35 CrMo4	
1	1	Châssis	E235	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

Echelle Réduite	<i>Motrice de convoyeur aérien</i>	Nomenclature
	Document technique DT2	

ANALYSE DU SYSTEME

Comme nous l'avons vu dans la présentation, ce système permet de transporter des conteneurs en empruntant des rails situés dans des faux plafonds. La distance entre les différents services pouvant être très importante, les motrices empruntent de longs tunnels et deviennent alors autonomes. L'étude portera essentiellement sur les motrices et sur la gestion d'éventuelles collisions.

Dans cette optique, le questionnement qui suit portera :

Dans la partie « **analyse du système** » sur l'identification et le fonctionnement de la motrice afin de mettre en évidence l'origine du problème en cas de collision avec une autre motrice.

Dans la partie « **calculs de vérification** » sur la prise en compte des collisions dans la commande du moteur.

Dans la partie « **production d'une solution** » sur la recherche de solutions permettant de supprimer les problèmes mécaniques en cas de collision.

ANALYSE FONCTIONNELLE GLOBALE :

Question N°1 : (répondre sur copie)

Une motrice en provenance du service pédiatrie arrive devant l'aiguillage du service laboratoire, plusieurs cas peuvent se présenter. En vous aidant de la présentation du système page 1/13, 2/13 et 3/13 :

- ! Compléter la réceptivité pour passer de l'étape 10 vers l'étape 20.
- ! Compléter la réceptivité pour passer de l'étape 10 vers l'étape 30.

ANALYSE DE LA PARTIE COMMANDE :

Question N° 2: Identification d'une motrice(répondre sur copie)

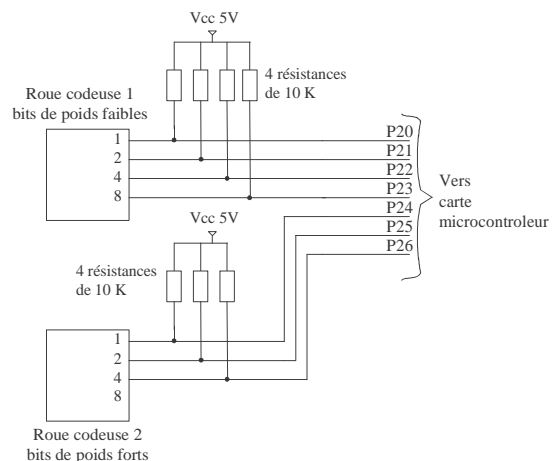
Lorsqu'une motrice veut entrer dans un service, elle doit s'identifier. A l'installation du système, le gestionnaire du réseau va affecter un numéro à chaque motrice à l'aide de deux roues codeuses. Cette information est entrée directement sur un port entrée-sortie (E/S) de la carte microcontrôleur de la motrice.

Le nombre maximal de motrices sur le réseau est de 127.

Les roues fournissent un code hexadécimal.

- ! Donner le code hexadécimal de la motrice n°127 programmé sur les roues codeuses.

- ! Donner l'information binaire équivalente présente sur le port P20 à P26 du microcontrôleur.



Question N° 3 : Gestion programmée de la collision (répondre sur copie)

Afin d'éviter des collisions à répétition sur les différents rails, les motrices possèdent un microcontrôleur qui envoie des ordres permettant de gérer leurs déplacements (marche avant, marche arrière, autorisation d'avancer...). Il reçoit aussi des informations venant des capteurs anti-collision. Après une collision entre une motrice à l'arrêt et une motrice mobile (col = 1), le microcontrôleur empêche la motrice mobile d'avancer (val = 0) pendant 10 secondes (attendre 10s) laissant ainsi le temps à la motrice heurtée de repartir.

- ! Compléter l'algorithme concernant la motrice mobile en recopiant sur votre copie uniquement la partie en italique

Début algorithme système anti-collision

Variables

col, (col =1 si collision avant ou arrière)

val, (val =1 si autorisation de marche moteur)

Début

Lire col

Si col = 1

Alors - *Val =?....*
 - *?.....*
 - *Val =?....*

Sinon Val =1

Fin.

Fin algorithme

ANALYSE DE LA PARTIE OPÉRATIVE :

Dans cette partie nous allons analyser le fonctionnement de la motrice afin de mettre en évidence l'origine des problèmes en cas de collision.

Question N° 4 (répondre sur le document DR1).

En vous aidant de la présentation du système page 1/13, 2/13 et 3/13 du dessin d'ensemble de la motrice en perspective page 4/13 et de sa nomenclature page 5/13.

- ! Compléter le graphe des fonctions techniques, sur le document réponse DR1, concernant la fonction de service FS1 : *DEPLACER LA MOTRICE*.

Question N° 5 (répondre sur copie et sur le document DR1).

Pour que la motrice puisse changer de direction (passage du sol au mur et passage du mur au plafond voir figure 1 sur page 1/13), le moteur ne doit pas être fixe par rapport au châssis.

- ! En observant sur le plan d'ensemble, la vue de détail du moteur, et la vue de détail de la liaison entre le moteur et le châssis (coupe A-A), donner le nom de la liaison entre le moteur et le châssis.
- ! Compléter sur le document réponse DR1, le schéma cinématique du mécanisme en utilisant les modèles normalisés des liaisons.

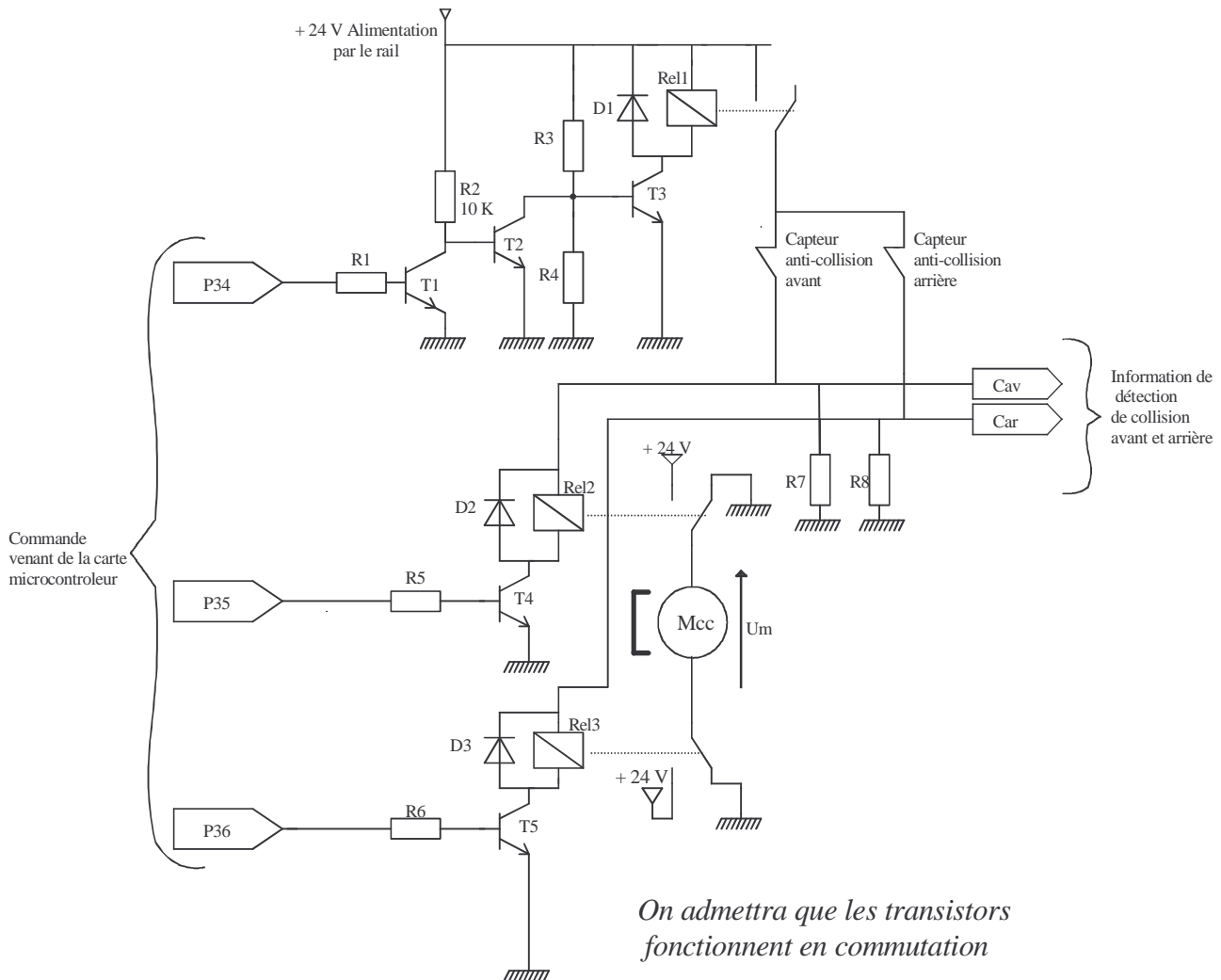
Question N° 6 (répondre sur copie).

Maintenant, on se place dans le cas où la motrice circule sur des rails fixés au plafond. Il faut s'imaginer la motrice à l'envers par rapport au document technique page 4/13.

- ! Sachant que le centre de gravité du moteur est situé à proximité de l'arbre de sortie du réducteur et du fait de la liaison entre le moto-réducteur et le châssis, indiquer ce qu'a prévu le constructeur pour éviter le basculement du moteur autour de l'axe (10) ?

CALCULS DE VERIFICATION

La motrice du convoyeur aérien peut fonctionner en autonomie, pour cela un microcontrôleur envoie des ordres permettant son avance ou son recul en fonction d'informations sur une éventuelle collision. Dans cette partie on s'intéressera à l'interface permettant de commander et contrôler le moteur de la motrice.



Remarque : La représentation des contacts du schéma ci-dessus est en position repos

Etude de la fonction autorisation d'alimentation en 24 V.

Question N°7 (répondre sur copie)

Si $P34 = 5V$

! Donner l'état de T1 et la valeur de V_{ce} de T1. En déduire l'état du transistor T2, et l'état du transistor T3, justifier qualitativement vos réponses.

! Donner alors l'état du relais Rel1. Donner vos réponses sous forme de tableau sur votre copie (voir exemple page suivante).

Dans les questions N°8 et N°9, on se propose de vérifier comment le microcontrôleur autorise ou non la commande du moteur de la motrice

CALCULS DE VERIFICATION

Si P34 = 0V

- ! Donner l'état de T1 et la valeur de Vce de T1. En déduire l'état du transistor T2, et l'état du transistor T3, justifiez qualitativement vos réponses.
- ! Donner alors l'état du relais Rel1. Donner vos réponses sous forme de tableau sur votre copie.

P34	Etat de T1 (bloqué ou saturé)	Valeur de Vce de T1	Etat de T2 (bloqué ou saturé)	Etat de T3 (bloqué ou saturé)	Etat du relais Rel1
5V					
0V					

Question N° 8 (répondre sur copie)

Hypothèse : on admettra pour cette question l'absence de collision.

- ! Si le relais Rel1 est en position travail, donner les valeurs des tensions présentes sur les sorties Cav et Car, justifier qualitativement vos réponses.
- ! Si le relais Rel1 est en position repos, donner les valeurs des tensions présentes sur les sorties Cav et Car, justifier qualitativement vos réponses.

Remarque : ces informations seront remises en forme et envoyées vers le microcontrôleur.

Etude des fonctions interface électriques/mécaniques et interface de commande du moteur

Question N° 9 (répondre sur copie)

- ! Si les relais Rel2 et Rel3 sont aux repos, donner la valeur de la tension Um aux bornes du moteur.
- ! Si les relais Rel2 est au repos et Rel3 est activé, donner la valeur de la tension Um aux bornes du moteur.
- ! Si les relais Rel2 est activé et Rel3 est au repos, donner la valeur de la tension Um aux bornes du moteur.

Question N° 10 (répondre sur copie)

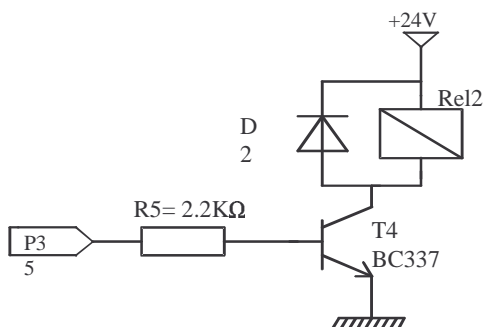
En vous aidant du schéma structurel page 8/13, donner le type de capteur utilisé pour la détection d'une collision .

Question N° 11 (répondre sur copie)

Pour actionner les relais Rel2 et Rel3, on fera appel à des interfaces à transistors autour de T4 et T5 commandées par P35 et P36.

- ! Donner l'état du relais Rel1 et du capteur anti-collision avant ainsi que le niveau logique de P35 (0 ou 5 V) permettant d'actionner Rel2.

Question N° 12 (répondre sur copie)



Avant d'effectuer la synthèse du fonctionnement , on se propose de vérifier si les caractéristiques électriques de sortie du port du microcontrôleur sont respectées lors de la saturation du transistor T4.

CALCULS DE VERIFICATION

Les caractéristiques électriques des différents composants sont :

T4 : β mini = 100 , $V_{cesat} = 0V$, $V_{besat} = 0,7V$
 Relais Rel2 : résistance de la bobine : 240 Ω
 Port de sortie : état 1 : 5V , I_s max = 30 mA (courant de sortie)

- ! Rappeler le rôle de la diode D2.
- ! Calculer la valeur du courant de collecteur de T4, on le notera I_{csat} .
- ! En déduire la valeur de I_{bsat} min.
- ! Calculer la valeur réelle du courant I_b
- ! Vérifier que I_b réel est supérieur à I_{bsat} min .Conclure sur l'état du transistor T4
- ! Comparer la valeur réelle du courant I_b à celle de I_s max et conclure.

Question N° 13 (répondre sur copie)

On se propose ici de vérifier le fonctionnement global de la fonction commande du moteur de la motrice.

! Résumer sous forme de tableau les différents cas suivants en détaillant l'état des relais, des capteurs anticollision et l'action sur le moteur.

Exemple :Autorisation de fonctionnement donnée par le microcontrôleur (P34 = 1), pas de collision et commande d'avance de la motrice. (voir tableau)

Ordre venant du microcontrôleur			Etat des capteurs anticollision avant et arrière		Etat des relais			Etat du moteur
P34	P35	P36	Capteur anticollision avant	Capteur anticollision arrière	Rel1	Rel2	Rel3	Um
1	1	0	Repos	Repos	Travail	Travail	Repos	+ 24 V

- Cas N°1 : autorisation de fonctionnement donnée par le microcontrôleur (P34 = 1), pas de collision et commande de recul de la motrice.
- Cas N°2 : autorisation de fonctionnement donnée par le microcontrôleur (P34 = 1), pas de collision et aucune commande d'avance ou de recul de la motrice.
- Cas N°3 : autorisation de fonctionnement donnée par le microcontrôleur (P34 = 1), collision avant, et commande d'avance de la motrice.
- Cas N°4 : pas d'autorisation de fonctionnement donnée par le microcontrôleur (P34 = 0), pas de collision et commande d'avance de la motrice.

Question N° 14 (répondre sur copie)

Lors de l'avance de la motrice, une collision intervient mais le capteur est défaillant.

- ! Le microcontrôleur reçoit-il l'information de collision ?
- ! Le moteur est-il toujours alimenté ?

Conception du montage de la butée anti-basculement.

Problème posé :

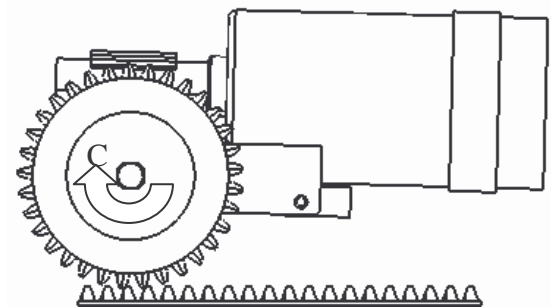
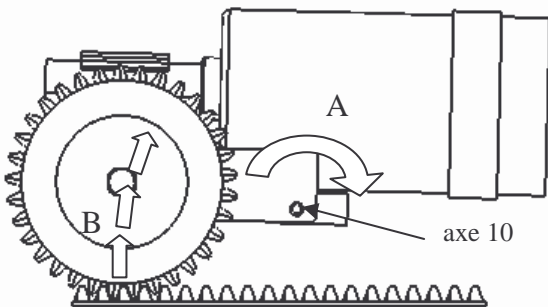
Au cours du fonctionnement, le service de maintenance a été confronté au problème suivant : les capteurs anti-collision situés à l'avant et à l'arrière de la motrice permettent l'arrêt du moteur en cas de choc avec un obstacle (autre motrice par exemple). Or ces capteurs ne fonctionnent pas toujours car :

- Dans les virages, les poignées anti-collision des motrices peuvent se chevaucher, et les capteurs dans ce cas ne fonctionnent pas.
- Les capteurs ne sont pas fiables à 100%.

Conséquence :

Dans ces cas, la motrice est bloquée, le moteur étant toujours alimenté, cela entraîne la rotation (A) de l'ensemble composé du moteur, du réducteur et du pignon autour de l'axe (10), provoquant ainsi l'éloignement (B) du pignon par rapport à la crémaillère.

Lorsque l'éloignement (B) devient trop important, les dents du pignon affleurent celles de la crémaillère et le pignon se met alors à tourner (C) . Cela provoque la détérioration (voire destruction) des dents de la crémaillère, nécessitant l'arrêt du système pour une remise en état.



Le service de maintenance est donc obligé de changer régulièrement des parties de la crémaillère fixée sur les rails.

But de l'étude :

Afin de limiter l'éloignement du pignon par rapport à la crémaillère, on doit réduire le déplacement angulaire de l'ensemble S (moteur, réducteur, pignon) autour de l'axe (10).

Deux solutions sont envisageables pour pouvoir limiter ce déplacement :

- 1^{ère} solution : Remplacer le ressort (6) existant par un ressort ayant une raideur plus importante.
- 2^{ème} solution : Interposer une butée entre la plaque supérieure (17) et l'ensemble S, au niveau du carter du réducteur.

Etude de la première solution :

Pour pouvoir choisir un autre ressort, on doit réaliser dans un premier temps une étude statique de l'ensemble S, composé du moteur (3), du réducteur (4) et du pignon (8) afin de déterminer l'effort que celui-ci doit exercer sur le corps du moteur. Dans un deuxième temps on fera le calcul du ressort proprement dit. Cette deuxième étape ne sera pas abordée .

Hypothèses :

- La puissance disponible au niveau du pignon est $P_{\text{pignon}} = 60 \text{ W}$.
- Le poids de l'ensemble S vaut $P = 30 \text{ N}$
- Caractéristiques du pignon (8) : $Z_8 = 33 \text{ dents}$, $m = 3 \text{ mm}$, angle de pression = 20° .
- La vitesse de déplacement de la motrice est $v = 0,05 \text{ m/s}$.
- L'étude se fera dans le plan (O, \vec{x}, \vec{y})

PRODUCTION D'UNE SOLUTION

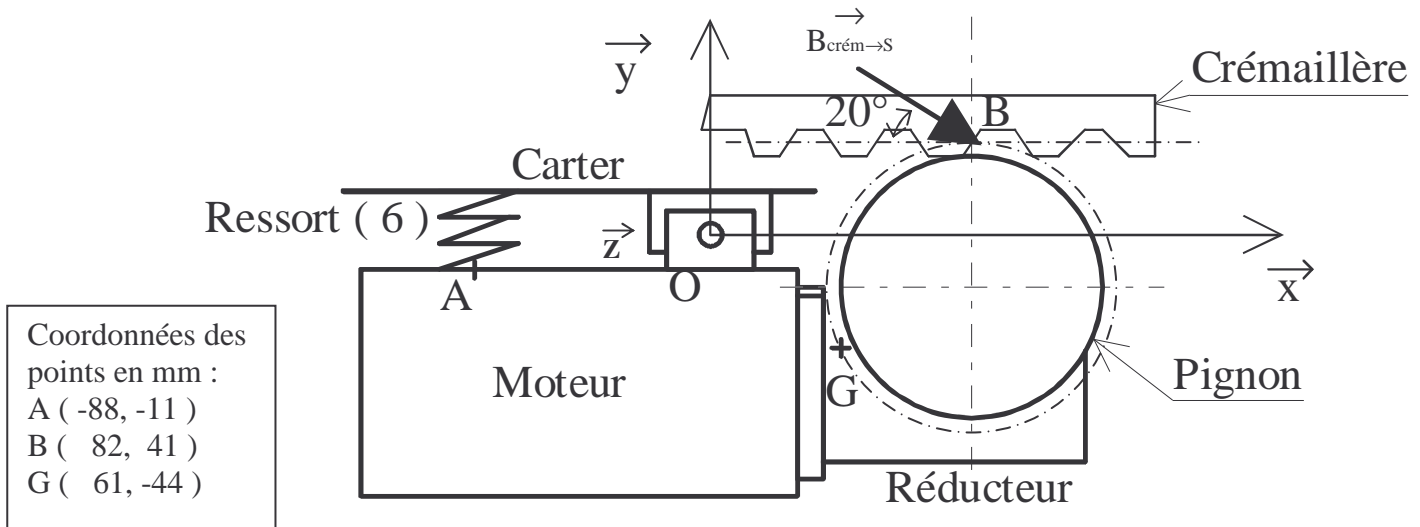
- L'action de l'axe (10) sur l'ensemble S est modélisée par le torseur suivant :

$$\left\{ \mathbf{T}_{10 \rightarrow S} \right\}_O = \begin{Bmatrix} X_O & 0 \\ Y_O & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$$

- L'action du ressort (6) sur l'ensemble S est modélisée par le torseur suivant :

$$\left\{ \mathbf{T}_{6 \rightarrow S} \right\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_A & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$$

- La figure suivante met en évidence le problème.



Question 15 (répondre sur copie).

Recherche de l'effort exercé par la crémaillère sur le pignon (8).

- ! A partir de la vitesse de déplacement de la motrice (\mathbf{v}) et des caractéristiques du pignon (8), déterminer la vitesse angulaire (\mathbf{w}_8) du pignon par rapport au repère absolu R.
 (rappel : $\| \mathbf{V}_B \delta / R \| = w_8 \cdot (Dp_8 / 2))$

A partir de la puissance disponible au niveau du pignon (P_{pignon}), et de la vitesse angulaire (\mathbf{w}_8), déterminer la valeur du couple disponible (C_8). (rappel : $P_{\text{pignon}} = w_8 \cdot C_8$)

- ! A partir du couple disponible (C_8), déterminer la valeur de la composante tangentielle de l'effort appliqué par la crémaillère sur le pignon (8) : $B \times_{\text{crém} \rightarrow S}$

Question 16 (répondre sur copie).

Quel que soit le résultat trouvé à la question précédente, on considère que l'action de la crémaillère sur le pignon 8 peut s'écrire de la manière suivante :

$$\left\{ \mathbf{T}_{\text{crém} \rightarrow S} \right\}_B = \begin{Bmatrix} 1130 & 0 \\ -412 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$$

- ! L'isolement de l'ensemble S composé du moteur, du réducteur, et du pignon puis l'application du PFS au point O, ont permis d'obtenir l'équation de projection par rapport à \vec{z} suivante :

$$(-88 \bullet Y_A) - (61 \bullet P) - (82 \bullet B \text{ y}_{\text{crém} \rightarrow S}) - (41 \bullet B \text{ x}_{\text{crém} \rightarrow S}) = 0$$

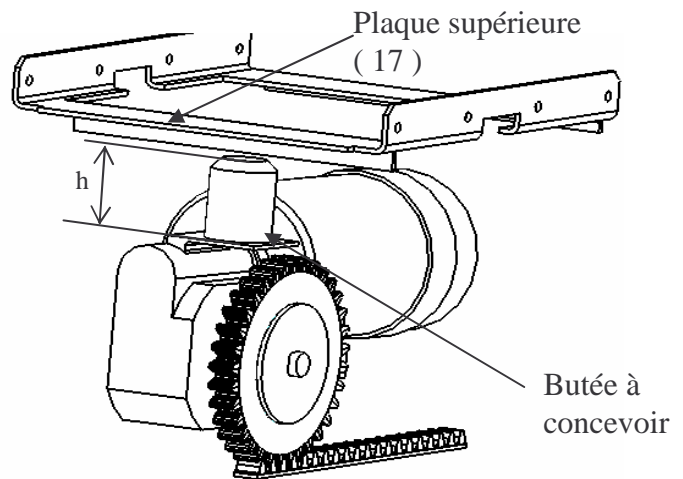
Déterminer l'intensité de l'action du ressort sur le corps du moteur.

Exprimer cette action sous la forme d'un torseur, dont les composantes seront définies dans le repère R.

PRODUCTION D'UNE SOLUTION

Etude de la deuxième solution.

Cette solution consiste à interposer une butée entre la plaque supérieure (17) et le carter du réducteur. Elle sera fixée sur le carter du réducteur à la verticale de l'axe de l'arbre de sortie du réducteur. En cas de collision, elle entrera en contact avec la plaque supérieure (17).



Question 17 (répondre sur le document réponse DR2) .

- ! Dessiner sur le document réponse DR2, le montage de la butée sur le carter du réducteur. Sur ce document, la motrice a été représentée en position de fonctionnement normal.

Il est demandé :

Une vue en coupe (sans les formes cachées) du montage de la butée à l'échelle 1 :1.

Cette coupe doit montrer le montage des éléments filetés.

La coupe doit passer par le milieu de la butée.

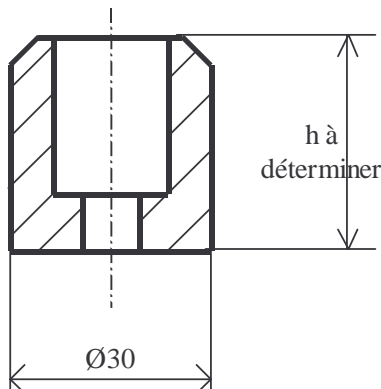
La vue incomplète en perspective n'est pas à compléter, elle ne constitue qu'une aide à la compréhension et au décodage des formes.

Cette butée est en plastique rigide. Elle est de forme cylindrique, percée suivant son axe pour laisser passer un élément fileté. Elle sera fixée par l'intermédiaire d'un boulon. Les dimensions de la butée sont données ci-dessous à titre indicatif.

La distance entre la plaque supérieure (17) et le haut de la butée doit être **égale à 5 mm**.

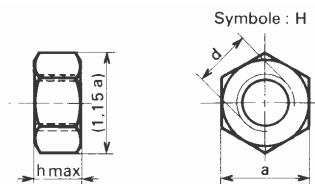
Sur le document réponse DR2, la forme du carter est esquissée, vous devez prévoir les usinages pour la mise en position de la butée et représenter les éléments filetés nécessaires à son maintien en position.

Les éléments filetés nécessaires pour lier la butée au carter seront choisis dans le tableau ci-dessous.



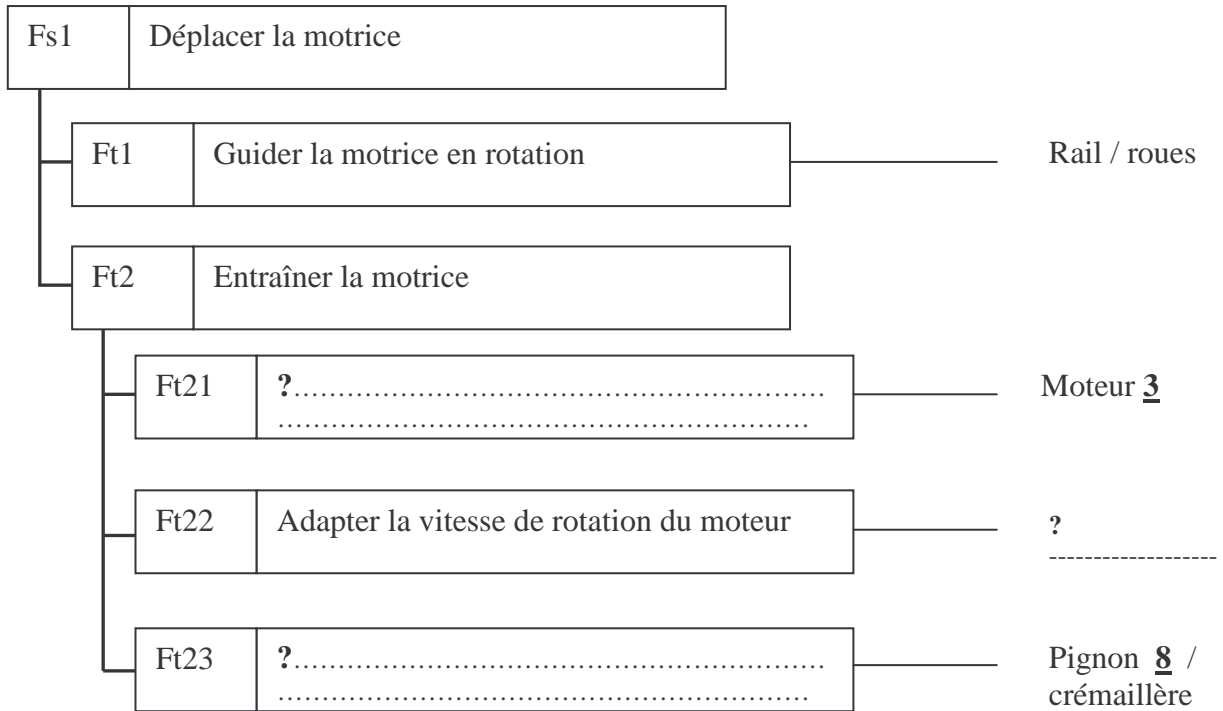
d	5	6	8
a	8	10	13
c	8,5	10	13
k	4	5	6
h	4,7	5,2	6,8
Longueur l	Longueur filetée minimale (x).		
16	16	16	16
20	20	20	20
25	16	18	25
30	16	12	30

$$\left\{ T_{\text{crém} \rightarrow S} \right\} = \begin{Bmatrix} 1130 & 0 \\ -412 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

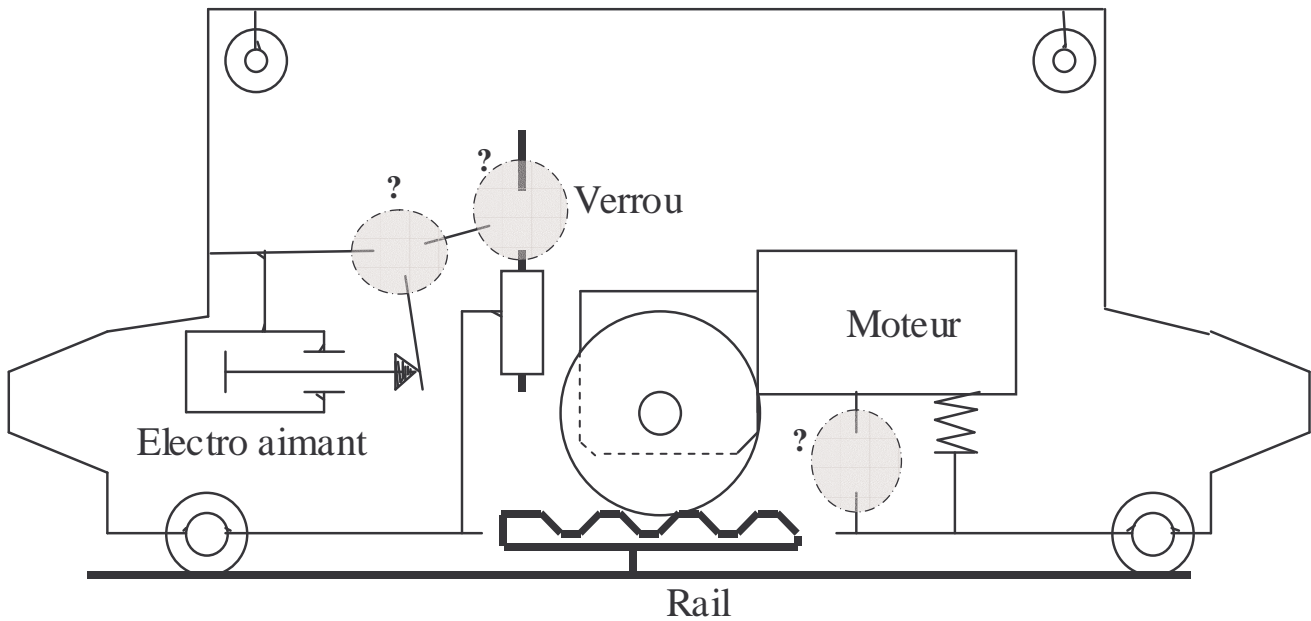


DOCUMENT REPONSE DR1

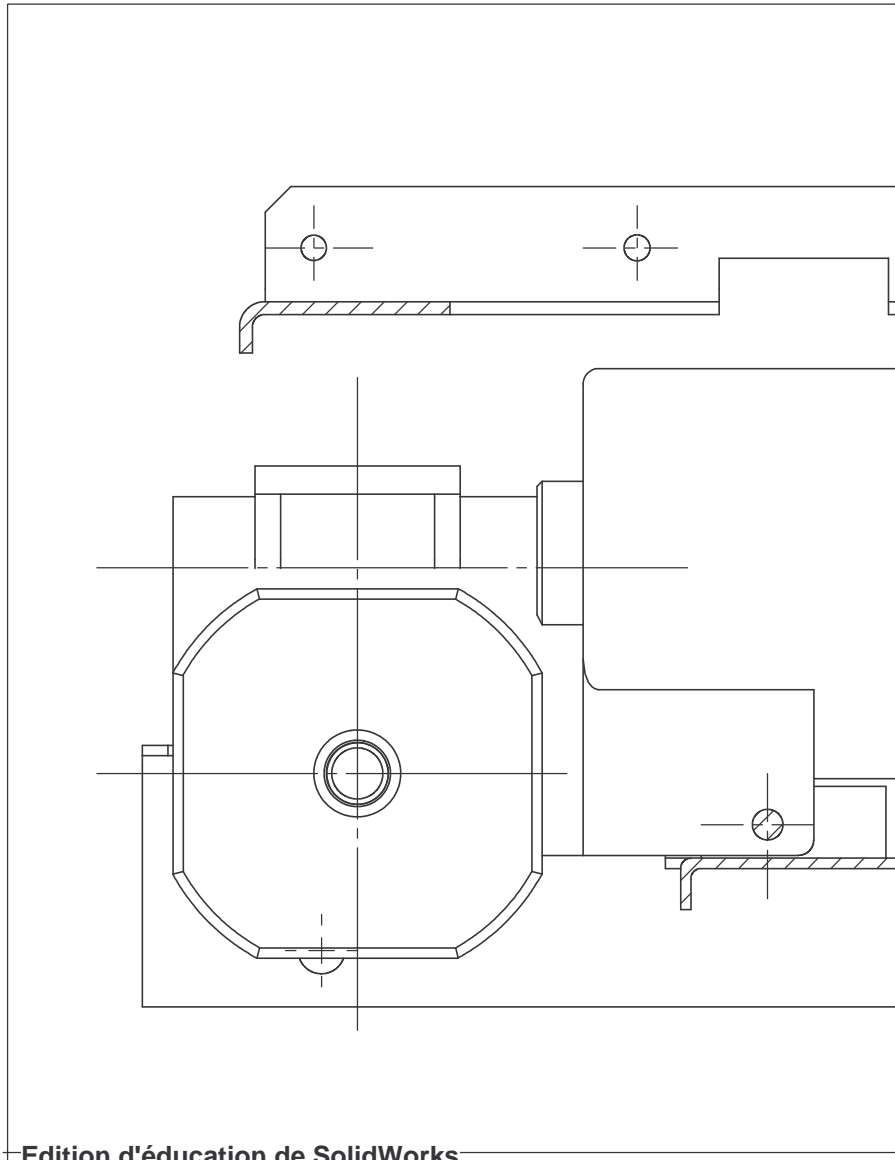
Question 4 :



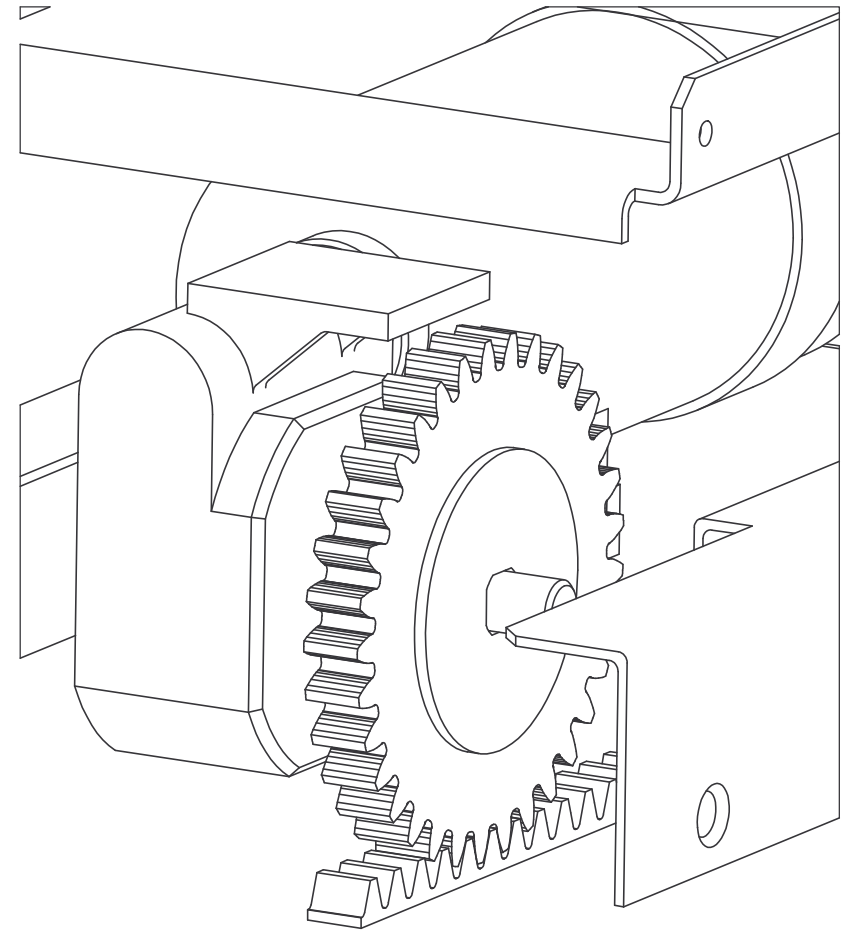
Question 5 :



Détail du montage de la butée en coupe
(La coupe passe par l'axe de la butée)



Vue incomplète en perspective (visualisation du support de butée)



	Butée rigide	
Echelle 1 : 1	Document réponse DR2	