

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
GÉNIE ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2004

ÉPREUVE: ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

BARRIERE LEVANTE

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°99-018 du 1 février 1999).

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes

- Dossier Technique (DT1 à DT8)
- Dossier Travail demandé (pages 1/8 à 8/8)
- Dossier des « Documents réponses» (DR I à DR4)

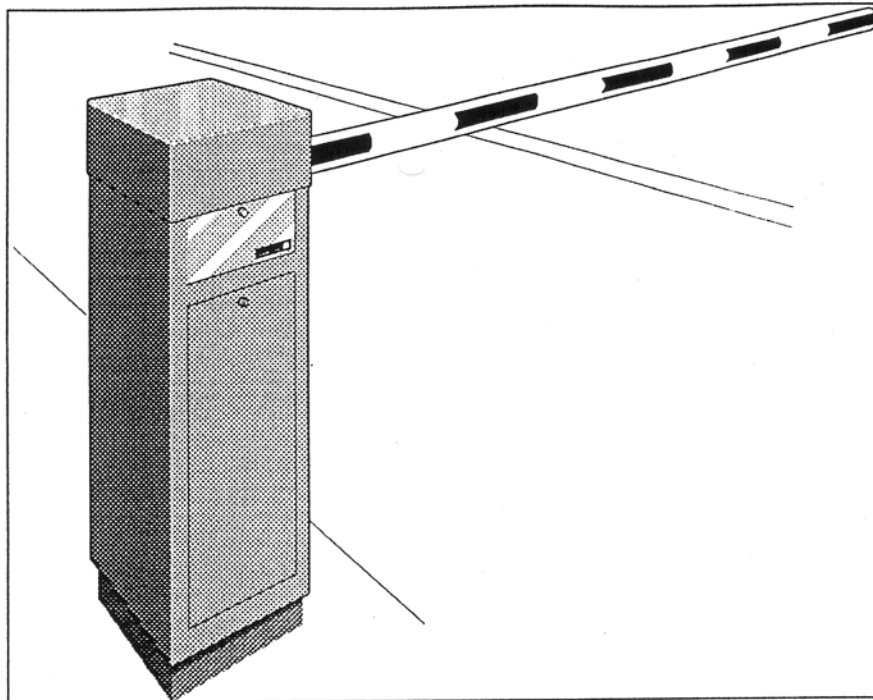
Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuille de copie ou,
lorsque cela est
indiqué dans le sujet, sur les « documents réponses» prévus à cet effet

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

BARRIERE LEVANTE

BARRIERE LEVANTE

DOSSIER TECHNIQUE



Ce dossier comprend 8 documents numérotés de DT1 à DT8

1. PRESENTATION FONCTIONNELLE DE LA BARRIERE.....	DT1
2. EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL.....	DT1
3. FONCTIONNEMENT DE LA BARRIERE LEVANTE	
3.1 CONFIGURATION.....	DT2
3.2 COMPOSANTS DE LA BARRIERE.....	DT2
3.3 COMPOSANTS DU GROUPE MECANIQUE.....	DT3
3.4 PRESENTATION DE LA CHAINE D'ENERGIE.....	DT4
3.5 CONSTRUCTION DE LA CHAINE D'ENERGIE.....	DT5
3.6 SCHEMA CINEMATIQUE DU GROUPE MECANIQUE	DT6
4. MACHOIRE DEGONDABLE	
4.1 COMPOSANTS DE LA MACHOIRE DEGONDABLE	DT7
4.2 NOMENCLATURE DE LA MACHOIRE DEGONDABLE	DT7
4.3 DESSIN D'ENSEMBLE DE LA MACHOIRE DEGONDABLE (Format A3).....	DT8

1 Présentation fonctionnelle de la barrière levante :

Les barrières levantes sont conçues pour barrer en toute sécurité le passage aux véhicules. Les barrières levantes s'intègrent à un environnement humain et physique.

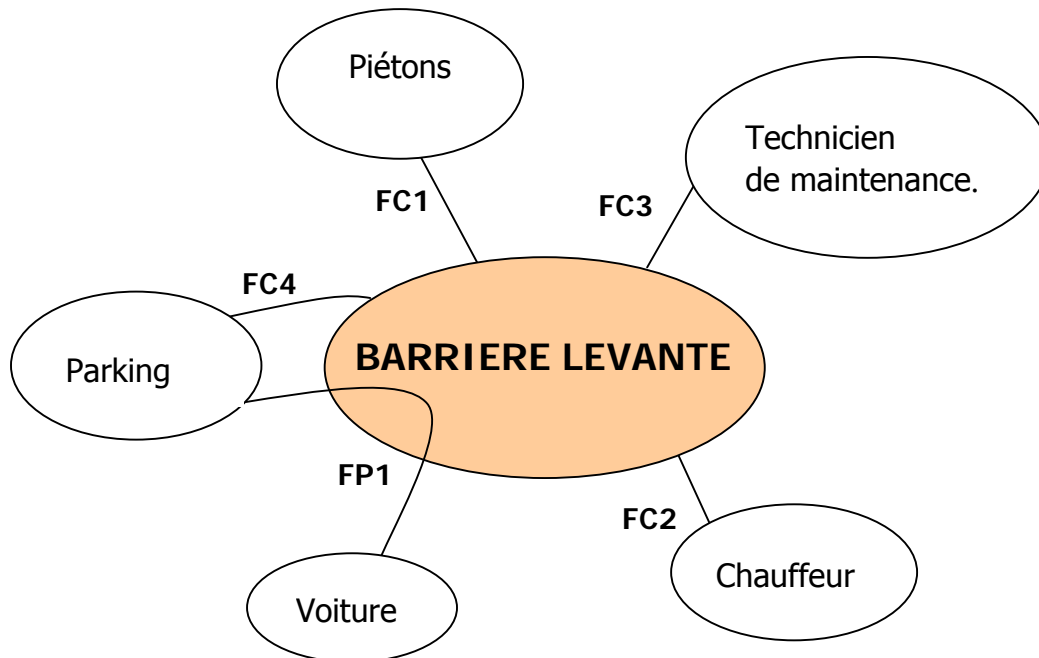


Figure 1 : Diagramme des interacteurs d'une barrière levante.

Fonction principale :

FP1 : Ouvrir ou fermer l'accès du parking aux voitures.

Fonctions contraintes :

FC1 : Ne pas mettre en danger les piétons.

FC2 : Pouvoir être commandée par le chauffeur.

FC3 : Etre accessible pour la maintenance.

FC4 : Etre adaptable à l'architecture du parking.

2 Extrait du cahier des charges fonctionnel :

Les performances sont définies par le cahier des charges dont il a été extrait les données ci-dessous.

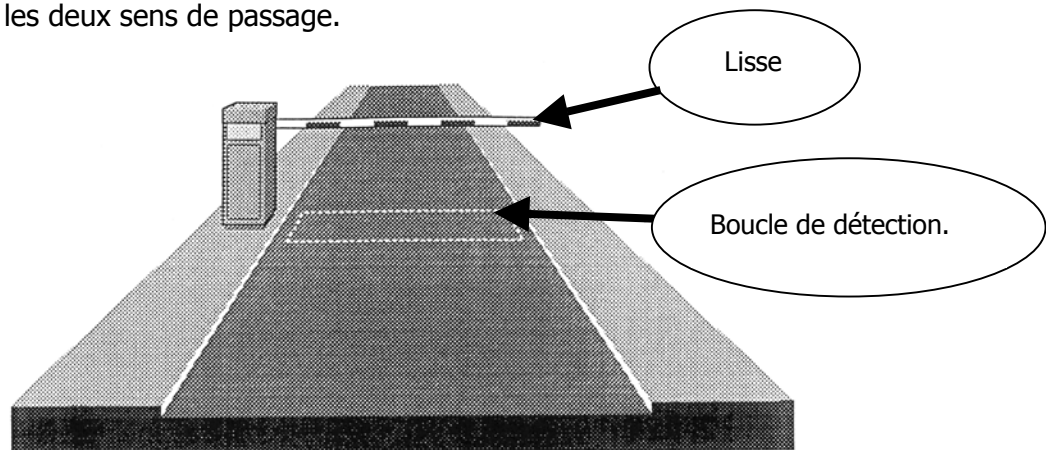
Fonctions	Critères	Niveaux	Flexibilité
FP1 : Ouvrir ou fermer l'accès du parking aux voitures.	Temps d'ouverture t_o	$t_o < 3 \text{ s}$	Aucune
	Temps de fermeture t_f	$t_f < 3 \text{ s}$	Aucune
FC1 : Ne pas mettre en danger les piétons.	Effort maximum de la lisse sur le piéton.	150 N	Aucune

Figure 2 : Tableau récapitulatif du cahier des charges fonctionnel

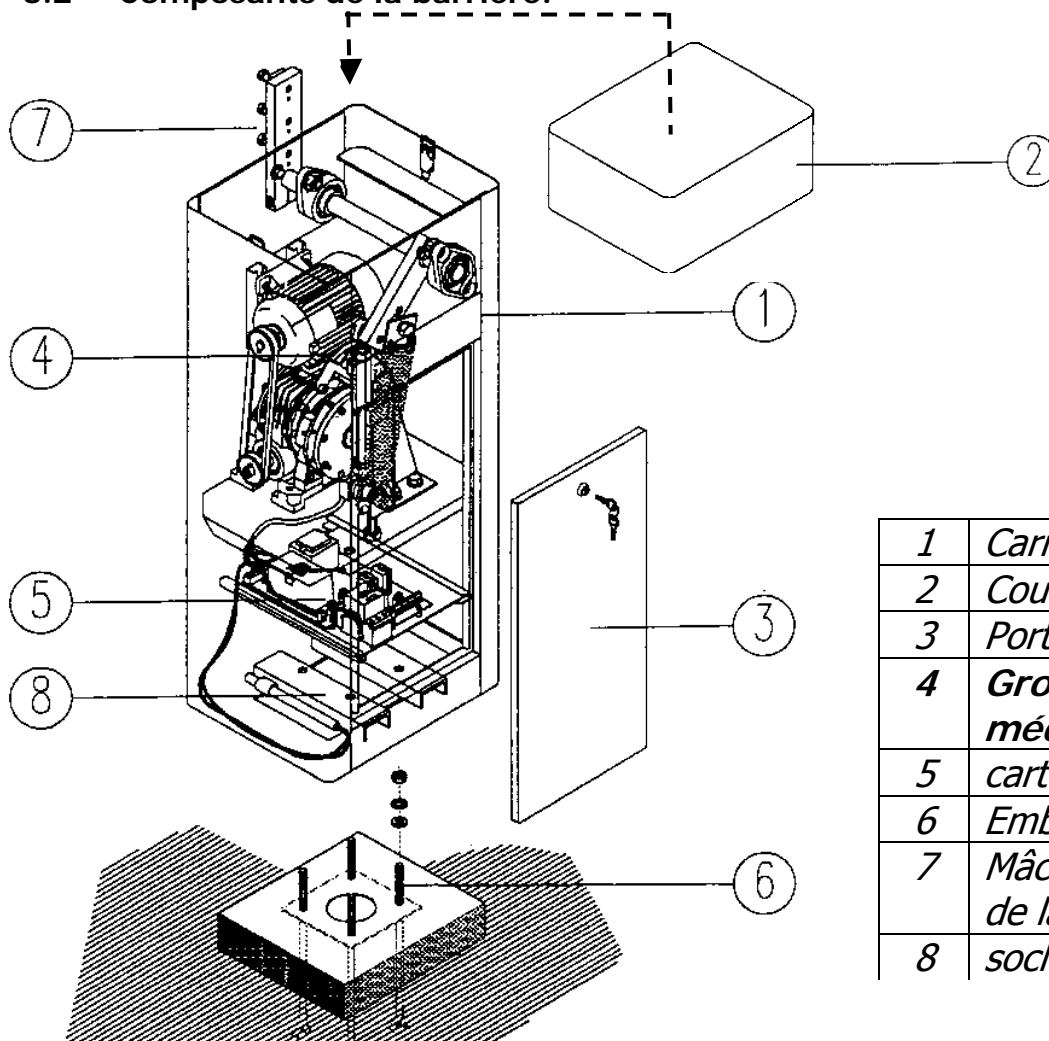
3 Fonctionnement de la barrière levante :

3.1 Configuration :

Le contrôle des entrées et sorties du parking s'effectue depuis un poste de garde à l'aide de boutons de commande ou bien par badge électronique ou télécommande. Pour simplifier son fonctionnement, la barrière est équipée d'une boucle de détection assurant sa fermeture automatique dans les deux sens de passage.

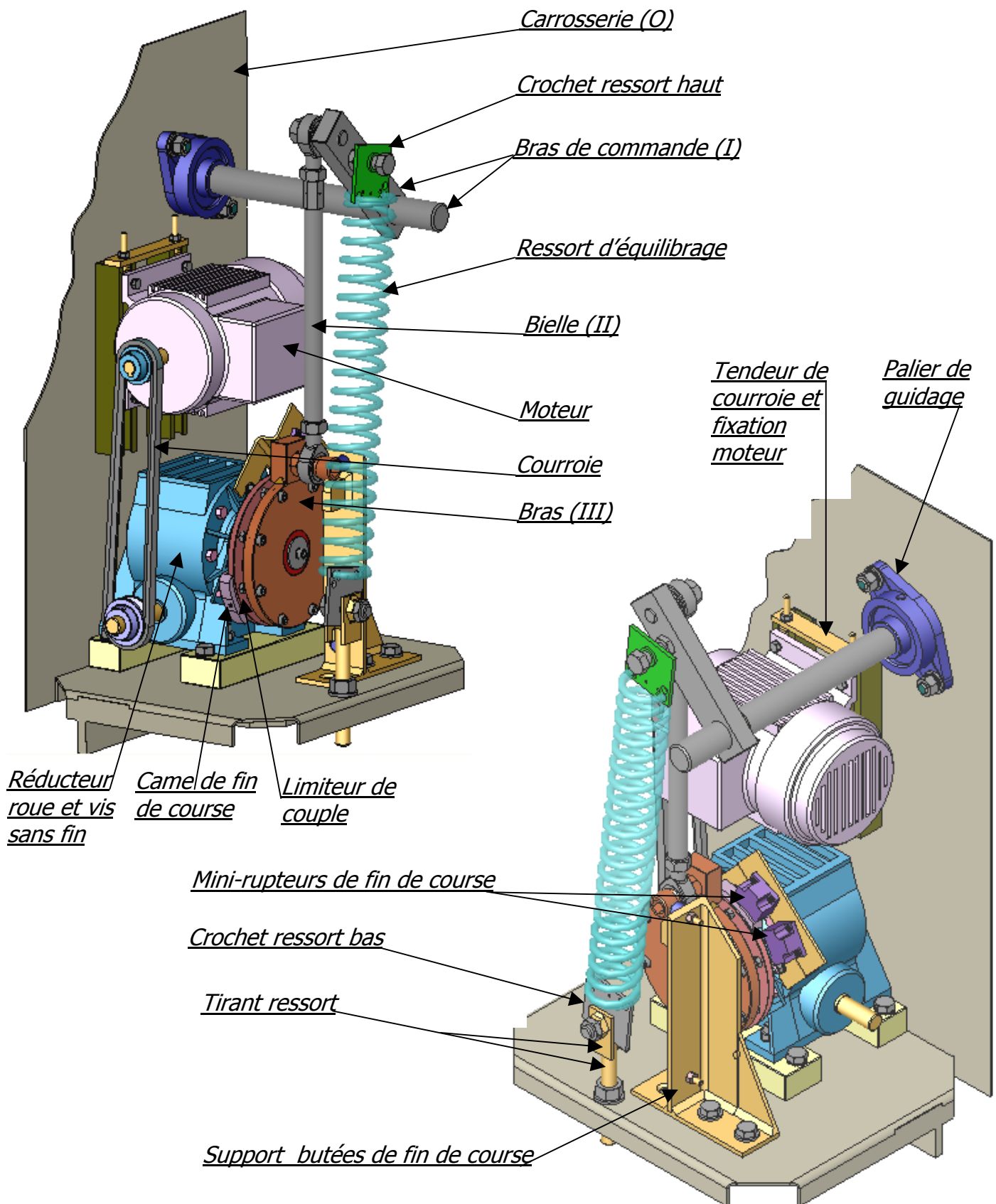


3.2 Composants de la barrière:



1	<i>Carrosserie</i>
2	<i>Couvercle</i>
3	<i>Porte</i>
4	Groupe mécanique
5	<i>carte électronique</i>
6	<i>Embase de fixation</i>
7	<i>Mâchoire de fixation de la lisse</i>
8	<i>socle</i>

3.3 Composants du groupe mécanique :



3.4 Présentation de la chaîne d'énergie qui contrôle le mouvement de la lisse :

La fonction principale **FP1** « Ouvrir ou fermer l'accès du parking » est assurée par plusieurs fonctions techniques notées **FT**.

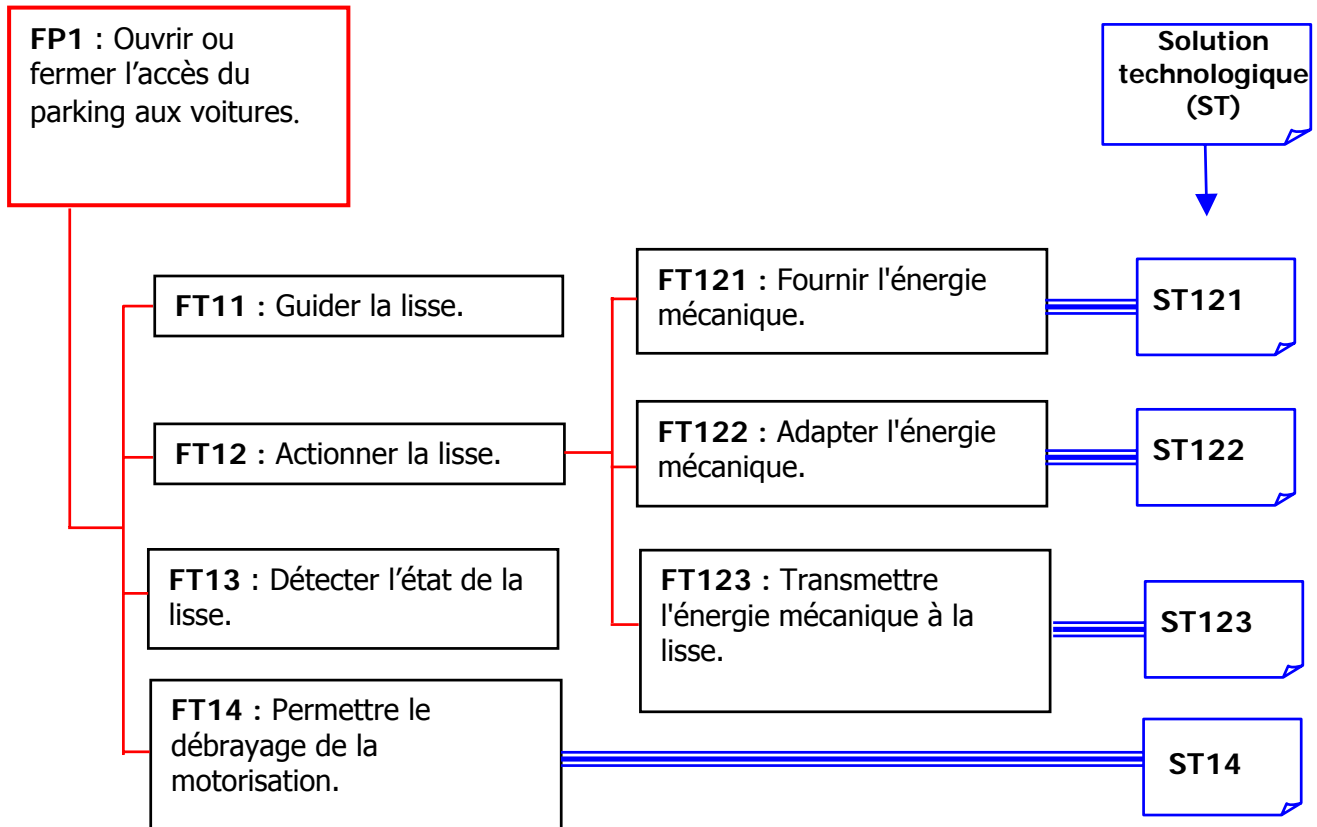


Figure 4 : FAST partiel de la fonction principale FP1.

Les éléments de la chaîne d'énergie de mise en mouvement de la lisse sont les suivants :

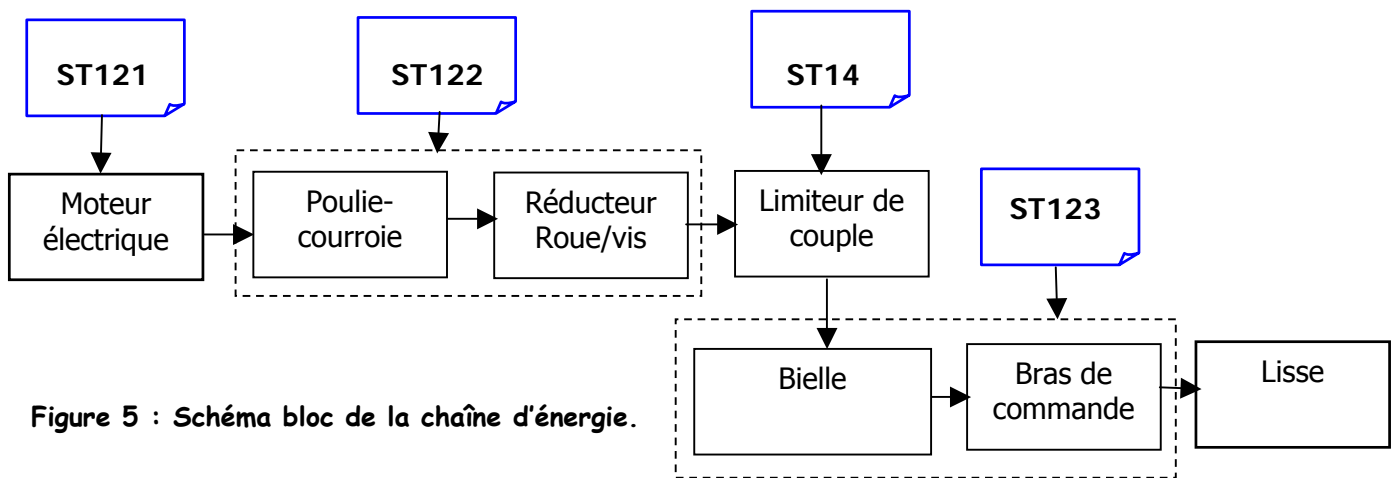


Figure 5 : Schéma bloc de la chaîne d'énergie.

ST Solution Technologique	Description	Caractéristiques	Valeurs
ST121	<u>un moteur</u> à courant alternatif qui convertit l'énergie électrique en énergie mécanique.	Tension d'alimentation Puissance Vitesse nominale	$U = 220V \Delta / 380V Y$ 250 W 890 t/min
ST122	<u>Système poulie-courroie</u> qui assure la transmission entre le moteur et le réducteur.	Rapport de réduction Rendement	$R_{pc} = \text{fonction des poulies}$ $\eta_{pc} = 0.78$
	<u>Un réducteur Roue et vis sans fin</u> qui adapte l'énergie mécanique.	Rapport de réduction Rendement	$R_{red} = 1/64$ $\eta_{red} = 0.5$
ST123	<u>Un bras de commande</u> qui transmet l'énergie mécanique motrice à la lisse.	Débattement angulaire	$\theta_{bc} = 90^\circ$
ST14	<u>Un limiteur de couple</u> permet de rompre la chaîne d'énergie à l'instant où la lisse bute sur un obstacle.	Effort maximum de la lisse sur l'obstacle.	150 N

Figure 6 : Tableau des caractéristiques des différents éléments de la chaîne d'énergie.

3.5 Schéma cinématique du groupe mécanique :

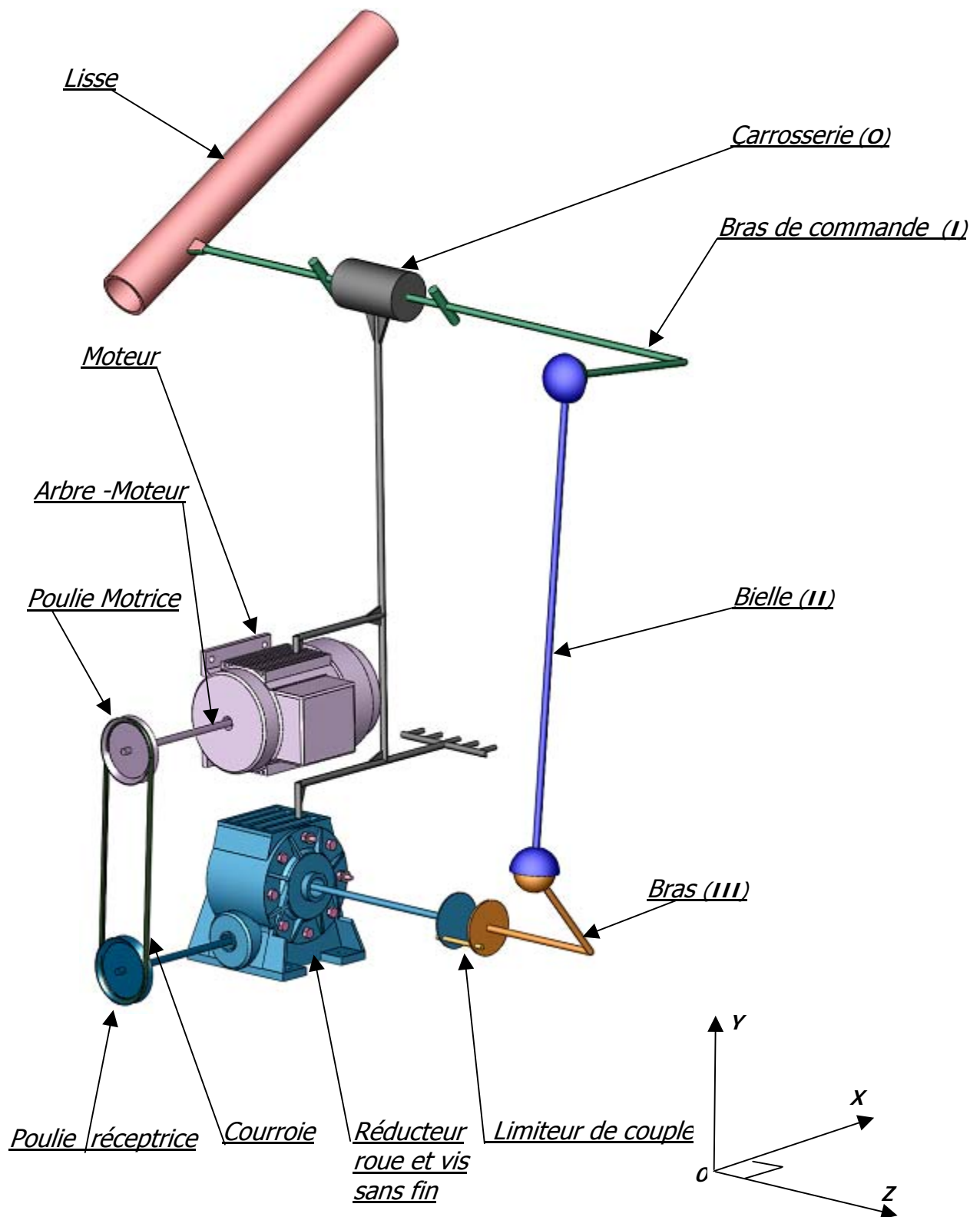


Figure 7 : Schéma cinématique du groupe mécanique

4 Construction d'une mâchoire dégondable :

4.1 Composants de la mâchoire dégondable :

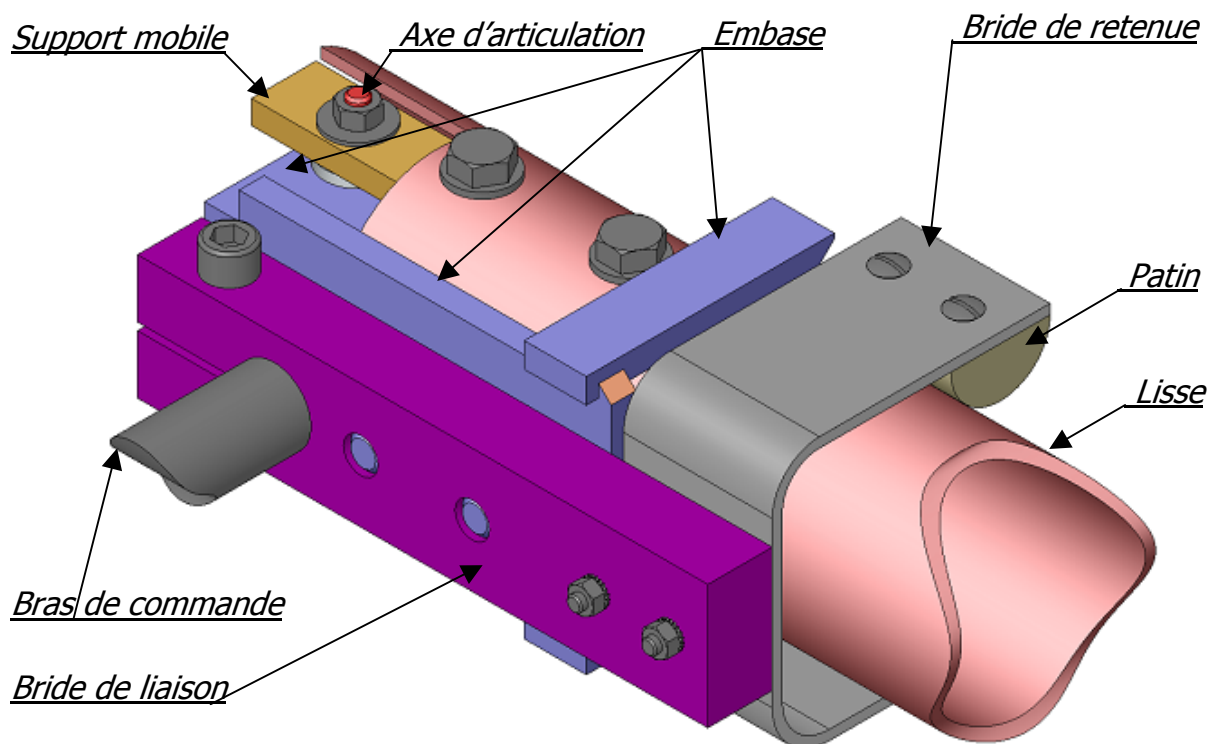


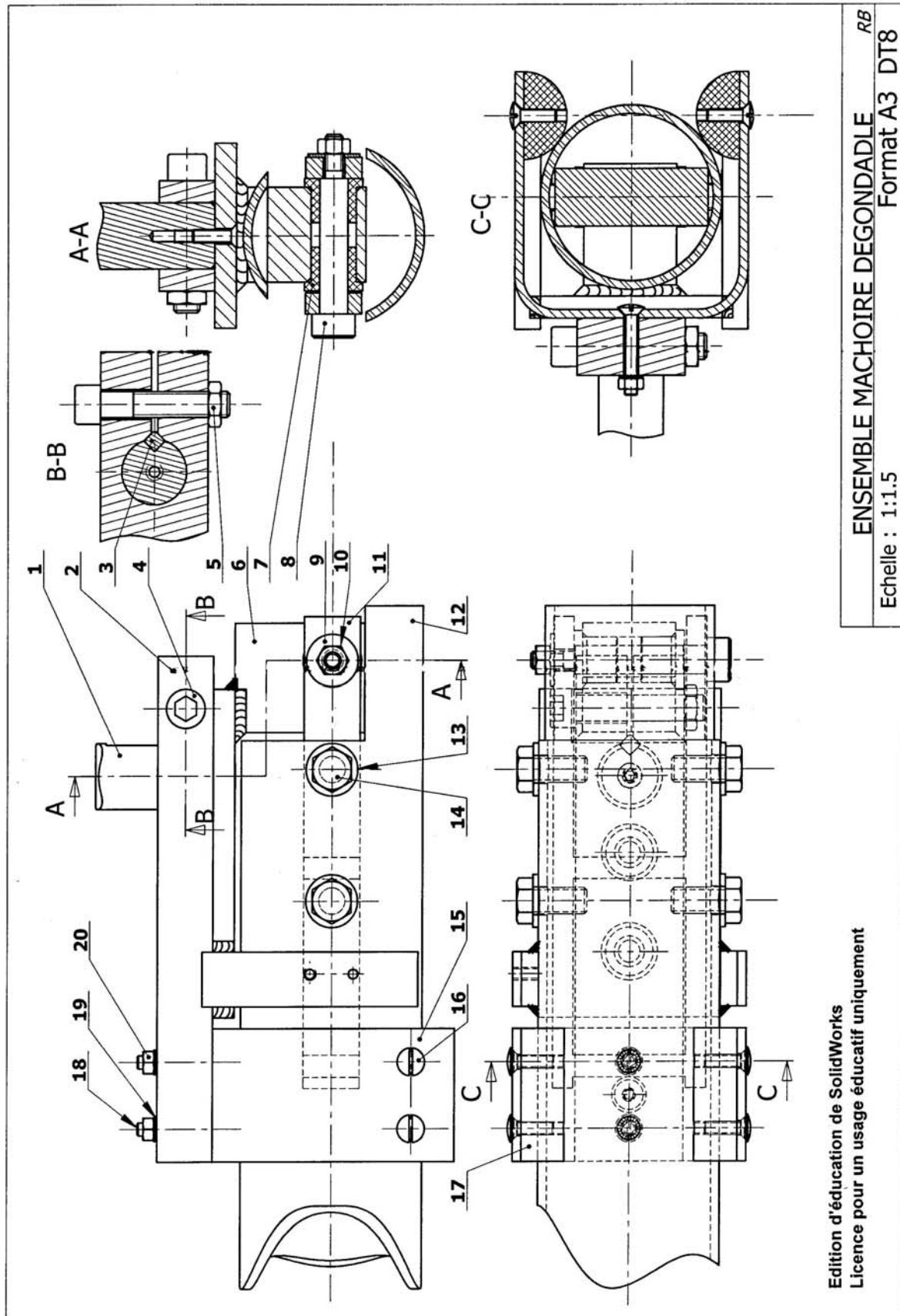
Figure 8 : Composants de la mâchoire dégondable

4.2 Dessin d'ensemble de la mâchoire dégondable : A3

Nomenclature de la mâchoire dégondable associée au dessin d'ensemble DT10.

20	2	Ecrou H M6
19	2	Rondelle frein éventail M6
18	2	Vis FBS M6-40
17	2	Patin
16	4	Vis FBS M6-20
15	1	Bride de retenue déformable
14	4	Vis H M12-25
13	4	Rondelle plate M12—24
12	1	Lisse
11	1	Support mobile
10	1	Ecrou H M8
9	1	Rondelle plate M8-24
8	1	Axe d'articulation
7	2	Coussinet (7a+ab)
6	1	Embase
5	1	Ecrou Hm-M12
4	1	Vis FCH M6-25
3	1	Clavette
2	1	Bride de liaison
1	1	Bras de commande
Repère	Nombre	Désignation

4.3 Dessin d'ensemble de la mâchoire dégondable : *Format A3*



DT8

BARRIERE LEVANTE

DOSSIER "TRAVAIL DEMANDE"

Le sujet est composé de 3 parties indépendantes.
Ce dossier comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.

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

Lecture du dossier et des documents techniques.....	0h 15min
1. Cinématique de la barrière levante	1h 30min
1.1 Vérification de la vitesse de rotation du moteur :.....	0h 45 min
1.2 Vérification de la puissance du moteur :	0h 45 min
2. Sécurité en fonctionnement.....	1h 00 min
3. Sécurité en cas de panne	1h 15 min

1 Cinématique de la barrière levante :

Le cahier des charges (voir Figure 2 page DT1) impose deux conditions :

- *La durée d'ouverture ou de fermeture de la barrière doit être inférieure à 3 secondes.*
- *Les deux positions de la lisse sont :*
 - *Barrière fermée = lisse horizontale*
 - *Barrière ouverte = lisse verticale*

On désire vérifier les deux caractéristiques du moteur.

- *La vitesse de rotation.*
- *La puissance.*

1.1 Vérification de la vitesse de rotation du moteur :

La vitesse de rotation du moteur est liée à la durée d'ouverture de la barrière.

1.1.1 Etude des positions extrêmes de la barrière : (Répondre sur le document **DR1**)

Cette partie a pour but de déterminer l'angle de rotation du bras (III) correspondant à l'ouverture de la barrière.

1.1.1.1

Le schéma cinématique spatial du groupe mécanique est donné sur le document DT6. Compléter le tableau des mobilités en précisant l'orientation de la liaison dans le repère (O, X, Y, Z) .

1.1.1.2

Le schéma cinématique plan (O, X, Y) partiel du groupe mécanique est donné sur le document DR1. Quelle est la nature de la trajectoire $T_{CI/0}$ du point C appartenant au bras de commande (I) dans son mouvement par rapport à la carrosserie (O). Tracer l'allure de cette trajectoire sur le schéma cinématique. Justifier l'égalité : $T_{CI/0} = T_{CII/0}$.

1.1.1.3

Quelle est la nature de la trajectoire $T_{B III/0}$ du point B appartenant au bras (III) dans son mouvement par rapport à la carrosserie (O). Tracer l'allure de cette trajectoire. Justifier l'égalité : $T_{BIII/0} = T_{BII/0}$.

1.1.1.4

Quelle est la nature du mouvement de la bielle (II) par rapport à la carrosserie (O) ?

1.1.1.5

En position levée la lisse est verticale. Tracer dans cette configuration les points B et C de la bielle (II) qui seront appelés respectivement B_1 et C_1 .

1.1.1.6

Surligner en couleur la trajectoire $T_{B III/0}$ du point B du bras (III) dans son mouvement par rapport à la carrosserie (O). Tracer et quantifier en degré l'angle entre les points B et B_1 correspondant à l'angle de rotation du bras (III) en phase d'ouverture.

1.1.2 Vérification de la durée d'ouverture : (Répondre sur feuille de copie)

Quelque soit le résultat obtenu à la question 1.1.1.6, on admettra que l'angle de rotation du bras (III) est de 180° .

On souhaite vérifier que la fréquence de rotation du moteur est compatible avec le cahier des charges. Pour cela, on considère la fréquence de rotation du moteur constante pendant l'ouverture de la barrière (durée de mise en mouvement négligeable).

1.1.2.1

La vitesse de rotation du moteur d'entraînement de la barrière est $N_m = 890 \text{ t/min}$.

\varnothing poulie motrice = 40 mm \varnothing poulie réceptrice = 50 mm

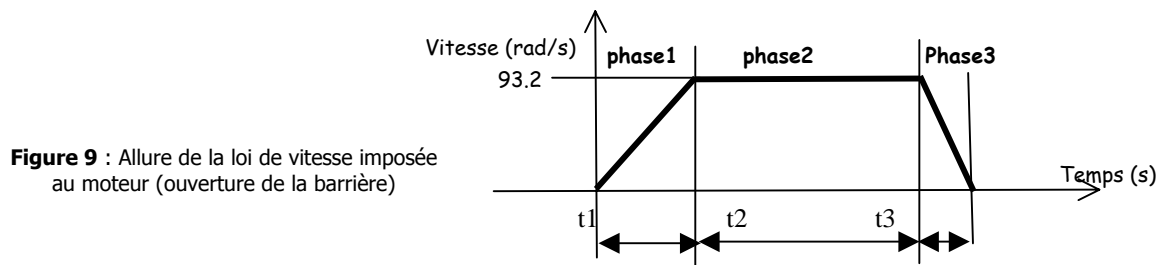
- Calculer le rapport de réduction R_{pc} de la transmission par poulie-courroie.
- Calculer le rapport de réduction global R de la chaîne cinématique du moteur au bras (III).

1.1.2.2

- En déduire la vitesse de rotation du bras (III) N_b en t/min .
- Calculer le temps nécessaire pour une rotation de 180° du bras (III) t en s.
- Le moteur peut-il satisfaire le cahier des charges en ce qui concerne la durée d'ouverture de la barrière ? Justifier.

1.2 Vérification de la puissance du moteur :

On va vérifier que la puissance du moteur est compatible avec le cahier des charges. Au démarrage, le moteur doit mettre en mouvement l'ensemble de la chaîne cinématique. Cette surcharge dynamique est maximale dans le cas de l'ouverture de la barrière. L'arrêt en fin d'ouverture est assuré par des butées déformables (en caoutchouc). Cette étude sera menée à partir du mouvement de l'arbre moteur.



Rappels de cinématique : Notations utilisées dans les équations de mouvement.

- temps t (en s) tel que $t = 0$ en début de phase,
- angle de rotation θ (en rad) parcouru au cours de la phase et sa valeur initiale $\theta_0 = 0$,
- vitesse angulaire ω (en rad/s) et sa valeur initiale ω_0 ,
- accélération angulaire $\dot{\omega}$ (en rad/s^2) et sa valeur initiale $\dot{\omega}_0$.

Equations horaires d'un mouvement de rotation uniformément accéléré :

$$\begin{aligned}\theta(t) &= 0,5 \cdot \dot{\omega} \cdot t^2 + \omega_0 \cdot t + \theta_0 \\ \omega(t) &= \dot{\omega}_0 \cdot t + \omega_0 \\ \dot{\omega}(t) &= \dot{\omega}_0\end{aligned}$$

Equations horaires d'un mouvement de rotation uniforme :

$$\begin{aligned}\theta(t) &= \omega_0 \cdot t + \theta_0 \\ \omega(t) &= \omega_0 \\ \dot{\omega}(t) &= 0\end{aligned}$$

1.2.1

Le mouvement du moteur est uniformément accéléré avec $\dot{\omega} = 310.67 \text{ rad/s}^2$

- Ecrire les équations horaires de la phase 1.
- En déduire la durée t_1 de cette phase et l'angle θ_1 parcouru par l'arbre moteur.

Le résultat d'une simulation informatique a montré que la puissance maximale P_m , nécessaire à la mise en mouvement de la chaîne cinématique correspondait à la fin de la phase 1. A ce moment, la valeur du couple exercé sur le bras de commande (I) de la lisse vaut $C_{bc} = 230 \text{ N.m}$.

1.2.2

- En tenant compte de la durée t_1 , relever sur le graphique ci-dessous la valeur de ω_{bc} et calculer la puissance P_{bc} .

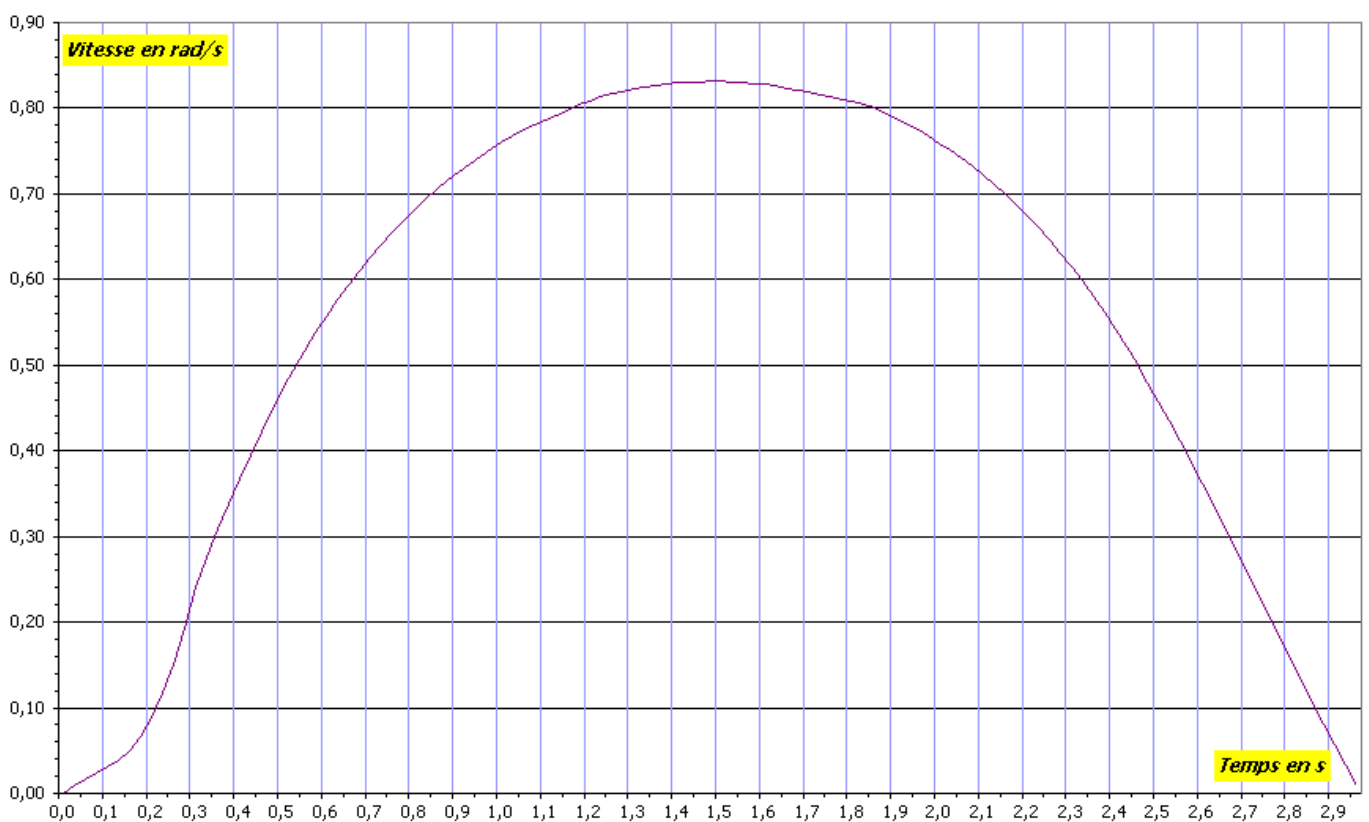


Figure 10 : Vitesse de rotation angulaire du bras de commande ω_{bc}

1.2.3

- A partir des données de rendement page DT5, en déduire la puissance du moteur P_m .
- Conclure quant à la validité du choix du moteur.

2 Sécurité en fonctionnement :

En fonctionnement, si un piéton ou un obstacle empêche le mouvement de la lisse, celle-ci ne doit pas exercer un effort d'écrasement (\vec{E}_{ec}) supérieur à 150 N. Cette sécurité est assurée par le limiteur de couple.

On se propose de :

- Déterminer la valeur du couple de réglage **Cr** du limiteur de couple.
- Vérifier que cette valeur est compatible avec le fonctionnement de la barrière.

L'étude est menée en phase de fermeture dans la configuration suivante.

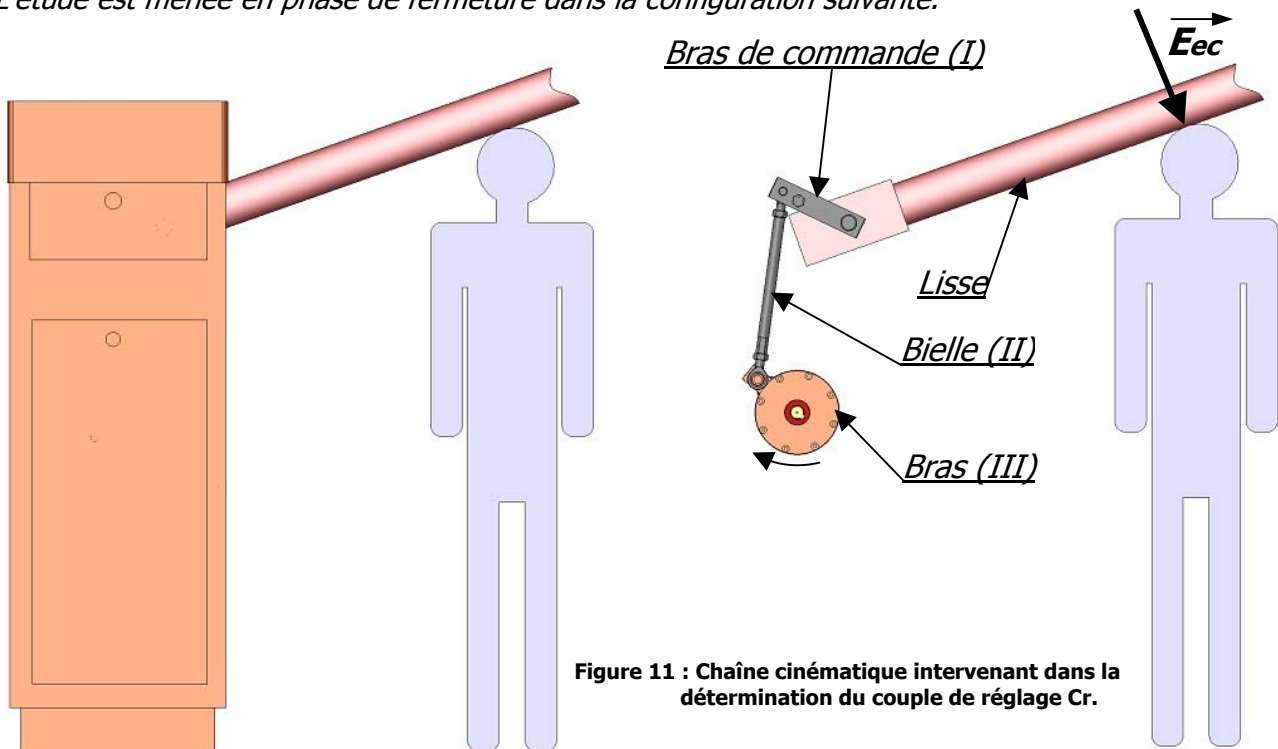


Figure 11 : Chaîne cinématique intervenant dans la détermination du couple de réglage Cr.

Hypothèses de cette étude :

- Le problème est supposé symétrique et étudié dans le plan (A, X, Y) ;
- les liaisons sont supposées parfaites;
- l'action de pesanteur est négligée par rapport aux autres actions mécaniques;
- l'action mécanique de l'obstacle sur la lisse est modélisée par un glisseur \vec{E}_{ec} d'une intensité de 150 N.

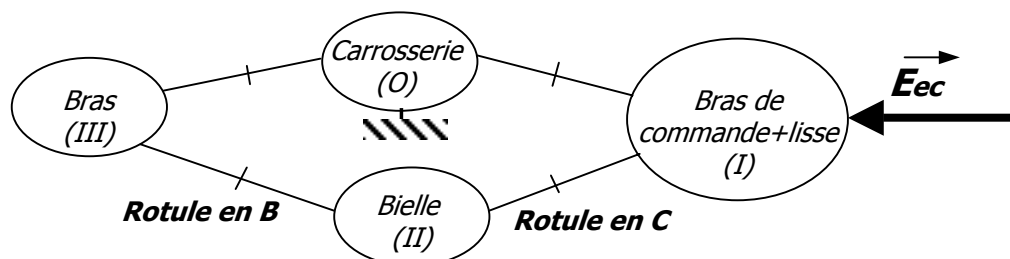


Figure 12 : Graphe de structure.

La bielle (II) est isolée voir fig.1 document DR2.

Toutes les actions mécaniques sont modélisées par des glisseurs.

2.1

Sur feuille de copie, faire le bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur la bielle (II), énoncer les conditions d'équilibre et en déduire la direction des support $\vec{AB}_{(III \rightarrow II)}$ et $\vec{AC}_{(I \rightarrow II)}$.

Sur la fig.1 document DR2, tracer et désigner la direction des supports $\vec{AB}_{(III \rightarrow II)}$ et $\vec{AC}_{(I \rightarrow II)}$.

L'ensemble bras de commande (I) et lisse est isolé voir fig.2 document DR2.

Toutes les actions mécaniques sont modélisées par des glisseurs.

La résolution sera graphique.

2.2

Sur feuille de copie, faire le bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur L'ensemble bras de commande (I) + lisse et énoncer les conditions d'équilibre.

Sur la fig.2 document DR2 en déduire graphiquement la direction du support $\vec{AD}_{(0 \rightarrow I)}$.

2.3

Sur la fig.3 document DR2, compléter le triangle des forces et déterminer les normes de $\vec{C}_{(II \rightarrow I)}$ et $\vec{D}_{(0 \rightarrow I)}$.

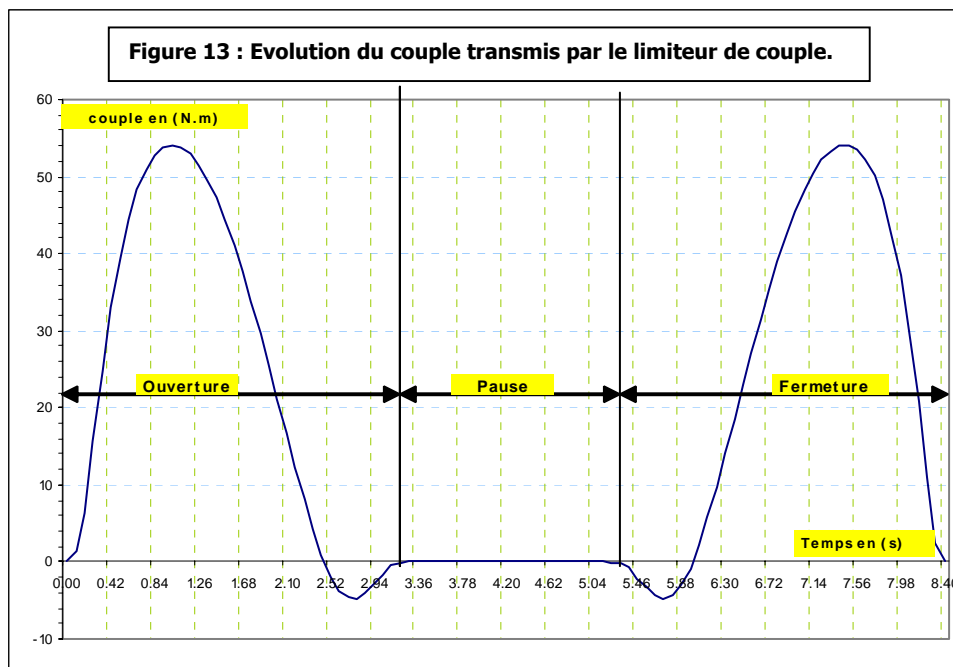
2.4

Sur la fig.4 document DR2, tracer à l'échelle des forces $\vec{B}_{(II \rightarrow III)}$ au point B.

Sachant que le rayon AB = 96 mm, déterminer par la méthode de votre choix le moment résultant de $\vec{B}_{(II \rightarrow III)}$ au point A noté M_A en (N.m).

Le limiteur entre en fonction dès que le couple réglé $C_r = M_A$.

Le graphe ci-dessous (fig.13) donne l'évolution du couple transmis par le limiteur de couple pour assurer le fonctionnement normal de la barrière.



2.5

Relever sur le graphe ci-dessus (fig.13) la valeur maxi du couple transmis.

La valeur du couple de réglage C_r trouvée en 2.4 est-elle compatible avec le fonctionnement normal de la barrière? Justifier.

3 Sécurité en cas de panne :

En cas de panne, la barrière est équipée d'un dispositif de sécurité manuel situé au niveau de la mâchoire de fixation de la lisse.

Ce dispositif appelé **mâchoire dégondable**, permet à la lisse de se mouvoir autour de l'axe Y et donc la possibilité de libérer le passage aux véhicules.

En fonctionnement normal, la lisse est maintenue par une bride de retenue déformable.

Figure 14 :
Déformation de la
bride de retenue

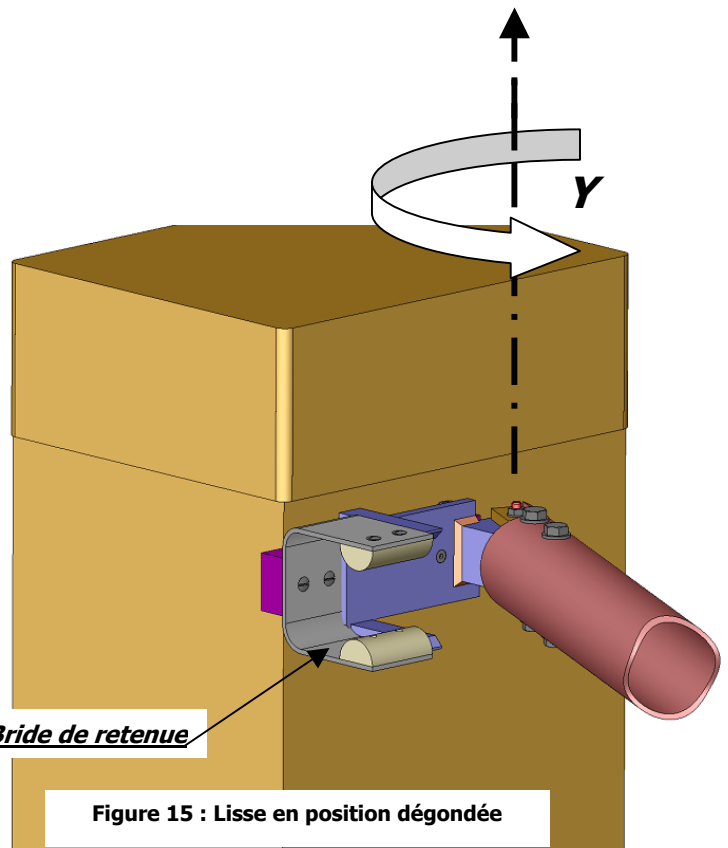
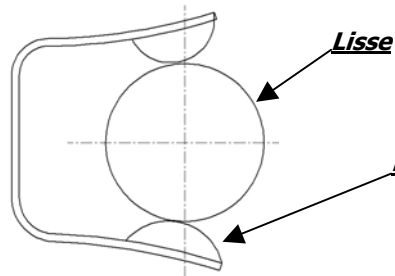


Figure 15 : Lisse en position dégondée

3.1 Pièces impliquées dans la solution technologique adoptée : (Répondre sur DR3)

3.1.1

A l'aide des documents DT7 et DT8, Compléter les repères de la figure1 du document DR3.

L'embase est obtenue par l'assemblage soudé de quatre pièces élémentaires, semelle, corps et deux doigts.

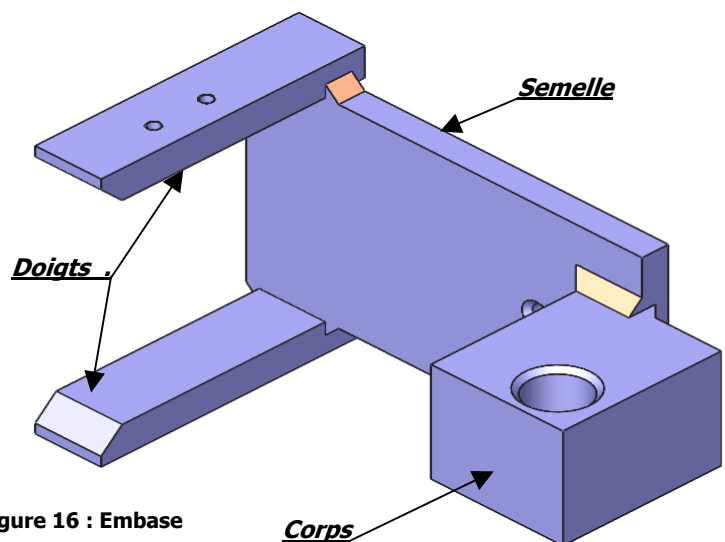


Figure 16 : Embase

3.1.2

Expliquer brièvement le rôle de chaque pièce élémentaire constituant l'embase.

3.2 : Implantation d'un interrupteur de position : (Répondre sur le document **DR4**)

Objectif :

***Pour empêcher le fonctionnement de la barrière lorsque la lisse est dégonflée, il faut détecter la position de cette dernière par un interrupteur de position.
Voir figure 17 ci-dessous.***

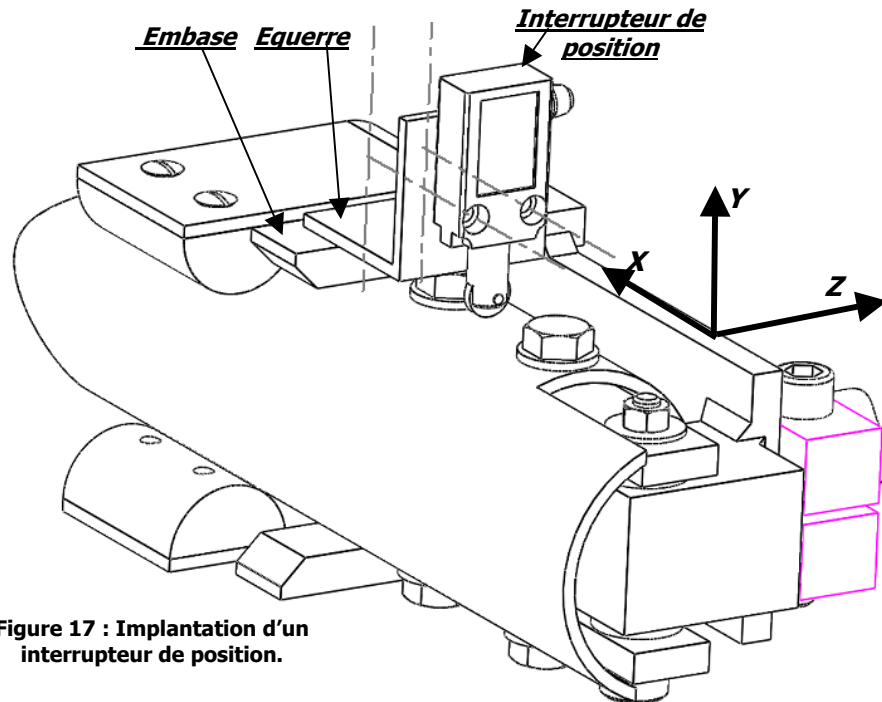


Figure 17 : Implantation d'un interrupteur de position.

Pour implanter cet interrupteur de position : il faut concevoir la liaison encastrement démontable liant l'interrupteur de position à l'embase.

Cette liaison doit :

- maintenir en position l'interrupteur sur l'embase.
- permettre deux réglages pour faciliter le montage et les usinages :
 - Translation suivant Y de 18 mm
 - Translation suivant Z de 10 mm.

L'encombrement de l'interrupteur ne permet pas de le monter directement sur l'embase. Il a fallu donc concevoir une pièce intermédiaire, désignée par « Equerre ».

Pour maintenir l'Equerre sur l'Embase, deux trous taraudés de diamètre M5 sont prévus sur l'embase. Ces trous sont disposés symétriquement par rapport à l'axe de la lisse.

Les caractéristiques de l'interrupteur de position sont données figure 18 page 8/8.

Les caractéristiques de l'équerre sont données figure 19 page 8/8.

Caractéristiques des éléments filetés de maintien en position voir figure 20 page 8/8.

Caractéristiques de l'interrupteur de position :

Fabricant : Telemecanique
Type XCM -A102
A poussoir à galet en acier.

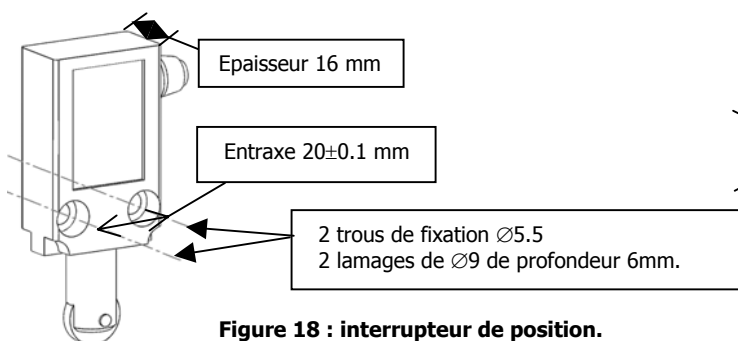


Figure 18 : interrupteur de position.

Caractéristiques de l'équerre :

$e = 4$ mm
 $Z = Y = 50$ mm
 $X = 54$ mm

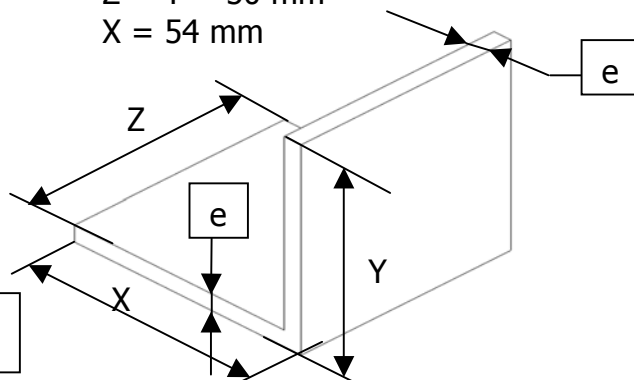
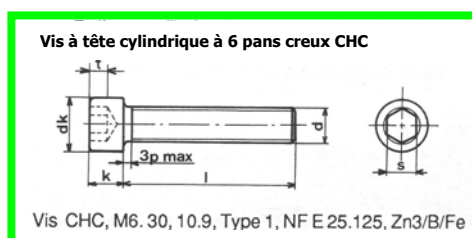
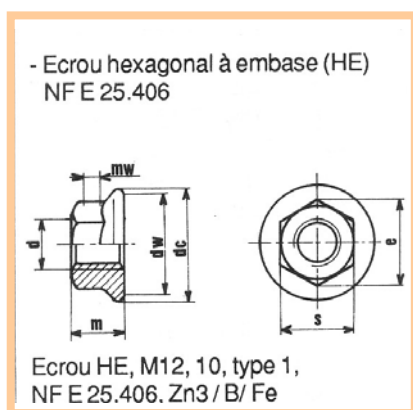


Figure 19 : Equerre



Extraits du mémotech
EDUCALIVRE

Fixation de l'équerre sur l'embase : 2 Vis CHC M5 -12
Fixation de l'interrupteur sur l'équerre : 2 Vis CHC M5 -25 + 2 Ecou HE

Figure 20 : Eléments filetés Standards.

3.2.1

Sur la figure 1 du document DR4, compléter cette liaison encastrement, à main levée, en respectant les proportions, par un dessin en perspective éclatée.

3.2.2

Sur la figure 2 du document DR4, compléter le dessin de l'Equerre selon la solution élaborée en 3.2 et préciser les dimensions des surfaces fonctionnelles. Ne pas représenter les arêtes cachées.

3.2.3

Sur le document DR4, décrire les procédures de réglage dans les emplacements prévus.

BARRIERE LEVANTE

«DOCUMENTS REPONSES »

Ce dossier comprend 4 documents numérotés de DR1 à DR4

Analyse du mouvement de la barrière :..... DR1

Détermination du couple de réglage du limiteur de couple :..... DR2

Sécurité en cas de panne :

Construction d'une liaison pivot :..... DR3

Implantation d'un interrupteur de position.....DR4

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

1.1 Analyse du mouvement de la barrière :

1.1.1 Tableau des mobilités :

Légende : "T " désigne la translation et "R" désigne la rotation.

Préciser par un "0" les mobilités bloquées et par un "1" les mobilités permises par la liaison.

Liaison	Nom de la liaison	Direction ou normale	Mobilités					
			T _x	T _y	T _z	R _x	R _y	R _z
I/0								
II/I	Rotule (sphérique)							
III/0								

1.1.2 $T_{CI/0}$:

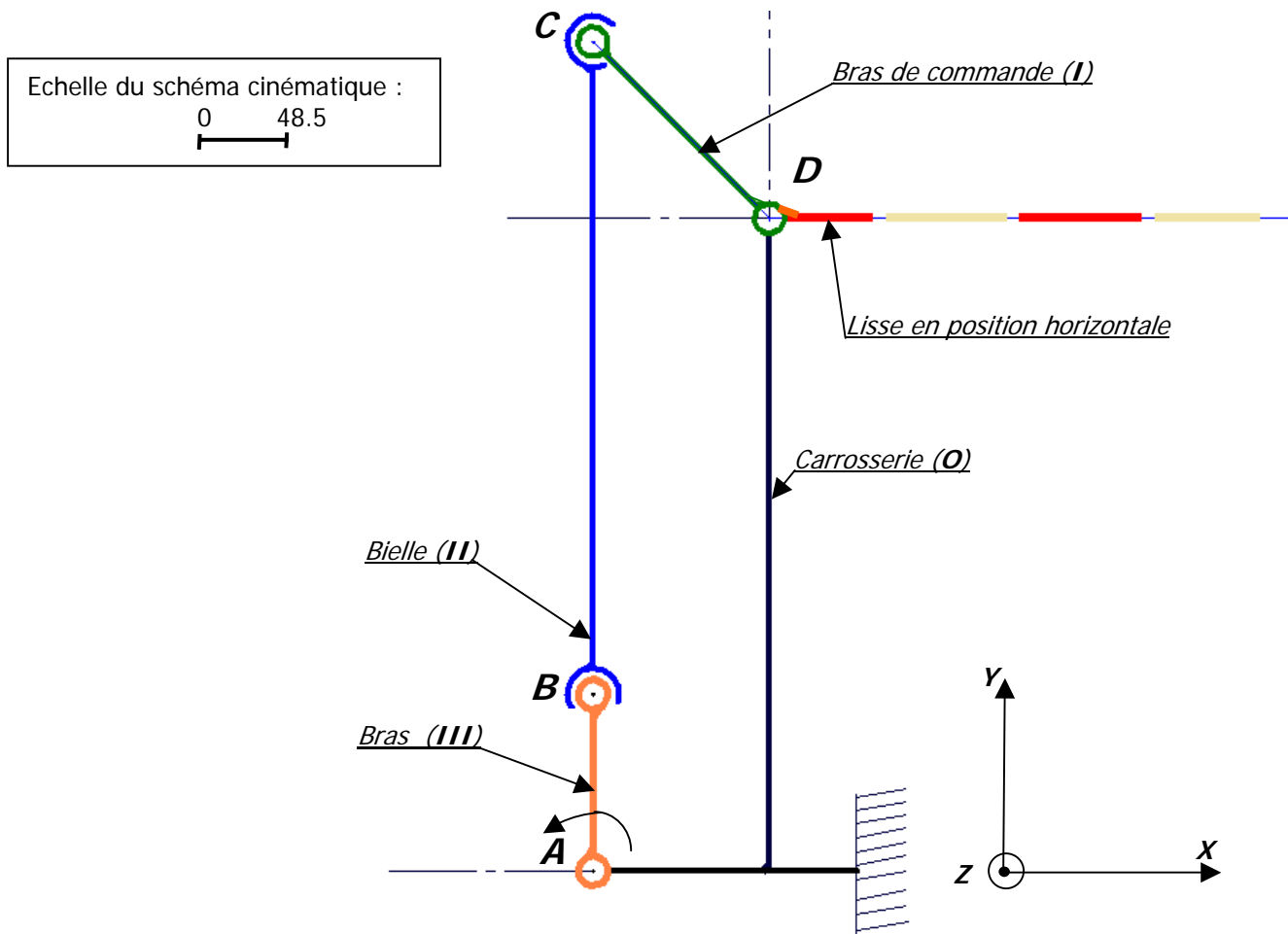
$T_{CI/0} = T_{CII/0}$:

1.1.3 $T_{BIII/0}$:

$T_{BIII/0} = T_{BII/0}$:

1.1.4 Mouvement de **II/0** :

1.1.5-1.1.6 Etude de la cinématique du groupe mécanique :



DR1

2 Sécurité en fonctionnement :

Echelle des forces pour tout le document : 1mm pour 10 N

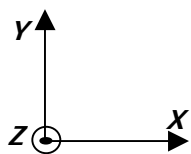


Fig.1 : Bielle (II)
Echelle : 1 : 6

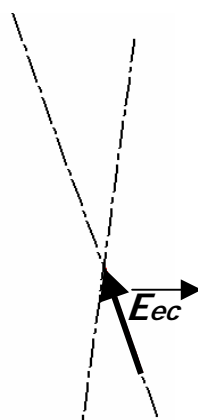
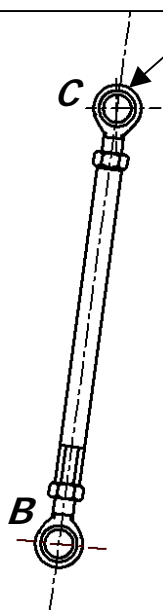


Fig.3 : Triangle des forces

Fig.2 : Bras de commande (I) + lisse
Echelle : 1 : 10

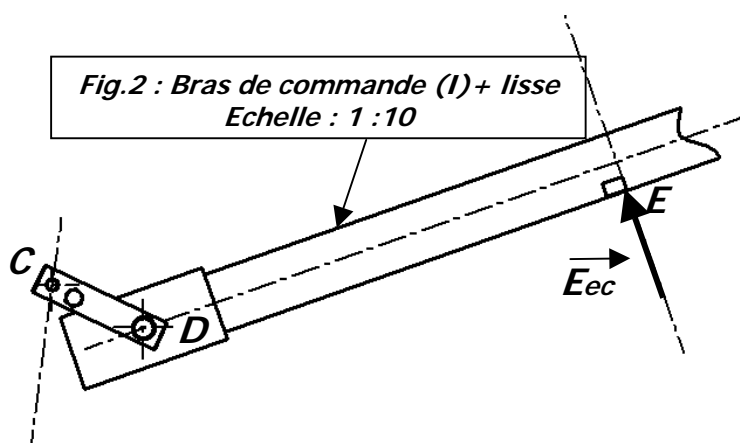
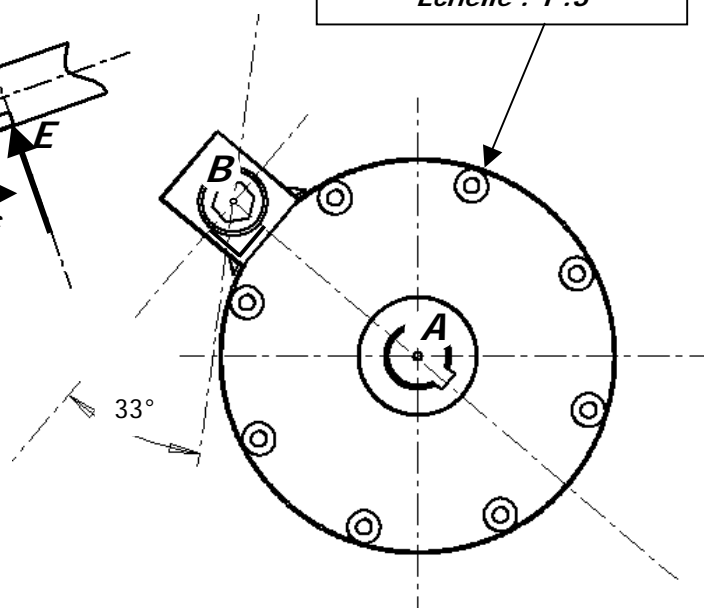


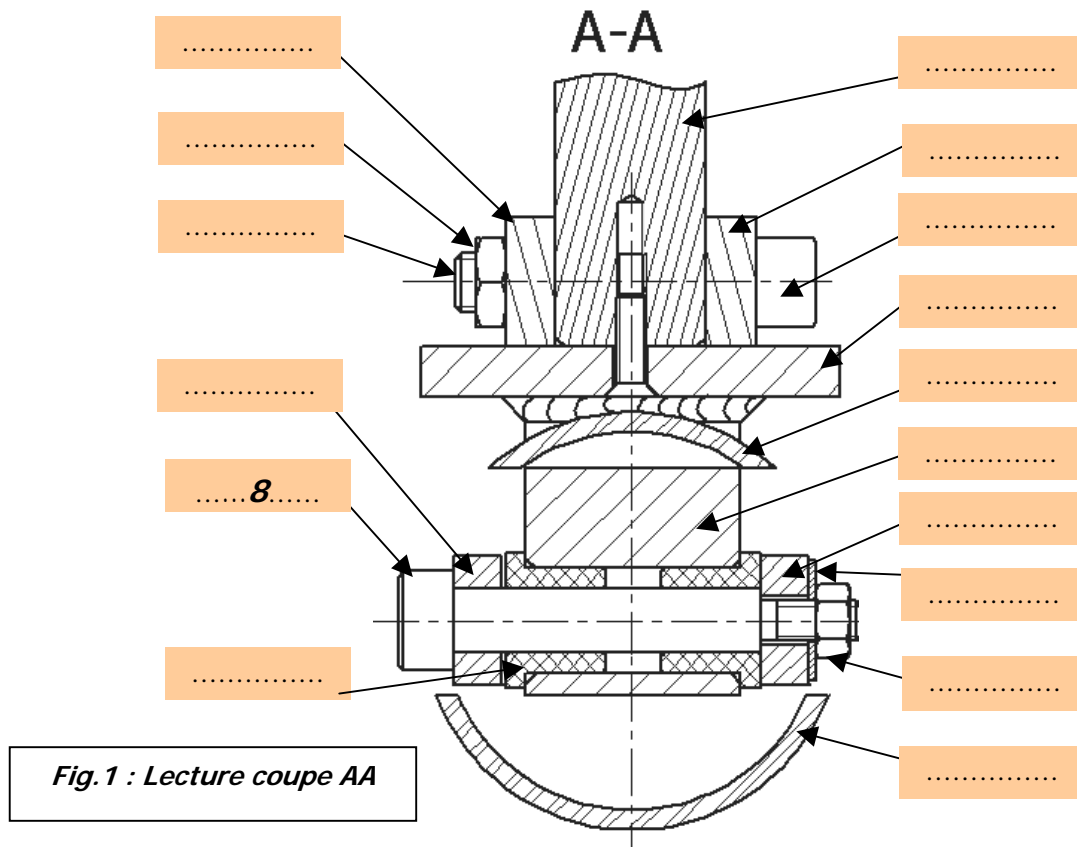
Fig.4 : Bras (III)
Echelle : 1 : 3



3 Sécurité en cas de panne :

3.1 Pièces impliquées dans la solution technologique adoptée :

3.1.1



3.1.2

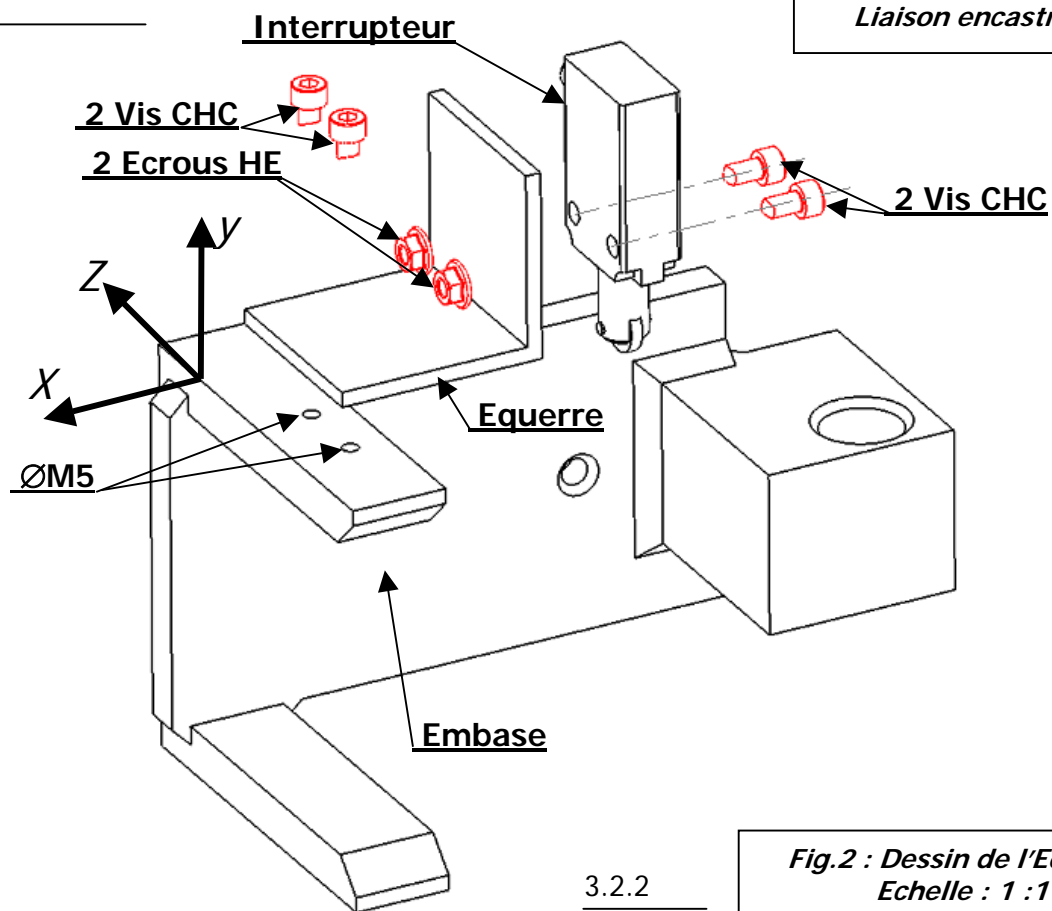
Rôle de la semelle :

Rôle du corps :

.....

Rôle des deux doigts :

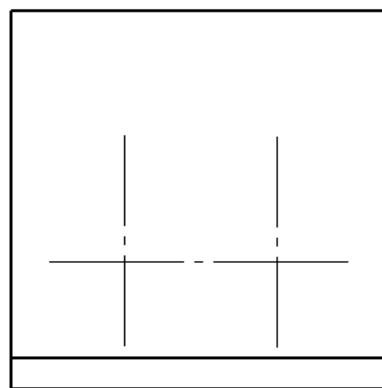
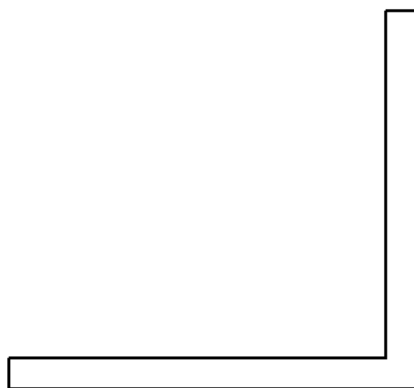
3.2.1



*Fig.1 : Perspective éclatée
Liaison encastrement*

3.2.2

*Fig.2 : Dessin de l'Equerre
Echelle : 1 : 1*



3.2.3

Procédures de réglage :

Suivant l'axe Y :

.....

Suivant l'axe Z :

.....

