

# BACCALAUREAT GENERAL

Session 2011

Série S Sciences de l'Ingénieur

---

## ETUDE D'UN SYSTEME PLURITECHNIQUE

**Coefficient : 4**

**Durée de l'épreuve : 4 heures**

*Aucun document n'est autorisé.*

Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices 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° 99-181 du 16 novembre 1999.

Les réponses seront communiquées sur documents réponses et copie.  
Il est conseillé de traiter les différentes parties dans l'ordre.

### Composition du sujet :

- Un dossier "TEXTE DU SUJET et QUESTIONNEMENT" comportant 11 pages de 1 à 11/11
- Un dossier "DOCUMENTS TECHNIQUES" : documents DT1 à DT5.
- Un dossier "DOCUMENTS REPONSES" : documents DR1 à DR5 à rendre avec la copie.

### Conseils au candidat :

- Vérifier que tous les documents définis dans le sommaire sont présents dans le dossier.
- La phase d'appropriation d'un système pluritechnique passe par la lecture attentive de l'ensemble du sujet. Il est fortement conseillé de consacrer au moins 30 minutes à cette phase de découverte.

## PRÉSENTATION DU SYSTÈME DE PORTILLON NON GARDIENNÉ

Le Portillon Non Gardienné du modèle 381 (PNG381) est conçu et fabriqué par *Automatic Systems*. Ce contrôle d'accès piétonnier installé en combinaison à tout type de système d'identification permet d'obtenir un niveau très élevé de sécurité.

Le portillon PNG381 est composé de trois éléments principaux : un élément central regroupant les principales fonctions de contrôle d'accès physique, et deux éléments, avant et arrière, formant le couloir de passage.

Le modèle 381 utilise des glaces de sécurité rétractables qui sont sûres et non obstruantes pour les usagers autorisés.

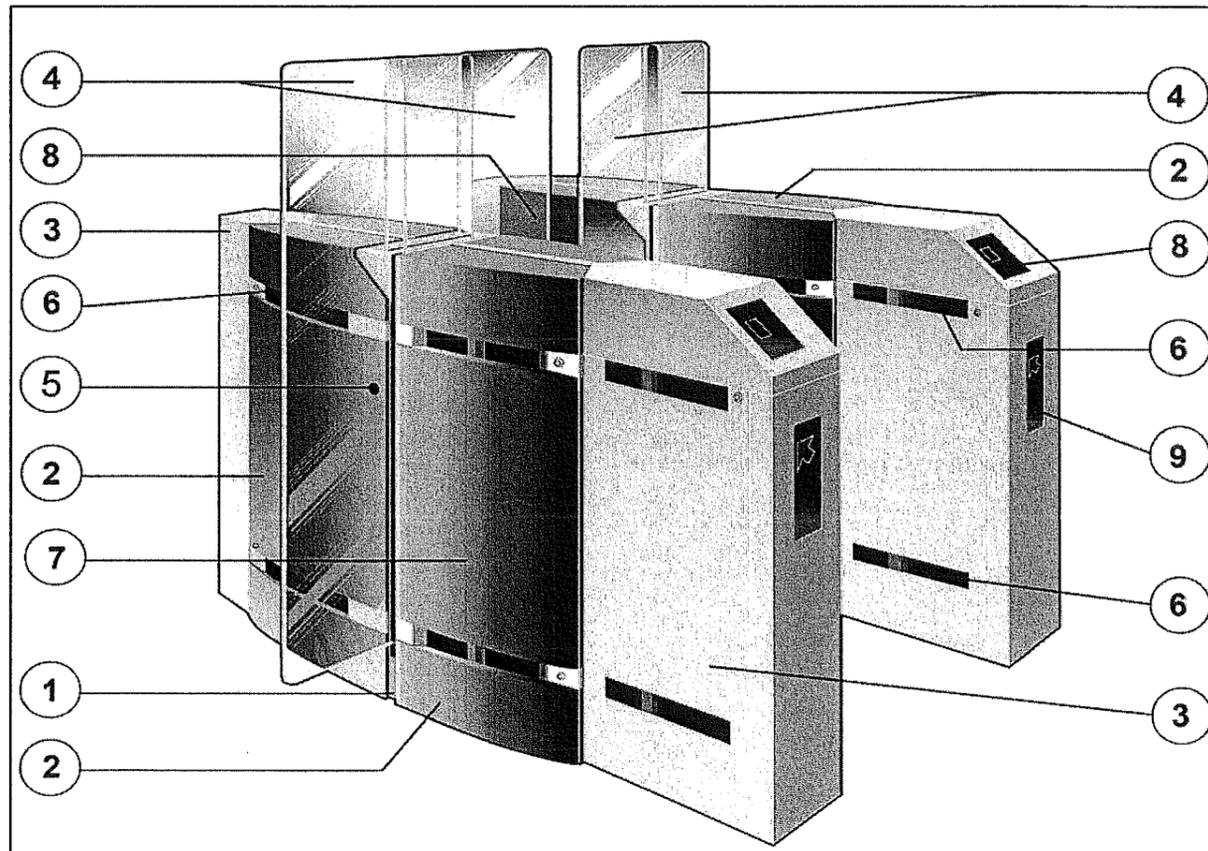
Une structure programmable permet au portillon PNG381 d'intégrer tout type de système d'identification. Il peut donc opérer sous différents modes facilitant le passage ininterrompu d'un important volume de personnes autorisées (particulièrement sensible durant les heures de pointe).

Des alarmes visuelles et sonores assistent le personnel dans le centre d'opération de sécurité.

### **A-1- Principe d'implantation**

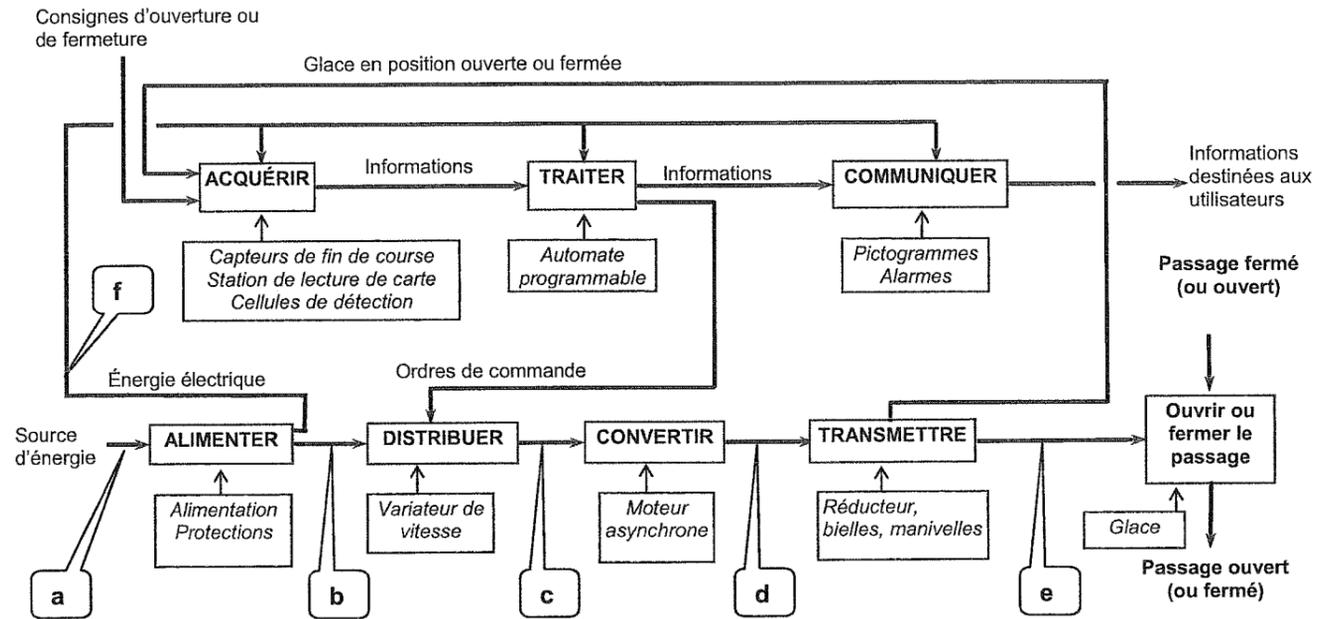
Un couloir d'accès est constitué de deux ensembles, un gauche et un droit, comprenant chacun une glace manœuvrée simultanément.

Constitution du PNG381 (figure ci-dessous) :



- |  |   |
|--|---|
| 1. CHÂSSIS AUTO - PORTANT.                   | 6. CELLULES PHOTOÉLECTRIQUES DE SÛRETÉ (C1, C2, C3...). |
| 2. PANNEAUX LATÉRAUX EN ACIER INOXYDABLE.    | 7. PANNEAUX D'ENTRETIEN.                                |
| 3. EMBOUTS EN ACIER INOXYDABLE.              | 8. SYSTÈME D'IDENTIFICATION SANS CONTACT.               |
| 4. GLACES DE SÉCURITÉ RÉTRACTABLES.          | 9. PICTOGRAMME D'ORIENTATION.                           |
| 5. CELLULES PHOTOÉLECTRIQUES DE SÛRETÉ (CS). |   |

## A-2- Structure fonctionnelle du portillon automatique PNG381



## A-3- Description du système (figures ci-dessous)

Des cellules photoélectriques permettent de détecter la position des utilisateurs dans le couloir. Un système de lecture de carte badge permet de vérifier les droits de passage.

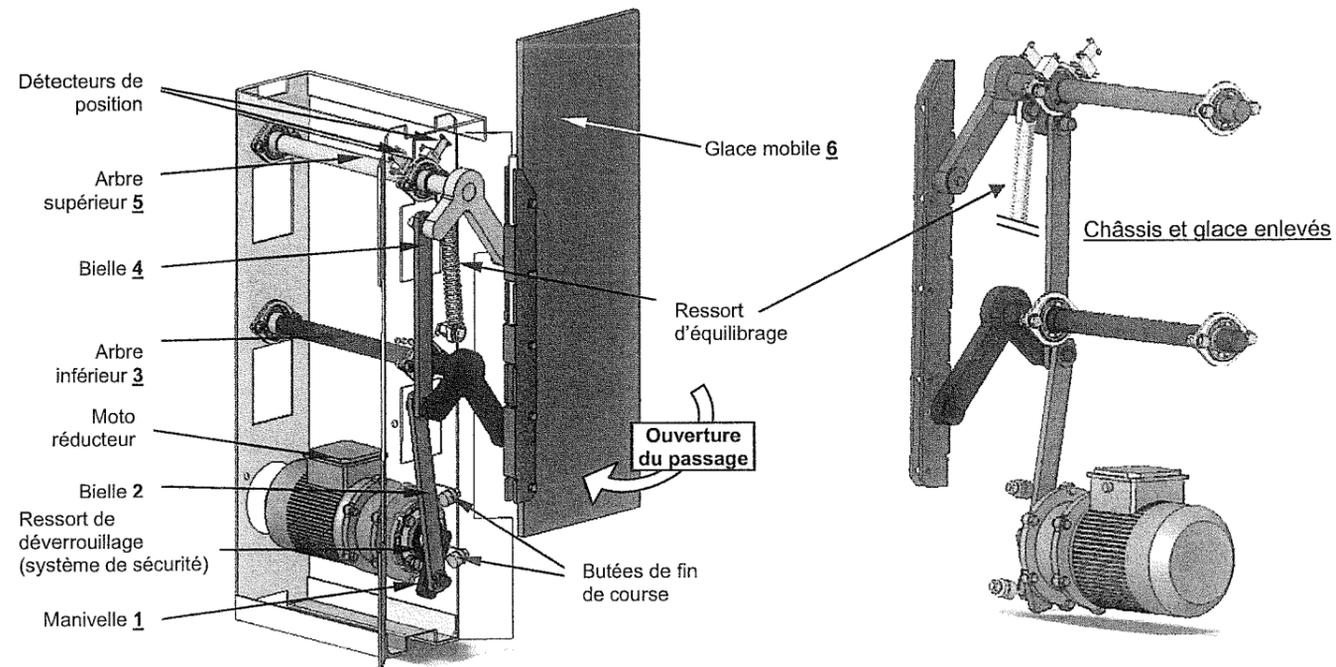
La motorisation de chaque glace mobile du PNG381 est réalisée par :

- un moteur asynchrone fonctionnant dans les deux sens de rotation permettant l'ouverture et la fermeture du passage ;
- un variateur de vitesse, assurant des manœuvres rapides avec accélération et ralentissement progressifs en fin de mouvement.

La mise en mouvement des glaces est assurée par un dispositif quatre barres (bielles et manivelles).

Le système est équipé d'un limiteur de couple électronique, limitant la force d'impact en cas de rencontre avec un objet ou un usager (système de protection).

La motorisation inclut un système d'ouverture automatique des glaces en cas de coupure de courant (système de sécurité).



## B- CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

<u>Réglage usine</u>	Temps de fermeture	0,5 s
	Temps d'ouverture	0,3 s
<u>Alimentation électrique</u>	Tension	230V monophasé
	Fréquence	50 Hz
<u>Moteur électrique asynchrone</u> KEB Référence DL63K4	Puissance nominale	0,12kW
	Rendement	69%
	Courant nominal	0,36A
	Couple moteur nominal	0,81N.m
	Nombre de pôles	4 (2 paires de pôles)
	Glissement	6%
<u>Réducteur de vitesse</u> KEB	Type	Engrenages graissés à vie Réversible Rendement 0,8
	Rapport de transmission	14,34 ( <i>rapport de réduction k=1/14,34</i> )
<u>Glaces mobiles</u>	Hauteur sur mesure des glaces de sécurité	de 900 mm (6Kg) à 1500 mm (10Kg)
	Epaisseur	12mm
<u>Configuration sur site</u>	Entrée sur site avec autorisation et sortie du site sans autorisation (pour sortir du site, la présence d'une personne devant le portillon suffit à l'ouverture des glaces mobiles).	

## C- PRÉSENTATION DES PROBLÉMATIQUES TRAITÉES

Ce type de système doit répondre aux fonctions suivantes :

### Fonction 1 :

Minimiser la consommation d'énergie électrique.

### Fonction 2 :

Respecter les règles de protection des biens et des personnes.

### Fonction 3 :

Ouvrir ou fermer le passage, à travers un couloir de 450mm de largeur minimale, sur une hauteur maximale de 1700mm, à l'aide de glaces mobiles et en garantissant un débit maximal de 45 personnes par minute et par allée.

### Fonction 4 :

Autoriser ou non le passage (sur présentation d'une carte badge ou en accès libre).

### Fonction 5 :

La réglementation relative « aux Portes Automatiques sur les lieux recevant du public » indique qu'en cas d'absence de source normale de l'alimentation électrique, les portes automatiques doivent se mettre en position ouverte et libérer la largeur totale de passage de façon automatique par effacement latéral obtenu à partir d'une énergie mécanique intrinsèque (système de sécurité).

## PARTIE 1

L'objectif de cette partie est de s'approprier le principe de fonctionnement du système PNG381 (analyse des solutions technologiques retenues et des énergies mises en jeu).

### 1.1. Analyse fonctionnelle et structurelle

**Question 1A.** Donner, à l'aide de la figure 1 du **DR1** et des figures de la page 2 du sujet, la nature des mouvements des pièces **1, 2, 3, 5 et 6** par rapport au bâti **0**.

**Question 1B.** La notice d'installation du PNG381 prévoit de raccorder le système au réseau E.D.F. (une alimentation monophasée 230V / 10A est préconisée).

Quatre parties distinctes sont à alimenter : les moteurs, le variateur KEB F5, l'automate programmable et l'ensemble des circuits électroniques qu'on nommera « autres circuits électroniques ».

a) Afin d'identifier les différents éléments, compléter le tableau 1 sur le document réponse DR1 en vous aidant du document technique DT1.

b) Afin de localiser les différents types de tension, compléter ensuite le tableau 2 sur le document réponse DR1 en choisissant parmi les propositions suivantes :

- 24V continu ; 230V alternatif ; Triphasé

**Question 1C.** Identifier, à l'aide du document technique **DT1**, par une croix dans le tableau 3 du document réponse **DR1**, les caractéristiques des énergies aux points **a, b, c, d, e** et **f** de la structure fonctionnelle (voir paragraphe A-2 page 2).

### 1.2. Analyse qualitative des puissances mises en jeu dans la chaîne d'énergie

Afin de mieux appréhender le comportement énergétique du PNG381, et en vue du dimensionnement du moto-réducteur, on cherche à mettre en évidence, lors du fonctionnement, la part de consommation d'énergie liée à chacune des actions mécaniques suivantes:

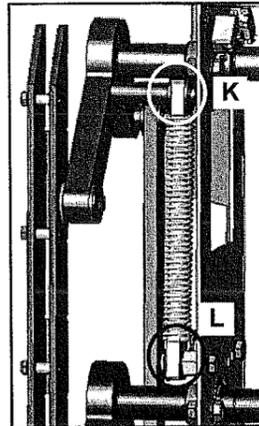
- action du poids de la glace (masse de 10 kg) ;
- action du ressort d'équilibrage ;
- action du ressort du système de sécurité.

La figure 2 du document réponse **DR1** représente le PNG381 en position 1 « passage fermé ». Dans cette position, le centre de gravité **G** de la glace **6** est en **G<sub>1</sub>**, **K** en **K<sub>1</sub>** et **L** en **L<sub>1</sub>**. **G<sub>2</sub>** et **G<sub>3</sub>** sont les positions de **G** qui correspondent à la position 2 « intermédiaire » et position 3 « passage ouvert ».

Lors de la phase d'ouverture du passage,  $\vec{v}_{G_i \in 6/0}$  sont les vecteurs vitesses des points **G<sub>1</sub>**, **G<sub>2</sub>** et **G<sub>3</sub>** appartenant à la glace dans son mouvement par rapport au bâti.

Le ressort d'équilibrage (voir figure ci-contre) est en liaison pivot au point **K** avec l'arbre supérieur **5** et en liaison pivot au point **L** avec le bâti.

Ce ressort, de type compression, dont la raideur **k** est égale à  $1,5 \text{ N.mm}^{-1}$ , est précontraint lors du montage. Il est ainsi monté avec une longueur inférieure à sa longueur libre **L<sub>0</sub>** de 300mm.



#### Question 1D. Contribution énergétique du poids de la glace

a) Représenter en vert, à l'aide d'un vecteur, le poids (**P<sub>6</sub>**) de la glace pour chacune des trois positions (répondre sur la figure 2 du document réponse DR1).

b) Identifier, en complétant le tableau 4 du document réponse DR1, le signe de la puissance développée par le poids de la glace au cours de la phase d'ouverture en choisissant parmi les propositions suivantes : positif, nul ou négatif (aide ou résistance au mouvement).

c) Compléter, par une étude analogue, le tableau 4 pour la **phase de fermeture**.

#### Question 1E. Contribution énergétique du ressort d'équilibrage

a) Tracer sur la figure 2 du document réponse **DR1** la trajectoire  $T_{K \in 5/0}$  du point **K** appartenant à l'arbre supérieur **5** dans son mouvement par rapport au bâti **0**. Placer les points **K<sub>2</sub>** et **K<sub>3</sub>**.

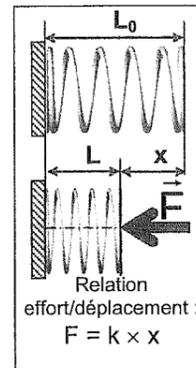
b) Calculer, pour ces 3 positions de K, la norme de l'effort  $\overrightarrow{K_{ressort \rightarrow 5}}$  développé par le ressort d'équilibrage puis les représenter à l'aide d'un vecteur, en vert, sur figure 2 du document réponse **DR1**.

On rappelle la caractéristique effort/déplacement d'un ressort sur la figure ci-contre.

c) Représenter en bleu, sans tenir compte de leur norme, les vecteurs vitesses  $\overrightarrow{V_{K_i \in 5/0}}$  des points  $K_1$ ,  $K_2$  et  $K_3$  (en phase d'ouverture).

d) Identifier, en complétant le tableau 4 du document réponse **DR1**, le signe de la puissance développée par l'action du ressort d'équilibrage au cours de la **phase d'ouverture** en choisissant parmi les propositions suivantes : positif, nul ou négatif (aide ou résistance au mouvement).

e) Compléter, par une étude analogue, le tableau 4 pour la **phase de fermeture**.



### Question 1F. Contribution énergétique du ressort de déverrouillage (système de sécurité)

Dès que le mode « évacuation » (alarme d'incendie, situation d'urgence...) est activé ou dans le cas d'une coupure de courant (le variateur n'est plus alimenté), le passage à travers le PNG381 doit se faire librement dans les deux sens. Les glaces sont alors ouvertes automatiquement et restent toujours ouvertes.

Cette ouverture automatique est réalisée par l'intermédiaire d'un ressort spirale.

Ce dernier dit « de déverrouillage » (voir figures ci-contre) est utilisé comme ressort de rappel dans le mouvement de rotation de la manivelle par rapport au bâti. Une de ses extrémités est en liaison complète avec l'arbre de sortie du réducteur, l'autre avec le bâti.

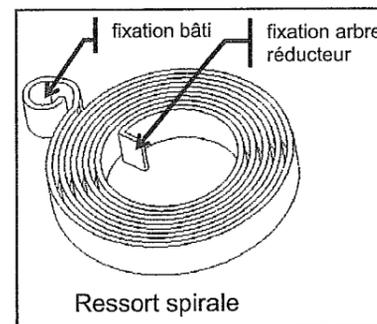
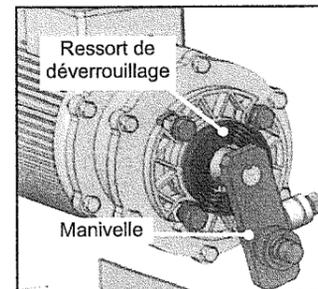
L'enroulement des spires lors de la phase de fermeture crée un couple qui permet la mise en mouvement de la manivelle afin de provoquer une ouverture de la glace en cas de coupure de courant.

Répondre sur la figure 3 du document réponse **DR1**.

a) Indiquer, sur la figure 3 le sens de rotation de la manivelle par une flèche courbe bleue (↺ ou ↻) pendant les phases d'ouverture et de fermeture du passage. Noter à côté de ces flèches le terme  $\omega$ .

b) Indiquer, sur la figure 3, le sens de l'action du ressort de déverrouillage sur la manivelle par une flèche courbe verte (↺ ou ↻) pendant les phases d'ouverture et de fermeture du passage. Noter à côté de ces flèches le terme **C**.

c) Identifier, en complétant le tableau 4 du document réponse **DR1**, le signe de la puissance développée par l'action du ressort de déverrouillage au cours des phases **d'ouverture** et **de fermeture** en choisissant parmi les propositions suivantes : positif, nul ou négatif (aide ou résistance au mouvement).



### Question 1G. Bilan énergétique.

Une étude statique logicielle représentée sur la figure 4 du **DT2** a permis de déterminer les variations du couple en sortie du moto-réducteur pendant les phases d'ouverture et de fermeture du passage dans les deux modélisations suivantes :

- Modélisation 1 : on ne tient compte que du poids de la glace, les autres efforts sont négligés.
- Modélisation 2 : on ne tient compte que de l'action du ressort d'équilibrage, les autres efforts sont négligés.

Les paramètres utilisés lors de la simulation ont été les suivants :

- ⇒ Masse de la glace  $M = 10\text{Kg}$  ;
- ⇒ Effort du ressort d'équilibrage connu (raideur  $k = 1,5\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$ , longueur libre  $L_0 = 300\text{mm}$ ) ;
- ⇒ Temps d'ouverture de 0,6s et de fermeture de 1s ;
- ⇒ Fréquence de rotation constante de la manivelle.

En vue de dimensionner le moteur et en vous aidant du tableau 4 (**DR1**) rempli précédemment et des courbes (figure 4 du **DT2**), répondre aux questions suivantes :

a) En l'absence du ressort d'équilibrage, le système nécessiterait-il un moteur plus puissant ou un moteur moins puissant ? Justifier votre réponse en expliquant la fonction de ce ressort.

b) En l'absence du ressort de déverrouillage (système de sécurité), le système nécessiterait-il un moteur plus puissant ou un moteur moins puissant ? Justifier votre réponse.

## PARTIE 2

L'objectif de cette étude est de vérifier le dimensionnement de l'ensemble variateur / moto-réducteur et de la protection électrique du PNG381.

Dans cette étude, nous supposons que le moteur est piloté à vitesse constante. Une simulation dynamique logicielle représentée sur la figure 5 du DT2, a permis de déterminer la variation de la puissance en sortie du moto réducteur pour les phases d'ouverture et de fermeture du passage à partir des éléments suivants :

- ⇒ Effort du ressort d'équilibrage connu (raideur :  $k = 1,5\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$  ; longueur libre :  $L_0=300\text{mm}$ ) ;
- ⇒ Action du ressort de déverrouillage (système de sécurité) caractérisée par un couple connu sur la manivelle ;
- ⇒ Action du moto-réducteur caractérisée par un couple inconnu sur la manivelle ;
- ⇒ Fréquence de rotation supposée constante de la manivelle  $N_{mr}$  (indiquée sur la figure 5) ;
- ⇒ Masse  $M$  de la glace égale à 10Kg (hauteur de la glace égale à 1500mm).

### 2.1. Validation du choix du moteur

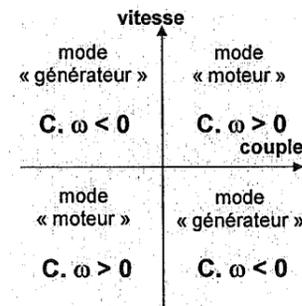
À partir de ces courbes :

**Question 2A.** Indiquer, pour les phases d'ouverture et de fermeture, si le moteur travaille en mode « générateur » ou « moteur ».

**Question 2B.** Relever, à l'ouverture, la puissance maximale  $P_{mr}$  (en valeur absolue) en sortie du moto-réducteur puis calculer la puissance  $P_m$  issue du moteur pour un rendement du réducteur de  $\eta_r = 0,8$ .

**Question 2C.** Calculer le couple  $C_m$  que doit fournir le moteur.

**Question 2D.** Vérifier si, en termes de puissance et de couple moteur maximum, le moteur KEB DL63K4 choisi par le constructeur convient (voir caractéristiques techniques, page 3).



### 2.2. Validation du choix du variateur et de la protection électrique

**Question 2E.** En se référant à la valeur de  $P_m$  et en s'aidant du document DT3, donner la référence du variateur adapté au plus près des besoins (justifier votre réponse).

**Question 2F.** Quelle est l'intensité maximale qui peut traverser le variateur sans disjonction (justifier votre réponse à l'aide du document technique DT1) ? Justifier, au vu de la documentation du variateur, que le calibre du disjoncteur est correctement choisi.

**Question 2G.** Quelle est l'intensité maximale que peut consommer le PNG381 sans disjonction ? Justifier le dimensionnement du disjoncteur TH1 sachant que la consommation en courant de la fonction traiter du PNG381 (automate et circuits électroniques) est de 1A.

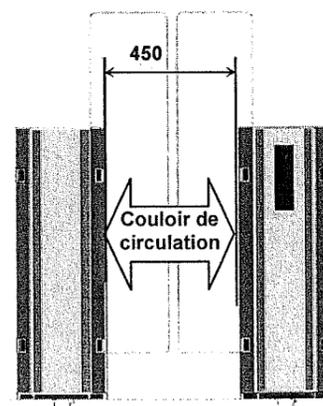
## PARTIE 3

L'objectif de cette partie est d'étudier comment obtenir une circulation fluide afin de garantir un débit de 45 personnes par minute et par allée, pour les temps d'ouverture et fermeture du passage annoncés par le constructeur.

Dans sa plaquette commerciale, le constructeur indique que le PNG381 permet d'obtenir un débit de circulation de 45 personnes par minute et par allée.

Les temps d'ouverture et de fermeture programmés en sortie d'usine, sont respectivement de 0,3s et de 0,5s. Sur demande du client, d'autres temps de fermeture sont programmables : 0,75s, 0,9s, et 1s.

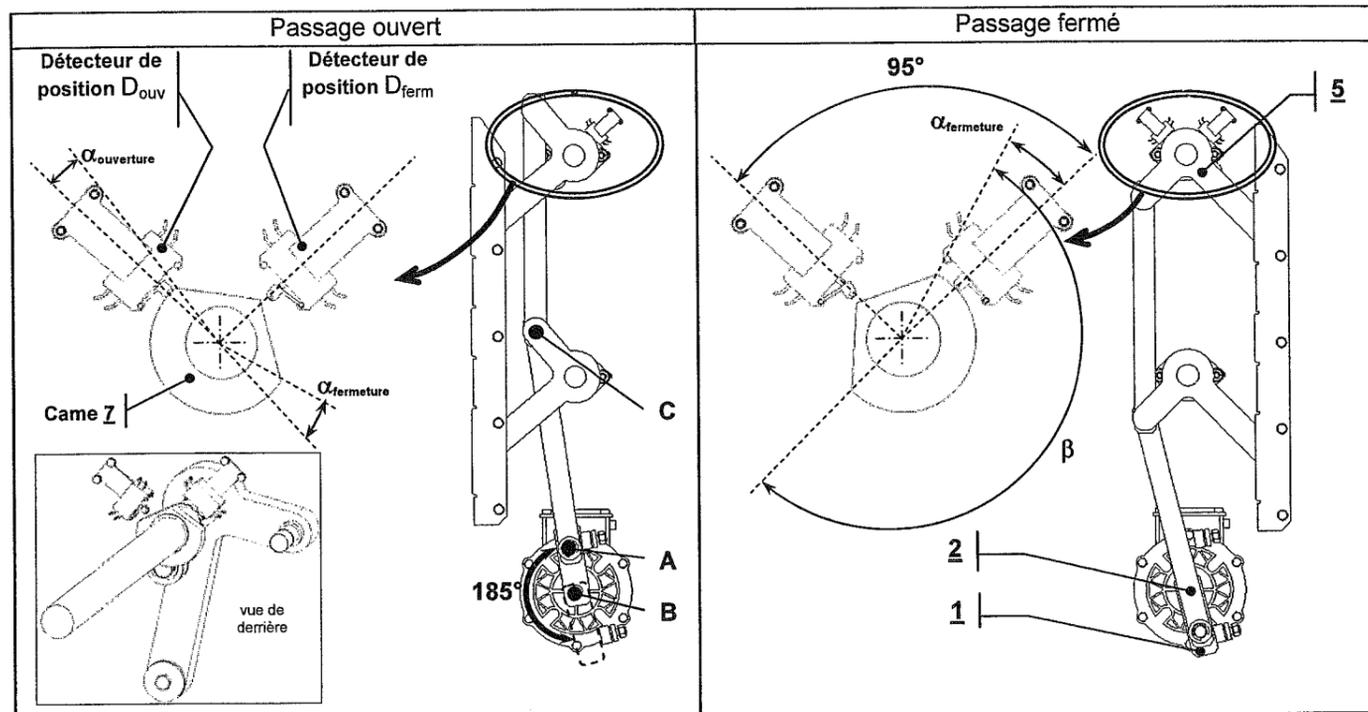
Pour assurer une fluidité de la circulation piétonnière optimale, lors d'un cycle d'ouverture/fermeture du passage, le couloir emprunté par les usagers doit être d'une largeur minimale de 450mm (figure ci-contre). De plus, lors de l'ouverture, les glaces doivent se rétracter complètement à l'intérieur du PNG381.



### 3.1. Élaboration du couloir de circulation

Le système de transformation de mouvement du mécanisme possède deux positions appelées « point mort ». Elles sont obtenues lorsque la bielle 2 et la manivelle 1 sont alignées (points A, B et C alignés). Il leur correspondra les configurations « passage ouvert » et « passage fermé » (voir figures ci-dessous).

Ces dernières sont obtenues pour une rotation de  $185^\circ$  de la manivelle 1 ce qui équivaut à une rotation de  $95^\circ$  de l'arbre supérieur 5.



#### Question 3A.

a) Représenter, sur la figure 1 du document réponse DR1, la glace mobile 6 en position « passage ouvert ». Est-elle complètement rétractée à l'intérieur du châssis ?

Une simulation logicielle, de type cinématique, représentée sur la figure 6 du DT3, a permis d'obtenir la courbe de variation du déplacement latéral de la glace pour un tour de la manivelle.

Remarque : le constructeur n'a pas fait le choix d'une rotation continue de la manivelle mais a opté pour une inversion de son sens de rotation.

b) Relever sur la figure 6 du DT3, le déplacement latéral maximal de la glace. Pour quel débattement angulaire de la manivelle s'effectue-t-il ?

c) La cinématique du mécanisme permet-elle d'obtenir un couloir suffisamment large, sachant que l'espace séparant les deux glaces en position fermée a une largeur de 60mm ?

**Question 3B.** Pour conclure, expliquer, en quelques lignes, pourquoi le constructeur a choisi l'alignement des points A, B et C comme les positions « passage ouvert » et « passage fermé » du PNG381. Quelle serait l'influence d'un non alignement de ces points sur la bonne circulation des usagers ?

### 3.2. Gestion du mouvement de la glace

Le réglage du PNG381 en sortie d'usine (quel que soit le temps de fermeture demandé par le client) doit garantir que les positions « passage ouvert » et « passage fermé » correspondent aux positions « point mort » du mécanisme.

L'ordre d'ouverture (et de fermeture) des glaces mobiles est transmis par l'automate vers le variateur de vitesse par une valeur binaire FERMETURE/OUVERTURE.

Le variateur de vitesse pilote, dans les deux sens de rotation, le moteur qui réalise les mouvements de la glace mobile par une loi de commande trapézoïdale (accélération, vitesse constante puis décélération).

La durée d'accélération et la valeur de la vitesse de rotation constante sont préprogrammées dans le variateur. Une fois la phase d'accélération terminée, le variateur maintient la vitesse constante jusqu'à l'ordre de passage en phase de décélération pour une durée préprogrammée. Cet ordre de décélération est donné par l'automate dès qu'il reçoit l'information « présence en  $D_{ouv}$  » ou « présence en  $D_{ferm}$  » des détecteurs de position  $D_{ouv}$  ou  $D_{ferm}$  (on appellera ces instants  $t_2$  et  $t_5$  pour la suite du sujet).

Principe de la détection pour un réglage usine (ouverture en 0,3s et fermeture en 0,5s)

- ⇒ Pour la phase de fermeture :  
Lors du passage de la came 7 (voir figures du paragraphe 3.1 page 7 du texte du sujet), liée à l'arbre supérieur 5, sur le détecteur de position  $D_{ferm}$ , et sur ordre de l'automate, le variateur impose une décélération constante en 0,21s.
- ⇒ Pour la phase d'ouverture :  
Lors du passage de la came 7, liée à l'arbre supérieur 5, sur le détecteur de position  $D_{ouv}$ , et sur ordre de l'automate, le variateur impose une décélération constante en 0,05s.

Les positions « passage ouvert » et « passage fermé » sont donc garanties par :

- le profil de la came ;
- la loi de commande de vitesse élaborée par le variateur ;
- la position des détecteurs de position.

**Question 3C.** Compléter, à partir des informations fournies précédemment, le document réponse DR2.

Pour cela :

- Compléter le chronogramme « état détecteur  $D_{ferm}$  » (figure 7) ;
- Compléter le chronogramme « FERMETURE/ OUVERTURE » (figure 7) ;
- Compléter le graphe « fréquence de rotation arbre de sortie du moto-réducteur » (figure 7) ;
- Représenter à main levée la came à  $t_0 = 1,25s$  (figure 8).

**3.3. Réglage et montage de la came sur l'arbre supérieur**

En principe, le PNG381 est opérationnel sans réglage sur le site. Mais un réglage mécanique complémentaire peut s'avérer nécessaire par suite du transport ou des manipulations de mise en place du PNG381.

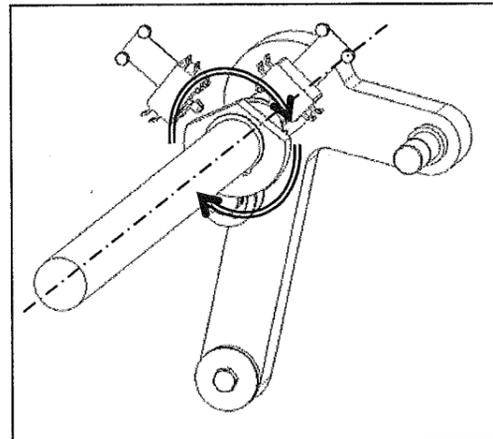
Dans ce cas, l'installateur doit pouvoir corriger la position angulaire de la came.

Une liaison complète démontable qui permet ce réglage angulaire doit être conçue.

**Question 3D.** Proposer, sur la figure 9 du document réponse DR3, un croquis à main levée définissant votre solution en nommant les composants utilisés.

Choix de la solution :

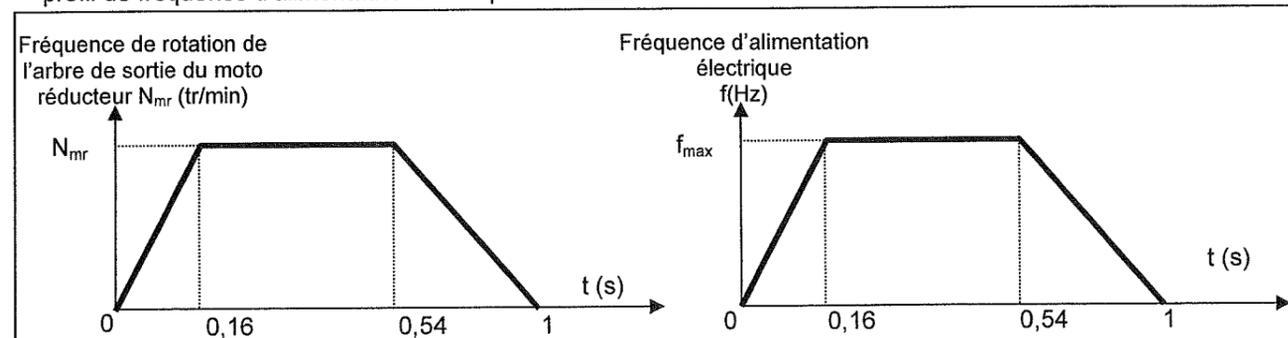
La liaison sera réalisée à partir d'un assemblage cylindrique pour lequel le positionnement axial sera réalisé par deux anneaux élastiques.



**3.4. Gestion du débit**

Un client désire obtenir un temps d'ouverture et de fermeture respectivement de 0,3 et 1 seconde.

Il est nécessaire de modifier la loi de vitesse pour la seule phase de fermeture, ce qui revient à changer le profil de fréquence d'alimentation électrique attendu en sortie du variateur.



**Question 3E.** À partir des caractéristiques techniques données page 3 et sachant que la phase de décélération a lieu sur une rotation de  $62^\circ$  et la phase d'accélération sur une rotation de  $21,56^\circ$  de l'arbre de sortie du moto réducteur, calculer la fréquence  $f_{max}$  d'alimentation que le variateur doit élaborer.

Pour cela :

- Calculer la fréquence de rotation  $N_{mr}$  (en tr/min).  
**Quel que soit le résultat obtenu, prendre pour la suite  $N_{mr} = 45$  tr/min.**
- Déterminer le débattement angulaire total,  $\theta_{mr}$ , de l'arbre de sortie du moto-réducteur (en degré) ;
- Calculer la fréquence de rotation du moteur  $N_m$  (en tr/min) ;
- Calculer la fréquence de l'alimentation électrique  $f_{max}$  (en Hz) ;
- Donner la fréquence à programmer sachant que le variateur KEB impose une résolution de 0,0125Hz.

On rappelle que :

$$\text{Vitesse de synchronisme : } N_s = \frac{60 \times (\text{fréquence d'alimentation})}{(\text{nombre de paires de pôles})} \quad \text{Taux de glissement : } g = \frac{N_s - N_m}{N_s}$$

**Question 3F.** Pour conclure, le nouveau profil de vitesse, en présence des butées de fin de course, permet-il de garantir :

- Un couloir de passage suffisamment large ? Justifier votre réponse ;
- Le débit annoncé par le constructeur (ne tenir compte que des temps d'ouverture et de fermeture) ? Justifier votre réponse.

#### **PARTIE 4**

*L'objectif de cette partie est d'étudier comment différencier les types d'utilisateurs, comment valider leur droit au passage et de déterminer comment sont détectés les différents types de fraudes.*

##### **4.1 Différenciation des différents types d'utilisateurs.**

Le contrôle du droit de passage se fait sur lecture d'une carte badge propre à chaque usager.

La carte utilisée est une carte *Philips Mifare Ultralight*. Un extrait de la documentation constructeur est donné (document **DT4**).

Cette carte mémorise l'identité et les droits de passage de l'utilisateur. Ceci est mémorisé sur 3 octets successifs nommés **data0**, **data1** et **data2**. L'adresse de ces trois octets est donnée dans le document constructeur.

Il existe 4 types d'utilisateurs ayant chacun des droits différents. L'identification se fait par les deux bits de poids fort de **data0** selon le tableau ci-dessous :

Type d'utilisateur	Data0							
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Administrateur : accès toujours autorisé	1	1	x	x	x	x	x	x
Personnel de l'entreprise : accès autorisé sous conditions	0	1	x	x	x	x	x	x
Visiteur : accès autorisé sous conditions	1	0	x	x	x	x	x	x
Accès non autorisé	0	0	x	x	x	x	x	x

Lors du passage d'un utilisateur, la carte envoie cette trame au lecteur :

101111 010000 101111 010000 10011101 01100010 10011101

**Question 4A.** En vous aidant du document technique **DT4**, donner, sur le tableau 5 du document réponse **DR3**, l'adresse de **data0** en binaire puis en hexadécimal.

**Question 4B.** Définir et justifier de quel type d'utilisateur il s'agit.

La lecture ou l'écriture de la carte se fait sans contact. Lors d'une opération de maintenance, on a mesuré sur oscilloscope les signaux envoyés par le lecteur.

**Question 4C.** Le codage est présenté sur le document technique **DT5**.

- Compléter sur le document réponse **DR3** le chronogramme d'évolution du signal de la figure 10 ;
- Toujours sur la figure 10, compléter les types X, Y et Z ;
- Toujours sur la figure 10, donner alors les valeurs binaires correspondantes ;
- Compléter les valeurs de B0 à B6 dans le tableau 6, exprimer la valeur en hexadécimal puis déduire de quelle commande il s'agit (REQA, WUPA ou HLTA).

**Question 4D.** Cette instruction définit-elle à elle seule le type d'utilisateur ?

#### 4.2 Comment sont détectés les différents types de fraudes ?

Afin de détecter la position des utilisateurs, le portillon est équipé de 7 photocellules de détection C4, C5, C6, C7, C8, C9 et CS (figure ci-dessous).

Si plusieurs autorisations de passage arrivent, elles seront additionnées et donneront droit à autant de passage.

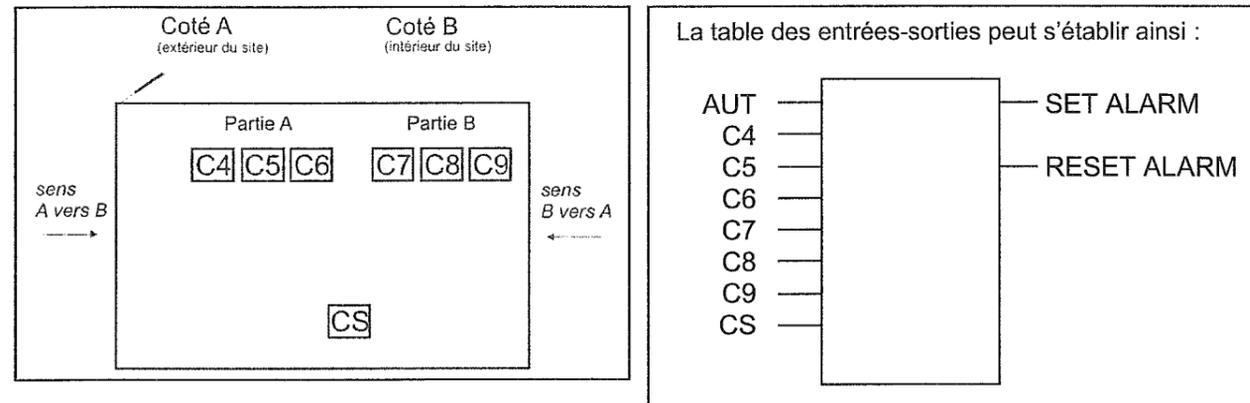
On notera AUT cette variable compteur.

AUT s'incrémente à chaque fois qu'une personne présente un badge valide et se décrémente à chaque fois qu'une personne quitte le portail par le côté B.

CS détecte la présence d'une personne en zone de sécurité.

SET ALARM : commande de déclenchement de l'alarme.

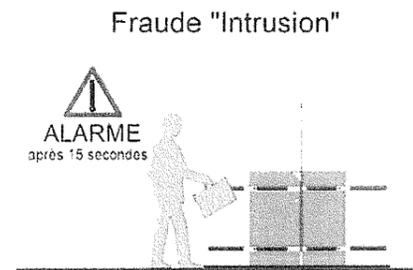
RESET ALARM : commande de fin d'alarme.



Il y a deux types de fraudes à détecter :

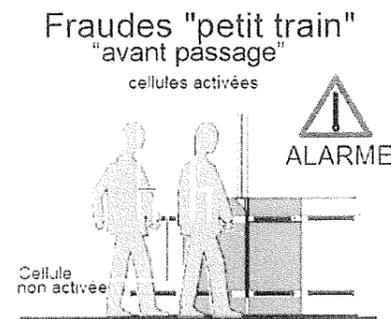
La fraude « intrusion » et la fraude « petit train avant passage ». Pour chacune de ces fraudes, l'alarme se déclenche et, sauf en cas de risque de blessure corporelle, le portillon se referme.

**4.2.1.** La fraude « intrusion » est reconnue si  $AUT = 0$  (aucune autorisation de passage), soit au moins une photocellule coté A détecte une présence et que cette présence dure plus de 15 secondes. Alors, l'alarme se met en fonctionnement. Elle cessera une seconde après le départ de la personne présente. On notera **f1** la détection présence ( $f1 = « 1 »$  pour « présence »).



**Question 4E.** Compléter sur le document réponse DR4 l'expression de **f1** en fonction de C4, C5, C6, C7, C8, C9 et AUT. Compléter sur ce même document réponse les réceptivités du GRAFCET gérant la fraude intrusion.

**4.2.2.** La fraude « petit train avant passage » est reconnue si  $AUT < 2$  (une seule autorisation de passage ou aucune autorisation de passage) et qu'il y a coté A deux photocellules activées séparées par une libre. Le portillon se ferme devant la personne autorisée sauf si la zone de sécurité est activée. L'alarme prend fin quand il n'y aura pas plus d'une seule zone détectée et après une temporisation d'une seconde. On notera **f2** la condition « fraude petit train avant passage »



(**f2** = « 1 » pour fraude « fraude petit train avant passage » reconnue).

**Question 4F.** Compléter sur le document réponse DR4 l'expression de **f2** en fonction de C4, C5, C6, C7, C8, C9 et AUT. Compléter sur ce même document réponse la réceptivité du GRAFCET gérant la fraude « petit train avant passage »

**Question 4G.** Conclure quant à l'efficacité de ces détecteurs de fraude.

## PARTIE 5

L'objectif de cette étude est de valider le choix du ressort de déverrouillage effectué par le constructeur.

Afin de respecter la réglementation relative « aux portes automatiques sur les lieux recevant du public », une énergie mécanique intrinsèque doit ramener les portes en position « passage ouvert » lors d'une panne de courant. Cette énergie est fournie par le ressort de déverrouillage.

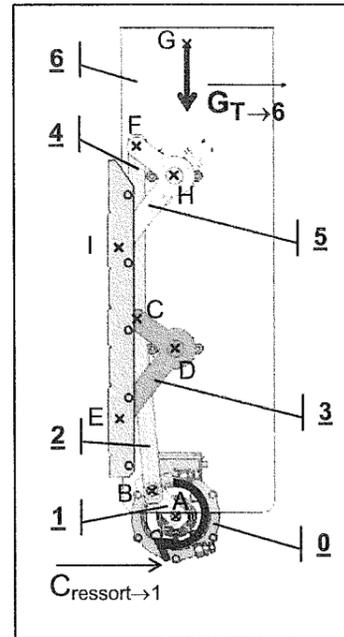
Dans une première approche, l'étude s'effectue dans le cas le plus défavorable c'est-à-dire avec la plus grande glace (1500mm de hauteur) et en l'absence d'effets provenant du ressort d'équilibrage.

Hypothèses :

- ⇒ Le problème est plan, les liaisons sont parfaites, les solides sont indéformables à l'exception du ressort.
- ⇒ La position retenue pour l'étude proposée correspond à une rotation de 163° de la manivelle par rapport à la situation « passage fermé » ; position pour laquelle le couple créé par le ressort doit être maximal (figure ci-contre).
- ⇒ Seul le poids de la glace  $\|\vec{G}_{T \rightarrow 6}\|$  égal à 100N est pris en compte.

Données :

- ⇒ Une étude préalable a permis de déterminer l'action mécanique équivalente aux deux actions exercées par la bielle 4, en C, et la glace 6, en E, sur l'arbre inférieur 3. Cette action équivalente sera modélisée au point E par une résultante  $\vec{E}_{(4+6) \rightarrow 3}$  dont la représentation est donnée sur le document réponse **DR5**.



**Question 5A.** Par application du principe fondamental de la statique, déterminer, sur le document réponse

**DR5**, la norme de l'action mécanique exercée par la bielle 2 sur la manivelle 1, au point B, notée  $\|\vec{B}_{2 \rightarrow 1}\|$

Pour cela :

- a) Isoler la bielle 2 et conclure sur la direction des actions mécaniques ;
- b) Isoler l'arbre inférieur 3 (le graphe d'isolement de 3 est donné sur le document réponse **DR5**) puis déterminer les actions mécaniques exercées par le bâti 0 et la bielle 2 ;
- c) Donner la norme de l'action mécanique exercée par la bielle 2 sur la manivelle 1  $\|\vec{B}_{2 \rightarrow 1}\|$ .

**Question 5B.** Déterminer le couple  $\|\vec{C}_{ressort \rightarrow 1}\|$  que doit exercer le ressort de déverrouillage sur la manivelle lors d'une ouverture d'urgence des glaces mobiles.

Quel que soit le résultat obtenu, prendre  $\|\vec{C}_{ressort \rightarrow 1}\| = 4,5\text{N.m}$ . La caractéristique du ressort de déverrouillage est fournie sur la figure 11 du document technique **DT3**.

**Question 5C.** Conclure quant à la capacité du ressort à ouvrir la glace en cas d'urgence.

**Question 5D.** Justifier la mise en place d'un réducteur réversible.

Schéma électrique du PNG381

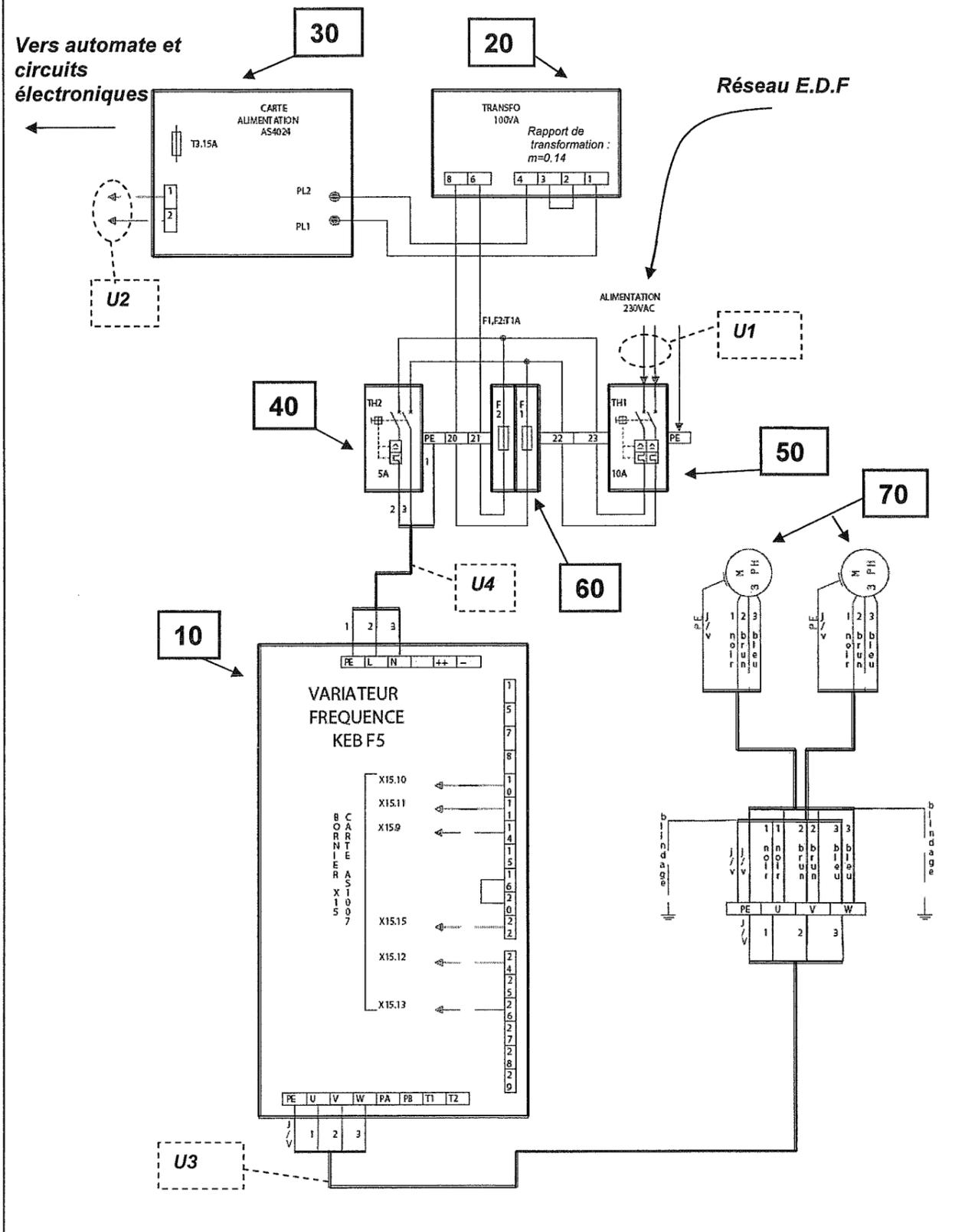


Figure 4 : Variations du couple en sortie du moto-réducteur pour la part due au poids de la glace et au ressort d'équilibrage

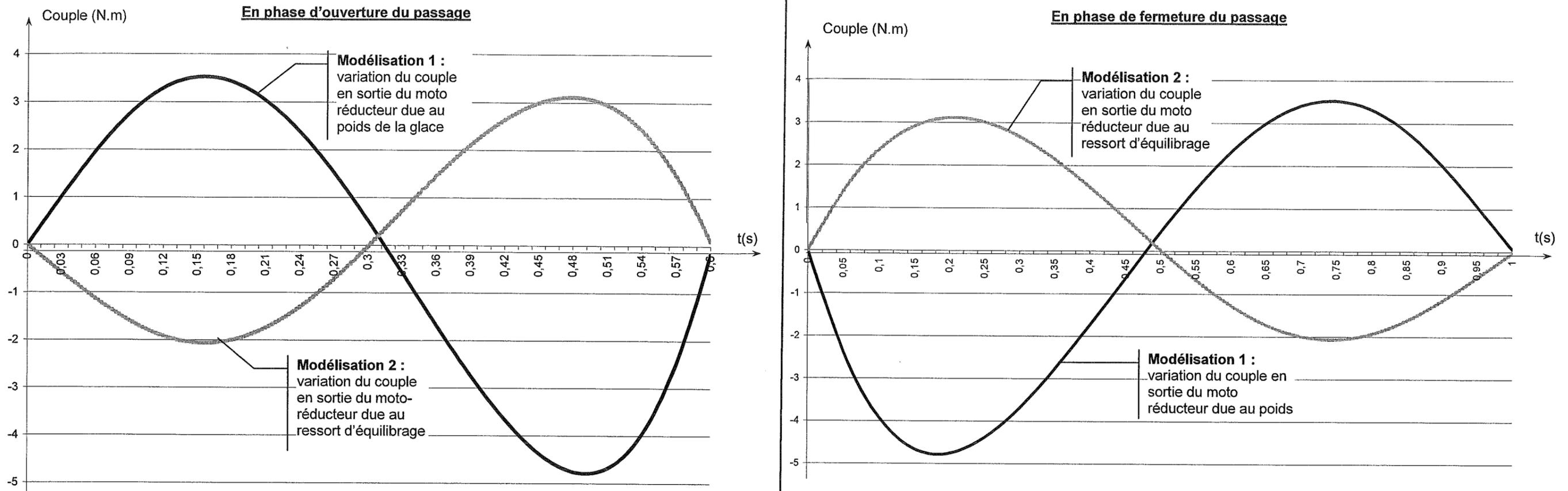


Figure 5 : Puissance en sortie du moto-réducteur pour une grande glace de 10Kg et une fréquence de rotation en sortie du moto-réducteur  $N_{mr}$  constante

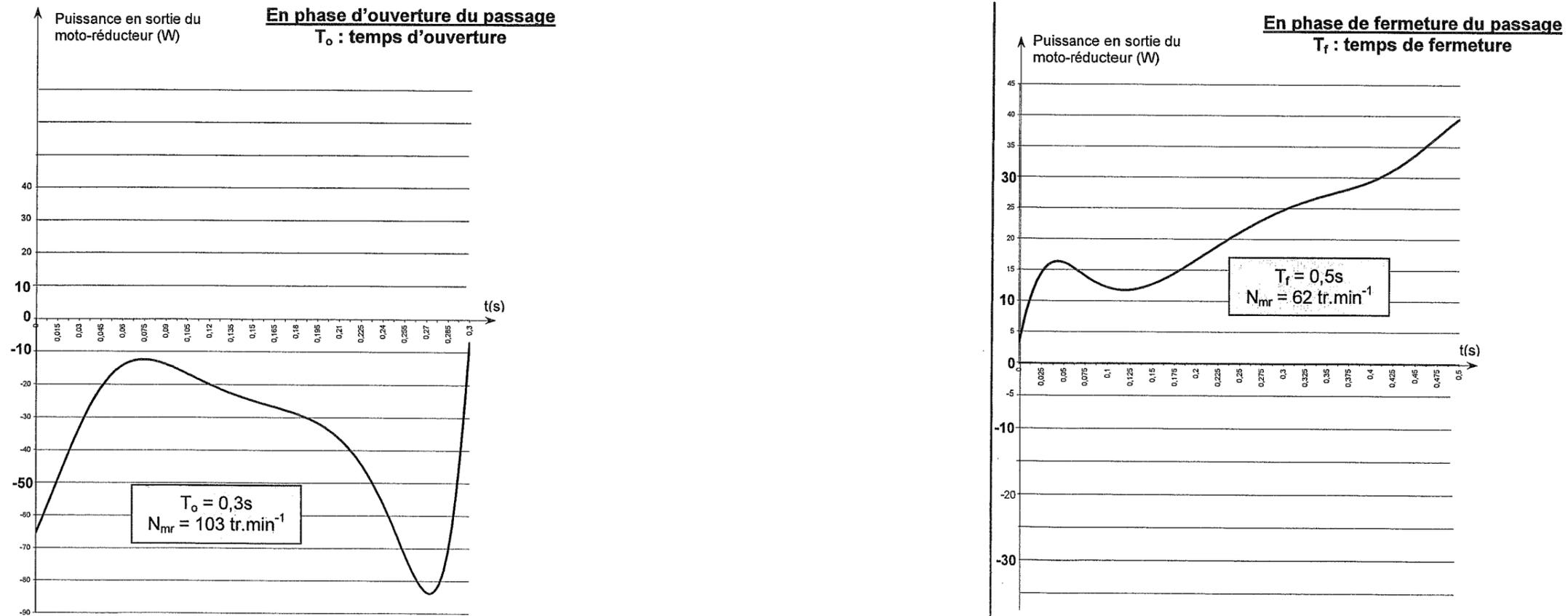
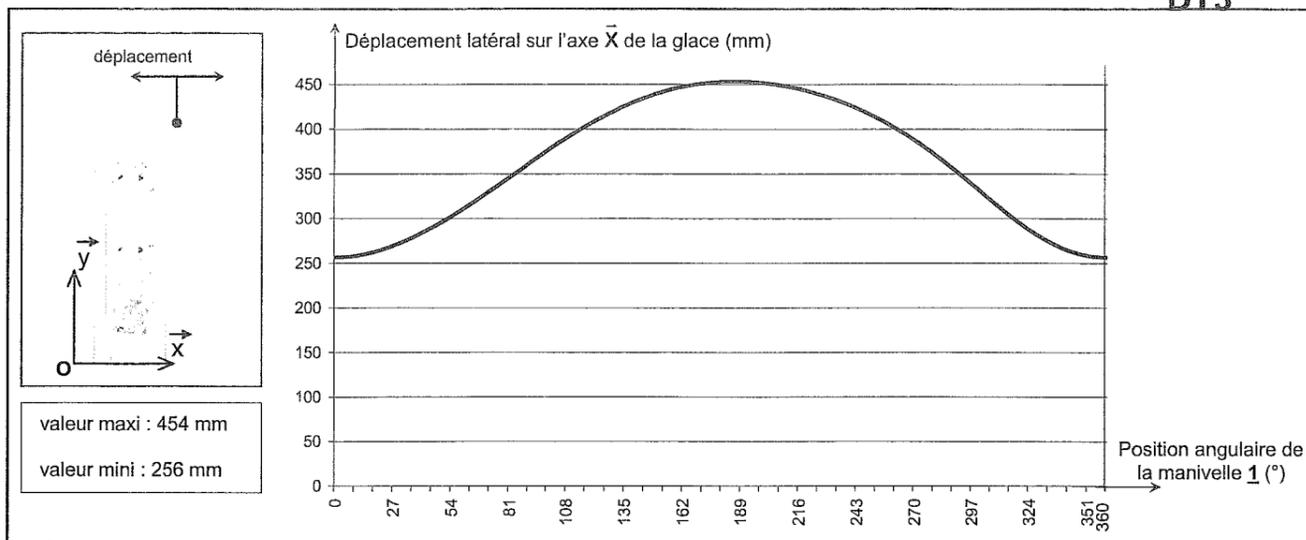
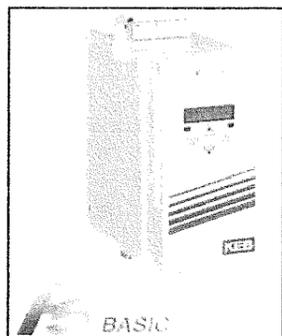


Figure 6:

DT3



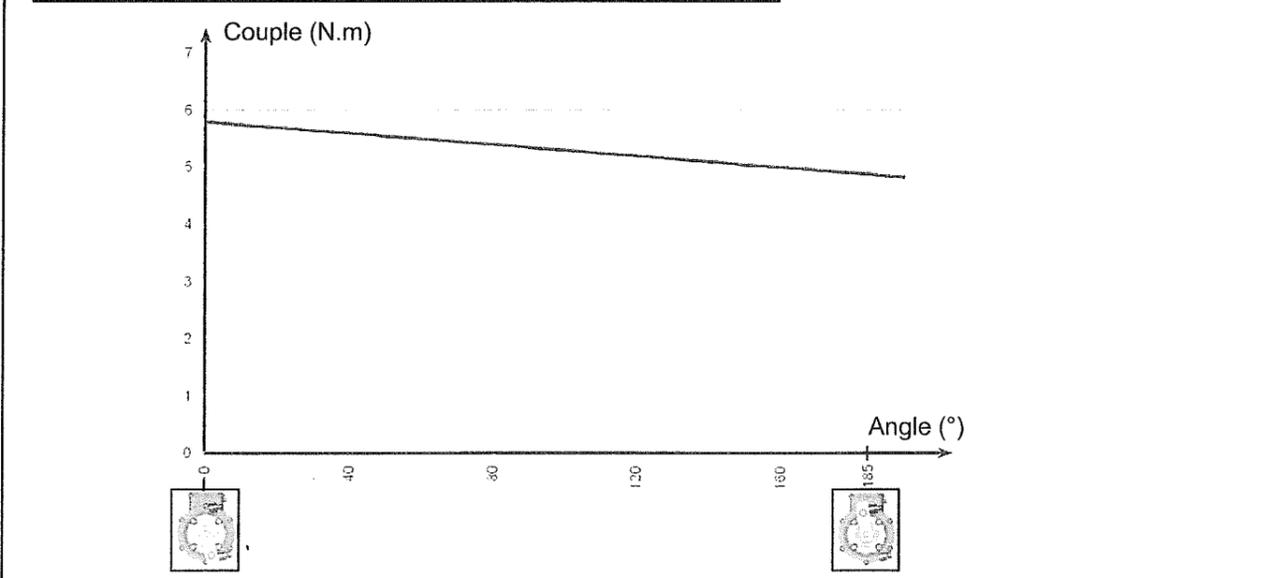
Variateur de vitesse



Grandeur variateur	05	07	05 <sup>*</sup>	07 <sup>*</sup>	09
Taille boîtier	A	A	A	A	A
Tension nominale d'entrée [V]	230		400		
Puissance nominale de sortie [kVA]	0,9	1,6	0,9	1,8	2,8
Puissance nominale maxi moteur [kW]	0,37	0,75	0,37	0,75	1,5
Courant nominal de sortie [A]	2,3	4	1,3	2,6	4,1
Courant maxi [A]	4,1	7,2	2,3	4,7	7,4
Seuil de déclenchement E.O.C [A]	5	8,6	2,8	5,6	8,9
Courant nominal d'entrée [A]	4,6	8	1,8	3,6	6
Fusible réseau maxi (passif) [A]	16	16	10	10	10
Fréquence de découpage nominale [kHz]	4	4	8	4	4
Fréquence de découpage maxi [kHz]	8	4	8	4	4
Pertes à fonctionnement nominal [W]	30	55	60	45	60
Résistance de freinage mini [Ohm]	100	100	390	180	110
Résistance de freinage typique [Ohm]	180	100	620	300	150
Courant de freinage maxi [A]	4,5	4,5	2,2	4,5	7
Tension réseau [V]	180...260 ±0		305...500 ±0		
Fréquence réseau [Hz]	50 / 60 ±2		50 / 60 ±2		
Tension de sortie [V]	3 x 0...U <sub>N</sub>				
Fréquence de sortie [Hz]	0...400				

Figure 11:

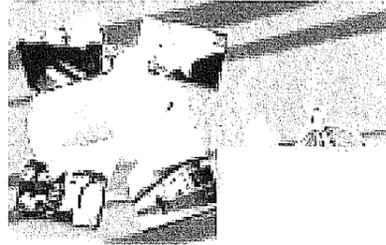
Caractéristique couple/angle du ressort du système de sécurité



Extrait documentation constructeur carte Mifare ultralight

- Jusqu'à 10 cm de portée de lecture/écriture ;
- Vitesse de transfert de données 106 kbit/s ;
- Chaque carte possède un numéro de série unique de 7 octets ;
- EEPROM de 512 bits organisée en 16 pages de 4 octets chacune ;
  - Dont 32 bits d'OTP (One-Time Programmable ; Programmable une fois pour toute) ;
  - Dont 384 bits de données utilisateur (mémoire lisible et inscriptible) ;
- Fonction EEPROM Read-Only programmable depuis le lecteur ;
- Supporte la protection anti-collision selon le standard ISO/IEC 14443-3A.

**mifare**<sup>®</sup>  
 **PHILIPS**

Extrait du jeu d'instructions pour les puces Mifare :Pour activation de carte:

**REQA** : requête envoyée par le lecteur « y a-t-il une carte compatible dans mon environnement ? » .

**ATQA** : réponse donnée par la carte : « REQA bien reçu. Voilà mon type ».

**ANTICOLLISION** : pour éviter que plusieurs communications entre plusieurs cartes et le lecteur ne se mélangent.

**HALT** : fin de communication.

**WUPA** : requête envoyée par le lecteur. Diffère de REQA par le fait que cette commande s'adresse à une carte déjà en communication (après un HALT).

Pour manipulation en mémoire :

**READ** : le lecteur demande à lire une donnée en mémoire dans la carte.

**WRITE** : le lecteur demande à écrire une donnée dans la mémoire de la carte.

Plan mémoire de la carte :

Octet n° :	0	1	2	3	Page
Serial Number	SN0	SN1	SN2	BCC0	0
Serial Number	SN3	SN4	SN5	SN6	1
Internal / Lock	BCC1	Internal	Lock0	Lock1	2
OTP	OTP0	OTP1	OTP2	OTP3	3
Data Read/Write	Data0	Data1	Data2	Data3	4
Data Read/Write	Data4	Data5	Data6	Data7	5
Data Read/Write	Data8	Data9	Data10	Data11	6
Data Read/Write	Data12	Data13	Data14	Data15	7
Data Read/Write	Data16	Data17	Data18	Data19	8
Data Read/Write	Data20	Data21	Data22	Data23	9
Data Read/Write	Data24	Data25	Data26	Data27	10
Data Read/Write	Data28	Data29	Data30	Data31	11
Data Read/Write	Data32	Data33	Data34	Data35	12
Data Read/Write	Data36	Data37	Data38	Data39	13
Data Read/Write	Data40	Data41	Data42	Data43	14
Data Read/Write	Data44	Data45	Data46	Data47	15

Légende :

**SN0 à SN1** : numéro de série de la carte (unique au monde)

**BCC0 et BCC1** : non utilisé

**Lock0 et Lock1** : permet de bloquer la lecture de certains octets

**OTP0 à OTP3** : octets programmables une seule fois.

**Data0 à Data47** : espace mémoire utilisateur. Ces données sont modifiables soit par la station de programmation des cartes avant utilisation, soit lors de leur utilisation par l'utilisateur.

Trame envoyée par la carte, suite à une instruction READ du lecteur :

Pour éviter les erreurs de transmission, l'adresse, la donnée et leur complément sont envoyés plusieurs fois de suite.

6 bits	6 bits	6 bits	6 bits	8 bits	8 bits	8 bits
adresse	adresse	adresse	adresse	donnée	donnée	donnée

**RFID (Radio Frequency Identification) - Norme ISO-IEC-14443 – Cartes à circuit(s) intégré(s) sans contact — Cartes de proximité** — Cette norme décrit les caractéristiques physiques, l'interface radio fréquence, les signaux de communication, l'initialisation et l'anticollision, le protocole de transmission)

Extraits et commentaires :

Les RFID sont des circuits se laissant interroger (et pour certains écrire) par radio. À la différence des cartes à puce dites « à contact » (carte de crédit, carte SIM...), les cartes intégrant une RFID ne nécessitent pas de contact physique avec la station de lecture/écriture. Cette lecture / écriture peut se faire à une distance de quelques centimètres.

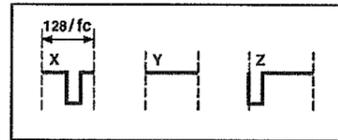
Principe de la communication entre une carte RFID et un lecteur (station) : si une carte compatible entre dans le champ de détection d'un lecteur, la première opération consiste à établir une communication entre le lecteur et la carte. Le jeu d'instructions tient compte du fait qu'il y a plus d'une carte dans le champ de détection du lecteur ou qu'il existe déjà une communication avec une autre carte (système anti-collision). Dès qu'une carte est « arrosée » d'une énergie suffisante par l'onde radio émise par le lecteur, elle se trouve activée et la communication peut débuter.

**Caractéristiques physiques :**

Le lecteur émet une onde radio de fréquence  $f_c = 13,56\text{MHz}$  (porteuse) ; la durée de transmission d'un bit est de  $128 / f_c$

La différenciation des états logiques « 0 » et « 1 » est faite par codage de Miller :

- front montant ou descendant au milieu du bit "1"
- pas de front au milieu du bit "0"
- un front en fin de bit "0" si celui-ci est *suivi* d'un autre "0"



On transmet un « 1 » logique à l'aide de la forme X. Le premier « 0 » d'une suite se code par un Y et les zéros suivants par Z.

**Établissement d'une communication :** Au départ d'une communication, la carte ne réagit qu'aux instructions REQA (*Request ; requête pour éveiller une carte non alimentée*) ou WUPA (*WakeUp ; requête pour « redialoquer » avec une carte déjà alimentée*). À une instruction REQA ou WUPA valide, la carte répond par un bloc ATQA (*Answer to Request*) et passe à l'état Ready. Tant qu'un lecteur ne capte pas de bloc ATQA, il émet, toutes les 5 ms environ, une REQA ou WUPA procédant ainsi à l'interrogation (*polling*) du champ du lecteur à la recherche de nouvelles cartes. Si le lecteur reçoit un bloc ATQA, il démarre, par l'émission de la première instruction ANTICOLLISION, un processus anti-collision qui permet d'accéder individuellement aux différentes cartes se trouvant dans le rayon de détection du lecteur sans qu'elles ne se perturbent l'une l'autre. Une fois ce processus anti-collision réalisé, l'échange de données peut se faire. La fin de l'échange se fait par la commande HLTA (*Halt*).

Les commandes de début et fin de communication (REQA, WUPA, HALT) sont codées sur 7 bits. Il s'y ajoute un bit de *start* et 2 bits de *stop* selon ce format :

Start	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	end	
0	x	x	x	x	x	x	x	0	0

LSB

MSB

LSB : *least significant bit : bit de poids faible*  
 MSB : *most significant bit : bit de poids fort*

Valeurs (en hexadécimal) correspondant aux commandes :  
**REQA : \$26 , WUPA : \$52, HLTA : \$06**

Figure 1 : étude des mouvements

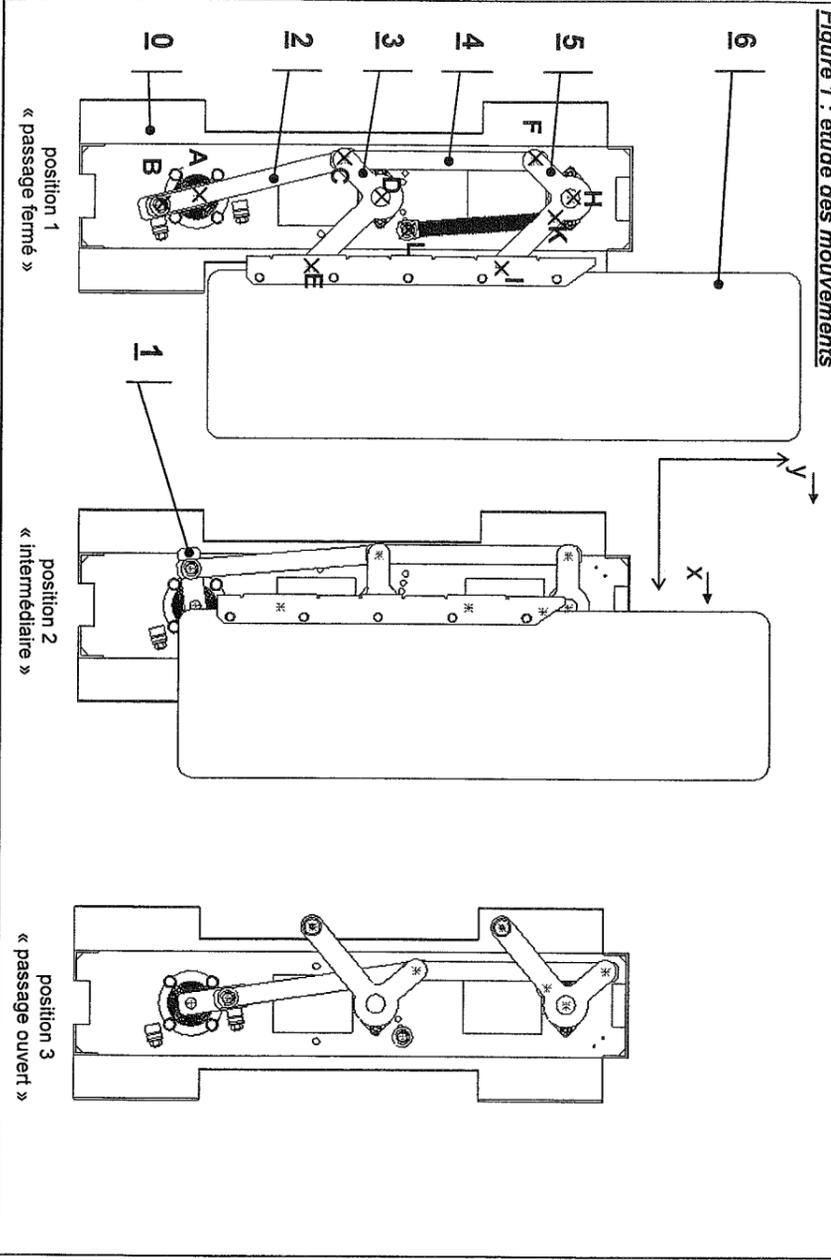


Tableau 1 : différents éléments du schéma électrique de DT1

Élément :	Repère :
Variateur de fréquence	10
Transformateur	
Carte alimentation	
Moteurs	
Fusibles qui protègent la partie alimentée en tension continue	
Disjoncteur magnétothermique qui protège la partie alimentée exclusivement en tension alternative	
Disjoncteur magnétothermique qui protège l'ensemble du système	

position 3 « passage ouvert »

position 1 « passage fermé »

position 2 « intermédiaire »

Tableau 2 : différents types de tension  
A compléter en choisissant parmi les propositions suivantes :

- 24V continu
- 230V alternatif (monophasé)
- Triphasé

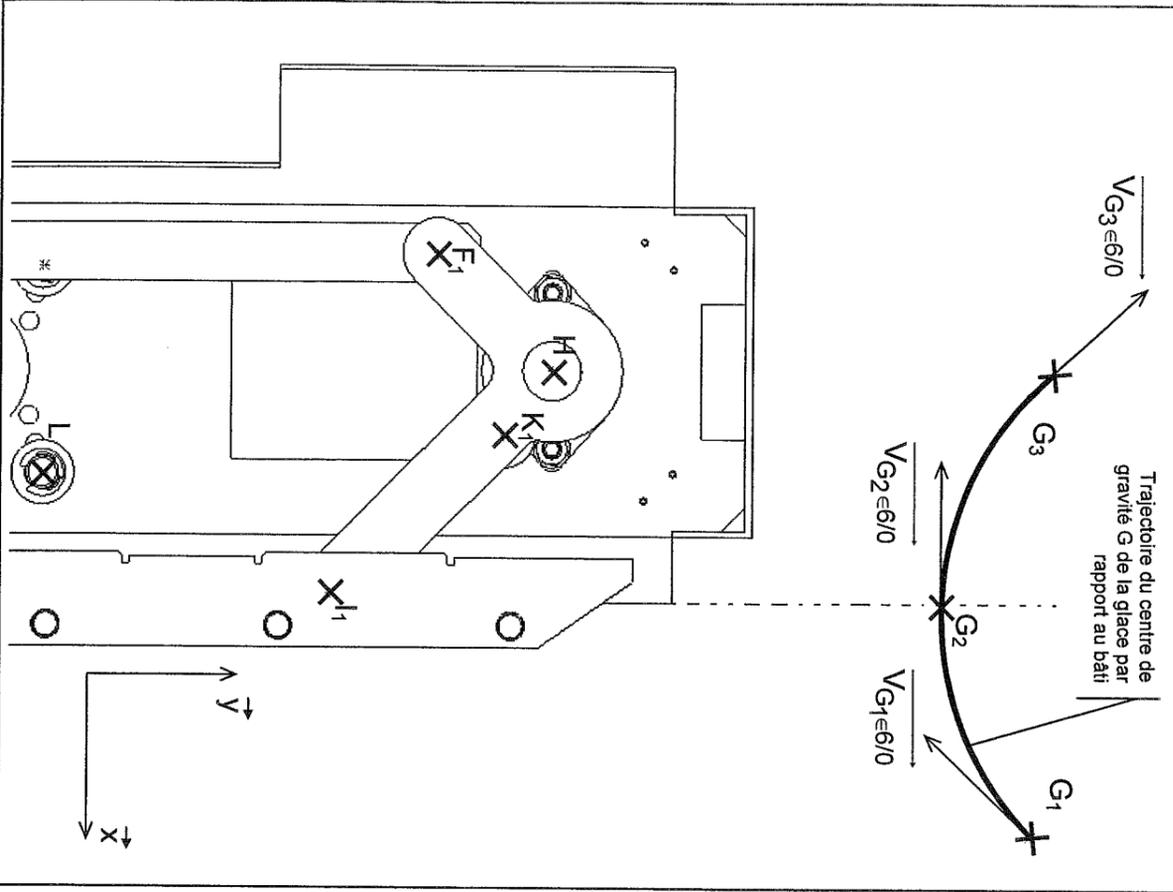
U1	
U2	
U3	
U4	

Tableau 3 : caractéristiques de l'énergie aux repères a à f de la structure fonctionnelle du PNG381 page 2

Repère	Caractéristiques de l'énergie :			
	Tensions alternatives (triphase)	Tension alternative 230V (monophasé)	Tension continue 24V	Energie mécanique de translation
a				
b				
c				
d				
e				
f				

Figure 2 :

Echelle du dessin : 1 : 3  
Echelle des forces : 1mm ⇔ 6N  
Echelle des vitesses : aucune



11SIOSPO1

Figure 3 : Ressort de déverrouillage

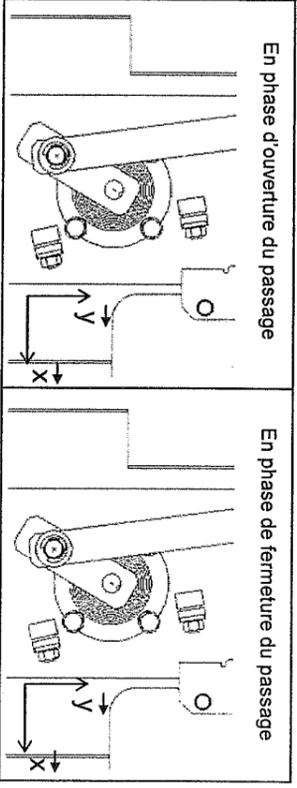
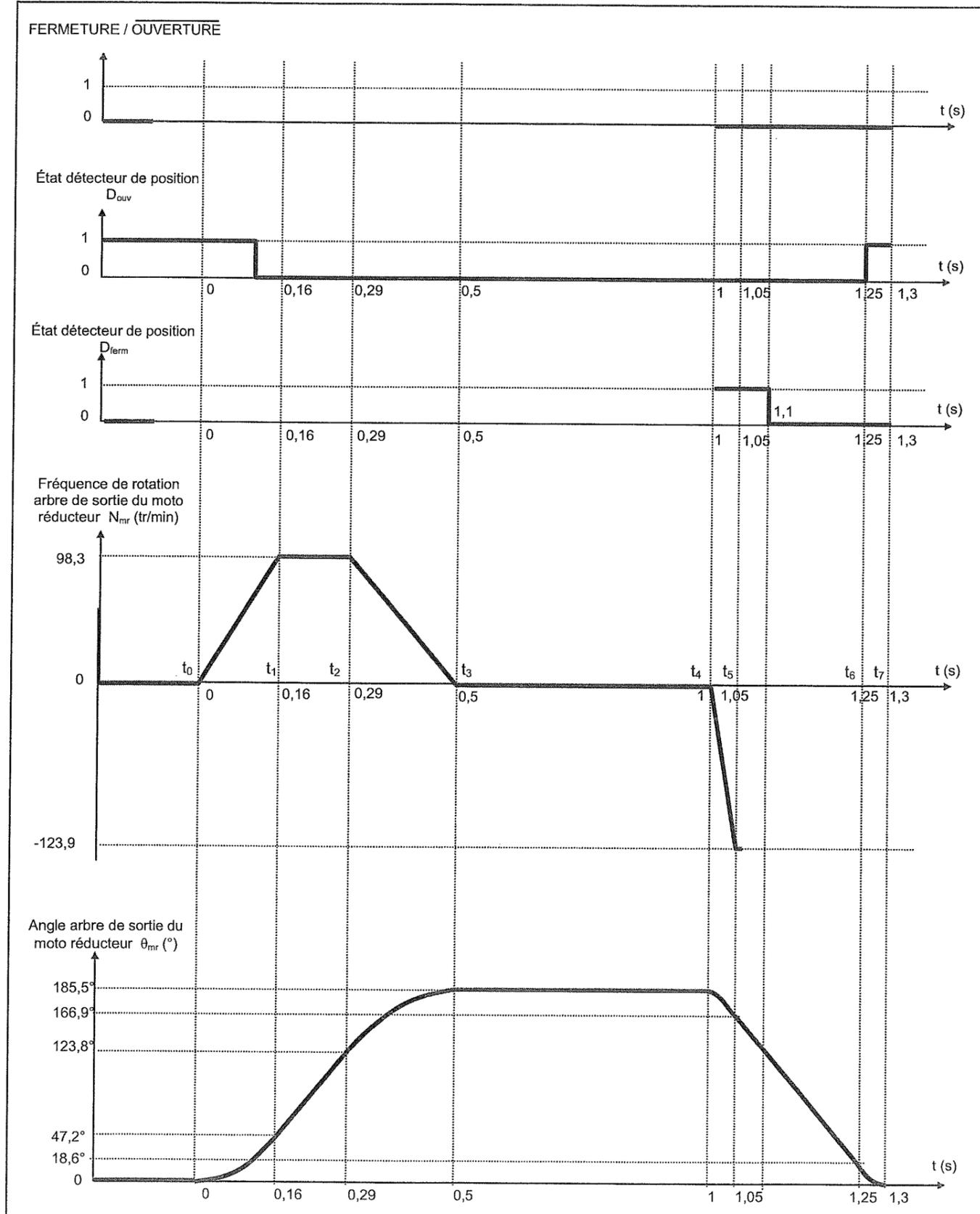


Tableau 4 : évaluation qualitative des puissances

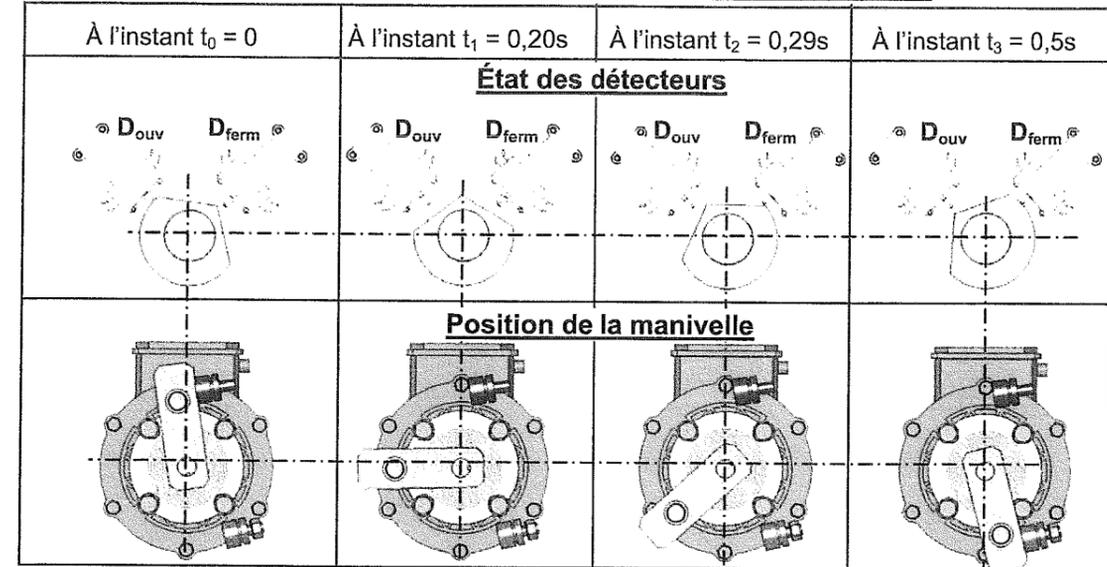
Puissance développée par :	En phase d'ouverture		En phase de fermeture	
	1 → 2	2	2 → 3	3 → 2
le poids de la glace (Q1D)				
l'action du ressort d'équilibrage (Q1E)				
l'action du ressort de déverrouillage (système de sécurité) (Q1F)				

<b>Logique des détecteurs de position et de l'ordre d'ouverture / fermeture</b>	Détecteur de position $D_{ouv}$ actif : $D_{ouv} = \llcorner 1 \llcorner$
	Détecteur de position $D_{ferm}$ actif : $D_{ferm} = \llcorner 1 \llcorner$
	Ordre de fermeture $\Leftrightarrow$ FERMETURE / $\overline{\text{OUVERTURE}} = \llcorner 1 \llcorner$
	Ordre d'ouverture $\Leftrightarrow$ FERMETURE / $\overline{\text{OUVERTURE}} = \llcorner 0 \llcorner$

Figure 7 : chronogrammes d'un cycle de fermeture/ouverture



Positions angulaires de la manivelle et de l'arbre supérieur lors de la fermeture du passage



Positions angulaires de la manivelle et de l'arbre supérieur lors de l'ouverture du passage

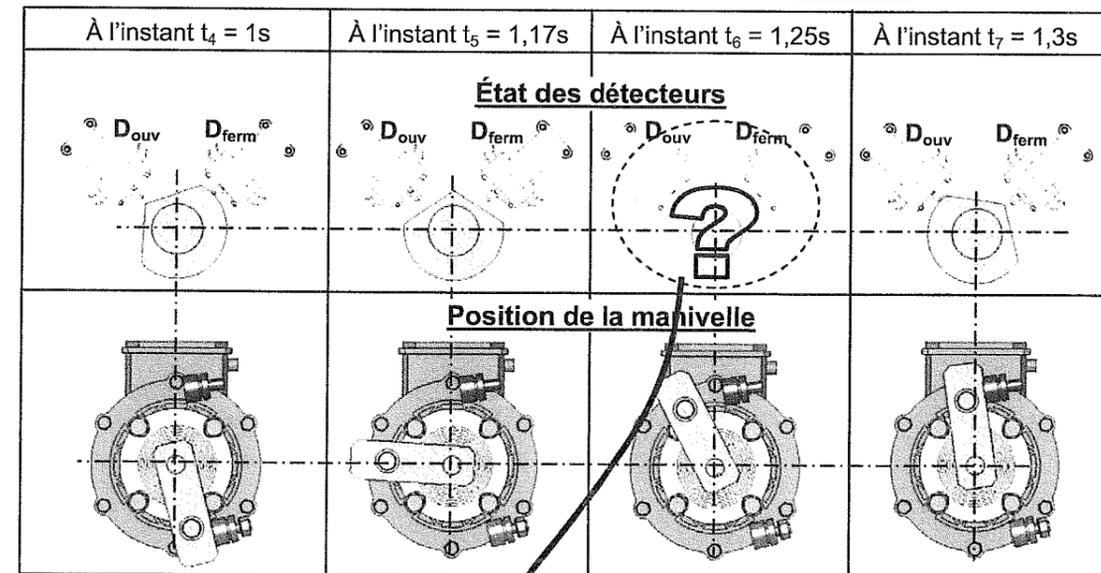


Figure 8 : Représenter ICI à main levée la came de fin de course à  $t_6 = 1,25s$

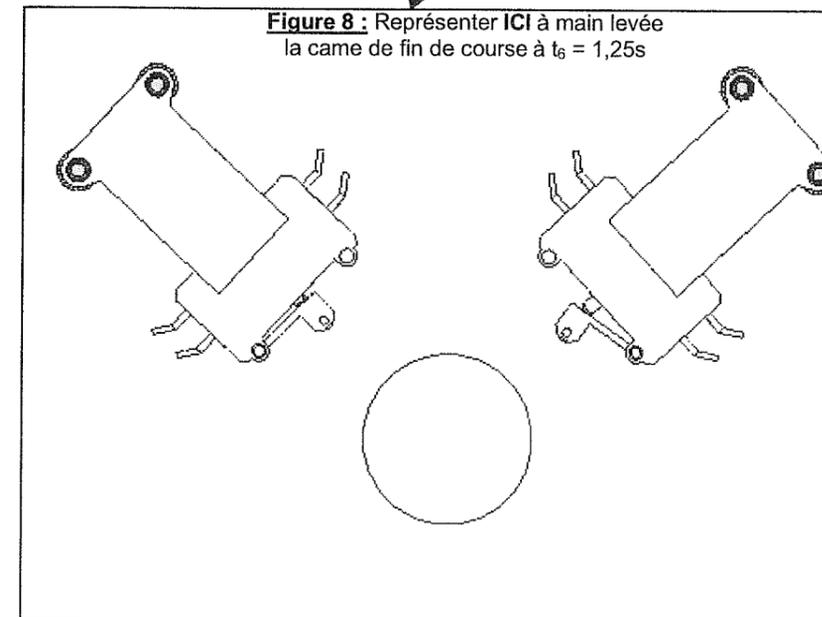


Figure 9: croquis à main levée définissant votre solution en nommant les composants utilisés (Echelle :1).

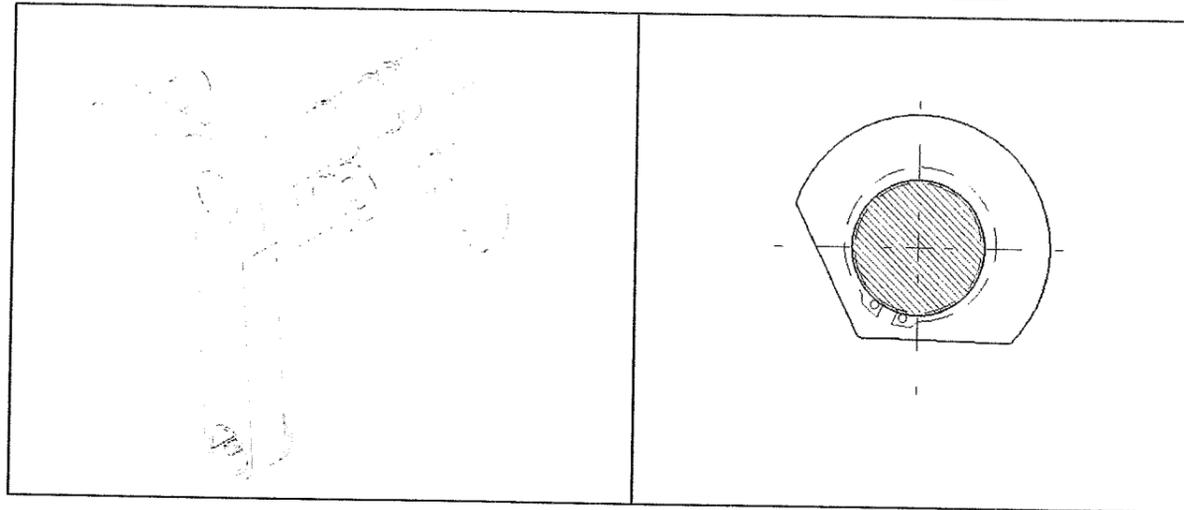


Tableau 5 : adresses de data0

Data0	page				octet		Valeur hexadécimal

Figure 10: signaux envoyés par le lecteur :

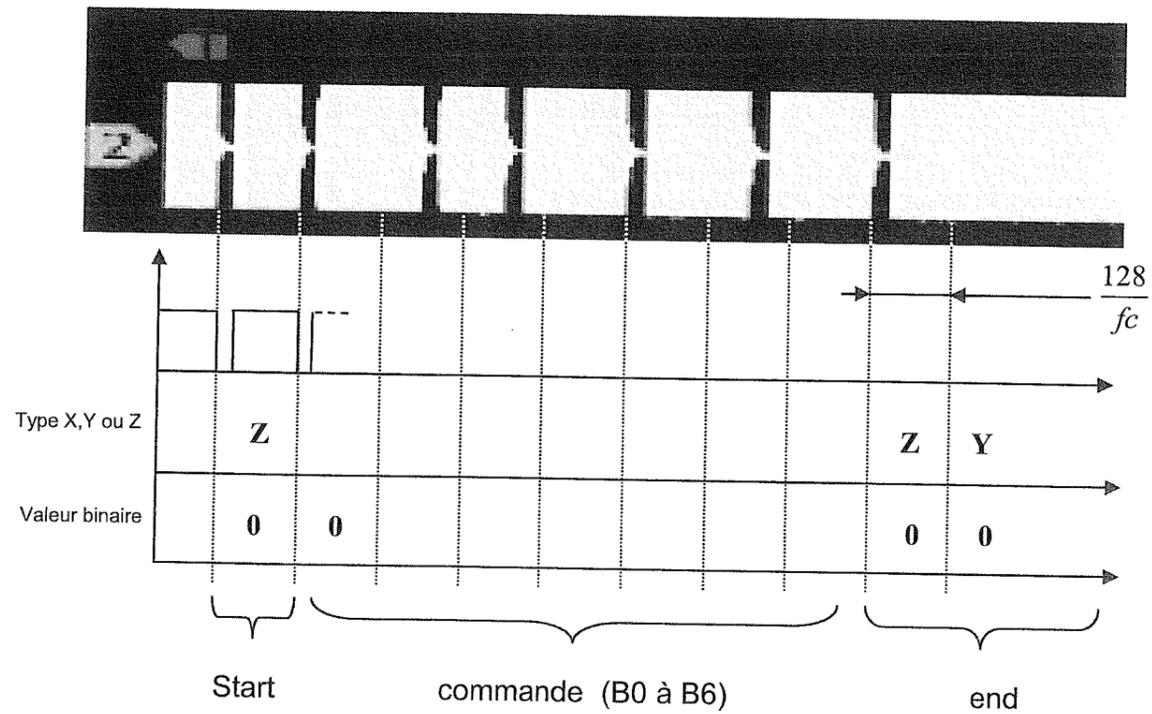
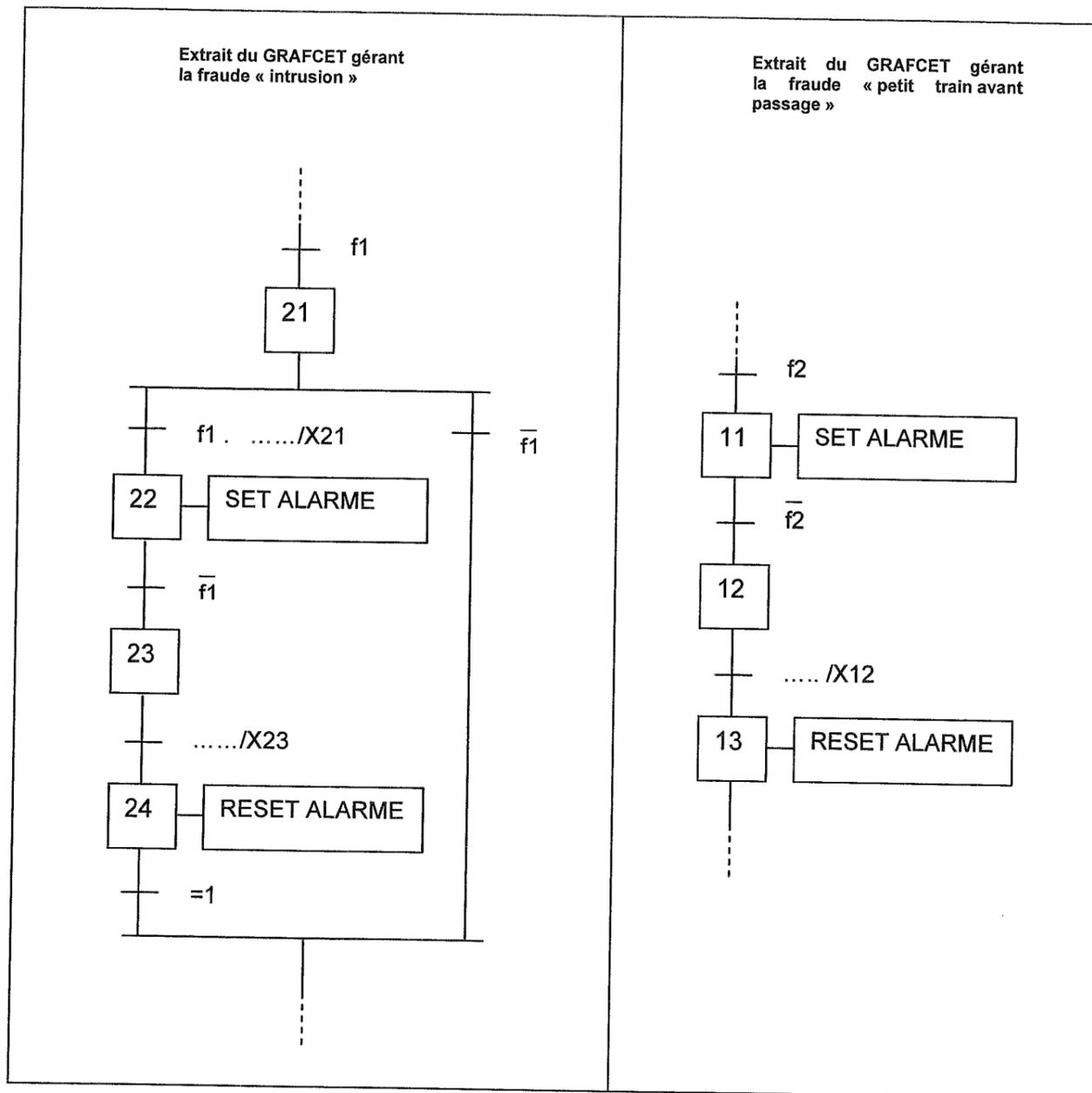


Tableau 6 : commande transmise

bits	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	B6..B0 en hexadécimal	commande
Valeurs									

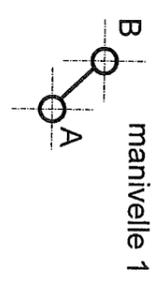
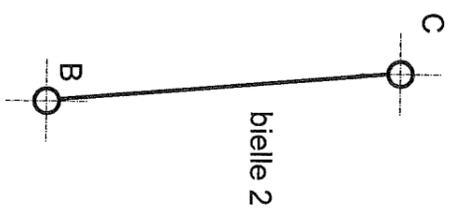
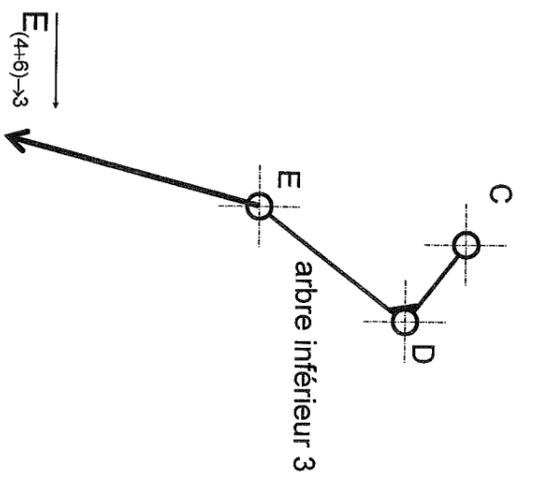
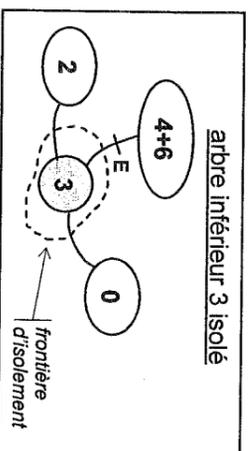
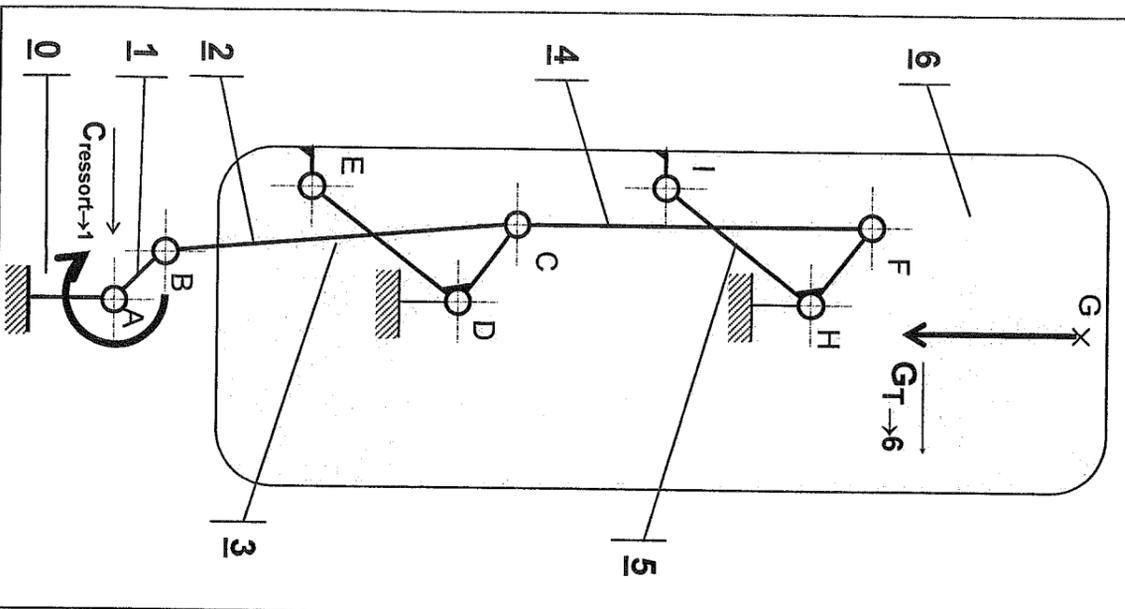


Equations :

$f1 = \dots \dots \dots \cdot (AUT = \dots \dots \dots)$

$f2 = \dots \dots \dots \cdot (AUT < \dots \dots \dots)$

Echelle du dessin : 1:5  
 Echelle des forces : 1mm ⇔ 4N



$$\| \overrightarrow{B} \ 2 \rightarrow 1 \| =$$

$$\| \overrightarrow{Cressort} \rightarrow 1 \| =$$

DR5