

# BACCALAUREAT GENERAL

Session 2006

Série S Sciences de l'ingénieur

## ETUDE D'UN SYSTEME PLURITECHNIQUE

Coefficient : 4

Durée de l'épreuve : 4 heures

*Sont autorisés les calculatrices électroniques et  
le matériel nécessaire à la représentation graphique.  
Aucun document n'est autorisé.*

Les réponses sont à donner sur les documents réponses et sur feuille de copie.  
Il est conseillé de traiter les différentes parties dans l'ordre.

### COFFRE MOTORISE DE 607 PEUGEOT



#### **COMPOSITION DU SUJET :**

Un dossier « TEXTE DU SUJET » de 6 pages :

Une présentation du système à étudier

Six parties de questionnement **A** à **F**

pages 1 à 3

pages 3 à 6

Un dossier « DOSSIER TECHNIQUE » documents **DT1** à **DT6**

Un dossier « DOSSIER REPONSE » documents **DR1** à **DR5**

#### **CONSEILS AU CANDIDAT :**

Vous vérifierez que vous disposez bien de tous les documents définis ci-dessus.

La phase d'appropriation du système passe par la lecture attentive de l'ensemble du sujet. Il est conseillé de consacrer environ 20 minutes à cette phase de découverte.

## PRESENTATION DU SYSTEME

De nos jours de plus en plus d'accessoires équipent les automobiles afin d'améliorer leur confort d'utilisation. Les airbags et ABS autrefois proposés en options sont montés aujourd'hui sur presque toutes les voitures.

La 607 PEUGEOT, voiture haut de gamme, est dotée en série à partir de juillet 2003, d'un équipement destiné à simplifier la vie des utilisateurs : l'ouverture et la fermeture du hayon de coffre sont assistées électriquement.

L'ordre d'ouverture du coffre est donné par la télécommande sur la clé ou le bouton « **0** » du sigle 607.

L'ordre de fermeture est donné par le « **bouton de fermeture** » (cf. figure ci-dessous)

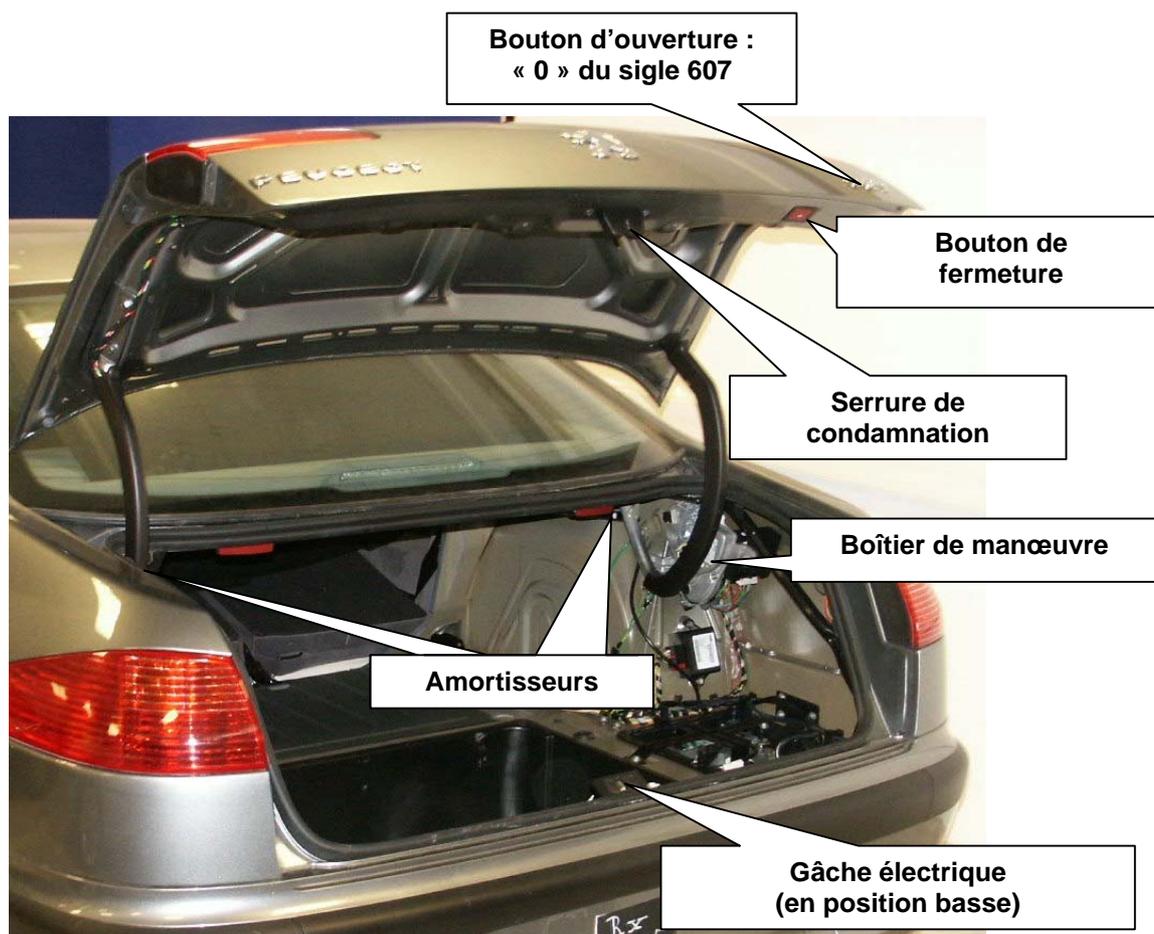
De plus le hayon peut être fermé manuellement, comme un coffre « classique ».

Lorsque le coffre est fermé, une demande d'ouverture provoque :

- le déverrouillage de la « **gâche électrique** » par la « **serrure de condamnation** » ;
- l'ouverture du hayon par le « **boîtier de manœuvre** ».

Lorsque le coffre est ouvert, une demande de fermeture provoque :

- la fermeture du hayon par le « **boîtier de manœuvre** » ;
- la montée de la « **gâche électrique** » lorsque le coffre est presque fermé ;
- le verrouillage mécanique de la serrure sur la gâche puis la descente de celle-ci afin d'écraser les joints d'étanchéité.



## DESCRIPTIFS DES PRINCIPAUX ELEMENTS (VOIR DT3)

**Le boîtier de manœuvre** est le système de motorisation qui comprend :

- un calculateur coffre motorisé ;
- un moteur électrique avec réducteur de vitesse ;
- un embrayage ;
- un capteur angulaire.

**Le calculateur** (non multiplexé sur le bus **CAN** de la voiture) dispose de sa propre alimentation à partir d'une deuxième batterie implantée dans le coffre.

Il gère les fonctions suivantes :

- l'ouverture et la fermeture du hayon de coffre ;
- la position intermédiaire maintenue ;
- la détection d'obstacle (anti-pincement) ;
- la commande de la gâche électrique ;
- le diagnostic du système (avec la prise C001) ;
- sa propre mise en veille, moteur non tournant :
  - coffre fermé, mise en veille après 60 secondes ;
  - coffre grand ouvert ou entrouvert, mise en veille après 10 minutes.

**Le moteur électrique** assure l'ouverture et la fermeture du hayon de coffre par l'inversion de sa tension d'alimentation. Il est équipé d'une protection thermique avec un réarmement automatique.

Par l'intermédiaire de deux réducteurs de vitesse, il entraîne la manivelle **4** (voir **DT1 et DT2**) qui est montée sur l'arbre de sortie du réducteur en **C**. La manivelle **4** entraîne le hayon **2** par l'intermédiaire de la biellette **3**

**Les amortisseurs 5** (un de chaque côté du coffre) assistent les mouvements du hayon, l'effort fourni par chaque amortisseur est constant et d'intensité 350N (voir **DT1** : schéma cinématique plan).

**L'embrayage à commande électrique** assure la liaison en rotation entre les deux réducteurs seulement pendant l'ouverture et la fermeture. Dans les positions extrêmes du coffre (ouvert ou fermé) Il n'assure plus la liaison.

- si la vitesse d'ouverture ou de fermeture augmente le calculateur envoie l'ordre de débrayage. La liaison en rotation est supprimée et il n'y a plus de couple transmis.
- si la vitesse diminue, le calculateur détecte un obstacle, l'embrayage « patine » mais il transmet toujours un couple.

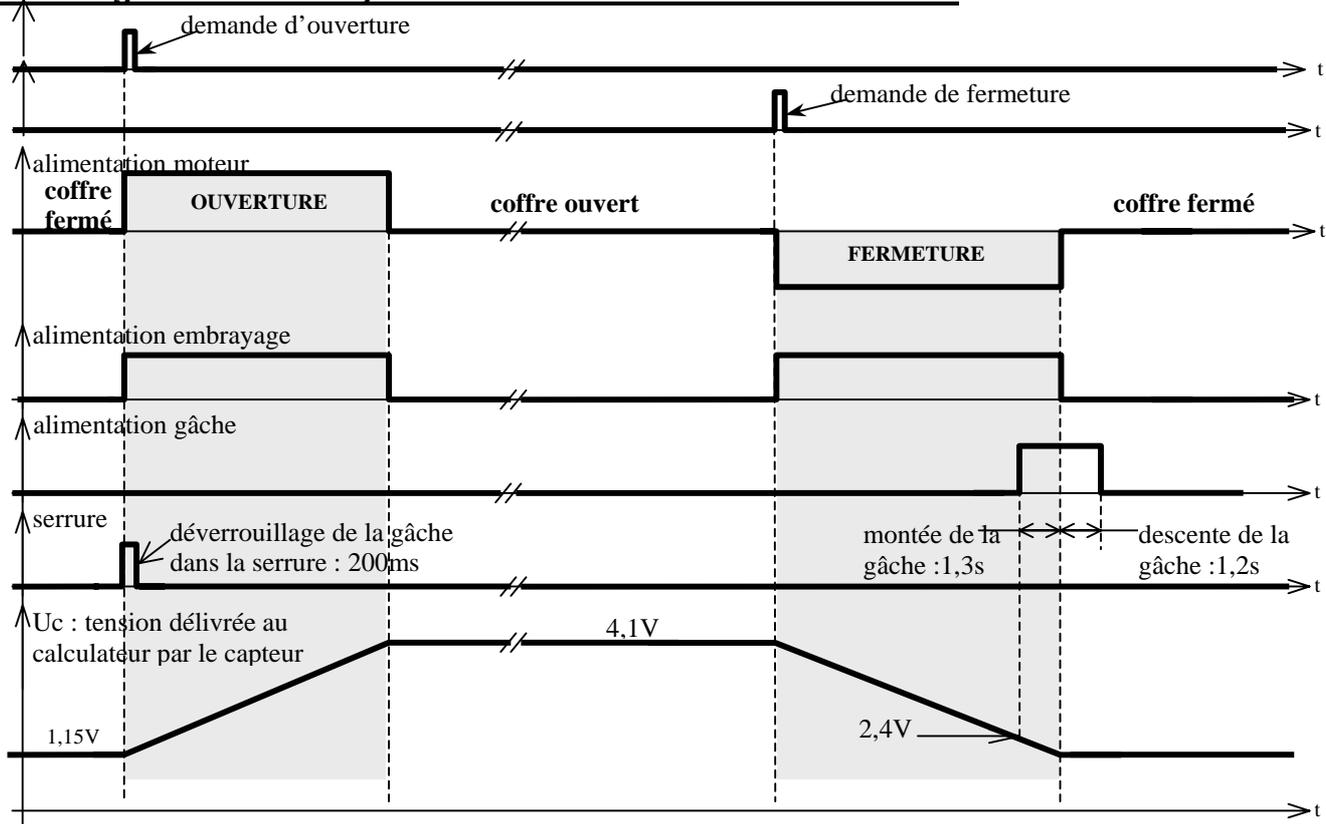
**Le capteur angulaire** renseigne le calculateur sur la position du hayon de coffre en fournissant une tension électrique image de la position.

**Les connexions électriques** entre les différents éléments sont données sur le **DT3**

### Les contraintes du cahier des charges fonctionnelles

- C1** : le coffre motorisé, comme un coffre classique, est assisté de deux amortisseurs qui permettent au coffre de rester ouvert ou fermé lorsque la motorisation est débrayée (au repos). L'effort pour l'ouvrir ou le fermer ne doit pas dépasser 70N.
- C2** : la motorisation étant là pour apporter un confort d'utilisation, les temps d'ouverture et de fermeture doivent être équivalents à ceux d'un coffre non-motorisé (3s à 5s)
- C3** : l'intégration du système doit être simple, aussi seul le capteur angulaire renseigne le calculateur sur la vitesse et la position du hayon de coffre.
- C4** : l'utilisateur doit être protégé contre le risque de pincement à la fermeture du coffre. De même le système réagit si le hayon rencontre un obstacle à l'ouverture.

## Chronogrammes d'un cycle d'ouverture – fermeture du coffre :



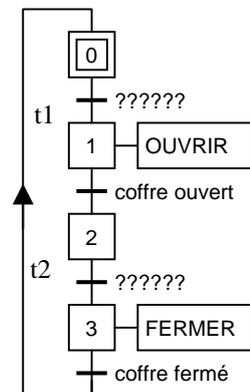
### A – ETUDE FONCTIONNELLE

L'objectif de cette étude est d'appréhender le fonctionnement du coffre motorisé.

**A-1)** Sur votre copie, donner les réceptivités manquantes associées aux transitions t1 et t2 du GRAFCET de fonctionnement ci-contre.

**A-2)** En observant la photo, compléter le FAST partiel du DR1 en indiquant les différentes solutions techniques retenues pour réaliser les fonctions techniques.

**A-3)** Sur votre copie, définir la nature et la caractéristique des énergies aux points 2, 3, et 4 de la chaîne d'énergie du DT1 puis donner le nom de l'élément qui assure la fonction **CONVERTIR**.



**A-4)** En vous aidant du DT3 compléter sur le DR2 les entrées et sorties pour le calculateur provenant des différents organes, préciser dans le tableau de quels types d'entrées et sorties il s'agit (analogique, numérique ou logique).

## **B – VALIDATION DU CHOIX DES AMORTISSEURS**

Le coffre étant ouvert au maximum, la biellette **3** (voir **DT1** : schéma cinématique plan) n'exerce aucune action mécanique sur le hayon. Sans la présence des amortisseurs (un de chaque côté), le hayon ne tiendrait pas ouvert, il se fermerait seul sous son propre poids.

L'objectif de cette étude est :

- De calculer l'effort minimal que doit fournir chaque amortisseur pour maintenir le hayon ouvert.
- De vérifier que l'intensité de l'effort manuel de fermeture reste inférieure à 70N.

**B-1)** Déterminer l'effort sur un vérin

- Hypothèses : le problème est plan, les liaisons sont parfaites, le poids des amortisseurs est négligeable.
- Données : le poids  $\vec{P}$  du hayon est appliqué en **G**, intensité 160N.
- Pour l'inventaire des Actions Mécaniques Extérieures, utilisez les repères des pièces.
- Toutes les constructions graphiques se feront sur le document DR3.

Pour le coffre ouvert au maximum, **sur le DR3**,

- Etudier l'équilibre du solide **5** « tige + corps » représentant les deux amortisseurs.  
Nommer les actions mécaniques.  
Après application du PFS que peut-on en déduire ?
- Etudier l'équilibre du hayon **2**.  
Nommer les actions mécaniques  
Après application du PFS en déduire les efforts par une résolution graphique.
- En déduire l'effort que doit fournir **UN** amortisseur.
- Le choix des amortisseurs fait par le constructeur est-il validé ?

**B-2)** Les courbes du **DT4**, établies à l'aide d'un logiciel de simulation mécanique, donnent les composantes sur les axes x et y ainsi que l'intensité de l'effort manuel en fonction de l'angle  $\alpha$  qu'il faut exercer en **H** sur le hayon (voir **DT1** : schéma cinématique plan) pour le maintenir en équilibre.

Répondre **sur votre copie** :

- Quelle est la particularité de l'action manuelle pour  $\alpha = 27,7^\circ$  ?
- Que se passe-t-il si on relâche le hayon avant cette position (si  $\alpha > 27,7^\circ$ ) ? Après cette position ? Justifier les réponses.
- La condition sur l'intensité maximale de l'effort manuel de fermeture est-elle vérifiée ?

## **C – ETUDE DU TEMPS D'OUVERTURE**

Le constructeur désire que le coffre motorisé mette le même temps pour s'ouvrir qu'un coffre non motorisé, c'est à dire entre 3 et 5 secondes.

L'objectif de cette étude est de valider le temps d'ouverture (ou de fermeture) du coffre prévu par le constructeur.

**C-1)** **Sur votre copie** calculer le rapport de réduction global  $N_m/N_s$  (entre le moteur à courant continu et le secteur denté). Le **DT5** vous donne les caractéristiques des engrenages et les notations à utiliser pour les fréquences de rotation.

**C-2)** Dans le **DT6** on donne la vitesse de rotation nominale du moteur électrique :

$$N_m = 3300 \text{tr/mn.}$$

L'angle d'ouverture du hayon de coffre est de  $89^\circ$ . Ceci correspond à un angle de  $68,4^\circ$  pour le secteur denté - manivelle **4** (valeur déterminée grâce au logiciel de simulation mécanique).

Calculer **sur votre copie**  $N_S$  la vitesse de rotation du secteur denté puis  $T_{OUV}$  le temps que met le hayon pour s'ouvrir (ou se fermer).

**C-3)** Relever les temps d'ouverture et de fermeture du hayon sur l'oscillogramme de  $U_c$  (tension délivrée au calculateur par le capteur angulaire) fourni sur le **DT6**.

**C-4) Conclusion :**

Le temps calculé et les temps relevés correspondent-ils aux valeurs du cahier des charges fonctionnelles ?

## D – ETUDE DES BUTEES FIN DE COURSE

*Pour des raisons d'encombrement il n'y a pas de capteurs fins de course détectant les positions coffre ouvert ou coffre fermé et ainsi permettant au calculateur de commander l'arrêt de l'ouverture ou de la fermeture.*

*C'est une tension électrique  $U_c$  délivrée par le capteur angulaire (potentiomètre) entraîné par le secteur denté **4**, qui renseigne le calculateur sur la position du hayon.*

*L'objectif de cette étude est de vérifier que ce capteur peut aussi être utilisé comme capteur fin de course.*

**D-1)** La tension  $U_c$  est connectée sur l'entrée analogique du calculateur. Celle-ci est constituée d'un Convertisseur Analogique Numérique (CAN) 8 bits pour une tension d'entrée entre 0 et 5V.

– Sachant que la caractéristique est linéaire, écrire sur le **DR4** l'équation de  $N$  (en valeur décimale) en fonction de la tension d'entrée  $U_c$ .

– Sur le **DR4** remplir le tableau des niveaux de tensions  $U_c$  donnés par le capteur angulaire correspondant aux positions coffre ouvert ( $U_{c_{ouv}}$ ) et coffre fermé ( $U_{c_{fer}}$ ).

Compléter sur le **DR4** le tableau donnant les valeurs converties par le CAN des tensions  $U_{c_{ouv}}$  et  $U_{c_{fer}}$  en décimal, binaire et hexadécimal.

– Compléter la dernière ligne du tableau sur le **DR4** pour la tension  $U_c = 2,4V$  (tension pour laquelle le calculateur commande la montée de la gâche).

**D-2)** Compléter sur le **DR4** les algorigrammes partiels de l'ouverture et la fermeture du hayon pour la détection des butées haute (coffre ouvert) et basse (coffre fermé). Compléter ensuite l'algorithme pour l'ouverture.

**D-3) Conclusion :**

La solution étudiée permet-elle de s'affranchir des capteurs fin de course ? Justifier votre réponse.

## E – VALIDATION DU CHOIX DU MOTEUR

*L'utilisateur doit être protégé contre le risque de pincement à la fermeture du coffre, mais aussi si le système détecte un obstacle à l'ouverture. Ainsi la puissance maximale fournie par le moteur correspond à la phase de patinage de l'embrayage.*

*L'objectif de cette étude est de valider le choix du moteur électrique fait par le constructeur.*

**E-1)** Sur le **DT6** on donne un oscillogramme de  $U_{mot}$  (tension aux bornes du moteur) et  $U_c$  (tension délivrée par le capteur angulaire) pour la fermeture du coffre lorsque le hayon bute sur un obstacle.

**Sur votre copie** indiquer simplement la réaction du hayon lorsque celui-ci rencontre un obstacle (ici à la fermeture) pour les zones notées ① à ⑤.

**E-2)** Inversion du sens de rotation :

Afin d'inverser le sens de rotation du moteur et donc le sens de déplacement du hayon de coffre on utilise le schéma électrique donné sur le **DR4**.

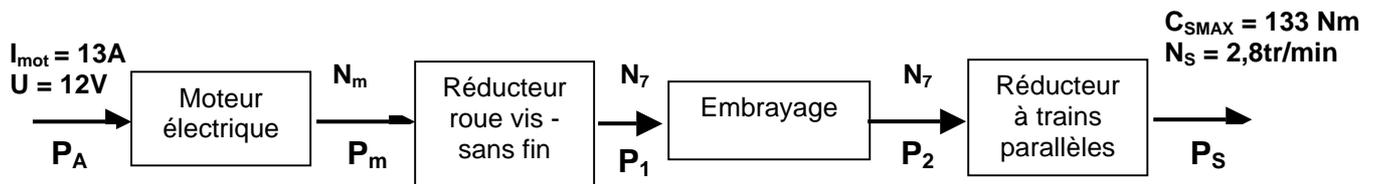
Tracer sur ce schéma, le sens de circulation des courants pour les 2 sens de fonctionnement du moteur (utiliser 2 couleurs différentes).

Dans chaque cas pour la tension aux bornes du moteur  $U_{mot}$  compléter le tableau en indiquant l'état de chaque transistor (**P** pour passant ou **N** pour non passant).

**E-3)** Dimensionnement du moteur électrique.

Le constructeur a fixé à 15N la force maximum de pincement admissible (action en **H**, voir sur le **DT1** : schéma cinématique), intensité de la force à partir de laquelle l'embrayage patine.

En laboratoire on a mesuré, en sortie du réducteur à trains parallèles, le couple maximum exercé sur la manivelle **4**, à partir duquel l'embrayage patine :  $C_{SMAX} = 133Nm$ .



– **Juste avant le patinage**, l'arbre de sortie du réducteur tourne encore à  $N_S = 2,8tr/min$  et on admet que le couple disponible est le couple de patinage  $C_{SMAX}$ . **Sur votre copie**, en déduire la puissance mécanique  $P_S$  (puissance en sortie du réducteur) fournie à la manivelle **4**.

– On donne sur le **DT6** les différents rendements des engrenages. Calculer la puissance  $P_m$  fournie par le moteur à courant continu juste avant le patinage.

– Lorsque l'embrayage patine on a mesuré le courant absorbé par le moteur :  $I_{mot} = 13A$ . Calculer  $P_A$  la puissance absorbée par le moteur puis  $P_{m2}$  la puissance fournie au mécanisme.

**E-4) Conclusion :**

Comparer les puissances  $P_m$  et  $P_{m2}$  avec celle donnée par le constructeur du moteur. Le choix du moteur est-t-il validé ?

## F – ETUDE D'UNE MODIFICATION CONSTRUCTIVE

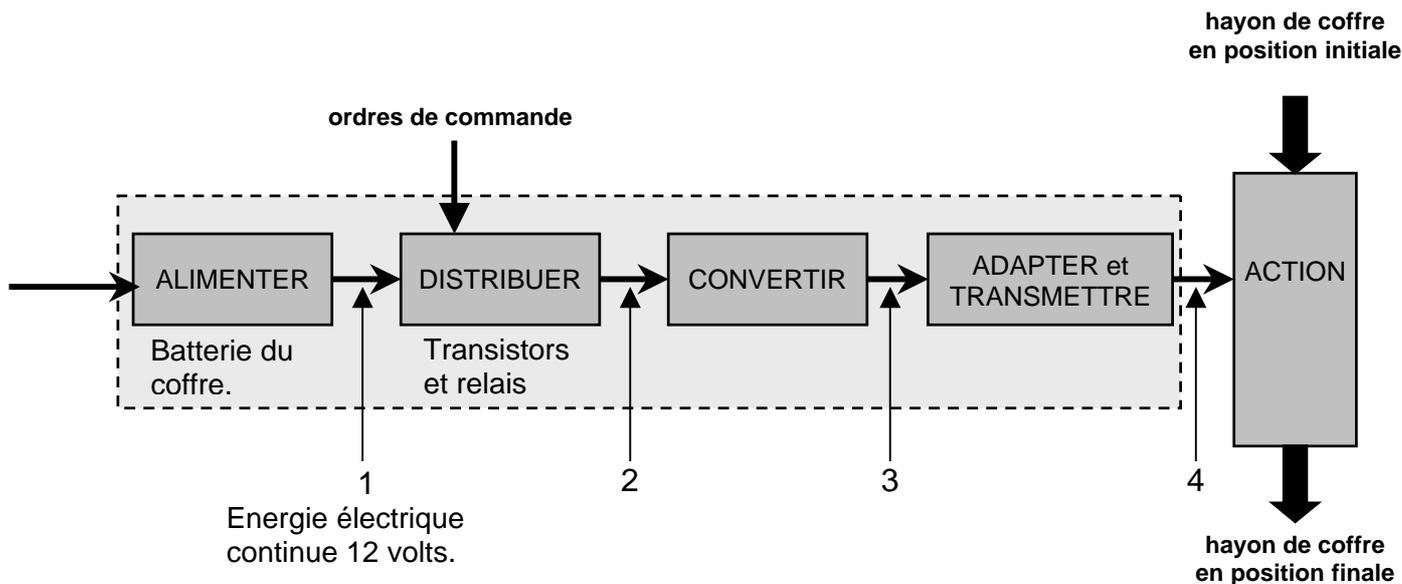
*Le constructeur désire pouvoir adapter son système à d'autres types de véhicules. De nouvelles contraintes impliquent une rotule démontable en bout de manivelle **4**.*

**F-1)** Définir sur le **DR5** les caractéristiques de la liaison manivelle / sphère de la rotule.

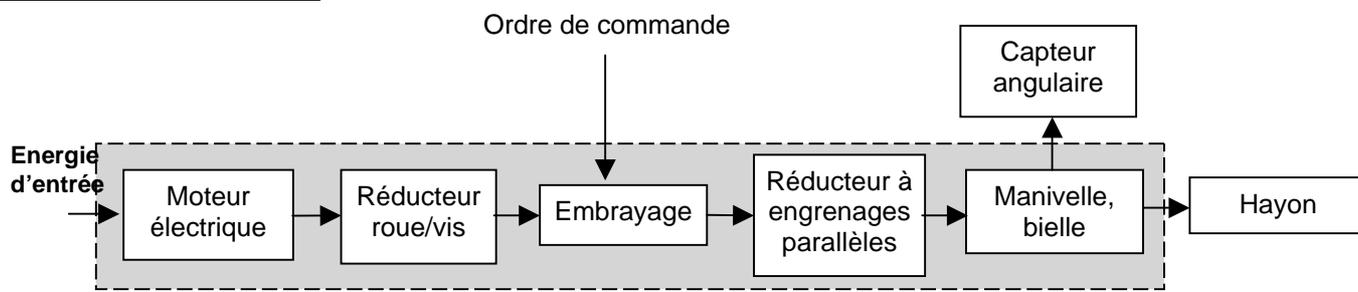
**F-2)** Modification de la solution constructive. Proposez sur le **DR5** un croquis définissant votre solution en nommant les composants utilisés.

# DOCUMENT TECHNIQUE DT1

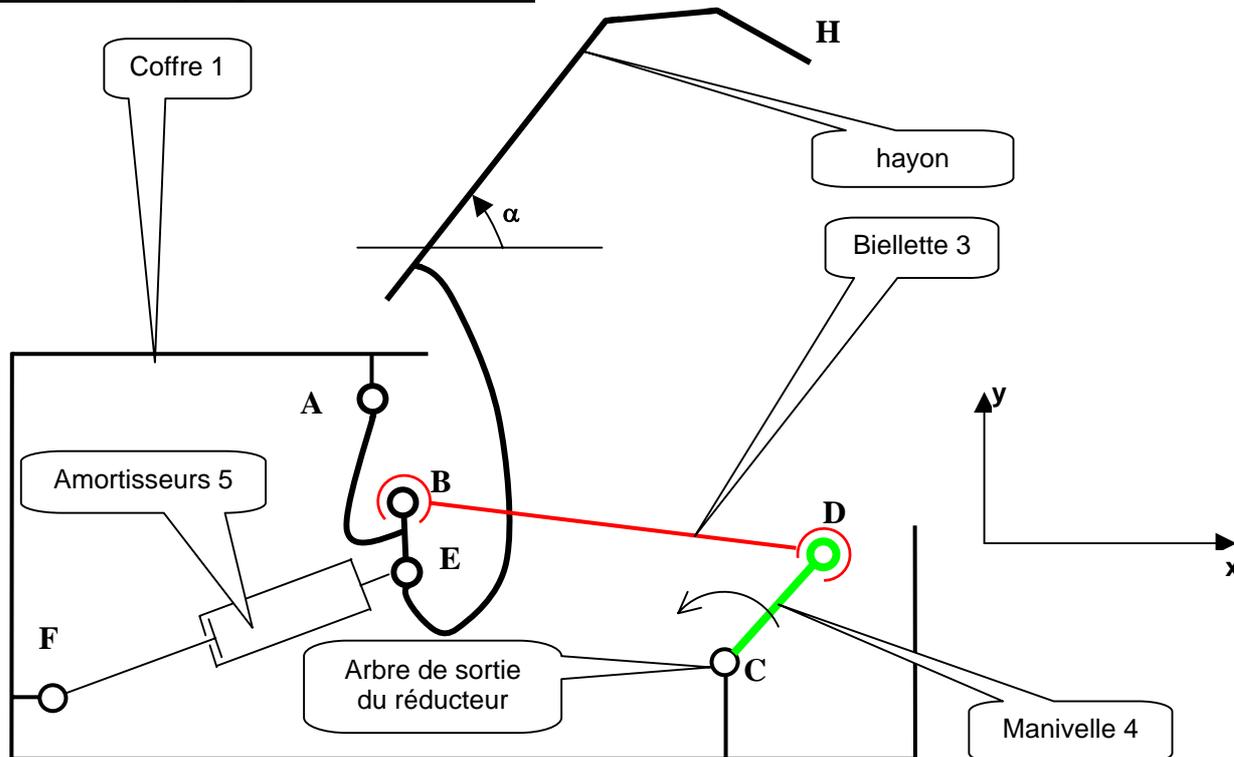
## Chaîne d'énergie fonctionnelle pour le boîtier de manœuvre de coffre



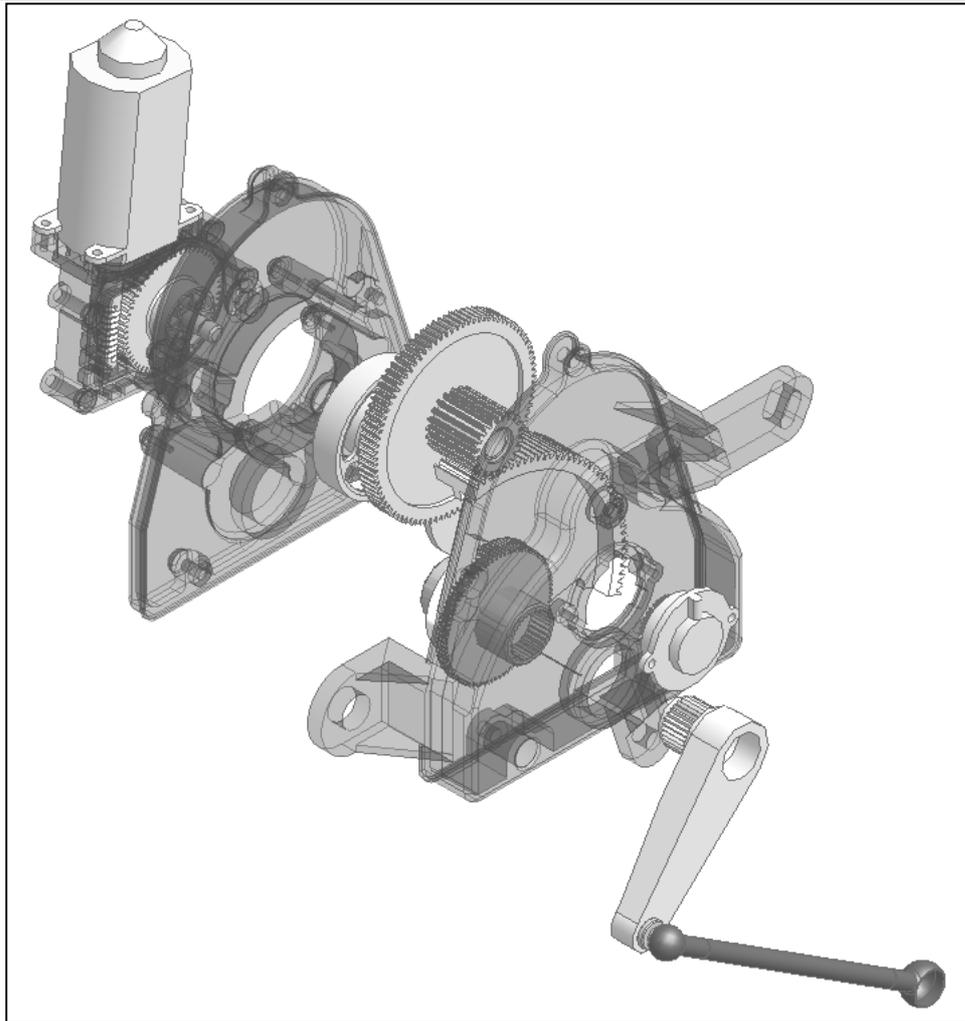
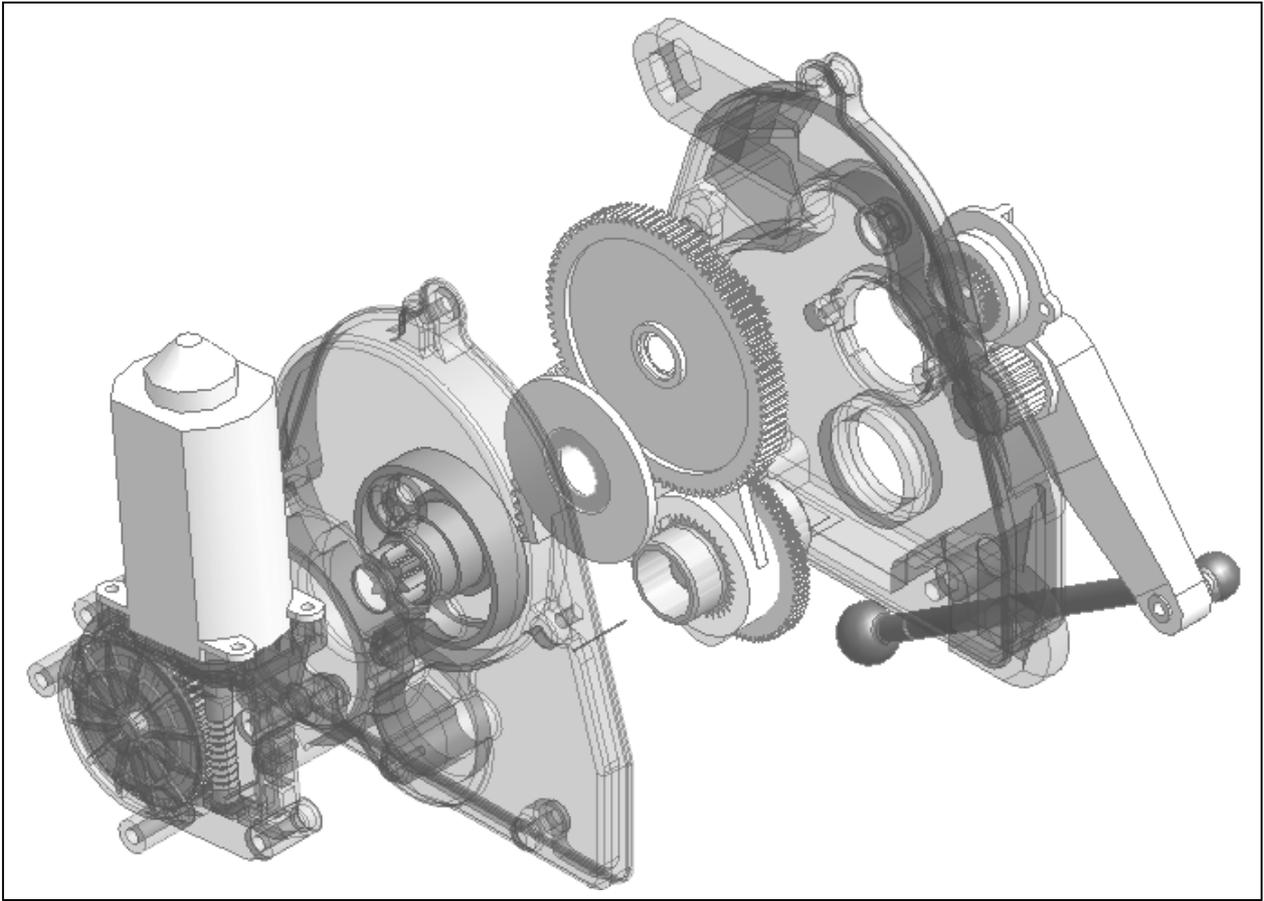
### Solutions techniques



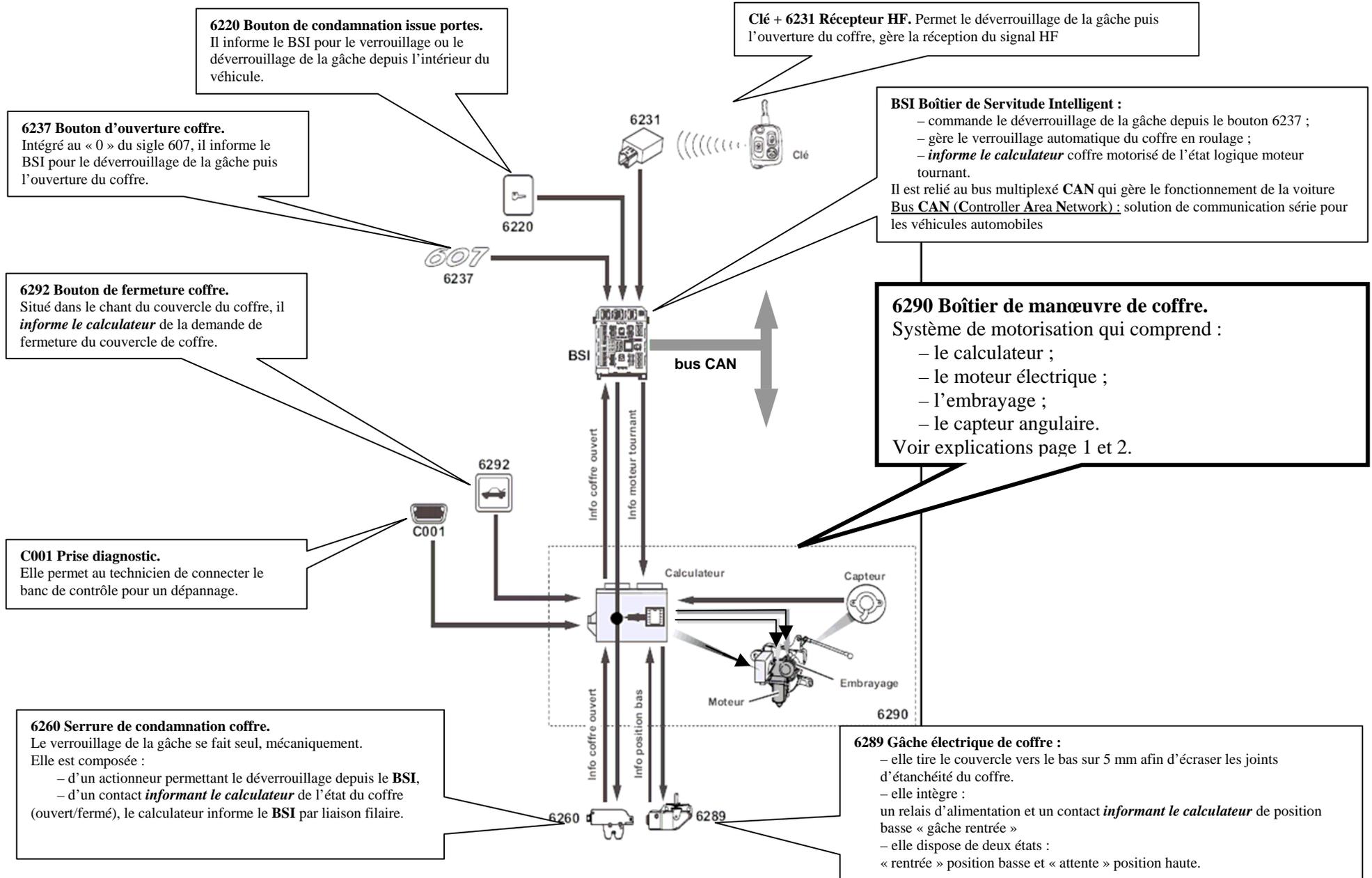
### Schéma cinématique plan du mécanisme



**DOCUMENT TECHNIQUE DT2**



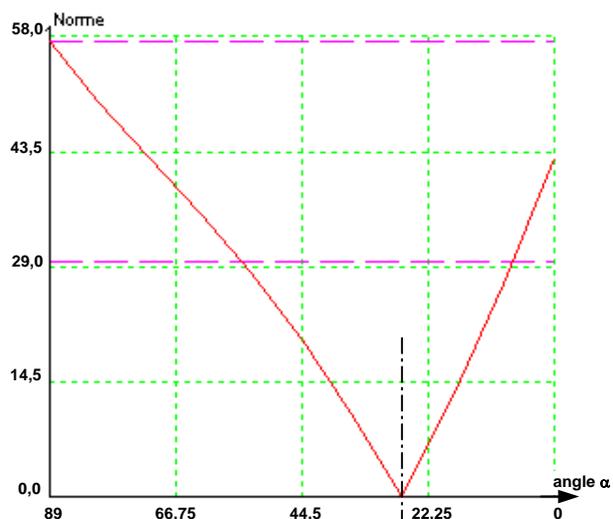
## DOCUMENT TECHNIQUE DT3



# DOCUMENT TECHNIQUE DT4

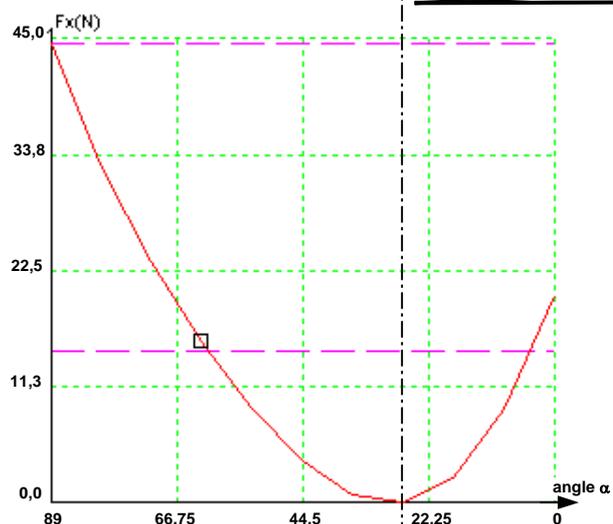
## Action manuelle en H, permettant l'équilibre du hayon

$t = 0, \alpha = 89^\circ$  hayon ouvert  
 $t = 4s, \alpha = 0^\circ$  hayon fermé

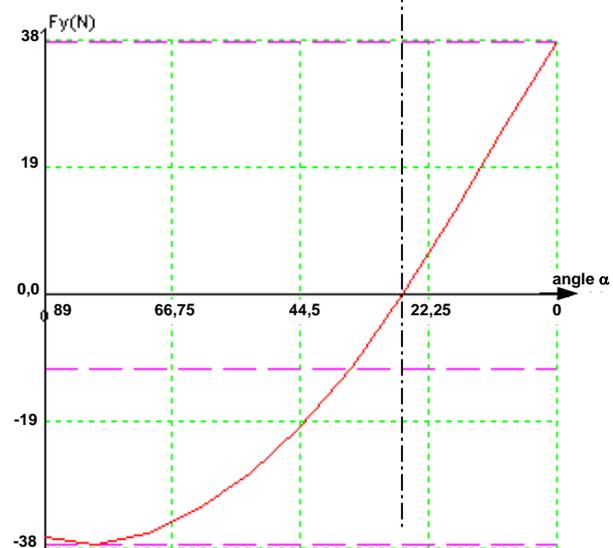


Intensité de l'action manuelle

$\alpha = 27,7^\circ$

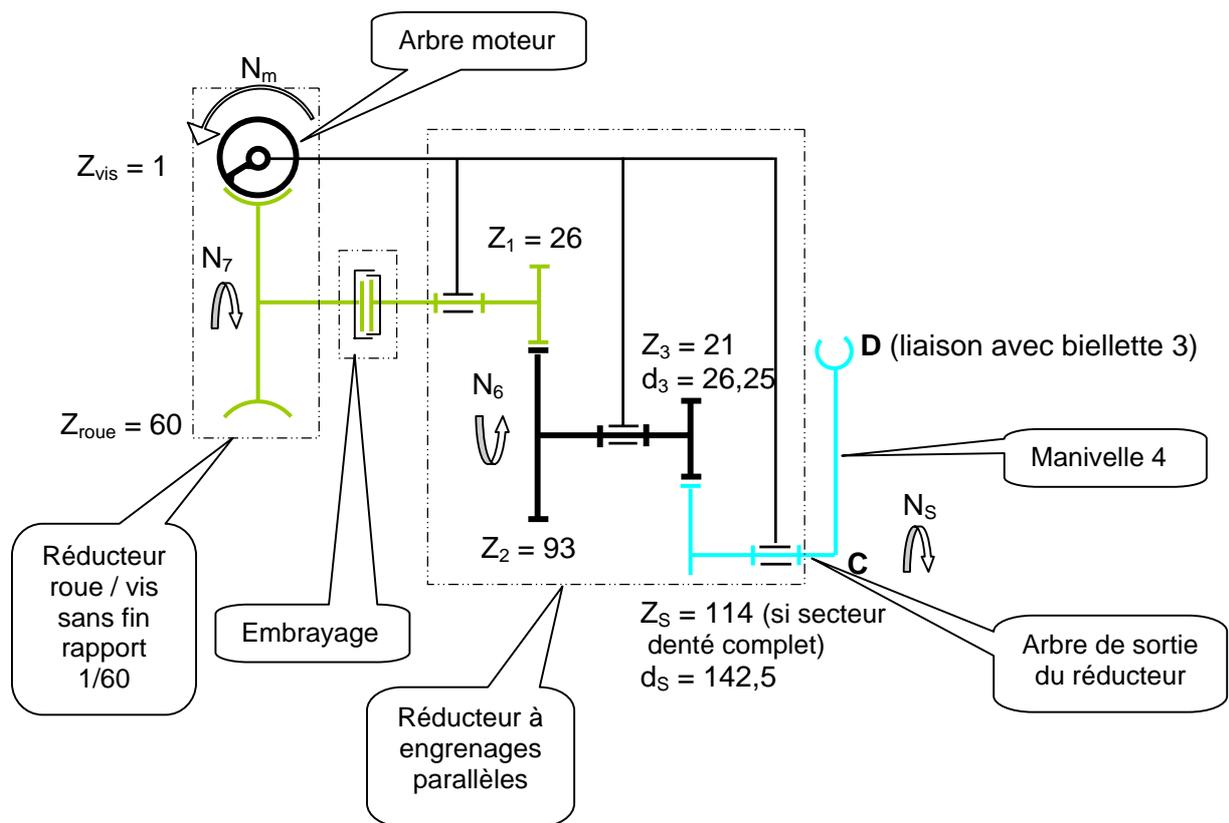


Composante sur x de l'action manuelle

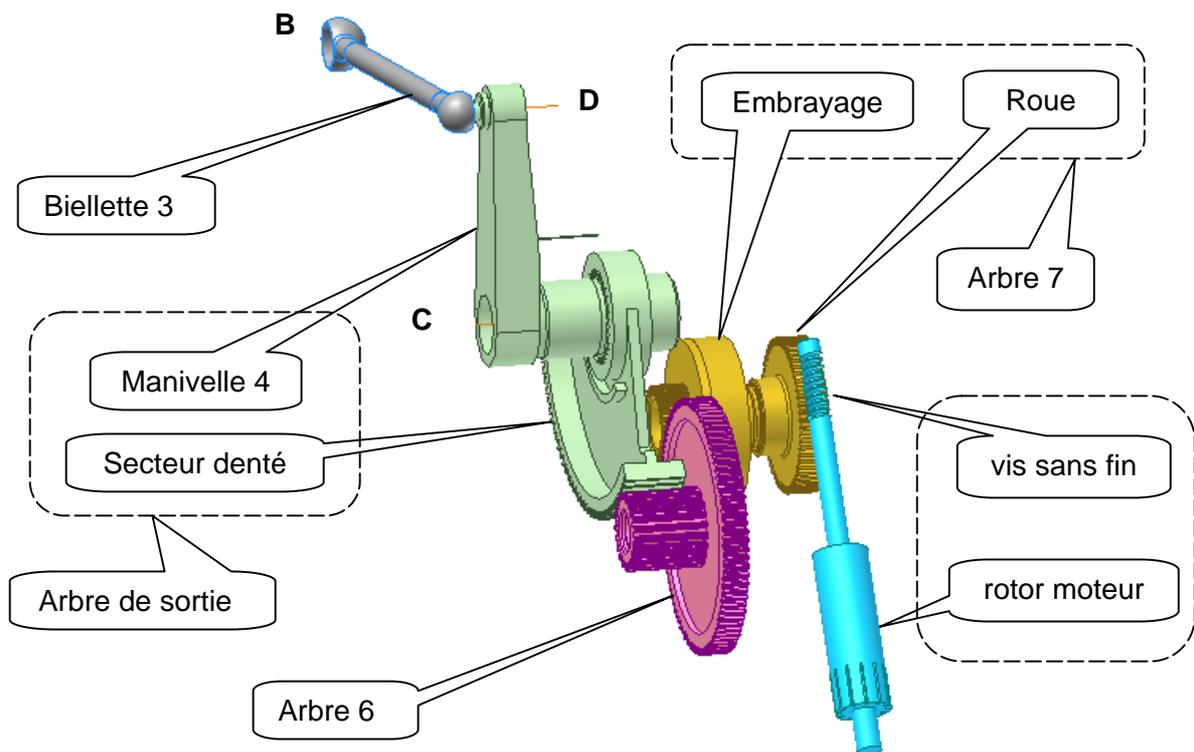


Composante sur y de l'action manuelle

**Schéma cinématique des réducteurs de vitesse.**



**Perspective DAO du mécanisme ci dessus.**



## DOCUMENT TECHNIQUE DT6

### Caractéristiques du moteur à courant continu.

$U = 12V$  ;  $P = 135W$  ;  $N_m = 3300tr/min$  ; rendement  $\eta_M = 65\%$

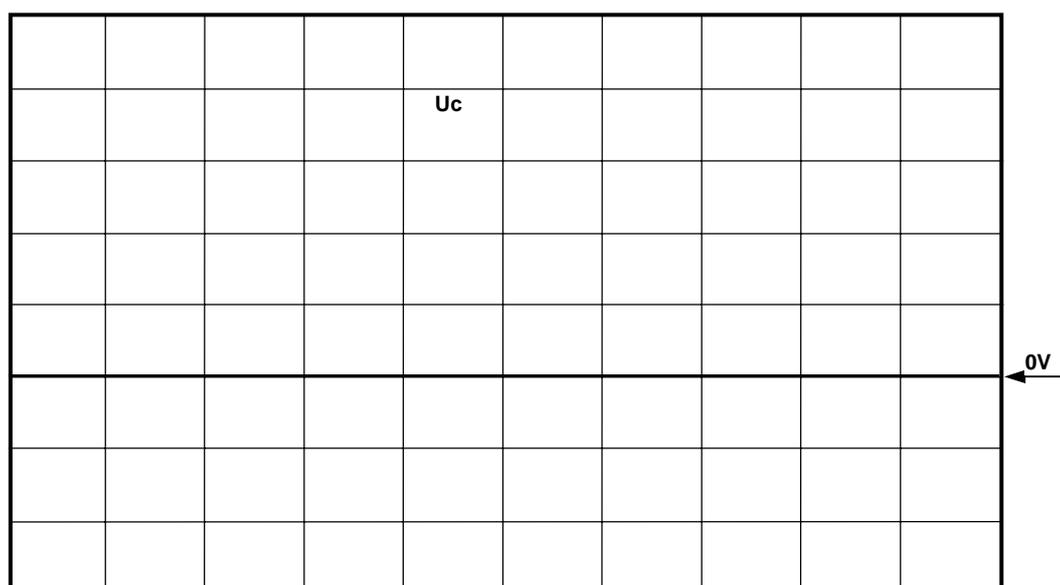
### Rendements des engrenages.

Roue – vis sans fin :  $\eta_{RV} = 0,5$

Pignon d'embrayage – roue pignon double :  $\eta_1 = 0,9$

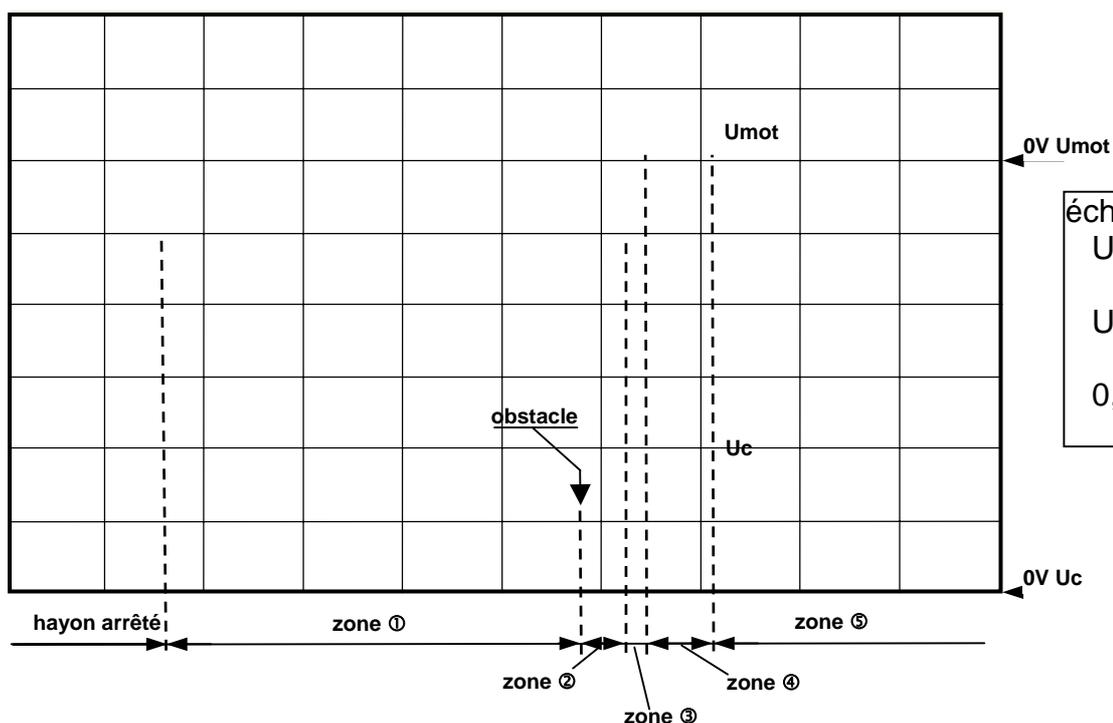
Pignon double – secteur denté :  $\eta_2 = 0,9$

### Oscillogramme de $U_c$ pour un cycle ouverture puis fermeture.



échelles :  
 $U_c$  : 1V par div  
2s par div

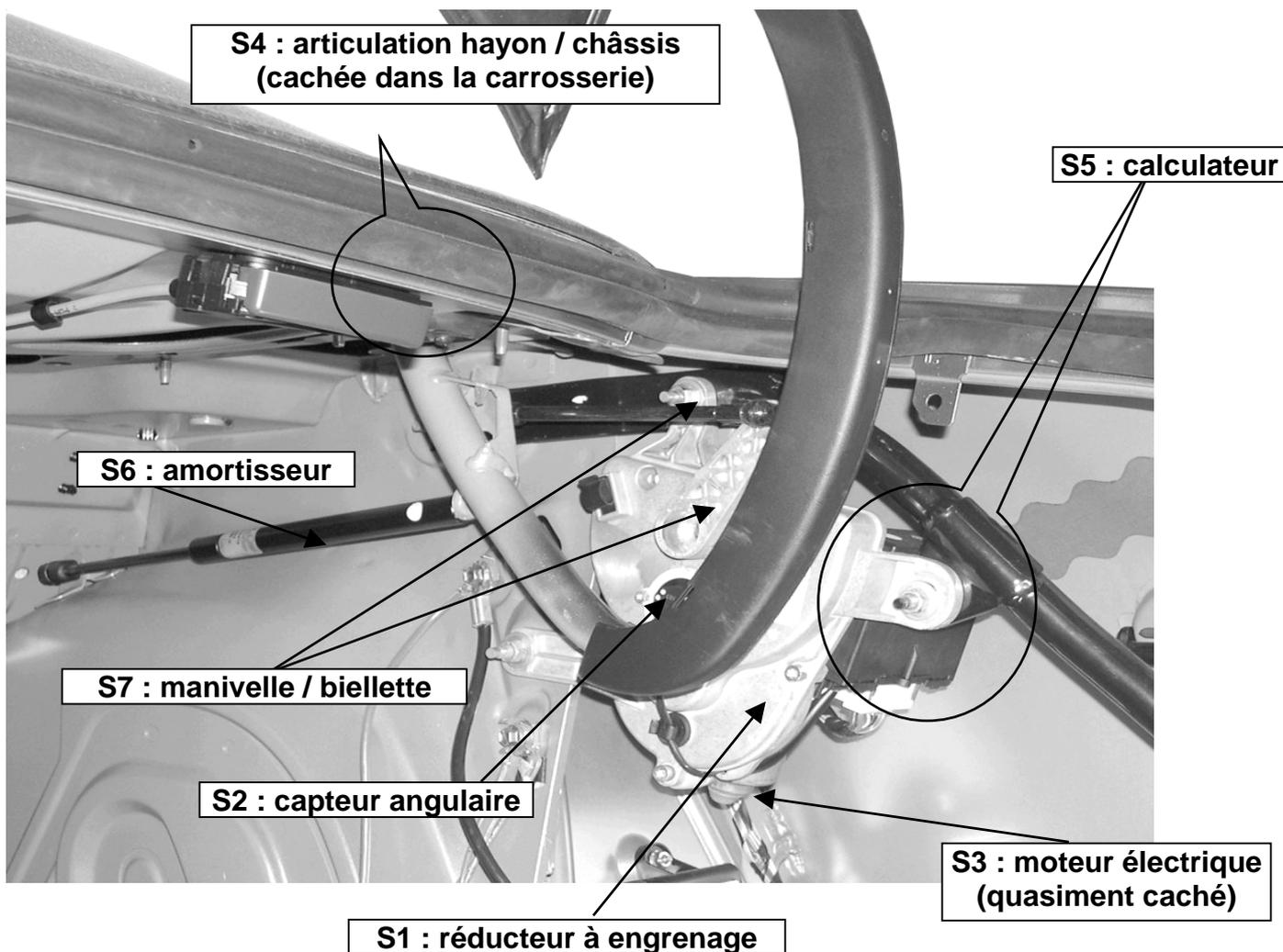
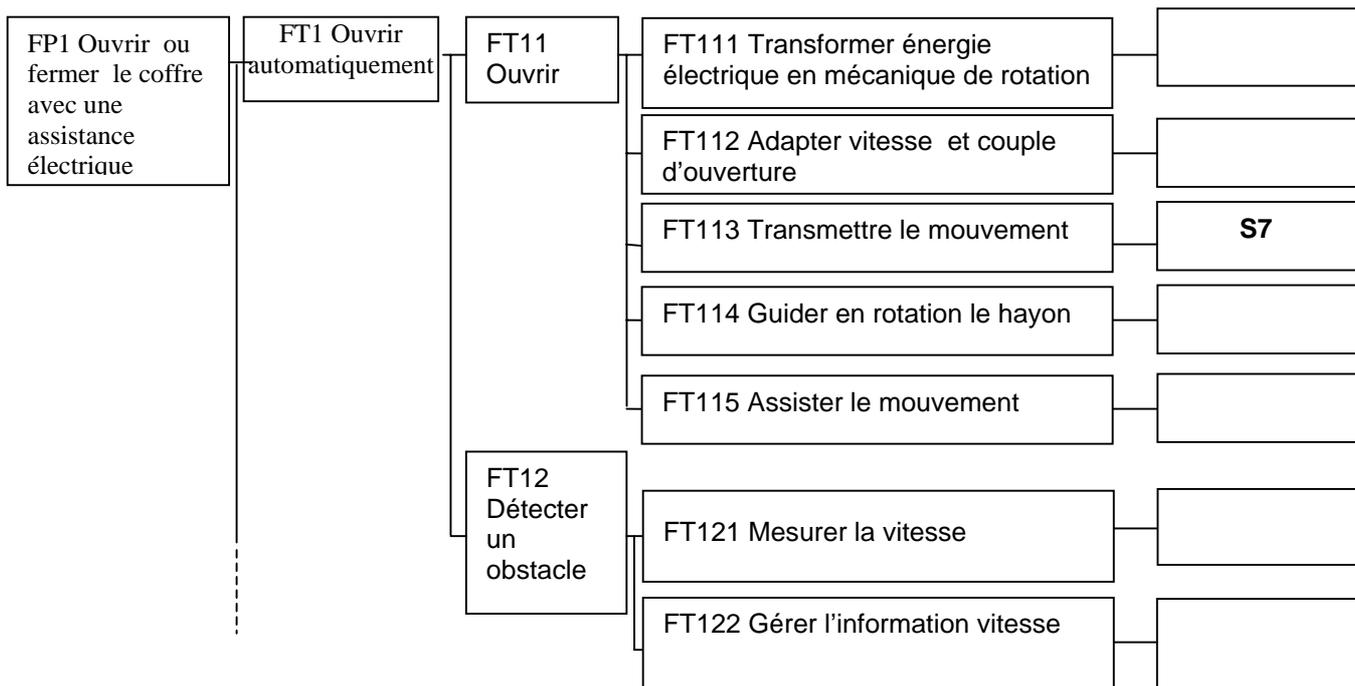
### Oscillogramme de $U_{mot}$ et $U_c$ pour une fermeture avec obstacle.



échelles :  
 $U_{mot}$  : 10V par div  
 $U_c$  : 1V par div  
0,5s par div

# DOCUMENT REPONSE DR1

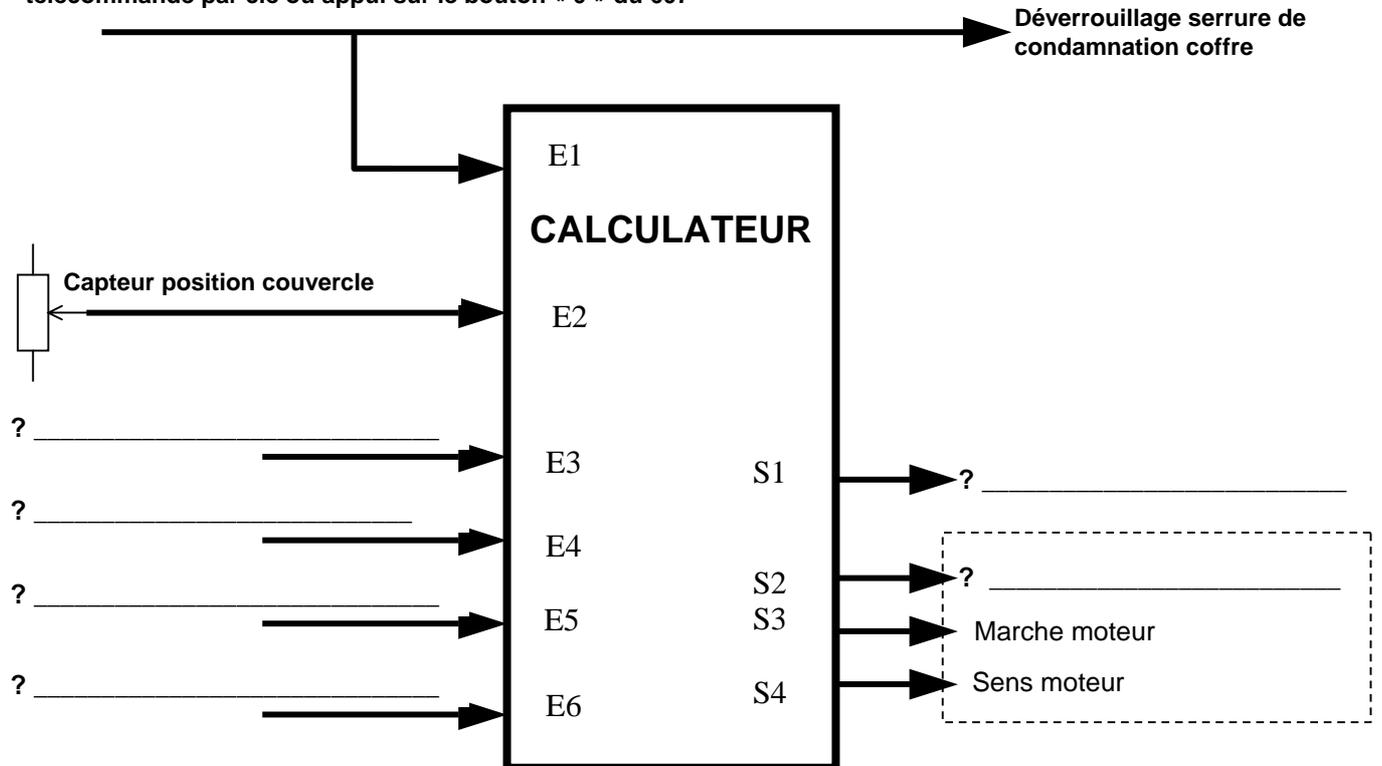
**A-2)**



## DOCUMENT REPOSE DR2

### A-4) Entrées et sorties du calculateur.

Déverrouillage depuis le BSI :  
télécommande par clé ou appui sur le bouton « 0 » du 607



Types d'entrées / sorties (tableau à compléter avec analogique, numérique ou logique)

Entrées	Type	Sorties	Type
E2 : Capteur de position		S1	
E3		S2	
E4		S3 : Marche moteur	logique
E5		S4 : Sens moteur	
E6			

## DOCUMENT REPONSE DR3

### Question B-1

1- Isoler le solide **5**

Nommer les Actions Mécaniques Extérieures : ? \_\_\_\_\_

Conclusion du Principe Fondamental de la Statique :

? \_\_\_\_\_

2- Isoler le hayon **2**

Nommer les Actions Mécaniques Extérieures : ? \_\_\_\_\_

PFS : \_\_\_\_\_

Epure à l'échelle 1 : 5  
Echelle des forces : 1mm pour 2N



Effort dans un amortisseur = ? \_\_\_\_\_

Validation du choix constructeur : ? \_\_\_\_\_

**DOCUMENT REPONSE DR4**

**D-1) Tension  $U_c$  issue du capteur d'angle.**

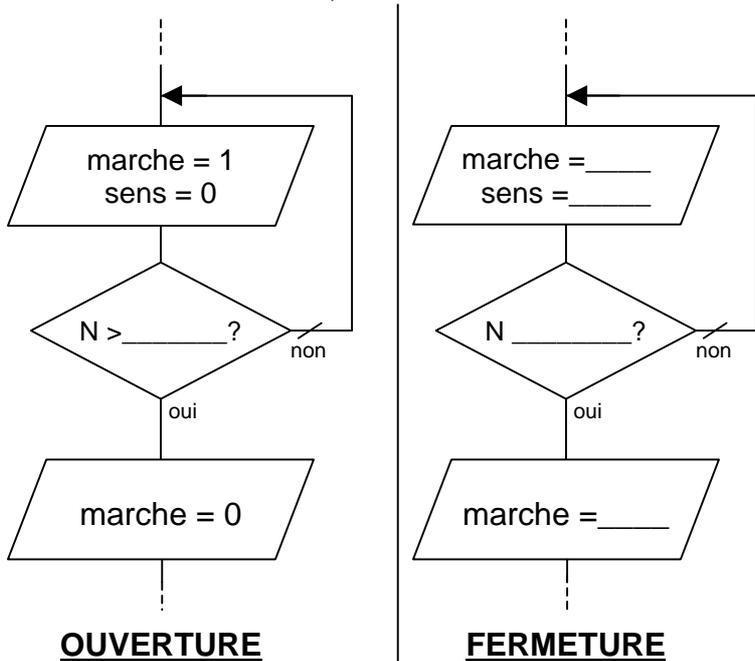
Sortie du CAN : N =

Tension $U_c$	N : sortie du CAN		
	décimal	binaire	hexadécimal
$U_{c_{ouv}} =$		%	\$
$U_{c_{fer}} =$		%	\$
2,4V		%	\$

**D-2) Algorithmes et algorithme.**

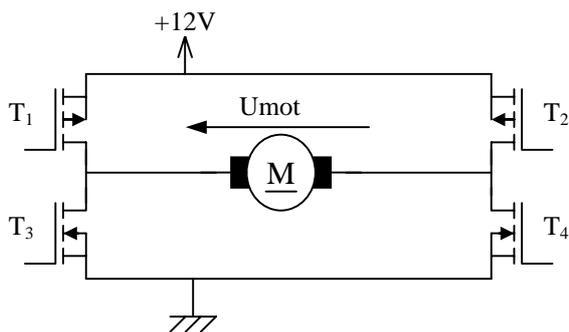
sens = 0 : ouverture ; sens = 1 : fermeture

marche = 0 : arrêt moteur ; marche = 1 : alimentation moteur



Algorithme pour l'ouverture :  
 ....  
 REPETER  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 JUSQU'A  
 \_\_\_\_\_  
 FIN REPETER  
 \_\_\_\_\_

**E-2) Inversion du sens de rotation :**



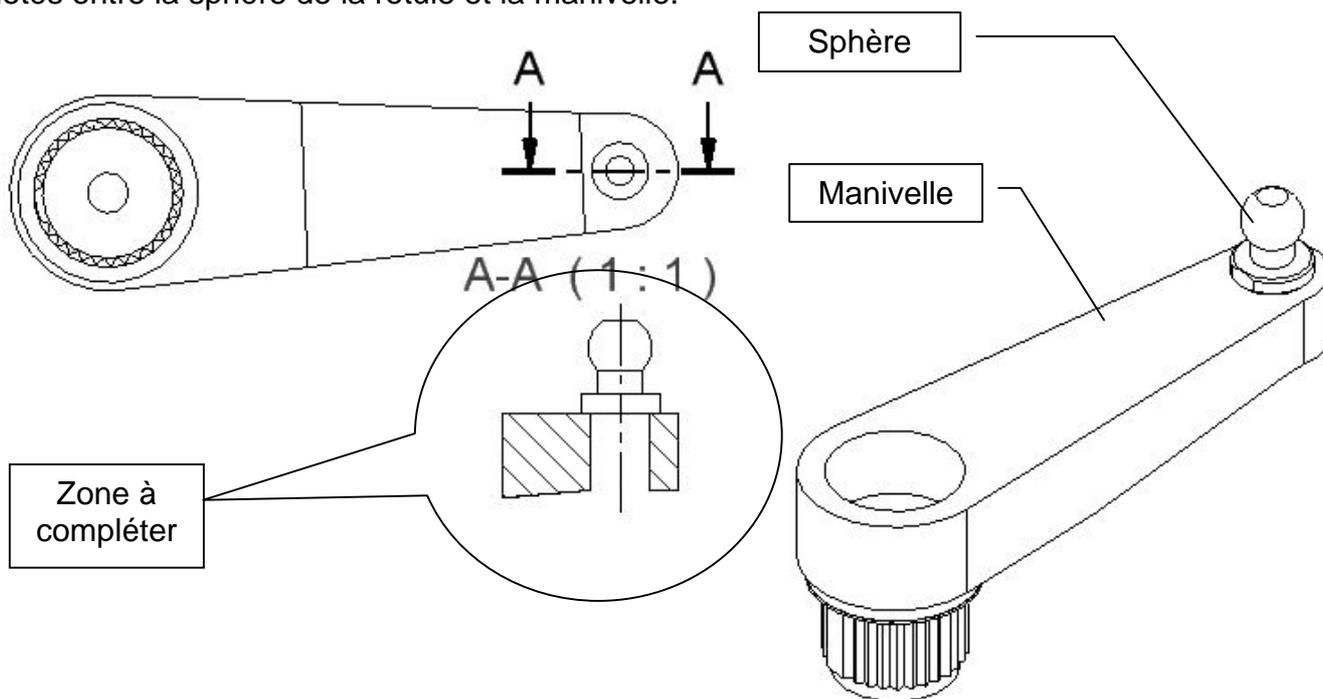
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
$U_{mot} > 0$				
$U_{mot} < 0$				

## DOCUMENT REPONSE DR5

**F-1)** Rayez les mentions inutiles



**F-2)** Réalisez dans la zone à compléter une liaison complète, rigide, démontable par éléments filetés entre la sphère de la rotule et la manivelle.



ECROUS HEXAGONAUX							
d	Pas	a	h	d	Pas	a	h
M1,6	0,35	3,2	1	M5	0,8	8	2,7
M2	0,4	4	1,2	M6	1	10	3,2
M2,5	0,45	5	1,6	M8	1,25	13	4
M3	0,5	5,5	1,8	M10	1,5	16	5
M4	0,7	7	2,2	M12	1,75	18	6

RONDELLES ELASTIQUES					
d	b	e	d	b	e
3	5,2	1	8	13,4	2,5
4	7,3	1,5	10	16,5	3
5	8,3	1,5	12	20	3,5
6	10,4	2	16	25	4

Avec becs

Sans bec

Acier XC 60 traité 44 ≤ HRC ≤ 50