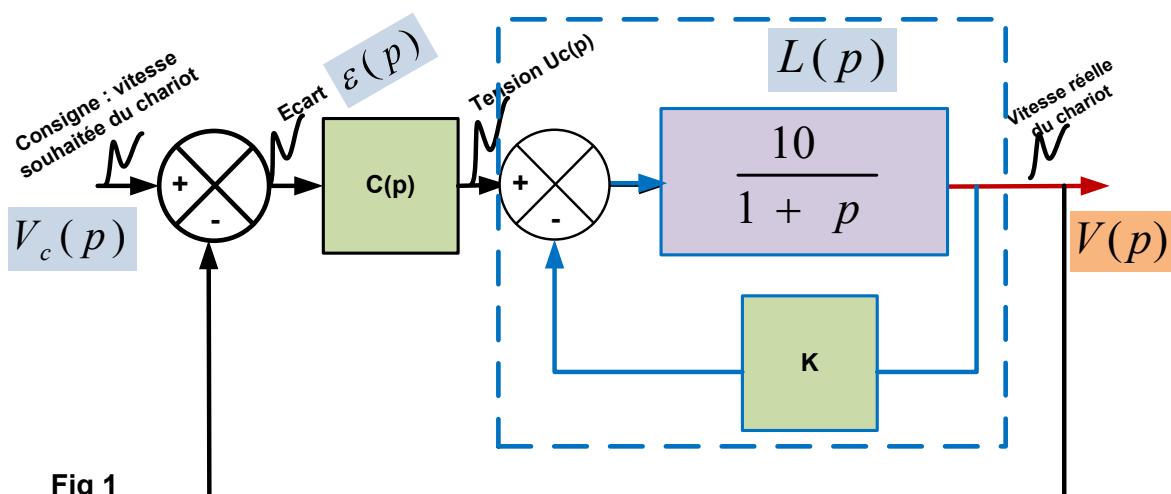


Ce Concours Blanc de fin de semestre en Sciences de l'Ingénieur va porter sur trois thèmes distincts : **un système de commande d'ouvrants pilotés de véhicule automobile dans un premier temps, un second thème Borne rétractable traitera uniquement une partie des notions abordées dans la synthèse des TP cycle 1 et enfin un dernier thème portera sur la cinématique des mécanismes** (déjà évaluée précédemment). Le premier thème (dit thème 0) correspond à des questions de cours ou d'application simple. **Calculatrice autorisée !!**

### THEME 0 : QUESTION DE COURS (ET APPLI SIMPLE)

26% DE LA NOTE FINALE

0.1-On donne le schéma bloc simplifié (figure 1) d'un système d'asservissement en vitesse d'un chariot.



Pour ces questions, vous noterez sur votre feuille la bonne réponse en l'**encadrant** (calcul à réaliser sur votre feuille de façon propre et soignée, pas de justification =0 pour la réponse).

0.1-a Pour la boucle interne (encadrée en pointillée) retrouver la bonne fonction de transfert dans les solutions proposées :

Solution a	Solution b	Solution c
$H1(p) = \frac{V(p)}{U_c(p)} = \frac{10}{10K + 1 + p}$	$H1(p) = \frac{V(p)}{U_c(p)} = \frac{10K}{10K + 1 + p}$	$H1(p) = \frac{V(p)}{U_c(p)} = \frac{10}{10K + p}$

0.1-b La fonction ainsi obtenue  $H1(p)$  est :

Solution a	Solution b	Solution c
$H1(p)$ est une fonction du second ordre de classe 1	$H1(p)$ est une fonction du premier ordre de classe 0	$H1(p)$ est une fonction du second ordre de classe 0

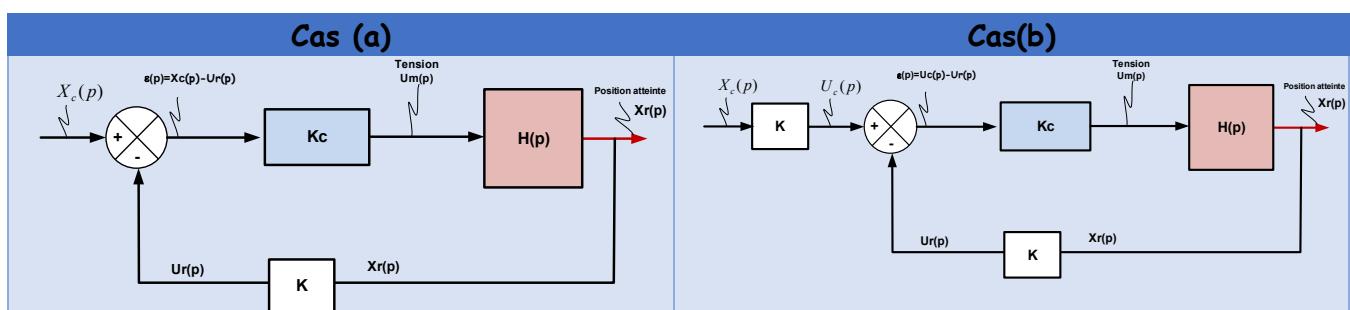
0.1-c Si on suppose un correcteur de type intégral  $C(p) = \frac{K}{p}$ , pour une consigne en échelon (pour la vitesse), l'erreur de ce système asservi sera :

Solution a	Solution b	Solution c
L'erreur sera non nulle et égale à $1/1+K$	L'erreur sera infinie	L'erreur sera nulle (donc le système sera précis)

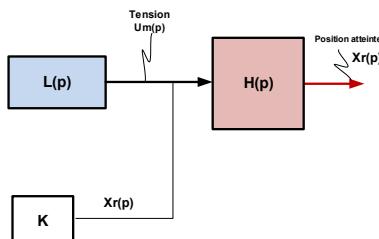
0.1-d Si on suppose un correcteur de type intégral  $C(p) = K$ , la fonction de transfert totale du système asservi donc :  $H(p) = \frac{V(p)}{V_c(p)}$  sera

Solution a	Solution b	Solution c
Un modèle du premier ordre de classe 0	Un modèle du second ordre de classe 1	Un modèle du second ordre de classe 0

0.2- Un étudiant a tracé les schémas blocs d'un asservissement suivants, son camarade lui indique qu'il y en a un qui est faux. Identifier celui-ci et expliquer pourquoi en une phrase claire et précise !!



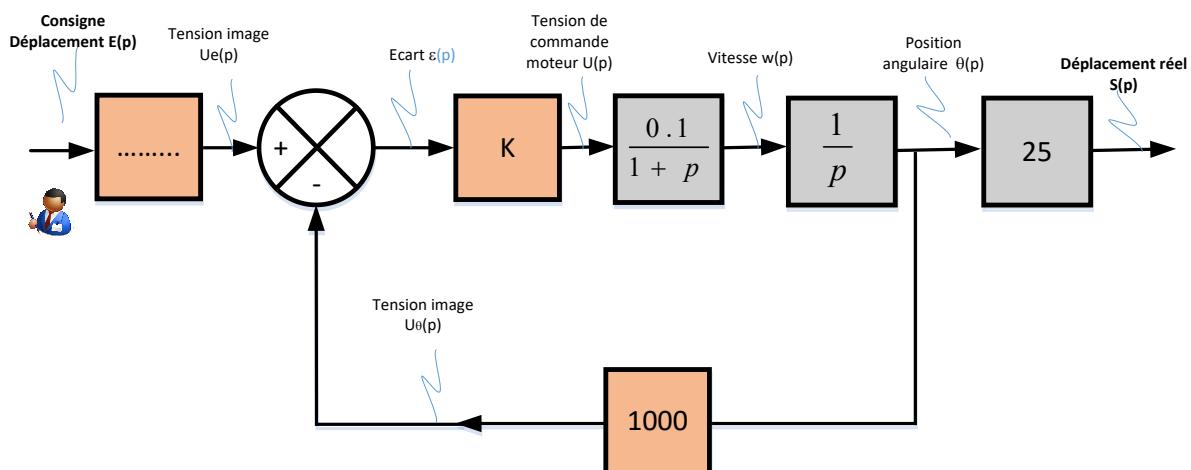
0.3- Pour déplacer un point de prélèvement vers la droite (comme sur l'exemple ci-dessous), il faut :



*(Identifier et noter la bonne réponse)*

- Multiplier dans la chaîne de retour par la fonction  $H(p)$  et la laisser sur la chaîne directe
- Diviser dans la chaîne de retour par la fonction  $H(p)$  et la laisser sur la chaîne directe

0.4- On donne le schéma bloc d'un asservissement suivant :



Le **gain K** peut être réglé et correspond donc **au correcteur** de ce système. Le constituant de fonction de transfert 1000 dans la chaîne de retour est un capteur de position qui renvoie une tension proportionnelle à la position. La dernière fonction avant la sortie correspond à la transformation de mouvement.

**0.4-a** En *justifiant* votre réponse (rôle de l'adaptateur dans la structure), **déterminer** la fonction de transfert de l'adaptateur de consigne avant le comparateur. Pour cela, au préalable, vous devez déplacer le point de piquage vers la droite (donc vers la sortie  $S(p)$ ). Vous devez refaire ce schéma modifié sur votre feuille (globaliser les fonctions de la chaîne directe).

**0.4-b** **Retracer** le schéma sur votre feuille en le traçant avec un retour unitaire (à partir du schéma modifié précédent). Attention on demande un tracé propre et soigné !! Vous pouvez grouper les fonctions de la chaîne directe.

**0.4-c** **Déterminer** alors la fonction de transfert  $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$  en fonction de K.

Identifier cette fonction et ses éléments caractéristiques en fonction de K.

**0.4-d** On soumet notre système à une entrée en échelon unitaire. Déterminer la valeur finale de la réponse temporelle de ce système. Bien préciser votre démarche et le théorème utilisé (cf tableau des transformées page 4). Que peut-on dire au niveau de la précision ? Pourquoi ?

**0.4-e** On souhaite choisir un gain K tels que l'on *ait une réponse la plus rapide possible sans oscillation*. Quelle valeur doit-on avoir alors pour le coefficient d'amortissement  $m = \zeta$  ? En déduire par calcul (et donc par identification) la valeur de K.

**0.4-f** Tracer alors *l'allure de la réponse temporelle* (réponse indicielle) pour une entrée en échelon unitaire dans ce cas (question précédente). Bien préciser les éléments importants (tangente à l'origine, valeur finale) sur votre tracé.

$f(t)$ pour $t > 0$	$\Leftrightarrow$	$F(p)$	$f(t)$ pour $t > 0$	$\Leftrightarrow$	$F(p)$
Impulsion (ou Dirac) $\delta(t)$		1	$\cos(\omega \times t) \times Y(t)$		$\frac{p}{p^2 + \omega^2}$
Echelon (unitaire) $Y(t)$		$\frac{1}{p}$	$\sin(\omega \times t) \times Y(t)$		$\frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$
Rampe $t \times Y(t)$		$\frac{1}{p^2}$	$e^{-\alpha \times t} \times t^n \times Y(t)$		$\frac{n!}{(p + \alpha)^{n+1}}$
$t^n \times Y(t)$		$\frac{n!}{p^{n+1}}$	$\cos(\omega \times t) \times e^{-\alpha \times t} \times Y(t)$		$\frac{p + \alpha}{(p + \alpha)^2 + \omega^2}$
$e^{-\alpha \times t} \times Y(t)$		$\frac{1}{p + \alpha}$	$\sin(\omega \times t) \times e^{-\alpha \times t} \times Y(t)$		$\frac{\omega}{(p + \alpha)^2 + \omega^2}$

Thème 1 : système de commande d'ouvrants pilotés de véhicule automobile

46% DE LA NOTE FINALE

I- Présentation de l'étude :

Les constructeurs automobiles sont sans cesse dans l'obligation d'innover pour rester attractifs vis à vis du client. *Les ouvrants pilotés automobiles* font partie des atouts différenciateurs. Le terme ouvrant désigne à la fois les lève-vitres électriques, les toits ouvrants, les toits escamotables, les coffres motorisés et les portes latérales coulissantes. Tous ces ouvrants sont une source d'attrait pour le client, de par leur praticité ou encore par leurs facteurs de différenciation importants.

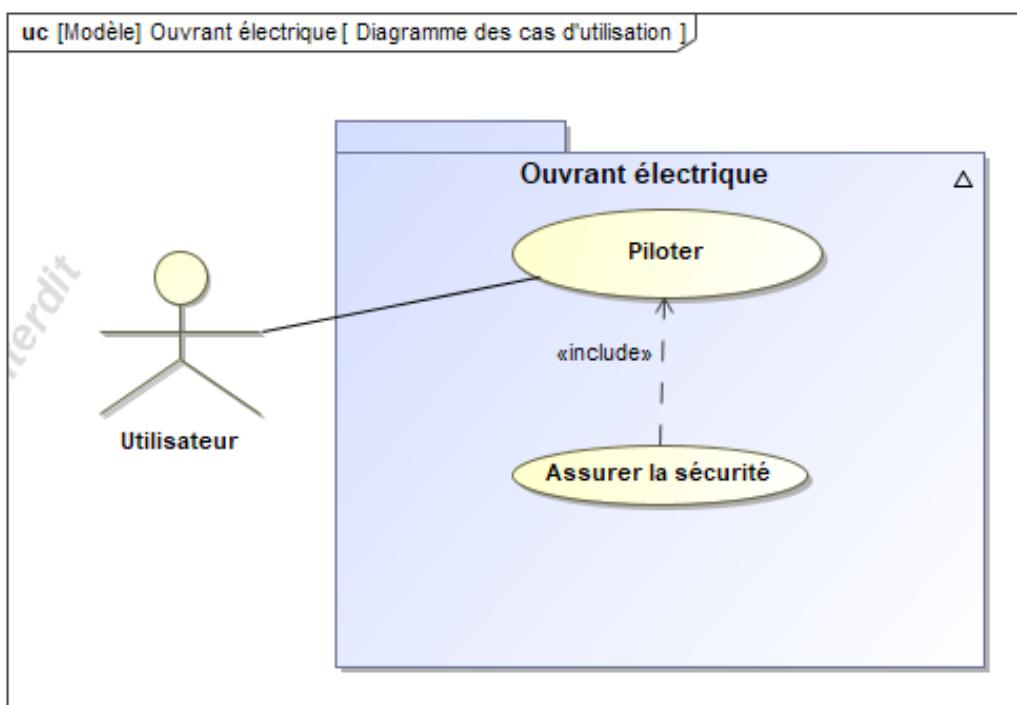


Figure 1 : différents types d'ouvrants du groupe PSA

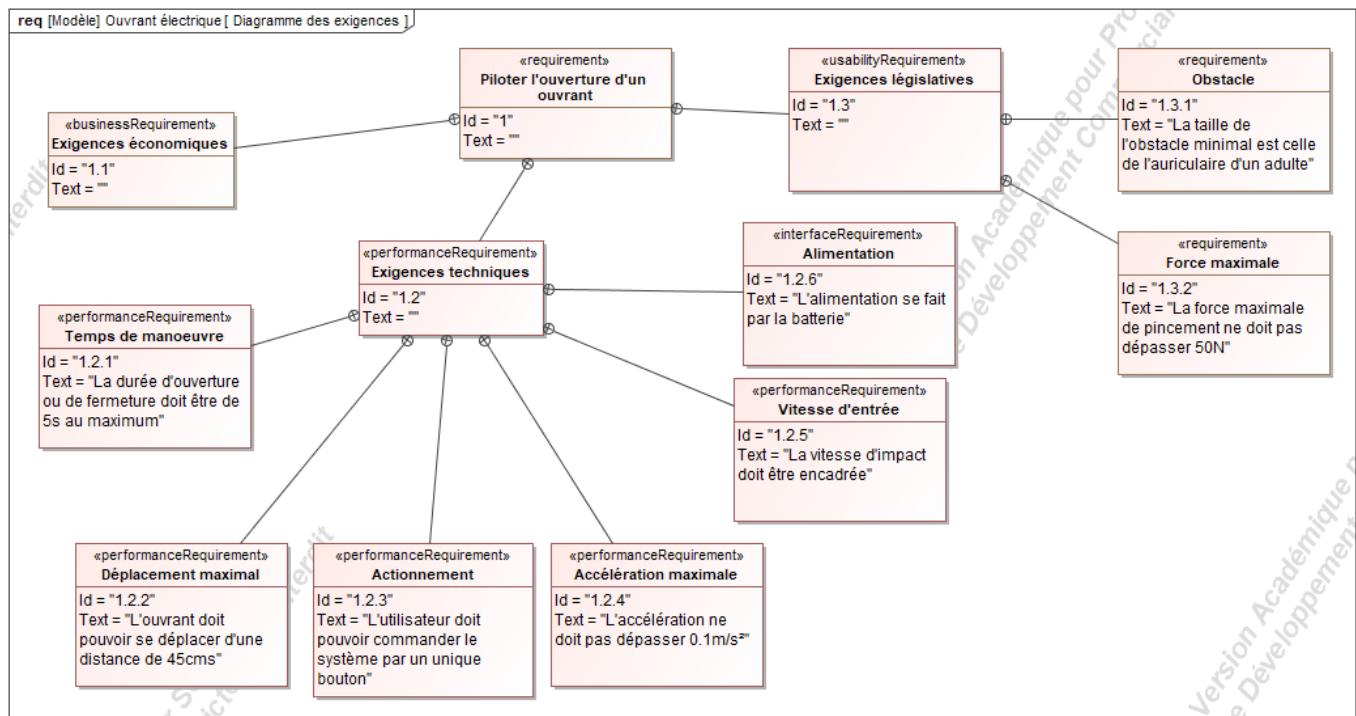
Il existe deux types de pilotage des ouvrants :

- Le premier est un système classique et/ou d'assistance. L'utilisateur gère complètement le déplacement de l'ouvrant. Dès qu'il arrête son action sur la commande, l'ouvrant s'immobilise, c'est le cas par exemple du lève-vitre électrique non séquentiel. Ainsi, avec un système classique et/ou d'assistance, le déplacement de l'ouvrant est entièrement imputable aux actions de l'utilisateur ;
- Le second type est le pilotage automatisé des ouvrants. Ici, l'utilisateur demande simplement à ce que l'ouvrant se déplace jusqu'à une position pré-définie. Une brève action de sa part entraîne le déplacement complet de l'ouvrant. Pour le lève-vitre électrique séquentiel, l'utilisateur demande à ce que la vitre remonte complètement, par une courte action sur l'interrupteur. Dès lors, le système de contrôle/commande gère le déplacement de l'ouvrant dans le cas normal, mais aussi en cas de dysfonctionnement (perte de fonctionnalité ou présence d'un obstacle sur le trajet de la vitre). Il faut donc assurer un fonctionnement sûr et robuste du système d'ouvrant piloté automatisé pour éviter que le système blesse un occupant.

Le diagramme de cas d'utilisation de la figure 2 synthétise les explications précédentes.

*Figure 2 : diagramme des cas d'utilisation*

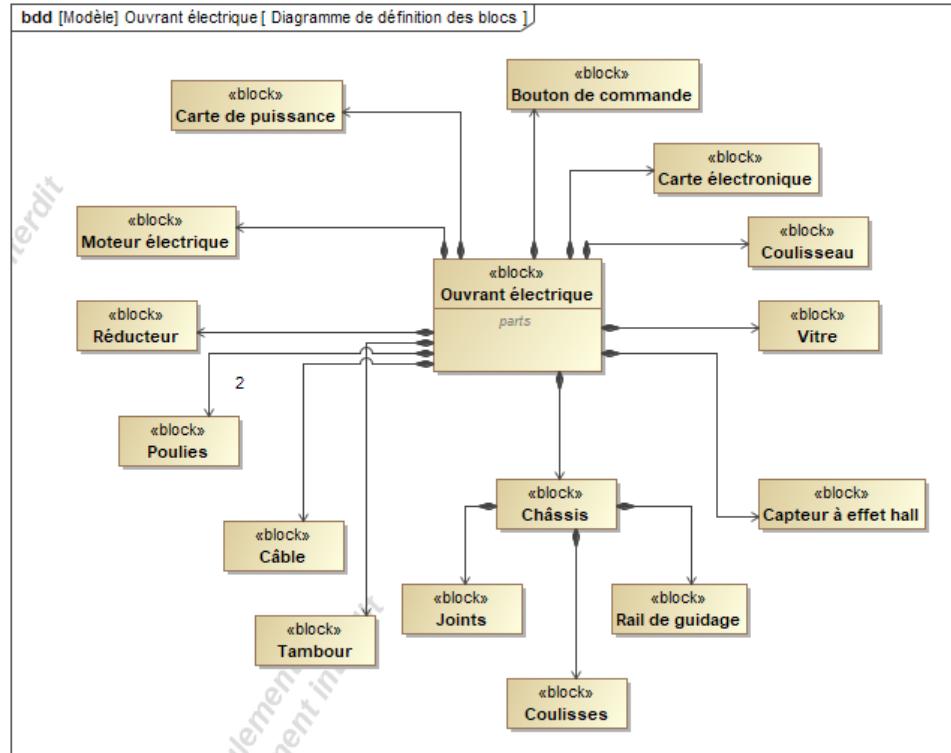
Le diagramme des exigences de la figure 3 liste quelques performances attendues pour le lève-vitre électrique.

*Figure 3 : diagramme des exigences incomplet*

## II- Bilan des constituants du système :

Pour le développement et la mise en œuvre d'une architecture de commande, il est nécessaire de disposer d'un modèle de simulation fiable et précis, tout en connaissant ses limites de validité. L'élaboration d'un tel modèle nécessite de décrire l'implantation de la chaîne d'énergie et de la chaîne d'informations de l'ouvrant. Le diagramme de définition de blocs de la figure 4, page suivante, liste l'ensemble des constituants principaux du lève-vitre électrique. La plupart des constituants sont repérés sur les vues tri-dimensionnelles données sur les figures 5 et 6.

Figure 4 : diagramme de définition des blocs



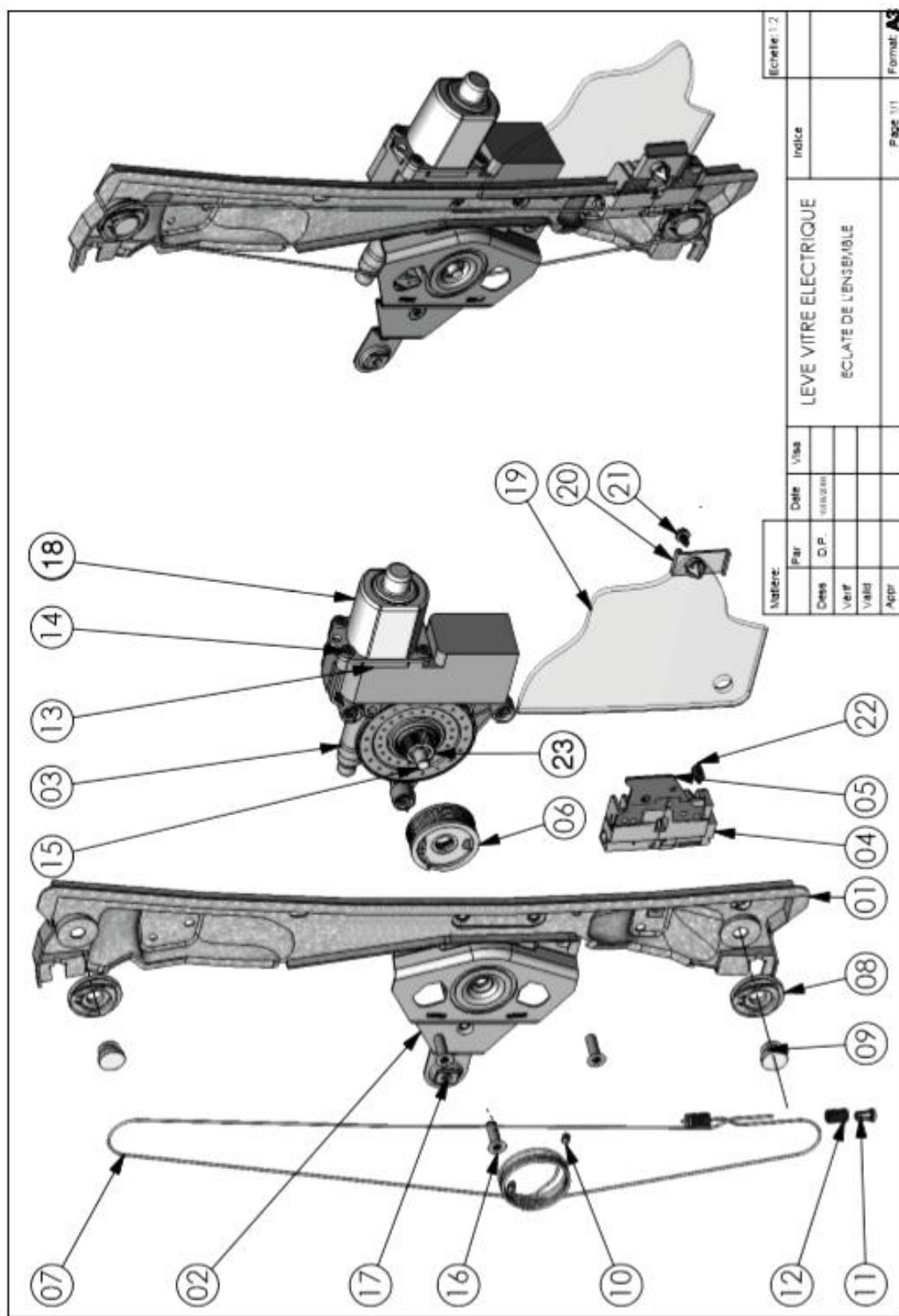
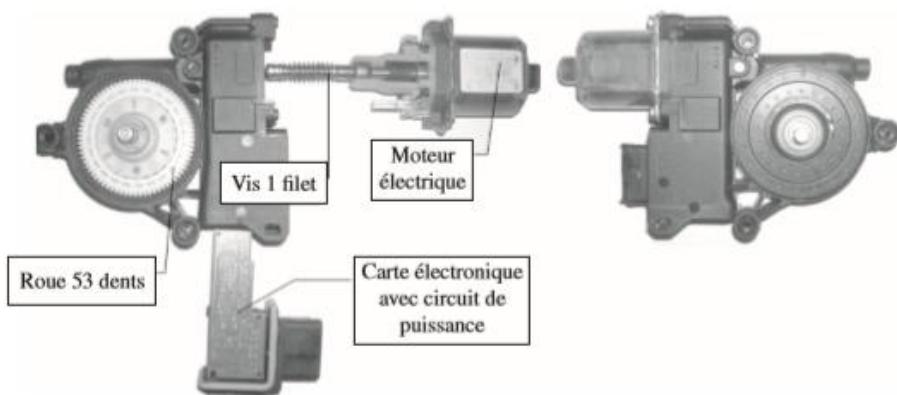


Figure 5 : Eclaté de la structure interne du lève-vitre électrique (nomenclature page suivante)

Nomenclature des constituants :

Rep.	Désignation
01	Support de glissière
02	Support tambour
03	Carter réducteur
04	Coulisseau
05	Accroche vitre
06	Tambour
07	Câble
08	Poulie
09	Axe
10	Serre câble tambour
11	Serre câble coulisseau
12	Ressort

Rep.	Désignation
13	Support rotor
14	Vis d'assemblage
15	Axe réducteur
16	Vis d'assemblage
17	Ecrou soudé M5
18	Carter moteur
19	Vitre
20	Attache vitre
21	Vis rondelle à tôle
22	Butée caoutchouc
23	Cannelures

Figure 6 : Nomenclature et éclaté du réducteur

Le réducteur du lève-vitre est constitué d'un dispositif roue et vis sans fin (cf figure ci-dessus). **La roue possède  $Z_r = 53$  dents et la vis est constituée d'un filet.** Le câble s'enroule sur le tambour de diamètre  $D=41,5\text{mm}$ , solidaire de la roue. Le câble est solidaire du coulisseau sur lequel est fixée la vitre.

Question 1.1 :

Compléter, à l'aide des noms disponibles sur le diagramme de définition des blocs les éléments des deux chaînes fonctionnelles du document réponse DR que vous rendrez avec votre copie.

**On note  $v(t)$  la vitesse de déplacement en translation de la vitre (en  $\text{m/s}$ ) et  $w_m(t)$  la vitesse angulaire du moteur (en  $\text{rad/s}$ ).**

Question 1.2 :

Déterminer l'expression littérale du rapport de réduction  $r$  (roue et vis + poulie) tels que :  $v(t) = r \cdot \omega_m(t)$  avec  $r$  le rapport total de la transmission (passage de la vitesse de rotation du moteur à la vitesse de déplacement de la courroie). Effectuer l'application numérique.

On rappelle pour un **mécanisme poulie/courroie** la relation :

$$v_{courroie}(t) = \frac{D}{2} \cdot \omega_{poulie}(t) = \frac{D}{2} \cdot \omega_{poulie}(t).$$

On rappelle aussi que les rapports de transmission pour des mécanismes en série se multiplie entre eux.

Pour la suite on vous donnera ce coefficient (si vous ne l'avez pas obtenu).

*On prendra dans la suite la valeur  $r = 0,39 \text{ mm} \cdot \text{rad}^{-1}$ .*

#### Question 1.3 :

A partir de ce calcul, déterminer le nombre de tours que doit faire le moteur pour obtenir le déplacement de la vitre indiqué dans le diagramme des exigences Id1.2.2 (aide : il suffit avec le rapport de transmission et la distance à parcourir pour la vitre d'en déduire cet angle).

#### Question 1.4 :

Sachant que le régime nominal du moteur est de 4000 tours/minute, en déduire la durée (en s) d'ouverture/fermeture de la fenêtre. Conclure quant à l'exigence correspondante du diagramme des exigences.

#### III- Modélisation du guidage en translation de la vitre :

Le guidage de la vitre est réalisé par un coulissoir en contact avec un rail parallélépipédique et par des coulisses en contact avec la vitre (voir figure 5). Les joints latéraux et intérieurs sont également en contact avec la vitre (figure suivante Figure 7).

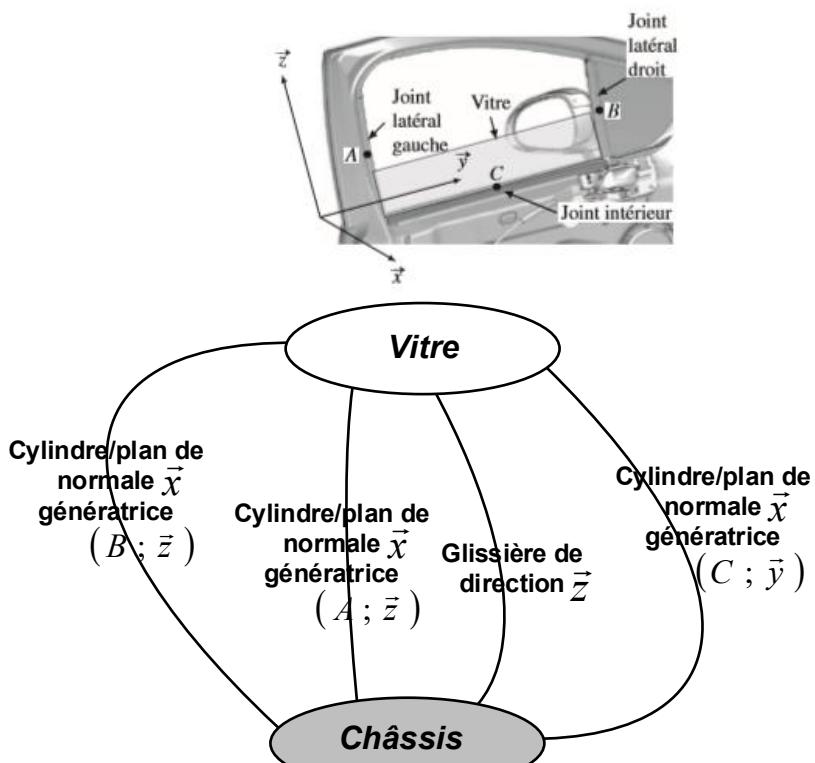


Figure 7 : Modélisation liaison vitre/châssis

**Question 1.5 :**

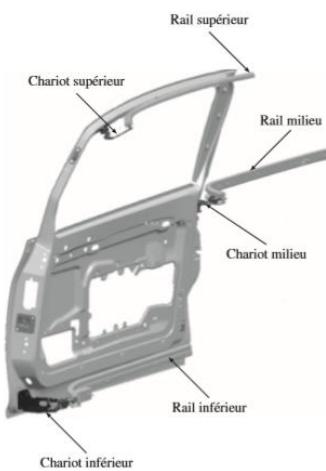
Proposer une justification du graphe des liaisons de la modélisation entre la vitre et le châssis au regard des types de contact que vous préciserez. Expliquez alors le rôle des joints sous deux aspects.

**Question 1.6 :**

Compléter le schéma cinématique en perspective correspondant à ce graphe des liaisons en utilisant l'épure du document réponse DR (il ne vous reste à placer qu'une seule liaison). Vous réaliserez **ce schéma en couleur** en repassant les solides déjà tracé. Attention, tracé propre et soigné !!

**IV- Guidage d'une porte coulissante :**

La structure de la porte coulissante électrique est proche de celle du lève-vitre (figure ci-contre). Un moto-réducteur entraîne, par l'intermédiaire d'un tambour et de poulies/câble, la porte qui est guidée par trois rails (inférieur, milieu et supérieur) grâce à trois chariots en liaison avec la porte.



Des galets (trois par chariot) sont montés sur ces chariots pour assurer le guidage avec les rails. La chaîne d'information de la porte coulissante est exactement la même que pour le lève-vitre. Le diagramme BDD de la porte coulissante est donné sur la figure 8.

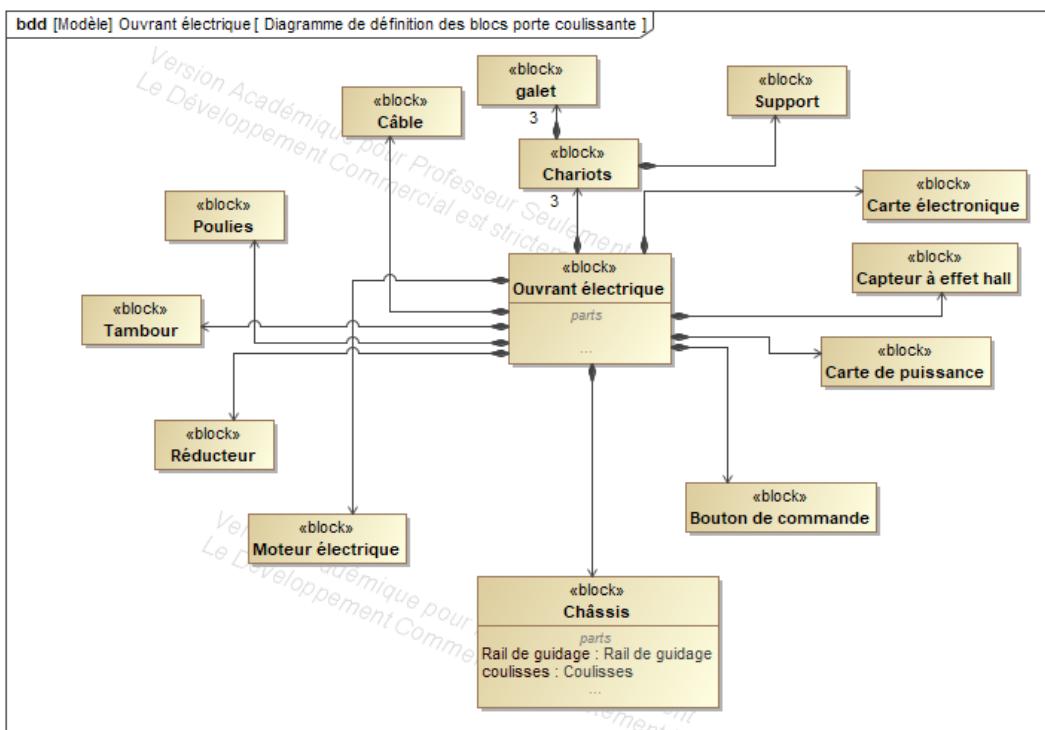


Figure 8 : Diagramme de définition des blocs porte coulissante

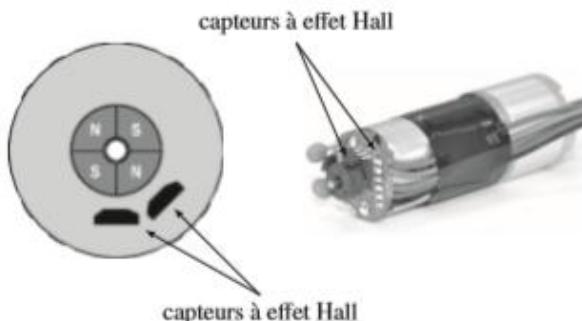
**Question 1.7 :**

En comparant les diagrammes BDD de la porte coulissante et celui du lève vitre, indiquer de manière synthétique les sous-ensembles identiques et ceux qui diffèrent (ne pas lister tous les constituants).

**Question 1.8 :**

Indiquer l'intérêt de la solution de guidage retenue pour la porte coulissante par rapport à celle du lève-vitre au niveau des contacts.

Le capteur permettant d'acquérir la position du moteur est un capteur à effet hall comme le montre la figure ci-dessous. Ce capteur réagit au passage d'un aimant devant lui.



Compte-tenu des capteurs utilisés, il est possible d'obtenir une précision de 1/8<sup>ème</sup> de tour du moteur.

**Question 1.9 :**

Préciser l'allure du signal en sortie de ce capteur (vous réaliserez le tracé de façon propre et soigné). Pour cela, rappelez-vous de la présentation des TPs cycle 1 sur **le codeur incrémental dont les signaux sont similaires (TP Robot Festo)**. Vous constatez que nous avons sur le système (sur le stator) deux capteurs à effet hall décalé de 45°. Justifier ainsi la précision de l'acquisition (1/8<sup>ème</sup> de tour) et expliquer le rôle de ces deux éléments. Vous pouvez/devez faire des schémas, tracés pour justifier votre réponse.

A partir des calculs précédents, de votre réflexion, déterminer le plus petit déplacement de la vitre en mm qu'il est possible de mesurer avec ce capteur.

**V- Commande asservie du système :**

De nouvelles fonctionnalités ou contraintes définies dans le cahier des charges peuvent nécessiter la prise en compte d'une commande asservie de vitesse. C'est le cas, par exemple, de la porte coulissante où la vitesse est variable et contrôlée selon les moments de fonctionnement. L'asservissement doit réagir pour maintenir une vitesse fixée, ce qui est contraire à la détection d'un obstacle. Cette méthode consiste à développer un estimateur de l'effort dû à l'obstacle et à utiliser cette information pour détecter l'obstacle.

**Etude de l'asservissement en vitesse :**

On considère la vitre de masse  $m$  se déplaçant verticalement. Le moment d'inertie du rotor seul autour de son axe de rotation est noté  $J_m$ . Les inerties, autres que celles de la vitre et du

rotor, sont négligées. On appelle  $\omega_m(t)$  la vitesse angulaire du rotor du moteur et  $r$  le rapport de réduction entre la vitesse  $v(t)$  de la vitre et la vitesse angulaire du moteur:  $v(t) = r \cdot \omega_m(t)$ . Le référentiel lié à la voiture est supposé galiléen.

On pose:

- $f_v$  le coefficient de frottement visqueux de l'axe du moteur;
- $C_r(t)$  le couple résistant ramené au niveau de l'axe du moteur. Celui-ci prend en compte les frottements (autre que ceux dans le moteur), la pesanteur et aussi la présence ou non d'un obstacle ; ce sont les seules pertes. Toutes les autres liaisons seront considérées comme parfaites ;
- $C_m(t)$  le couple exercé par le moteur.

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble en mouvement, on obtient l'équation suivante :

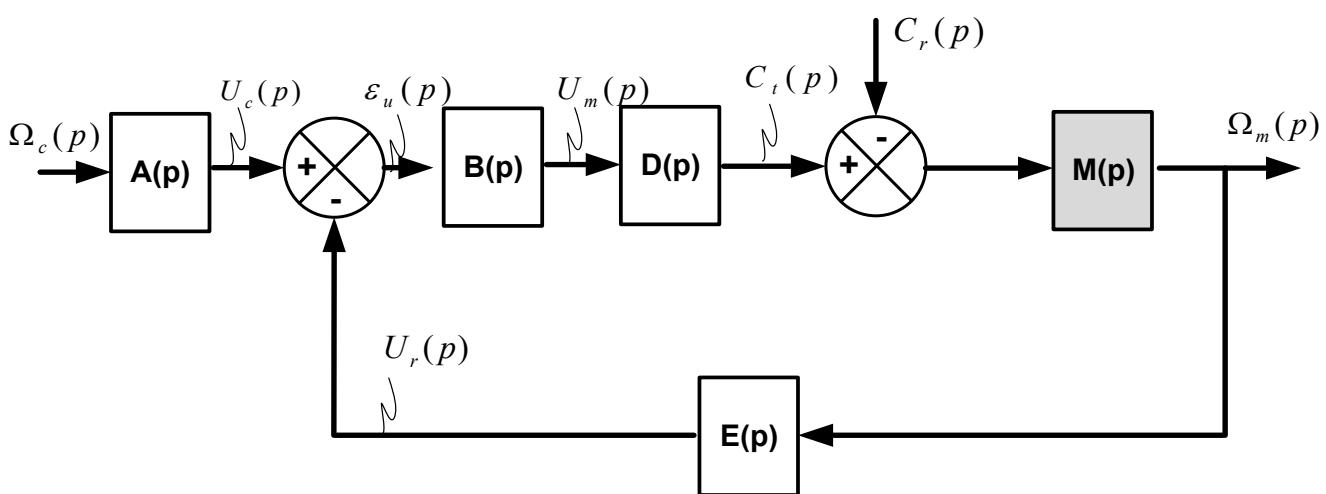
$$J \cdot \frac{d\omega_m(t)}{dt} + f_v \cdot \omega_m(t) = C_m(t) - C_r(t) \text{ avec } J = J_m + m \cdot r^2$$

Les équations qui caractérisent le moteur à courant continu sont :

$$u_m(t) = R \cdot i(t) + k \cdot \omega_m(t) \text{ et } C_m(t) = k \cdot i(t) \text{ avec } R \text{ et } k \text{ des constantes caractéristiques du moteur (résistance de l'induit et coefficient de couple).}$$

L'asservissement de vitesse est obtenu en utilisant un capteur plus précis que le capteur à effet Hall, placé sur le rotor du moteur, **de gain  $K_{capt}$** . Ce capteur délivre une tension  $u_r(t)$  (tels que :  $u_r(t) = K_{capt} \cdot \omega_m(t)$ ), qui est ensuite comparée à une tension de consigne  $u_c(t)$  image de la consigne de vitesse ( $w_c(t)$ ) par un gain d'adaptation de même valeur (tels que  $u_c(t) = K_{capt} \cdot \omega_c(t)$ ). On utilise un correcteur/amplificateur de fonction de transfert  $C_{corr}(p)$  qui fournit la tension  $u_m(t)$  au moteur à partir de l'écart  $\varepsilon_u(t)$ .

On donne le schéma bloc de l'asservissement en vitesse suivant :



On suppose pour toute l'étude des conditions initiales nulles.

**Question 1.10 :** En écrivant les équations temporelles dans le domaine de Laplace, donner les expressions des fonctions de transfert  $A(p)$ ,  $B(p)$ ,  $D(p)$ ,  $M(p)$  et  $E(p)$  intervenant dans ce schéma à partir des explications et équations données précédemment. *Il faut pour cela retravailler les équations obtenues (remplacer  $C_m(p)$  puis  $I(p)$ ...).* Il faut donc avec vos trois équations les retravailler pour exprimer  $\Omega_m(p) = M(p) \cdot (D(p) * U_m(p) - C_r(p))$ .

Attention sur le schéma avant le comparateur avec la perturbation  $C_r(p)$ , il s'agit de  $C_t(p)$  un couple mais non  $C_m(p)$ .

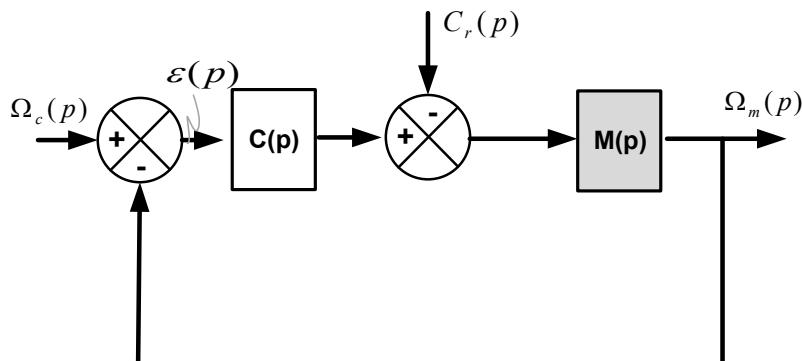
Ecrire proprement votre réponse (en couleur par exemple) et encadrer vos résultats. Vous justifierez aussi l'intérêt de la fonction  $A(p)$ . *On rappelle que la fonction  $A(p)=E(p)$ .*

Pour la suite de l'étude on supposera comme fonction de transfert (vous pouvez valider votre résultat) :

$$D(p) = \frac{k}{R}$$

$$M(p) = \frac{1}{f_v + \frac{k^2}{R} + J \cdot p}$$

**Question 1.11 :** Le schéma bloc suivant (à retour unitaire) est équivalent au schéma précédent, justifier cela (rappeler la méthode pour rendre le schéma à retour unitaire) et en déduire la fonction  $C(p)$  en fonction de  $k$ ,  $R$ ,  $C_{corr}(p)$  et  $K_{capt}$ .



Dans la suite du sujet, on prendra comme fonction de transfert pour :  $M(p) = \frac{K}{1+\tau \cdot p}$  avec  $K = 53.5 \text{ rad/(s.N.m)}$  et  $\tau = 0.13 \text{ s}$

Pour une première approche, on va supposer que nous n'avons pas de perturbation (donc que  $C_r(p)=0$ ).

**Question 1.12 :** On supposera de plus un correcteur proportionnel donc on notera  $C(p)=G$  (gain).

- a- Retracer le schéma simplifié sur votre feuille et déterminer la fonction de transfert en BF, c'est-à-dire :  $H_1(p) = \frac{\Omega_m(p)}{\Omega_c(p)}$ . Vous écrirez cette fonction en fonction de  $G$ ,  $K$  et  $\tau$  et sous forme canonique. Vous préciserez l'ordre de cette fonction et les éléments caractéristiques !!

4hs

Les constituants de la chaîne d'énergie et de la chaîne d'information, cinématique sur la transmission de puissance et modélisation, performance d'un SLCI.(ANALYSER MODELISER RESOUDRE)

CCB DE DECEMBRE DE SI N°1

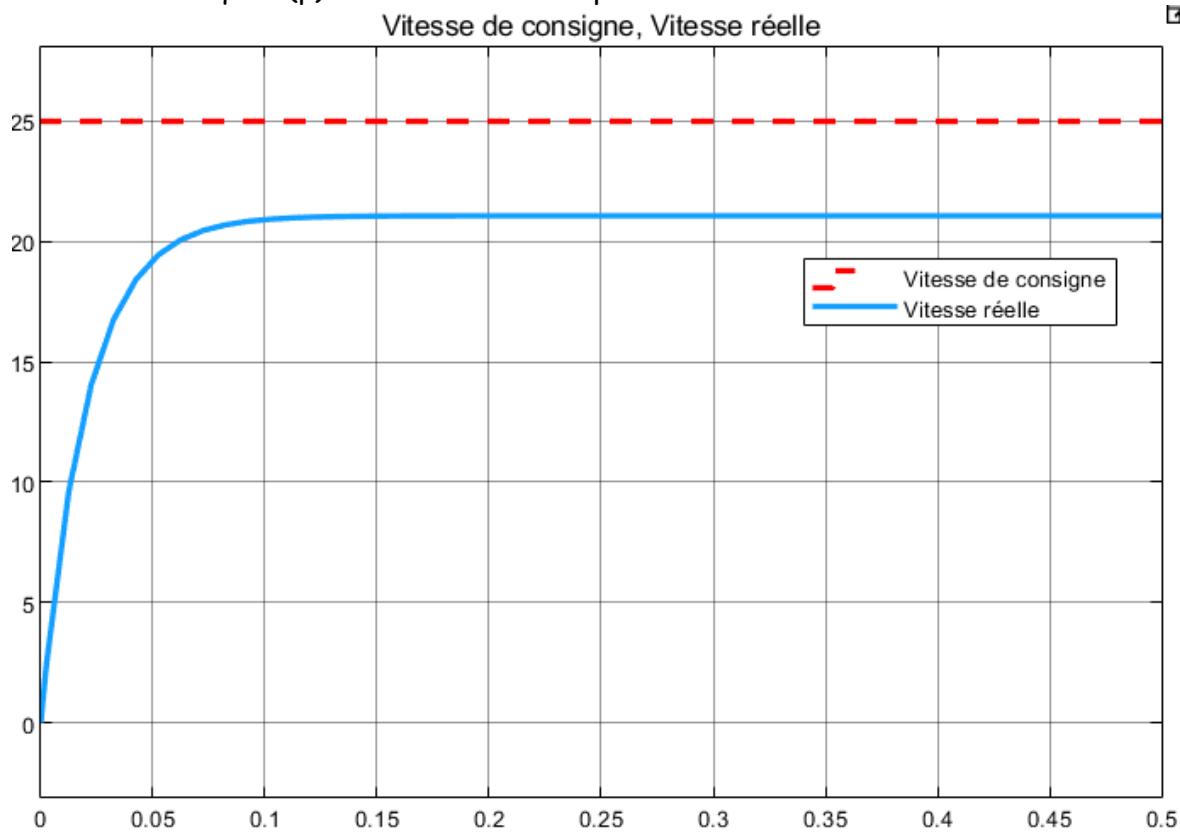
Niveau : PCSI

Page 14 sur 23

b- Evaluer la précision de ce système pour une entrée en échelon d'amplitude  $e_0$ . Pour cela vous déterminez l'erreur  $\varepsilon(\infty) = \lim_{t \rightarrow +\infty} \varepsilon(t)$  et réaliserez les calculs nécessaires.

Que peut-on alors en conclure ?

On a réalisé un essai avec un logiciel de simulation (type Matlab/Simulink) et on a obtenu pour une consigne de vitesse en échelon (en rad/s) **d'amplitude de 25 rad/s** et avec une correction proportionnelle telle que  $C(p)=0.1$  la courbe de réponse suivante :



c- Cette courbe de réponse peut-elle valider votre calcul précédent, la réponse pour ce modèle et votre remarque ? Pour cela vous reprendrez votre calcul précédent et retrouverez l'erreur identifiée sur ce tracé.

On réalise un nouvel essai avec cette fois un couple résistant  $Cr(t)$  agissant au bout de 0.2s après la consigne en échelon et on obtient une courbe de réponse suivante :

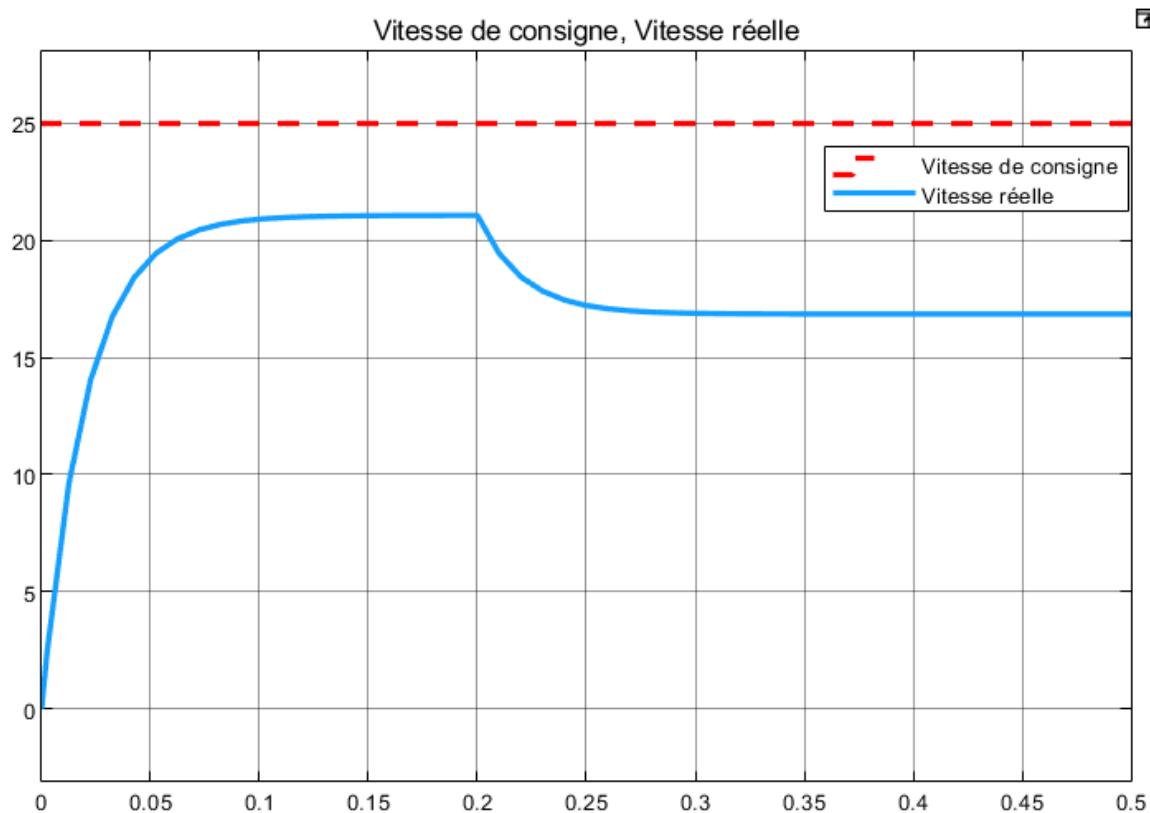
⌚ 4hs

Les constituants de la chaîne d'énergie et de la chaîne d'information, cinématique sur la transmission de puissance et modélisation, performance d'un SLCI.(ANALYSER MODELISER RESOUDRE)

### CCB DE DECEMBRE DE SI N°1

Niveau : PCSI

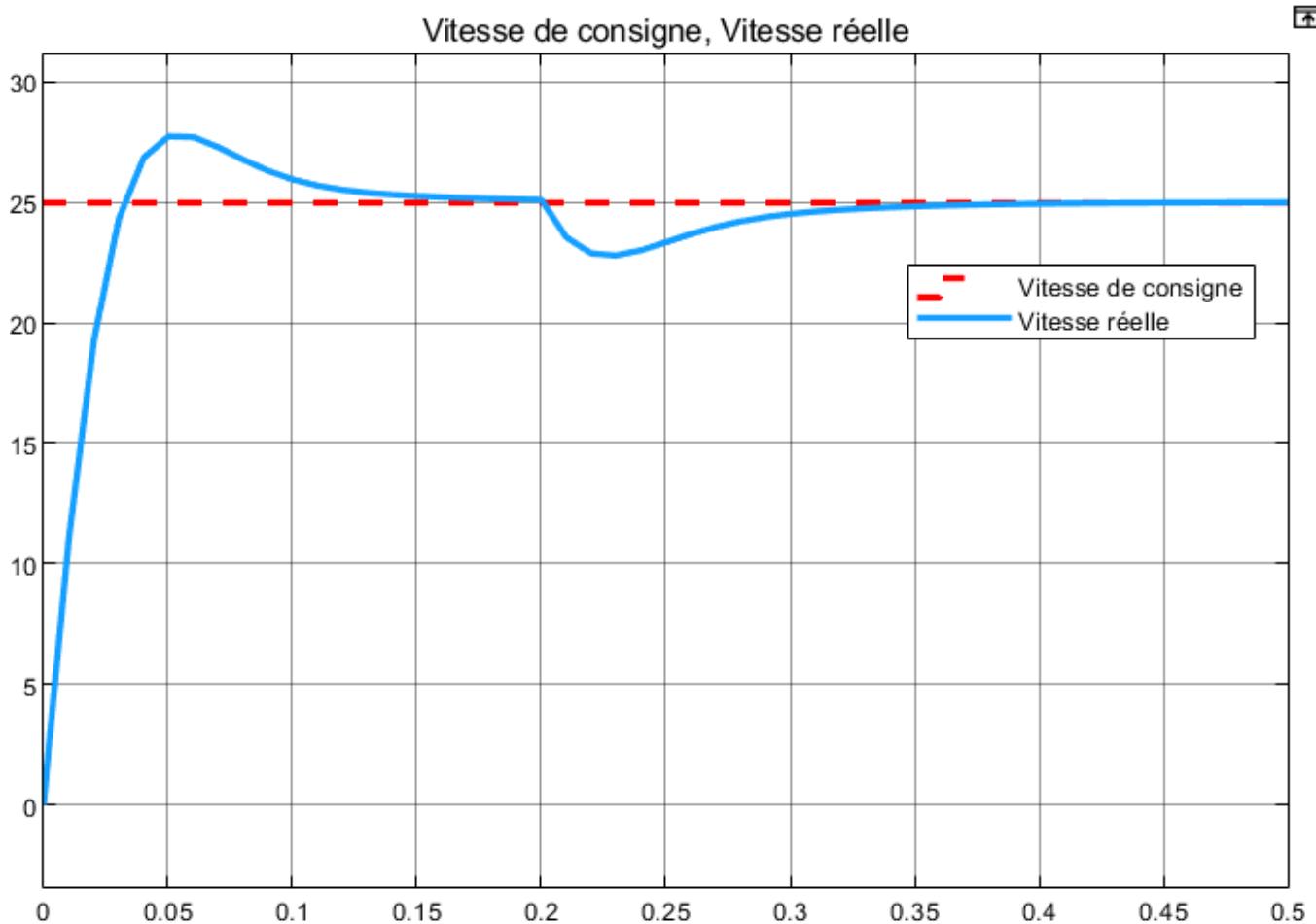
Page 15 sur 23



- d- Que peut-on dire au niveau de la correction choisi et par rapport à la valeur de consigne souhaitée ? Que faut-il faire pour améliorer cela ?

**Question 1.13 :**

Un étudiant modifie la valeur de son correcteur (avec la même consigne que précédemment et la même perturbation) et obtient la courbe de réponse suivante :



Il indique que son système ainsi corrigé est : stable, précis et rapide avec un temps de réponse de  $T_{r5\%}$  de 0.1s sans perturbation et 0.28s avec la perturbation. Ses réponses sont-elles correctes ? Vous justifierez vos réponses avec des tracés et des remarques sur la courbe donnée sur le Document Réponse (rajouter des annotations par exemple).

## Thème 2 : Borne rétractable cinématique du mécanisme

9% DE LA NOTE FINALE

### Présentation du produit :

Le second dispositif étudié est un système permettant de limiter ou d'interdire la circulation dans des zones à accès réservé. Ce dispositif comporte :

- Un caisson intégrant la partie opérative, à savoir une borne motorisée rétractable dans le sol,
- Un caisson intégrant la partie commande comportant :
  - Une platine électronique de gestion,
  - Une batterie d'alimentation électrique du système,
  - Des cellules photovoltaïques assurant la charge de la batterie.

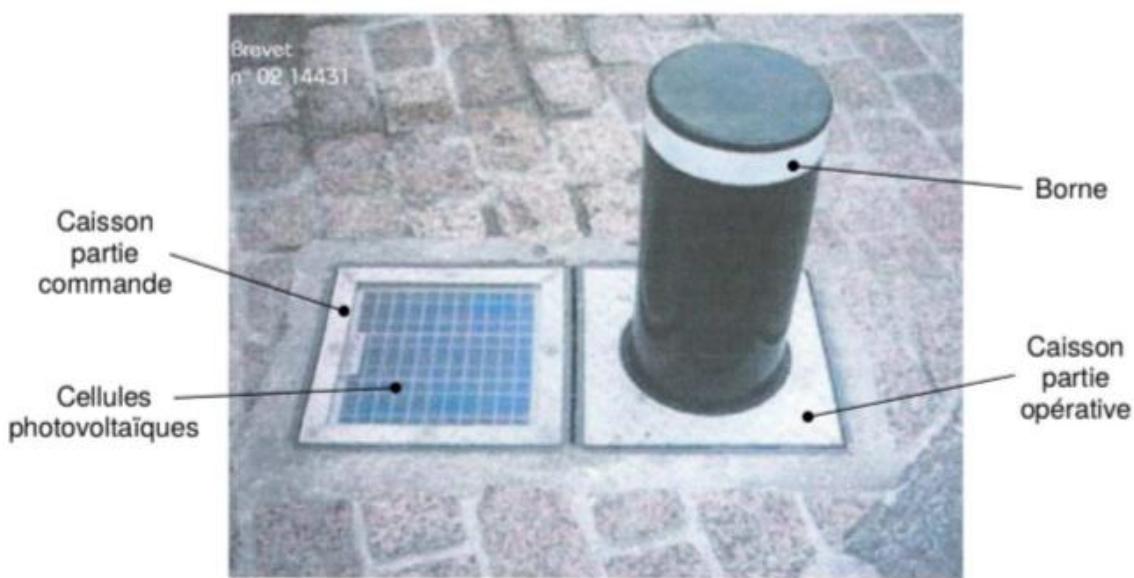


Figure 2.1 : Photo du système

Selon son concept innovant et breveté, le système utilise un module solaire pour recharger sa batterie. L'installation d'une borne de ce type ne nécessite aucune tranchée, aucun raccordement, ni abonnement EDF ; son alimentation est gratuite et peut être envisagée sur n'importe quel site. Cependant, le fonctionnement du système est limité à un nombre de cycles dont la valeur dépend des conditions d'ensoleillement. La problématique majeure pour ce système est donc d'atteindre une autonomie suffisante, tout en minimisant le coût et l'encombrement des moyens de production et de stockage de l'énergie électrique. Nous allons nous intéresser dans cette étude uniquement à la cinématique de mise en mouvement du produit.

On donne le diagramme de définition des blocs (avec les valeurs permettant de réaliser les calculs demandés ensuite).

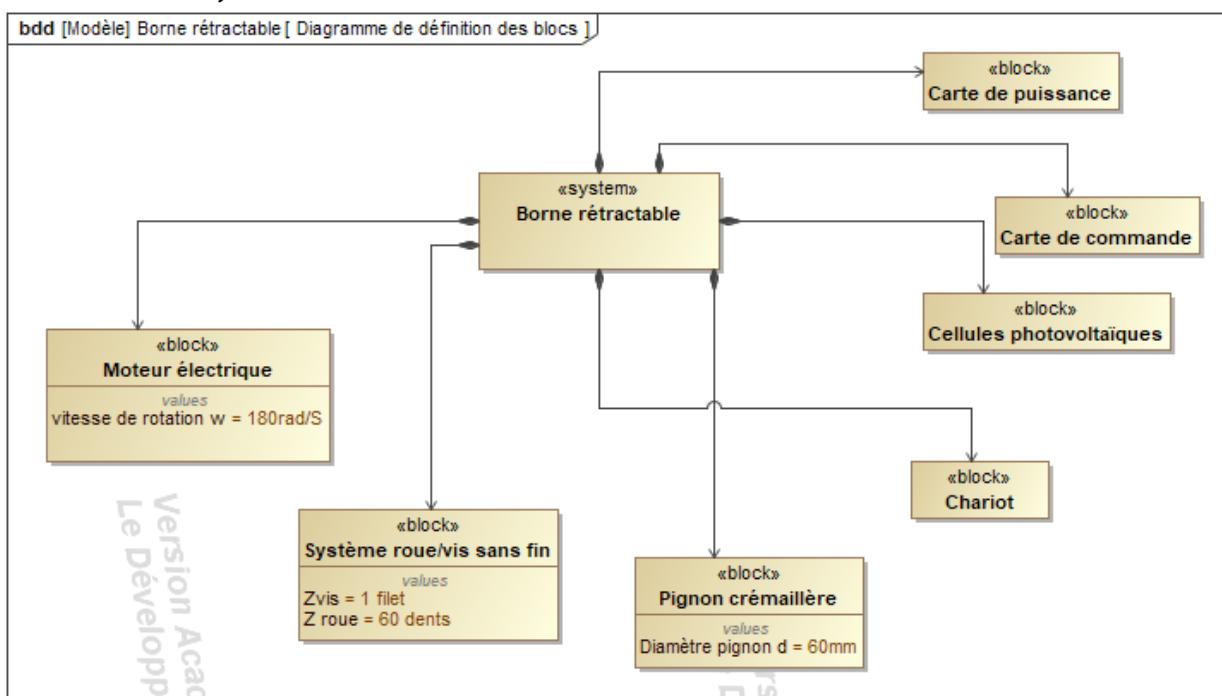
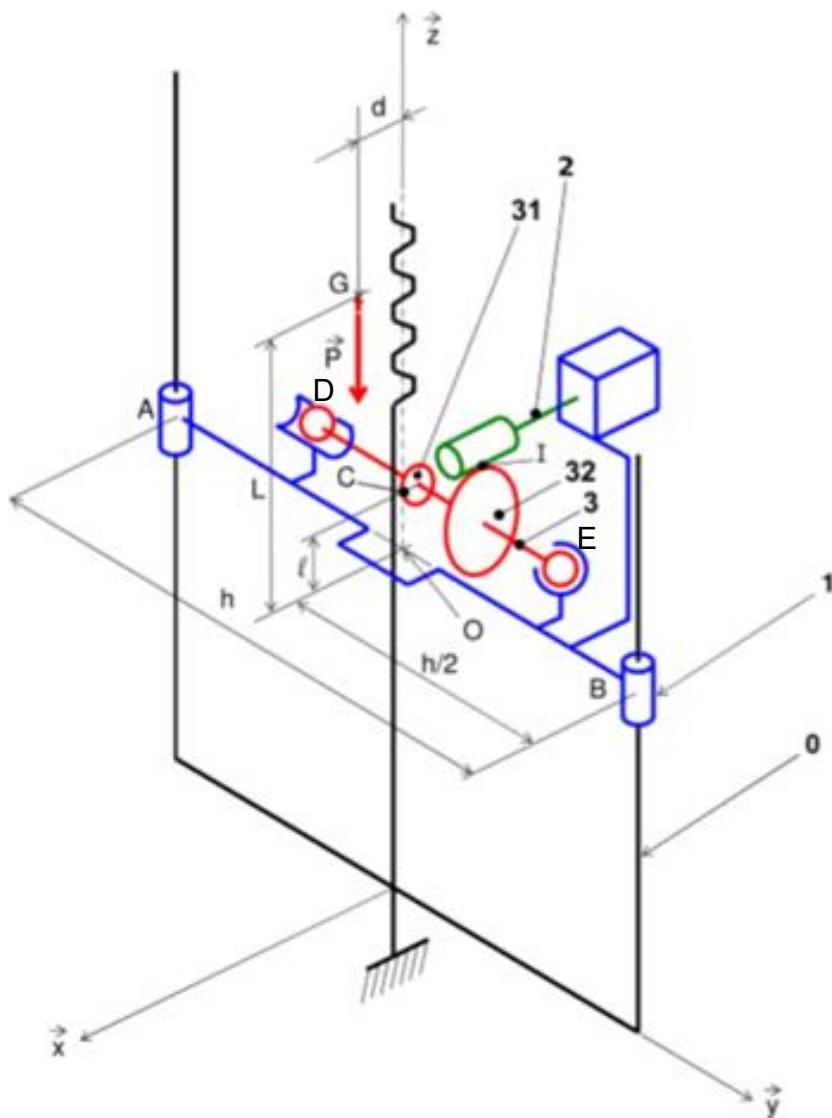


Figure 2.2 : Diagramme de définition des blocs



## Figure 2.3 : Schéma d'architecture du mécanisme Travail demandé :

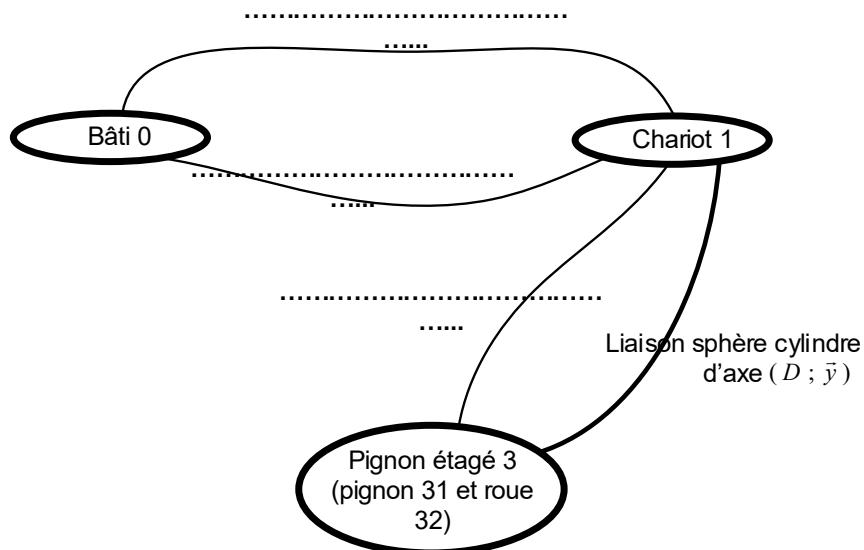
### **Question 2.1 :**

Lister les mécanismes présents dans la chaîne d'énergie après le moteur (CONVERTIR).

Sachant que la course de la borne est de 500mm et que la vitesse de rotation du moteur est  $\omega_{2/1}=180\text{rad/s}$ , déterminer le temps de montée (on rappelle que  $V_1 = \omega_{31} \cdot R_{31}$  pour un mécanisme pignon/cremaillère). Pour cette partie, vous préciserez bien votre démarche de calcul (type de mécanisme de transmission, formule de calcul du rapport de transmission). L'exigence du cahier des charges en ce qui concerne ce temps est de 6s maxi, que pouvez-vous en conclure ? Justifier vos calculs, bien préciser les formules utilisées et votre conclusion.

### Question 2.2 :

Reprendre sur votre feuille ce graphe des liaisons et le compléter.



### Thème 3 : Etude d'une vanne motorisée

19% DE LA NOTE FINALE

#### Présentation du produit :

L'objet de notre dernière étude porte sur deux vannes installées sur le circuit secondaire de centrale nucléaire. Ces deux vannes quasi identiques ont deux fonctions différentes :

- vanne de régulation VI : permet de réguler le débit de vapeur et donc la fréquence de rotation de la turbine,
- vanne Tout ou Rien VM : permet de couper le circuit en cas d'alerte de sécurité.

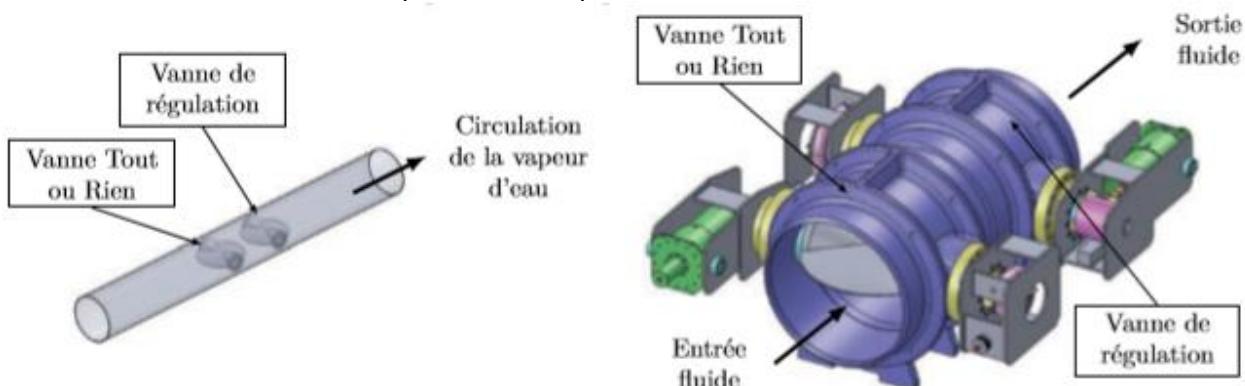


Figure 3.1 : présentation de l'objet étudié

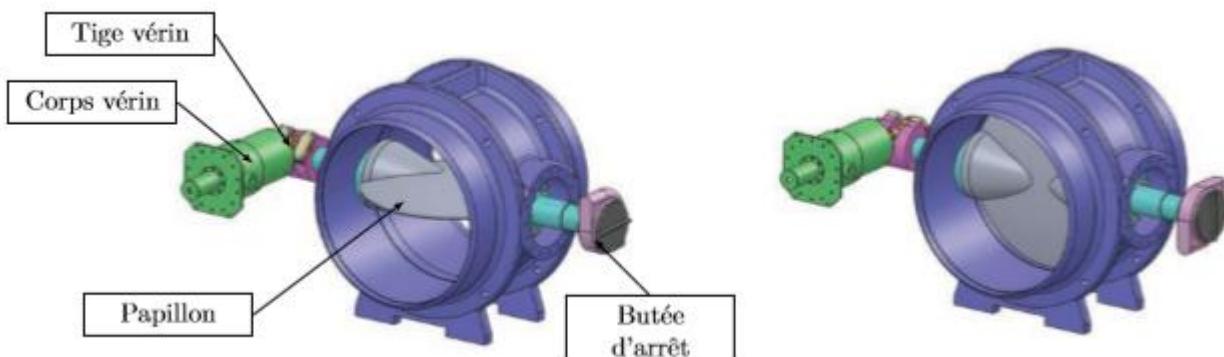


Figure 3.2 : vanne ouverte / vanne fermée et pilotage

Le débattement angulaire de l'obturateur (papillon) est d'un quart de tour pour passer de la position section de passage nulle (vanne totalement fermée) à section de passage maximale (vanne totalement ouverte).

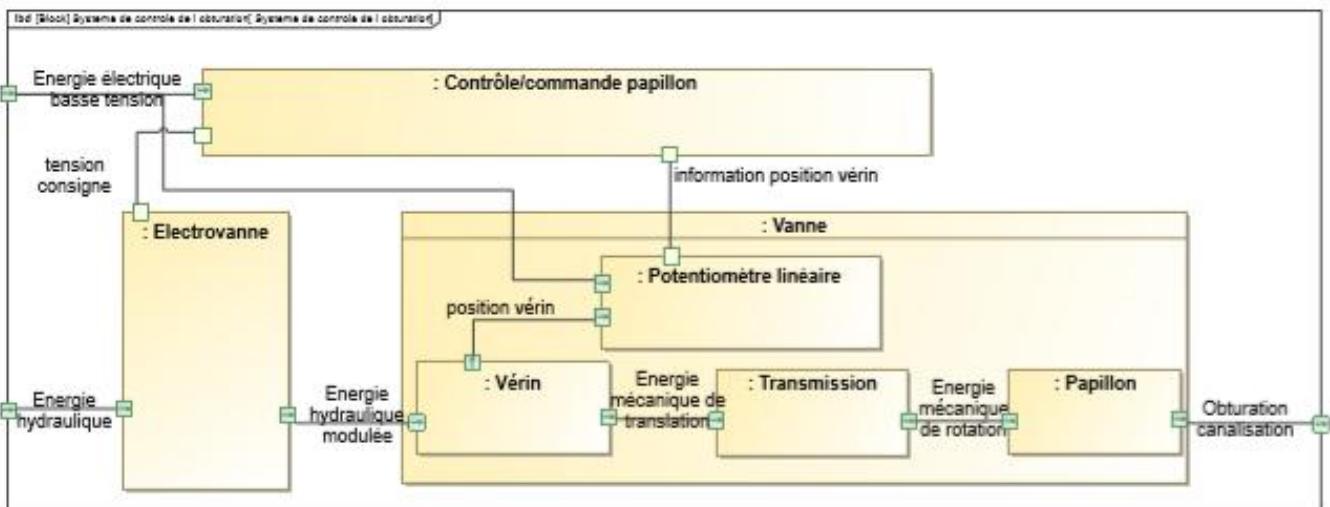


Figure 3.3 : diagramme ibd du module étudié

Le système de pilotage de la vanne est décrit par le schéma cinématique de la Figure 3.4. Le papillon de la vanne relié au levier de commande (1) est mis en rotation par l'intermédiaire d'un vérin hydraulique (corps (3) et tige (2)) dont le débit d'alimentation est contrôlé par une électrovanne.

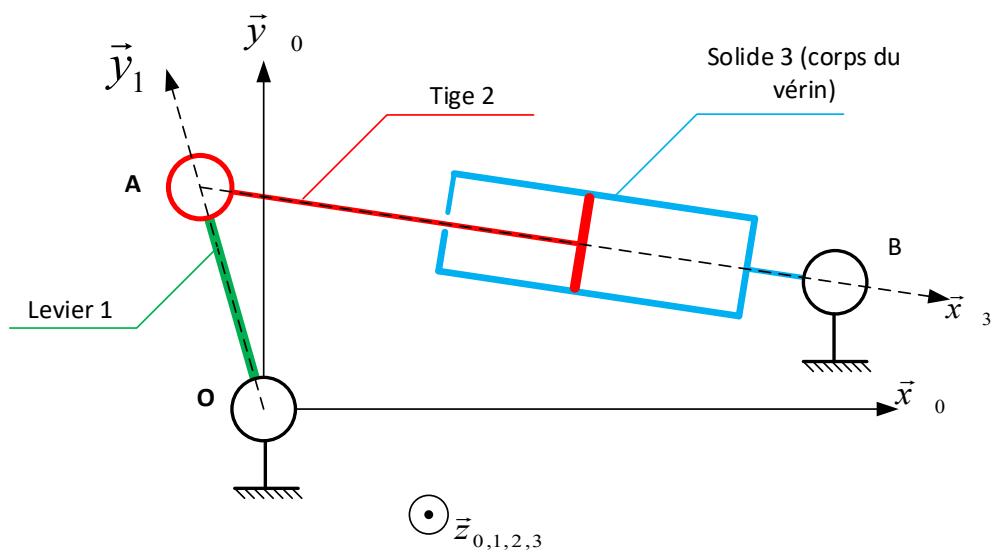


Figure 3.4 : schéma cinématique plan du mécanisme étudié

#### Paramétrage :

On définit les repères suivants :

- Repère R0 lié au bâti (0) :  $R_0(O; \vec{x}_0; \vec{y}_0; \vec{z}_0)$
- Repère R1 lié au levier (1)  $R_1(O; \vec{x}_1; \vec{y}_1; \vec{z}_{1,0})$ , tels que :  $\overrightarrow{OA} = e \cdot \vec{y}_1$  et  $\theta(t) = (\vec{x}_0; \vec{x}_1) = (\vec{y}_0; \vec{y}_1)$ . Sachant que la vanne est fermée pour  $\theta(t) = \frac{\pi}{4}$  et ouverte pour  $\theta(t) = -\frac{\pi}{4}$
- Repère R2 lié à la tige (2)  $R_2(A; \vec{x}_2; \vec{y}_2; \vec{z}_{1,2})$

⌚ 4hs	Les constituants de la chaîne d'énergie et de la chaîne d'information, cinématique sur la transmission de puissance et modélisation, performance d'un SLCI.(ANALYSER MODELISER RESOUDRE)	<u>CCB DE DECEMBRE DE SI N°1</u>	Niveau : <b>PCSI</b> Page 21 sur 23
-------	--	----------------------------------	--

- Repère R3 lié au corps du vérin (3)  $R_3(B; \vec{x}_3; \vec{y}_3; \vec{z}_{1,3})$ , tels que  $\overrightarrow{OB} = L \cdot \vec{x}_0 + d \cdot \vec{y}_0$ ,  $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \cdot \vec{x}_{2,3}$  et  $\beta(t) = (\vec{x}_0; \vec{x}_{2,3}) = (\vec{y}_0; \vec{y}_{2,3})$

On donne de plus L=864.8mm, d=96mm et e=135.8mm.

### Travail demandé :

#### Question 3.1 :

- a- Rappeler la liaison généralement utilisée pour modéliser le contact entre le corps et la tige d'un vérin. Attention réfléchir sur le type de contact et les degrés de liberté possible en ne prenant que cette liaison !! Vous donnerez alors le schéma cinématique de cette liaison dans le plan  $(O; \vec{x}_0; \vec{y}_0)$ .

Réaliser ensuite sur votre feuille les tracés nécessaires à la compréhension du paramétrage et de la démarche d'étude

- b- Le graphe des liaisons, vous n'oublierez pas de **rajouter la liaison entre la tige 2 et le corps 3** que vous avez rappelée précédemment !
- c- Les figures planes de rotation, vecteur vitesse de rotation.

#### Question 3.2 :

- a- En écrivant la fermeture géométrique suivante :  $\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BO} = \vec{0}$  et en projetant dans la base BO, retrouver une relation liant le déplacement  $\lambda(t)$  avec la rotation  $\theta(t)$ . Attention, l'angle  $\beta(t)$  ne doit plus apparaître dans votre équation.
- b- À partir de la loi précédente et des valeurs extrêmes de l'angle  $\theta$ , calculer la valeur en mm de la course utile du vérin (représentant le déplacement de la tige du vérin).

#### Question 3.3 :

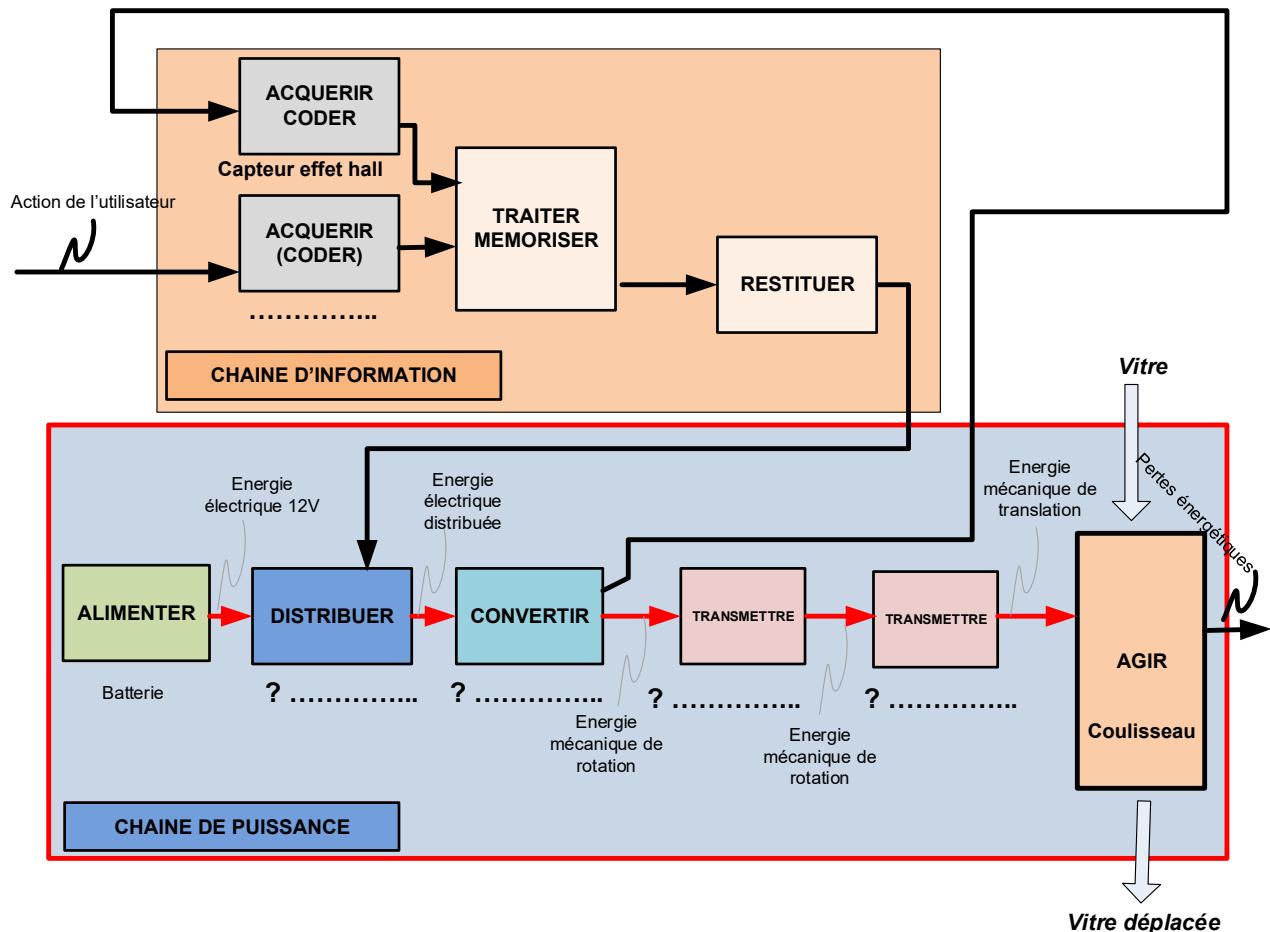
- a- Quel est la trajectoire du point A appartenant à 1 dans son mouvement par rapport à 0 ?
- b- Quel est la trajectoire du point A appartenant à 2 dans son mouvement par rapport à 3 ?

## Document Réponse DR

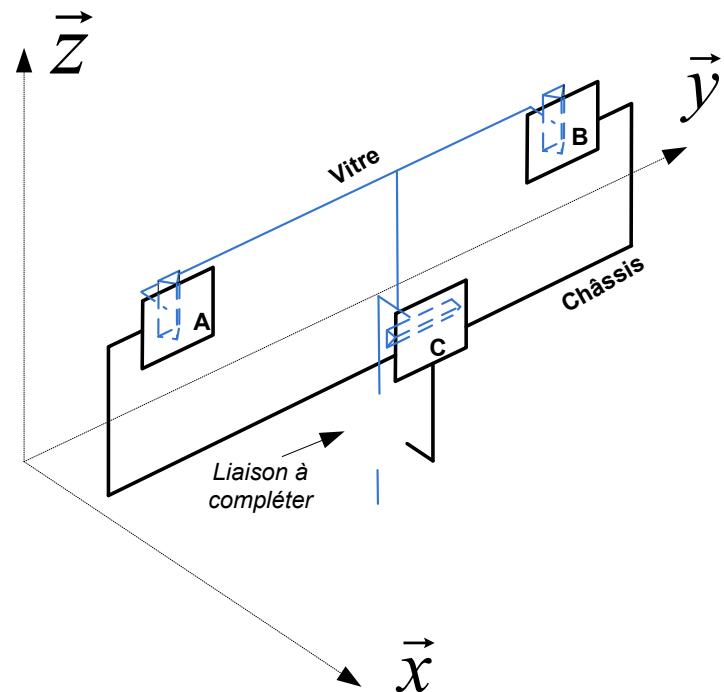
NOM :

Prénom :

## Question 1.1 : Architecture du système (lecture des diagrammes et compréhension de l'architecture)



Question 1.6 : Schéma cinématique 3D ('guidage de la vitre')



Question 1.13 : Réponse avec perturbation et avec un correcteur modifié

