

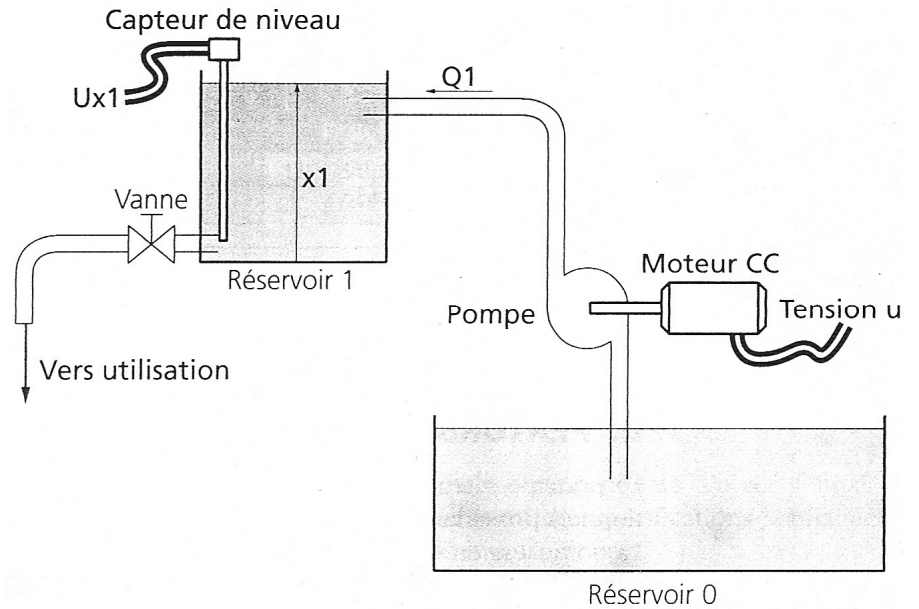
TD Structure et performances des systèmes asservis

Exercice 1 : Régulation de niveau.

Le système permet de maintenir le réservoir 1 à niveau de consigne donné, quel que soit le débit utilisé.

Il est constitué :

- ✓ De deux réservoirs.
- ✓ D'un capteur de niveau.
- ✓ D'une pompe.
- ✓ D'un moteur électrique.
- ✓ D'une carte d'alimentation (non visible).
- ✓ D'un correcteur et d'un comparateur.



Question.

Compléter les schémas blocs du processus et de la régulation de niveau en indiquant le nom des constituants à l'intérieur des blocs.

Schéma bloc du processus :

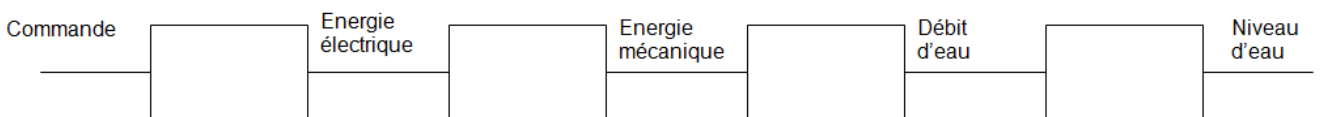
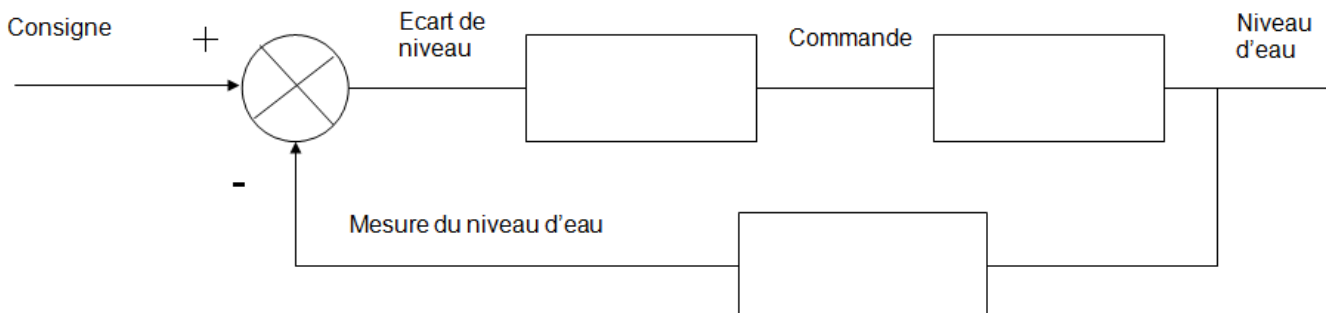


Schéma bloc de la régulation de niveau :



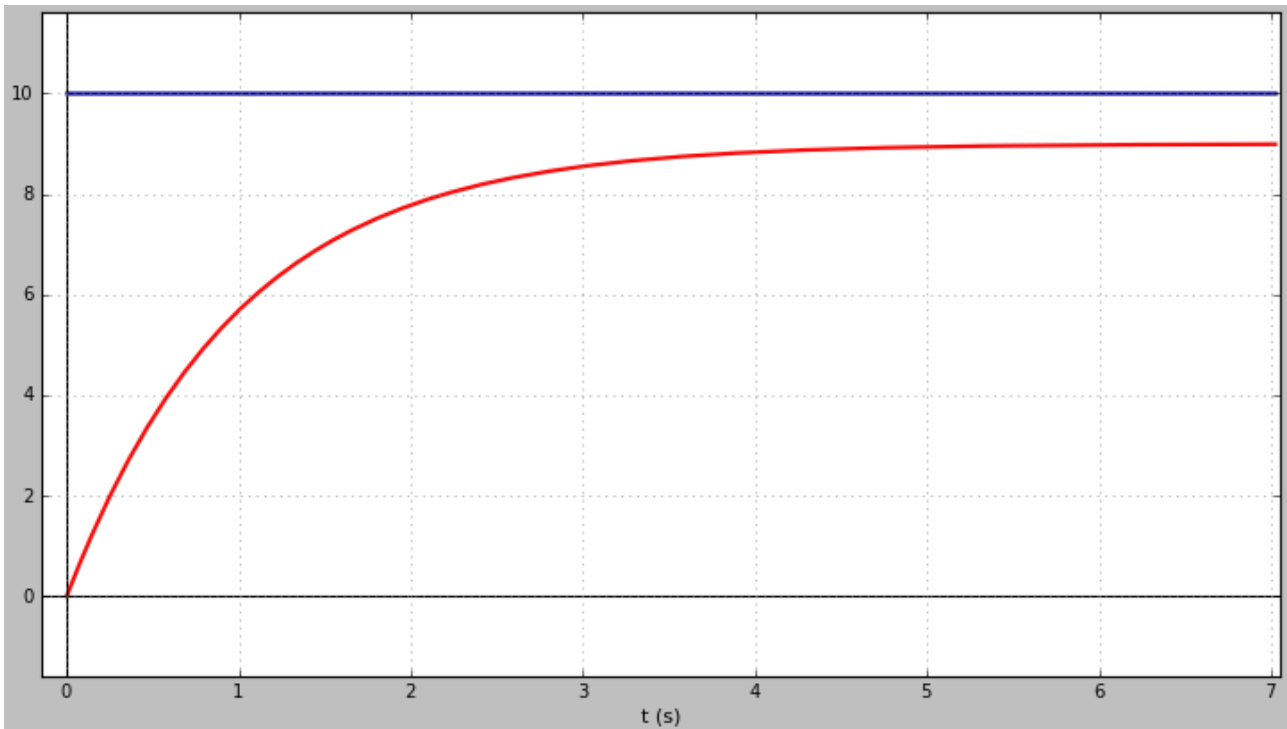
Exercice 2 : Performances des systèmes asservis

Objectif : Evaluer les performances de l'asservissement en position d'un robot à partir de ses réponses à des entrées types.

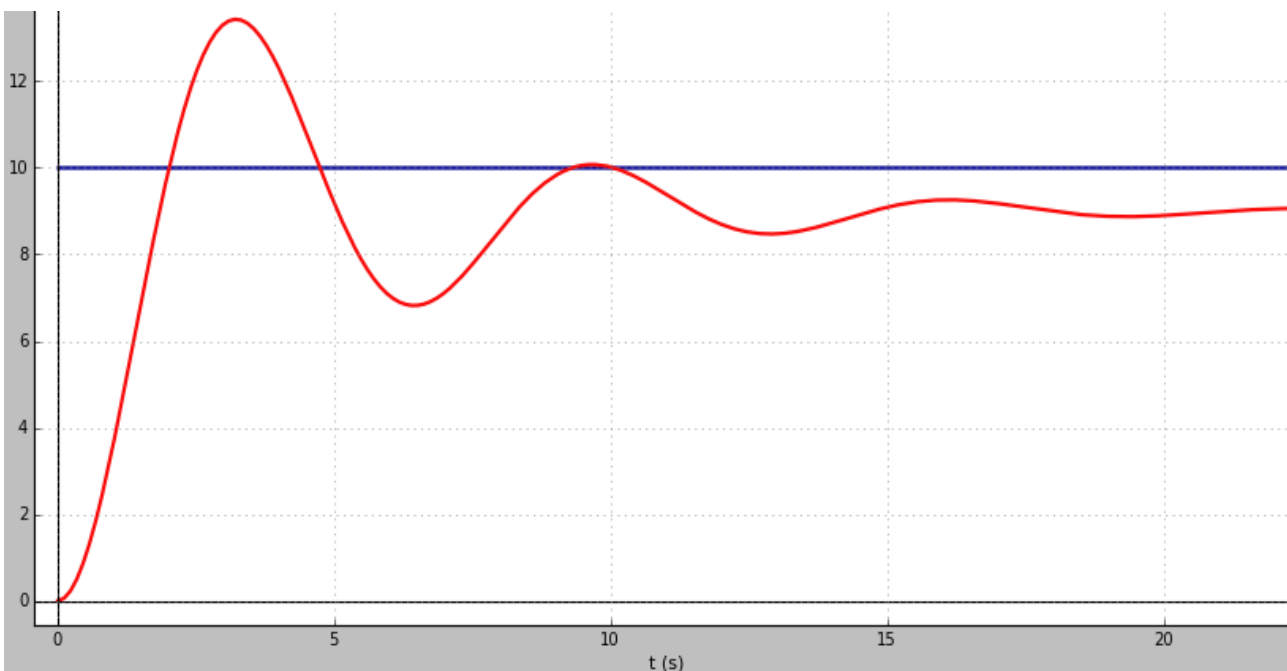
Sur les courbes figurent les courbes d'entrée et de sortie.

L'abscisse est le temps, l'ordonnée est la position angulaire en degrés d'un axe du robot.

1. Donner les performances du robot en exploitant la réponse à un échelon de 10°



2. Donner les performances du robot en exploitant la réponse à un échelon de 10°

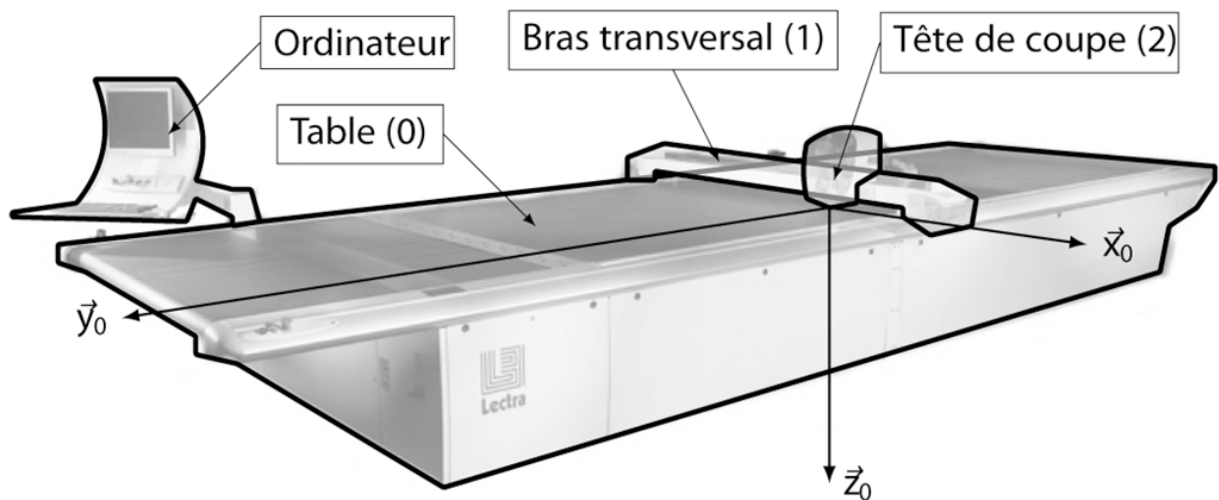
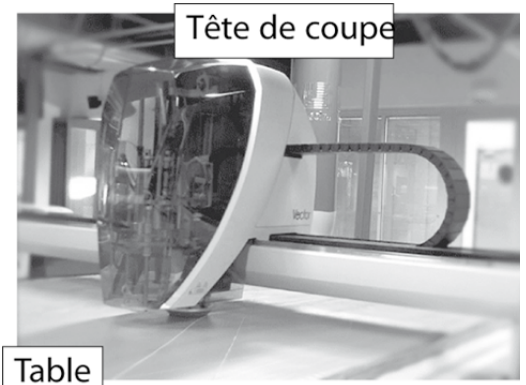


Exercice 3 : Tête de découpe (CCP MP 17)

Le système étudié dans ce sujet est une tête de coupe de tissus conçue et réalisée par la société française « Lectra », leader mondial dans la découpe automatisée des tissus.

Le système de découpe automatisé de tissus est composé :

- ✓ D'une table de découpe sur laquelle le tissu à découper (appelé matelas) est maintenu en position par aspiration.
- ✓ D'un bras transversal qui se déplace en translation de direction \vec{y}_0 par rapport à la table.
- ✓ D'une tête de coupe qui se déplace en translation de direction \vec{x}_0 par rapport au bras transversal.
- ✓ D'un ordinateur qui pilote l'ensemble du système.



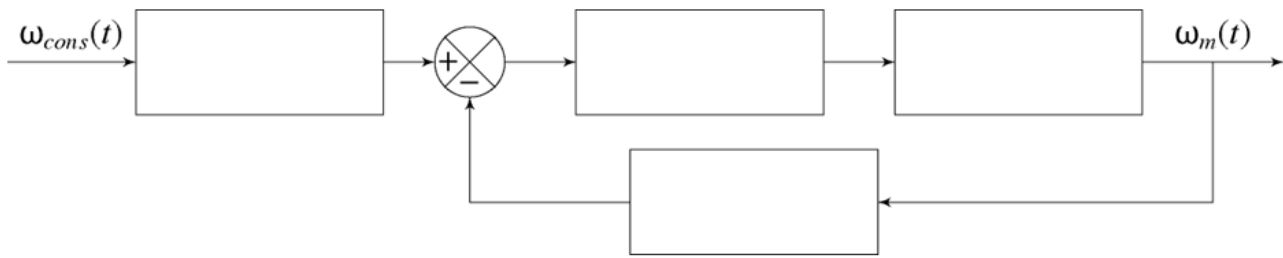
Modélisation du comportement du moteur de coupe

Objectif : modéliser la chaîne d'asservissement en vitesse du moteur.

- ✓ La vitesse de rotation du moteur, notée $\omega_m(t)$, est le paramètre asservi.
- ✓ Elle est mesurée à l'aide d'un codeur incrémental et de son conditionneur qui fournissent une tension $u_{mes}(t)$, image de la vitesse de rotation du moteur.
- ✓ Cette tension est comparée à la tension consigne $u_{cons}(t)$, image de la vitesse de rotation de consigne $\omega_m(t)$. Un adaptateur fournit $u_{cons}(t)$ à partir de $\omega_{cons}(t)$.
- ✓ L'écart $\mathcal{E}(t) = u_{cons}(t) - u_{mes}(t)$ est alors transformé en tension d'alimentation du moteur $u_m(t)$ par l'ensemble correcteur-variateur.

Question 1

Récrire et compléter le schéma-bloc fonctionnel suivant en indiquant dans les blocs le nom des composants et les paramètres qui transitent entre les blocs.



Optimisation des performances de l'asservissement en vitesse du moteur

Objectif : analyser les performances de l'asservissement en vitesse du moteur afin de choisir un correcteur permettant de vérifier l'exigence 1.2.2.1.

Les résultats de simulation de la réponse du moteur

N_m , en boucle fermée, pour une entrée échelon

d'amplitude $N_0 = 3000 \text{ tr/min}$ pour différents correcteurs sont donnés sur la figure suivante.

«requirement»
Commander le moteur de coupe

Id = "1.2.2.1"

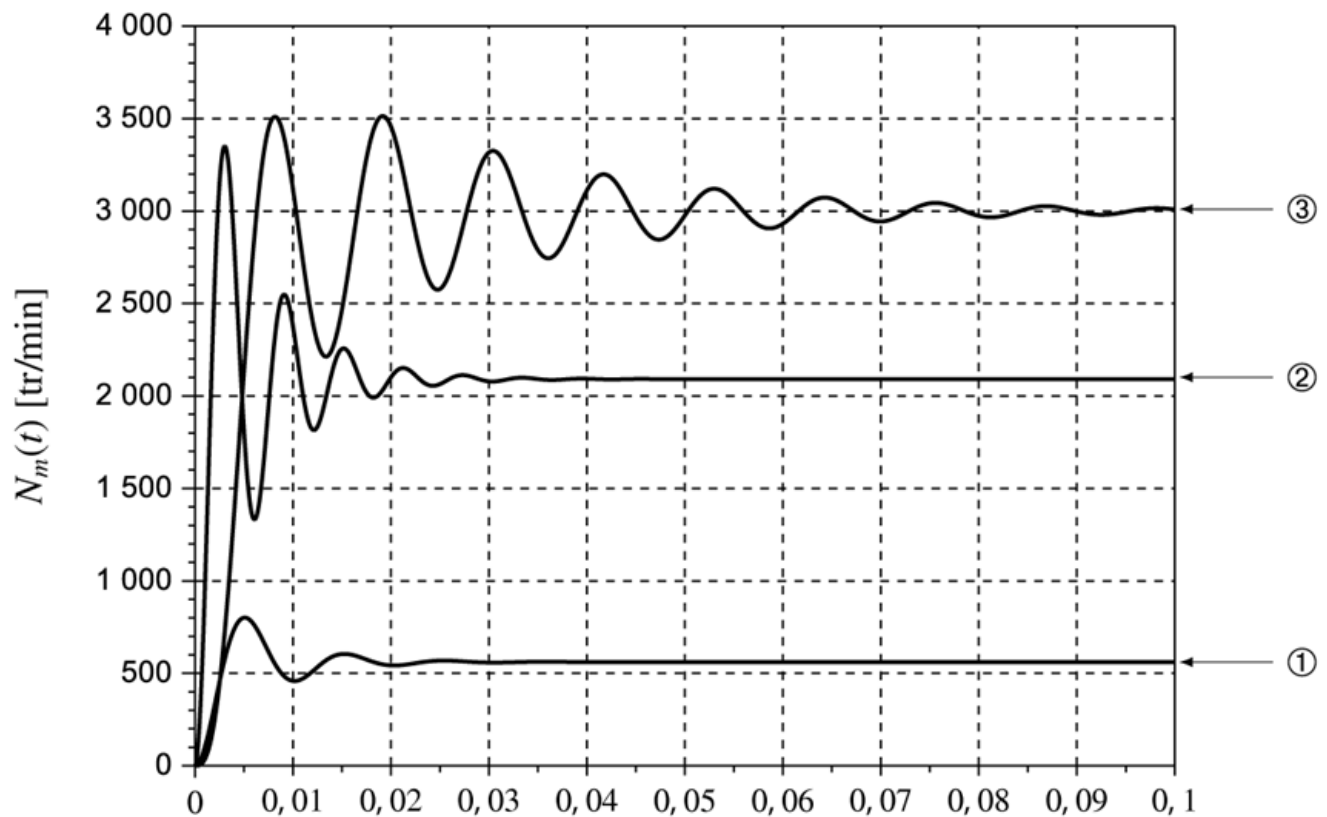
Text = "Vitesse de fonctionnement : 3 000 tr/min

Précision : absolue

Dépassement maximal : 20 %

Rapidité : 0,5 sec

Stabilité : absolue."



Question 2

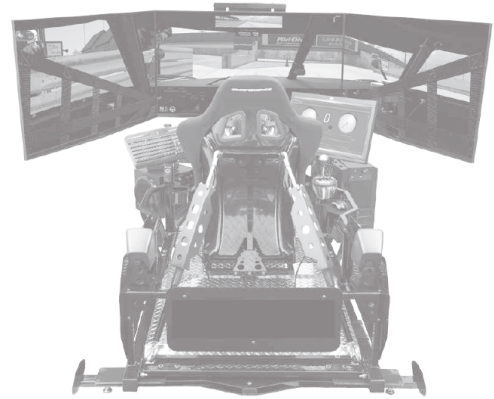
Déterminer les valeurs associées aux quatre critères de performances de l'exigence 1.2.2.1. Conclure sur le correcteur à adopter.

Exercice 4 : Simulateur de conduite (CCP PSI 14)

Un simulateur est un dispositif dont la fonction principale est de reproduire le plus fidèlement possible le comportement d'un système de référence (réel).

Le simulateur étudié dans ce sujet est un simulateur de course automobile à deux degrés de liberté utilisé par des particuliers dans le domaine du loisir.

On étudie la fonction technique « restituer les sensations de mouvement ».



Objectif : Mettre en place la structure de l'asservissement en position du vérin et vérifier ses performances.

Extrait du cahier des charges :

- ✓ Stabilité absolue, dépassement $< 20\%$.
- ✓ Rapidité : $t_{5\%} < 0,1s$ pour une entrée en échelon.
- ✓ Précision : Erreur nulle en réponse à une consigne en échelon.
Erreur constante en réponse à une consigne en rampe.

Structure de l'asservissement en position angulaire d'un axe de la cabine.

- ✓ L'angle de rotation du moteur θ_{mot} est mesuré par un capteur.
- ✓ L'image de l'angle de rotation donnée par le capteur u_{mes} est comparée à une grandeur image de l'angle de tangage de consigne u_{cons} fournie par un adaptateur à partir de la consigne θ_{cons} .
- ✓ L'écart $\varepsilon(t)$ correspondant est corrigé par un correcteur qui fournit une commande à un amplificateur qui fournit l'intensité de commande $i(t)$ au moteur.
- ✓ Un mécanisme permet d'obtenir la rotation de tangage θ_s à partir de la rotation du moteur θ_{mot} .

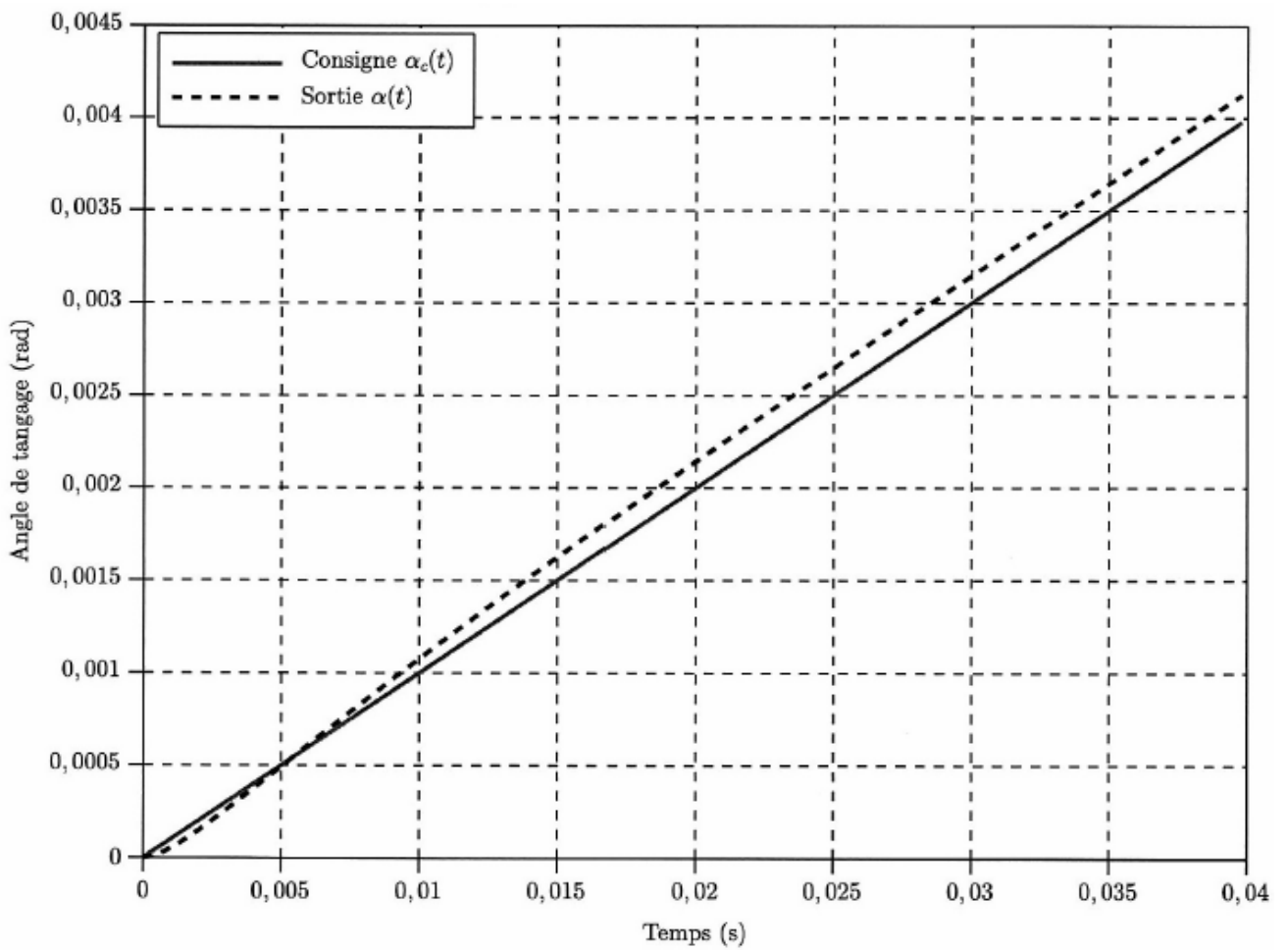
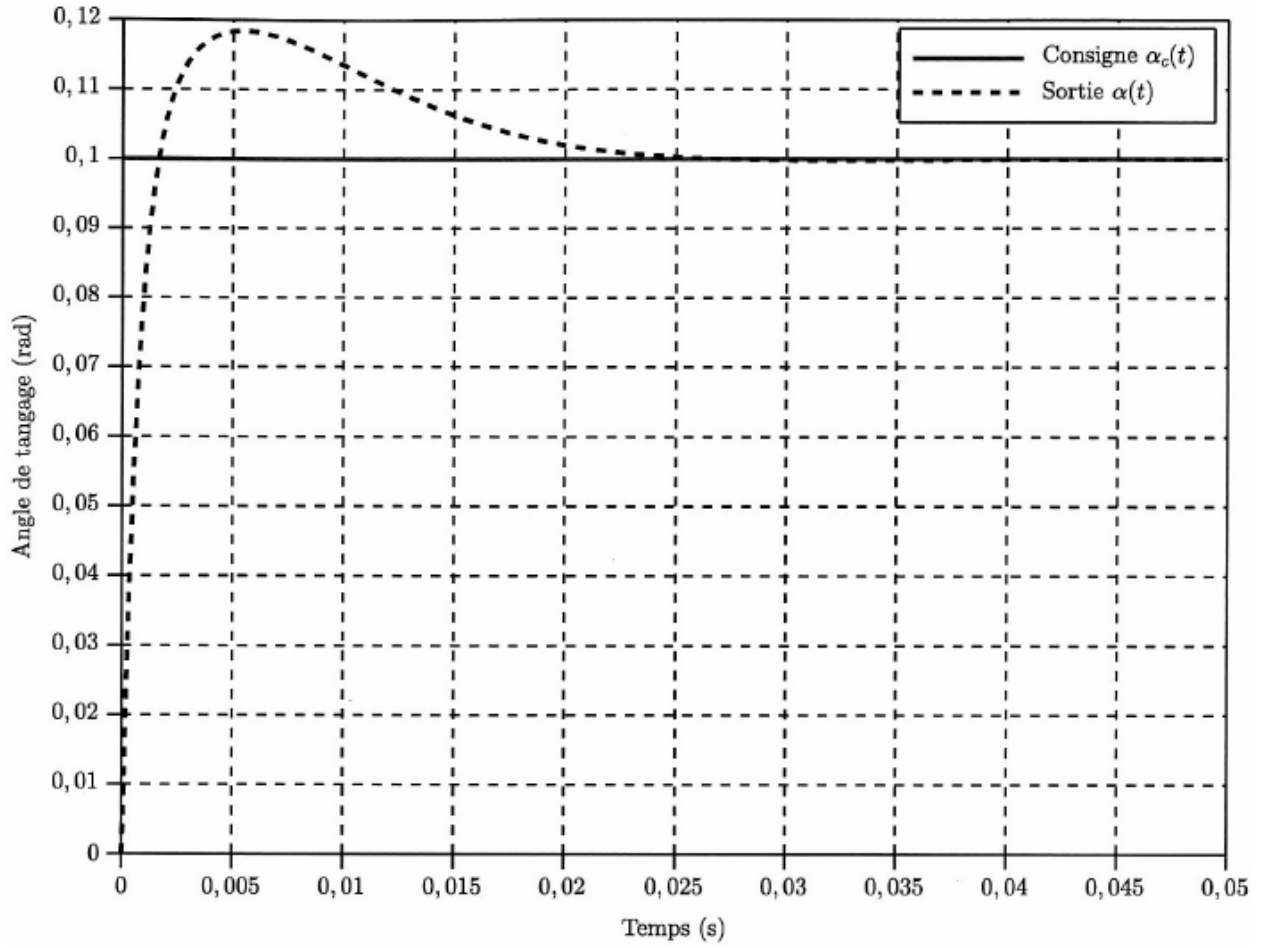
Question 1

Proposer un schéma-bloc de la structure d'asservissement d'entrée θ_{cons} et de sortie θ_s .

On donne les réponses théoriques à un échelon de 0,1 rad et à une rampe de pente 0,1 rad.s⁻¹ pour un réglage satisfaisant du correcteur.

Question 2

Vérifier si l'asservissement satisfait le cahier des charges.

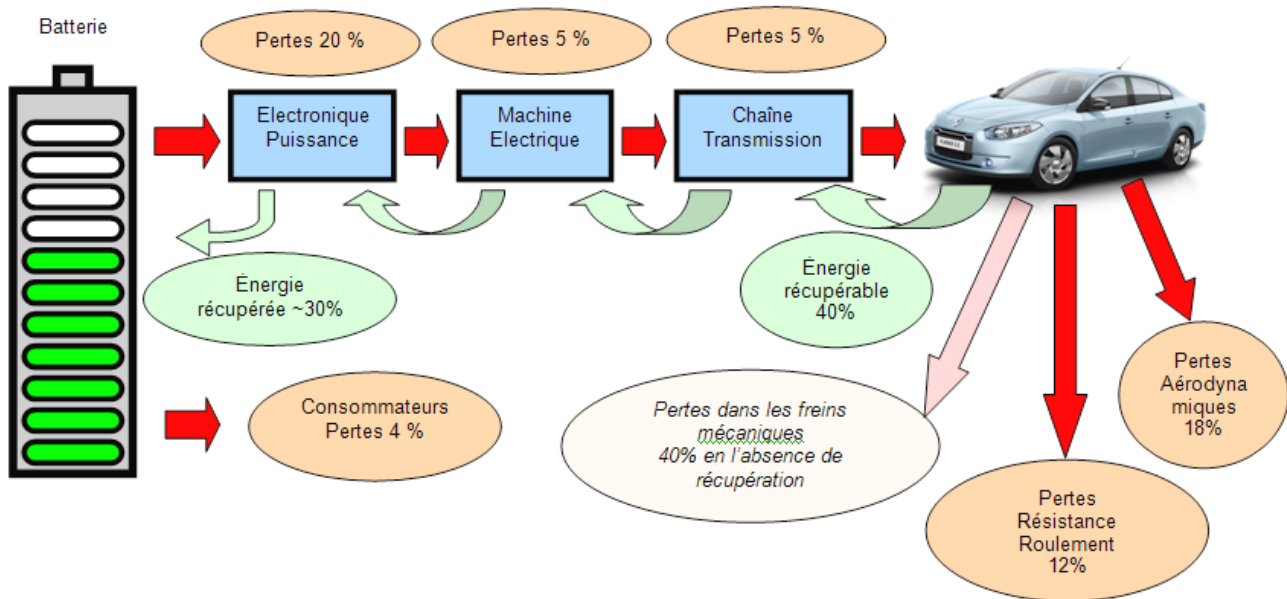


Exercice 5 : Freinage à récupération d'énergie (Centrale MP 12)

Pour réduire l'empreinte carbone du secteur transport des particuliers, plusieurs constructeurs automobiles développent des véhicules électriques avec des systèmes de récupération d'énergie au freinage.

Le principe de récupération d'énergie est identique chez tous les constructeurs mais la réalisation et les algorithmes diffèrent quelque peu.

Bilan énergétique d'un véhicule électrique



Afin de minimiser la consommation électrique des véhicules électriques, une solution consiste à récupérer l'énergie cinétique et/ou potentielle du véhicule lors des phases de freinage.

Pour cela, on exploite la réversibilité de la chaîne d'énergie électrique en faisant fonctionner l'actionneur électrique de la chaîne de transmission en mode générateur.

On appelle *séquence urbaine type*, un trajet entre deux feux tricolores, en ligne droite, sur une route horizontale et composé :

- ✓ D'une phase d'accélération de 0 à 50 km/h.
- ✓ D'un parcours de 500 m à une vitesse constante de 50 km/h.
- ✓ Puis d'une phase de décélération avec arrêt.

La décélération commandée par la levée du pied de la pédale d'accélérateur, correspond au « frein moteur » d'un véhicule thermique. Pour des raisons de confort et d'habitude de conduite, elle est choisie proche de 2 m/s^2 . Cette valeur est légèrement supérieure à celle obtenue par le frein moteur d'un véhicule thermique.

De plus, cette décélération a l'avantage d'être très reproductible, contrairement à celle d'un véhicule thermique qui est fonction notamment de la vitesse engagée.

Question 1

Indiquer trois raisons incitant les usagers des véhicules électriques à décélérer sans utiliser la pédale de frein, par rapport aux habitudes de conduite d'un véhicule thermique.

Limites du freinage électrique

Dans une situation de freinage nominal, le couple de freinage électrique demandé à la machine électrique est assimilé à un échelon afin de représenter la soudaineté des situations classiques de freinage.

Dans la phase de conception du système de récupération d'énergie au freinage, les ingénieurs réalisent des essais sur un véhicule électrique, exploitant la réversibilité de la chaîne d'énergie de traction électrique.

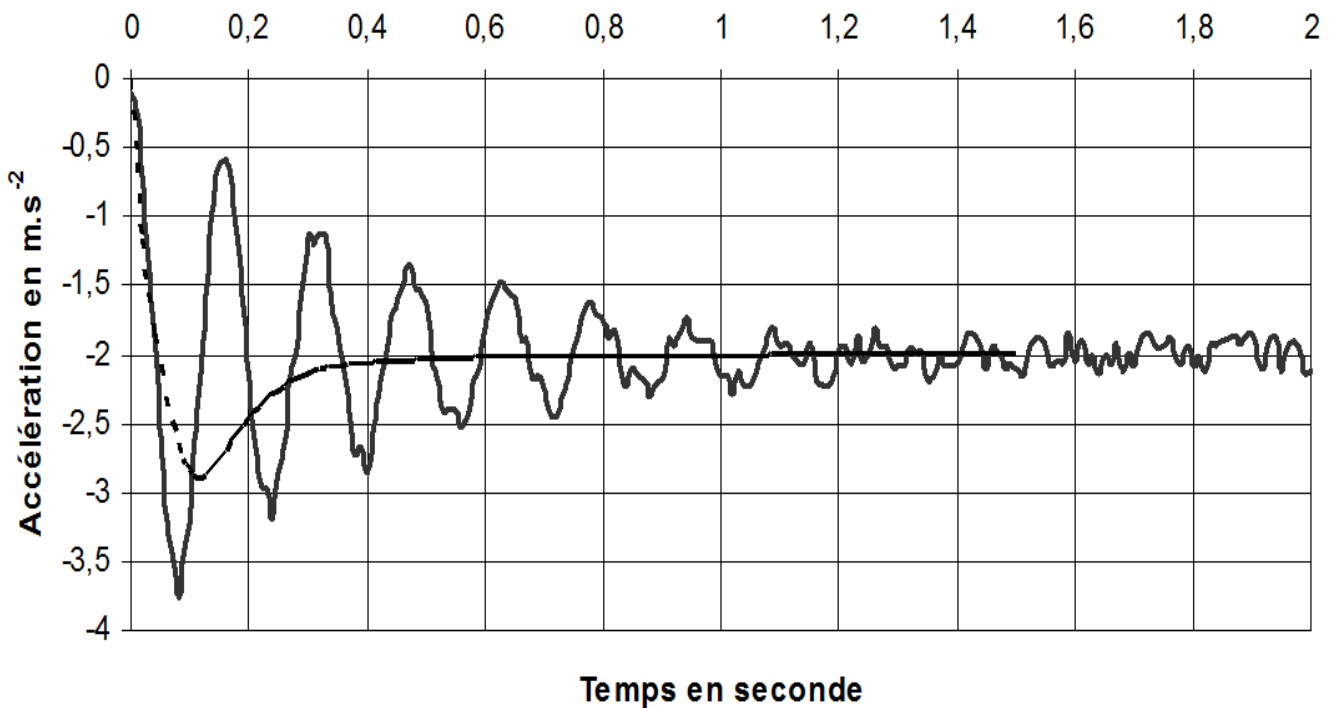
Au cours de ces essais, il est possible d'acquérir la mesure de l'accélération du véhicule lorsqu'on impose une variation en échelon du couple de freinage au niveau du moteur électrique.

Mesure de la décélération longitudinale d'un véhicule freiné (tout électrique)

La courbe d'essai figure suivante a été obtenue

lors d'une décélération d'environ $-2 m \cdot s^{-2}$.

— Accélération mesurée
 - - - Courbe gabarit



Un extrait du cahier des charges est donné sous forme de tableau :

Fonctions	Énoncé	Critères	Niveaux
FS1	Assurer la décélération du véhicule imposée par le conducteur	Freinage nominal en cycle urbain	Route horizontale
		Vitesse initiale	50 $km \cdot h^{-1}$
		Distance d'arrêt	50 m
FS2	Récupérer une quantité optimale d'énergie dans la batterie	Minimum d'énergie économisée par rapport à un véhicule électrique traditionnel sur une <i>séquence urbaine type</i>	25 % d'énergie économisée

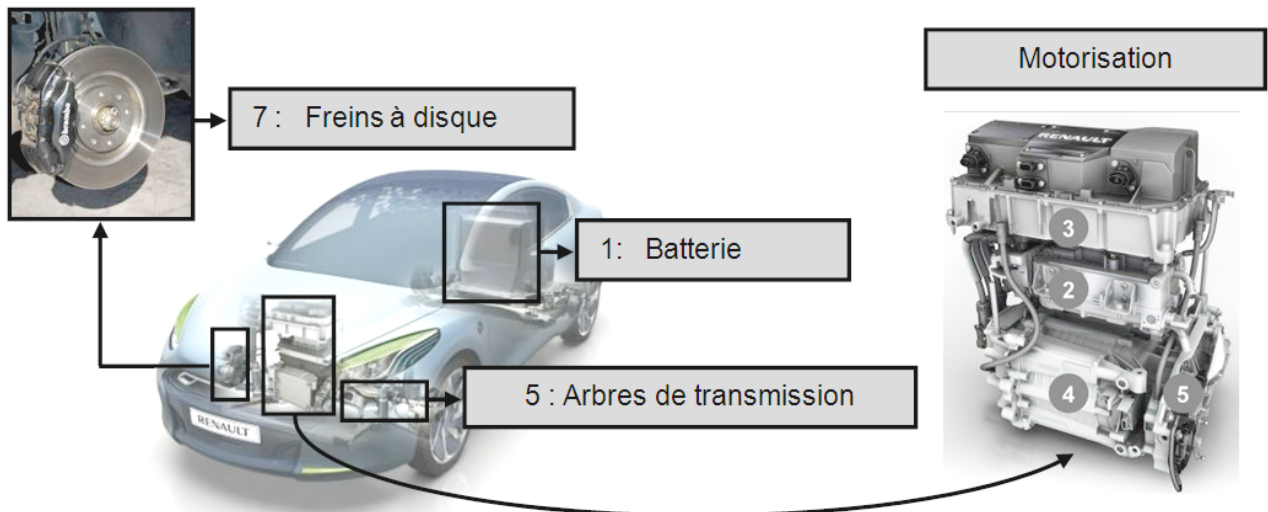
FS3	Assurer le confort du conducteur et de ses passagers	Décélération en régime permanent à la levée du pied	2 m·s ⁻²
		Limitation des à-coups	Premier dépassement en décélération inférieur à 50% de la valeur en régime permanent, lors d'un freinage nominal
		Limitation des vibrations	Moins de 5 oscillations en décélération en dehors de la bande ±5% autour de la courbe gabarit
FS4	Arrêter le véhicule en toute sécurité	Mode freinage mécanique privilégié lors d'un freinage d'urgence	Pour une vitesse initiale de 50 km·h ⁻¹ , la distance d'arrêt maximale doit être de 15 m

Question 2

A partir de la courbe, analyser les performances du système de freinage électrique, sans commande adaptée, et les comparer à celles du cahier des charges.

Etude d'une solution utilisant un freinage mixte électrique et friction

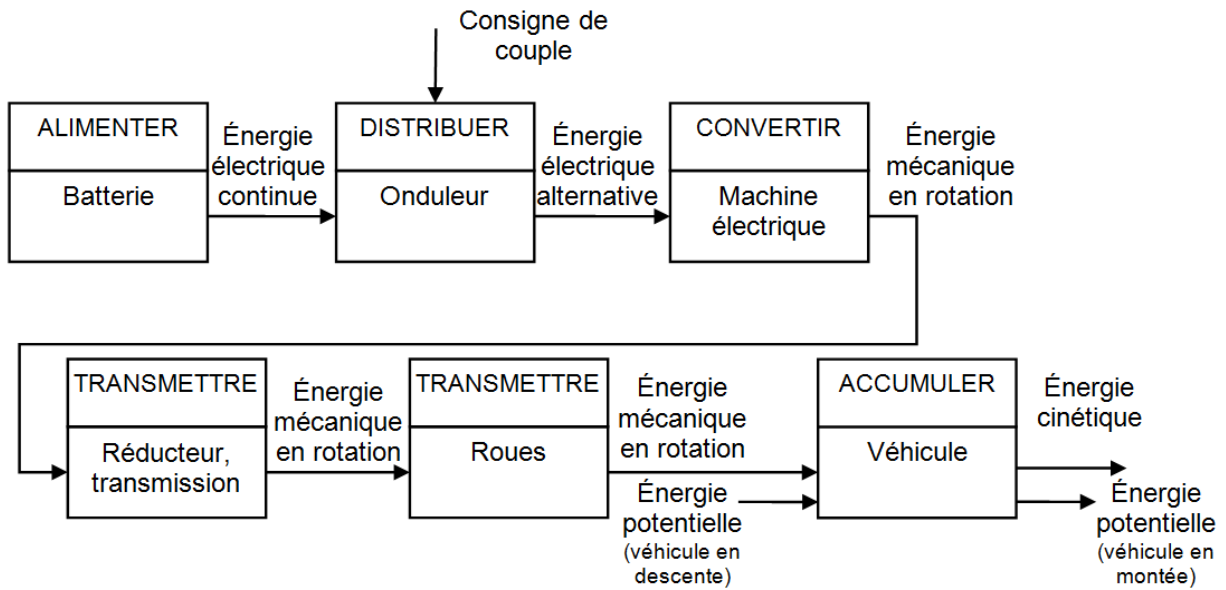
Afin de satisfaire aux exigences du CdCF, le véhicule comporte une chaîne de conversion d'énergie réversible et un système classique de freinage par friction, actionné électriquement. Ce dernier équipe chacune des quatre roues du véhicule et sera simplement désigné dans la suite par le terme « système de freinage par friction ».



Fonction	Sous système
Alimenter en énergie électrique ou stocker de l'énergie électrique	Batterie Lithium-ion : capacité énergétique de 22 kWh
Distribuer et adapter l'énergie électrique de la batterie vers la machine électrique	Onduleur
Distribuer et adapter l'énergie électrique de la machine électrique vers la batterie	Convertisseur

Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique ou l'énergie mécanique en énergie électrique	Moteur électrique synchrone triphasé. Puissance max : 70 kW à 11000 tr/mn. Couple max: 226 Nm.
Transmettre l'énergie mécanique	Réducteur, arbres de transmission, roues ...
Accumuler ou restituer de l'énergie mécanique (énergie cinétique et énergie potentielle)	Véhicule massique : 1600 kg
Convertir l'énergie mécanique en chaleur	4 freins à disque

Lors de la phase de traction électrique, la chaîne d'énergie électrique se met sous la forme donnée figure suivante.



Question 3

Compléter, sur le document réponse, la structure de la chaîne d'énergie lors du freinage du véhicule électrique muni d'un système de récupération d'énergie associé à des freins dissipatifs à disque.

