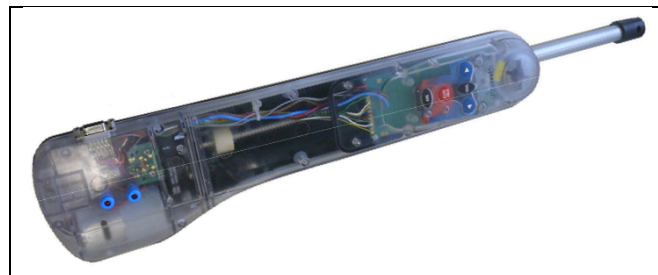


# Diagrammes d'états/transitions Pilote TP32



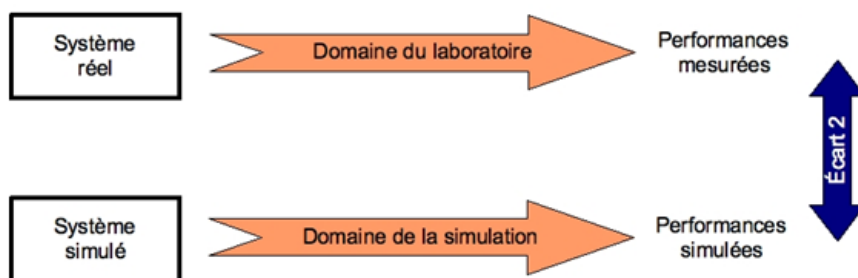
Noms : \_\_\_\_\_  
 Prénoms : \_\_\_\_\_  
 Classe : \_\_\_\_\_  
 Date : \_\_\_\_\_



**Note : /20**

## 1. Objectifs :

Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'écart entre le système réel et le système simulé.



## 2. Critères d'évaluation et barème :

|  |    |
|--|----|
| Autonomie, quantité et qualité du travail, soin... | /3 |
| Etude du modèle physique                           | /5 |
| Modélisation du mode manuel                        | /6 |
| Modélisation du mode automatique                   | /6 |

## 3. Matériel nécessaire :

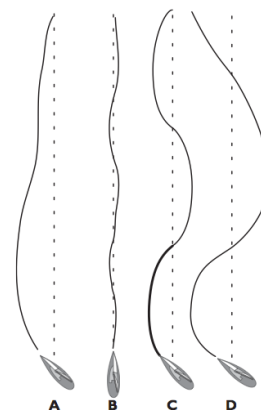
- Pilote automatique de bateau TP32
- Dossier technique du pilote TP32
- Logiciel MATLAB
- Vidéo de présentation STATEFLOW (18 min)

## 4. Problème technique :

Le pilote automatique est capable de **maintenir le bateau sur un cap**, et ce malgré des **perturbations** comme des rafales de vent ou la houle marine.

Après une perturbation, selon sa performance, le système peut :

- Mettre un temps trop long à retourner sur le cap désiré (cas A)
- Retourner sur le cap avec un temps acceptable et stabiliser (cas **idéal** B)
- Retourner sur le cap rapidement avec une stabilisation qui laisse à désirer (cas C)
- Etre incapable de stabiliser le cap (cas D).




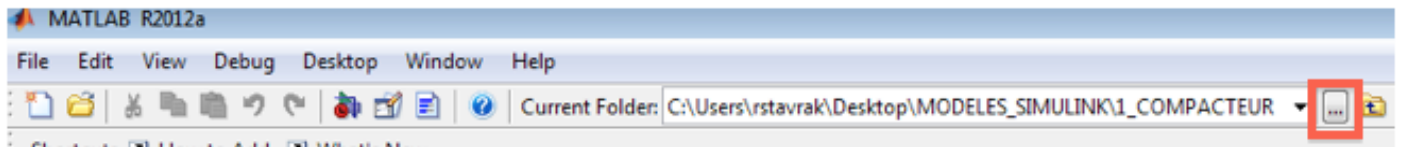
Ce comportement dépend en partie de la programmation du pilote, et plus particulièrement de l'algorithme qui gère le mode automatique de suivi de cap.

**On se propose de simuler le fonctionnement du pilote afin d'améliorer l'algorithme de commande du suivi de cap.**

## 5. Etude du modèle physique :

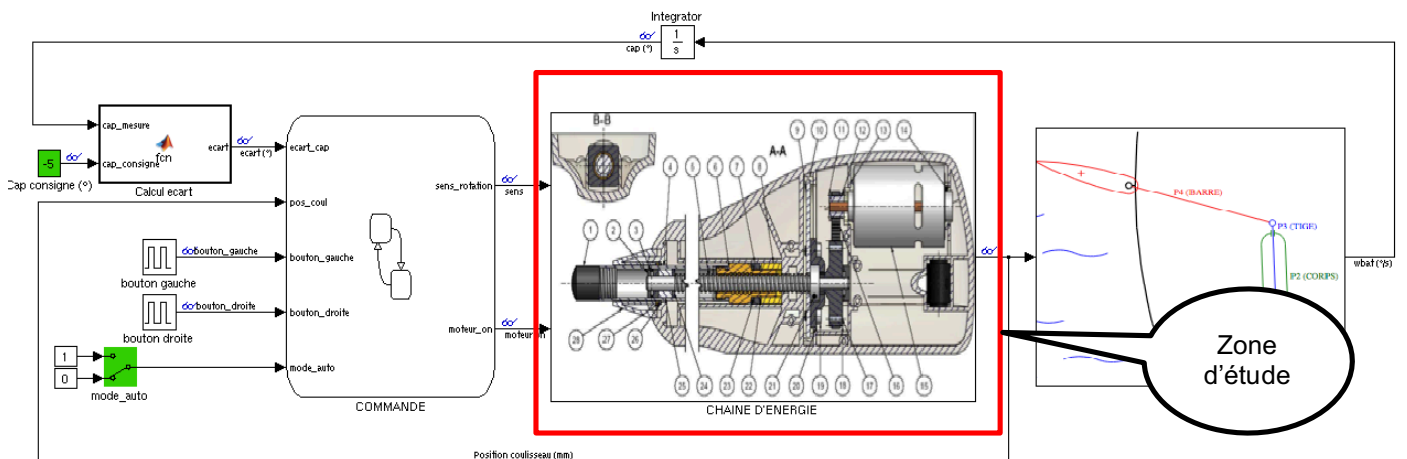
Télécharger le fichier « Modele\_pilote.zip » et le décompresser. Un dossier « Modele\_pilote » apparaît alors.

Démarrer MATLAB , et se placer dans le dossier « Modele\_pilote » :



Double-cliquer le fichier « PILOTE\_SIMMECHANICS\_STATEFLOW\_VXX\_ELEVES.mdl »

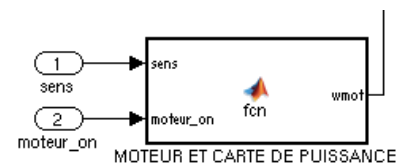
### 5.1. Modélisation du moteur et de sa carte de puissance :



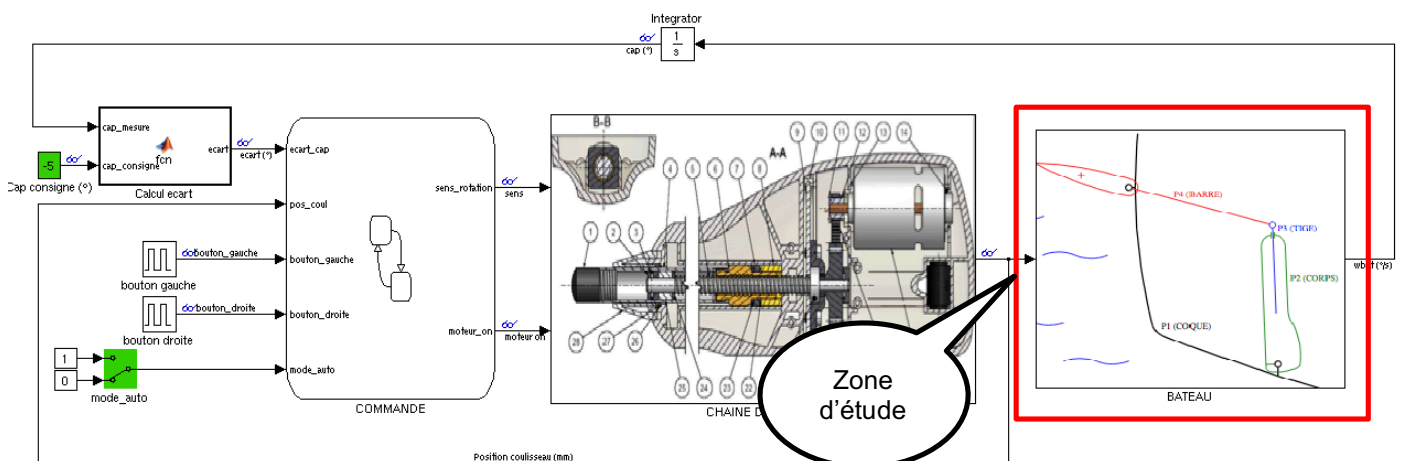
On considère que le moteur développe 0.1 N.m

Q1. Dans le dossier technique du pilote, page 23, relever la fréquence de rotation du moteur en tr/min et la convertir en rad/s.

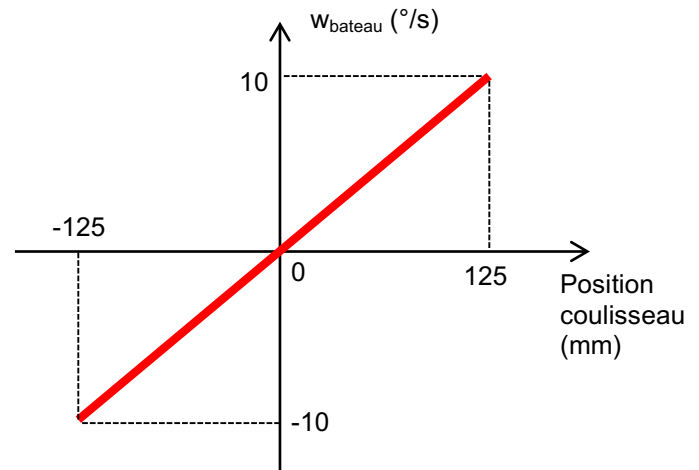
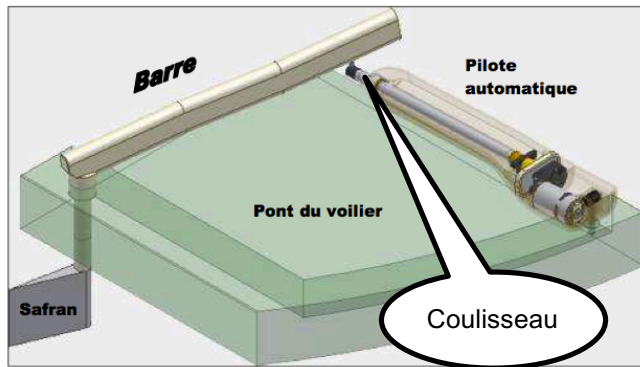
Double cliquer sur le bloc « CHAINE D'ENERGIE » puis sur le bloc « MOTEUR ET CARTE DE PUISSANCE ». Modifier le bloc en complétant les valeurs positives et négatives de  $w_{mot}$  en rd/s.



### 5.2. Modélisation du bateau :



Le pilote agit sur la barre, qui agit sur le safran. On considère que la vitesse de changement de cap  $w_{\text{bateau}}$  en  $^{\circ}/s$  du bateau est proportionnelle à la sortie du coulisseau du pilote. On donne la courbe  $w_{\text{bateau}} = f(\text{position coulisseau})$  :



Q2. En considérant que la position neutre du coulisseau est 0 (coulisseau à moitié sorti), donner la course totale du coulisseau.

Q3. Donner l'équation  $w_{\text{bateau}} = f(\text{position coulisseau})$ .

Double cliquer sur le bloc « BATEAU » et implanter votre équation.

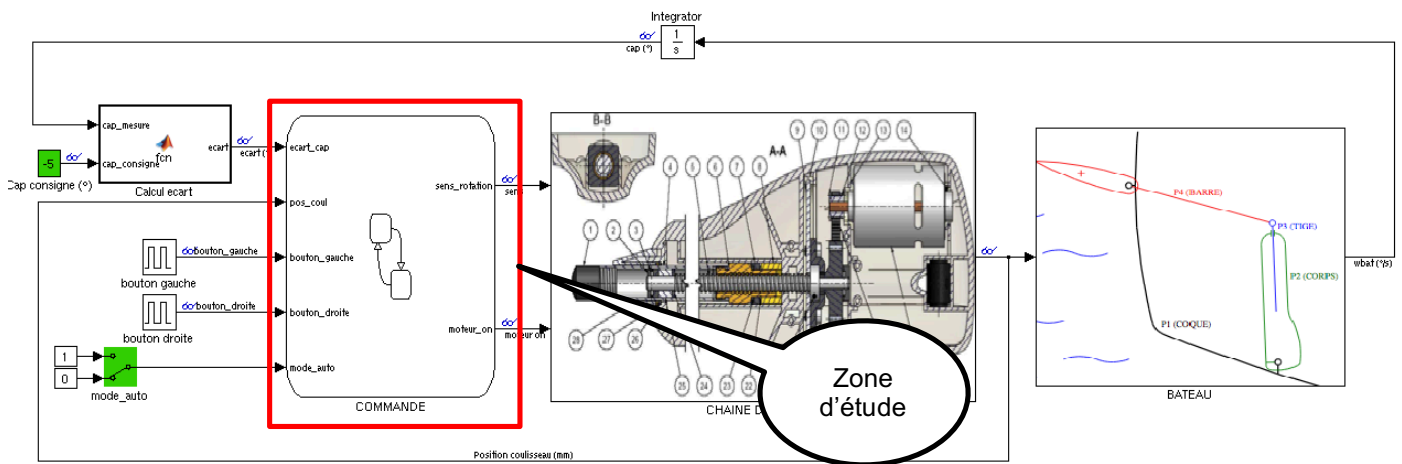
## 6. Introduction à STATEFLOW :

Visionner attentivement la vidéo « Introduction à STATEFLOW » (18 min).

On rajoute les règles de syntaxe suivantes :

| Algorithme  | Syntaxe STATEFLOW            |
|---|------------------------------|
| Vérifier que la variable $v$ est <b>égale</b> à 1   | $[v==1]$                     |
| Vérifier que la variable $v$ est <b>supérieure ou égale</b> à 1   | $[v>=1]$                     |
| Vérifier que la variable $v$ est <b>supérieure</b> à 1  | $[v>1]$                      |
| Vérifier que la variable $v$ est <b>inférieure ou égale</b> à 1   | $[v<=1]$                     |
| Vérifier que la variable $v$ est <b>inférieure</b> à 1  | $[v<1]$                      |
| Vérifier que l'état A est <b>actif</b>  | $[in(A)]$                    |
| La transition est validée si la condition1 <b>ET</b> la condition2 sont vérifiées   | $[Condition1 \& Condition2]$ |
| La transition est validée si la condition1 <b>OU</b> la condition2 sont vérifiées   | $[Condition1   Condition2]$  |
| Dans l'état On, Les états A et B s'activent en <b>parallèle (A ET B)</b>  |                              |
| Dans l'état On, Les états A et B s'activent en <b>de façon exclusive (A OU B)</b> en fonction des transitions. Par défaut le premier état à s'activer est l'état A. |                              |

## 7. Modélisation du mode « Manuel » :



En mode manuel, les boutons droits et gauches commandent directement le coulisseau.  
On souhaite que le coulisseau ne dépasse pas ses limites de course soit :

- -125 mm vers la droite
- +125 mm vers la gauche

Q4. Sur feuille de copie, proposer un diagramme permettant de gérer le sens de rotation du moteur en utilisant les éléments suivants ( $\text{bouton\_droite}==1$  veut dire bouton activé,  $\text{bouton\_droite}==0$  veut dire bouton désactivé) :

| <u>Variables :</u>             | bouton_droit | bouton_gauche                        | pos_coul                             |
|--------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <u>Etats :</u>                 | ARRET        | GAUCHE<br>$\text{sens\_rotation}=1;$ | DROITE<br>$\text{sens\_rotation}=0;$ |
| <u>Transition par défaut :</u> | ↓            |                                      |                                      |

Q5. Implémenter votre solution, effectuer une simulation et proposer une liste d'éléments à vérifier pour valider le bon fonctionnement (on utilisera les scopes en double cliquant sur les lunettes).



Q6. Comparer le modèle avec le système réel. Quelle est l'amélioration que vous avez réalisée ?

## 8. Modélisation du mode « Automatique » :

En mode automatique, le pilote calcule l'écart entre le cap désiré (cap consigne) et le cap réel, et effectue la correction afin d'amenuiser cet écart.

On désire un écart final avec le cap consigne muni d'une tolérance de  $\pm 1^\circ$ .

Pour compenser cet écart, le pilote devra aller :

- vers la gauche pour un écart positif ( $\text{écart} > 1^\circ$ ) si la position du coulisseau est inférieure ou égale à 125 mm
- vers la droite pour un écart négatif ( $\text{écart} < -1^\circ$ ) si la position du coulisseau est supérieure ou égale à -125 mm

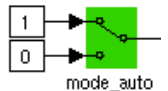
De plus, le pilote devra :

- S'arrêter d'aller vers la gauche si  $\text{écart} \leq 1^\circ$  ou si la position du coulisseau est supérieure ou égale à 125 mm
- S'arrêter d'aller vers la droite si  $\text{écart} \geq -1^\circ$  ou si la position du coulisseau est inférieure ou égale à -125 mm

Q7. Sur feuille de copie, proposer un diagramme permettant de gérer le sens de rotation du moteur en utilisant les éléments suivants :

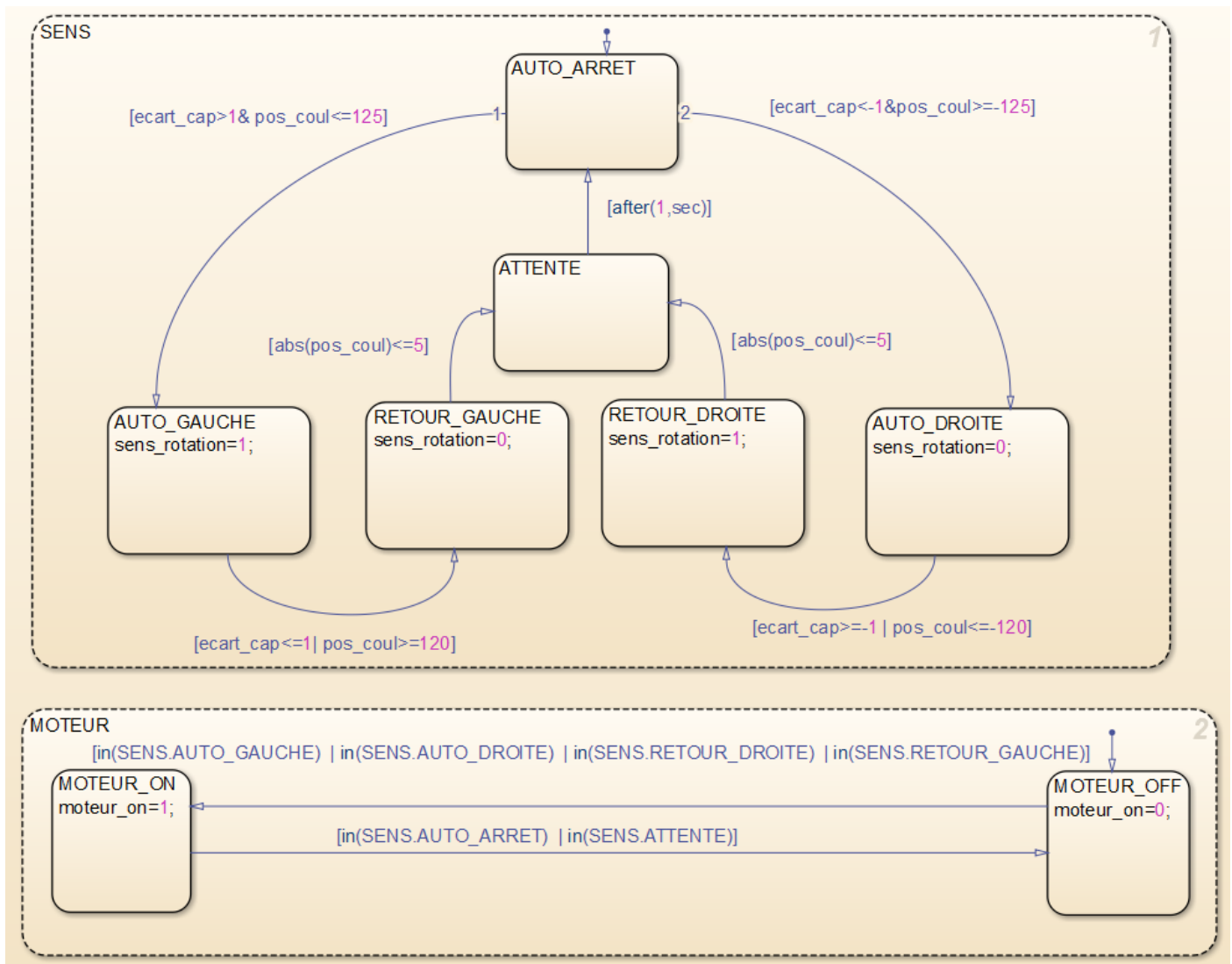
| <u>Variables :</u>             | ecart_cap  | pos_coul   |
|--------------------------------|------------|--|
| <u>Etats :</u>                 | AUTO_ARRET | AUTO_GAUCHE<br>sens_rotation=1;<br>AUTO_DROITE<br>sens_rotation=0; |
| <u>Transition par défaut :</u> |            |  |

Q8. Implémenter votre solution, effectuer une simulation (penser à double cliquer sur le sélecteur du mode auto) et vérifier la courbe du cap (cliquer sur les lunettes). Que constatez-vous ?



Q9. Effectuer une simulation pour un cap consigne de 5°. Que constatez-vous ?

On propose le graphe suivant pour résoudre le problème précédemment rencontré :



Q10. Implémenter cette solution (ne pas oublier de modifier l'état « MOTEUR »), et effectuer une simulation pour plusieurs caps consigne (5°, -10°, 20°...) Qu'observe-t-on ? Proposer une explication permettant d'expliquer la résolution du problème.