

Ferry (ou Ferry-boat) : navire spécialement conçu pour le transport des véhicules et de leurs passagers.

Nœud : unité de vitesse : 1 nœud = 1 mille marin (1852 m) par heure.

Carène : surface immergée de la coque d'un navire.

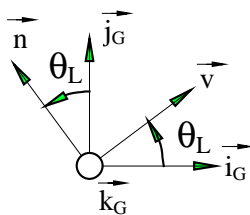
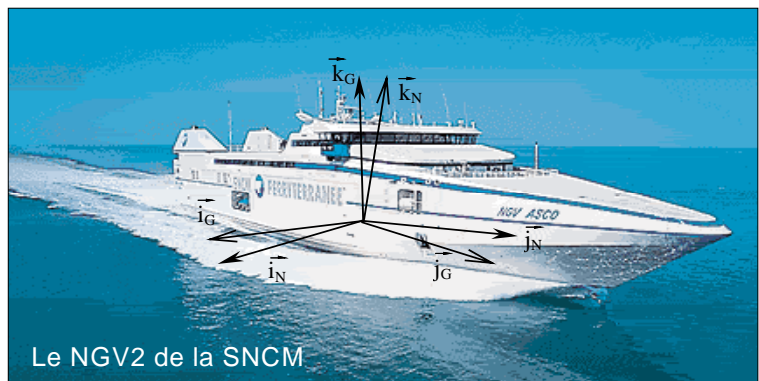
Proue : avant du navire.

Poupe : arrière du navire.

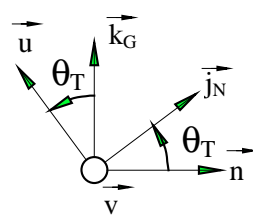
Bâbord : coté gauche du navire en regardant vers l'avant, la proue.

Tribord : coté droit du navire en regardant vers l'avant.

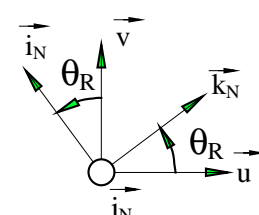
Lacet, Roulis, Tangage : mouvements de rotation d'axes orthogonaux du navire représenté par le repère $(G_N; \vec{i}_N, \vec{j}_N, \vec{k}_N)$ par rapport au repère terrestre local $(G_G; \vec{i}_G, \vec{j}_G, \vec{k}_G)$. Ces rotations ainsi que les vecteurs intermédiaires \vec{u} , \vec{v} , et \vec{n} sont définis par les figures de changements de base suivantes :



θ_L : Angle de Lacet



θ_T : Angle de Tangage



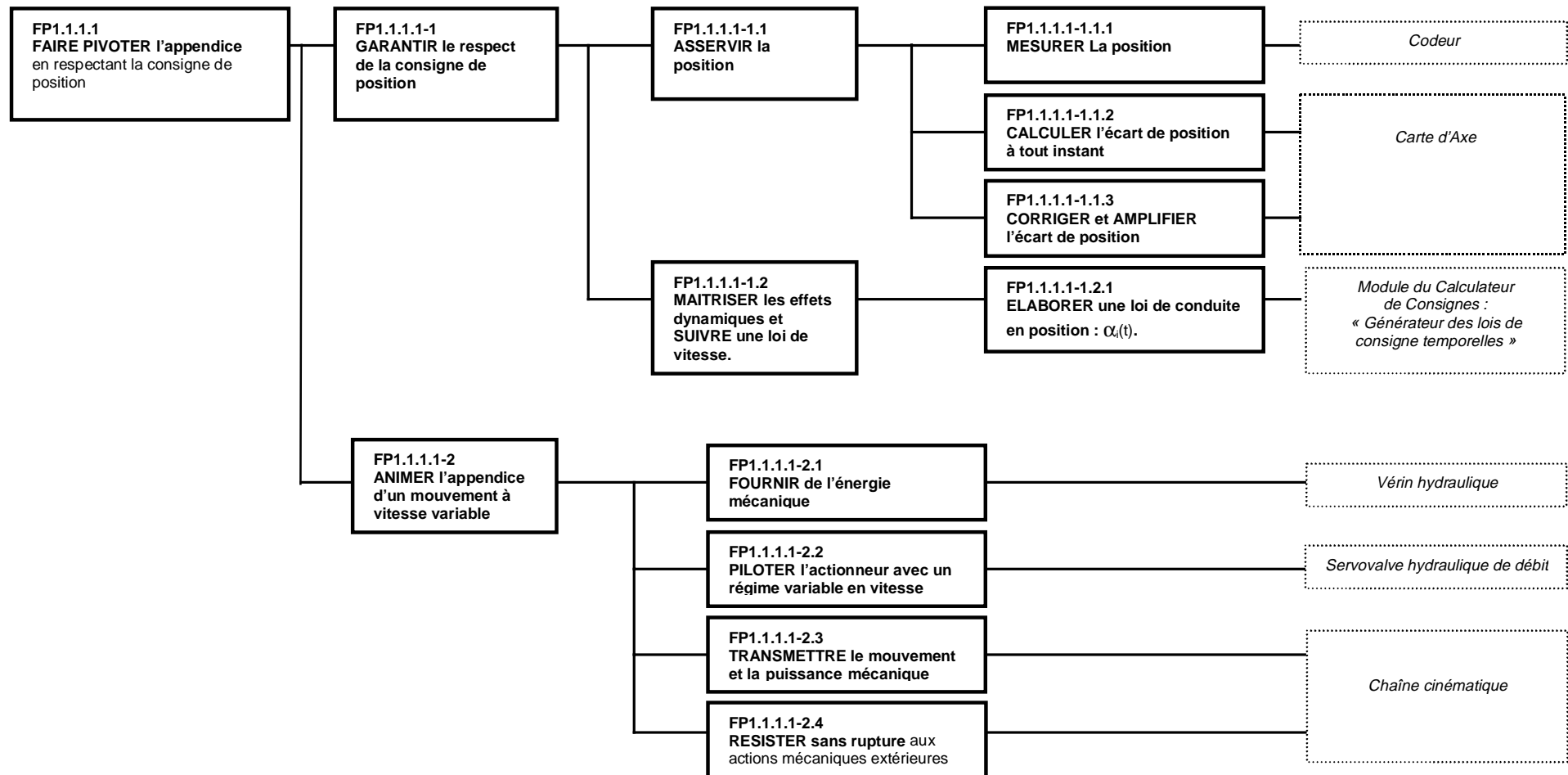
θ_R : Angle de Roulis

Gyromètre : capteur délivrant une tension proportionnelle à la variation de direction angulaire de son axe de montage par rapport à une direction galiléenne.

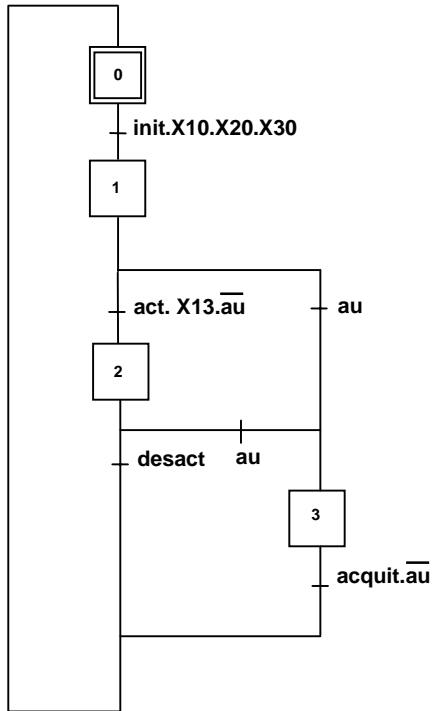
Accéléromètre : capteur délivrant une tension proportionnelle à l'accélération galiléenne de son support dans une direction.

Entrée T.O.R. : entrée Tout Ou Rien, entrée binaire.

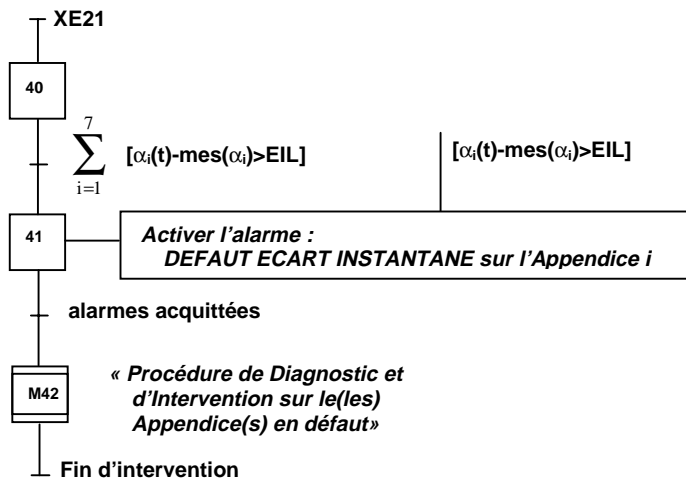
F A.S.T. : fonction composante FP1.1.1.1



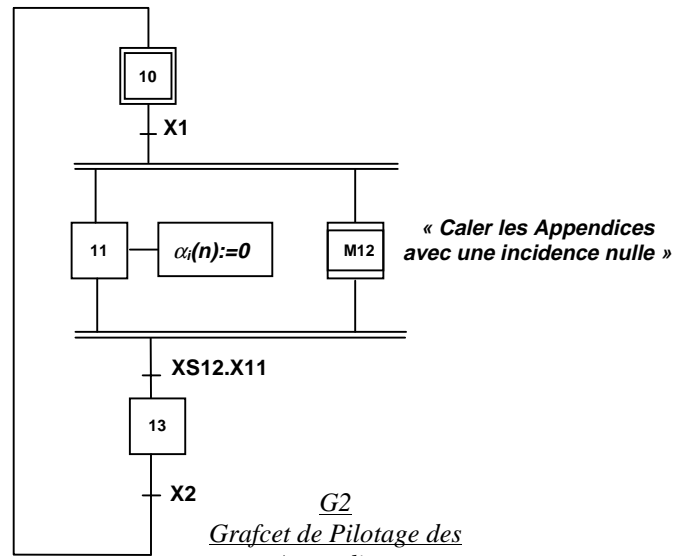
G0
Grafcet de
Gestion des Modes de Marche



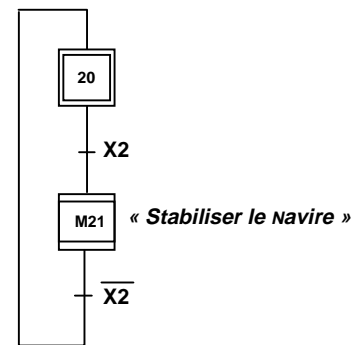
G4
Grafcet de
Surveillance de l'Ecart Instantané



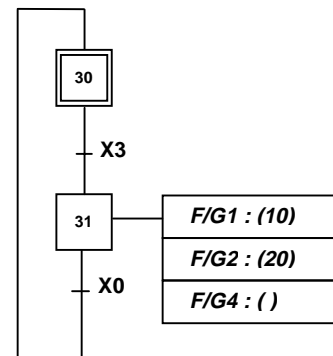
G1
Grafcet du
Mode Initialisation



G2
Grafcet de Pilotage des
Appendices

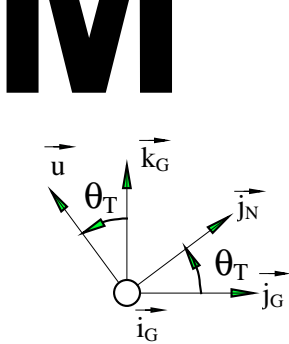


G3
Grafcet de
Mise en Sécurité

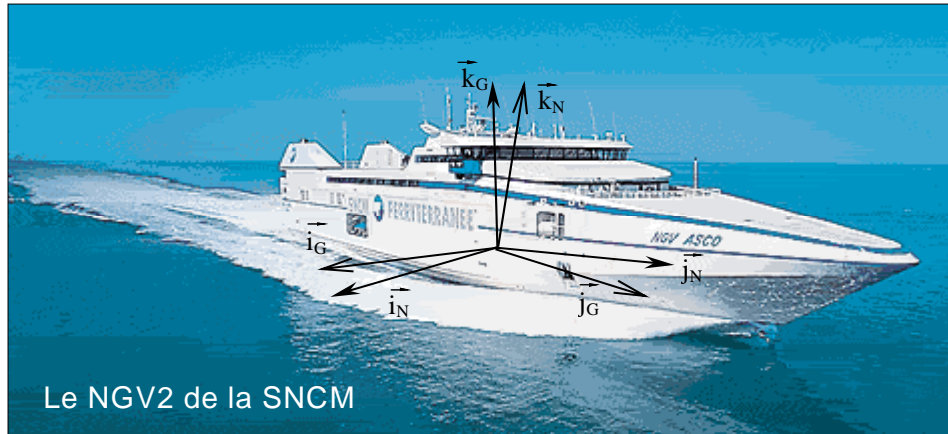


Remarques :

- L'instruction « := » est une instruction d'affectation d'une valeur à une variable. Par exemple : « $\alpha_i(n) := 0$ » signifie que la valeur 0 est affectée à la variable $\alpha_i(n)$.
- $\sum_{i=1}^7 [Xi] = X_1 + X_2 + \dots + X_7$ où l'opérateur + est le OU inclusif.
- $F/G_i:()$ est une instruction de forçage du graphe G_i en situation vide.

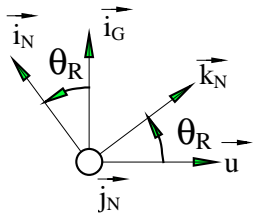


Tangage

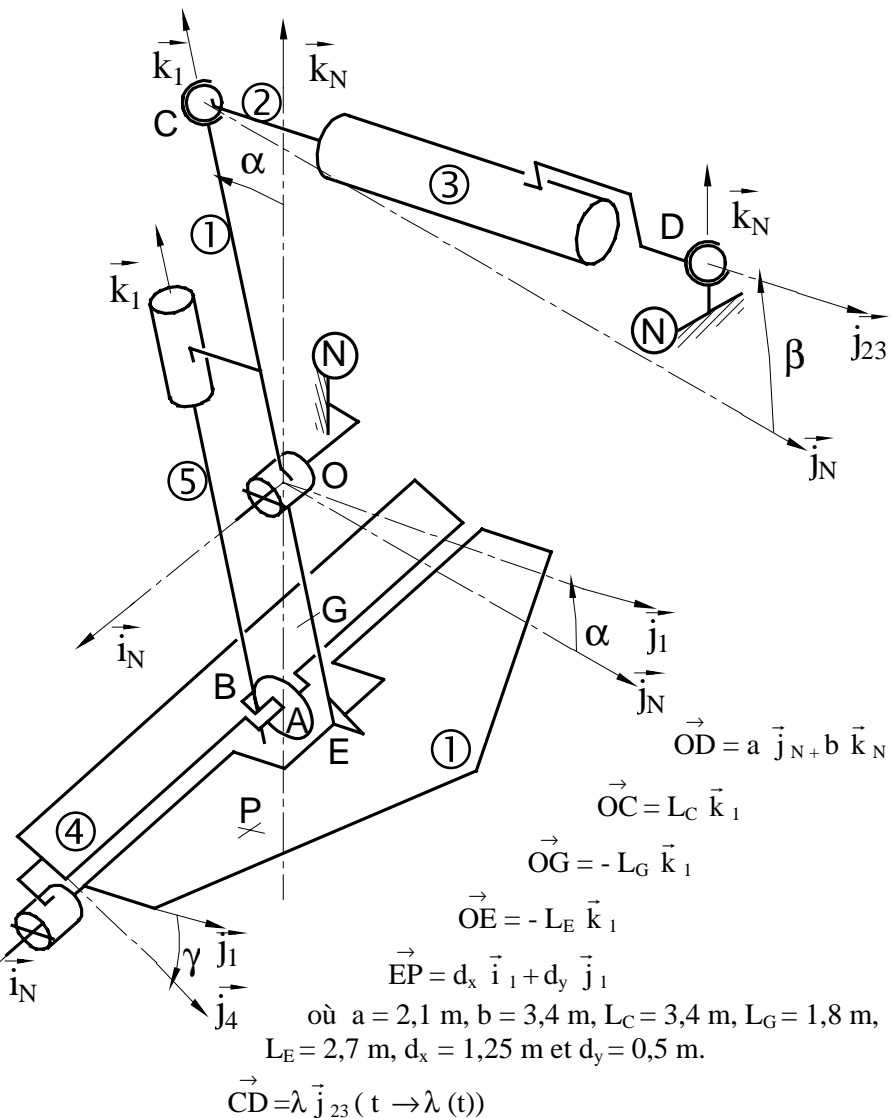
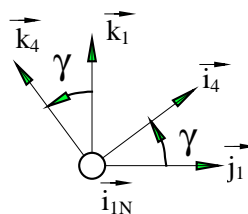
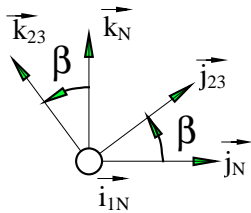
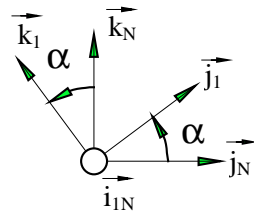


Le NGV2 de la SNCM

Le repère $(O; \vec{i}_G, \vec{j}_G, \vec{k}_G)$ est le repère local considéré comme galiléen.
 Le repère $(O; \vec{i}_N, \vec{j}_N, \vec{k}_N)$ est le repère lié au navire.

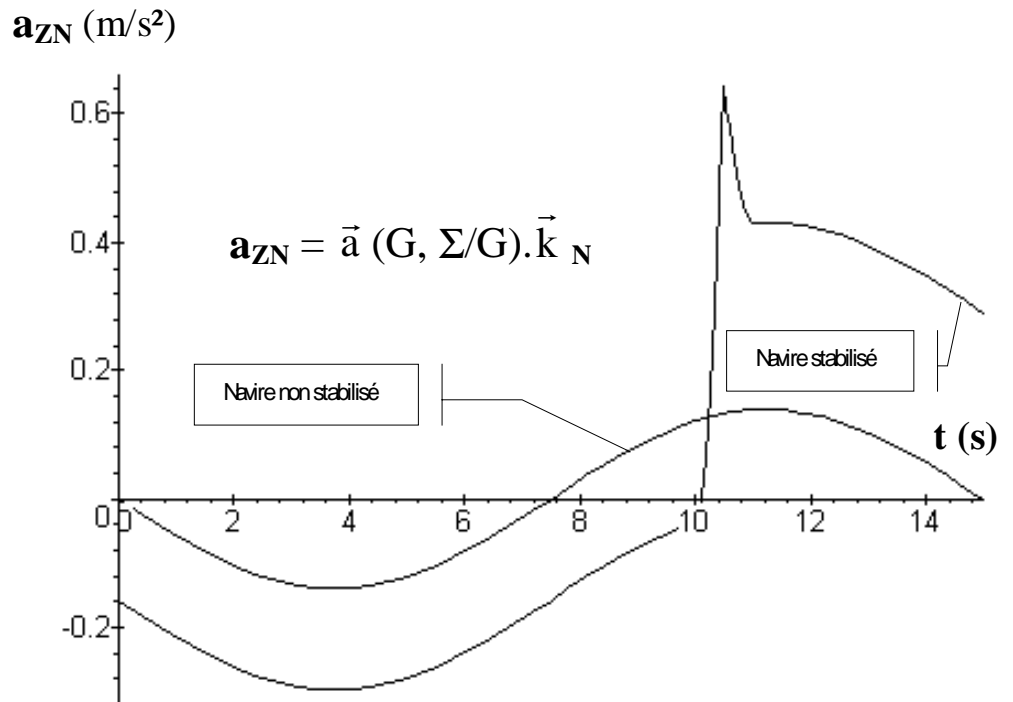


Roulis



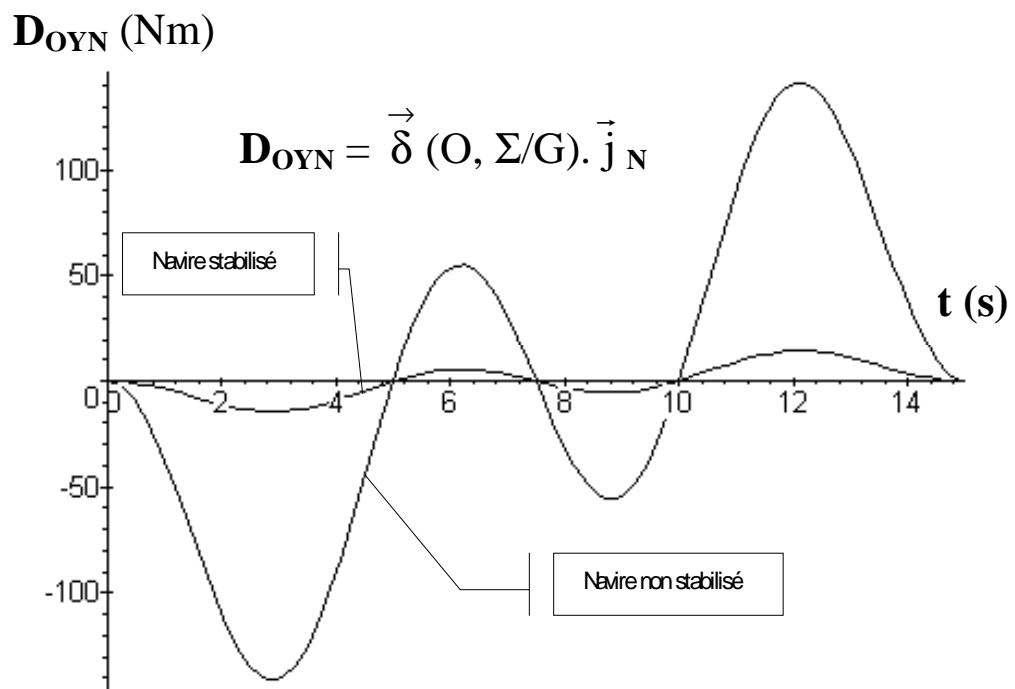
C

Projection de l'accélération de G sur \vec{k}_N en m/s^2 en fonction du temps : $a_{ZN} = \vec{a}(G, \Sigma/G) \cdot \vec{k}_N$

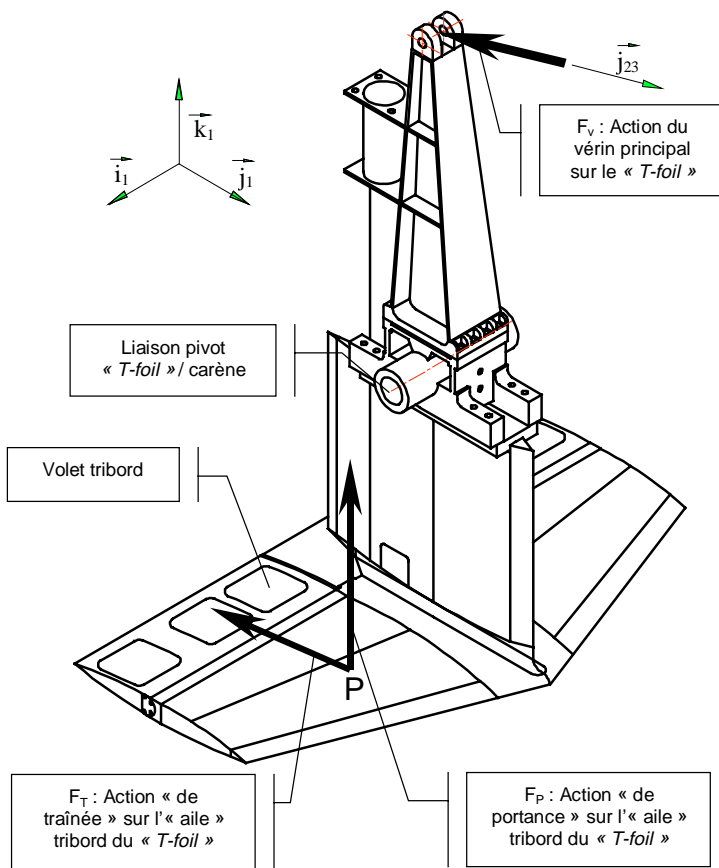


Projection du moment dynamique au point O de $\Sigma=1U4U5$ dans son mouvement rapporté à R_G sur \vec{j}_N en mN en fonction du temps :

$$D_{OYN} = \vec{\delta}(O, \Sigma/G) \cdot \vec{j}_N$$



A



L'évaluation des actions mécaniques du vérin principal et de l'eau sur le «T-foil» passe par des d'essais réalisés en bassin des carènes sur la maquette du NGV3. Celle-ci est placée dans une veine de courant dont le mouvement simule une vitesse de déplacement du navire de 42 nœuds. Des capteurs d'efforts permettent de quantifier les actions suivantes :

- (C ; \vec{F}_V): action mécanique qu'exerce le vérin principal sur le «T-foil» au point d'ancrage C ($\vec{F}_V = F_V \vec{j}_{23}$, F_V algébrique) ;
- (P ; \vec{F}_P): action mécanique « de portance » qu'exerce le fluide sur l'« aile » tribord du «T-foil» au centre de poussée P ($\vec{F}_P = F_P \vec{k}_N$, F_P algébrique) ;
- (P ; \vec{F}_T): action mécanique « de traînée » qu'exerce le fluide sur l'« aile » tribord du «T-foil» au centre de poussée P ($\vec{F}_T = F_T \vec{j}_N$, F_T algébrique).

Les valeurs numériques du tableau ci-dessous sont obtenues pour $\alpha = 9^\circ$ et $\gamma = 0^\circ$ (amplitude de déplacement maximale pour le «T-foil» et volets immobiles en position neutre) (voir définition de ces angles en « ANNEXE 6 »). Cette configuration étant considérée par le constructeur comme la plus défavorable.

Ces valeurs sont celles d'actions mécaniques exercées sur le navire réel, mais sont obtenues par multiplication des valeurs mesurées sur la maquette par un coefficient dit de « similitude ».

Les actions indiquées correspondent à des configurations de charges variées censées représenter diverses situations de fonctionnement réelles:

- pour les configurations de ① et ② les deux « ailes » du «T-foil» sont chargées ;
- pour les configurations de ③ à ⑥, seule une « aile » du «T-foil» est chargée («T-foil» en partie émergé, ou phénomène de cavitation provoquant une perte de portance).

Configuration	①	②	③	④	⑤	⑥
F_P sur « aile » tribord en KN	1004.3	-1004.3	1004.3	-1004.3	0	0
F_P sur « aile » babord en KN	1004.3	-1004.3	0	0	1004.3	-1004.3
F_T totale en KN	233.26	233.26	119.87	119.87	119.87	119.87
F_V en KN	98.3	-135.5	47.8	-69.1	47.8	-69.1

Boucle de commande du T-foil

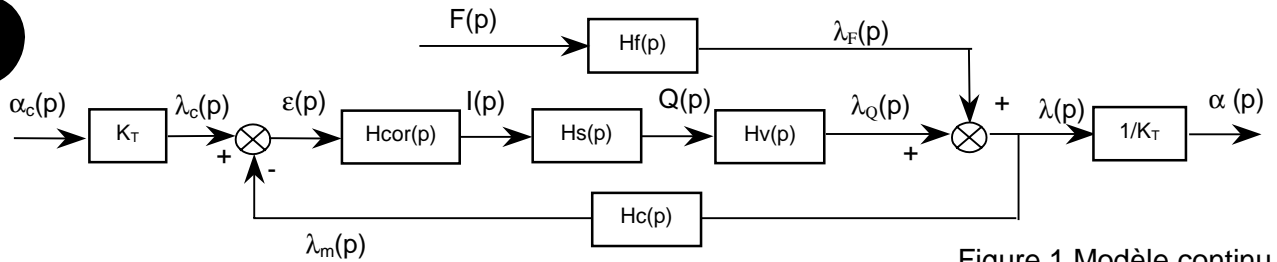


Figure 1 Modèle continu

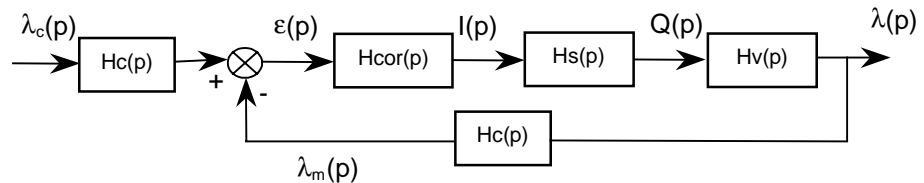


Figure 2 Modèle continu simplifié

Tableau 1 : Caractéristiques des constituants

Constituant	Transmittance	Données numériques
Correcteur de boucle	$H_{cor}(p)$	
Servovalve	$H_s(p) = \frac{Q(p)}{I(p)}$	$T_s = 4,10^{-3}s$ $K_s = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}/\text{mA}$.
Capteur	$H_c(p) = \frac{\lambda_m(p)}{\lambda(p)}$	
Vérin « en position »	$H_v(p) = \frac{\lambda_Q(p)}{Q(p)} = \frac{K_v}{p \cdot D(p)}$	$K_v = 127, \lambda_Q \text{ en (m) et } Q \text{ en (m}^3/\text{s)}$ $D(p) = 1 + 3 \cdot 10^{-3} \cdot p + 10^{-4} \cdot p^2$
Vérin « en effort »	$H_f(p) = \frac{\lambda_F(p)}{F(p)} = \frac{K_f}{D(p)}$	$K_f = 5 \cdot 10^{-8}, \lambda_F \text{ en (m) et } F \text{ en (N)}$ $D(p) = 1 + 3 \cdot 10^{-3} \cdot p + 10^{-4} \cdot p^2$
Chaîne de transformation de mouvement		$K_T = 0,06 \text{ m}^\circ$

Tableau 2 : Cahier des Charges

Critère	Niveau	Critère	Niveau
Retard de traînage T_{tr} maximal	0,05 s	Accélération angulaire maximale : $\ddot{\alpha}_{max}$	1 rd/s²
Dépassement maximum de la position visée	<0,2%	Vitesse angulaire maximale $\dot{\alpha}_{max}$	0,5 rd/s
Précision de positionnement angulaire (« T-foil »)	0,5°		

NOTATIONS ET DEFINITIONS

- Pour une fonction scalaire f de la variable temporelle t , on notera F sa transformée de Laplace, dont la variable complexe sera notée p .
- Le retard de traînage T_{tr} , s'il existe, est défini comme l'intervalle de temps séparant les instants où la consigne (évoluant selon une rampe) et la sortie atteignent le même niveau en régime permanent.

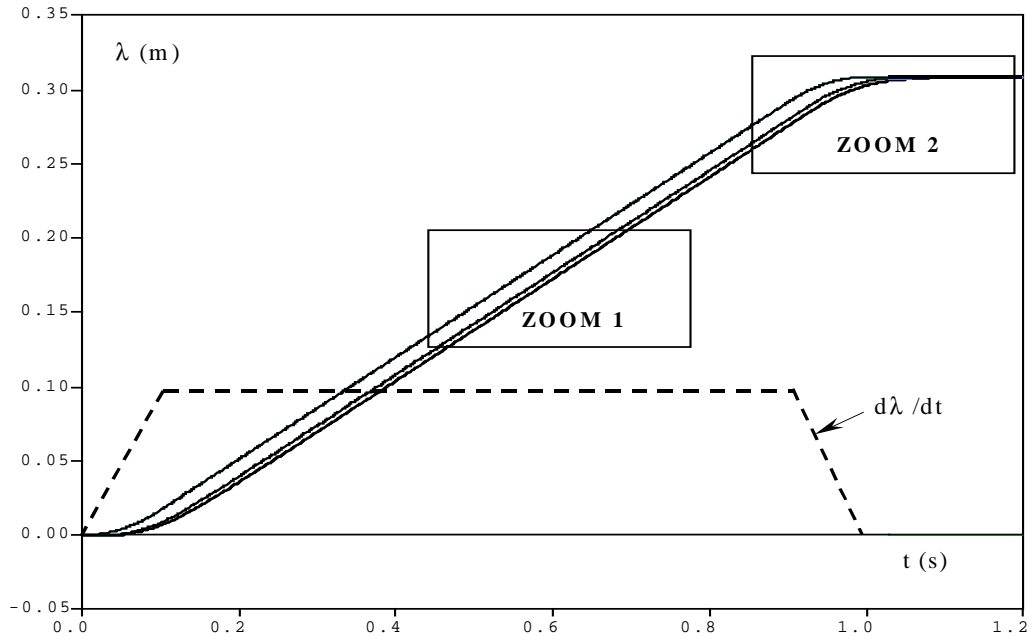


Figure 1

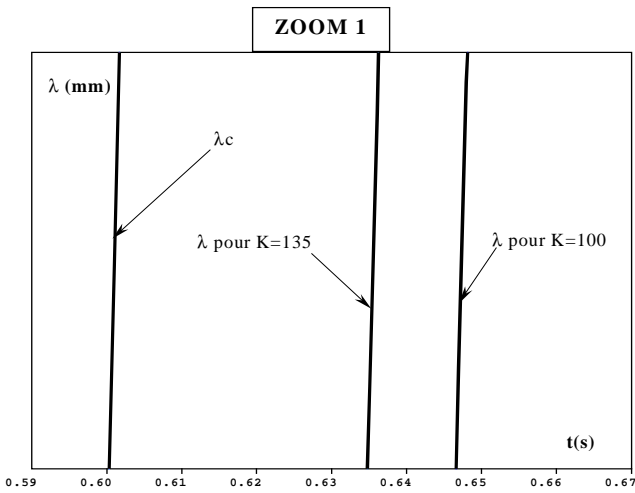


Figure 2

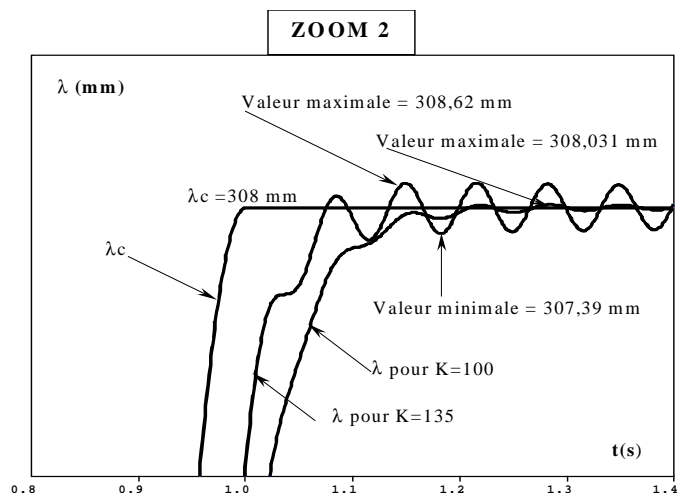


Figure 3

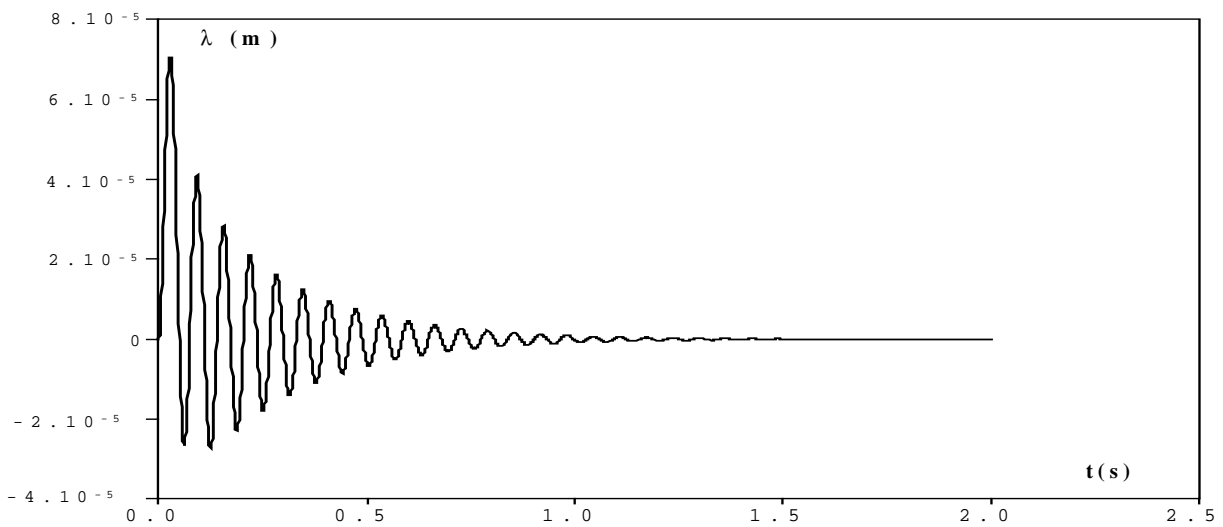


Figure 4