

1. MISE EN CONTEXTE

Vallourec & Mannesmann Tubes (V&M Tubes), entreprise du groupe Vallourec, est le leader mondial dans la production de tubes en acier sans soudure laminés à chaud. L'entreprise exploite des tuberiers équipées des installations les plus modernes : quatre en France, quatre en Allemagne, trois aux USA et au Brésil et une ligne de finition en Chine.

Les tubes sans soudure en acier produits par V&M Tubes couvrent une très large gamme tant sur le plan dimensionnel que dans la nature des matériaux.

Ces tubes sont employés dans des applications très diverses :

- Canalisations hydrauliques, pneumatiques, vapeur ;
- Ventilation, climatisation ;
- En basse pression ou haute pression...

Le site de V&M Tubes situé à Aulnoye-Aymeries, qui produit des tubes de 114 mm à 508 mm de diamètre pour des longueurs variant de 4,40 à 14,20 m possède un banc spécifique de test de pression hydraulique pour valider la qualité des produits finis exigée par certains clients.

La figure 2 décrit les exigences de l'installation.

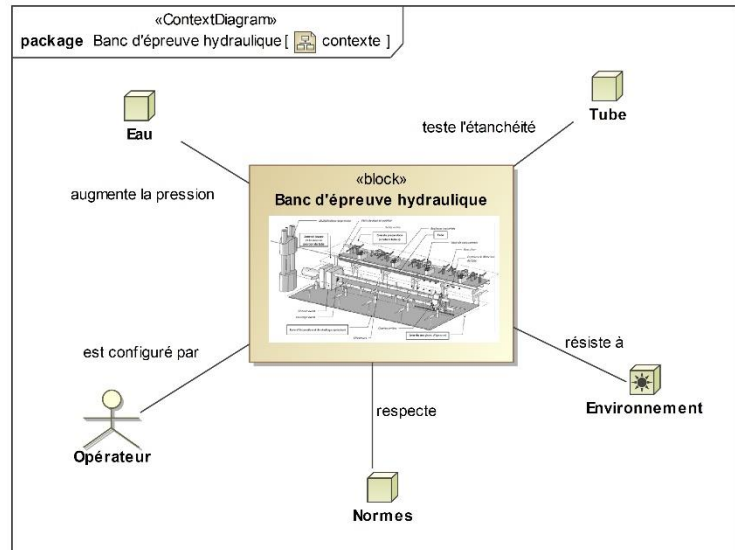


Figure 1 - Diagramme de contexte du banc d'essai hydraulique

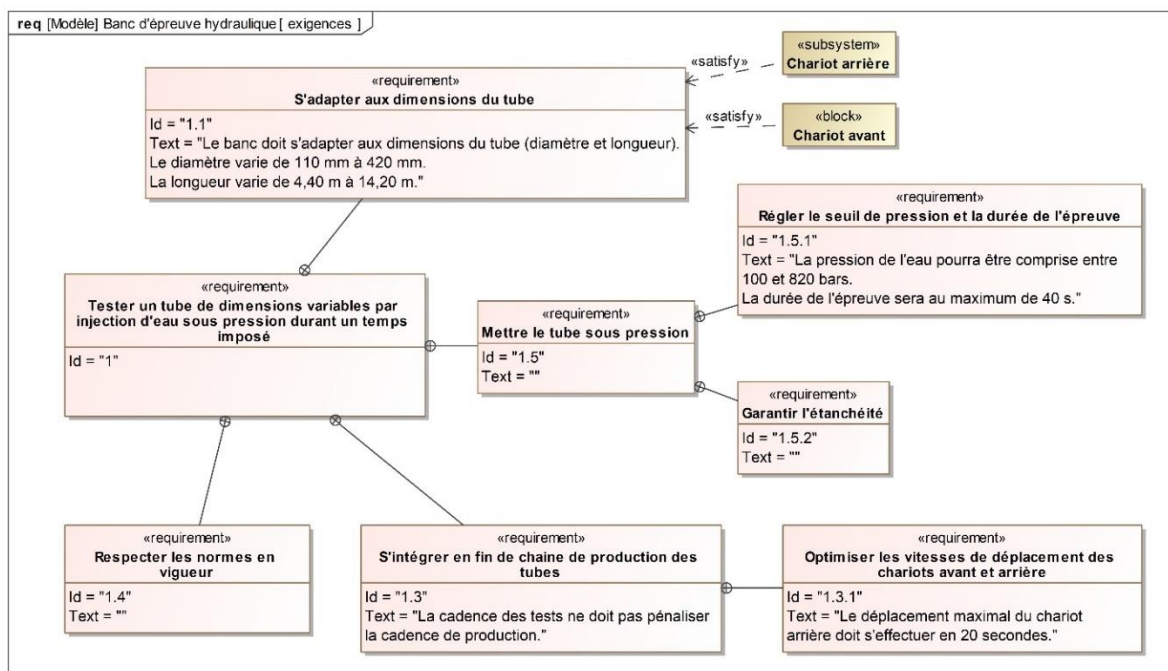


Figure 2 - Diagramme d'exigences du banc d'essai hydraulique

La figure 3 donne une vue d'ensemble schématique du banc d'essai.

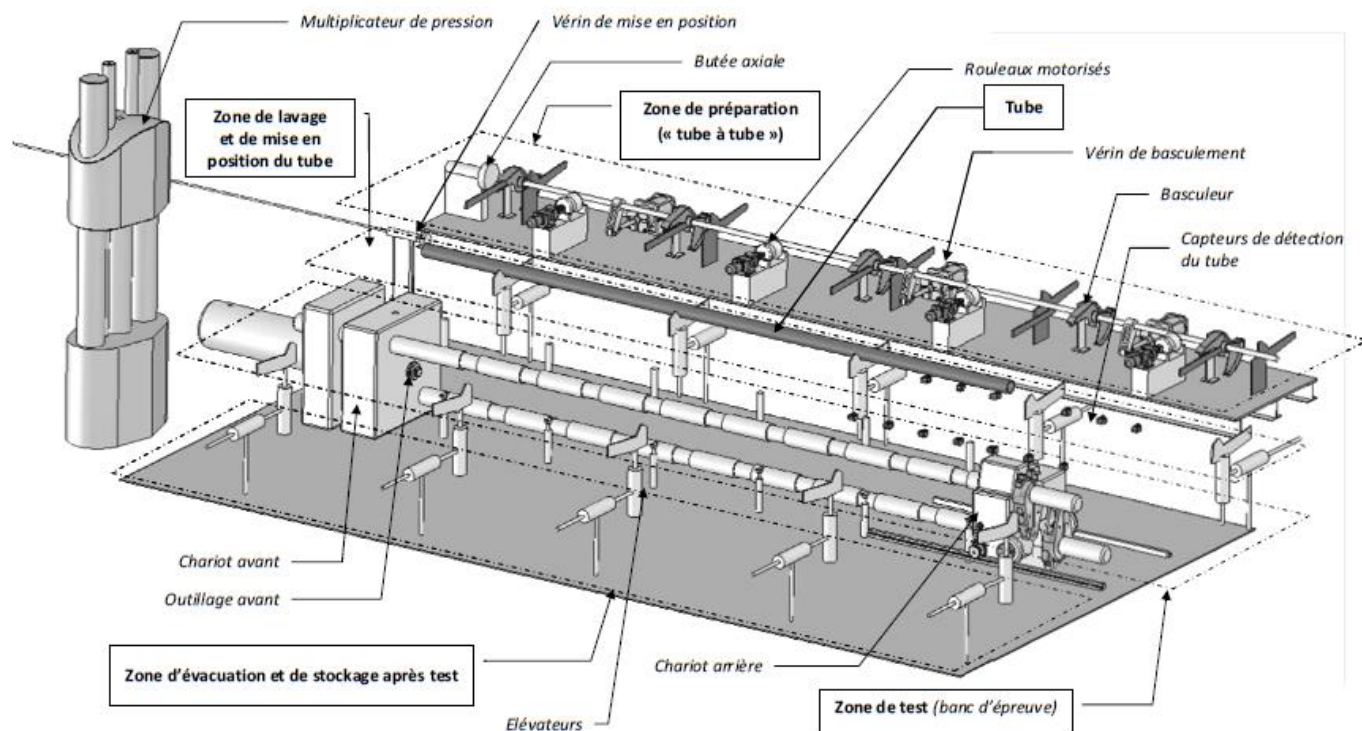


Figure 3 - Vue d'ensemble de l'installation

Le déroulement d'une épreuve est décrit par les deux diagrammes d'activités de la figure 4.

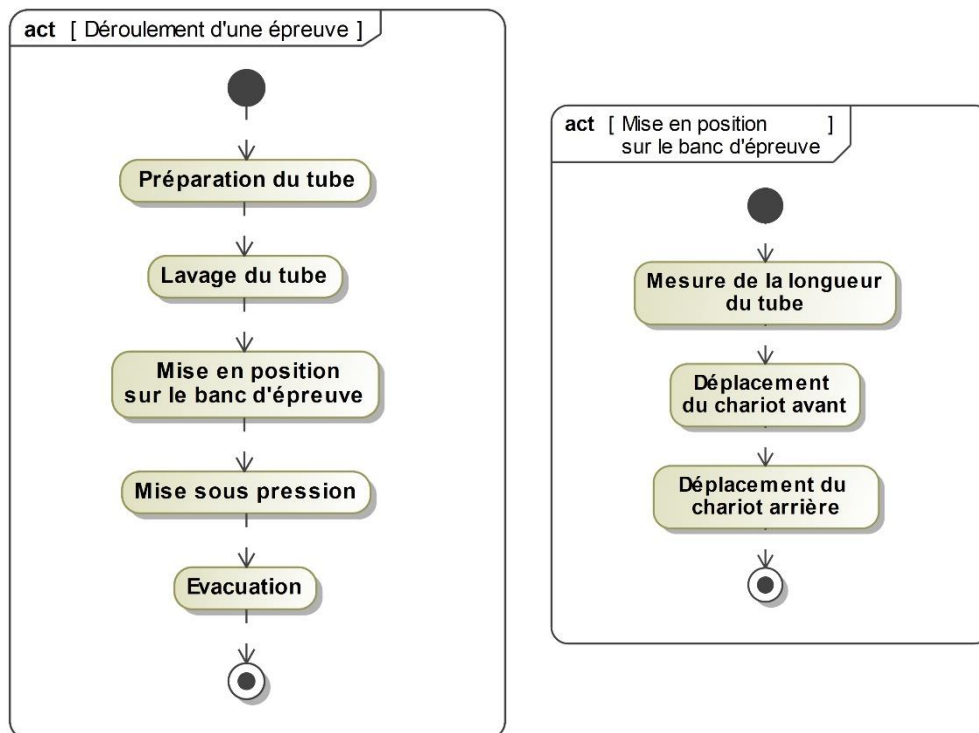


Figure 4 - Diagrammes d'activités du banc d'épreuve hydraulique

2. CHOIX DU MOTEUR HYDRAULIQUE

Objectif : Etablir le modèle de connaissance du système en vue de choisir le moteur qui permettra de respecter la durée maximale du déplacement du chariot arrière.

La structure du chariot arrière est décrite par le diagramme de définition de blocs de la figure 5.

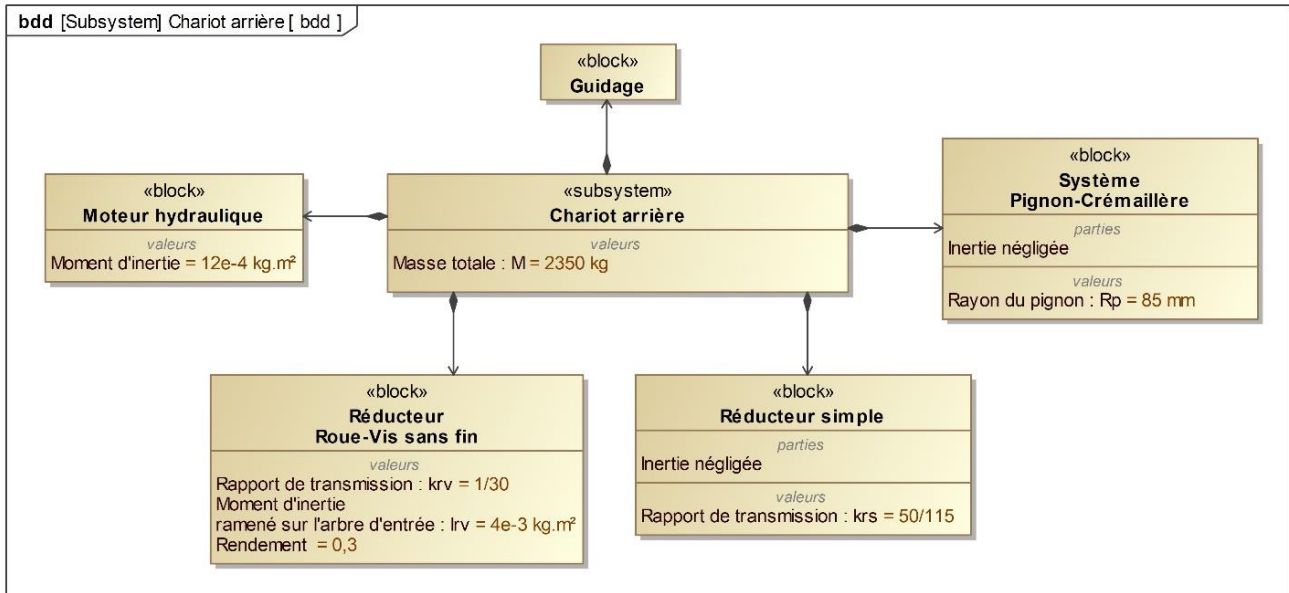


Figure 5 - Diagramme de définition de blocs du chariot arrière

Un modèle cinématique simplifié du chariot arrière d'une unité de translation est donné ci-dessous sur la figure 6.

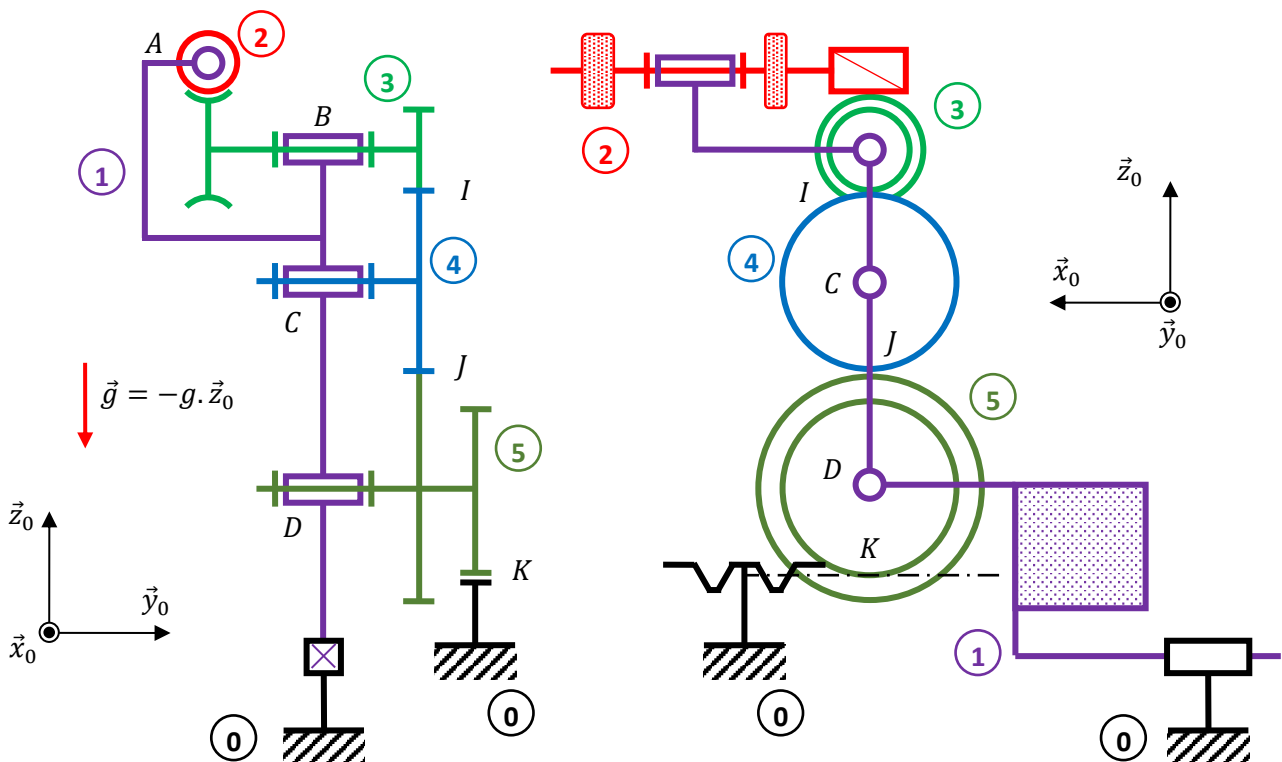


Figure 6 - Schéma cinématique du chariot arrière

On donne les caractéristiques suivantes :

Pièces	Inertie (kg.m ²) ou masse (kg)	Données cinématiques et géométriques
Arbre moteur	$J_m = 12.10^{-4}$	
Réducteur (roue et vis sans fin)	$J_r = 40.10^{-4}$ (ramenée sur l'arbre d'entrée)	Rapport de réduction $k_1 = 1/30$
Roue 3 (engrenage avec 4)	négligeable	$R_3 = 50 \text{ mm}$
Roue 4	négligeable	$R_4 = 105 \text{ mm}$
Roue et pignon 5	négligeable	Roue : $R_5 = 115 \text{ mm}$ Pignon : $R_p = 85 \text{ mm}$
Chariot complet $\Sigma = \{\text{chariot} + \text{moteur} + \text{réducteur} + \text{roues}\}$	$M = 2350 \text{ kg}$	

La chaîne de puissance comporte un moteur hydraulique, un réducteur roue et vis sans fin, un réducteur à engrenages parallèles et un système pignon-crémaillère.

Le guidage du chariot **1** par rapport au bâti **0** est modélisé par une liaison glissière de direction \vec{x}_0 . Il est le siège d'un frottement fluide caractérisé par le coefficient λ .

Le guidage de l'arbre moteur **2** par rapport au chariot **1** est modélisé par une liaison pivot d'axe (A, \vec{x}_0) . Elle est le siège d'un frottement fluide caractérisé par le coefficient f .

Le diagramme de blocs internes de la figure 7 décrit le flux d'énergie dans le système.

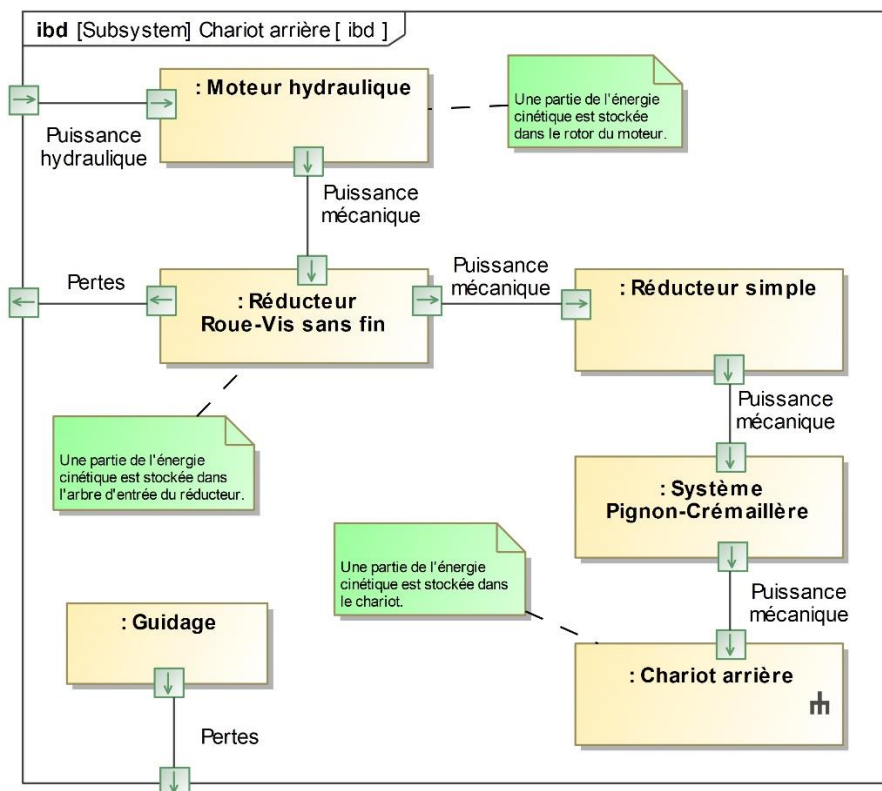


Figure 7 - Diagramme de blocs internes du système

On donne le graphe d'isolement du système sur la figure 8.

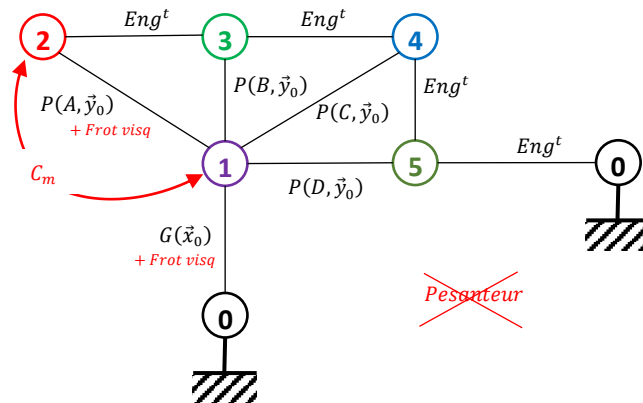


Figure 8 - Graphe d'isolement du système

Le chariot se déplace dans le sens $+\vec{x}_0$.

On note $C_m(t)$ le couple moteur, $\omega_m(t)$ la vitesse de rotation du rotor par rapport au bâti, et $v_c(t)$ la vitesse du chariot par rapport au bâti.

On fournit les équations suivantes :

- Equations de la dynamique :

- Isolement de l'arbre moteur **2** (T.M.D. selon (A, \vec{y}_0)) :

$$(J_m + J_r) \cdot \frac{d}{dt} \omega_m(t) = C_m(t) - f \cdot \omega_m(t) - R_{vis} \cdot F_{3 \rightarrow 2}(t) \quad (1)$$

- Isolement de l'arbre **3** (T.M.D. selon (B, \vec{y}_0) avec inertie négligée) :

$$0 = R_{roue} \cdot F_{2 \rightarrow 3}(t) - R_3 \cdot F_{I,4 \rightarrow 3}(t) \quad (2)$$

- Isolement de l'arbre **4** (T.M.D. selon (C, \vec{y}_0) avec inertie négligée) :

$$0 = R_4 \cdot F_{I,3 \rightarrow 4}(t) - R_4 \cdot F_{J,5 \rightarrow 4}(t) \quad (3)$$

- Isolement de l'arbre **5** (T.M.D. selon (D, \vec{y}_0) avec inertie négligée) :

$$0 = R_5 \cdot F_{J,4 \rightarrow 5}(t) - R_p \cdot F_{0 \rightarrow 5}(t) \quad (4)$$

- Isolement du chariot complet (T.R.D. selon \vec{x}_0) :

$$M \cdot \frac{d}{dt} v_c(t) = F_{0 \rightarrow 5}(t) - \lambda \cdot v_c(t) \quad (5)$$

- Equations cinématiques :

- Réducteur **1** :

$$\frac{\omega_{3/1}(t)}{\omega_m(t)} = -\frac{Z_{vis}}{Z_{roue}} = -\frac{R_{vis}}{R_{roue}} = k_1 \quad (6)$$

- Réducteur **2** :

$$\frac{\omega_{5/1}(t)}{\omega_{3/1}(t)} = \frac{Z_3}{Z_5} = \frac{R_3}{R_5} = k_2 \quad (7)$$

- Roulement sans glissement au contact roue-pignon en K :

$$v_c(t) = R_p \cdot \omega_{5/1}(t) \quad (8)$$

- 1.1 Passer les équations dynamiques et cinématiques dans le domaine opérationnel (Domaine de Laplace).
- 1.2 Construire le schéma-bloc donnant $V_c(p)$ en fonction de $C_m(p)$.