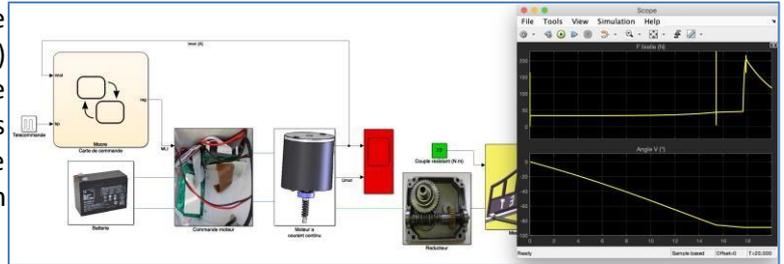


Objectif du TP

On souhaite comparer les **mesures effectuées sur un système réel** avec les **valeurs issues d'une simulation** afin de *valider le modèle*.

1. La modélisation « Multiphysique »

Les logiciels de modélisation multiphysique (*Matlab/Simulink, Scilab, OpenModélica,...*) permettent de modéliser et simuler le fonctionnement de systèmes technologiques complexes. Cette simulation peut servir de support pour l'amélioration des performances d'un système, en limitant l'emploi de prototypes.



Faites des recherches sur le web et répondez aux questions ci-dessous :

- Q1.** Indiquer les domaines physiques présents dans la réalité industrielle.
- Q2.** Donner la définition du terme « couplage fort ».
- Q3.** Expliquer en 2 ou 3 lignes le terme « Simulation Multiphysique ».
- Q4.** Expliquer ce qu'est un « jumeau numérique »

2. Mesures sur le système réel

On souhaite effectuer la mesure pour le point de fonctionnement « **Passage en petite vitesse** » pour la fermeture du portail.

Un couple résistant à préalablement été appliqué sur le vantail, mais il doit être mesuré.

- Q5.** Relever la position du bras correspondant au point de fonctionnement désiré, et mesurer le bras de levier correspondant (en m)
- Q6.** Mesurer l'effort dans la bielle correspondant au point de fonctionnement, pour une fermeture de portail.

On donne la relation permettant de calculer le couple sur le vantail : $C_{\text{vantail}} = F_{\text{bielle}} \times d$ avec :

- C_{vantail} couple appliqué sur le vantail en N.m
- F_{bielle} effort dans la bielle en N
- d bras de levier en m

Q7. D'après vos mesures, calculer le couple sur le vantail, puis appeler le professeur pour vérification.

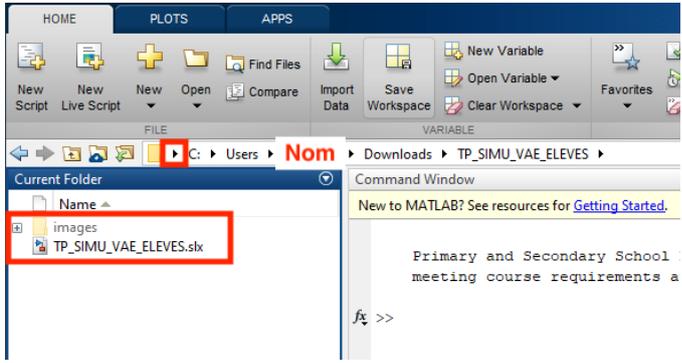
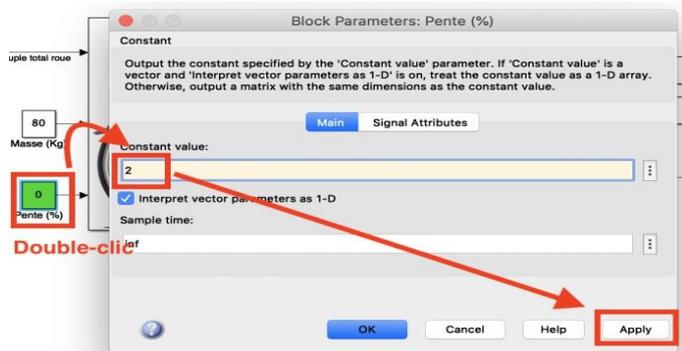
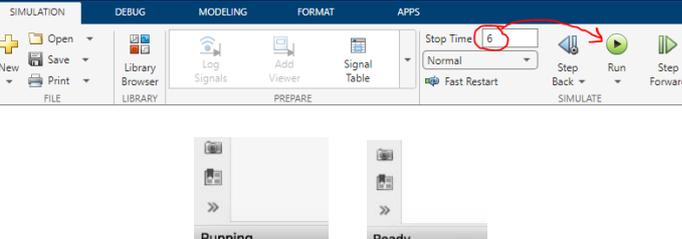
Q8. Compléter la colonne « Réel » du tableau ci-après en effectuant les mesures sur le système

	Simulation	Réel	Écart avant modification	Simulation après modification	Écart après modification	Nom et valeur du paramètre modifié
Courant moteur I_{mot} (A)						
Force dans la bielle F_{bielle} (N)						
Temps de fermeture t_{ferm} (s)						

3. Simulation sur le modèle Simulink du système

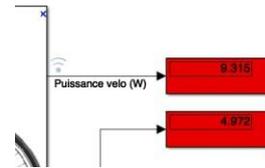
3.1. Ouverture et préparation du modèle

Télécharger et **décompresser** le dossier de travail « TP_SIMU_PORTAIL_SET_ELEVES.zip » dans le dossier **Téléchargements (Downloads)**.

<p>Démarrer le logiciel Matlab en double-cliquant sur l'icône du bureau (<i>le démarrage et l'accès au menu peut prendre plusieurs minutes</i>).</p>	 <p>icône de Matlab</p>
<p><i>Sous Matlab</i>, naviguer dans le dossier Téléchargement de l'ordinateur afin d'avoir le fichier « TP_SIMU_PORTAIL_SET_ELEVES.slx » à la racine de « Current Folder » :</p> <p>Double cliquer sur le fichier « TP_SIMU_PORTAIL_SET_ELEVES.slx » et patienter le temps que le modèle <i>Simulink (le module de modélisation multiphysique)</i> s'ouvre.</p>	
<p>Régler les différents paramètres du modèle conformément à l'essai réel en double cliquant sur les blocs verts :</p>	
<p>Dans la barre d'outils supérieure, régler le temps de simulation à 25 secondes puis lancer la simulation :</p> <p>Remarque : Les résultats sont disponibles après l'exécution de la simulation (statut « running » puis « ready »), le statut est indiqué en bas à gauche de la fenêtre de Simulink :</p>	

Les blocs rouges sont des « **Display** » permettant la consultation en temps réel des résultats durant la simulation.

Remarque : Une fois la simulation terminée, la valeur indiquée est celle de la **dernière** itération de calcul.

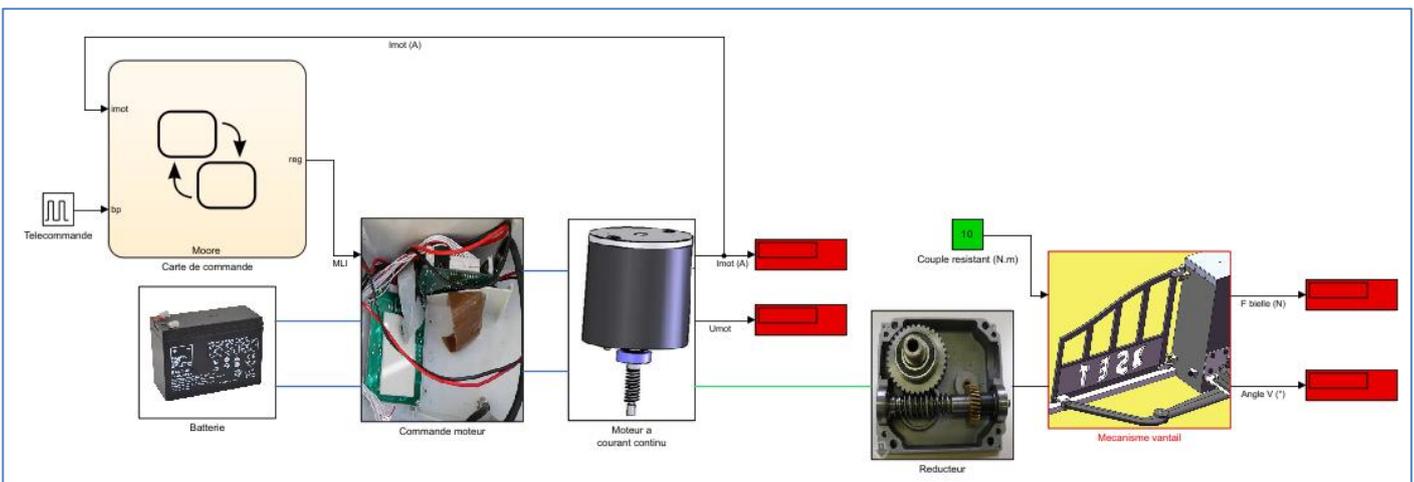


3.2. Analyse du modèle

Q8. Sur la vue du modèle du document réponse, repasser en bleu l'énergie électrique et en rouge l'énergie mécanique.

Q9. Sur la vue du modèle du document réponse, repasser en jaune les signaux de capteur et en vert les signaux de commande.

Q10. Sur la vue du modèle du document réponse, légendrer les blocs en désignant les fonctions « ALIMENTER », « DISTRIBUER », « CONVERTIR », « TRANSMETTRE » (x2) et « TRAITER ».



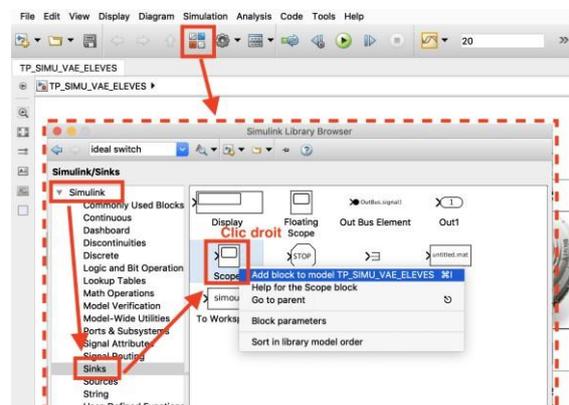
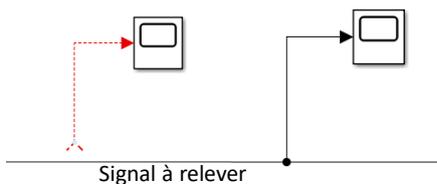
3.3. Simulation et collecte des résultats

Le modèle de base ne dispose que des blocs « Display » pour afficher les résultats. Ces blocs ne permettent pas d'afficher l'évolution des résultats, et donc les phénomènes transitoires sont absents des données recueillies par le modèle.

On souhaite donc ajouter des blocs « **Scope** » qui permettent d'afficher la courbe d'une donnée par rapport au temps.

Ouvrir « Libray Browser » (bibliothèque de blocs de Simulink) et **ajouter les scopes au modèle** afin de relever les données à comparer avec les mesures :

Remarque : Il faut connecter le scope au « fil » du signal à relever :



Q11. Dessiner les « scopes » (en indiquant la donnée relevée) sur la vue du modèle du document réponse.

Q12. Effectuer la simulation sur le modèle et relever les valeurs afin de compléter la colonne "Simulation" du tableau du document réponse.

4. Analyse des écarts modèle/réel

On rappelle la relation permettant de déterminer l'écart relatif :

$$\text{écart relatif} = \left| \frac{\text{Valeur de simulation} - \text{Valeur réelle}}{\text{Valeur de simulation}} \right| \times 100$$

Q13. Sur le tableau du document réponse, effectuer le calcul des écarts relatifs afin de compléter la colonne « Écart avant modification ».

Q14. Indiquer le(s) résultat(s) dont l'écart mesure / simulation n'est pas acceptable (> 10%).

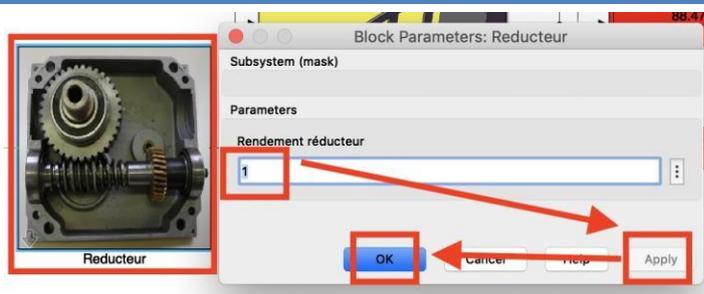
Q15. Conclure sur la validité du modèle.

5. Modification et validation du modèle

Double cliquer sur le bloc « **Réducteur** » et modifier la valeur du paramètre.

Effectuer la simulation, et analyser les écarts entre le modèle et le réel.

Recommencer jusqu'à obtenir les écarts les plus faibles possibles.



Q16. Sur le tableau du document réponse, compléter la colonne « Simulation après modification » avec les valeurs des résultats les plus proches possible du système réel. Effectuer le calcul des écarts relatifs afin de compléter la colonne « Écart après modification ».

Q17. Noter le nom du paramètre modifié et sa valeur finale dans le tableau du document réponse.

Q18. Conclure sur la validité du modèle.

6. Utilisation du modèle

Q19. Réaliser la procédure de validation (mesures, simulation et calcul des écarts) du modèle pour un autre couple appliqué sur le vantail.