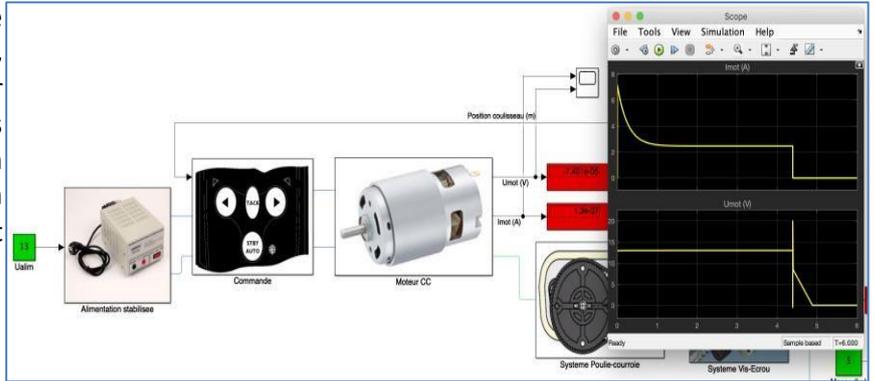


Objectif du TP

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 donne les éléments de réglage pour le système réel :

- Tension d'alimentation : 12 V
- Masse soulevée (qui simule un effort sur le coulisseau) : 5 kg

Q5. Compléter la colonne « Réel » du tableau ci-dessous en effectuant les mesures sur le système

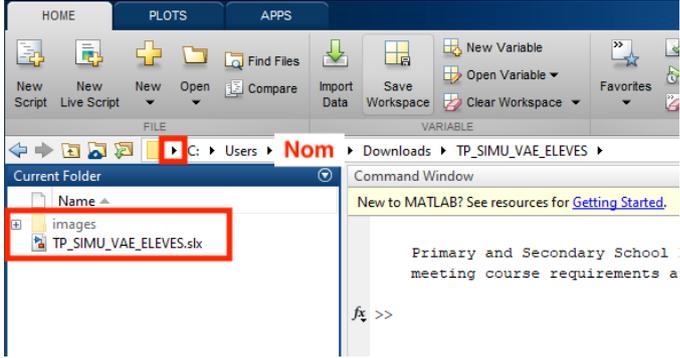
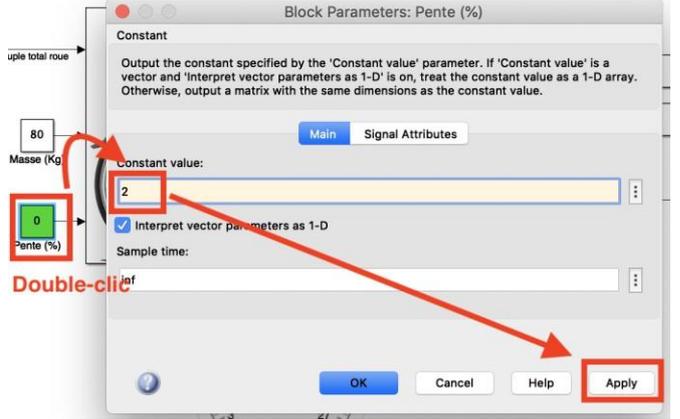
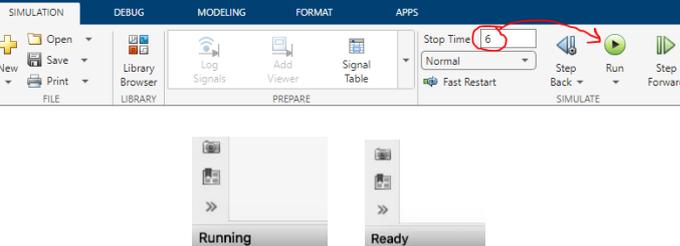
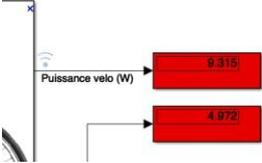
Tableau de résultats :

	Simulation	Réel	Écart avant modification	Simulation après modification	Écart après modification	Nom et valeur du paramètre modifié
Tension moteur U_{mot} (V)						
Courant moteur I_{mot} (A)						
Vitesse du coulisseau V_{coul} (m/min)						

3. Simulation sur le modèle Simulink du système

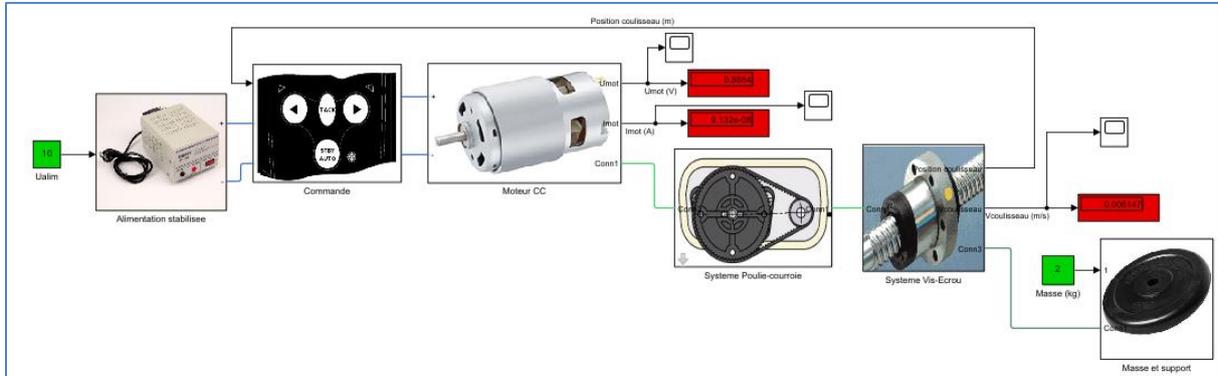
3.1. Ouverture et préparation du modèle

Télécharger et **décompresser** le dossier de travail « TP_SIMU_TP32_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><u>Sous Matlab</u>, naviguer dans le dossier Téléchargement de l'ordinateur afin d'avoir le fichier « TP_SIMU_TP32_ELEVES.slx » à la racine de « Current Folder » :</p> <p>Double cliquer sur le fichier « TP_SIMU_TP32_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 6 secondes puis lancer la simulation :</p> <p><u>Remarque</u> : 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>	
<p>Les blocs rouges sont des « Display » permettant la consultation en temps réel des résultats durant la simulation.</p> <p><u>Remarque</u> : Une fois la simulation terminée, la valeur indiquée est celle de la dernière itération de calcul.</p>	

3.2. Analyse du modèle

- Q6.** Sur l'image du modèle ci-dessous, repasser en bleu l'énergie électrique et en rouge l'énergie mécanique.
- Q7.** Sur l'image du modèle ci-dessous, repasser en jaune le signal de capteur.
- Q8.** Sur l'image ci-dessous, légénder les blocs en désignant les fonctions « ALIMENTER », « CONVERTIR », « TRANSMETTRE » (x2) et « TRAITER ».



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.

3.3. Simulation et collecte des résultats

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 :

- Q9.** Insérer une capture d'écran de votre modèle avec les scopes sur votre compte-rendu.
- Q10.** Effectuer la simulation sur le modèle et relever les valeurs afin de compléter la colonne "Simulation" du tableau (attention, il faut effectuer une conversion d'unité pour la vitesse du coulisseau).

	Simulation	Réel	Écart avant modification	Simulation après modification	Écart après modification	Nom et valeur du paramètre modifié
Tension moteur U_{mot} (V)						
Courant moteur I_{mot} (A)						
Vitesse du coulisseau V_{coul} (m/min)						

4. Analyse des écarts modèle/réel

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

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

Q11. Effectuer le calcul des écarts relatifs afin de compléter la colonne « Écart avant modification ».

Q12. Indiquer le(s) résultat(s) dont l'écart mesure / simulation n'est pas acceptable (> 10%).

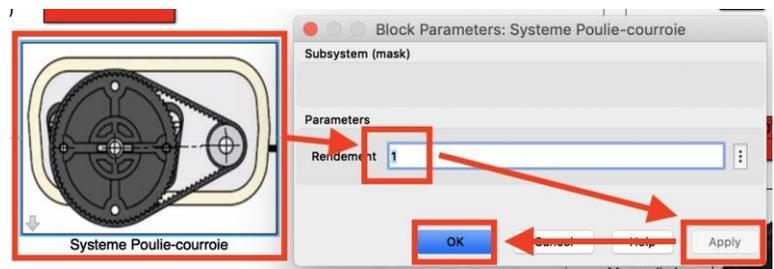
Q13. Conclure sur la validité du modèle.

5. Modification et validation du modèle

Double cliquer sur le bloc « **Système Poulie-Courroie** » 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.



Q14. 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 ».

Q15. Noter le nom du paramètre modifié et sa valeur finale dans le tableau du document réponse.

Q16. Conclure sur la validité du modèle.

6. Utilisation du modèle

On donne la course complète du coulisseau : 25 cm.

Q17. En conservant la charge de 5 kg et la tension d'alimentation à 13 V, donner le temps pour que le coulisseau effectue sa course complète (il faudra rajouter un scope).

Q18. Réaliser la procédure de validation (mesures, simulation et calcul des écarts) du modèle pour une charge de 2 kg, puis indiquer le temps de parcours pour une course complète du coulisseau.