

Caractérisation des grandeurs de la chaîne d'énergie du tapis TC290

1 Activité Grandeurs caractéristiques TC290

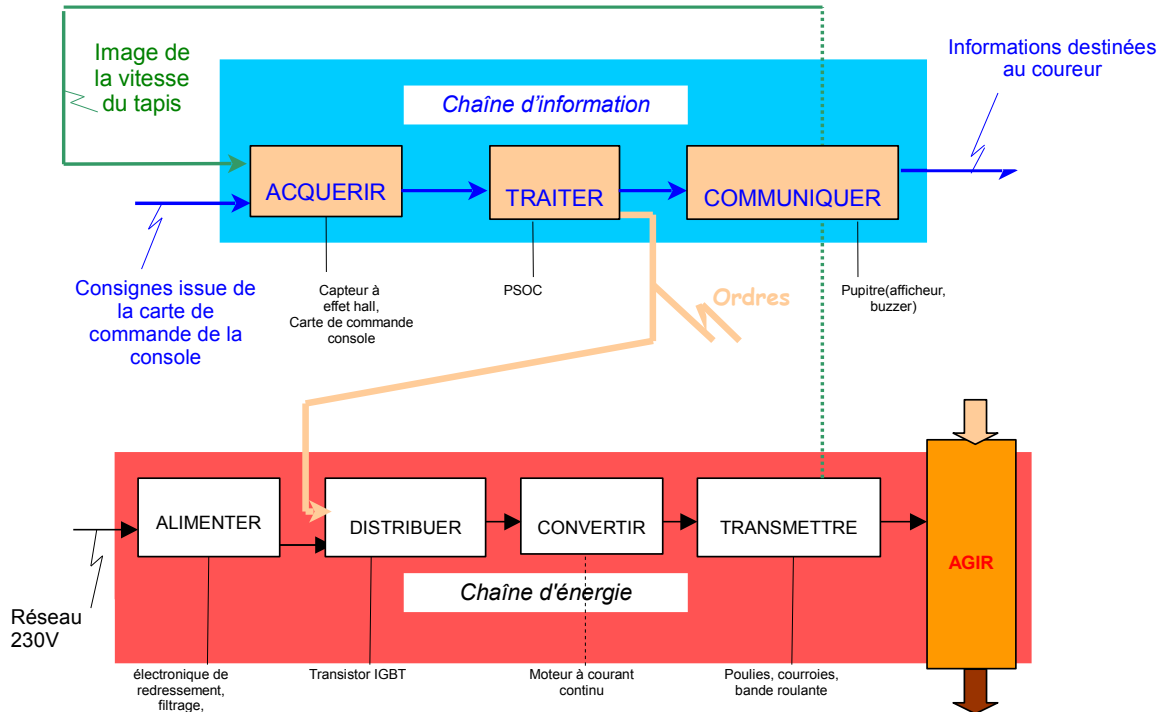
Ressources	techniques	Dossier technique <i>Maquettes numériques :</i> <ul style="list-style-type: none">• Matlab Simulink
	matérielles	Système TC290 Matériels de mesure du laboratoire : <ul style="list-style-type: none">• Voltmètre, alimentation stabilisée, tachymètre• réglet 1m, pied à coulisse
Productions élèves	écrites	<ul style="list-style-type: none">• Compte rendu de TP
	informatiques	Présentation PRAO <ul style="list-style-type: none">• du dispositif expérimental• des résultats mesurés• des exploitations

Sommaire

1	Activité Grandeurs caractéristiques TC290.....	1
2	Mise en situation.....	3
2.1	Présentation de l'activité.....	3
3	Activité : caractérisation de fonction convertir.....	5
3.1	Travail à réaliser.....	5
3.2	Correction.....	5
4	Activité : caractérisation de la fonction transmettre.....	7
4.1	Mise en situation.....	7
4.2	Travail à réaliser.....	7
4.3	Correction.....	8
5	Synthèse caractérisation de l'ensemble « convertir + transmettre ».....	9
5.1	Mise en situation.....	9
5.2	Travail à réaliser.....	9
5.3	Correction.....	9
6	Activité : paramétrage et validation du modèle de simulation.....	12
6.1	Appréhender le modèle.....	12
6.2	Correction.....	13
6.3	Paramétrer le modèle.....	13
6.4	Validation du Modèle.....	15
6.5	Correction.....	16
	Annexes.....	17
	Pour aller plus loin...caractérisation du volant d'inertie.....	18
	Présentation du logiciel de modélisation-simulation MATLAB.....	19
	Didacticiel rapide.....	19

2 Mise en situation

Notre étude se concentrera sur la chaîne d'énergie de la bande de roulement du tapis de course TC290. On rappelle la structure complète de cette même chaîne fonctionnelle :

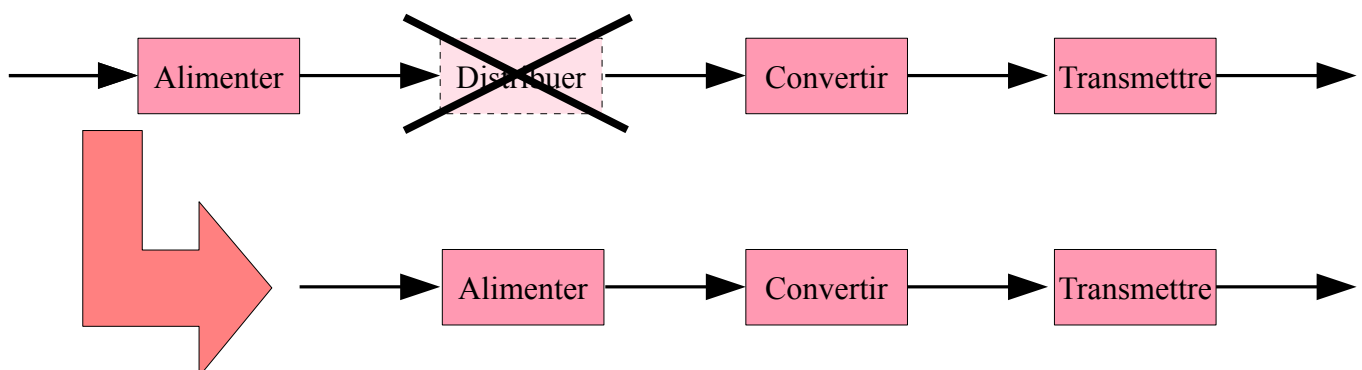


2.1 Présentation de l'activité

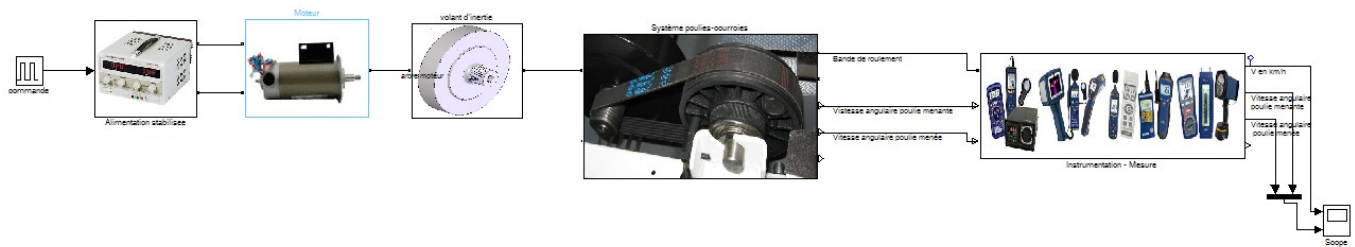
On souhaite, dans un premier temps, **caractériser le rôle des différents constituants dans lors d'un entraînement quelle que soit la vitesse.**

Dans un second temps, on **validera le modèle précédemment caractérisé pour une course à 8km/h.**

Pour simplifier l'étude on omettra volontairement la fonction distribuer ; c'est à dire que l'on considérera que le système est alimenté directement par une source d'alimentation continue réglable de laboratoire.



On vous fournit un modèle Matlab-Simulink (**non paramétré**) du système traduisant le dispositif expérimental.



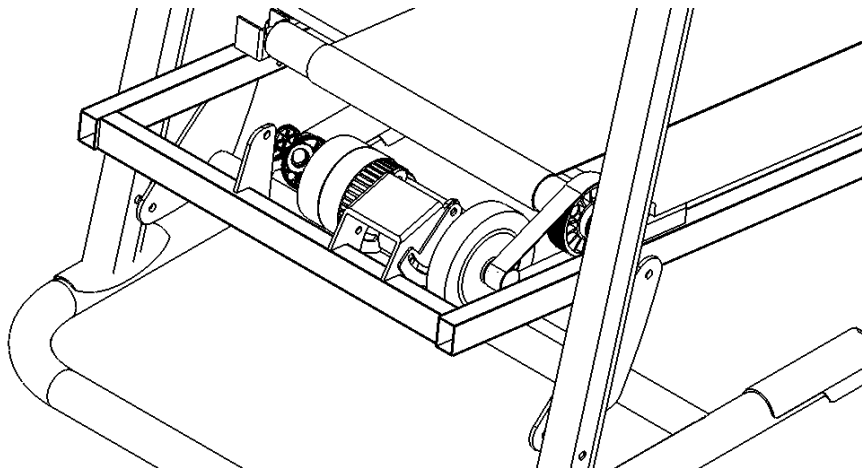
En première partie, chaque binôme devra :

- caractériser les constituants réalisant les fonctions **convertir et transmettre** :
 - le binôme 1 commencera par la fonction convertir,**
 - le binôme 2 par la fonction transmettre.**
- produire un compte rendu numérique de votre travail et le poster à votre professeur (ENT-Reseau) à l'issue de la séance.
 - Ce compte rendu numérique vous permettra de créer une présentation de votre travail que vous êtes susceptible de présenter à la classe lors de la prochaine séance.

Ce dernier travail pouvant être finalisé « à la maison »...

La finalité de l'activité est de se servir de cette première partie pour :

- paramétrer et valider le modèle de simulation donné pour une course à 8km/h



3 Activité : caractérisation de fonction convertir

On cherche à caractériser le comportement intrinsèque (coupé du monde extérieur...) du moteur alimenté par une alimentation stabilisée fournissant une tension réglable 0-60V.

3.1 Travail à réaliser

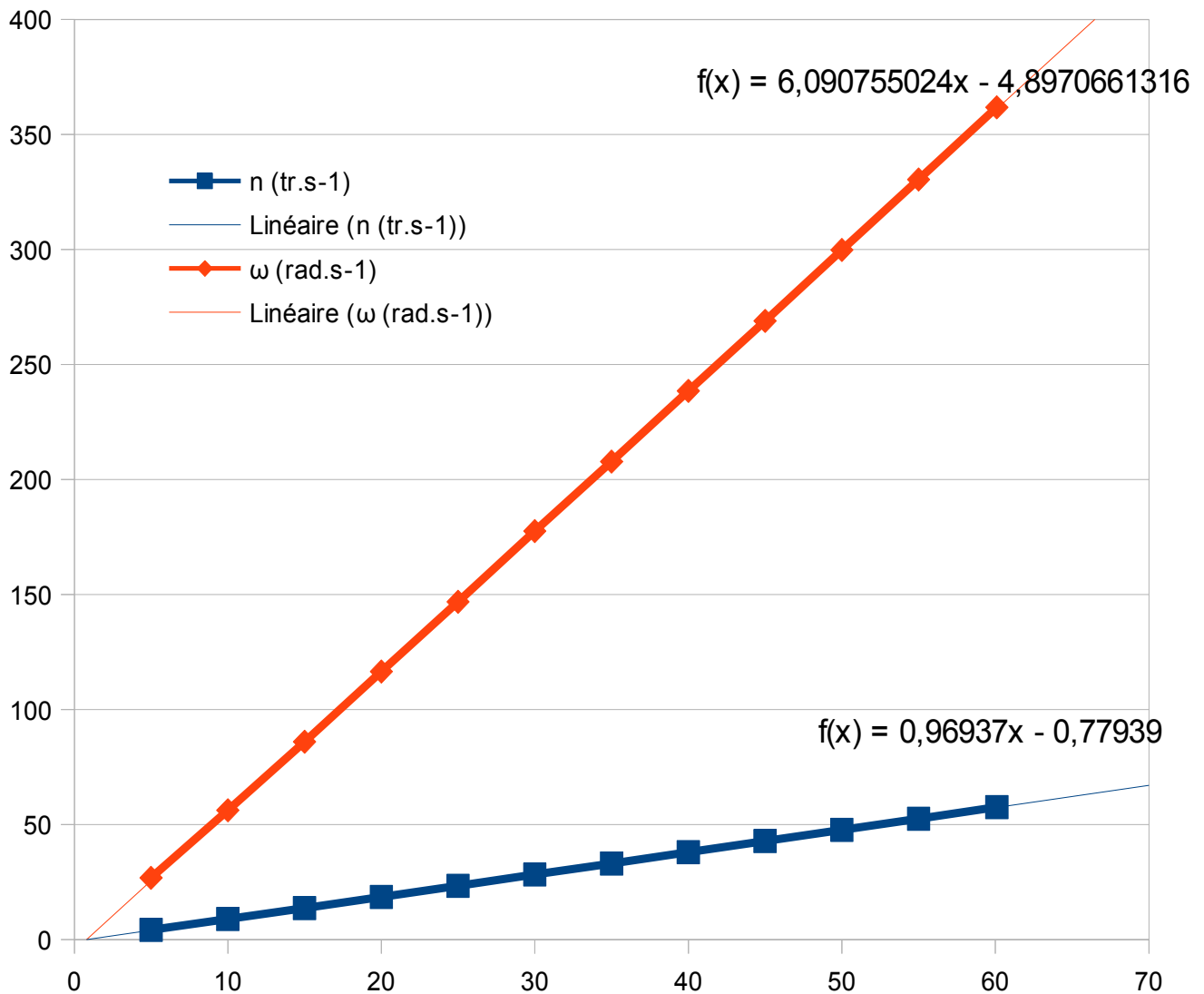
On fournit un document numérique pour rendre compte de vos expérimentations « DR_Fiche-TP_Caractérisation.odt » :

- Élaborer un protocole d'expérimentation vous permettant de réaliser ce travail en toute sécurité.
- Faire valider par votre professeur avant toute mise en œuvre.
- Donner un modèle mathématique (approché) de la vitesse de rotation du moteur en fonction de la tension d'alimentation.
- Comparer ce modèle approché avec les mesures effectuées.

3.2 Correction

- Débrancher l'appareil
- Ôter le carter
- Ôter la courroie,
- Débrancher le moteur de la carte électronique (cosses faston)
- Brancher l'alimentation stabilisée directement sur le moteur
- Positionner un réflecteur sur le volant d'inertie (un coup de blanc correcteur suffira...)
- Mesurer et consigner les fréquences de rotations en fonction de la tension que l'on fait varier
- Tracer à l'aide d'un tableur

Um (V)	n (tr/min)	Um (V)	n (tr.s ⁻¹)	ω (rad.s ⁻¹)
5	256	5	4,266666667	26,808257311
10	537	10	8,95	56,234508499
15	821	15	13,683333333	85,974918953
20	1113	20	18,55	116,55308745
25	1402	25	23,366666667	146,81709668
30	1696	30	28,266666667	177,60470468
35	1984	35	33,066666667	207,76399416
40	2278	40	37,966666667	238,55160216
45	2568	45	42,8	268,92033115
50	2863	50	47,716666667	299,81265891



On obtient une droite (quasiment linéaire) . On en déduit donc que la fréquence de rotation est proportionnelle à la tension d'alimentation. On donne alors son modèle mathématique

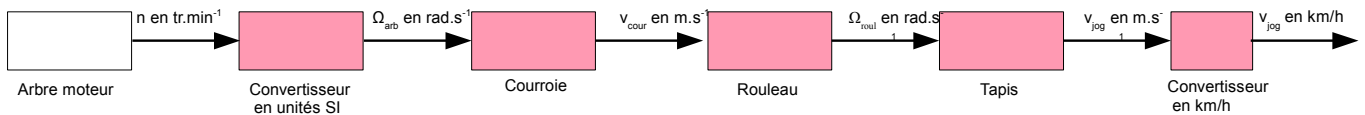
$$\Omega_m = 6,09 \times U_m \text{ rad.s}^{-1}$$

La différence (ordonnée à l'origine) est la résultante du couple de frottement du moteur.

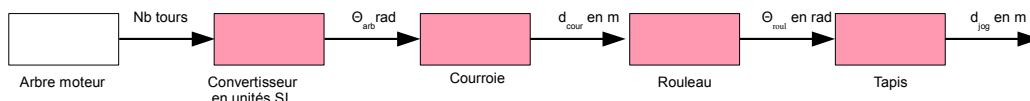
4 Activité : caractérisation de la fonction transmettre

4.1 Mise en situation

On cherche à caractériser un modèle définissant la vitesse du jogger en fonction de la fréquence de rotation du moteur.

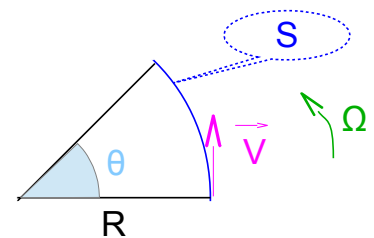


En divisant par le temps, cette relation devient celle qui lie la distance parcourue par le jogger au nombre de tours effectués par l'arbre moteur $d_{\text{jog}} = f(\text{Nbtours})$.



Données : on rappelle les relations :

- $s = R \cdot \theta$ avec s la section de l'arc (m), r rayon (m), θ angle (rad)
- $v = R \cdot \Omega$ avec v vitesse linéaire (m/s), r rayon (m), Ω vitesse angulaire (rad/s)



4.2 Travail à réaliser

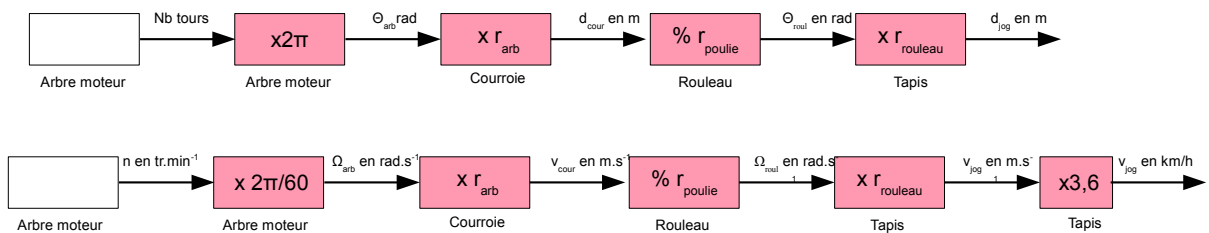
Note : On exprime les grandeurs en unité SI lorsque celles-ci ne sont pas spécifiées.

- Donner un protocole permettant de déterminer le plus précisément possible les différentes relations entre les différents constituants énumérés ci-dessus. (Compléter les cases colorées)
- Exprimer la relation liant la vitesse angulaire de l'arbre moteur Ω_{arb} à la vitesse angulaire du rouleau entraînant le tapis Ω_{roul}
- en déduire la relation globale donnant la vitesse du jogger « vitesse_{jogger} » en fonction de la fréquence de rotation du moteur « n » vitesse_{jogger} = $f(n)$.
Après les unités SI on réalise la conversion en km.h^{-1} .

4.3 Correction

On utilise le pied à coulisse pour mesurer les différents diamètres de l'arbre moteur, de la poulie du rouleau, du rouleau.

On en déduit les rayons de l'arbre de la poulie et du rouleau.



du diagramme précédent, on déduit : $\Omega_{roul} = \Omega_{arb} \cdot \frac{r_{arb}}{r_{poulie}}$

Une autre méthode pourrait nous donner le rapport global de la réduction : effectuer un nombre entiers de tours et de mesurer la distance parcourue la plus grande possible.

L'erreur de mesure est alors répartie sur x tours...

du diagramme précédent, on déduit : $v_{jogger(m.s^{-1})} = r_{rouleau} \cdot \Omega_{roul} = r_{rouleau} \cdot \Omega_{arb} \cdot \frac{r_{arb}}{r_{poulie}}$

$$v_{jogger(m.s^{-1})} = 2\pi \cdot n_{arb(tr.s^{-1})} \cdot r_{rouleau} \cdot \frac{r_{arb}}{r_{poulie}}$$

$$v_{jogger(km.h^{-1})} = \frac{3600}{1000} \cdot r_{rouleau} \cdot \Omega_{roul} = \frac{3600}{1000} \cdot r_{rouleau} \cdot \Omega_{arb} \cdot \frac{r_{arb}}{r_{poulie}} = 3,6 \cdot r_{rouleau} \cdot \Omega_{arb} \cdot \frac{r_{arb}}{r_{poulie}}$$

$$v_{jogger(km.h^{-1})} = 3,6 \cdot r_{rouleau} \cdot 2\pi \cdot n_{arb(tr.s^{-1})} \cdot \frac{r_{arb}}{r_{poulie}}$$

Données mesurées:

$$r_{rouleau} = \frac{4,15}{2} = 2,075 \text{ cm}$$

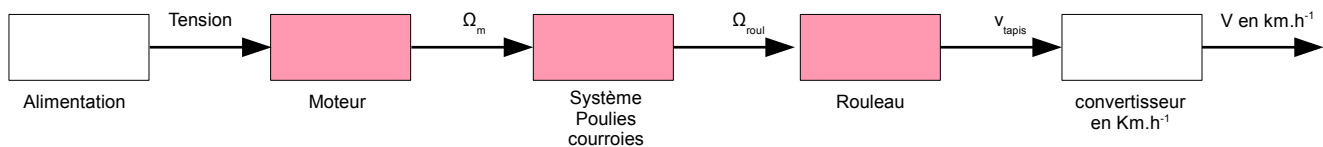
$$r_{poulie} = \frac{8,94}{2} = 4,47 \text{ cm}$$

$$r_{arb} = \frac{2,82}{2} = 1,41 \text{ cm}$$

5 Synthèse caractérisation de l'ensemble « convertir + transmettre »

5.1 Mise en situation

A partir des résultats précédents, on veut dresser le modèle global regroupant les deux fonctions et le confronter aux résultats aux résultats expérimentaux.



5.2 Travail à réaliser

- Donner la relation globale donnant la vitesse du jogger « v_{tapis} » en fonction de la tension d'alimentation du moteur « n » $v_{\text{tapis}} = f(U)$.
On exprimera la vitesse en unité SI puis en km/h
- Tracer cette évolution.
- Conclure quant au point de fonctionnement souhaité à 8km/h. Donner la valeur de la tension d'alimentation à régler.

5.3 Correction

$$v_{\text{tapis}_{(km \cdot h^{-1})}} = 3,6 \cdot r_{\text{rouleau}} \cdot \Omega_{\text{arb}} \cdot \frac{r_{\text{arb}}}{r_{\text{poulie}}} = 3,6 \cdot \left(r_{\text{rouleau}} \cdot \frac{r_{\text{arb}}}{r_{\text{poulie}}} \right) \cdot (K_v \cdot U_{\text{alimentation}})$$

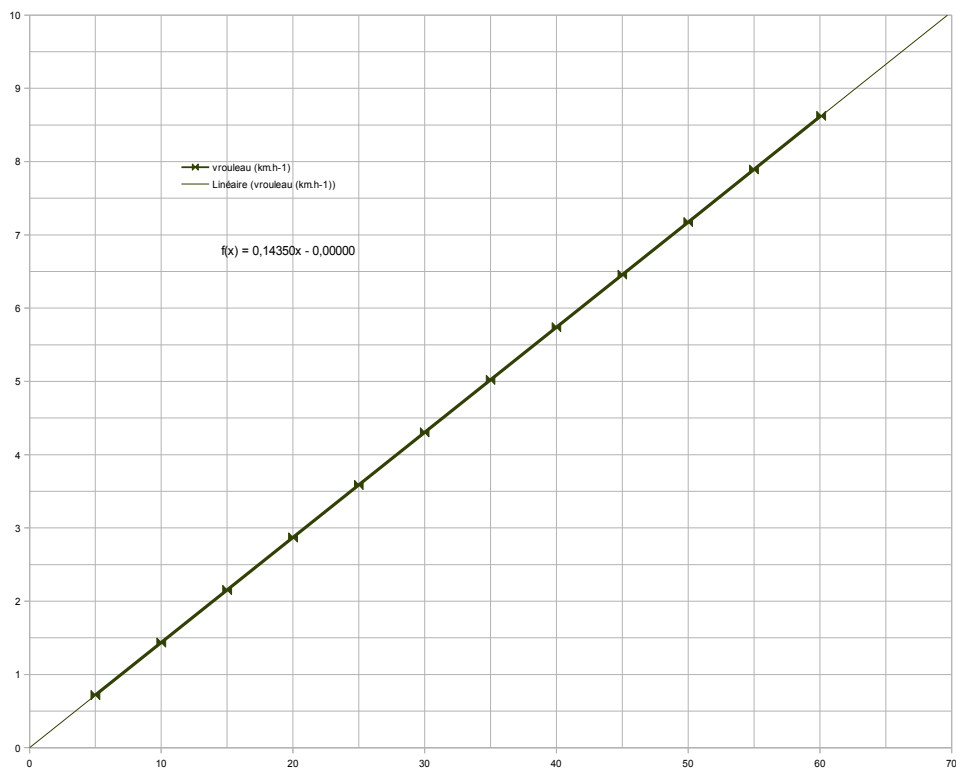
$$v_{\text{tapis}_{(km \cdot h^{-1})}} = 3,6 \cdot \left(0,02075 \cdot \frac{0,01410}{0,04470} \right) \cdot (6,09 \cdot U_{\text{alimentation}})$$

$$v_{\text{tapis}_{(km \cdot h^{-1})}} = 3,6 \cdot \left(0,02075 \cdot \frac{0,01410}{0,04470} \right) \cdot (6,09 \cdot U_{\text{alimentation}})$$

$$v_{\text{tapis}_{(km \cdot h^{-1})}} = 0,1435 \cdot U_{\text{alimentation}} \quad km \cdot h^{-1}$$

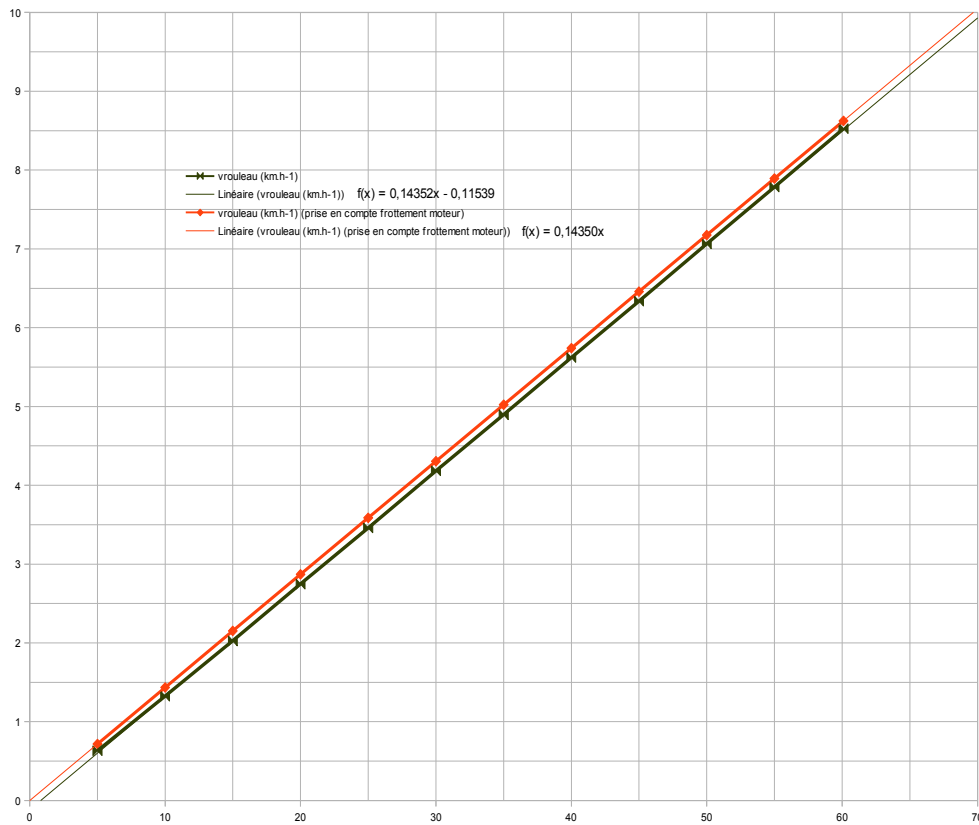
$$\text{à } 8 \quad km \cdot h^{-1} \quad U_{\text{alimentation}} \text{ doit être égale à } U_{\text{alimentation}} = \frac{8}{0,1435} = 55,75 \quad V$$

$V_{rouleau} = f(U_{alimentation}) \Rightarrow$ Calculé depuis les mesures effectuées



Si on néglige l'influence des frottements, on trouve que la vitesse du jogger sera proportionnelle à la tension d'alimentation du moteur.

$V_{rouleau} = f(U_{alimentation}) \Rightarrow$ Calculé depuis les mesures effectuées



Si on ne néglige pas l'influence des frottements, on trouve que la vitesse du jogger sera **quasiment** proportionnelle à la tension d'alimentation du moteur.

L'erreur commise n'est pas importante.

6 Activité : paramétrage et validation du modèle de simulation

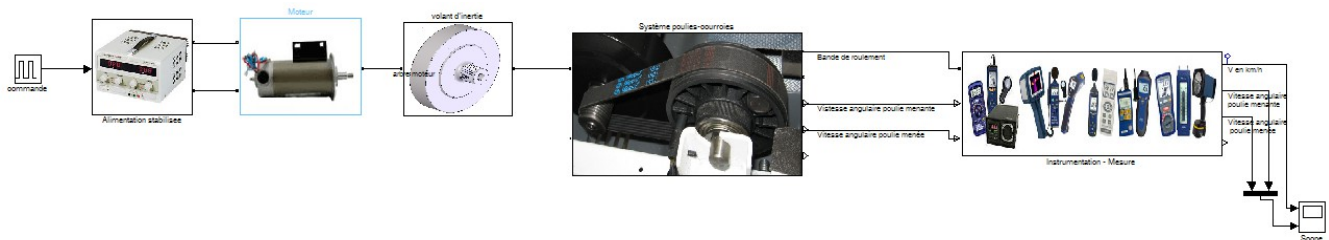
6.1 Appréhender le modèle

Comparer le système réel avec le modèle proposé. On précisera pour chaque constituant, s'il s'agit d'un constituant réel, fictif ou les deux (on légèrera et fera correspondre les constituants réels aux virtuels).

6.2 Correction

3 blocs sont totalement virtuels :

- Le premier bloc traduit le réglage de l'alimentation stabilisée
- le bloc "Instrumentation-Mesure" n'appartient pas au système mais traduit les mesures que vous pourriez (ou non...) être amenés à réaliser sur le système afin de contrôler vos paramétrages.
- Le dernier bloc « scope » est aussi un outil virtuel permettant de visualiser l'évolution d'une grandeur en fonction du temps.



6.3 Paramétrer le modèle

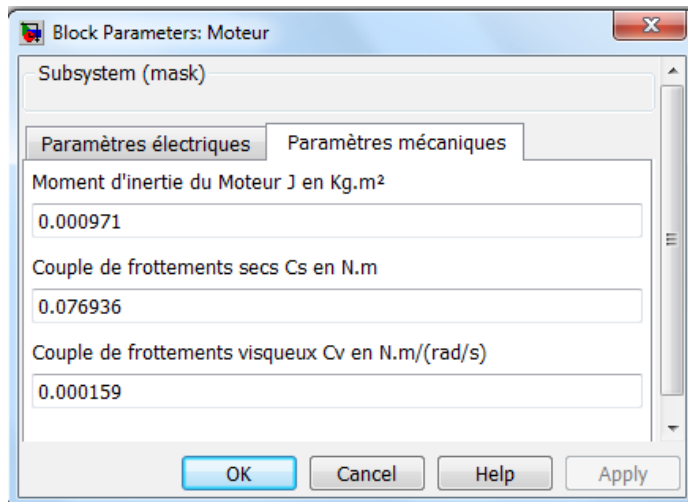
A partir des paramètres identifiés dans les parties précédentes, paramétrer le modèle afin que le jogger courre à 8km/h.

Quel doit être le paramétrage de "commande" dans le modèle proposé ?

Valeurs paramétrées (maquette prof)

Valeurs à paramétrer (maquette élève)

Remarque : la valeur de L est inventée...



Block Parameters: Moteur

Subsystem (mask)

Paramètres électriques Paramètres mécaniques

Moment d'inertie du Moteur J en Kg.m^2

0.000971

Couple de frottements secs C_s en N.m

0.076936

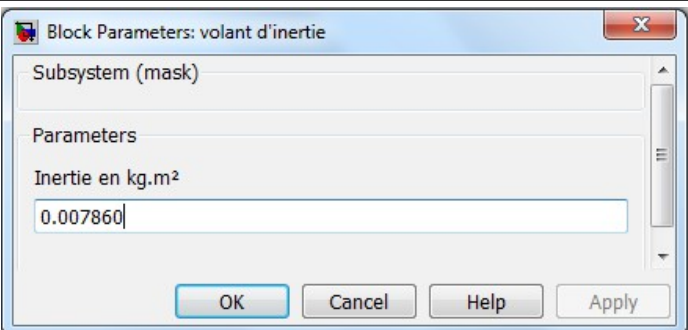
Couple de frottements visqueux C_v en N.m/(rad/s)

0.000159

OK Cancel Help Apply

Deux scénarios possibles :

- soit on met ces valeurs à 0 et notre moteur ressemble à celui modélisé mathématiquement...
- soit on laisse ces valeurs et notre moteur ressemble à celui sur lequel on a effectué les mesures...



Block Parameters: volant d'inertie

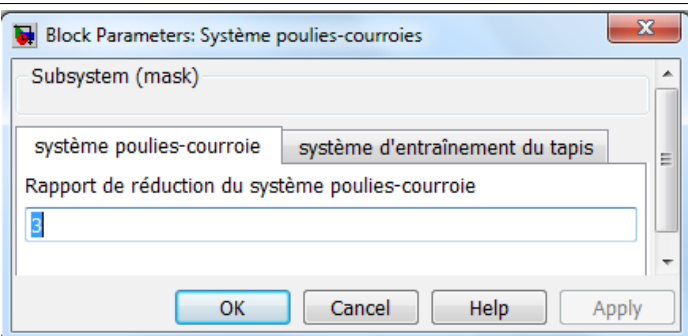
Subsystem (mask)

Parameters

Inertie en kg.m^2

0.007860

OK Cancel Help Apply



Block Parameters: Système poulies-courroies

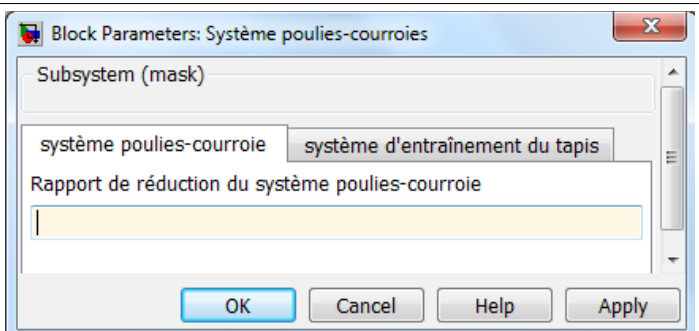
Subsystem (mask)

système poulies-courroie système d'entraînement du tapis

Rapport de réduction du système poulies-courroie

3

OK Cancel Help Apply



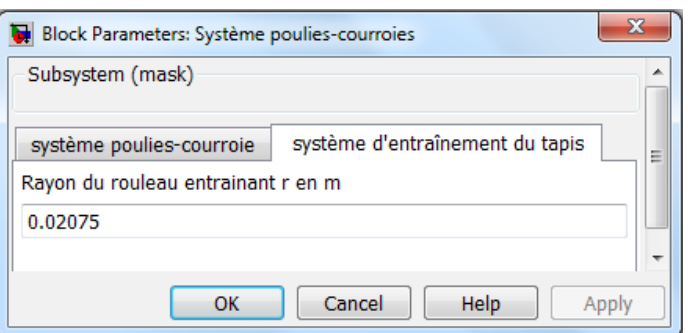
Block Parameters: Système poulies-courroies

Subsystem (mask)

système poulies-courroie système d'entraînement du tapis

Rapport de réduction du système poulies-courroie

OK Cancel Help Apply



Block Parameters: Système poulies-courroies

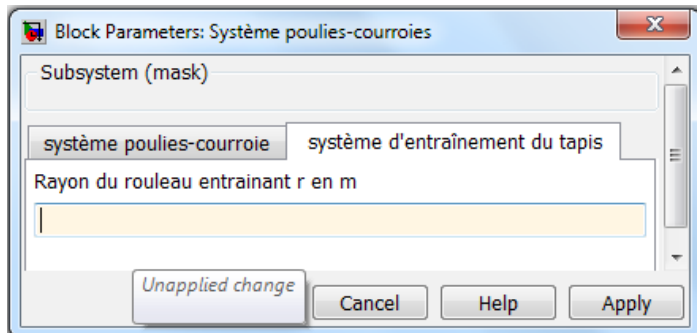
Subsystem (mask)

système poulies-courroie système d'entraînement du tapis

Rayon du rouleau entrainant r en m

0.02075

OK Cancel Help Apply



Block Parameters: Système poulies-courroies

Subsystem (mask)

système poulies-courroie système d'entraînement du tapis

Rayon du rouleau entrainant r en m

Unapplied change Cancel Help Apply

Source Block Parameters: commande

Pulse Generator

Output pulses:

```

if (t >= PhaseDelay) && Pulse is on
  Y(t) = Amplitude
else
  Y(t) = 0
end

```

Pulse type determines the computational technique used.

Time-based is recommended for use with a variable step solver, while Sample-based is recommended for use with a fixed step solver or within a discrete portion of a model using a variable step solver.

Parameters

Pulse type: Time based

Time (t): Use simulation time

Amplitude: 57

Period: 10

Pulse Width (% of period): 50

Phase delay: 2

OK Cancel Help Apply

Source Block Parameters: commande

Pulse Generator

Output pulses:

```

if (t >= PhaseDelay) && Pulse is on
  Y(t) = Amplitude
else
  Y(t) = 0
end

```

Pulse type determines the computational technique used.

Time-based is recommended for use with a variable step solver, while Sample-based is recommended for use with a fixed step solver or within a discrete portion of a model using a variable step solver.

Parameters

Pulse type: Time based

Time (t): Use simulation time

Amplitude:

Period:

Pulse Width (% of period):

Phase delay:

OK Cancel Help Apply

6.4 Validation du Modèle

On cherche dans cette dernière partie à comparer le système réel avec la modélisation élaborée dans le précédent travail.

- A partir des activités précédentes, vous devez paramétrer votre **modèle numérique** et le simuler pour une course à 8km/h.

Expliquer votre protocole et donner la tension permettant d'atteindre cette vitesse.

- **Sur le système réel**, vous devez paramétrer une course à 8km/h.
- Faire valider votre protocole et dispositif expérimental avant toute mise sous tension.
- Comparer le modèle et le système réel.
- Si différents, quels sont les points qui pourraient expliquer cette différence ?

6.5 Correction

Pour valider son modèle, l'élève devra prendre la tension aux bornes du moteur lorsque ce dernier est à 8 km/h. Il devra comparer cette valeur à la valeur donnée par la simulation.

Lorsque l'on règle le tapis à 8km/h (à vide !) sur le pupitre, on mesure 57,5V aux bornes du moteur...

Moteur alimenté par carte électronique	
Um (V)	Vitesse réglée en km/h (Moteur alimenté par la carte électronique avec la courroie)
15,5	2
30	4
42,5	6
57,5	8
70,5	10
84	12
90,9	13

Cette valeur est normalement supérieure à celle donnée par la simulation puisque celle-ci ne tient pas compte des frottements occasionnés par les rouleaux et la bande de roulement...

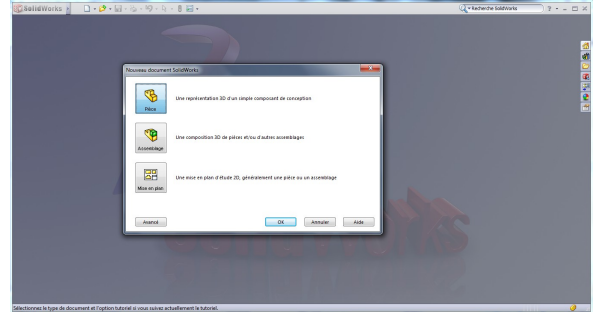
Ces frottements ont tendance à ralentir la bande de roulement... le système régule et corrige cette erreur en envoyant une tension supérieure pour contrecarrer l'erreur de vitesse...

Cette différence doit croître lorsqu'il faut que le tapis maintienne la vitesse constante et qu'un jogger se trouve dessus...

Annexes

Pour aller plus loin...caractérisation du volant d'inertie

- Identifier le volant d'inertie du système
- Définir la notion de volant d'inertie (http://fr.wikipedia.org/wiki/Volant_d%27inertie).
- On appréhendera aussi (mais de loin...) la notion d'inertie et de moment d'inertie par la lecture de articles de wikipédia par exemple...
- Conjecturer quant à ce que pourrait-être le rôle du volant d'inertie ou ce qui le nécessite.
- Sur le système, mesurer et dresser un croquis "à main levée" du volant d'inertie
- Sur Solidworks : modéliser le volant d'inertie et établir une mise en plan du volant d'inertie.
- Estimer le moment d'inertie à l'aide du logiciel solidWorks (Menu Outils-propriétés de masse...). (Si besoin, demandez de l'aide à votre professeur).
- Parmi les valeurs proposées par le logiciel, extraire celle qui vous paraît-être la bonne... Justifier votre choix.



Présentation du logiciel de modélisation-simulation MATLAB

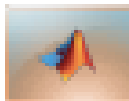
Le logiciel MATLAB est un logiciel qui peut être assimilé à une puissante calculatrice.

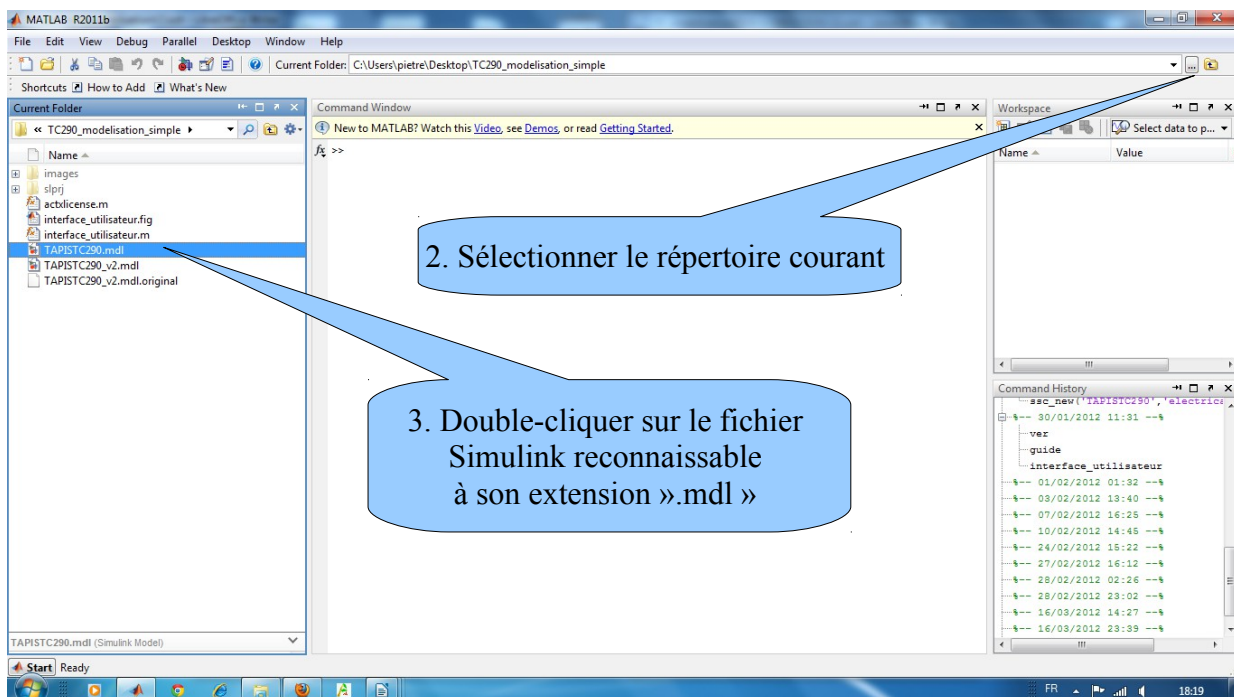
Sur ce logiciel, est greffé SIMULINK qui est une interface graphique permettant d'assembler des modèles mathématiques de composants issus de différentes bibliothèques.

Ces bibliothèques sont nombreuses et permettent de modéliser des systèmes de différents domaines de la physique et même de coupler différents domaines de la physique et de la technologie.

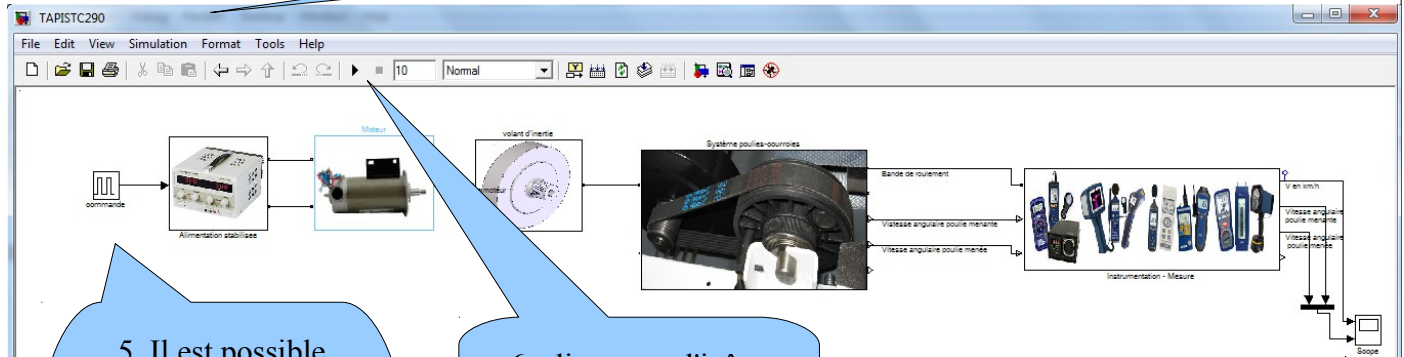
L'intérêt consiste donc d'avoir une approche pluri-technologique dans un seul et même environnement.

Didacticiel rapide

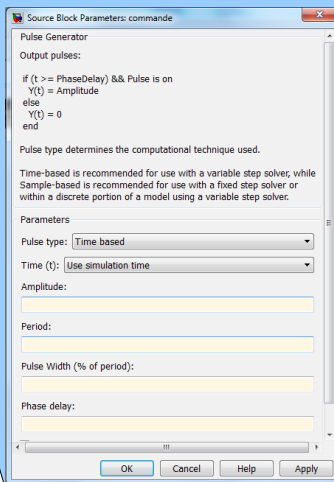
étapes	
1 ouvrir le logiciel Matlab	



4. La fenêtre simulink s'ouvre



5. Il est possible d'éditer des blocs afin de modifier des paramètres...



6. cliquer sur l'icône pour « jouer » La simulation

7. cliquer sur l'icône pour «visualiser» les résultats de la simulation

