

# TP4 - INITIATION SCILAB-XCOS



## OBJECTIF

L'objectif de ce livret est de vous guider pas à pas dans la découverte des différentes fonctionnalités de base de l'outil Xcos inclus dans Scilab dans le cadre d'une utilisation en classe de sciences de l'ingénieur.

## INSTALLATION DE SCILAB ET CONFIGURATIONS UTILES EN SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

L'installation est bien sûr déjà faite sur les machines de la salle de TP.

Scilab est un logiciel open source de calcul numérique que chacun peut télécharger gratuitement. Disponible sous Windows, Linux et Mac OS X, Scilab est téléchargeable à l'adresse suivante :

<http://www.scilab.org>

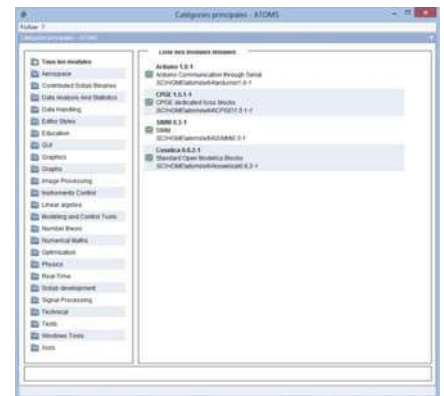
**Attention télécharger la version 5.5.2**  
**Pas la 6.1 !!!**

Une fois Scilab téléchargé et installé, il faut ajouter le module **CPGE**.

Pour cela, il suffit :

- D'être connecté à Internet
- De lancer Scilab
- De cliquer dans la barre de menus sur **applications / Gestionnaire de modules – ATOMS** puis d'aller chercher le **module CPGE** dans la catégorie **Éducation**
- Puis installer

Quittez Scilab et relancez-le.

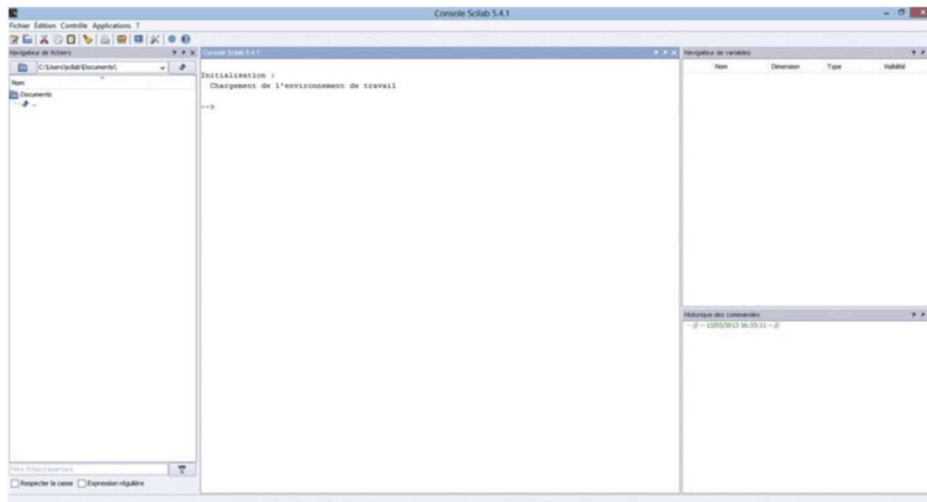


## XCOS

Xcos est l'outil de Scilab dédié à la modélisation et à la simulation de systèmes dynamiques hybrides incluant à la fois des modèles continus et discrets. Il permet aussi de simuler des systèmes régis par des équations explicites (simulation causale) et implicites (simulation acausale). Xcos inclut un éditeur graphique permettant de représenter facilement des modèles sous forme de schémas fonctionnels (diagrammes) en connectant des blocs entre eux. Chaque bloc représente une fonction de base prédéfinie ou une fonction définie par l'utilisateur.


## L'ENVIRONNEMENT GÉNÉRAL

Après avoir lancé Scilab, l'environnement par défaut est constitué d'une console, d'un navigateur de fichiers, d'un navigateur de variables et d'un historique des commandes.



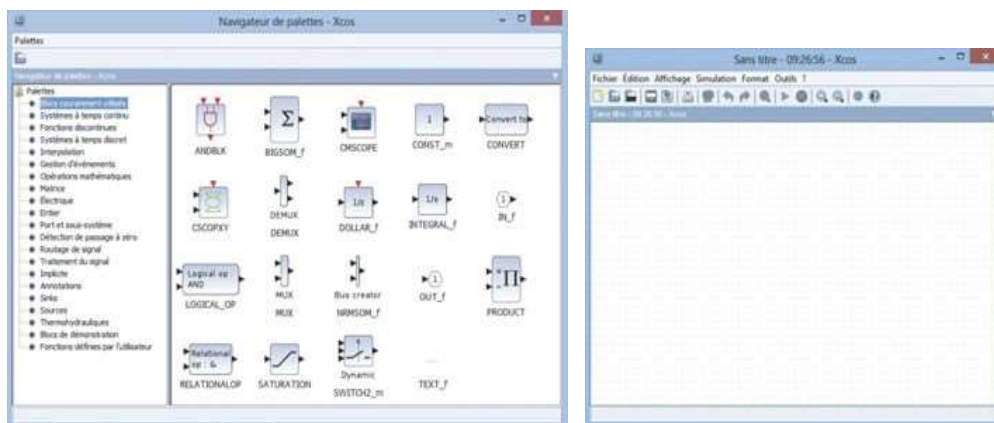
Dans la console, après « --> », il suffit de saisir une commande et d'appuyer sur la touche **entrée** du clavier pour obtenir le résultat correspondant.

**Xcos** peut être ouvert :

- Depuis la barre d'outils, via l'icône , ou
- Depuis la barre de menus, dans **applications / Xcos**, ou
- Depuis la console, en tapant :  
-->xcos

**Xcos** s'ouvre, par défaut, avec deux fenêtres :

- Le **navigateur de palettes** qui met à disposition un ensemble de blocs prédéfinis,
- Une **fenêtre d'édition** qui est la zone de construction d'un diagramme.



Pour construire un diagramme, l'utilisateur sélectionne les blocs dans le navigateur de palettes et les positionne dans la fenêtre d'édition (cliquer / glisser / déposer). Il peut ensuite connecter les blocs entre eux en utilisant leurs différents ports (entrée / sortie / événement) pour pouvoir simuler le modèle créé.

**MODULE CPGE**

Le module CPGE permet, entre autres, de dimensionner les correcteurs à mettre en place dans le système par des analyses fréquentielles. Il est également utile pour les analyses temporelles. Il nécessite des connaissances théoriques (transformée de Laplace, analyse fréquentielle, correcteur...) pour être utilisée efficacement. Son utilisation est donc plutôt orientée post-bac.

**Attention de prendre tous les blocs dans le module CPGE.**

**PREMIER DIAGRAMME**

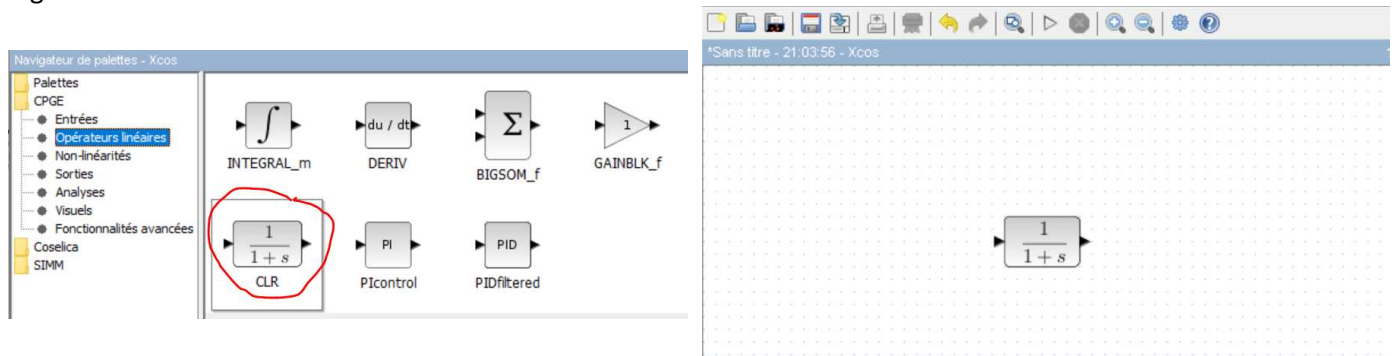
Prenons un système d'ordre 1 de fonction de transfert :

$$H(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$$

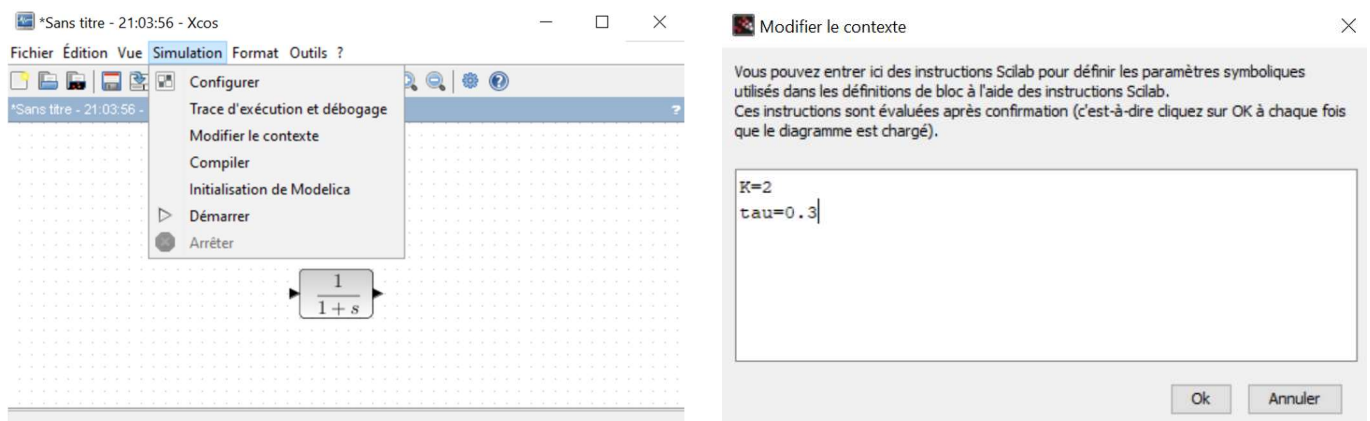
Avec  $K = 2$  et  $\tau = 0,2s$ .

**CONSTRUCTION DU DIAGRAMME**

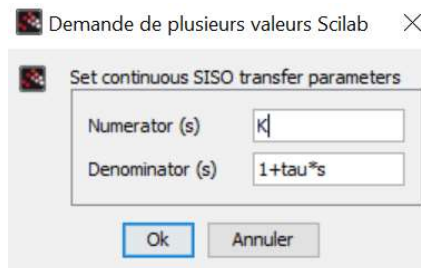
Dans le navigateur de palette, dans opérateur linéaire, sélectionner le bloc CLR et déplacer le dans la fenêtre du diagramme.



Dans le menu, cliquer sur Simulation (ou cliquer droit sur le fond de la fenêtre), puis modifier le contexte. Entrer alors  $K = 2$  et  $\tau = 0.3$ .

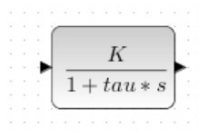


Ces variables étant définis, nous allons pouvoir les utiliser. Double cliquer sur le bloc présent dans le diagramme et remplissez-le ainsi :



**Remarque** : La variable de Laplace utilisé est « s » et non « p ».

On obtient ainsi :

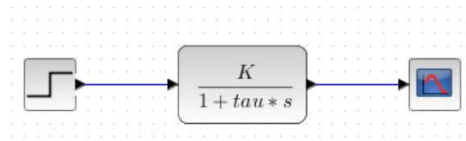


Insérer maintenant un bloc **STEP\_FUNCTION (Echelon)**. Ils se trouve dans les entrées.

Ainsi qu'un bloc **SCOPE** qui se trouve dans les sorties.

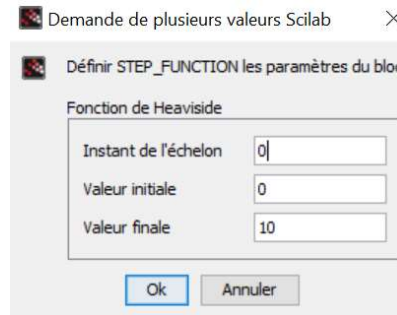
Enfin, reliez-les .. faire un clique gauche sur un triangle puis sans relâcher, rejoindre le second triangle.

On obtient ceci :



Double cliquer sur l'entrée échelon et remplir ces caractéristiques :

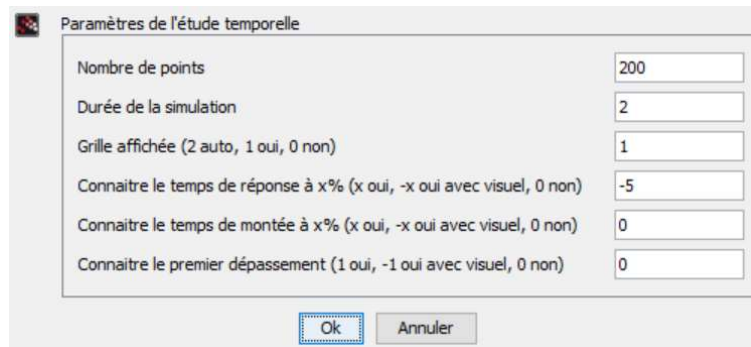
- Il commence à  $t = 0s$
- avec une **amplitude** de **10** en partant de **0**.



## ANALYSE TEMPORELLE

Dans le navigateur de palette, dans Analyse, insérer le bloc **REP\_TEMP** (Réponse temporelle).

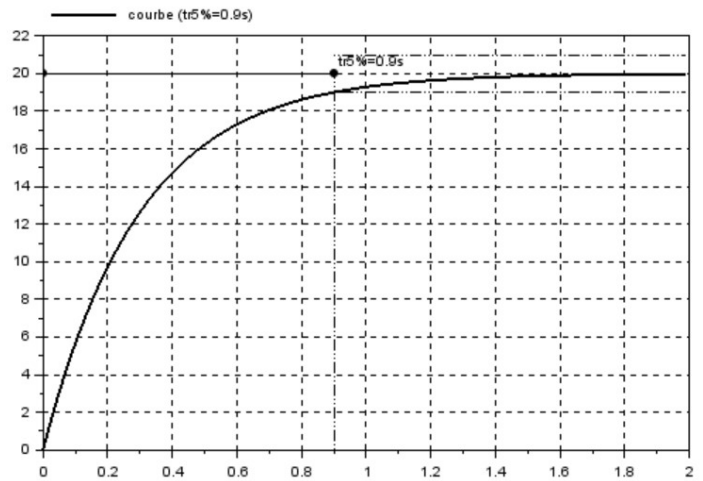
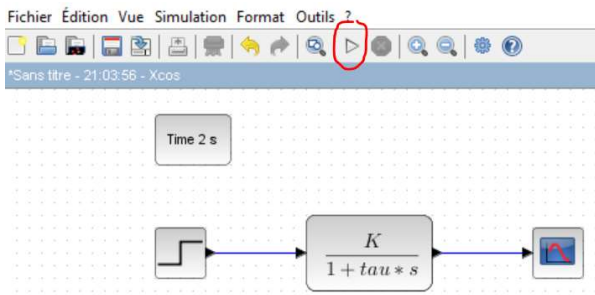
Pour le configurer, double cliquer dessus puis le remplir ainsi :



Cela signifie :

- 200 points de calculs ;
- une durée de 2s ... ce qui est cohérent avec  $\tau = 0.3$  ;
- une demande d'afficher le temps de réponse à 5% avec un visuel.

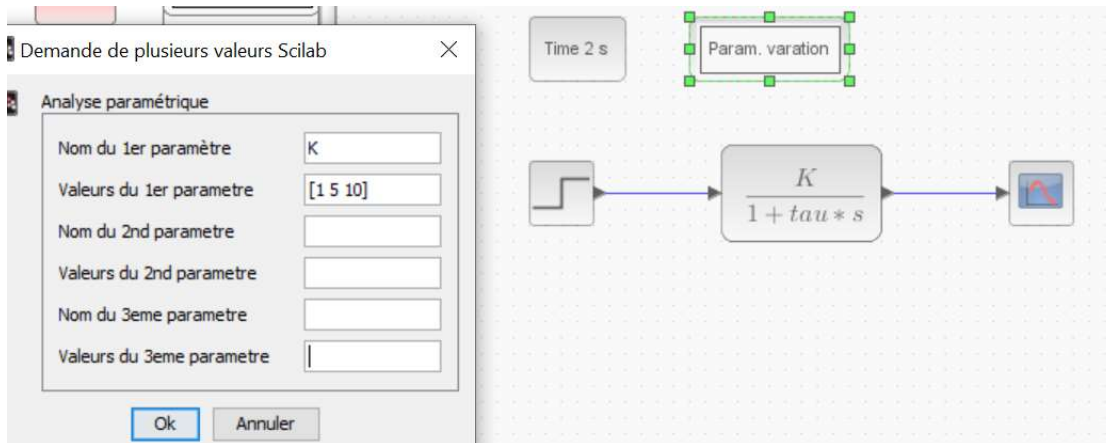
Valider puis démarrer la simulation. On obtient la courbe réponse :



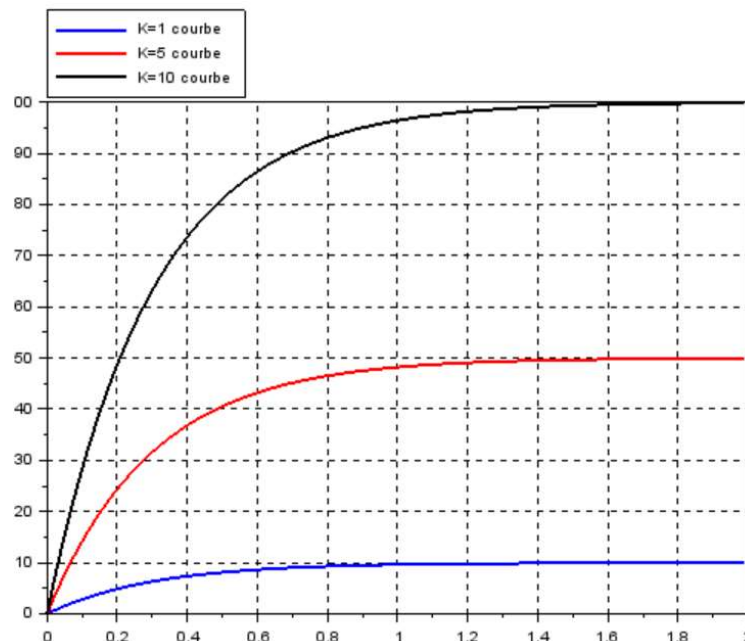
On remarque qu'il y a bien un temps de réponse  $t_{5\%} = 3\tau = 0,9s$ . **Garder cette figure pour plus tard (fichier>exporter vers).**

**Allons un peu plus loin.** Nous allons tester différentes valeurs de  $K$  :  $K = 1 ; K = 5$  et  $K = 10$ .

Dans Analyses, insérer le bloc **PARAM\_VAR**. Puis double cliquer dessus, remarquer que les valeurs sont séparées par un espace (et K est bien en majuscule !).



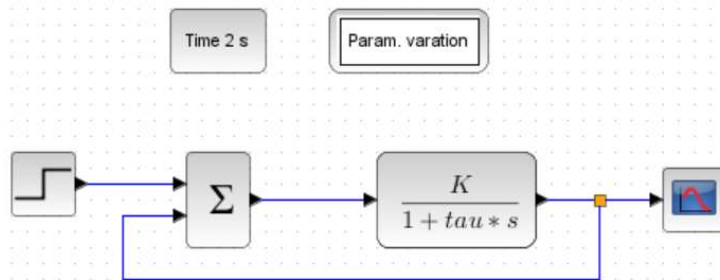
Relancer la simulation. On obtient les 3 courbes pour les 3 différentes valeurs de  $K$  :



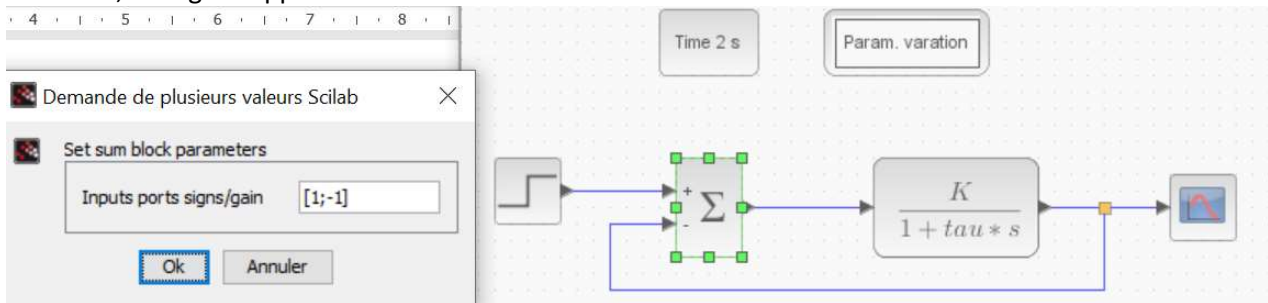
- Q1. Essayer en faisant varier  $\tau$  seul.
- Q2. Essayer en faisant varier les deux paramètres.

**BOUCLONS LE SYSTÈME**

Dans les opérateurs linéaires, ajouter un bloc **BIGSOM\_f** et faire le schéma ci-dessous :



Le « BIGSOM » est actuellement un additionneur. Nous allons le transformer en comparateur. Double cliquer dessus, s'il y a '1' il s'agit d'un '+' et s'il y a '-1' c'est un '-'. Une fois validé, les signes apparaissent.



On peut en mettre autant que l'on veut.

Supprimer le bloc **PARAM\_VAR** puis relancer la simulation.

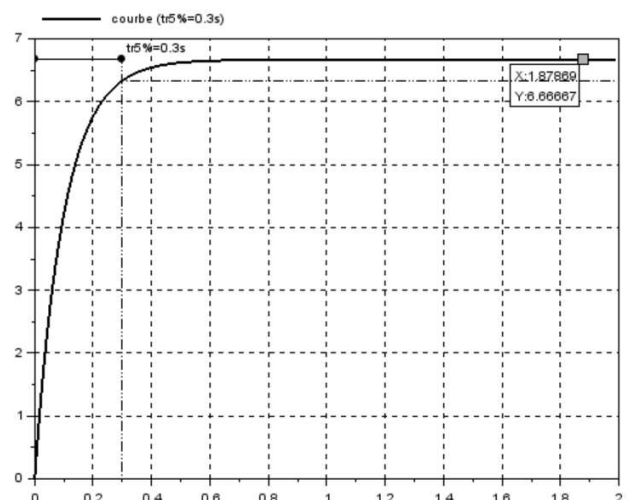
- Q3. Déterminer la FTBF du système bouclé en fonction de  $K$  et  $\tau$ . La mettre sous forme canonique.
- Q4. En déduire les caractéristiques de la FTBF.
- Q5. Lancer la simulation et comparer la courbe avec celle obtenue précédemment.
- Q6. Quel est l'intérêt de boucler le système ?

Remarque :

Lorsque la courbe est tracée, vous pouvez cliquer sur l'icône « bulles » (entourée ci-contre).

Si vous cliquez sur la courbe, un curseur va être créé que vous pouvez déplacer avec la souris.

Cela permet de lire des valeurs sur la courbe.

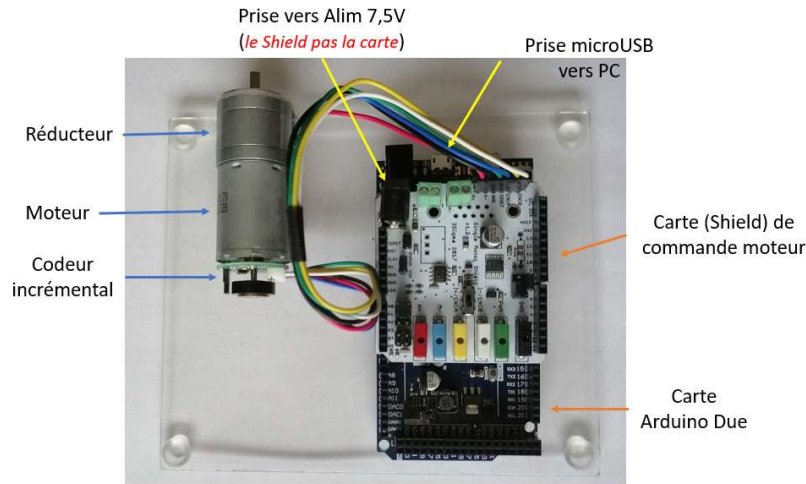




# COMMANDE MOTEUR

## MISE EN SITUATION

Le système est juste un moteur à courant continu dont nous allons étudier la commande avec différents asservissements.



L'ensemble se compose

- D'un **moteur** à courant continu 6V.
- D'un **réducteur** de rapport de réduction :

$$r = \frac{1}{34}$$

- D'un **codeur incrémental** (capteur) de 48 incréments par tours

## MODÈLE

### ÉQUATION ÉLECTRIQUE : LOI DES MAILLES

$$u(t) = e(t) + R \cdot i(t) + \frac{L di(t)}{dt} \quad [1]$$

### ÉQUATION MÉCANIQUE : THÉORÈME DU MOMENT DYNAMIQUE RAMENÉ SUR L'ARBRE MOTEUR

$$J \cdot \frac{d\omega_m}{dt} + f\omega_m = C_m(t) + C_s(t) \quad [2]$$

### ÉQUATIONS DE COUPLAGE : ÉTUDE DE LA VARIATION DU FLUX DU CHAMP MAGNÉTIQUE

$$C_m(t) = K \cdot i(t) \quad [3]$$

$$e(t) = K \cdot \omega_m(t) \quad [4]$$

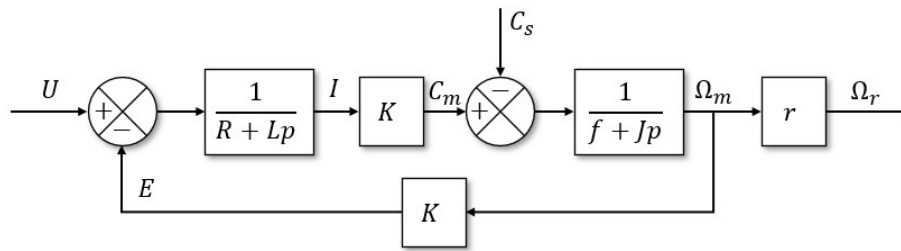
### RÉDUCTEUR

$$\omega_r = r * \omega_m$$

### SCHEMA BLOC

On a donc le schéma bloc





Pour la suite, nous supposons  $C_s = 0$

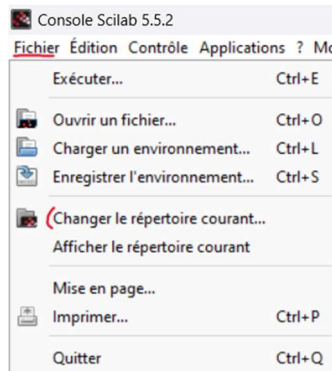
VALEURS NUMÉRIQUES CONSTRUCTEUR

$R = 5,7 \Omega$      $L = 2,28 \text{ mH}$      $K = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$      $J = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$      $f = 2,68 \cdot 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$

MODÈLE SCILAB

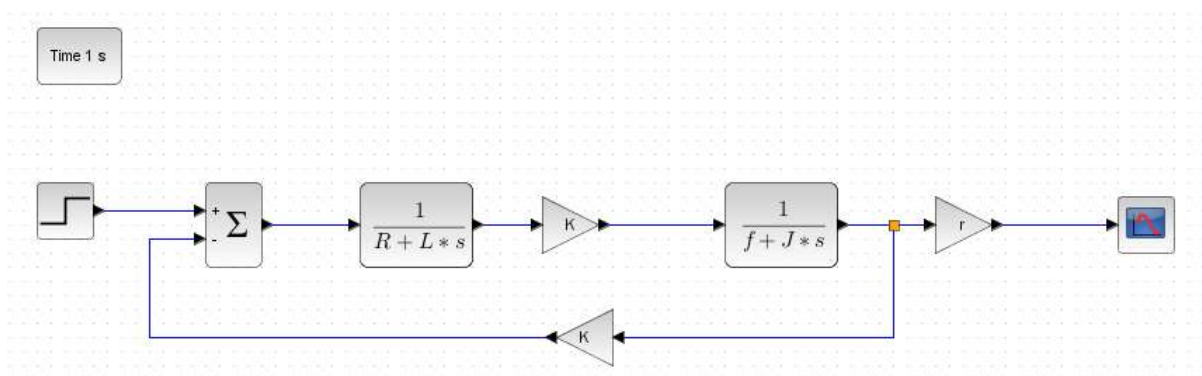
Important pour la suite

- 🔧 Ouvrir Scilab 5
- 🔧 Dans la fenêtre qui s'appelle Console Scilab, aller dans Fichier puis Changer le répertoire courant...
- 🔧 Sélectionner le répertoire de votre TP.



Nous allons lire des fichiers avec Xcos et il faut qu'il sache où les trouver.

- 🔧 Réaliser sous Xcos le schéma bloc du moteur (rappel  $C_s = 0$ ) :



- 🔧 Faire une simulation sur 1s avec comme entrée un échelon d'amplitude 6V.

Remarques :

- Pour rentrer les valeurs des constantes dans le contexte, par exemple pour  $K = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$ , on écrit  $K=6.5e-3$ .
- Pour (re)tourner un bloc, le sélectionner et faire 'Ctrl + R', ou clic-droit>Format>...
- Pour faire de jolies connexions, vous pouvez sélectionner le fil bleu puis appuyer sur 'V' (vertical) ou 'H' (horizontal).

Q1. À quel modèle de fonction de transfert prendriez-vous pour cette courbe ?

Dans le schéma bloc, nous avons 2 systèmes du premier ordre :

- la partie électrique ( $R, L$ ) ;
- la partie mécanique ( $f, J$ ).

**Q2.** Déterminer les 2 constantes de temps  $\tau_e$  (électrique) et  $\tau_m$  (mécanique) de ces premiers ordres. Comparez-les.

On néglige la constante de temps la plus petite.

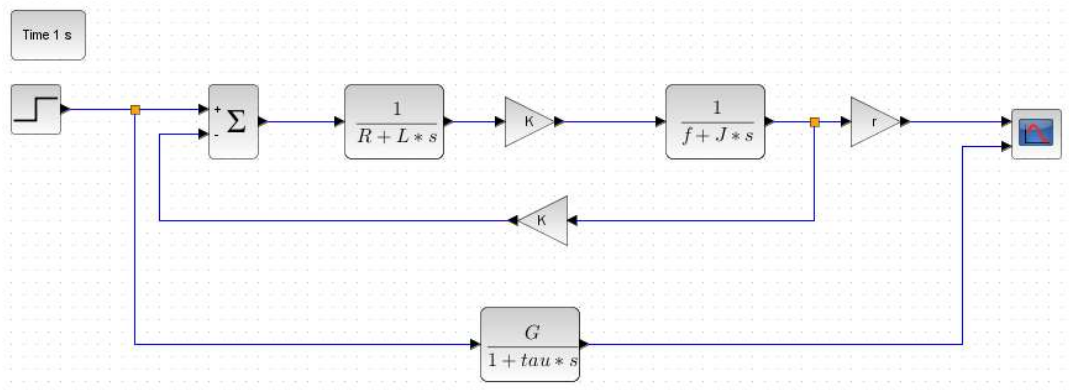
**Q3.** Montrer que la FTBF du moteur peut alors se mettre sous la forme d'un premier ordre :

$$H_{mot}(p) = \frac{G}{1 + \tau p}$$

Déterminer analytiquement puis numériquement  $G$  et  $\tau$ .

Vérifions ces résultats par la simulation.

■ Dans Xcos compléter votre schéma comme ci-dessous. Dans le scope, donner les noms : 'complet' à la première et 'simplifié' à la seconde. **Remarque** : Pour avoir deux entrées sur le bloc scope, il suffit de double cliquer dessus puis '2'.



■ Vérifier que les simulations donnent un résultat « quasi » identique. Conclure quant à la validité de l'hypothèse négligeant une constante de temps.

Nous allons maintenant comparer avec le réel. Les expériences ont déjà été réalisées et les fichiers expérimentaux sont disponibles dans le répertoire du TP. Dans le prochain cycle de TP, vous serez amené à réaliser des mesures similaires avec (pour la plupart) le même logiciel, c'est pourquoi l'interface vous est présentée.

**COMMANDE EN TENSION**

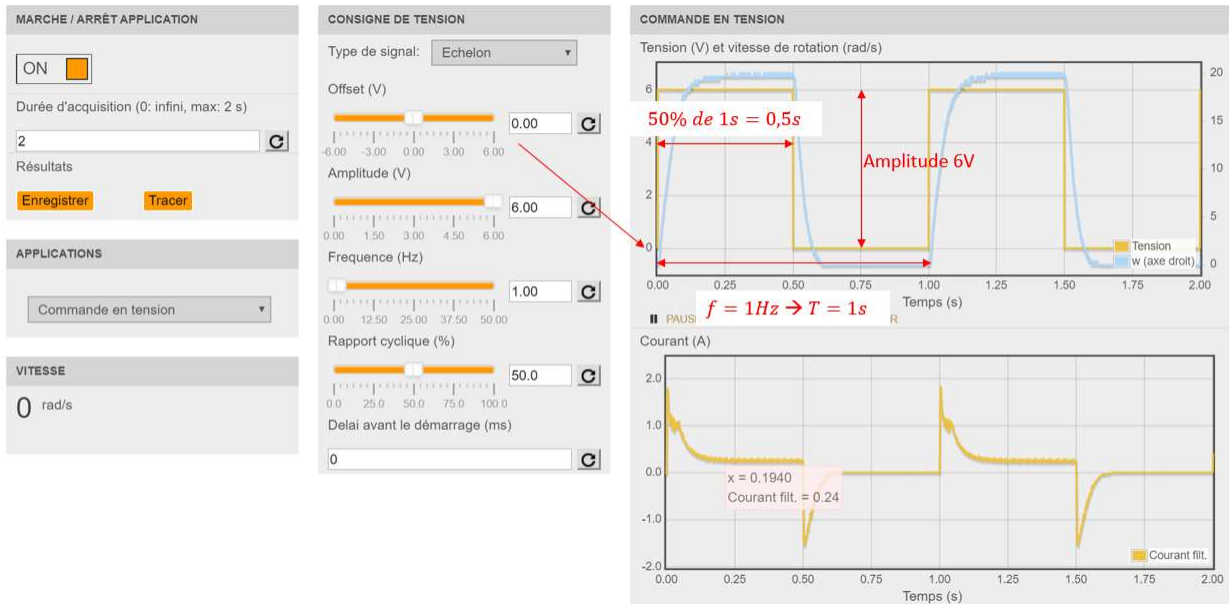
**EXPÉRIENCE**

■ A l'aide du logiciel de commande du moteur (ici MyWiz), l'essai suivant a été réalisé :

Type **échelon** : (en fait il s'agit d'un **signal créneau**)



- Offset : **0V**, il s'agit du point de départ,
- D'amplitude **6V**,
- De fréquence **1Hz**, ce qui donne une période de **1s**,
- De rapport cyclique **50%** : il s'agit du pourcentage de la période pour lequel le signal est à l'état haut,
- La **durée** d'acquisition est de **2s**.



Le logiciel enregistre

- Le temps (s)
- La tension de commande (V)
- La vitesse de rotation en sortie du réducteur (rad/s)
- Le courant (A)

Les résultats sont enregistrés dans un fichier : **testTension.csv** disponible répertoire du TP.

```

testTension.csv
1 Temps (s),Commande (V),Vitesse de rotation (rad/s),Courant (A)
2 0.021,6,0.38,1.032
3 0.022,6,0,1.292
4 0.023,6,0,1.728
5 0.024,6,0,1.947
6 0.025,6,0.38,1.842
7 0.026,6,0.38,1.687
8 0.027,6,0.77,1.505
9 0.028,6,1.15,1.394
10 0.029,6,1.15,1.336
11 0.03,6,1.54,1.316
12 0.031,6,1.92,1.286
13 0.032,6,2.31,1.342
14 0.033,6,2.69,1.397
    
```

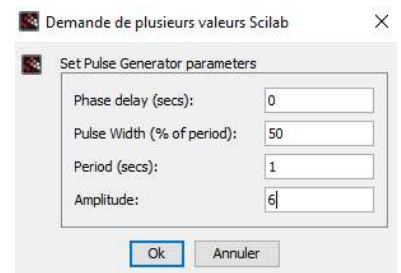
**SOUS SCILAB**

**L'objectif est de comparer la simulation avec le modèle**

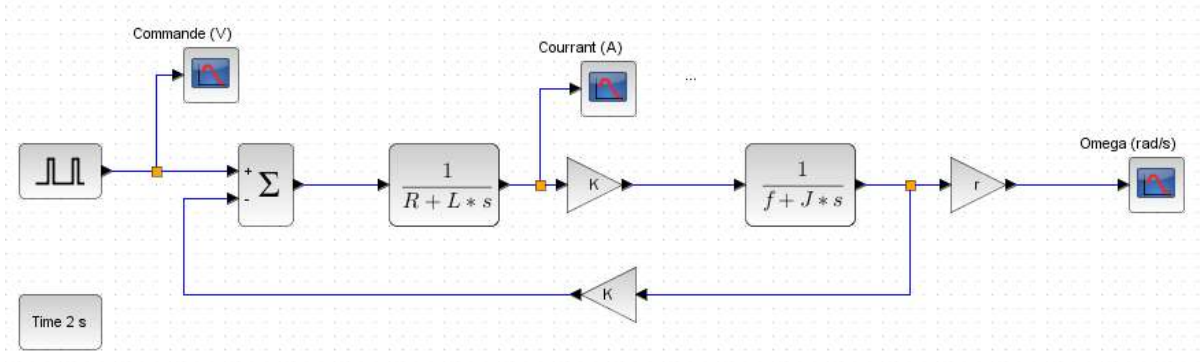
- ☒ Enregistrer votre schéma sous un nouveau nom.
- ☒ Supprimer la boucle avec le premier ordre.

Commençons par paramétrer le même essai sur le modèle Scilab.

- ☒ Remplacer le bloc STEP en entrée par un créneau périodique : **PULSE\_SC** puis le paramétrer avec les données de la simulation (ci-contre).
- ☒ Ajouter un scope pour l'entrée ainsi qu'un autre pour visualiser le courant.
- ☒ Donner des noms à vos courbes ! Vous pouvez également, en cliquant légèrement au-dessus d'un bloc, ajouter du texte dans Scilab. La lisibilité du schéma est nécessaire !
- ☒ Changer la durée de simulation sur **2s**.

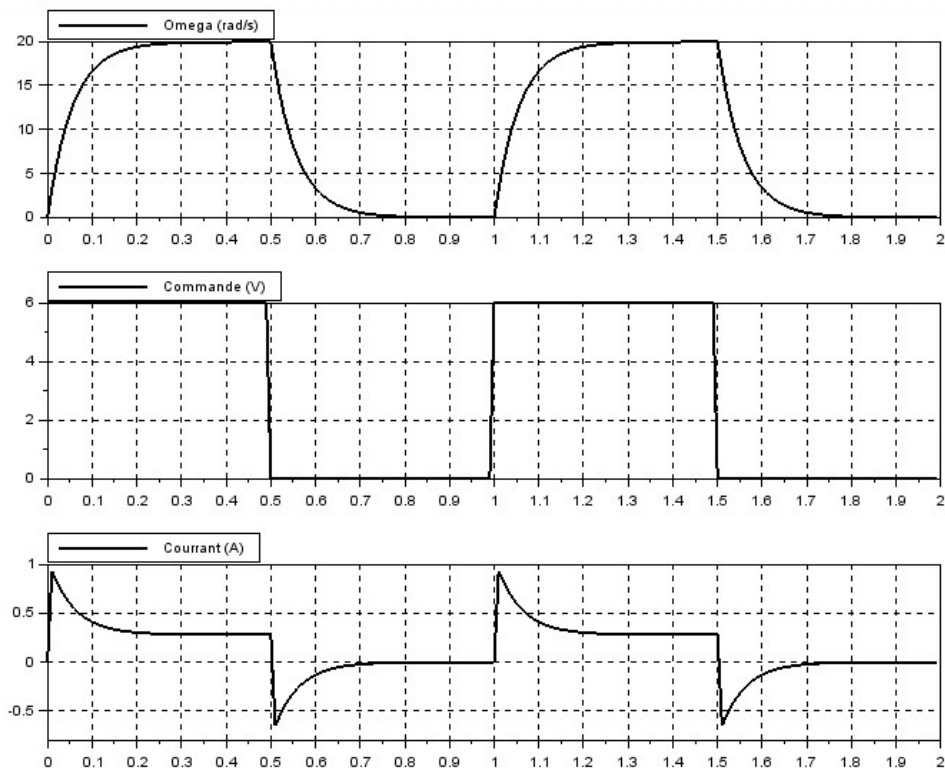


Vous devriez avoir ceci :



- ☒ Faire tourner la simulation, les 3 courbes apparaissent. Vérifier que l'entrée correspond à celle de l'expérimentation.

Figure n°0



INSERTION DES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

- ☒ Pour lire le fichier texte, nous allons insérer le bloc **READ CS** depuis « Entrées ».
- ☒ Pour le paramétrer il faut savoir comment est le fichier texte. Le paramétrer. Attention à avoir enregistré votre modèle Xcos au même endroit, c'est comme pour Python !

```

testTension.csv
1 Temps (s),Commande (V),Vitesse de rotation (rad/s),Courant (A)
2 0.021,6,0.38,1.032
3 0.022,6,0,1.292
4 0.023,6,0,1.728
5 0.024,6,0,1.947
6
7
8
9 0.028,6,1.15,1.394
10 0.029,6,1.15,1.336
11 0.03,
12 0.031,6,1.26,1.200
13 0.032,6,2.31,1.342
14 0.033,6,2.69,1.397
15 0.034,6,3.46,1.229
16 0.035,6,3.46,1.133
17 0.036,6,3.85,1.185
18 0.037,6,4.23,1.177
                    
```

1 ligne d'entête

Colonnes séparées par des virgules

4 colonnes

Paramètres du bloc READ\_CS

Chemin du fichier csv, eg: E:\my path\file.txt

Délimiteur de colonne (, ou ; ou t (pour tabulation))

Nombre de colonnes (la première est obligatoirement le temps discrétisé)

Nombre de lignes initiales ignorées

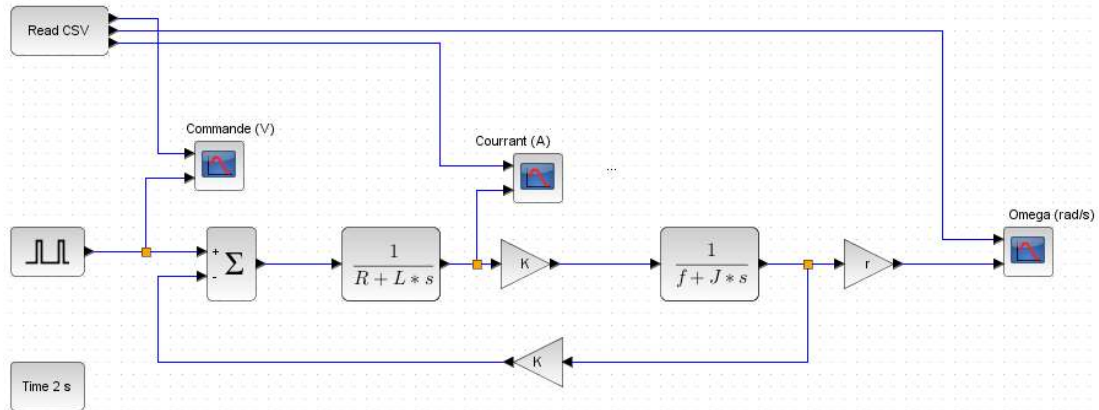
Ok    Annuler

PREMIER SCHÉMA

Le bloc CSV présente 3 sorties, dans l'ordre des colonnes soit Commande, Vitesse de rotation et courant.

Pour chaque scope de votre schéma,

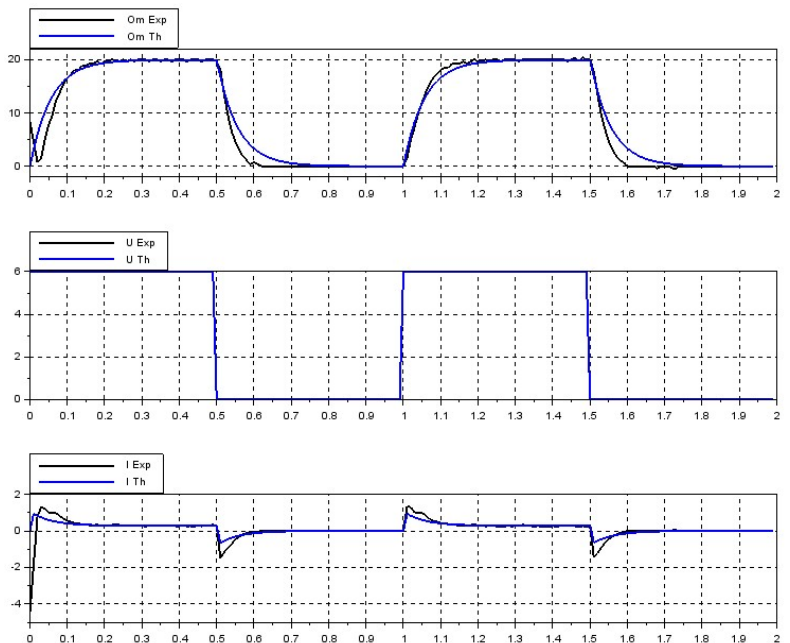
- ☒ Mettre 2 courbes par scope.
- ☒ Leurs donner un nom pour différencier l'expérimental du théorique et relier les entrées au mieux.



Vous devriez obtenir ces courbes :

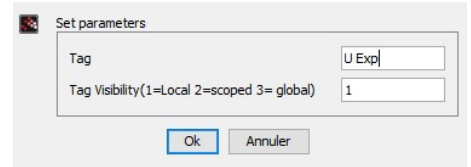
Le système réel semble plus rapide que le système simulé. Les données dites 'constructeur' sont peut-être légèrement inexactes (c'est-à-dire les données annoncées par le constructeur de la MCC).

Dans la dernière partie, nous verrons comment les déterminer expérimentalement.

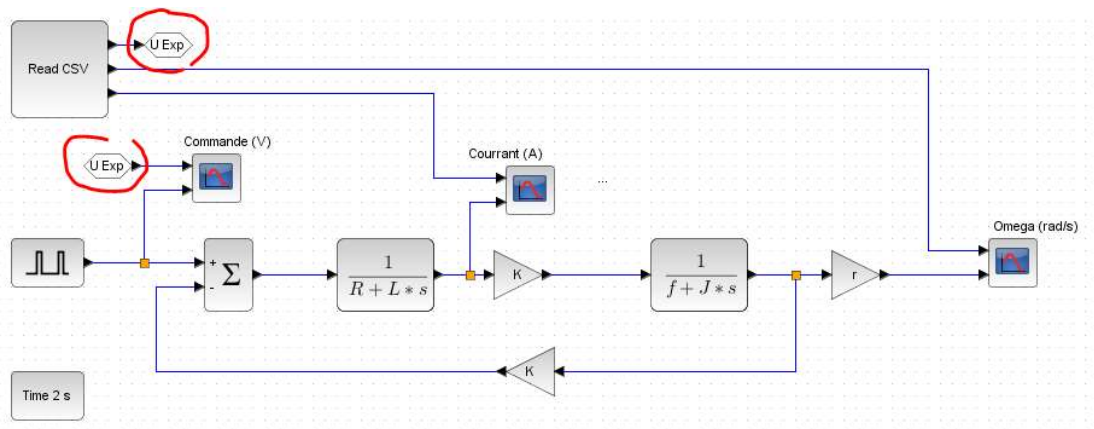


AMÉLIORATION DU VISUEL SCILAB

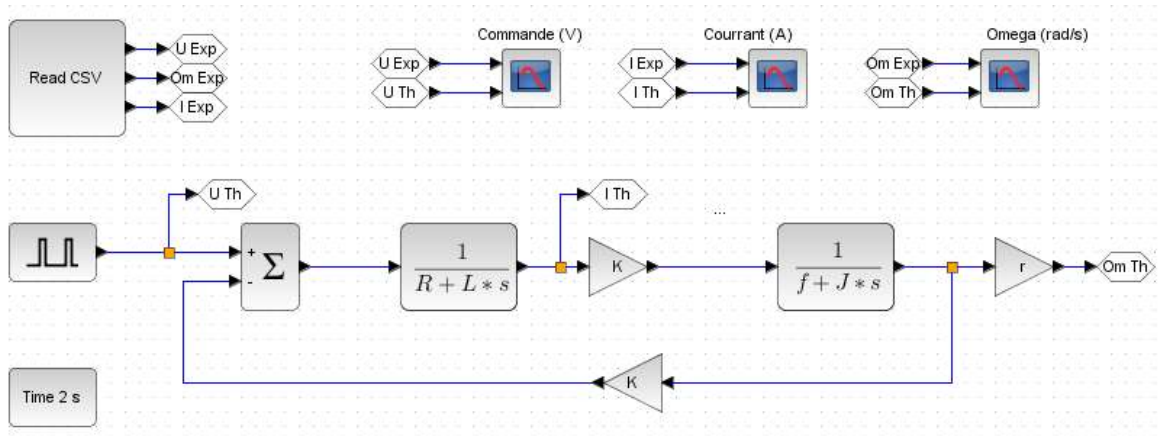
Mon schéma Scilab est bien mais il peut vite devenir confus si j'augmente le nombre de liens bleus. Pour supprimer les liens, nous allons utiliser des blocs GOTO et FROM. Ils sont dans « Visuels ».



- ❑ Insérer un bloc GOTO.
- ❑ Ouvrez-le et mettez « U Exp » dans le Tag.
- ❑ Insérer un bloc FROM et y mettre le même Tag.
  
- ❑ Il est alors possible de supprimer le lien entre le CSV et le scope de commande.
- ❑ Relier le CSV au GOTO (j'augmente la hauteur du CSV pour qu'il n'y ait pas de chevauchement) et le SCOPE au FROM.



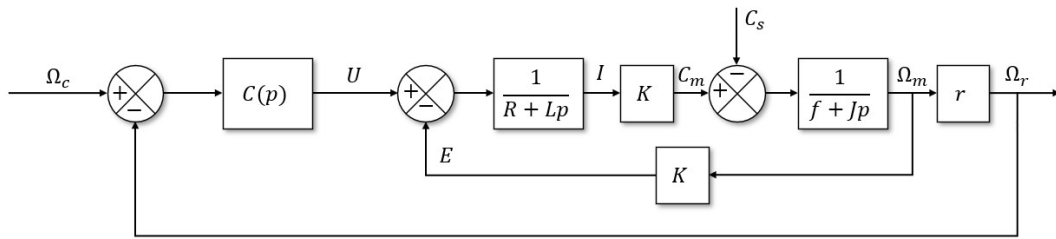
On peut mettre autant de bloc que l'on veut .... Par exemple



**A vous de travailler un peu plus en autonomie.**  
**En vous inspirant de ce qui vient d'être présenté, vous allez étudier l'asservissement en vitesse.**  
**Penser à enregistrer les différents modèles Scilab sous des noms différents.**

ESSAI EN BF (BASSE FRÉQUENCE)

On réalise un asservissement de vitesse à l'aide du capteur incrémental placé sur l'arbre moteur.  
 Le schéma bloc peut se mettre sous la forme :



On suppose  $C_s = 0$

EXPÉRIENCE

On réalise l'expérience avec une entrée en échelon :

- Vitesse de consigne  $\Omega_c = 10 \text{ rad.s}^{-1}$
- Fréquence **1Hz**
- Rapport cyclique : **50%**



On traite le problème sans correction soit  $C(p) = 1$ .

La durée de l'essai est **2s**.

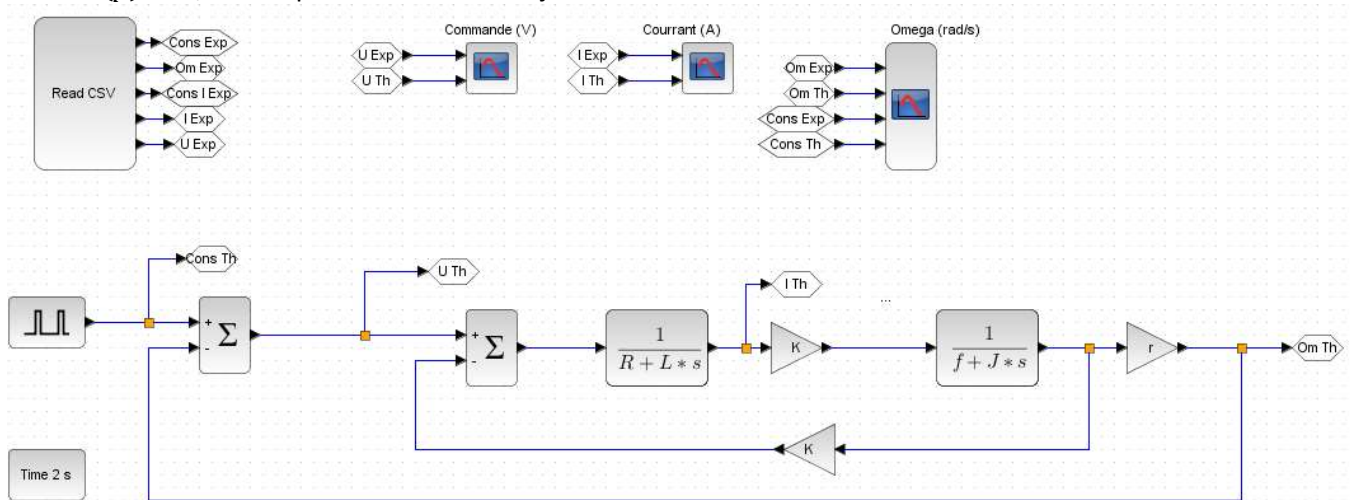
Les résultats sont enregistrés sous : **TestVitesse10.csv**.

**Q4. Ouvrir** le fichier CSV pour contrôler l'ordre et la nature des différentes colonnes enregistrées.

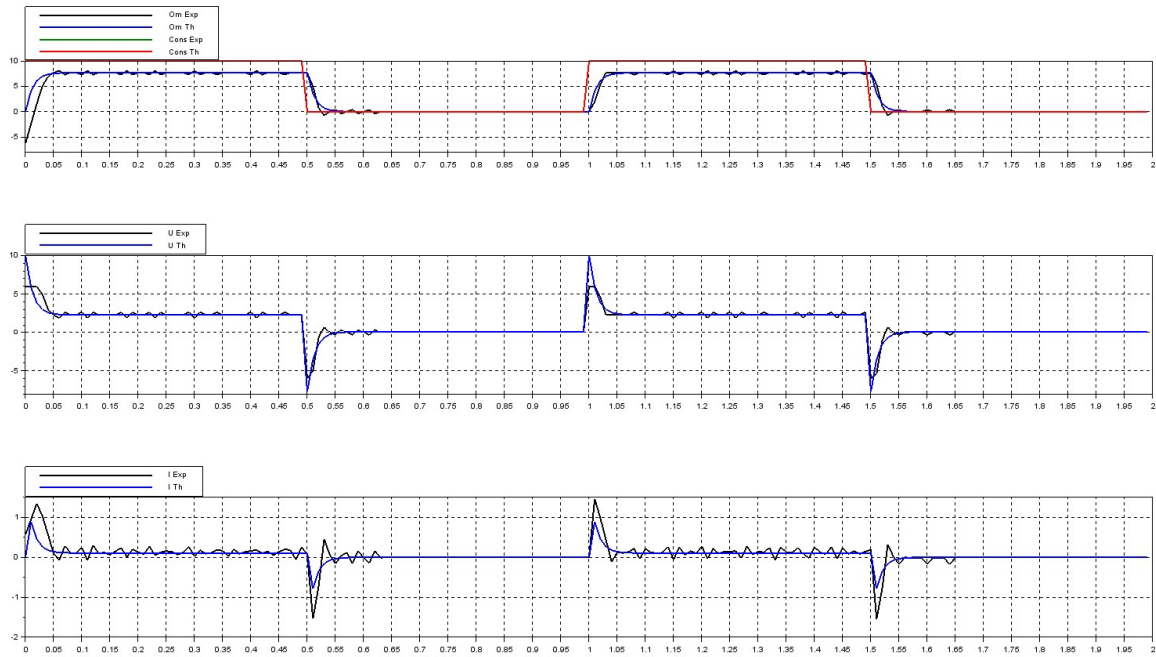
SCILAB

- Enregistrer votre schéma sous un autre nom.
- Ajouter à votre schéma la boucle de vitesse.
- Modifier tout ce qui est nécessaire pour pouvoir comparer les résultats expérimentaux et théoriques.
- Lancer la simulation.

Comme  $C(p) = 1$ , il n'est pas nécessaire de l'ajouter.

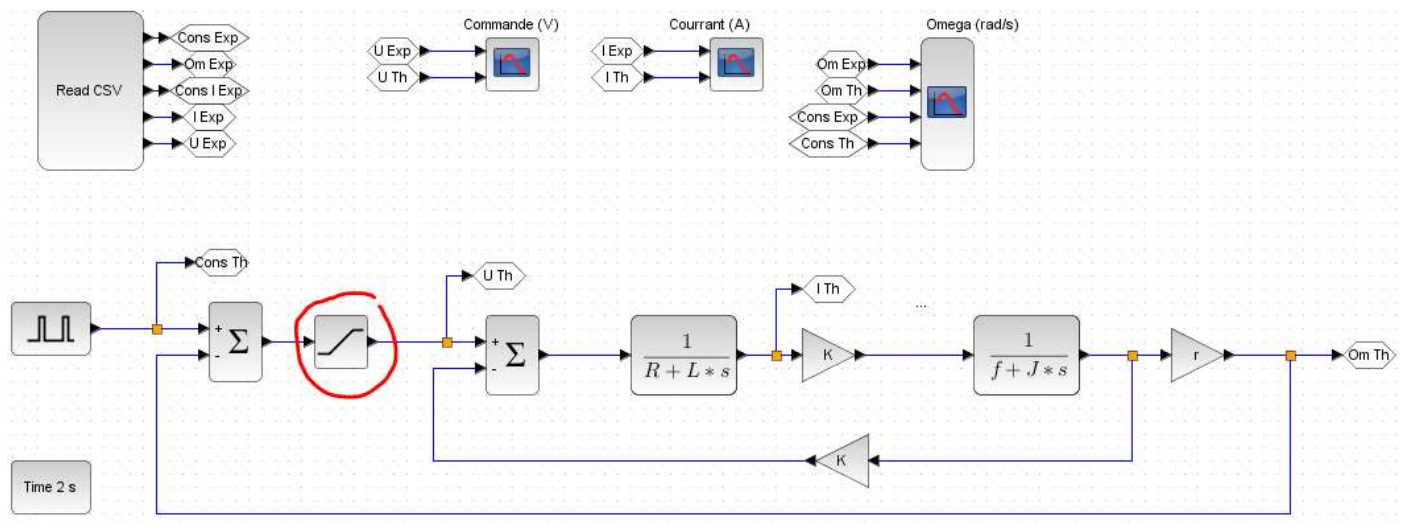


Vous devriez obtenir les courbes suivantes :



Il faut toujours vérifier que les consignes expérimentales et théoriques sont identiques, sinon on ne fait pas le même essai donc rien n'est comparable !!  
 Sur votre simulation il y a un décalage temporel au premier démarrage. Nous allons donc regarder les autres créneaux.

- Zoomer, à l'aide de la souris sur le début de la courbe de tension. Que remarquez-vous ? Regarder les autres pics de tension.
- Pour tenir compte de cette donnée, nous allons ajouter une **non-linéarité** dans notre schéma. Insérer un bloc SATURATION à la sortie du correcteur. Fixer la saturation à 6V.



Refaire la simulation... conclure.