

DOSSIER RESSOURCE



PRISE EN MAIN DU ROBOT JOCKEY DANS LE LABORATOIRE 2
 ESSAI EN BOUCLE FERMEE 3
 MODELE MECANIQUE 2 AXES..... 6
 LA SIMULATION AVEC MATLAB-SIMULINK 7
 TRACE DE COURBES AVEC PYTHON 12
 UTILISATION DE MECA3D 13

Conventions dans ce document

-  Indique une action à faire avec la souris ;
-  Indique qu'une entrée au clavier est attendue ;
-  Indique qu'une action doit être exécutée sur le système.

DOSSIER RESSOURCE

PRISE EN MAIN DU ROBOT JOCKEY DANS LE LABORATOIRE

En cas de dysfonctionnement, appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence (4) et relancer une initialisation du robot jockey.

Mise sous tension :

- Mettre sous tension le pupitre de commande en utilisant l'interrupteur à l'arrière ;
- Déverrouiller l'arrêt d'urgence (4) ;
- Attendre que les 3 voyants (1) (2) et (3) soient allumés ;
- Ouvrir une session sur l'ordinateur relié au robot ;



Procédure d'initialisation (à refaire en cas de mise en défaut):

- ☞ Lancer le logiciel de pilotage du robot présent sur le bureau de l'ordinateur ;

- ☞ Placer l'interrupteur « Connection robot » sur 1 ;
- ☞ Lancer l'initialisation en cliquant sur le bouton « Initialisation robot » (voir ci-dessus) ;
- ☞ Enlever la baguette et suivre les indications.

Lorsque l'axe est mis en position initiale, vous pouvez passer à des acquisitions.

DOSSIER RESSOURCE

ESSAI EN BOUCLE FERMEE

Réalisation de l'essai

✚ Procéder à l'initialisation du robot jockey ;

✚ Ouvrir le menu de lancement des acquisitions en cliquant sur  ;

✚ Programmer le mouvement suivant pour l'axe de la baguette en cliquant sur  ;
le mot de passe demandé est « JOCKEY ».

SOLLICITATION AXE			Echelon de position ou Consigne BO ou Vitesse	Paramètres ACQUISITION		
N°	Axe	Type		Axe	T (ms)	Nb
1 <input checked="" type="checkbox"/>	BAGUETTE	POSITION	1000 pts (+/- 2E31)	BAGUETTE	2.6	200

Nota : Le processus est identique pour l'axe « baguette ».

✚ Lancer l'acquisition en cliquant sur  ;

✚ Pour régler le correcteur PID, cliquer sur  ;

Nota : une première acquisition est donc obligatoire avant de pouvoir accéder aux réglages du correcteur.

✚ Choisir le type de correcteur et régler les différents gains aux valeurs souhaitées.

Asservissement	Vitesse	Blocage Moteur	Gestion Butées																				
Options																							
Encodeur résolution																							
4i/tr	<input type="checkbox"/>		2i/tr																				
Sens Moteur																							
1	<input type="checkbox"/>		-1																				
"Antireset windup"																							
0	<input type="checkbox"/>		1																				
Asservissement																							
T (période) : 1000 x 1.6 μs																							
Type de Correcteur : R(p) = K x (1 + (Kii / p) + (Kdd x p))																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>K</th> <th>Kii</th> <th>Kdd*</th> <th>Tolérance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>POSITION :</td> <td>500</td> <td>42.5</td> <td>8.00</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>VITESSE :</td> <td>80</td> <td>156.2</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COURANT :</td> <td>100</td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>					K	Kii	Kdd*	Tolérance	POSITION :	500	42.5	8.00	20	VITESSE :	80	156.2	0.00		COURANT :	100	0.0	0.00	0
	K	Kii	Kdd*	Tolérance																			
POSITION :	500	42.5	8.00	20																			
VITESSE :	80	156.2	0.00																				
COURANT :	100	0.0	0.00	0																			
K = Kp, Kii = 1/Ti, Kdd = Td, Kdd* = Kdd x 1000																							

✚ Valider les paramètres en cliquant sur  ;

✚ Relancer une acquisition pour tester le nouveau correcteur.

DOSSIER RESSOURCE**Sauvegarde des résultats**

Deux choix possibles :

Sauvegarde des mesures dans un fichier de données

Les valeurs mesurées peuvent être enregistrées dans un fichier de format « csv », qu'un tableur peut relire.

Il suffit de cliquer sur « Sauver » dans la fenêtre des résultats de l'acquisition et d'enregistrer la mesure dans un fichier au format texte **.kmtacq**. Le logiciel crée alors un fichier **.txt** que vous pouvez lire avec le bloc-notes et dans lequel sont enregistrées les valeurs des grandeurs.

Dans ce fichier, toutes les grandeurs sont numériques en points (cf. paragraphe suivant).

Sauvegarde de l'écran

L'écran sélectionné peut être copié sous forme d'image dans le presse-papier de MS Windows :

 Alt + Impr. écran

L'action « coller » permet de récupérer cette image sous traitements de texte ou logiciels d'édition d'images.

DOSSIER RESSOURCE

Conversion des unités dans le logiciel

Les copies d'écran ci-dessous (accessibles sur le logiciel Jockey par le menu « Paramètres Données Utilisateur ») permettent de retrouver les conversions utilisées pour les axes « baguette » et « poignet ».

PARAMETRES UNITES UTILISATEUR AXE 0 : BAGUETTE

CODEUR
 Lignes par tour : 64 N
 Résolution : 2 i / tour
 Réduction axe : 25.00 : 1
 Points par tour : 3200.00

POSITION
 Nom : Degrés
 Unité : °
 Précision : 1 décimales
 Gain : 360.0 u / tour
 1 point = 0.1 °

VITESSE

$$V(\text{tour/sec.}) = V_{uc} / (Kv \times N)$$
 avec $Kv = 6.710784$
 et $N = 3200$ points par tour.
 Nom : Rotations par Mn
 Unité : rpm
 Précision : 1 décimales
 Gain pos. : 1.0 u / tour
 Gain temps : 60.0 sec / u
 1 000 uc = 2.8 rpm

Activer l'affichage en unités utilisateur sur les écrans de l'interface KpreMotor à l'aide des boîtes à cocher.

COURANT (A)

$$I(A) = I_{max} \times (I_{uc} / R_{uc})$$
 avec $I_{max} = 6$ A
 et R_{uc} (résolution uc) = 1024 uc.
 1 000 uc = 5.9 A

COMMANDE PWM (%)

$$U(\%) = (U_{uc} / R_{uc}) \times 100$$
 avec R_{uc} (résolution uc) = 2048 uc.
 1 000 uc = 48.8 %

COMMANDE PWM (V)

$$U(\text{Volts}) = (U_{uc} / R_{uc}) \times V_{max}$$
 Décimales affichées : 2
 V max : 10.50 Volts
 1 000 uc = 5.13 V

Paramètres de l'axe « baguette »

PARAMETRES UNITES UTILISATEUR AXE 1 : POIGNET

CODEUR
 Lignes par tour : 64 N
 Résolution : 4 i / tour
 Réduction axe : 14.00 : 1
 Points par tour : 3584.00

POSITION
 Nom : Degrés
 Unité : °
 Précision : 1 décimales
 Gain : 360.0 u / tour
 1 point = 0.1 °

VITESSE

$$V(\text{tour/sec.}) = V_{uc} / (Kv \times N)$$
 avec $Kv = 6.710784$
 et $N = 3584$ points par tour.
 Nom : Rotations par Mn
 Unité : rpm
 Précision : 1 décimales
 Gain pos. : 1.0 u / tour
 Gain temps : 60.0 sec / u
 1 000 uc = 2.5 rpm

Activer l'affichage en unités utilisateur sur les écrans de l'interface KpreMotor à l'aide des boîtes à cocher.

COURANT (A)

$$I(A) = I_{max} \times (I_{uc} / R_{uc})$$
 avec $I_{max} = 6$ A
 et R_{uc} (résolution uc) = 1024 uc.
 1 000 uc = 5.9 A

COMMANDE PWM (%)

$$U(\%) = (U_{uc} / R_{uc}) \times 100$$
 avec R_{uc} (résolution uc) = 2048 uc.
 1 000 uc = 48.8 %

COMMANDE PWM (V)

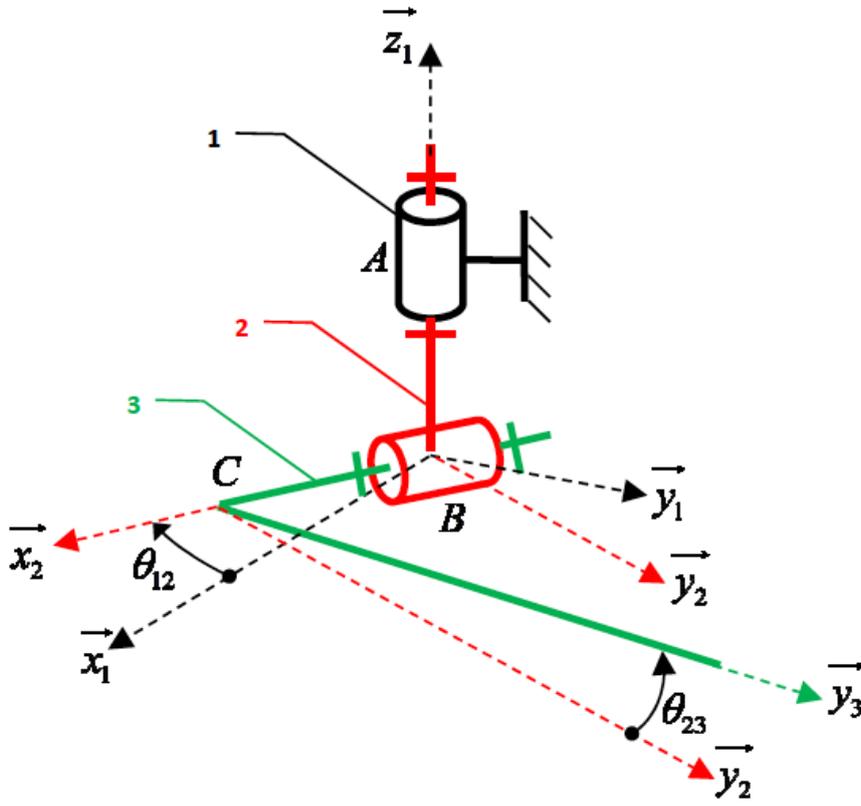
$$U(\text{Volts}) = (U_{uc} / R_{uc}) \times V_{max}$$
 Décimales affichées : 2
 V max : 10.50 Volts
 1 000 uc = 5.13 V

Paramètres de l'axe « poignet »

DOSSIER RESSOURCE

MODELE MECANIQUE 2 AXES

Le modèle mécanique 2 axes du robot jockey est représenté sur le schéma cinématique suivant :



Matrice d'inertie de l'ensemble baguette 3 :

$$I(B, 3) = \begin{bmatrix} A & -F & 0 \\ -F & B & 0 \\ 0 & 0 & C \end{bmatrix}_{B3}$$

La masse de 3 sera notée m_3 .

Vecteurs positions:

$\overline{BC} = c \cdot \vec{x}_2$
 $\overline{BG_3} = d \cdot \vec{x}_2$
 $\overline{BG_1} = a \cdot \vec{z}_1$

Les valeurs numériques sont à déterminer sur les maquettes numériques fournies.

DOSSIER RESSOURCE

LA SIMULATION AVEC MATLAB-SIMULINK

Lancement de Simulink :

1. Lancer le logiciel MATLAB-SIMULINK en double-cliquant sur l'icône MATLAB du bureau.
2. Une fois que MATLAB est ouvert, cliquer sur l'icône « Simulink Library » dans la barre de navigation.

**Création d'un modèle sous la forme de schéma-bloc :**

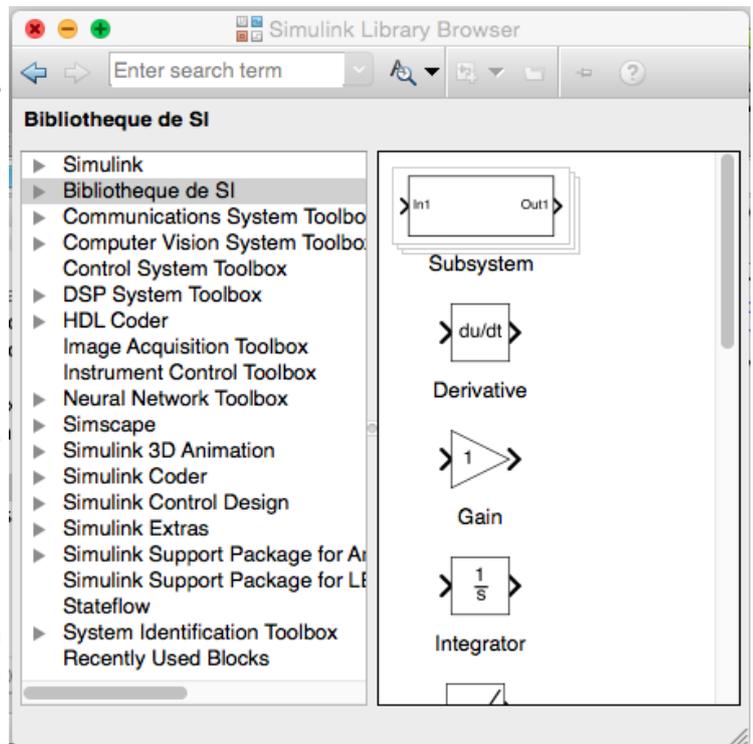
3. Dans la fenêtre « Simulink Library Browser », créer un nouveau modèle en cliquant sur « New Model ».

Pour vos modèles, vous utiliserez une bibliothèque de blocs prédéfinie appelée « Bibliothèque de SI » disponible dans la fenêtre « Simulink Library Browser ».

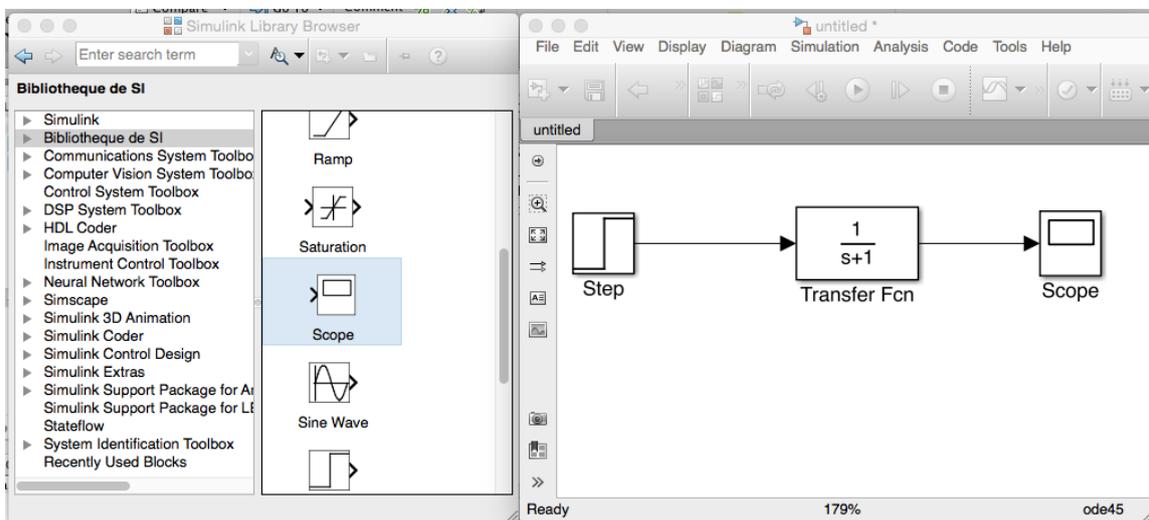
Cette bibliothèque contient les blocs les plus courants que vous allez rencontrer dans les systèmes.

4. **Glisser-déplacer** dans la fenêtre du modèle les blocs que souhaitez utiliser pour votre modèle.

5. **Placer les blocs** dans la fenêtre du modèle et **relier les** directement en cliquant sur la sortie d'un bloc puis l'entrée du second bloc à relier.



6. **Affecter les bonnes valeurs numériques** en double-cliquant dans chacun des blocs et en modifiant les paramètres.



DOSSIER RESSOURCEPlusieurs remarques :

- le bloc Transfert **Fcn** permet définir une fonction de transfert sous la forme d'une fraction rationnelle ;
- le bloc Scope permet de définir une sortie et de l'afficher dans un graphe ;
- le paramètre de Laplace est noté s au lieu de p .

Configurer et lancer une simulation :

Si votre schéma-bloc est bien construit, les entrées, les sorties et tout les blocs étant définis, vous pouvez passer à la simulation de votre qui calculera numériquement toutes les valeurs à afficher dans les Scopes.

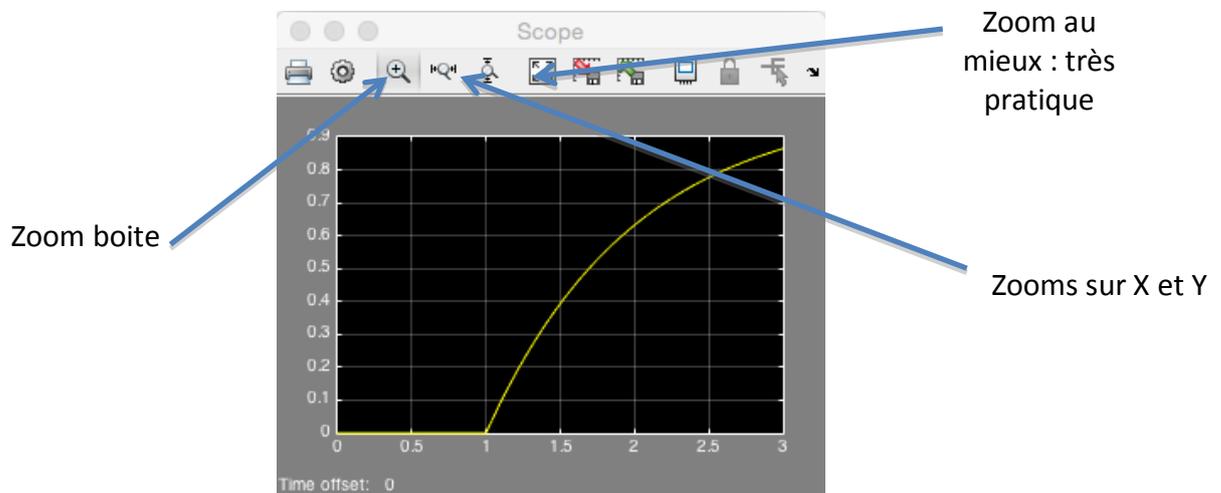
7. **Ouvrir la configuration** de la simulation temporelle en allant dans la barre transversale du modèle et en ouvrant le Menu « Simulation » puis « Model Configuration Parameters ».

8. **Modifier la durée** de la simulation dans la fenêtre « Simulation Time ».

9. Pour **modifier le pas de calcul**, choisir l'option « Fixed-Step » de la fenêtre « Solver options » puis indiquer le pas de calcul dans le champ « Fixed-Step Size (fundamental sample time). Valider par OK.

10. **Lancer** la simulation en cliquant sur l'icône « Run » de la barre transversale du modèle.

11. **Double-cliquer** dans le scope dont vous voulez visualiser le graphe.

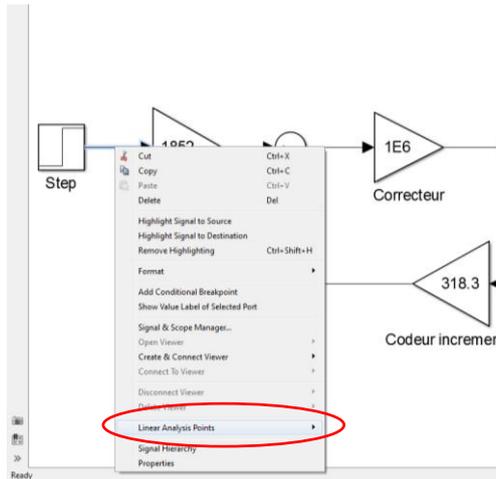


DOSSIER RESSOURCE

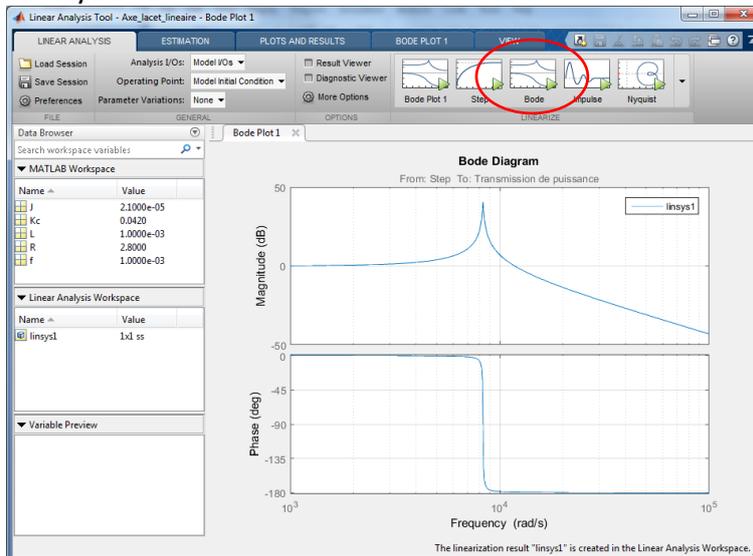
Configurer et lancer une simulation fréquentielle :

Le schéma bloc terminé, vous pouvez demander le tracé de diagrammes de Bode de la fonction de transfert entre deux variables.

1. Par un **clic droit** sur la flèche du schéma bloc relative à la variable de sortie, placer un point « Open-loop Input » (accessible par l'option "Linear Analysis Points").

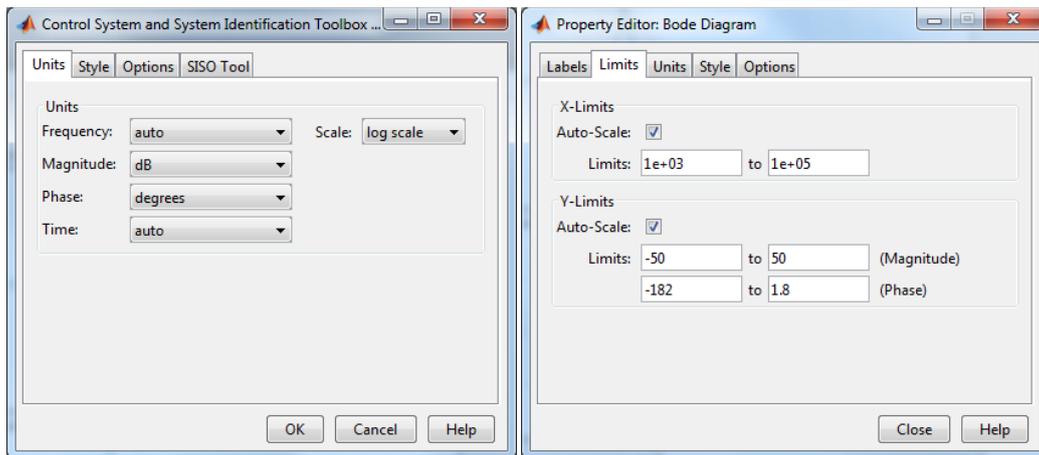


2. Par un **clic droit** sur la flèche du schéma bloc relative à la variable d'entrée, placer un point « Open-loop Output » (accessible par l'option "Linear Analysis Points").
3. Demander le diagramme de Bode par l'intermédiaire du menu « Analysis/Control design/Linear analysis ».



4. Choisir dans les options disponibles l'option Bode.
5. Le tracé peut être ajusté (échelles, valeurs limites, etc.) à l'aide du menu "Properties" (accessible par un clic droit sur la fenêtre Graphique) et dans l'onglet "BODE PLOT 1" (grille, légende, propriétés, etc.).

DOSSIER RESSOURCE



6. Le tracé peut être sauvegardé en tant qu'image (« Print to figure »).

DOSSIER RESSOURCE**Récupérer les valeurs dans un fichier :**

12. **Rajouter le bloc « To Workspace »** dans votre schéma et relier la sortie du système à l'entrée de ce bloc.
13. **Paramétrer** le bloc « To Workspace » en choisissant « Structure with time » dans le champ « Save format ».
14. **Relancer** la simulation en cliquant sur « Run ».
15. **Basculer** sur la fenêtre MATLAB et **double-cliquer** sur la variable « simout » de la fenêtre « Workspace ».
Cette variable contient 2 variables : « time » et « signals ».
16. **Copier les deux colonnes** de valeurs des variables « simout.time » et « simout.signals.values » dans un fichier texte.
17. **Sauvegarder le fichier texte.**

Configurer et lancer une simulation fréquentielle :

Le schéma bloc terminé, vous pouvez demander le tracé de diagrammes de Bode de la fonction de transfert entre deux variables.

7. Par un **clik droit** sur la flèche du schéma bloc relative à la variable de sortie, placer un point « Open-loop Input » (accessible par l'option "Linear Analysis Points").
8. Par un **clik droit** sur la flèche du schéma bloc relative à la variable d'entrée, placer un point « Open-loop Output » (accessible par l'option "Linear Analysis Points").
9. Demander le diagramme de Bode par l'intermédiaire du menu « Analysis/Control design/Linear analysis ».
10. Choisir dans les options disponibles l'option Bode.
11. Le tracé peut être ajusté (échelles, valeurs limites, etc.) à l'aide du menu "Properties" (accessible par un clic droit sur la fenêtre graphique) et dans l'onglet "BODE PLOT 1" (grille et légende).
12. Le tracé peut être sauvegardé en tant qu'image (« Print to figure »).

DOSSIER RESSOURCE

TRACE DE COURBES AVEC PYTHON

Le module **pyplot** de la bibliothèque **matplotlib** permet de tracer rapidement des courbes. Le principe est de placer les valeurs des abscisses et des ordonnées dans 2 listes de même longueur.

Le fichier « *ecart_reel_simule_temporelle.py* », à compléter, permet de superposer deux tracés dans une même figure.

Les deux premières lignes permettent l'importation des deux bibliothèques **numpy** et **matplotlib** :

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

Il faut créer la liste commune des abscisses et les listes des données des grandeurs que l'on souhaite placer en ordonnée :

```
t = np.array([])         # liste des valeurs du temps en secondes
y1 = np.array([])       # liste des valeurs de y1
y2 = np.array([])       # liste des valeurs de y2
```

Pour **superposer les tracés** des données points par points, on utilise les commandes suivantes :

```
plt.plot(t, y1, 'g-')    # tracé de la courbe y1 en vert
plt.plot(t, y2, 'r-')    # tracé de la courbe y2 en rouge
plt.show()               # montre la figure des tracés
```

On peut légender le graphe à l'aide des commandes suivantes :

```
plt.title('Titre du graphique') # titre du graphique
plt.xlabel('en abscisse')        # titre de l'axe des abscisses
plt.ylabel('en ordonnée')       # titre de l'axe des ordonnées
plt.grid(True)                  # mise en place d'une grille
```

Si l'on souhaite créer **plusieurs figures** de tracé, on peut utiliser les commandes suivantes :

```
fig1 = plt.figure()          # création d'une figure de tracé
fig11 = fig1.add_subplot(1,2,1) # permet de créer une 1ère zone de tracé dans
                                # un graphe
fig11.plot(x, y1)
fig12 = fig1.add_subplot(1, 2, 2) # on créé une seconde zone
fig12.plot(x, y2)
plt.show()
```

DOSSIER RESSOURCE

UTILISATION DE MECA3D

Sommaire :

- 1. Ajouter une liaison
- 2. Analyse mécanique
 - a. Graphe de structure
 - b. Calcul mécanique
- 3. Résultats du modèle
 - a. Simulation
 - b. Courbes

Présentation :

MECA3D est un logiciel de simulation mécanique à partir d'une maquette numérique au format SOLIDWORKS. Il permet de modéliser un mécanisme de solides et réaliser des études :

- cinématiques : déterminer des lois entrées sorties ;
- statiques : déterminer des efforts à l'équilibre ;
- dynamique : déterminer les efforts en fonction des mouvements imposés.

INTRODUCTION : MECA3D dans SOLIDWORKS

Lancer Solidworks.

Ouvrir votre maquette numérique.

Fichier > Ouvrir > Doshydro.sdlsm (assemblage de la pompe DOSHYDRO)

A gauche dans l'arbre de construction, vous voyez apparaître l'onglet MECA3D.

Si ce n'est pas le cas :

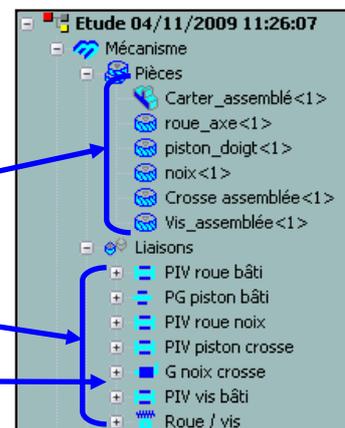
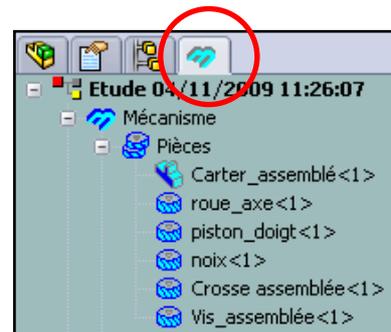
Option > Compléments > Cocher la case MECA3D V8.0

Vous pouvez déjà vérifier si vous avez toutes les pièces du mécanisme.

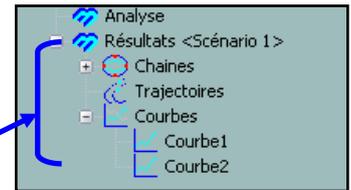
Il manque des liaisons à modéliser afin de pouvoir simuler le fonctionnement du mécanisme.

Dans l'arbre de construction de gauche, vous visualisez l'étude mécanique en cours avec :

- les **solides** constituant le mécanisme ;
- les **liaisons** entre les solides ou groupe de solides ;
- la fonction « **Analyse** » ;



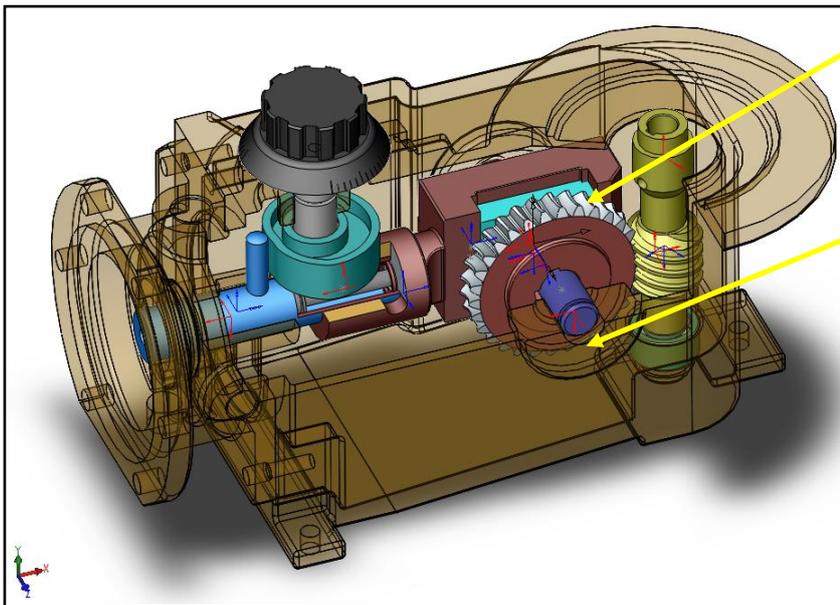
DOSSIER RESSOURCE



- les **résultats** (simulation et courbes des études menées) ;

1. AJOUTER UNE LIAISON

Ajoutons la **liaison pivot d'axe porté par z** entre la roue et le bâti de la pompe.



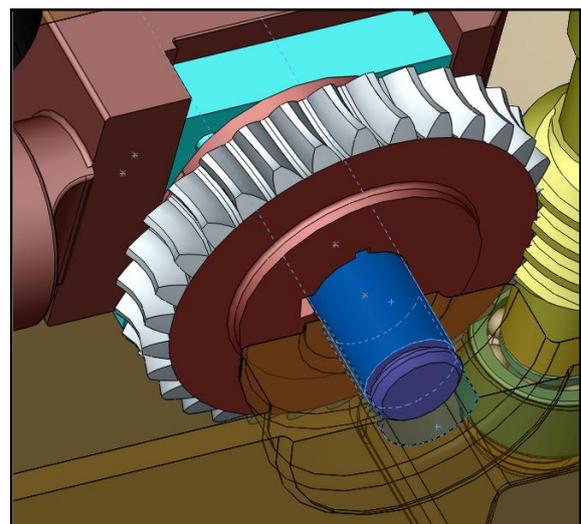
Roue dentée liée à l'axe :
roue_axe

Bâti de la pompe :
Carter_assemblé

Cette liaison pivot peut-être définie par la coaxialité de deux cylindres d'axe porté par z.

Pour ajouter cette liaison :

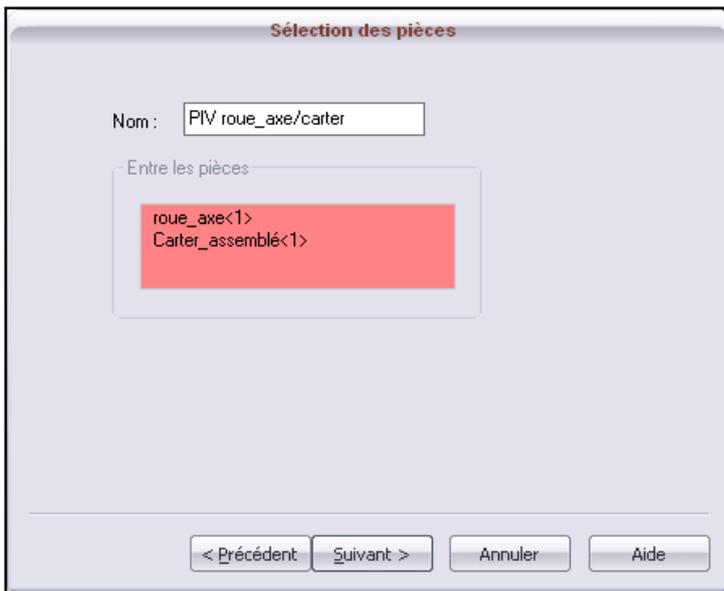
Clic droit sur Liaisons > Ajouter



Choisir une liaison pivot.

Cliquer sur suivant.

DOSSIER RESSOURCE

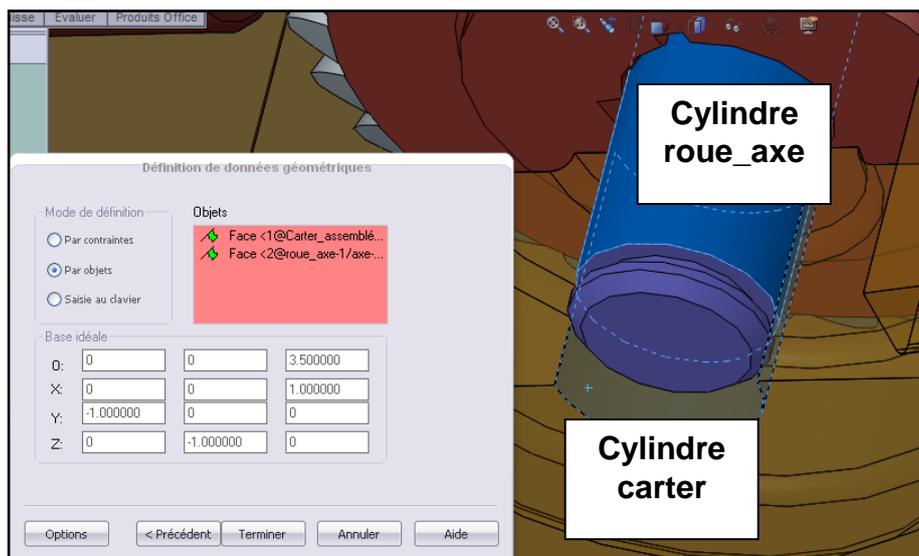


Nommer la liaison en indiquant le type de liaison ainsi que les deux pièces en contact.

Définir les deux pièces en contact **roue_axe** et **Carter_assemblé** en :

- Cliquant sur les deux pièces dans la maquette ;
- Ou en cliquant sur les deux pièces dans l'arbre de construction de l'étude à gauche ;

Cliquer sur suivant.



Sélectionner « Par objets ».

Ici les deux objets seront les deux cylindres coaxiaux de l'axe et du carter.

Sélectionner le premier cylindre puis avec CTRL enfoncée, sélectionner l'autre cylindre. Les deux objets apparaissent et deux drapeaux verts s'affichent à gauche si la liaison est bien définie.

Cliquer sur Terminer puis Annuler.

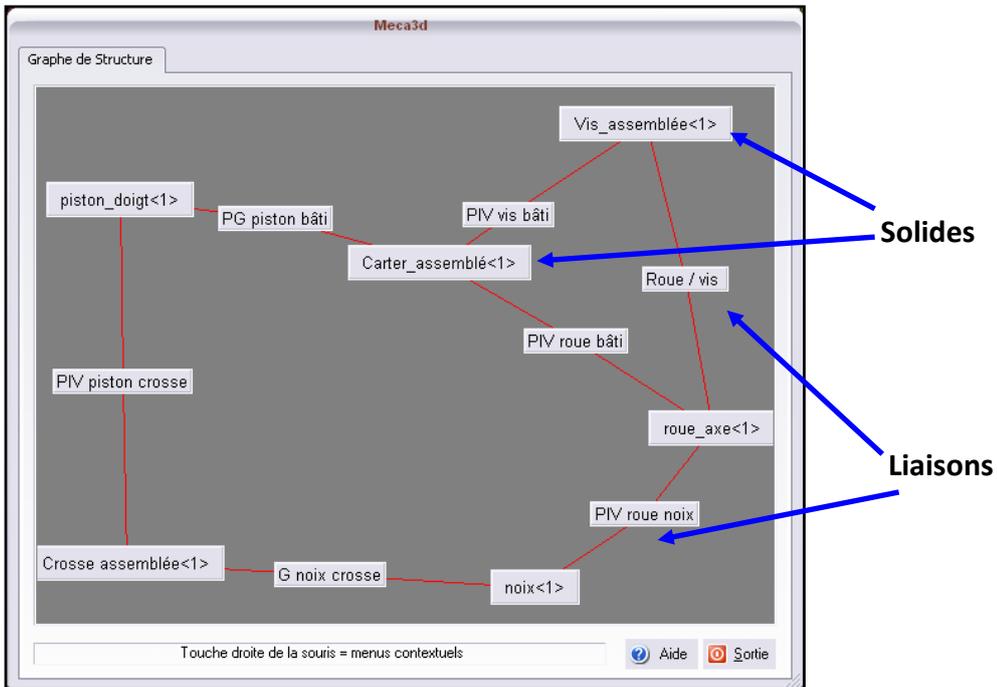
La nouvelle liaison apparaît dans l'arbre de construction de gauche.

DOSSIER RESSOURCE

2. ANALYSE MECANIQUE

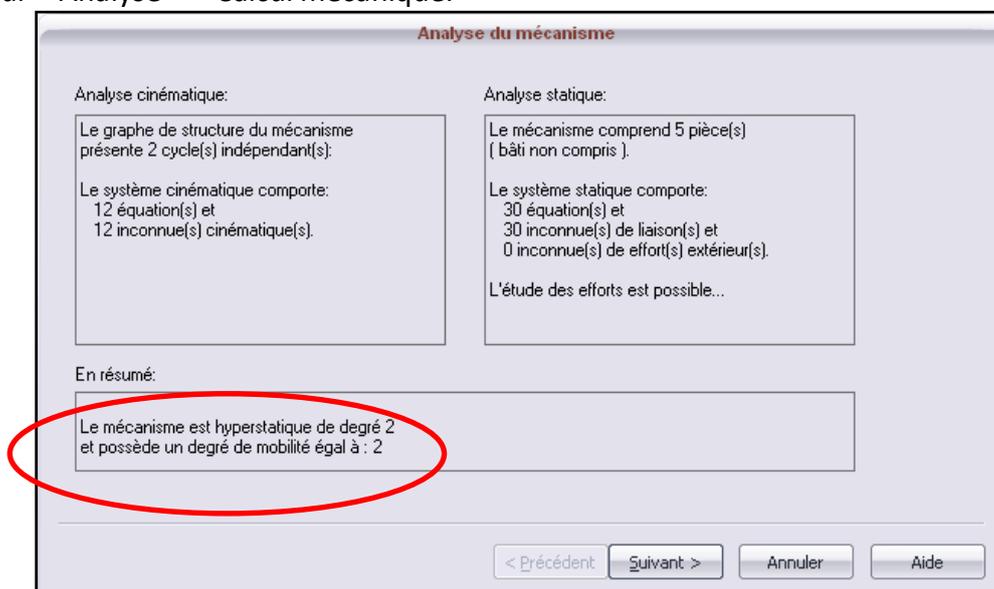
a. Graphe de structure

Pour obtenir le graphe de liaison du mécanisme, il suffit d'effectuer un clic droit sur « Analyse » puis « Graphe de structure ».

b. Calcul mécanique

Pour lancer le calcul :

Clic droit sur « Analyse » > Calcul mécanique.



DOSSIER RESSOURCE

MECA3D vous donne le degré d'hyperstaticité et le degré de mobilité du mécanisme.

Cliquer sur suivant.

Dans l'écran suivant, vous devez définir les liaisons pilotées pour mettre en mouvement le mécanisme et obtenir les lois entrée-sortie. MECA3D appelle cela un scénario.



Ici le degré de mobilité cinématique étant de 2, il faut piloter 2 liaisons pour définir la position de tous les solides à chaque instant.

Vous devez définir :

- le **degré de liberté** piloté « Composante » (Rotation ou translation) ;
- le **type de mouvement** (Uniforme, Position variable ou vitesse variable) ;
- la **vitesse** du mouvement considéré en **tr/min ou m/s** ;
- le **type d'étude** (cinématique, statique, dynamique) ;
- le **nombre de positions** à calculer (100 c'est bien) ;
- la **durée du mouvement** total en seconde ;

Cliquer ensuite sur calcul.

Lorsque le calcul est achevé, cliquer sur Fin.

DOSSIER RESSOURCE

3. RESULTATS DU MODELE

a. Simulation

Pour lancer la simulation :

Clic droit sur « Résultats » > Simulation

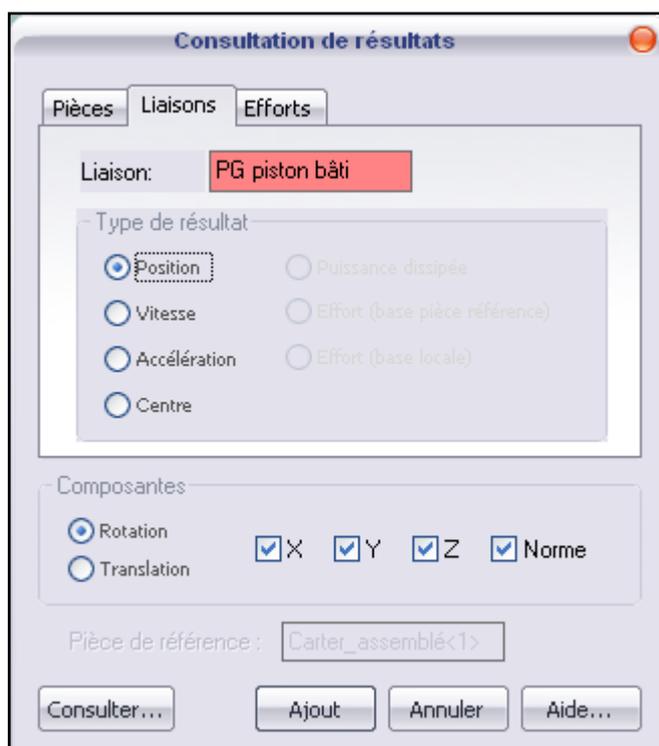


Pour simuler le fonctionnement cliquer sur Play, le mécanisme s'anime.

b. Courbes

Pour ajouter une courbe :

Clic droit sur « Courbes » > Ajouter > Simple



Cliquer sur l'onglet « Liaisons »

Choisir la liaison en cliquant sur la liaison dans l'arbre de construction de gauche.

Choisir de visualiser :

- la **position**
- ou la **vitesse**
- la **composante** en rotation ou en translation

Cliquer sur Ajout.

Pour visualiser la courbe :

Clic droit sur Courbe 1 > Afficher