

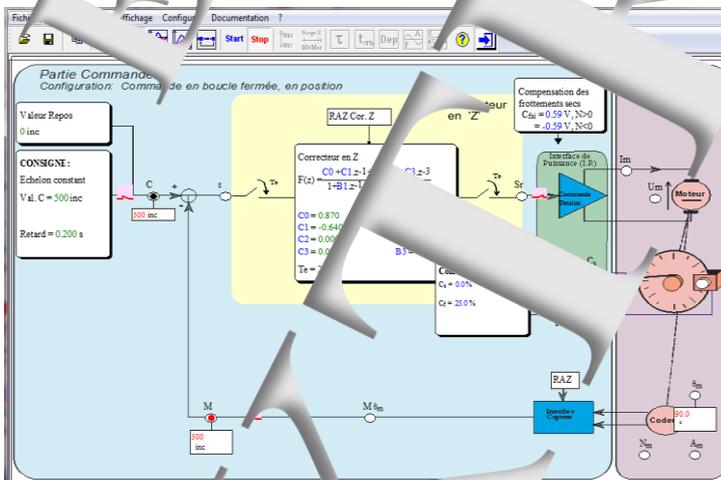
# Asservissement Vitesse Position

- Sur le système Synum3 - ERD100
- Dans le domaine numérique (échantillonnage et)

Niveau :	CITE 2011
Licence Ingénieurs	6
Master ou équivalent	7



Partie opérative  
Réf : ERD 100 000



- Logiciels sur PC  
D\_Syn3 (Réf : ERD 100 100)
- En Option  
D\_Scil (Réf : ERD 100 800)  
Scilab Xcos compilateur

## Sujets

EXTRAITS  
EXTRAITS  
EXTRAITS

**SOMMAIRE:**

Référence	Thème	Page
	<i>Dans le domaine numérique (échantillonné ou discret)</i>	
TP1N-BON	Identification de la Fonction Ouverte dans le Domaine Numérique	5
TP2N-RVPN	Régulation de Vitesse avec correction Proportionnelle Numérique	13
TP3N-RVIN	Régulation de Vitesse avec correction Intégrale Numérique	19
TP4N-RVIZ	Régulation de Vitesse avec correction I. + Zéro numérique	25
TP5N-RPPN	Régulation de Position avec correction Proportionnelle Numérique	31
TP6N-RPZN	Régulation de Position avec correction par Zéro numérique	41
TP7N-PRN	Prototypage rapide avec « Scilab- »	53
	Annexes "ressources"	63



**Manuel technique**  
Notice technique

**Manuel des travaux pratiques**  
**Sujets et Comptes rendus**

↳ **Dans le domaine linéaire continu**

Niveau CITE 4-5 (STS; IUT; CPGE)

ERD 100 050 Manuel Sujets (12 sujets 78 pages)

ERD 100 040 Manuels Comptes rendus en 2 Tomes

ERD 100 041 Tome 1 Manuel Comptes rendus TP1 à TP6 (78 pages)

ERD 100 042 Tome 2 Manuel Comptes rendus TP7 à TP12 (74 pages)

↳ **Dans le domaine échantillonné (numérique discret)**

Niveau CITE 6-7 (Licence Ingénieur / Master)

ERD 100 070 Manuel Sujets (7 sujets 96 pages)

ERD 100 060 Manuel Comptes rendus (90 pages)

↳ **Dans le domaine non linéaire**

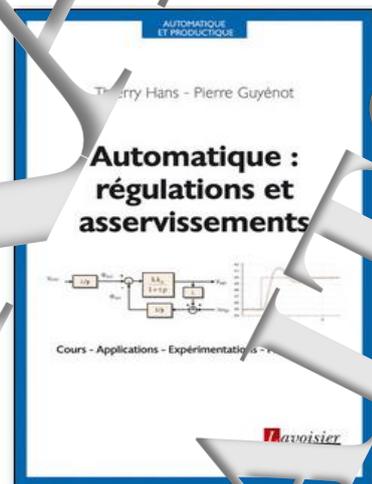
Niveau CITE 6-7 (Licence Ingénieur / Master)

ERD 100 090 Manuel Sujets (2 sujets 20 pages)

ERD 100 080 Manuel Comptes rendus (20 pages)

Ce manuel fait partie d'un ensemble de documents pédagogiques de références :

**Ouvrage ressource**  
**Automatique : régulations et asservissements :**  
**Cours - Applications - Expérimentations - Prototypages**  
**(Coll. Automatique et Productique)**  
Auteurs : HANS Thierry - Pierre Guyénot  
Langue : Français  
Date de parution : 06/2011  
Ouvrage 305 p. - 19,5x24 cm - Broché  
ISBN : 9782746210317



Type document:	<b>Sujet de travaux pratiques</b>
Thème :	<b>Régulation de position avec commande Proportionnelle dans le domaine Numérique (échantillon)</b>
Configuration système :	Manette "SYNUM3" + Logiciel D_Syn
Référence :	TP5N-RPPN
Nom de fichier:	SYNUM3_TP5N_RPPN_Sujet.doc

<i>Sommaire</i>	
<b>1. Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2. Hypothèses et notation</b>	<b>2</b>
<b>3. Prédéterminations</b>	<b>3</b>
<b>4. Expérimentations et simulations</b>	<b>3</b>
<b>4.1. Etude en régime statique</b>	<b>3</b>
<b>4.2. Etude en régime dynamique</b>	<b>5</b>
4.2.1. Réponse à une excitation en échelon constant	5
4.2.2. Réponse à une excitation en rampe	6
4.2.3. Réponse à une excitation sinusoïdale	6
<b>5. Annexes</b>	<b>7</b>

## BUT

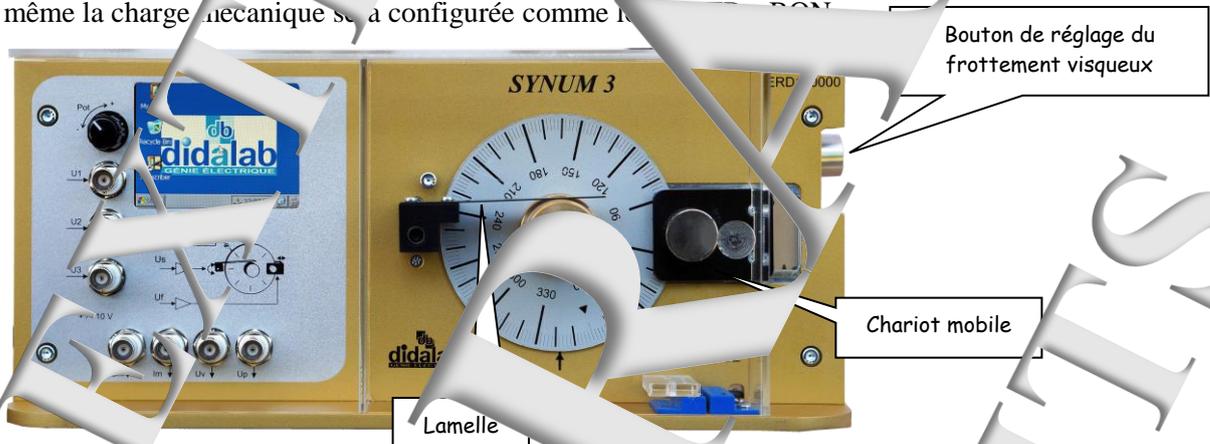
Il s'agit de mettre en œuvre le système SYNUM3 en mode "Boucle fermée", en Position, avec une correction de type "échantillonné" proportionnelle.

Ce TP permet également de vérifier expérimentalement un certain nombre de points concernant les asservissements linéaires échantillonnés :

- calcul de la fonction de transfert en boucle fermée dans le domaine échantillonné,
- influence d'un bouclage sur un système du deuxième ordre,
- précision et stabilité d'un système du deuxième ordre échantillonné en boucle fermée.

## HYPOTHESES ET NOTATION

- Au niveau de l'interface de programmation on choisira une commande du moteur en TENSION. On pourra donc se servir des résultats d'identification effectuée en tp "BON"
- De même la charge mécanique sera configurée comme la charge "BON"

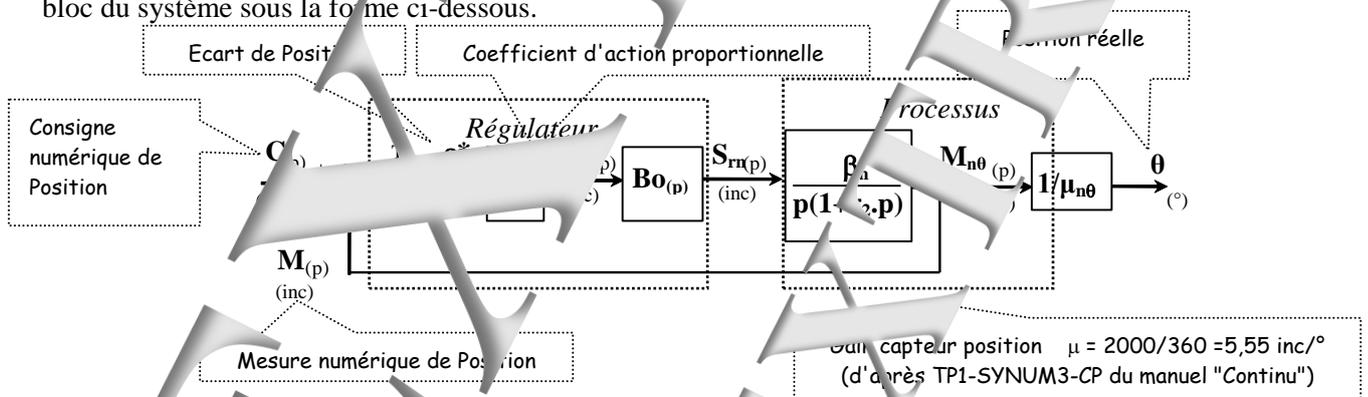


- Le correcteur choisi sera le correcteur en 'z' dont on donnera les coefficients après la fonction de transfert. Pour une correction proportionnelle, seul le coefficient  $C_0$  sera choisi différent de 0.

$$\frac{S_r(z)}{\varepsilon(z)} = \frac{C_0 + C_1.z^{-1} + C_2.z^{-2} + C_3.z^{-3}}{1 + B_1.z^{-1} + B_2.z^{-2} + B_3.z^{-3}}$$

**Pour ce TP, la période d'échantillonnage sera choisie égale à 50mS.**

D'après les résultats du TP "BON\_BON" et des hypothèses formulées, on peut tracer le schéma bloc du système sous la forme ci-dessous.



Les coefficients " $C_0$ " et " $C_1$ " sont réglables par l'utilisateur. Ils seront choisis en fonction d'un cahier des charges imposé.

# 1. PREDETERMINATIONS

**P1. Schéma bloc et fonctions de transfert:**

- D'après les résultats obtenus dans les pré-déterminations du TP "TP1-Synum3\_BON", proposer un schéma bloc du système en boucle fermée, dans le domaine échantillonné (en "z").
- Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte sous la forme:

$$O_{(z)} = \frac{M_{(z)} \cdot k_o(z - Z_0)}{C_{(z)} \cdot (z - 1)(z - \delta)}$$

- Et les fonctions de transfert en boucle fermée sous les formes:

$$F_{(z)} = \frac{M_{(z)} \cdot k_o(z - Z_0)}{C_{(z)} \cdot (z^2 + a_1z + a_0)} \quad \text{et} \quad F_{\theta(z)} = \frac{\theta_{(z)}}{C_{(z)}} = \frac{k_{o\theta}}{z^2 + a_1z + a_0}$$

**P2. Exprimer les coefficients de transfert en régime statique. En déduire la précision statique.**

**P3. Etude de stabilité:**

Exprimer les limites à ne pas dépasser dans le choix de la valeur du coefficient  $C_0$  si on souhaite que le système ait un fonctionnement stable. Faire l'application numérique en utilisant les résultats expérimentaux obtenus en TP "TP1-BON"

**P4. Etude du comportement en régime d'échelon constant pour  $C_0 = 0,06$ :**

**P4a.** Déterminer les pôles de  $F_{(z)}$  à partir des résultats numériques obtenus lors du TP "TP1-BON" sachant que dans ce cas on choisit  $\delta = 0,5$

**P4b.** Pré-déterminer les caractéristiques de la réponse à un échelon de consigne de  $200 \text{ inc}$  en utilisant les abaques données en annexe.

**P4c.** Pré-déterminer les caractéristiques de la réponse à un échelon de consigne de  $500 \text{ inc}$  en déterminant les valeurs prises par  $M$  aux instants d'échantillonnage (en dérivant la relation de récurrence à partir de  $F_{(z)}$ ).

**P5. Exprimer, de manière analytique, l'erreur de traînage éventuelle (en fonction de  $C_0$ ) l'erreur de traînage éventuelle. Faire l'application numérique pour  $C_0 = 0,15$ ;  $V_N = 400 \text{ tr/min}$  soit  $V = 3333 \text{ inc/s}$ .**

# 2. EXPERIMENTATIONS ET EXPLOITATIONS

## 2.1. Etude en régime statique

**E1. Caractéristiques de transfert statiques:  $\theta = \text{inc}$ ;  $M = \text{fn}(C)$  et  $\varepsilon = \text{fn}(C)$**   
*Mode opératoire:*

- Choisir le mode de commande "En boucle fermée", pour cela "cliquer" sur les menus successifs:



- Choisir le type d'interface de puissance "Commande tension" pour cela "cliquer" sur les menus successifs:



- Choisir l'unité de  $Sr$ : "inc" (car commande en tr/min) pour cela "cliquer" sur les menus successifs:



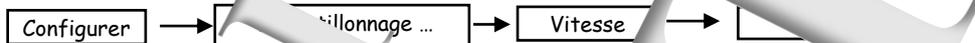
- Choisir l'unité de  $\theta$ : en tr/min pour cela "cliquer" sur les menus successifs:



- Choisir l'unité de C, M et  $\epsilon$ : en incrément numérique (inc) pour cela "cliquer" sur les menus successifs:



- Choisir la période d'échantillonnage pour le capteur de vitesse égale 5 mS



- Choisir la période d'échantillonnage de mesure (intervalle de temps entre deux échantillons en mémoire)



- Choisir la période d'échantillonnage du régulateur (intervalle de temps entre deux échantillons)



- Vérifier la bonne configuration de la charge mécanique (Voir TP1N-BON)

- Activer, si elle ne l'est pas, la compensation des frottements secs intrinsèques :



- Choisir une "valeur de repos" de 0 inc en "Cliquant" sur le bouton

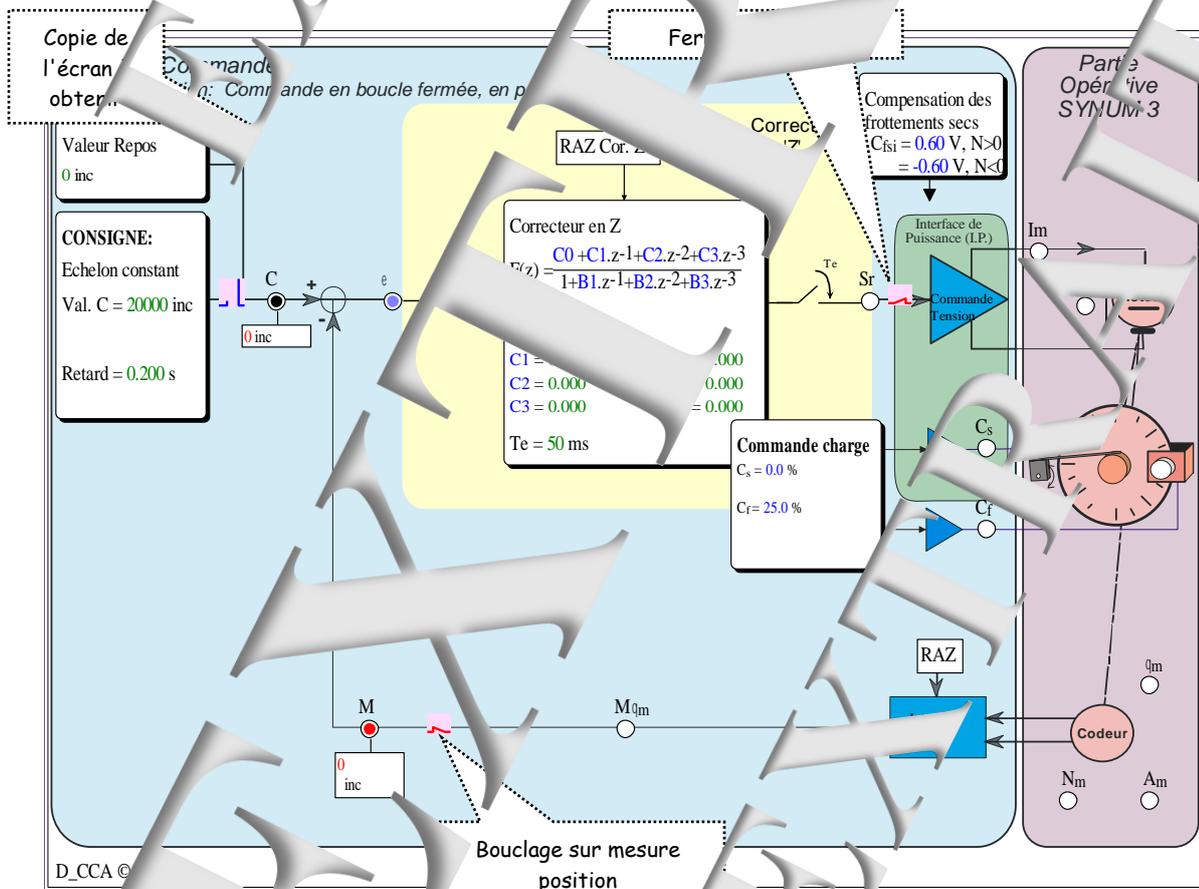
- Configurer le correcteur et définir la valeur du coefficient d'action proportionnelle

- Positionner des sondes (par "clic droit" sur les points C; M;  $\epsilon$  et  $\theta$ )

- Pour la valeur de repos choisie, relever les valeurs de M,  $\epsilon$  et  $\theta$  (ou valeur de  $\theta$  peut être relevé sur le disque gradué)

- Refaire d'autres mesures pour d'autres valeurs de la consigne et remplir un tableau de mesure

- Fermer la boucle d'asservissement (en "cliquant" sur les interrupteurs) au niveau de Sr et de M.



**E2. Tracer les caractéristiques de transfert statiques en boucle fermée  $G(C)$  et  $M=fn(C)$**

**En déduire les coefficients de transfert statiques en boucle fermée (coefficients  $K_F$  et  $K_V$ ). Mettre en évidence (éventuellement) les limites de la proportionnalité.**

**E3. Tracer la caractéristique de précision statique  $\varepsilon = f(C)$ . En déduire le coefficient de précision statique (coefficient  $K_P$ ).**

## 2.2. Etude en régime dynamique

### 2.2.1. Réponse à une excitation en échelon constant

**E4. Après configuration du système, relever l'évolution de la position  $M = fn(t)$  en réponse à une excitation en échelon constant.**

**Enregistrer l'état de l'essai dans un fichier sur disque dur.**

*Mode opératoire:*

- Conserver la configuration précédente du système.
- Choisir une grandeur de repos égal à 0 inc
- Choisir une commande de type "Echelon constant" avec une valeur de  $C$  égale à 4000 inc et un "Retard" égal à 0,5.
- Sélectionner les points d'enregistrement  $M$  puis  $C$  en " cliquant " dessus.

- Appliquer la commande en " cliquant " sur le commutateur 

- Visualiser les courbes de réponses obtenues en " cliquant " sur le bouton 

- Ajuster éventuellement les échelles afin d'obtenir des allures satisfaisantes (bouton Min, Max et Zoomx)

- Pour enregistrer les résultats de l'essai:  Fichier  Enregistrer sous

**Relever le dépassement absolu  $\sigma$  à l'instant où a lieu cet extremum**

- Dans plan "courbes de réponse" " cliquer " sur bouton  et suivre les instructions

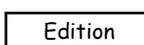
→ **Relever le temps de réponse à 5%.**

- Dans plan "courbes de réponse" " cliquer " sur bouton  et suivre les instructions

→ **Dans zone "commentaire" inscrire votre nom et votre groupe de TP puis faire: soit une impression ,**

- Dans plan "courbes de réponse" " cliquer "  Fichier →  Imprimer

**soit une copie d'écran afin de l'insérer dans un document (compte rendu)**

Sous "WORD" par exemple, " cliquer "  Edition →  Coller

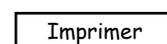
**Vérification des constantes d'échantillonnage**

Pour le faire précédemment (sans forcément le refaire):

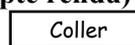
- Placer des sondes pour relever les différentes valeurs de  $M$  aux instants d'échantillonnages (toutes les 0,05s à partir de 0,25 valeur de retard d'application de la consigne)
- Comparer les valeurs obtenues avec les valeurs déterminées.

**Dans zone "commentaire" inscrire votre nom et votre groupe de TP puis faire:**

→ **soit une impression**

- Dans plan "courbes de réponse" " cliquer "  Fichier →  Imprimer

**soit une copie d'écran afin de l'insérer dans un document (compte rendu)**

Sous "WORD" par exemple, " cliquer "  Edition →  Coller

### E5. Tracer pour le même l'évolution de

- Revenir dans le plan 'Synoptique' en 'cliquant' sur le bouton 
- Sélectionner le point de mesure repéré  $\theta_m$  en 'cliquant' dessus 
- Repasser en mode tracé de courbe en 'cliquant' sur le bouton 
- Déterminer le dépassement et le temps de réponse en utilisant les boutons  et 

→ Si on admet un modèle du deuxième ordre, exploiter ces relevés pour déterminer la pulsation propre en BF notée  $\omega_F$

### E7. Etudier l'influence d'une augmentation de la valeur du coefficient $C_0$

Enregistrer les essais successifs pour  $C_0 = 0,1$  puis  $0,3$

Faire un tracé récapitulatif en traçant les réponses  $M(t)$  sur un même graphique afin de montrer l'évolution lorsque l'on augmente le coefficient  $C_0$ .

Pour ce faire:

- Activer le plan "Comparaison de courbe de réponse" en "cliquant" sur le bouton 
- Choisir de comparer les évolutions de la position  → 
- Charger les différents essais 

### E6 Recherche de la limite d'instabilité.

Reprendre l'essai précédent pour des valeurs de  $C_0$  croissante. On constate qu'à partir d'une valeur particulière notée  $C_{0\text{ Critique}} = C_{0C}$ , la position ne se stabilise plus à valeur constante mais oscille continuellement autour d'une valeur moyenne.

On relèvera alors  $C_{0C}$  ainsi que la période d'oscillations entretenues.

### 2.2.2. Réponse à une excitation en rampe

#### E8. Relevé la réponse à une excitation en rampe de $v_N = 400$ tr/min soit $V=3333$ inc/s.

Mode opératoire:

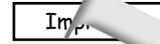
- Conserver la configuration précédente du système
- Choisir une grandeur de repos égal à 0 inc
- Choisir une commande de type "Rampe" avec une "valeur C" égale à 200 inc, une "valeur V" égale à 400tr/min et un "Retard" égal à 0,2S.
- Sélectionner les points d'enregistrement  $\theta$  et  $\epsilon$  en "cliquant" dessus.

Placer des sondes pour vérifier la position à la fin de la rampe et la limite de l'écart en régime final.

Comparer les valeurs obtenues avec les valeurs théoriques déterminées.

Dans zone "commentaire" inscrire votre nom et votre groupe de TP puis cliquer :

→ soit une impression

- Dans plan "courbes de réponse" "cliquer"  → 

→ soit une copie d'écran afin de l'insérer dans un document (compte rendu)

Sous "WORD" par exemple, cliquer

-  → 

### 2.2.3. Réponse à une excitation sinusoïdale

#### E9. Relevé la réponse à une excitation sinusoïdale à la pulsation propre

Mode opératoire:

- Conserver la configuration précédente du système
- "Cliquer" dans bloc "Commande" puis sur bouton , choisir alors puis l'amplitude  $A=1000$ inc et enfin la pulsation
- Sélectionner les points d'enregistrement  $\theta$  et  $\epsilon$  en cliquant dessus
- déterminer les grandeurs recherchées (rapport des valeurs moyennes, rapport des amplitudes et déphasage) en

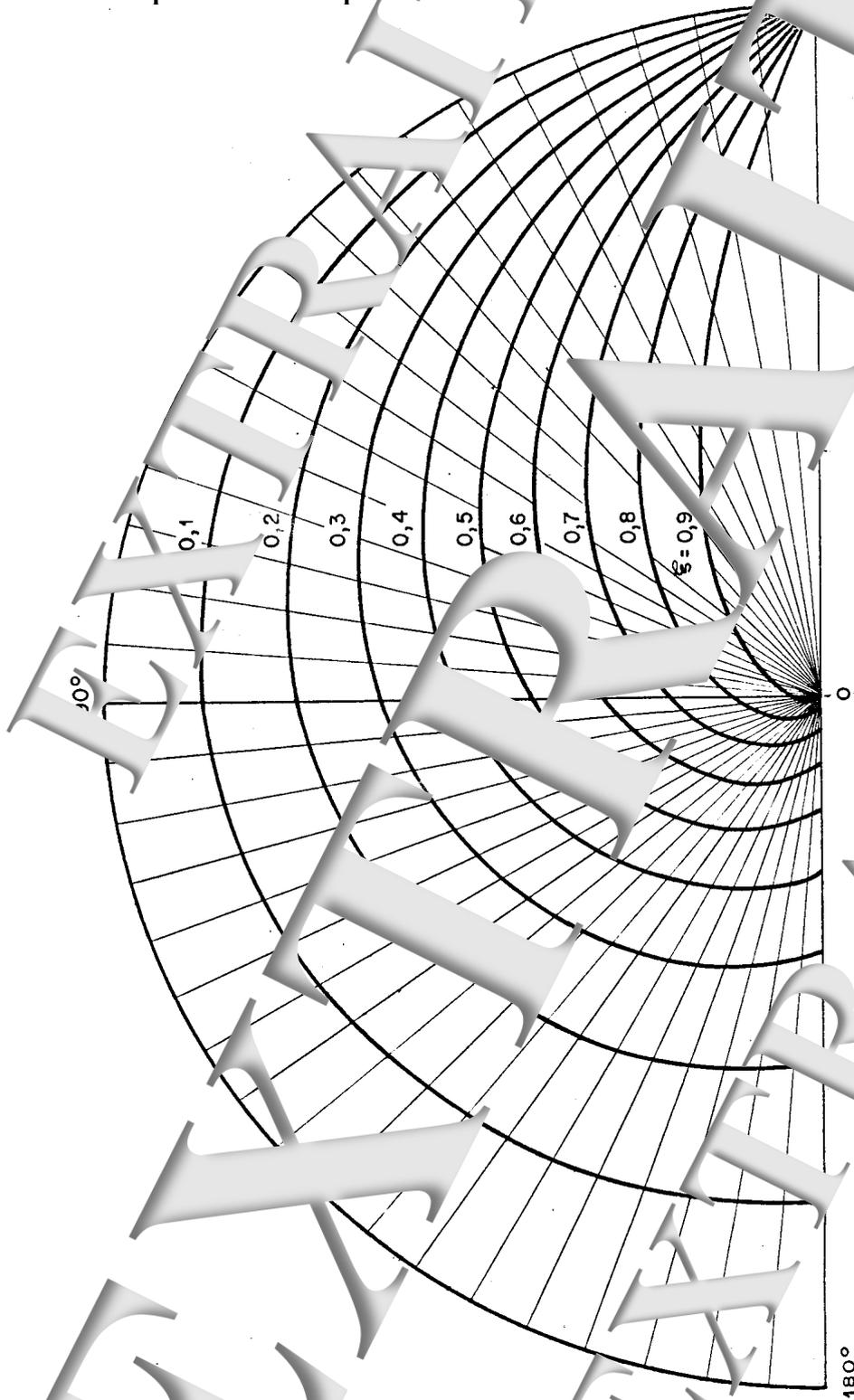
'cliquant' sur le bouton  et en positionnant les sondes demandées (messages).

Vérifier les caractéristiques de cette réponse

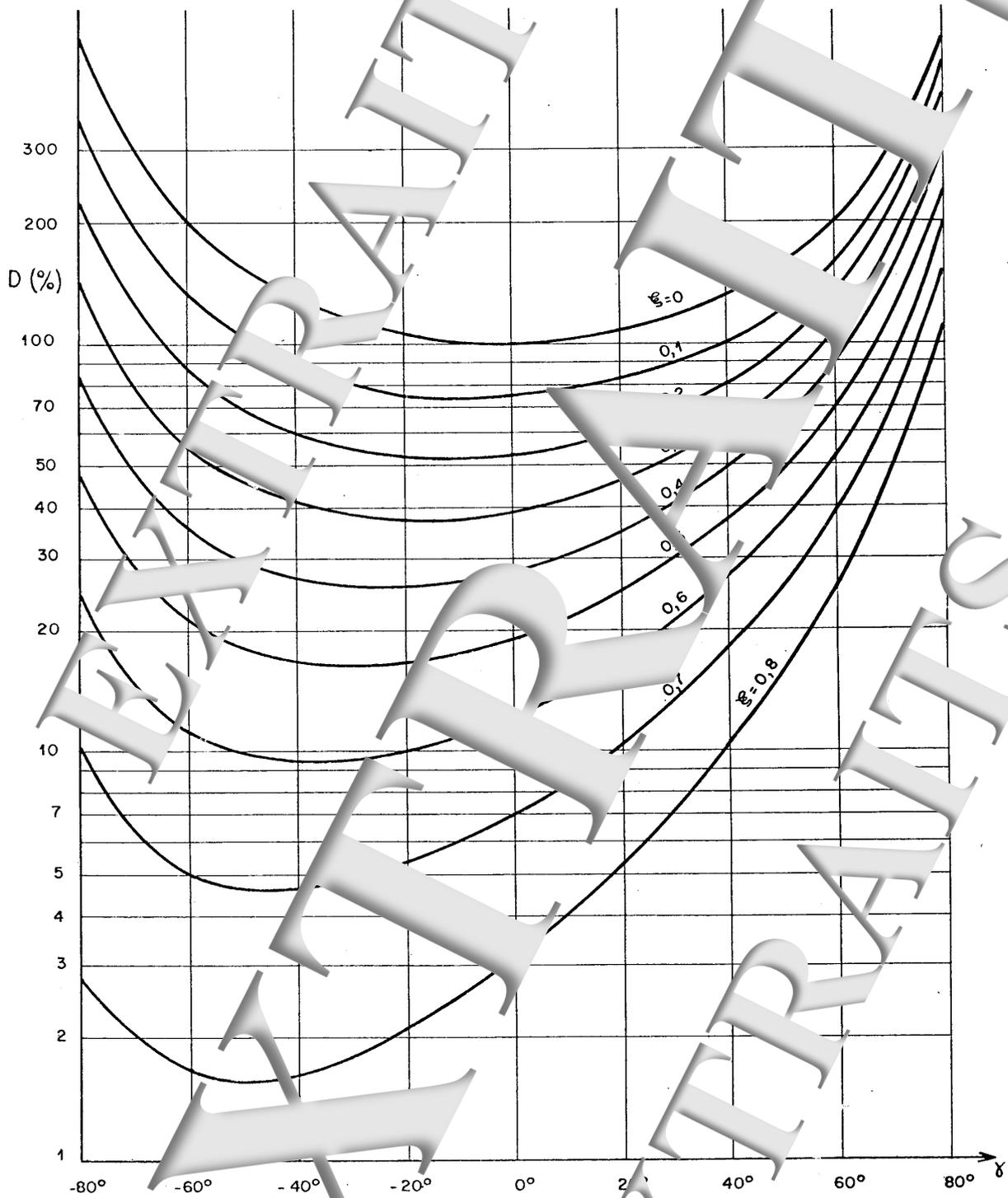
### 3. ANNEXES

Abaques pour la détermination des caractéristiques de la réponse d'un système numérique du deuxième ordre suite à un échelon constant

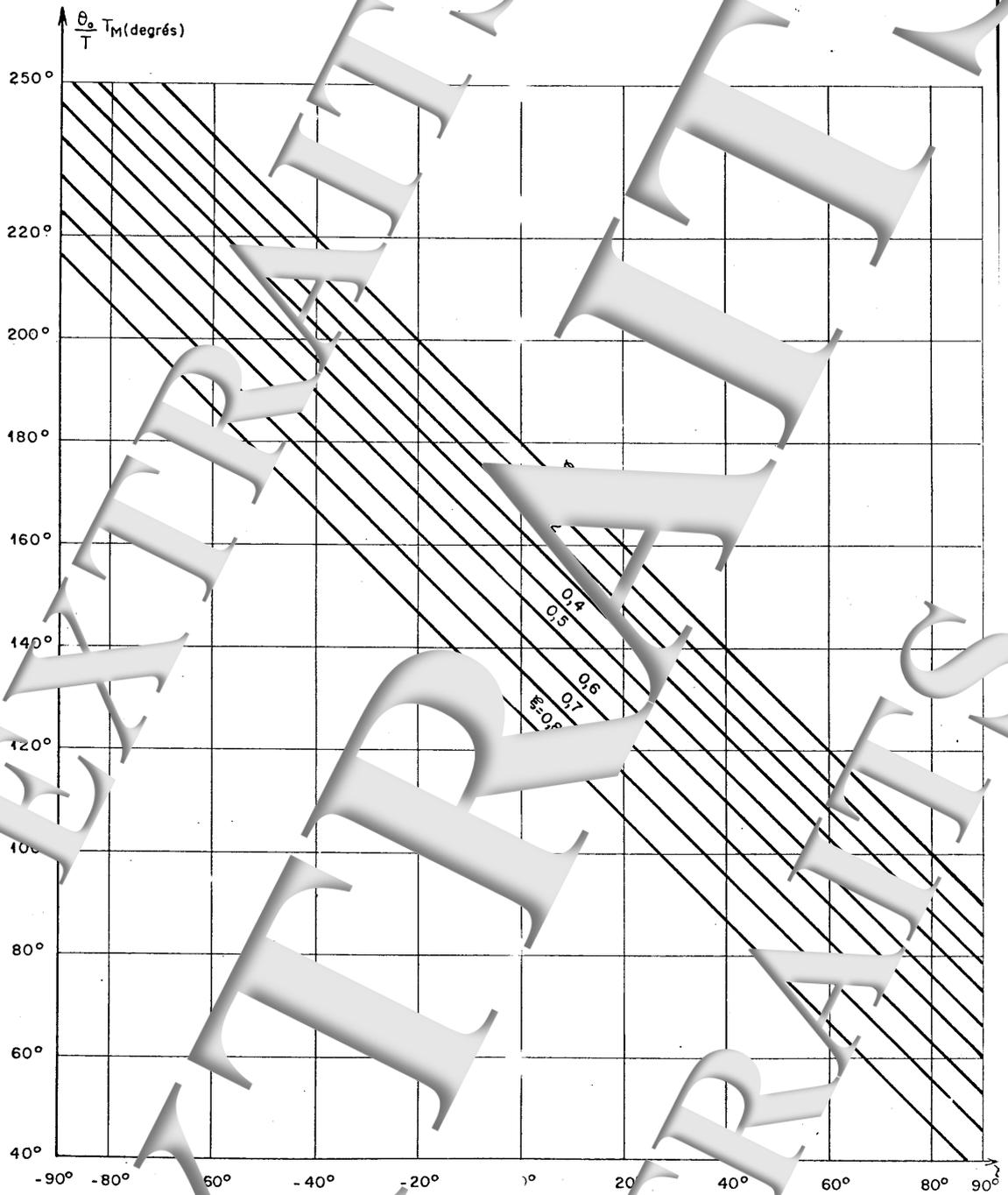
→ Abaque des lieux des pôles à amortissement constant



→ Abaque des dépassements réduits



→ Abaque des temps de montée



**Page laissée vierge**

EXTRAITS  
EXTRAITS  
EXTRAITS

Type document:	Sujet de travaux pratiques
Thème :	Projet page rapide (domaine numérique)
Configuration du système :	Machine "SYNUM3" Logiciels D_Syn; D_Scilab-Xcos
Référence :	TP7N-PR
Nom de fichier:	SYNUM3_TP7N_PRN_Sujet.doc

## Sommaire:

1. Vérification du modèle en « BO » et en numérique	2
2. Etude En Boucle Fermée en mode Vitesse	5
2.1 Avec un correcteur à action Intégrale numérique	5
2.2 Avec correcteur à action Intégrale + zéro numérique	7
3. Etude En Boucle fermée en mode Position	8
3.1 Avec correcteur à action Proportionnelle	8
3.2 Avec correcteur Proportionnel + Zéro	9

## Objectifs :

Le but du TP est de faire la synthèse du système d'asservissement vitesse position (ERD100) avec l'aide de l'outil de simulation «Scilab-Xcos».

Les résultats de simulation seront confrontés au comportement du processus réel qui sera expérimenté grâce au logiciel de contrôle commande d'applications «D\_CCA» développé par «Didalab» et appelé dans le cas d'une régulation de processus «D\_Syn».

C'est le logiciel «D\_Scil», développé par «Didalab» qui réalise l'interface entre la simulation et la programmation du processus. Il réalise également la synthèse (en langage «C») du correcteur.

### Remarque :

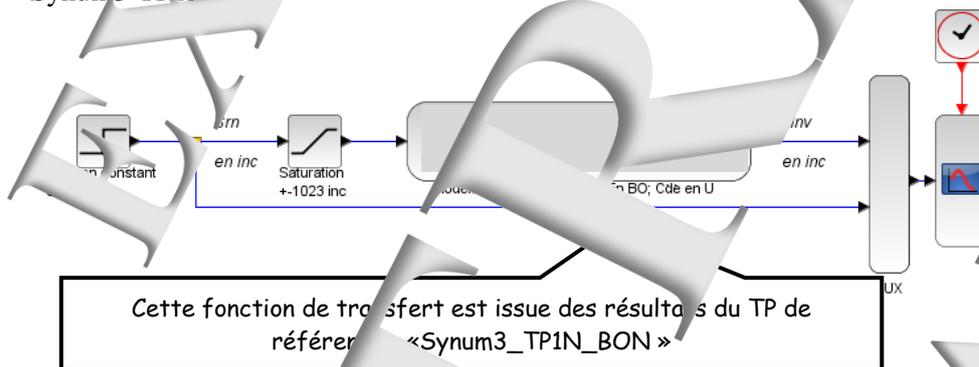
Il faut noter que les valeurs numériques utilisées dans ce TP sont propres au système expérimenté. Elles sont les mêmes que les résultats obtenus lors des différents TP précédents. Il faudra donc bien veiller à ce que les réglages (notamment de la charge mécanique et des périodes d'échantillonnage) soient identiques.

La répétabilité d'un système à l'autre n'est pas garantie, mais on devrait retrouver les mêmes ordres de grandeurs.

## 1. VERIFICATION DU MODELE EN « BO » ET EN « SCILAB »

### ↳ Simulation par Scilab/Xcos du modèle d'ordre 2

- Lancer le logiciel « Scilab » par l'icône 
- Lancer l'application « Xcos » par 'Applications' puis 'Xcos' ou en cliquant sur le bouton 
- Construire le schéma-bloc de simulation du modèle d'ordre 2 défini lors du TP de référence : « Synum3-TP1N\_BON »

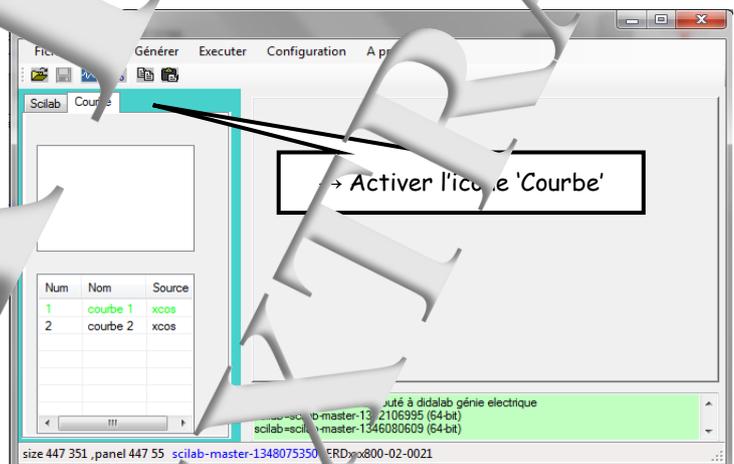


Cette fonction de transfert est issue des résultats du TP de référence «Synum3\_TP1N\_BON»

- Lancer la simulation par 'Simulation' puis 'Démarrer' ou en cliquant sur le bouton 

- Sans fermer la fenêtre où sont tracées les courbes de réponse, lancer l'essai de la commande en vue de la comparaison des résultats 'Outils' puis 'D\_Scil courbes'.

Cette action donne la main au logiciel «D\_Scil» avec transfert des courbes de résultat de simulation :



- Lancer la commande du processus réel en vue d'une comparaison des réponses 'Executer' puis 'D\_CCA Boucle ouverte'

Remarque :

Dans cette expérimentation du système cible en boucle ouverte, il n'y a pas synthèse de fonction car il n'y a pas de correcteur à synthétiser. C'est une utilisation dégradée du logiciel «D\_Scil»

Cette action ouvre une boîte de dialogue qui permet de définir le processus cible :

Il faut définir le système cible dans la liste. Dans notre cas, le système que l'on souhaite expérimenter est le «Synum3»

Il faut définir la configuration du système cible. Dans notre cas, le moteur du «Synum3» est commandé en tension

Cliquer sur 'Exécuter'

Il y a alors téléchargement du logiciel de contrôle commande dans la cible.

Le système expérimenté étant le système «Synum3-EK» on procède alors dans l'environnement du logiciel «D\_Scil» qui inclut «D\_CCA». On procède à la commande et on affiche alors les courbes de réponse.

- Procéder dans l'ordre

1- Vérifier les valeurs des périodes de l'échantillonnage :  
→ Faire 'Configurer' puis 'Echantillonnage...' puis  
Tem = 0,06 et Tev = 0,01

2- Il faut définir les paramètres de l'excitation. Ceux-ci doivent être identiques à ceux de la simulation. 'Double Cliquer' sur l'objet pour ouvrir la boîte de dialogue permettant de définir ces paramètres

3- La charge mécanique doit être correctement configurée

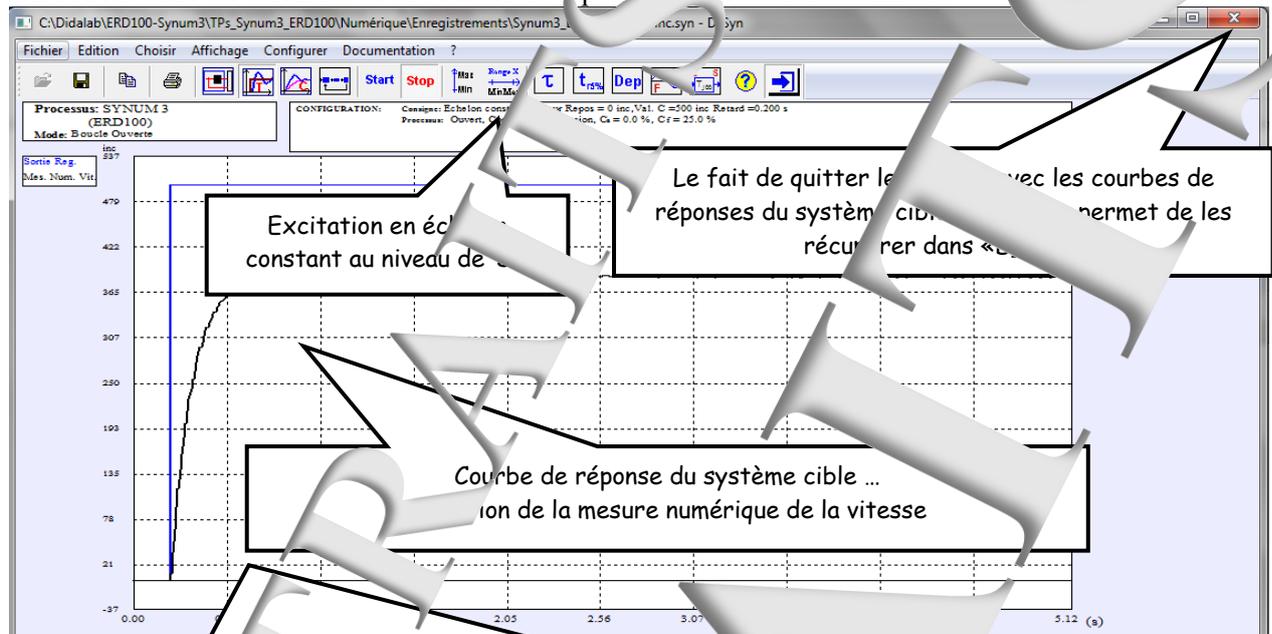
4- Sélectionner les signaux que l'on désire voir transférer dans le logiciel. Ici la mesure numérique de la vitesse et le signal de commande (c'est-à-dire 'Sr') ... «simple clic» sur l'objet

5- Fermer l'interrupteur de liaison en 'Cliquant' sur l'objet

6- Il faut lancer l'objet interrupteur

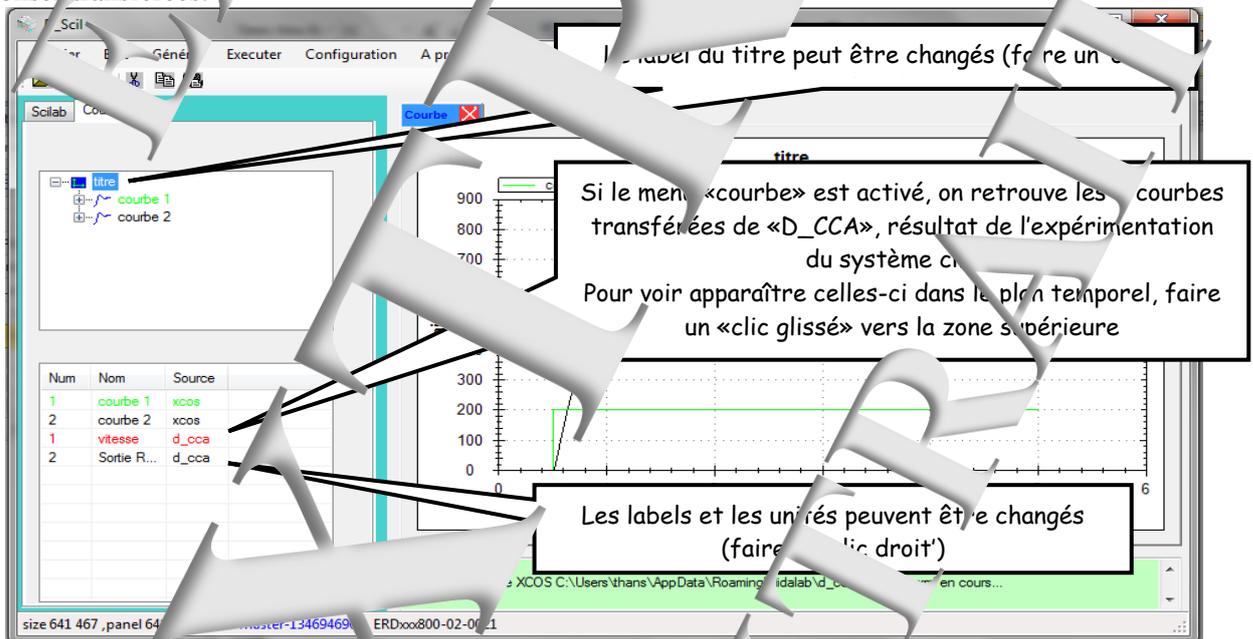
7- Visualiser les courbes de réponses en 'Cliquant' sur l'objet

On obtient donc à l'écran les deux courbes de réponse qui ont été sélectionnées.



→ Il est possible de sauvegarder ces courbes de réponse dans un fichier de type \*.xml  
 Faire 'Fichier' puis 'Exporter xml...'  
 Cette sauvegarde permet d'éviter de refaire l'essai sur le système cible réel dans le cas où le modèle doit être modifié.

En quittant «D\_CCA» («D\_Syn» dans notre cas) on retrouve sous «D\_Scil» avec les courbes de réponses transférées.



- Faire tracer les courbes résultats de simulation par des 'cliquer-glisser' vers la fenêtre supérieure
- Montrer que la comparaison entre la réponse réelle et le résultat de la simulation semble satisfaisante. → Faire un « zoom » au voisinage de zéro et montrer qu'une différence significative existe. Cet écart entre la courbe résultat de simulation et la courbe résultat de l'expérimentation du système cible réel montre que le modèle d'ordre 1 reflète de façon insuffisante le système cible.

**Remarque**

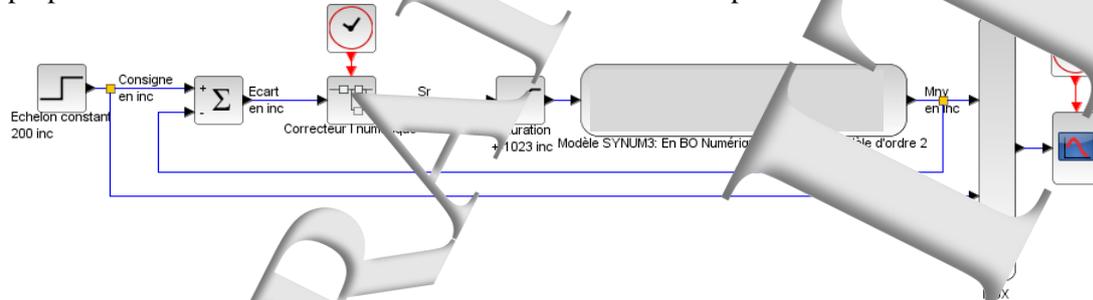
- Il faut impérativement quitter «D\_Scil» avant de retourner éventuellement «Scilab-Xcos».
- Sous D\_Scil, il est possible d'afficher une courbe qui a été préalablement enregistrée dans le format 'XML' par 'Fichier' puis 'Importer courbe ...'

## 2. ETUDE EN BOUCLE FERME EN MODE VITESSE

### 2.1 Avec un correcteur à action intégrale numérique

#### ↳ Simulation sous «Scilab-Xcos»

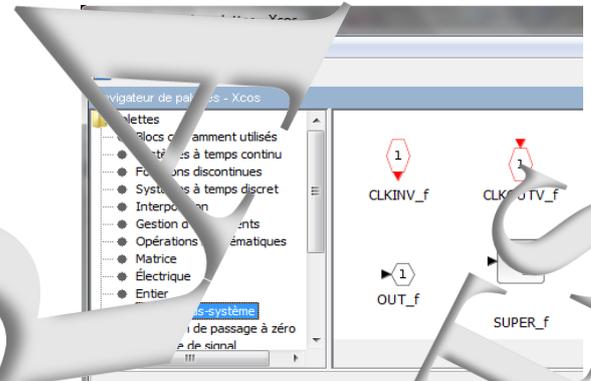
- Partant du schéma-blocs de simulation précédent (en BO numérique et avec modèle d'ordre 2), construire, sous «Scilab-Xcos», le schéma-blocs en boucle fermée avec un correcteur à action proportionnelle et le modèle n°2 du bloc fonctionnel du processus.



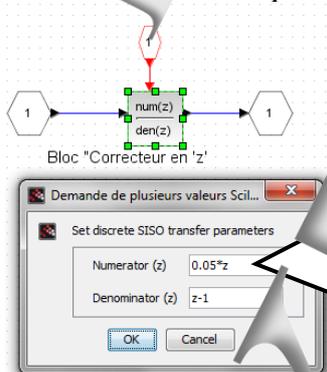
Le correcteur synthétisé dans «D\_Scil» doit être

le bloc fonctionnel de l'ensemble 'Port et sous système' du navigateur de palettes.

Remarque : L'accès au navigateur de palettes se fait dans 'Xcos' par 'Affichage' puis 'Navigateur de palettes'.



Définir le schéma fonctionnel du correcteur « Correcteur numérique »



Dans notre cas (d'après la référence TP: Synum3 de R.VIN) La fonction de transfert du correcteur sera  $k_{(z)} = \frac{0,05.z}{z-1} = \frac{0,05}{1-z^{-1}}$

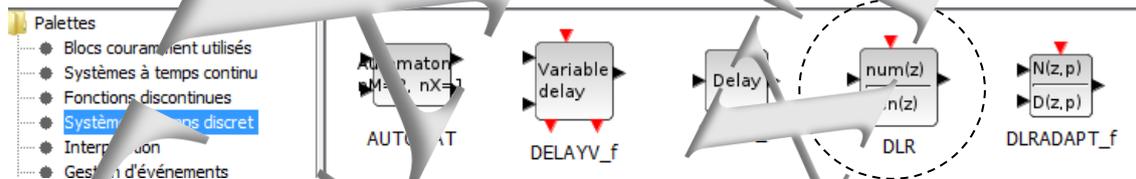
est la fonction de transfert d'un intégrateur numérique l'équivalent analogique aurait une constante de temps d'intégration telle que

$$k_i = \frac{T_e}{T_i} = 0,05 \quad T_i = \frac{T_e}{k_i}$$

$T_e$  étant la période d'échantillonnage

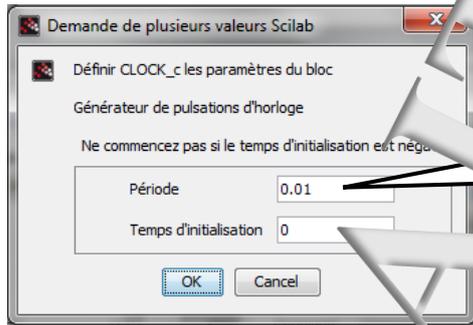
→ Si on choisit  $T_e = 10\text{mS} = 0,01\text{s}$  on a  $T_i = 0,2\text{s}$ .

Le bloc fonctionnel permettant de définir une fonction de transfert en 'z' fait partie de l'ensemble 'Système à temps discret' du navigateur de palettes :



Une fonction de transfert en 'z' comporte une entrée auxiliaire sur laquelle on applique une source 'Horloge' définissant la période d'échantillonnage. Ce genre d'horloge (bloc fonctionnel 'Clock') fait partie de l'ensemble 'Sources' accessible par le navigateur de palettes.

La définition de la période d'échantillonnage se fait par un 'double clic' sur le bloc 'Générateur de pulsations d'horloge' puis par un 'clic droit' puis 'Paramètres du bloc'.



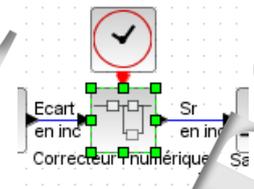
Dans notre cas la période d'échantillonnage est choisie égale à 10ms=0,01s et le temps d'initialisation doit être choisi à 0

- Lancer la simulation par 'Simulation' puis 'Démarrer' ou en 'cliquant sur le bouton'

### ↳ Comparaison simulation/synthèse expérimentation par « D\_Scil »

- Sans fermer la fenêtre où sont tracées les courbes de réponse du processus réel en vue de synthèse et de la comparaison par : 'Outils' puis 'D\_Scil correcteur' car cette fois-ci il y a synthèse (génération du source 'C') du bloc correcteur par le logiciel «D\_Scil».

**!! Il faut préalablement sélectionner le bloc correcteur !!**

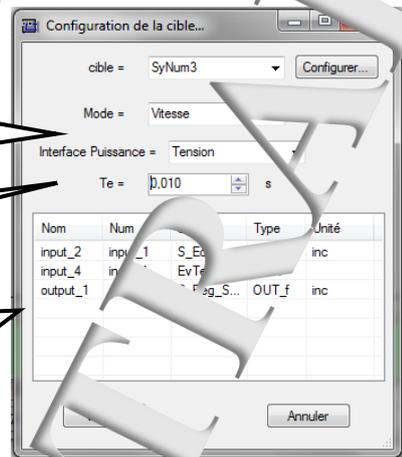


Une boîte de dialogue permet de définir les différentes informations nécessaires à « D\_Scil »

Il faut choisir la cible 'Synum3'  
En mode Boucle fermée en 'Vitesse'  
Avec interface de puissance du moteur en 'Tension'

Il faut choisir la période d'échantillonnage

Il faut définir les liens entre les variables du bloc et les variable 'système'  
Input\_3 = Ecart en inc  
Output\_1 = Sa  
Pour cela 'cliquer' sur le bouton 'C' a pour effet d'ouvrir une boîte de dialogue permettant cette



Une fois l'écran «D\_Scil» ouvert il faut commander l'enchaînement des étapes (Génération du source 'c', Compilation, Linkage chargement ...) par 'Générer' puis 'Construire'.

S'il n'y a pas d'erreur, valider les différentes étapes jusqu'à se retrouver dans «D\_Syn».

- Procéder ensuite comme pour l'essai sous « D\_Syn ».
- Montrer que la comparaison entre la réponse réelle et le résultat de simulation est satisfaisante.

**Remarque :** Il faut impérativement utiliser «D\_Scil» avant de retravailler éventuellement sous «Scilab-Xcos».

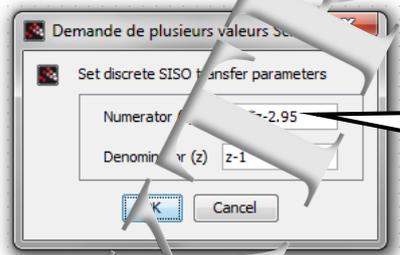
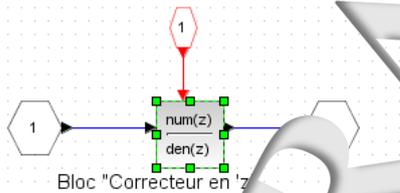
## 2.2 Avec correcteur à action intégrale + Zéro numérique

Dans ce cas la fonction de transfert du correcteur a pour forme :  $k_{(z)} = \frac{C_0 + C_1 \cdot z^{-1}}{1 - z^{-1}} = \frac{C_0 \cdot z + C_1}{z - 1}$

Ce correcteur peut être comparé, dans le domaine analogique à un P.I.

### Simulation sous Scilab-Xcos

- Modifier le schéma-blocs de simulation précédent (avec correcteur I. numérique) simplement en modifiant le polynôme Num(z) (Numertor (z)) du bloc fonctionnel correcteur.



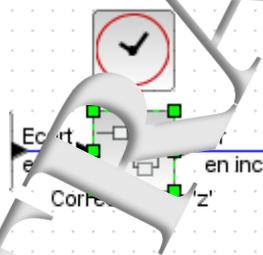
Remarque : Il faut noter que les valeurs numériques obtenues sont propres au système expérimenté. Ces valeurs sont à comparer avec les valeurs du TP de référence P4N\_RVIZN. La répétabilité d'un système à l'autre n'est pas garantie, mais on doit retrouver les mêmes ordres de grandeurs.

- Procéder de façon identique à la simulation/comparaison précédente, c'est-à-dire :
- Lancer la simulation par 'Simulation' puis 'Démarrer' en cliquant sur le bouton [OK].

### Comparaison simulation/synthèse/expérimentation par « D\_Scil »

- Sans fermer la fenêtre où sont tracées les courbes de réponse, lancer l'essai du processus en vue de synthèse et de la comparaison par : 'Outils' puis 'D\_Scil correcteur' car cette fois ci, il y a synthèse (intégration du source 'C') du bloc correcteur par « D\_Scil ».

**!! Il faut préalablement sélectionner le correcteur !!**



- Montrer que la réponse réelle et le résultat de simulation est satisfaisante.

Remarques :

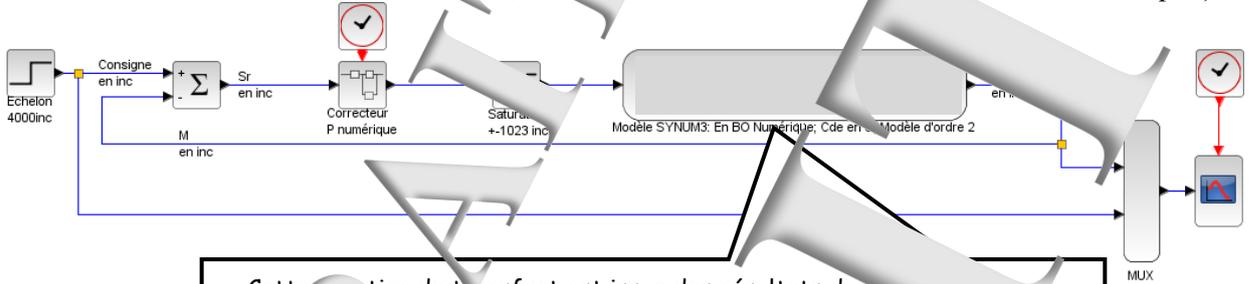
- La comparaison peut se faire également avec le résultat d'exécution sous «D\_Syn». Pour cela faire 'Fichier' puis 'Importer comme...'.
- Il faut impérativement quitter «D\_Scil» avant de réutiliser éventuellement «Scilab-Xcos».

### 3. ETUDE EN BOUCLE FERMEE EN MODE POSITION

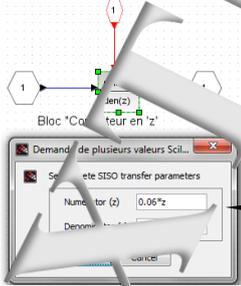
#### 3.1 Avec correcteur à action Proportionnelle

##### Simulation sous Scilab\_Xcos

- Construire le schéma-blocs de simulation (en position avec correcteur proportionnel numérique) :



Cette notation de transfert est issue des résultats du TP :  
 «Synum3\_TP1N\_BON»  
 !! Il faut noter que la sortie est dans ce cas, la mesure numérique de position !!



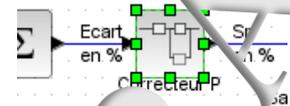
Remarque : Il faut noter que les valeurs numériques obtenues sont propres au système expérimenté. Ces valeurs sont celles obtenues lors du TP de référence 'Synum3\_TP5N\_RPPN'. La répétabilité d'un système à l'autre n'est pas garantie. On devrait retrouver les mêmes ordres de grandeur.

- Lancer la simulation par 'Simulation' puis 'Démarrer' en cliquant sur le bouton [ ]

##### Comparaison simulation/synthèse/expérience par « D\_Scil »

- Sans fermer la fenêtre où sont tracés les courbes de la simulation, lancer l'essai du processus réel en vue de la synthèse et de la comparaison par : 'Outils' puis 'D\_Scil correcteur' car cette fois ci il y a synthèse (génération du source 'C') du bloc correcteur par le logiciel «D\_Scil».

**!! Il faut préalablement sélectionner le correcteur !!**

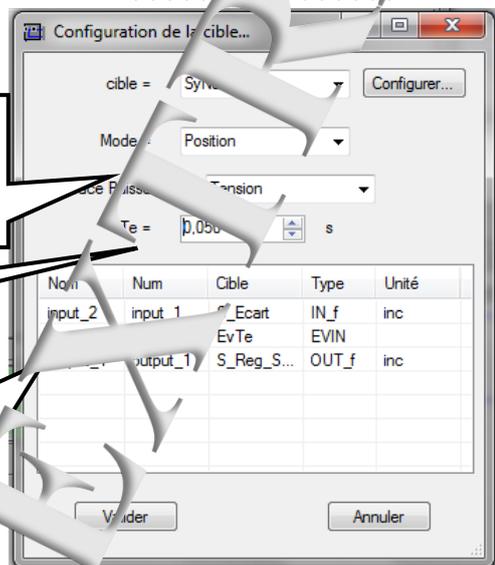


Une boîte de dialogue permet de définir les différentes informations nécessaires à « D\_Scil »

Il faut choisir la cible 'Synum3'  
 En mode Boucle fermée en 'Position'  
 Avec interférence de la tension du moteur

Il faut choisir la période d'échantillonnage : 0,05s

Il faut définir les liens entre les variables du bloc et les variable 'système'  
 output\_3 → Ecart en inc  
 output\_1 → Sr en inc  
 cliquer sur les lignes ce qui aura pour effet de sélectionner la boîte de dialogue permettant

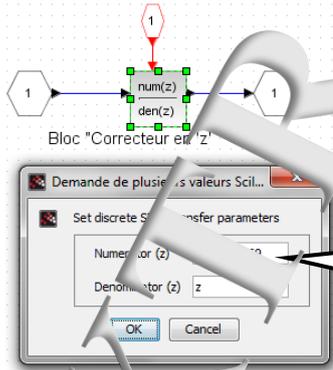


Une fois l'écran «**D\_Scil**» ouvert il faut continuer l'enchaînement d'actions (Génération du source 'c', Compilation, Linkage chargement ...) par '**Générer**' puis '**Construire**'.  
 S'il n'y a pas affichage d'erreur, valider les différentes étapes jusqu'à se retrouver dans «**D\_Scil**».  
 - Procéder ensuite comme pour les essais précédents.  
 - Montrer que la comparaison entre la réponse réelle et le résultat de simulation est satisfaisante.

### 3.2 Avec correcteur proportionnel + Zéro numérique

#### ↳ Simulation sous Scilab-Xcos

- Modifier le schéma-blocs de simulation précédent (avec correcteur P.) en modifiant le schéma fonctionnel du correcteur.



Remarque : Il faut noter que les valeurs numériques obtenues sont celles du système expérimenté. Ces valeurs sont donc à considérer comme des valeurs de référence.  
 Synonyme :  $z = e^{sT}$  PPZN  
 La répétabilité d'un système à l'autre n'est pas garantie, mais on devrait retrouver les mêmes ordres de grandeurs.

- Procéder de façon identique à la simulation précédente, c'est-à-dire :  
 - Lancer la simulation par '**Simulation**' puis '**Démarrer**' en cliquant sur le bouton

#### ↳ Comparaison simulation/synthèse/évaluation par « **D\_Scil** »

- Sans fermer la fenêtre où sont tracés les courbes, lancer l'essai du programme réel en vue de synthèse et de la comparaison par '**Outils**' puis '**D\_Scil correcteur**' car cette fois ci il y a synthèse (Génération du source 'C') du bloc correcteur par le logiciel «**D\_Scil**».

**!! Il faut préalablement sélectionner le bloc correcteur !!**



- Vérifier que la comparaison entre la réponse réelle et le résultat de simulation est satisfaisante.

Remarque :

Si la comparaison ne donne pas un résultat satisfaisant, il faut envisager une modification du modèle.

Page laissée vierge

EXTRAITS  
EXTRAITS  
EXTRAITS

# RESSOURCES

## Ouvrage

**Automatique : régulations et asservissements :**  
**Cours - Applications - Expérimentations - Prototypages**  
 (Coll. Automatique et productique)

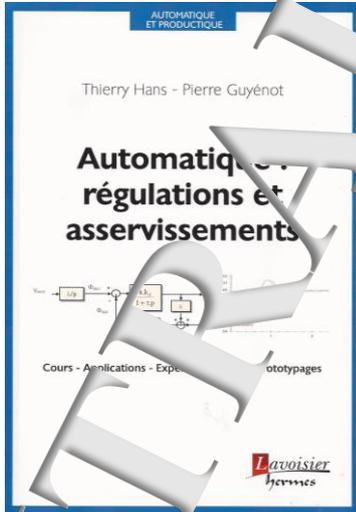
Auteurs : HANS Thierry, GUYÉNOT Pierre

Langue : Français

Date de parution : 06-2014

Ouvrage 305 p. - 16.4x24 cm - Broché

ISBN : 9782746246317



## Sommaire

<b>PREMIERE PARTIE</b>		
Éléments de cours		
Exercices d'applications : énoncés – solutions		
<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>11</b>	
1.1. GENERALITES	11	
1.2. CLASSIFICATION	12	
1.3. CARACTERISTIQUES D'UN SYSTEME	12	
1.4. METHODOLOGIE ET OUTILS	12	
<b>2. LA TRANSFORMATION DE LAPLACE</b>	<b>19</b>	
2.1. DEFINITION	19	
2.2. PROPRIETES	20	
2.3. THEOREMES FONDAMENTAUX	20	
2.4. EXERCICES D'APPLICATION	21	
<b>3. FONCTIONS DE TRANSFERT ET SCHEMA-BLOCS</b>	<b>25</b>	
3.1. DEFINITIONS	25	
3.2. FONCTION DE TRANSFERT EN BOUCLE FERMEE	27	
3.3. REPRESENTATIONS «A RETOUR UNITAIRE»	27	
3.4. INFLUENCE DU BOUILLAGE	28	
3.5. SYSTEME PERTURBE	28	
3.6. EXERCICE 3-1: COMMANDE EN COUPLE D'UN MECANISME J,F	29	
3.7. EXERCICE 3-2: COMMANDE EN VITESSE D'UN MECANISME J,F	31	
<b>4. GENERALITES SUR LES REGIMES DYNAMIQUES</b>	<b>35</b>	
4.1. INTRODUCTION	35	
4.2. PRISE EN COMPTE DES CONDITIONS INITIALES	35	
4.3. ETUDES DE REGIMES TRANSITOIRES TYPIQUES	35	
4.4. REGIME DYNAMIQUE ETABLIS: REGIME HARMONIQUE	35	
4.5. EXERCICE 4: REGIMES TRANSITOIRES SUR MECANISME J,F	35	
<b>5. SYSTEMES DU PREMIER ORDRE</b>	<b>43</b>	
5.1. DEFINITIONS	43	
5.2. FONCTION DE TRANSFERT EN BOUCLE FERMEE A RETOUR UNITAIRE	43	
5.3. COMPORTEMENT EN REGIME STATIQUE	44	
5.4. REPONSE A UNE ENTREE EN ECHOLON CONSTANT	44	
5.5. REPONSE A UNE ENTREE EN RAMPE	46	
5.6. REPONSE A UNE ENTREE SINUSOÏDALE	46	
5.7. EXERCICE 5-1: IDENTIFICATION EXPERIMENTALE D'UN SERVO-MECANISME	50	
5.8. EXERCICE 5-2: REGULATION DE LA TEMPERATURE D'UN FOUR	55	
<b>6. SYSTEMES DU DEUXIEME ORDRE</b>	<b>59</b>	
6.1. DEFINITIONS	59	
6.2. FONCTION DE TRANSFERT EN BOUCLE FERMEE A RETOUR UNITAIRE	59	
6.3. COMPORTEMENT EN REGIME STATIQUE	60	
6.4. REPONSE A UNE ENTREE EN ECHOLON CONSTANT	60	
6.5. REPONSE A UNE ENTREE EN RAMPE	67	
6.6. REPONSE A UNE ENTREE SINUSOÏDALE	67	
6.7. EXERCICE 6: REGULATION EN TEMPERATURE D'UN LOCAL	72	
<b>7. SYSTEMES DU PREMIER ORDRE AVEC INTEGRATION</b>	<b>75</b>	
7.1. DEFINITIONS	75	
7.2. FONCTION DE TRANSFERT EN BOUCLE FERMEE A RETOUR UNITAIRE	76	
7.3. COMPORTEMENT EN REGIME STATIQUE	76	
7.4. REPONSE A UNE ENTREE EN ECHOLON CONSTANT	76	
7.5. REPONSE A UNE ENTREE EN RAMPE	77	
7.6. EXERCICE 7: ASSERVISSEMENT EN POSITION 1	79	
<b>8. LIEUX D'EVANS ET REGIMES DOMINANTS</b>	<b>81</b>	
8.1. DEFINITIONS ET GENERALITES	81	
8.2. LIEUX D'EVANS	81	
8.3. REGIMES DOMINANTS	84	
8.4. EXERCICE 8: ASSERVISSEMENT EN POSITION 2	87	
<b>9. PRÉCISION D'UN S.A.L.C.</b>	<b>91</b>	
9.1. DEFINITIONS	91	
9.2. LIEUX D'EVANS	92	
9.3. REGIMES DOMINANTS	93	
9.4. EXERCICE 9: ASSERVISSEMENT EN POSITION 2	94	
9.5. EXERCICE 9-1: ASSERVISSEMENT EN POSITION 2	95	
9.6. EXERCICE 9-2: PRÉCISION DE POSITIONNEMENT D'UN CHARGE PESANTE	107	
<b>10. STABILITE D'UN S.A.L.C.</b>	<b>99</b>	
10.1. ETUDE PARTIR DE LA F.T.F.	99	
10.2. ETUDE PARTIR DE LA F.T.F.	103	
10.3. EXERCICE 10: STABILITE D'UN SYSTEME DU 1 <sup>er</sup> ORDRE AVEC INTEGRATION	105	
10.4. EXERCICE 10-1: STABILITE D'UN SYSTEME DU 2 <sup>em</sup> ORDRE AVEC INTEGRATION	107	
<b>11. CORRECTION PROPORTIONNELLE INTEGRALE DERIVEE (P.I.D.)</b>	<b>109</b>	
11.1. EXPRESSIONS GENERALES	109	
11.2. INFLUENCE SUR LE COMPORTEMENT EN BF D'UN CORRECTEUR P.	110	
11.3. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR I. (INTEGRAL)	111	
11.4. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR D. (DERIVEE)	112	
11.5. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.I.	116	
11.6. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.D.	118	
11.7. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.I.D.	121	
11.8. EXERCICE 11: CORRECTEUR P., I., P.I., P.D. D'UN SERVO-MECANISME	123	
<b>12. AUTRES METHODES DE CORRECTION DES S.A.L.C.</b>	<b>133</b>	
12.1. EFFET D'UN ZEROU SUR LA POSITIONNEMENT DES POLES DE LA F.T.F.	133	
12.2. EFFET D'UN ZEROU SUR LA POSITIONNEMENT DES POLES DE LA F.T.F.	134	
12.3. EFFET D'UN ZEROU SUR LA POSITIONNEMENT DES POLES DE LA F.T.F.	134	
12.4. EFFET D'UN ZEROU SUR LA POSITIONNEMENT DES POLES DE LA F.T.F.	139	
12.5. EFFET D'UN ZEROU SUR LA POSITIONNEMENT DES POLES DE LA F.T.F.	144	
<b>13. REALISATIONS PRACTIQUES DE CORRECTEURS</b>	<b>147</b>	
13.1. STRUCTURE DE CORRECTEURS P.I.D. DANS LE DOMAINE «CONTINU»	147	
13.2. SYNTHESE DE CORRECTEURS DANS LE DOMAINE «DIGRETS»	148	
13.3. TECHNIQUES D'INTERFACES AVEC LE PROGRESUS	154	
13.4. EXERCICE 13: REGULATEUR NUMERIQUE A «TRANS D'ONDES»	156	
<b>14. ASSERVISSEMENTS DE PHASE</b>	<b>161</b>	
14.1. GENERALITES	161	
14.2. FONCTIONS DE TRANSFERT ET SCHEMA-BLOCS	161	
14.3. EXERCICE 14: DEMODULATEUR FM	164	
<b>15. SYSTEMES A RETARD PUR OU «A TEMPS MORT»</b>	<b>169</b>	
15.1. COMPORTEMENT ET MODELISATION EN BO	169	
15.2. COMPORTEMENT ET MODELISATION EN BF	171	
15.3. CORRECTION AVEC COMPENSATION DU TEMPS MORT	174	
15.4. EXERCICE 15-1: ASSERVISSEMENT DE COURANT DANS	175	
15.5. EXERCICE 15-2: ETUDE D'UNE REGULATION DE NIVEAU D'EAU	180	
<b>16. SYNTHESE PAR PROTOTYPAGE RAPIDE</b>	<b>187</b>	
16.1. METHODOLOGIE ET OUTILS	187	
16.2. EXERCICE 16: PROTOTYPAGE D'UNE REGULATION DE DEBIT D'AIR	189	
<b>DEUXIEME PARTIE</b>		
Problèmes de synthèse		
Exercices de solutions		
<b>17. ASSERVISSEMENT SUR POSTE DE DECOUPE</b>	<b>199</b>	
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	199	
ÉNONCÉ	201	
SOLUTION	202	
<b>18. REGULATION DE TEMPERATURE D'UN FOUR</b>	<b>211</b>	
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	211	
ÉNONCÉ	213	
SOLUTION	214	
<b>19. ETUDE D'UN CAPTEUR DE VITESSE</b>	<b>217</b>	
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	217	
ÉNONCÉ	218	
SOLUTION	220	
<b>20. ASSERVISSEMENT EN VITESSE D'UN TRACTEUR</b>	<b>225</b>	
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	225	
ÉNONCÉ	227	
SOLUTION	229	
20.2. ASSERVISSEMENT EN POSITION DE LA BALANCE	231	
FONCTION	236	
SOLUTION	237	
<b>ANNEXES</b>	<b>241</b>	
1- TABLIQUES RELATIVES AUX SYSTEMES DU DEUXIEME ORDRE	241	
2- TABLIQUES RELATIVES AUX SYSTEMES DU DEUXIEME ORDRE	245	
<b>INDEX</b>	<b>249</b>	
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>253</b>	



## Didacticiel gratuit « D\_CCA\_Eval »

### Objet

Le logiciel « D\_CCA » permet le **Contrôle et la Commande d'Applications** développés par la société **Didalab** dans le domaine des régulations et asservissements.

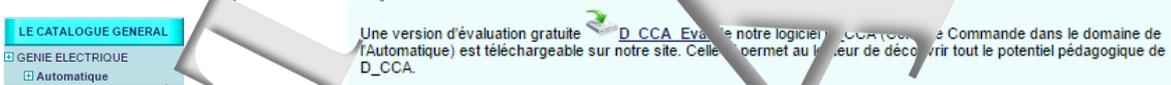
Le logiciel « D\_CCA\_Eval » a deux objectifs :

- ↳ Evaluer les possibilités du logiciel « D\_CCA » par l'exploitations d'enregistrements expérimentaux, préalablement effectués sur les applications « Didalab » et ce, sans y être relié ;
- ↳ reproduire les exploitations d'essais expérimentaux et de prototypages rapides développées dans l'ouvrage « **Automatique : régulations et asservissement** » écrit par T. Hans et P. Guyénot, ouvrage édités aux éditions « Lavoisier ».

### Téléchargement :

A partir du site : [www.didalab.fr](http://www.didalab.fr) / DIDALAB / Matériels / Didacticiels, Enseignement Technique et Supérieur.

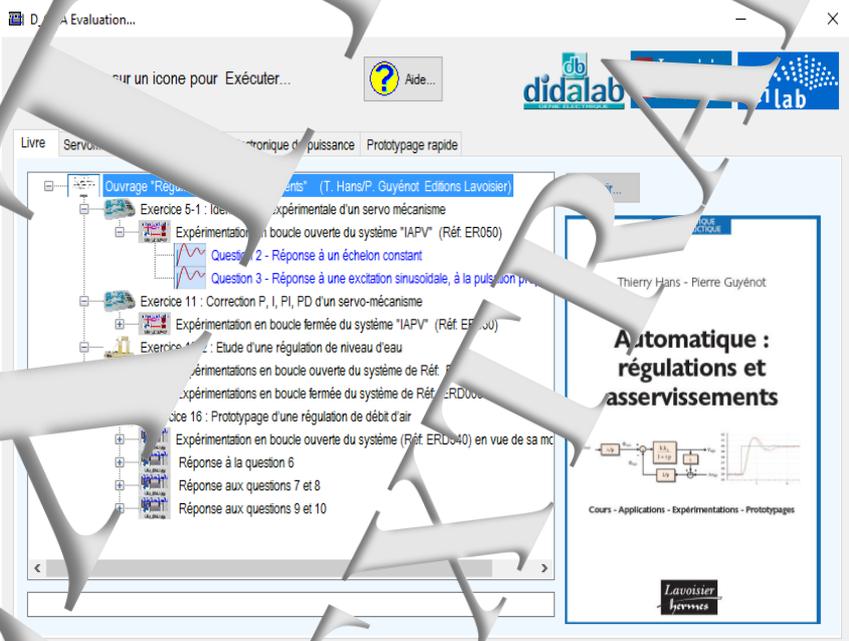
Dans le menu « LE CATALOGUE GENERAL » Cliquer' sur « GENIE ELECTRIQUE » puis sur « Automatique » et enfin sur l'icône de téléchargement :



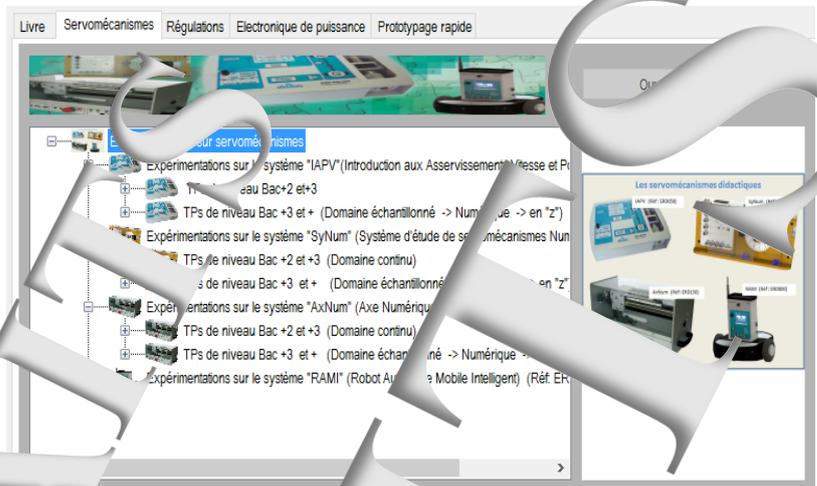
### Présentation :



→ Le menu « Livre »



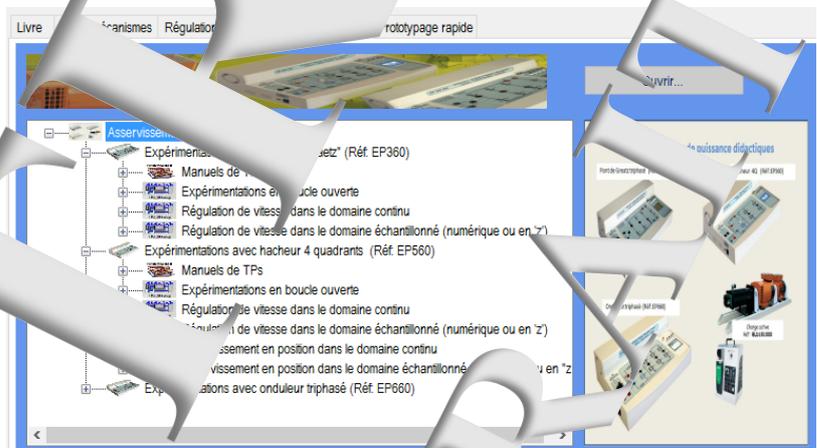
→ Le menu « Servomécanismes »



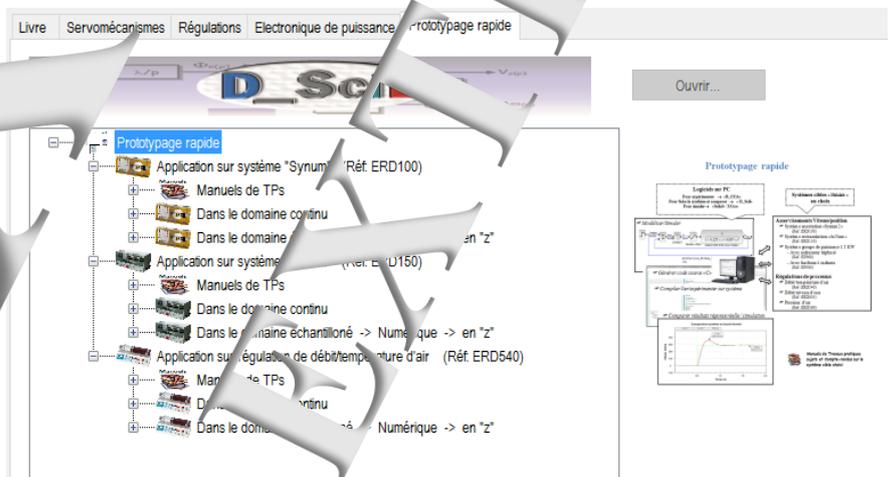
→ Le menu « Régulations »



→ Le menu « Elec de puissance »



→ Le menu « Prototypage rapide »



Version du : 16-05-2016



**didalab**  
Z.A. de la Vallée de Saint-Pierre  
Rue du Groupe Manoukian  
91100 BRANCOURT  
FRANCE



**(33) 1 30 66 08 88**  
Du lundi au vendredi  
de 9h à 12h30  
et de 14h à 18h



Fax: (33)1 30 66 72 20



**www.didalab.fr**  
E-mail: [didalab@didalab.fr](mailto:didalab@didalab.fr)