

# Régulation de débit-niveau d'eau



## Manuel de sujets de TP

- ↳ Sur le système ERD552 (à 2 colonnes)
- ↳ Dans le domaine linéaire continu

Processus  
Réf : ERD 552 000



Niveau :	CITE 2011
Post-secondaire	4
Supérieur cycle court	5

### Logiciels sur PC

D\_Reg552 (Réf: ERD 552 000)



### En Option :

D\_Scil (Réf: ERD 552 800)

Scilab-Xcos



### Documents d'accompagnement

↳ Guide technique Réf: ERD 552 010

↳ Manuels de TP dans le domaine continu

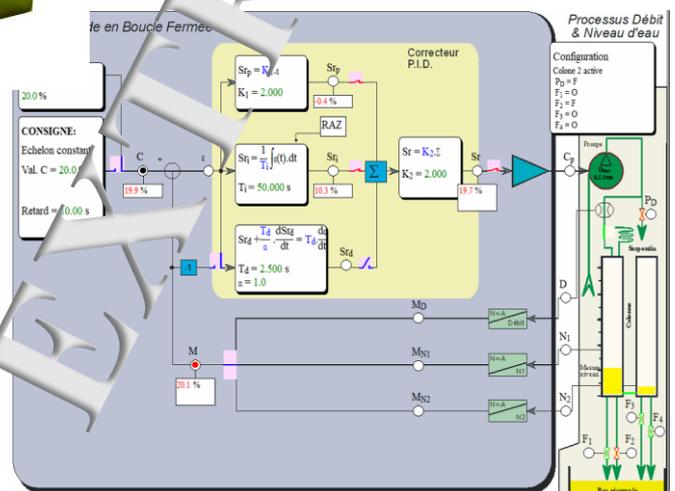
Manuel Sujets Réf: ERD 552 050

Manuel Comptes rendus Réf: ERD 552 060

↳ Manuels de TP dans le domaine échantillonné

Manuel Sujets Réf: ERD 552 050

Manuel Comptes rendus Réf: ERD 552 060



1

EXTRAITS  
EXTRAITS  
EXTRAITS

**SOMMAIRE:**

Référence	Thème	Page
TP1-BO	Etude système niveau d'eau en Boucle ouverte (BO)	5
TP2-BFP	Etude en Boucle Fermée (BF) correction Proportionnelle (P)	17
TP3-BFPI	Etude en BF avec correction I. (Intégrale) et (PI)	29
TP4-RT	Etude de système niveau d'eau avec retour	41
TP5-DE	Etude du système de débit d'eau	53
TP6-C	Régulation cascade ; Niveau d'eau avec débit d'eau asservi	65

**Configuration préalable avant la réalisation proprement dite des TPs**

↳ **Calibrage du capteur de niveau**

Avant le début d'un TP, il est conseillé d'effectuer une calibration du capteur de niveau.

→ Lancer le logiciel de contrôle commande « D\_Reg552 »

'Cliquer' sur l'icône:

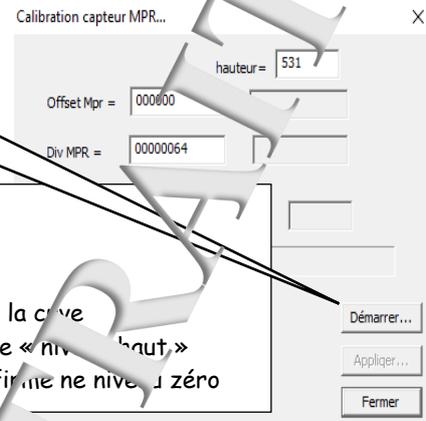


→ 'Cliquer' sur :



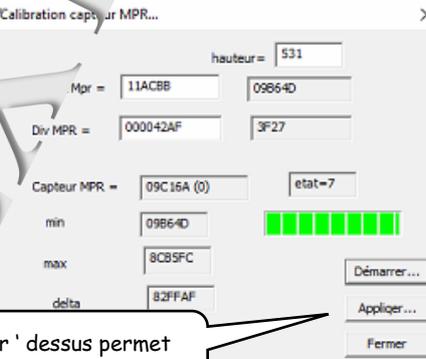
Il y a alors ouverture de la boîte de dialogue ci-dessous

'Cliquer' sur « Démarrer » pour débuter le processus



**Processus de calibrage**  
 → Si ce n'est pas le cas, la cuve se vide automatiquement  
 → Prise de la référence « niveau zéro »  
 → La pompe se met en marche et il y a remplissage complet de la cuve  
 → A la fin du remplissage à h=50cm, il y a prise de la référence « niveau haut »  
 → Arrêt de la pompe et la cuve se vide jusqu'à h=0, ce qui confirme le niveau zéro

Pendant tout le temps que dure le processus, il y a remplissage de l'échelle d'avancement



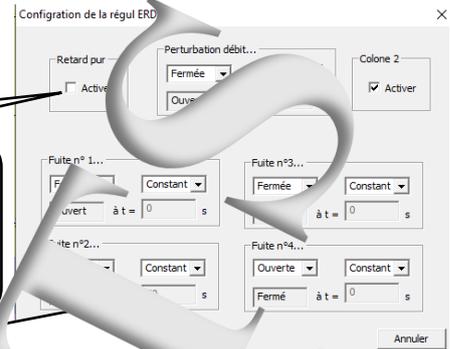
A la fin du processus, le bouton « Appliquer » devient actif. 'Cliquer' dessus permet de prendre en compte le résultat de calibration et de fermer la fenêtre.

### ⚡ Configurer les fuites

'Cliquer' dans le bloc « Configuration » dans le schéma synoptique.

Il y a alors ouverture de la boîte de dialogue ci-contre :

Sauf indication contraire, la configuration doit être celle présentée.



#### Sauf indication contraire

- Le retard pur ne doit pas être activé
- La « Perturbation débit » doit être dans l'état « Fermée » et l'évolution de type « constant » (ne change jamais)
- La colonne 2 doit être activée (vanne entre les 2 colonne reste ouverte)

Le comportement des différentes fuites doit être défini. Un scénario est défini pour chaque TP et celui-ci doit être respecté car il influe sur le comportement du système et les résultats (modèles de comportement).

Pour chaque vanne pouvant créer une fuite, il faut choisir :

- un état initial : « Ouvert » ou « Fermé »
- une évolution : « Constant » c'est-à-dire qu'il n'y aura pas de changement d'état au bout d'un temps « Retardé » il y a changement d'état au bout d'un temps à définir

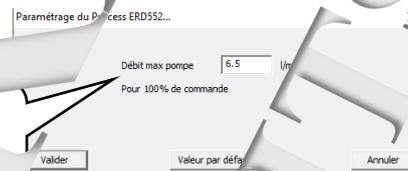
### ⚡ Définir le débit max de la pompe

→ 'Cliquer' sur:



Sauf indication contraire, le débit maxi de la pompe doit être celui présenté.

Sauf indication contraire, choisir un débit de pompe égal à 6,5 l/min (C'est la valeur par défaut pour le débit max possible)  
Pour certains TPs cette valeur pourra être imposée à une autre valeur choisie différemment.



### Ouvrage ressource

**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



Processus:  
**Débit et niveau d'eau**  
**ERD 552**

Configuration:  
**Régulation de niveau d'eau**

**SUJETS des TPs N°1**  
*Identifications en Boucle ouverte (BO)*

Niveau :	CITE 2011
Post secondaire	4
Supérieur cycle court	5

**Objectifs**

Il s'agit de déterminer les modèles de comportement statiques et dynamiques du système objet de l'étude, configuré en boucle ouverte (BO) à partir d'essais expérimentaux. Le système pourra prendre plusieurs configurations (nombre de fuites ou de colonnes, modèles seront déterminés pour un point de fonctionnement moyen, noté « point de repos »). Ces modèles de comportement (fonctions de transfert en BO) seront utilisés par la suite, dans d'autres TPs où l'on expérimentera le système en boucle fermée (BF), pour identifier les paramètres de réglages des différents correcteurs (P, PI, PID, CTM... etc), en fonction d'un cahier des charges imposé.

**SOMMAIRE:**

<b>1 - TP n°1.1 Etude du système à 3 fuites</b>	<b>3</b>
Mise en route et configuration préalable du système	3
1.1 Etude en régime statique	4
1.2 Réponse à un échelon constant	5
1.3 Etude en régime harmonique	6
1.4 Validation du modèle par simulation et comparaison	7
1.5 Influence d'une perturbation	8
<b>2 - TP n°1.2 Etude du système à 2 fuites</b>	<b>9</b>
Changements dans la définition du processus	9
2.1 Etude en régime statique	9
2.2 Réponse à un échelon constant	9
2.3 Etude en régime harmonique	9
2.4 Validation du modèle par simulation et comparaison	9
2.5 Influence d'une perturbation	10
2.6 Tableau de comparaison	10
<b>3 - TP n°1.3 Etude du système à 1 colonne et 2 fuites</b>	<b>11</b>
Changements dans la définition du processus	11
3.1 Etude en régime statique	11
3.2 Réponse à un échelon constant	11
3.3 Etude en régime harmonique	11
3.4 Validation du modèle par simulation et comparaison	11
<b>4 - TP n°1.4 Etude du système à 0 fuite</b>	<b>12</b>
Changements dans la définition du processus	12
4.1 Etude en régime statique	12
4.2 Réponse à un échelon constant	12
4.3 Validation du modèle par simulation et comparaison	12

EXTRAITS  
EXTRAITS  
EXTRAITS

# 1 - TP N°1.1 ETUDE DU SYSTEME A 3 FUITES

- Une fuite sur colonne 1 et 2 fuites sur colonne 2 (Configuration repérée 1F-2F)
- Débit Maxi pompe = 6,5 l/min

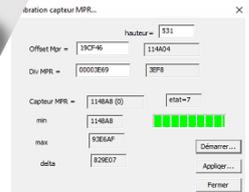
## Mise en route et configuration préalable du système

- Lancer le logiciel de contrôle commande « D\_Reg552 »
- Cliquer sur l'icône



- Après le lancement du logiciel il est utile de lancer une calibration des capteurs de niveau :

'cliquer' sur le « Configurer » de la barre des menus puis sur « Calibration capteur MPP... » ce qui a pour effet d'ouvrir la boîte de dialogue ci-contre :



'Cliquer sur « Démarrer », attendre fin processus (barre de progression remplie) puis 'Cliquer' sur « Appliquer »

- Choisir le mode de commande "En boucle ouverte":



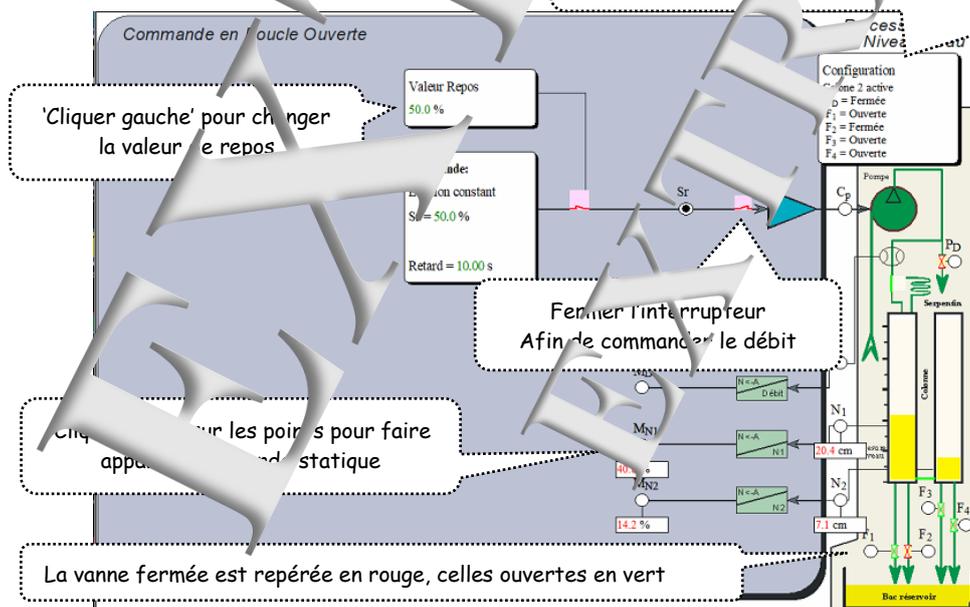
- Connecter la vanne régulateur, repérée par la commande 'Cp':

- Positionner des sondes de mesure sur les niveaux des mesures des niveaux de fuite "N1" ; "N2" ; "MN1" ; "MN2": pour cela "cliquer" dans les zones circulaires.
- Faire un clic gauche pour le point de mesure "Sr"
- Choisir une période d'échantillonnage de "Mesure" de 15 de "Correcteur externe" de 15



## Schéma synoptique pour configuration des essais

'Cliquer gauche' dans le bloc « Configuration » pour définir l'état des vannes de fuites.

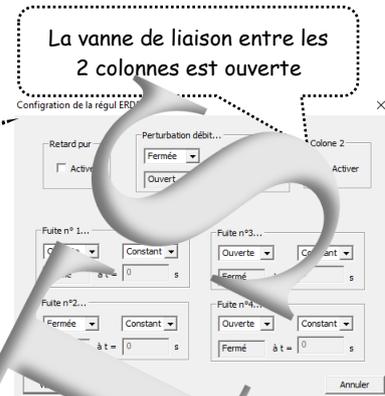


## a/ Définir la configuration des fuites

→ Cliquer sur le bloc « Configuration », ce qui a pour effet d'ouvrir la boîte de dialogue ci-contre :

Le « Retard pur » ne doit pas être activé et la vanne de « Perturbation débit » doit être dans l'état « Fermée » en mode « Constant » (restera constamment fermée)

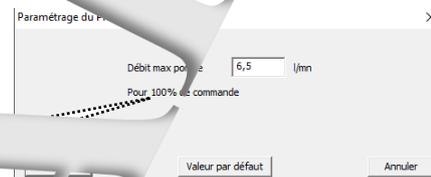
Choisir pour chacune des fuites son état et le mode « Constant » ce qui signifie que les vannes ne changeront pas d'état au cours du temps. Pour ce premier TP, seule la vanne F2 restera ouverte.



## b/ Paramétrer la commande de pompe

Ce paramétrage a pour but d'adapter le débit maxi de la pompe à la configuration des fuites choisie. Il permet en fait d'obtenir un coefficient de transfert statique le plus proche possible de 1 (à une plage de commande en Sr 0-100% correspondra une plage de mesure du niveau en MNiv1 0-100%, soit une plage de niveau d'eau 0-50cm)

Pour ce faire, cliquer sur le « Paramétrage » de la barre des menus principale ou sur « Paramétrage partie opérative » ce qui a pour effet, après validation « mot de passe », d'ouvrir la boîte de dialogue ci-contre :



Dans le cas d'une expérimentation du système avec les trois fuites ouvertes, la valeur maxi 6,5 l/min permet normalement de satisfaire la contrainte définie.

Cliquer sur « Valider » pour entériner le choix

## 1.1 Etude en régime statique

### 1.1.1 Expérimentations

→ Vérifier que la contrainte précédemment énoncée est respectée : à une plage de commande en Sr 0-100% correspondra une plage de mesure du niveau en MNiv1 0-100%, soit une plage de niveau d'eau 0-50cm.

Pour cela, choisir une valeur de repos de 50%. Attendre que le niveau d'eau soit stabilisé. Ce niveau doit être proche de 25 cm soit une mesure en MNiv1 = 50%.

Si ce n'est pas sensiblement le cas, il faut éventuellement modifier la valeur du paramètre « Débit max pompe » puis refaire la mesure.

→ Pour différentes valeurs de repos, comprise entre 0 et 100%, par pas de 10% relever, après stabilisation des signaux de mesure des niveaux notés « MN1 » et « MN2 » les valeurs affichées.

Relever également les hauteurs d'eau atteintes dans les cuves.

Pour changer la valeur de repos il suffit de cliquer dans le bloc repéré "Valeur de repos" et d'introduire une nouvelle valeur.

→ Tracer les caractéristiques (valeurs)  $M_{N1} = f_n(S_r)$  et  $M_{N2} = f_n(S_r)$  (par logiciel « Excel » par exemple)

→ Demander (sous « Excel ») la détermination et la visualisation de l'équation de la courbe de tendance.

### 1.1.2 Exploitation

Pour chacun des relevés (Niveau colonne 1 puis Niveau colonne2)

→ Montrer que cette caractéristique peut être considérée comme linéaire.

→ Faire l'équation de la courbe de tendance à l'aide de deux points adaptés.

→ Déterminer la valeur de repos de la mesure du niveau notée  $M_{N0}$

→ En déduire la valeur du coefficient de transfert statique défini par :  $G_o = \frac{M_{N0}}{S_{r0}}$

→ En déduire la valeur du coefficient de transfert en variation autour du point de repos :  $G_{vo} = \frac{\Delta M_N}{\Delta S_r}$

→ En déduire les blocs de transfert statique et en variation ainsi que celui du capteur  $\mu = \frac{M_N}{N}$  en %/cm

Remarque : Normalement le coefficient du transfert du capteur de niveau doit être  $\mu = 2 \text{ %/cm}$

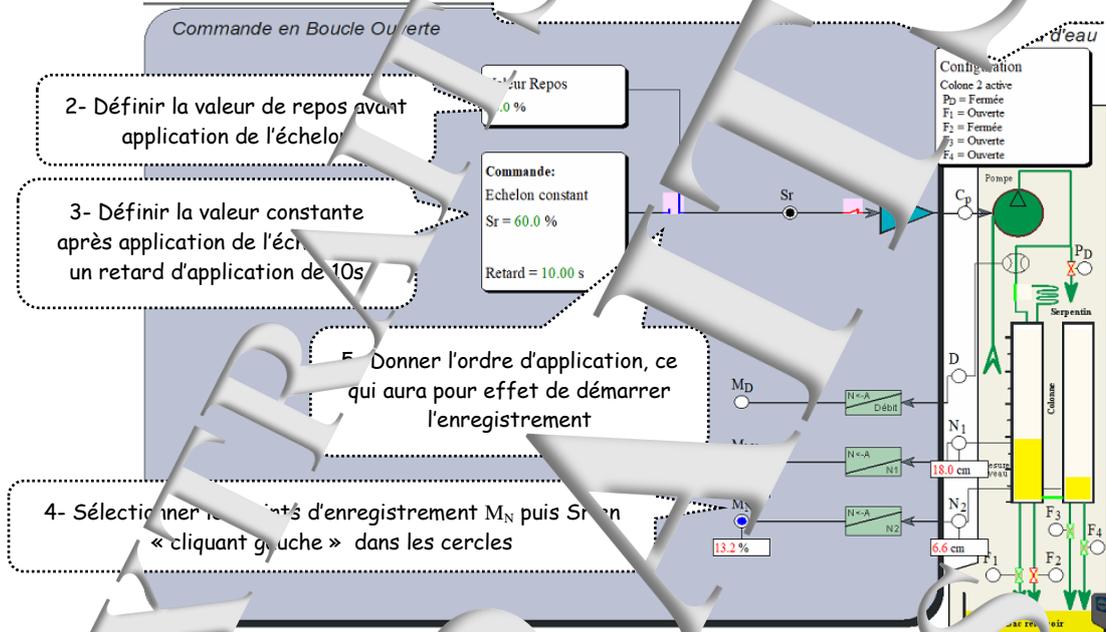
## 1.2 Réponse à un échelon constant

### 1.2.1 Expérimentation

On souhaite relever la réponse temporelle suite à une variation de la commande  $\pm 15\%$  du point de repos  $S_{r0} = 35\%$

→ Effectuer dans l'ordre indiqué

Vérifier l'état des vannes dans un premier temps, seule la vanne  $F_2$  sera en position « Ferme »



2- Définir la valeur de repos avant application de l'échelon

3- Définir la valeur constante après application de l'échelon et un retard d'application de 10s

5- Donner l'ordre d'application, ce qui aura pour effet de démarrer l'enregistrement

4- Sélectionner les points d'enregistrement  $M_N$  puis  $Sr$  en « cliquant gauche » dans les cercles

→ Visualiser la réponse temporelle en « cliquant » sur le bouton

On peut cliquer sur le bouton pour obtenir des explications sur la façon de procéder.

→ Adapter les échelles grâce au bouton en X, grâce au bouton en Y, grâce au bouton afin que la partie intéressante de la courbe occupent l'ensemble de l'écran. Une autre solution est d'utiliser la fonction « Zoom » en 'Cliquant' droit sur l'écran puis en 'Cliquant' sur « Zoom » puis par un 'Clicer-Glisser'.

### 1.2.2 Exploitation

→ Pour chacun des 2 niveaux :

Déterminer la constante de temps dominante en « cliquant » sur le bouton et en positionnant les sondes demandées (Cliquez sur bouton pour explications éventuelles)

Déterminer le temps de réponse à 5% noté  $t_{r5\%}$  en « cliquant » sur le bouton et en positionnant les sondes demandées (Cliquez sur bouton pour explications éventuelles)

→ Inscrivez en zone commentaire vos noms et groupe de TP.

→ Faire un "copier Ctr/C - coller CTR/V" dans un document "Word" en vue de la rédaction de votre compte rendu et lancer une impression en mode "paysage" (configuration imprimante).

→ Justifiez, à partir de la réponse expérimentale obtenue et de ses exploitations, que le processus étudié n'est pas parfaitement d'ordre 1.

→ Affiner et exploiter ultérieurement ce relevé expérimental, effectuer des enregistrements sous les différents formats proposés :

↳ 'Fichier' puis 'Enregistre sous...' pour un enregistrement de type \*.reg

↳ 'Fichier' puis 'Exporter...' pour un enregistrement de type \*.txt

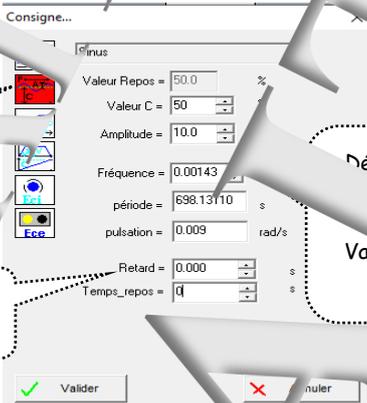
↳ 'Fichier' puis 'Exporter Xml...' pour un enregistrement de type \*.xml

→ En fonction des différentes caractéristiques de la réponse temporelle, proposer une fonction de transfert plausible.

## 1.3 Etude en régime harmonique

### 1.3.1 Expérimentations

- Choisir une valeur de repos égale à  $S_r = S_{r0}$
  - Choisir une commande de type "Sinusoïdal" et une "Valeur C" égale à  $S_r$
- pour cela "cliquer" sur le bloc "Commande" puis sur le bouton , introduire la valeur de l'amplitude "A" égale à 15%, puis la valeur de la fréquence, et enfin "cliquer" sur "Valider".
- Valider les points d'enregistrement : d'abord  $M_1$  puis  $S_r$ , en "cliquant" dessus.



Cette boîte de dialogue s'ouvre en 'cliquant' sur le bloc 'Consigne'

Sélectionner une commande en sinus en 'cliquant' sur ce bouton

Dans ce cas le retard d'application après le début de l'enregistrement peut être nul.

Définir les valeurs caractéristiques du signal qui sera appliqué après l'opération du commutateur: Valeur Moyenne, Amplitude, Fréquence (ou Période ou Pulsation)

#### Essai n°1 à la pulsation particulière $\omega = 1/\tau_{1Niv1}$

- Appliquer la commande définie en "cliquant" sur le commutateur , ce qui aura également pour effet de démarrer l'enregistrement

#### Pour chacune des 2 mesures de niveau (Niveau colonne 1 puis Niveau colonne 2)

- Sélectionner les bons signaux (Ex :  $M_{Niv1}$  et  $S_r$  (colonne 1))
- Visualiser la réponse temporelle en cliquant sur le bouton 
- Déterminer les caractéristiques essentielles de la réponse temporelle (Rapport des valeurs moyennes ; Rapport des amplitudes et déphasage) en cliquant sur la bouton 

- 'Cliquer' sur bouton  pour explications éventuelles
- Inscrivez en zone commentaires vos noms et groupe de TP.
- Faire un "copier Ctr/C - coller CTR/V" dans un document "Word" en vue de la rédaction de votre compte rendu ou lancer une impression en mode "paysage" ("configuration imprimante").

### 1.3.2 Exploitation

#### Essai n°1 à la pulsation particulière $\omega = 1/\tau_{1Niv1}$

- Vérification du rapport des amplitudes et du déphasage
- Le comparer au rapport de gain et au déphasage statique déterminés précédemment.
- Vérifier le rapport des amplitudes et le déphasage dans l'hypothèse d'un modèle d'ordre 1

#### Essai n°2 à la pulsation particulière $\omega = 2/\tau_{1Niv1}$

- En déduire la valeur de la constante de temps non dominante ( $\tau_2$ ) et proposer un modèle plus fidèle<sup>1</sup>.
- Vérifier le rapport des amplitudes et le déphasage à partir du modèle d'ordre 2.

<sup>1</sup> Ouvrage « Automatique : régulations et asservissements » T. Hans aux Editions Lavoisier Chapitre 6

## 1.4 Validation du modèle par simulation et comparaison

### 1.4.1 Pour le niveau colonne 1

#### 1.4.1.1 Simulation sous « Scilab-Xcos »

→ Lancer le logiciel « Scilab » par l'icône

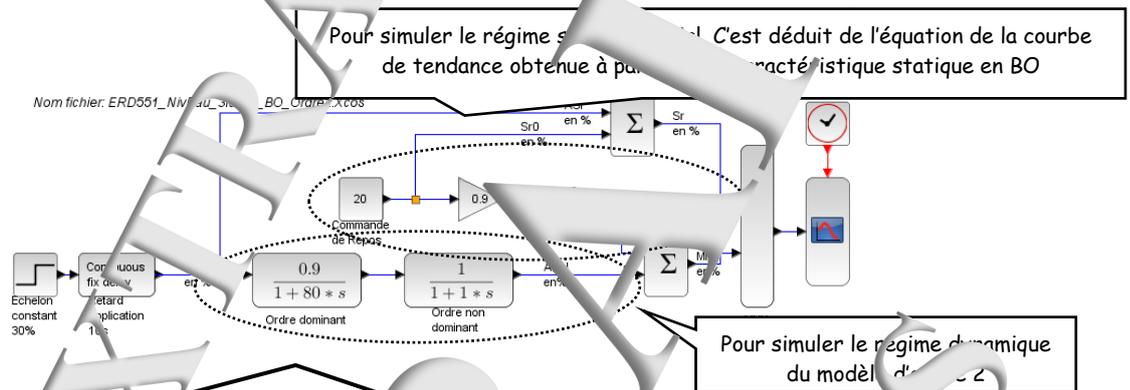


→ Lancer l'application « Xcos » par 'Applications' puis en cliquant sur le



bouton

→ Construire le schéma de simulation du modèle d'ordre 2

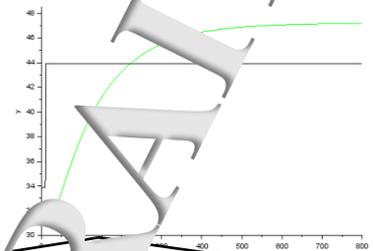


Remarque : Il faut noter que les valeurs numériques sont proches au système expérimenté. La répétabilité d'un système à notre n'est pas garantie mais on peut retrouver les mêmes ordres de grandeurs

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



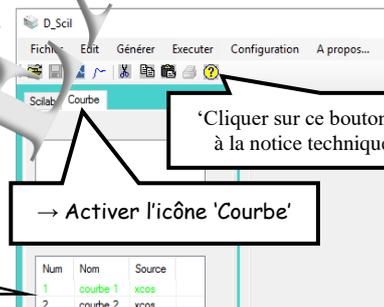
On obtient alors le résultat de simulation sous la forme des courbes temporelles données ci-dessous.



Pour changer les échelles 'Cliquer' sur le bloc et modifier les paramètres « Ymin vector » ; « Ymax vector » et « refresh period »  
Et la plage de temps de simulation : Simulation » puis « Configuration » puis « Temps d'intégration final »

#### 1.4.1.2 Comparaison et validation grâce au logiciel « D\_Scil »

Alors que le résultat de simulation (courbe de réponse) est affiché, 'Cliquer' sur « Outils » puis sur « D\_Scil courbes ». Cela aura pour effet de lancer le logiciel « D\_Scil » accompagné de du résultat de simulation.

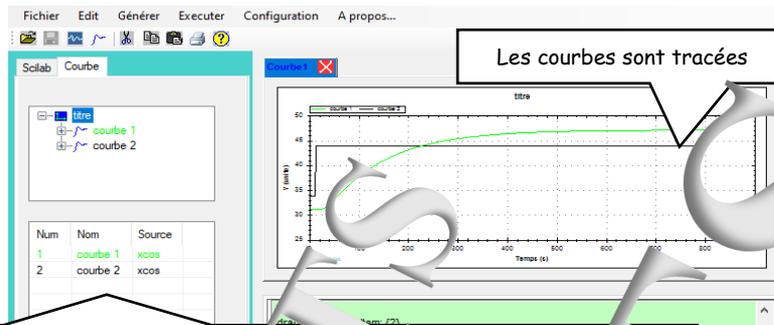


'Cliquer' sur ce bouton pour accéder à la notice technique du logiciel

→ Activer l'icône 'Courbe'

Le transfert a été exécuté  
Les deux courbes de résultat de simulation sont présentes

→ Faire tracer les courbes résultats de simulation par des 'cliquer-glisser' vers la fenêtre supérieure



Les labels peuvent être changés par un 'Clic droit' puis « Editer », ou par un clic sur le bouton « Editer » qui se trouve dans la fenêtre supérieure

→ Pour tracer sur le même plan la réponse expérimentale, il faut charger le fichier au format Xml, sauvegardé en fin d'expérimentation sur système

Les courbes transférées en 'Clicant' sur l'icône  ou par « Fichier » puis « Importer courbes » (ou par « Fichier » puis « Importer courbes ») avant de les transférer dans la fenêtre supérieure pour être affichées

Num	Nom	Source
1	courbe 1	xcos
	courbe 2	xcos
	Sortie R...	d_cca
2	Niv1	d_cca

→ Comparer les courbes. La comparaison est concluante car les courbes chevauchent de façon satisfaisante. Si ce n'est pas le cas :

→ Fermer le logiciel « Scilab » (**C'est impératif**)

→ Changer éventuellement les coefficients dans le schéma de simulation et procéder à une nouvelle comparaison.

→ En déduire la variation de transfert de variation au tour du point de fonctionnement

## 1.4.2 Pour le niveau colonne 2

Idem niveau colonne 1

## 1.5 Influence d'une perturbation

### 1.5.1 Expérimentation

Le système étant dans un état stable et au repos, il s'agit d'étudier l'influence sur les mesures du niveau de la l'ouverture d'une vanne de fuite (F3 par exemple)

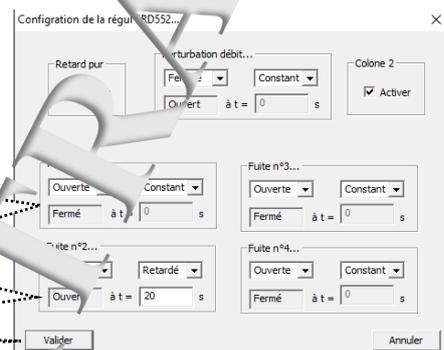
→ Changer la configuration en 'cliquant' le bloc

« Configuration »,

Les vannes de fuites F1, F3 et F4 seront constamment dans l'état « Ouverte »

La vanne de fuite F2 sera au départ « fermée », puis elle s'ouvrira avec un retard de 20s

Puis valider la configuration choisie



→ Choisir une valeur de repos  $S_{r0} = 100\%$  et une « commande » en « échelon constant » de 50%.

→ Attendre la stabilisation du niveau.

→ Appliquer la commande et visualiser l'évolution de la mesure

→ Attendre le régime transitoire

→ Enregistrer les données en vue d'une utilisation ultérieure pour la comparaison de courbes de réponse.

### 1.5.2 Exploitation

→ Analyser les effets de la perturbation

- d'un point de vue statique : variation du niveau en régime établi

- d'un point de vue dynamique : constante de temps, temps de réponse à 5%.

## 2 - TP N°1.2 ETUDE DU SYSTEME A 2 FUITES

- Une fuite sur colonne 1 et 1 fuite sur colonne 2 → (Configuration repérée 1F-1F)
- Débit Max pompe = 4,5 l/min

### Changements dans la définition du processus

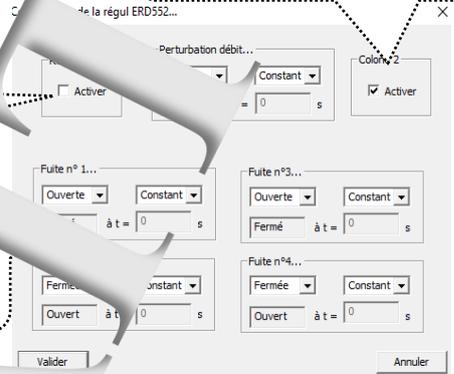
#### a/ Changer la configuration des fuites

→ Cliquer sur le bloc « Configuration », ce qui a pour effet d'ouvrir la boîte de dialogue ci-contre :

Le « Retard pur » ne doit pas être activé, la vanne de « Perturbation du débit » doit être dans l'état « Fermée » en mode « Constant » (respectivement fermée)

Choisir pour les fuites F1 et F3 l'état « Ouverte » et le mode « Constant » et pour les fuites F2 et F4 l'état « Fermée » et le mode « Constant »

'Cliquer' sur « Valider » pour entériner ce choix



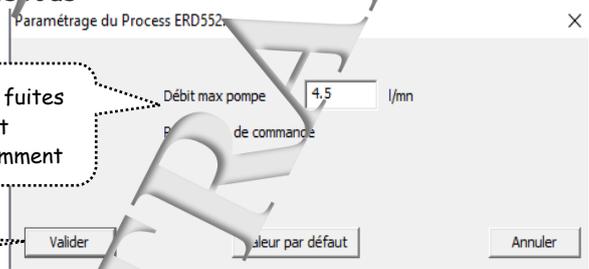
#### b/ Changement dans le paramétrage du débit Max de la pompe

Ce paramètre a pour but d'adapter le débit maximal de la pompe à la configuration des fuites choisie. Il permet en fait de choisir un coefficient de transfert statique le plus proche possible de 1 (à une plage de commande  $S_r$  0-100% correspondra une plage de mesure de niveau en  $M_{Niv1}$  0-5 cm soit une plage de niveau d'eau 0-5 cm)

→ Cliquer sur le « Configurer » dans le menu des menus principaux, puis sur « Paramétrage partie opérative... » ce qui a pour effet, après validation « mot de passe », d'ouvrir la boîte de dialogue ci-dessous :

Dans le cas d'une expérimentation du système avec deux fuites ouvertes, la valeur du paramètre 4,5 l/min permet normalement de satisfaire la contrainte définie précédemment

'Cliquer' sur « Valider » pour entériner ce choix



### 2.1 Etude en régime statique

Idem chapitre 1.1

### 2.2 Réponse à un échelon constant

Idem chapitre 1.2

### 2.3 Etude en régime harmonique

Idem chapitre 1.3

### 2.4 Validation du modèle par simulation et comparaison

Idem chapitre 1.4

## 2.5 Influence d'une perturbation

### 2.5.1 Expérimentation

Idem chapitre 1.6 mais avec le changement dans la configuration des fuites. Le système étant dans un état stable au point de repos, il s'agit d'étudier l'influence sur les mesures des niveaux de l'ouverture d'une des 2 vannes fermées (F2 par exemple)

→ Changer la configuration en cliquant le bloc « Configuration »,

→ Choisir une valeur de repos  $S_{r0} = 50\%$  et une « commande » en « échelon constant » également de 50%.

→ Attendre la stabilisation du niveau.

→ Appliquer la commande et visualiser l'évolution de la mesure

→ Attendre la fin du régime transitoire

→ Enregistrer la courbe en vue d'une utilisation ultérieure pour la comparaison de courbes de réponse.

### 2.5.2 Exploitation

→ Analyser les effets de la perturbation

- d'un point de vue statique : variation du niveau en régime établi
- d'un point de vue dynamique : constante de temps, temps de réponse à 5%.

## 2.6 Tableau de comparaison

→ Reporter les différents résultats expérimentaux obtenus dans des 2 TP dans le tableau ci-dessous

Système à	Réponse à un échelon constant				Influence d'une perturbation (Fermeture d'une vanne)		
	$G_0$	$G_{v0}$	$\tau$ dominante	$t_{r5\%}$	$\Delta N \rightarrow \Delta N$	$\tau$ dominante	$t_{r5\%}$
3 fuites							
2 fuites							

→ Tirer des conclusions pertinentes de ces résultats.

### 3 - TP N°1.3 ETUDE DU SYSTEME A 1 COLONNE ET 2 FUITES

- Liaison entre colonnes fermée et 2 fuites sur colonne 1 (Configuration repérée 1C-2F)
- Débit Max pompe = 6,5 l/min

#### Changements dans la définition du processus

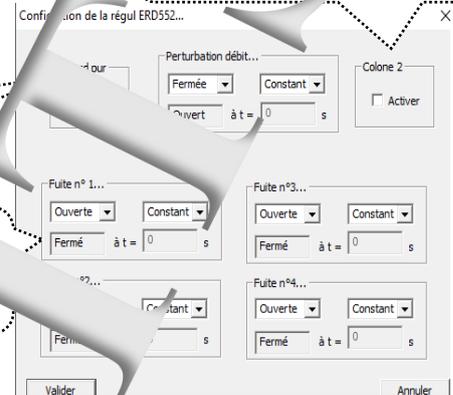
##### a/ Changer la configuration des fuites

- Cliquer sur le bloc « Configuration », ce qui a pour effet d'ouvrir la boîte de dialogue ci-contre

Le « Retard pur » ne doit pas être activé et la vanne de « Perturbation du débit » doit être dans l'état « Fermée » en mode « Constant » (restera constante et fermée)

Choisir pour les fuites F1 et F2 l'état « Ouverte » et le mode « Constant » et pour les fuites F3 et F4 l'état « Ouvert » et le mode « Constant »

'Cliquer' sur « Valider » pour entériner ce choix



##### b/ Changement dans le paramétrage du débit Max de la pompe

Ce paramétrage a pour but d'adapter le débit max de la pompe à la configuration des fuites choisies. Il permet en fait d'obtenir un coefficient de transfert statique le plus proche possible de 1 (à une plage de commande en Sr 0-100% correspondra une plage de mesure niveau en  $M_{Niv1}$  0-100%, soit une hauteur de niveau d'eau 0-50cm)

- 'Cliquer' sur le « Configurer » de la barre des menus principaux, puis sur « Paramétrage partie opérative... » pour effet, après validation « mot de passe », d'ouvrir la boîte de dialogue ci-dessous :

Dans le cas d'une expérimentation du système avec deux fuites ouvertes, la valeur du débit max de 6,5 l/min permet normalement de satisfaire la contrainte précédemment

'Cliquer' sur « Valider » pour entériner ce choix



#### 3.1 Etude en régime statique

Idem chapitre 1.1

#### 3.2 Réponse à un échelon constant

Idem chapitre 1.2

#### 3.3 Etude en régime harmonique

Idem chapitre 1.3

#### 3.4 Validation du modèle par simulation et comparaison

Idem chapitre 1.4

## 4 - TP N°1.4 ETUDE DU SYSTEME A 0 FUITE

- Toutes les vannes de fuites seront dans l'état fermé → (Configuration notée OF)
- Débit Max pompe = 6,5 l/min

### Changements dans la définition du processus

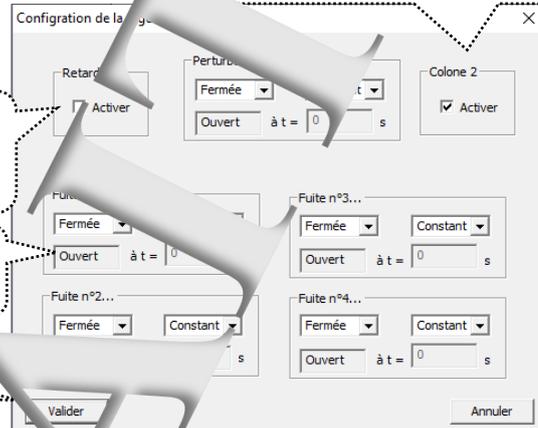
#### a/ Changer la configuration des fuites

- Cliquer sur le bloc « Configuration », ce qui a pour effet d'ouvrir la boîte de dialogue ci-contre :

Le « Retard pur » ne doit pas être activé et la vanne de « Perturbation du débit » doit être dans l'état « Fermée » en mode « Constant » (restera constamment fermée)

Toutes les fuites seront dans l'état 'Fermée' en mode 'Constant'

'Cliquer' sur « Valider » pour entériner ce choix



La vanne de niveau entre les 2 colonnes est ouverte

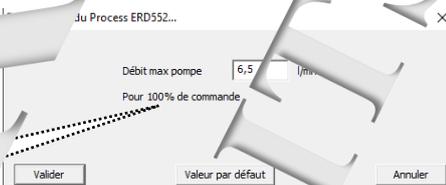
#### b/ Changement de la paramétrage du débit Max de la pompe

Dans ce TP, on choisira le débit de pompe Max à la valeur 6 l/min

Pour ce faire, cliquer sur le « Configuration de la pompe » dans la barre de menus principaux, puis sur « Paramétrage de la pompe opérative... » ce qui a pour effet, après validation « mot de passe », d'ouvrir la boîte de dialogue ci-contre :

Vérifier qu'il y a la bonne valeur et la changer

'Cliquer' sur « Valider » pour entériner ce choix



### 4.1 Etude en régime statique

→ Expliquer, justifier le comportement du système en régime statique (niveau d'eau, vannes restant fermées et une commande constante).

### 4.2 Réponse à un échelon constant

- A partir d'un état de repos avec une valeur de 0%, appliquer un échelon constant de 50%.
- Visualiser la réponse temporelle obtenue et l'exploiter en vue de terminer le modèle de comportement (IRBDO).

### 4.3 Validation du modèle par simulation et comparaison

Idem chapitre 3

# RESSOURCES

## Ouvrage

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

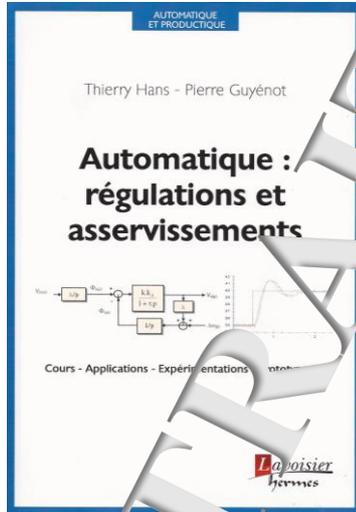
Auteurs : HANS Thierry, GUYÉNOT Pierre

Langue : Français

Date de parution : 06-2014

Ouvrage 305 p. - 16,4x24 cm - Broché

ISBN : 9782746246317



## Sommaire

<b>PREMIERE PARTIE</b>	
Eléments de cours	
Exercices d'applications : énoncés - solutions	
<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>10</b>
1.1. GENERALITES	10
1.2. CLASSIFICATIONS	10
1.3. CARACTERISATION DU COMPORTEMENT	10
1.4. METHODOLOGIE ET OUTILS	10
<b>2. LA TRANSFORMATION DE LAPLACE</b>	<b>19</b>
2.1. DEFINITION	19
2.2. PROPRIETES	19
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 BOULAGE	27
3.5. SYSTEME FERRURES	27
3.6. EXERCICE 3-1: COMMANDE EN COUPLE D'UN MECANISME J.F	27
3.7. EXERCICE 3-2: COMMANDE EN VITESSE D'UN MECANISME J.F	27
<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	36
4.4. REGIME DYNAMIQUE ETABLI: REGIME HARMONIQUE	37
4.5. EXERCICE 4 : REGIMES TRANSITOIRES SUR MECANISME J.F	39
<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	43
5.4. REPONSE A UNE ENTREE EN ECHELON CONSTANT	44
5.5. REPONSE A UNE ENTREE EN RAMPE	40
5.6. REPONSE A UNE ENTREE SINUSOIDALE	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 ECHELON CONSTANT	60
6.5. REPONSE A UNE ENTREE EN RAMPE	67
6.6. REPONSE A UNE ENTREE SINUSOIDALE	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	75
7.3. COMPORTEMENT EN REGIME STATIQUE	76
7.4. REPONSE A UNE ENTREE EN ECHELON CONSTANT	76
7.5. REPONSE A UNE ENTREE SINUSOIDALE	77
7.6. EXERCICE 7: ASSERVISSEMENT EN POSITION 1	79

<b>8. LIEUX D'EVANOUISSEMENT DOMINANTS</b>	<b>81</b>
8.1. DEFINITIONS	81
8.2. LIEUX D'EVANOUISSEMENT	81
8.3. REGIMES DOMINANTS	84
8.4. EXERCICE 8: ASSERVISSEMENT EN POSITION 2	87
<b>9. PRECISION D'UN S.A.L.C.</b>	<b>91</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>91</b>
9.1. EXPRESSIONS GENERALES	91
9.2. PRECISION STATIQUE	91
9.3. PRECISION EN RAMPE (OU EN VITESSE)	92
9.4. RECAPITULATIF: TABLEAU DE PRECISION	93
9.5. EXERCICES: PRECISION EN RAMPE	94
9.6. EXERCICE 9: ASSERVISSEMENT EN POSITION 3	96
<b>10. STABILITE</b>	<b>99</b>
10.1. ETUDE ANALYTIQUE DE LA STABILITE	99
10.2. ETUDE ANALYTIQUE DE LA STABILITE	103
10.3. EXERCICE 10: STABILITE D'UN SYSTEME DU 1 <sup>er</sup> ORDRE AVEC INTEGRATION	105
10.4. EXERCICE 10: STABILITE D'UN SYSTEME DU 2 <sup>nd</sup> ORDRE AVEC INTEGRATION	107
<b>11. CORRECTION FONCTIONNELLE 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.D. (DERIVEE)	116
11.6. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.D. (DERIVEE)	118
11.7. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.I.D.	121
EXERCICE 11: CORRECTION P.I.D. D'UN SERVO-MECANISME	123
<b>12. METHODES DE CORRECTION DES S.A.L.C.</b>	<b>133</b>
12.1. CORRECTION DES POLES DE LA TF	133
12.2. CORRECTION DES ZEROS DE LA TF	134
12.3. CORRECTION DE L'ETAT	134
12.4. CORRECTION DE LA FREQUENCE NATURELLE	139
12.5. CORRECTION DE LA DYNAMIQUE DU RETOUR D'ETAT	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 «DISCRET»	148
13.3. REALISATIONS D'INTERFACES AVEC LE PROCESSUS	154
13.4. REALISATION D'UN CORRECTEUR NUMERIQUE A «TRAIN D'ONDES»	156
<b>14. REALISATIONS PRACTIQUES DE CORRECTEURS</b>	<b>161</b>
14.1. GENERALITES	161
14.2. FONCTIONS DE TRANSFERT ET SCHEMA-BLOCS	161
EXERCICE 14: DISCOULTEUR F.M.	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 UN INDUCTEUR	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 NIVEAU D'EAU	189
<b>DEUXIEME PARTIE</b>	
Problèmes de synthèse	
Enoncés - solutions	
<b>17. ASSERVISSEMENTS SUR POSTE DE DEVOUE</b>	<b>199</b>
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	199
ENONCE	201
SOLUTION	202
<b>18. REGULATION DE TEMPERATURE DE RECUI</b>	<b>211</b>
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	211
ENONCE	213
SOLUTION	214
<b>19. ETUDE D'UN CAPTEUR DE VITESSE</b>	<b>217</b>
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	217
ENONCE	218
SOLUTION	220
<b>20. ASSERVISSEMENTS POUR 'FOLDER'</b>	<b>225</b>
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	225
ENONCE	227
20.1. ASSERVISSEMENT EN VITESSE DU MOTEUR TRACTEUR	229
SOLUTION	231
20.2. ASSERVISSEMENT EN POSITION DE LA BALANCE	235
ENONCE	236
SOLUTION	237
<b>ANNEXES</b>	<b>241</b>
1- ABACQUES RELATIFS AUX SYSTEMES DU DEUXIEME ORDRE	241
2- TABLES DE TRANSFORMEES DE LAPLACE	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** développée par la **Didalab** dans le domaine des régulations et asservissements.

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

- ↳ Evaluer les possibilités du logiciel « D\_CCA » par les exploitations d'enregistrements d'essais 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** » de T. Hans et P. Guyénot, ouvrage édités aux éditions « Lavoisier ».

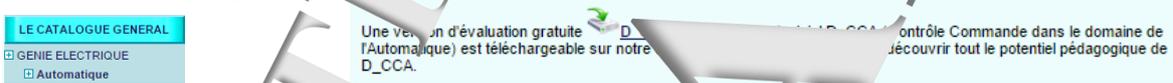
### Téléchargement :

[www.didalab.fr/](http://www.didalab.fr/)

A partir du site :

**DIDALAB : Matériels Didactiques, Enseignement Technologique Supérieur.**

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



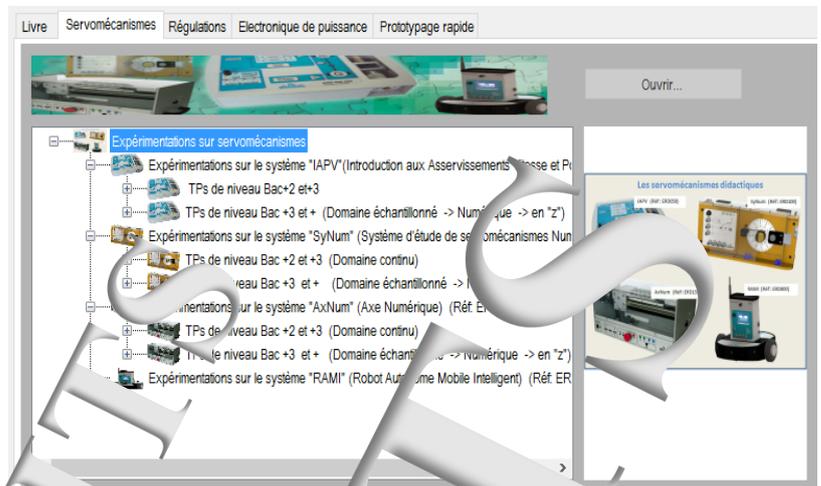
### Présentation :



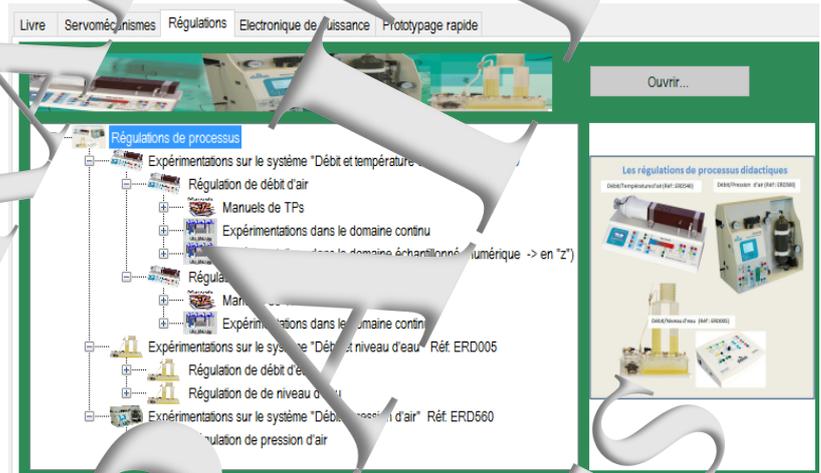
→ Le menu « Livre »



→ Le menu « Servomécanismes »



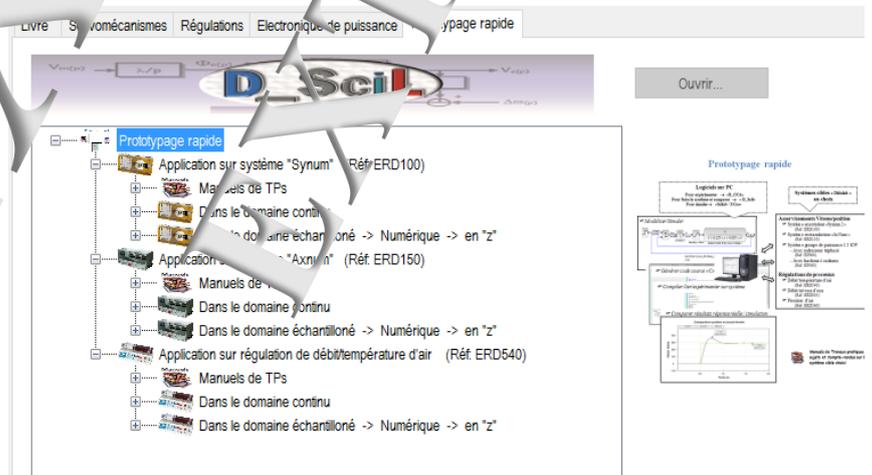
→ Le menu « Régulations »



→ Le menu « Elec de puissance »



→ Le menu « Prototypage rapide »





  
**didalab**  
GÉNIE ÉLECTRIQUE



**didalab**

S.A. de la Clef Saint-Pierre  
5, rue du Groupe Manoukian  
78990 ELANCOURT  
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)