



SOMMAIRE:

Référence	Thème	Page
TP8-PZ	En BF avec correction de type proportionnel	33
TP9-IZ	En BF avec correction de type intégrale et	33
TP10-PRN	Prototypage Rapide dans le domaine numérique	33
TP11-TOR	En BF avec correction Tout Ou Rien (TOR)	33
TP12-Flou	En BF avec correction de type 'Flou'	39
	Dossier ressources sur les systèmes numériques	45



Manuel des Travaux Pratiques
7 Sujets

Le débit d'air dans une conduite linéaire continue
 Niveau CITE 4-5 (STS; IUT; CPGE)
 ERD 540 050 Manuel Sujets (7 sujets 56 pages)
 Manuels Comptes rendus (80 pages)

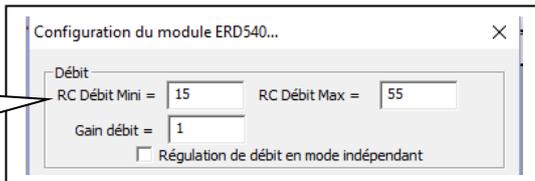
Le débit dans le domaine échantillonné et dans le domaine continu
 Niveau CITE 6-7 (Licence Ingénieur Master)
 ERD 540 060 Manuel Sujets (5 sujets 48 pages)
 Manuel Comptes rendus (52 pages)

La régulation de la température d'air
 Niveau CITE 4-5- 6-7 (STS; IUT; CPGE Licence Ingénieur Master)
 ERD 540 090 Manuel Sujets (10 sujets 84 pages)
 ERD 540 080 Manuel Comptes rendus (84 pages)

Ce manuel fait partie d'un ensemble de manuels de travaux pratiques de régulation.

Tous les Travaux Pratiques ont été réalisés dans la configuration du processus suivante :

Cliquer sur « Configuration du processus... » puis « valider » le mot de passe, dans la fenêtre de dialogue introduire les coefficients ci-contre



Ouvrage ressource

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

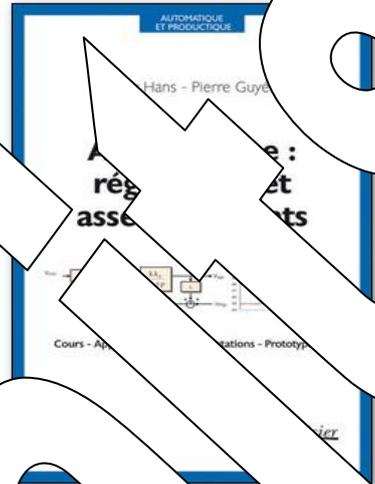
Auteurs : HANS Thierry, GUYÉNOT Pierre

Langue : Français

Date de parution : 06-2014

Ouvrage 305 p. - 16.4x24 cm - Broché

ISBN : 9782746246317



ERD540

Processus:
Débit et température d'air
ERD 540

Configuration:
Régulation de débit d'air

SUJET d'EXAMEN N°9

Régulation avec correcteur à actions multiples (I, D, Dérivé) numériques
 (Domaine échantillon)

	CITE 2011
Préface et Remarques	6
Annexes Master ou équivalent	7

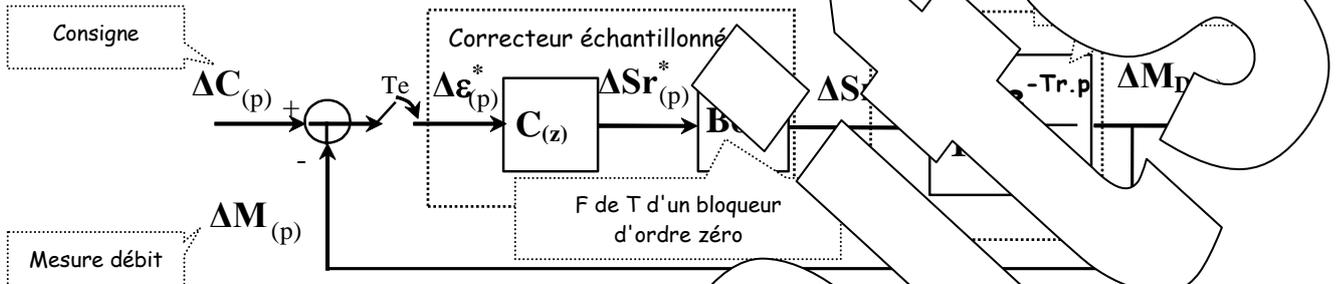
SOMMAIRE:

1 Etude avec correcteur numérique	2
1.1 Prédéterminations	2
1.1.1 Etude du correcteur numérique (ouverte)	2
1.1.2 Etude du système bouclé	2
1.2 Expérimentations	3
1.2.1 En régime d'échelon constant	3
1.2.2 En régime d'oscillation propre	5
1.2.3 En régime de rampe	6
1.2.4 Recherche de la bande passante	6
2 Régulation avec correction I, D et Dérivé	6
2.1 Prédéterminations	6
2.1.1 Pré-détermination des paramètres	7
2.1.2 Régulation avec correcteur à "vitesse" que seul à $\omega = \omega_{osc}$	7
2.2 Expérimentations	7
2.2.1 En régime d'échelon constant	7
2.2.2 En régime d'oscillation sinusoïdale	7
2.2.3 En régime de rampe	7
2.2.4 Recherche de la bande passante	7
3 Comparaison des régulateurs numériques	8
3.1 En régime d'échelon constant	8
3.1.1 Pour un système linéaire perturbé	8
3.1.2 Effet de la perturbation	8
3.2 En régime d'échelon de vitesse	8

Rappel des objectifs :

Le but est de régler une régulation d'un débit d'air
 Il s'agit d'expérimenter le système en boucle fermée, avec un correcteur numérique (échantillonné) défini par sa transformée en "z".
 Le réglage du correcteur de type Intégral (I.) puis I. + Zéro (Z.) dans le domaine échantillonné pourra être déterminé à partir du modèle identifié lors du TPn°1 sous le modèle de "Broïda".
 Le système une fois réglé devra satisfaire un cahier des charges imposé (degré de précision, rapidité de réponse).

Hypothèse: Soit le schéma bloc suivant



1 ETUDE AVEC CORRECTEUR CT (INTEGRALE)

1.1 Prédéterminations

1.1.1 Etude du correcteur isolé (en boucle ouverte)

Soit la fonction de transfert du correcteur en contre-contre:
 → Exprimer la relation de récurrence des échantillons d'entrée et de sortie en appelant multiplier par z^{-1} c'est retarder d'une période d'échantillonnage.
 → Utiliser cette relation pour la réponse à un échelon constant $A=5\%$ avec $C_0 = 2$
 → Remplir le tableau de

$$C(z) = \frac{Sr(z)}{\epsilon(z)} = \frac{C_0}{1-z^{-1}}$$

n =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S										

que donner la structure d'une droite $y = a.X$ dont on exprimera le coefficient
 l'analogie avec un correcteur intégral de constante d'intégration T_i , dans le domaine

1.1.2 Etude du système en boucle fermée

→ Rappeler la fonction de transfert du bloqueur d'ordre zéro:
 → Exprimer la fonction de transfert du retard pur du modèle de « Broïda » si on choisit $T_e = T_r$

Si on pose: $k_0 = \frac{C_0 T_e}{T_i} = \delta$
 → Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte

→ Fonction de transfert en boucle fermée et la mettre sous la forme : $F(z) = \frac{\Delta M_D(z)}{\Delta C_z} = \frac{b_0}{z^2 + a_1 z + a_0}$

Etude de la stabilité

→ Appliquer le critère de "Jury" afin de déterminer les conditions de stabilité du système.
 → Faire l'application numérique d'après résultats d'identification obtenus lors du TP n°1

↳ Réglage du coefficient C_0 pour un degré de stabilité imposé

Si on souhaite que le dénominateur de $F(z)$ ait deux racines complexes conjuguées avec un amortissement égal à $\xi_F = 0,5$

Si on met la forme de la FTBF en 'z'

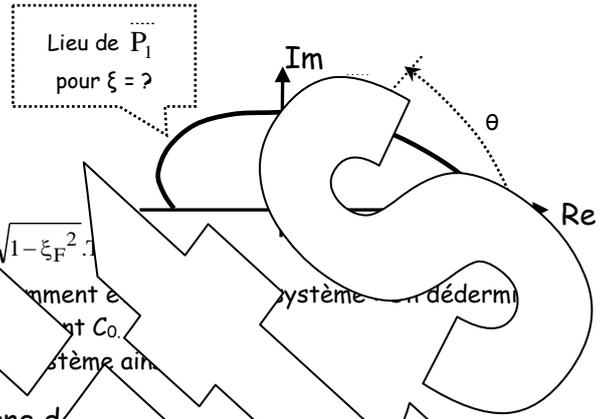
$$F(z) = \frac{G_F}{(z - \bar{P}_1)(z - \bar{P}_1^*)}$$

\bar{P}_1 et \bar{P}_1^* sont deux pôles complexes conjugués tels

que : $\bar{P}_1 = \rho.e^{j\theta}$ et $\bar{P}_1^* = \rho.e^{-j\theta}$

Soit le module $\rho = e^{-\xi_F \cdot \omega_F \cdot T_e}$ et l'argument $\theta = \omega_F \cdot \sqrt{1 - \xi_F^2} \cdot T_e$

- Faire l'identification avec la forme obtenue précédemment et déterminer le système en déterminant la pulsation propre équivalente ω_F et la valeur du coefficient C_0 .
- En déduire la marge de stabilité (marge de gain) du système ainsi.



↳ Comportement en régime statique, consigne d

- Déterminer l'erreur statique pour une consigne constante.
- Quelle devra être cette consigne si on souhaite obtenir la valeur M_D ?

↳ Comportement en échelon constant au point de r

- Exprimer le coefficient de transfert en boucle ouverte au point de repos.
- Calculer les échantillons de la réponse à une échelon de q en amplitude $\%$.
- On exprimera la relation de récurrence qui lie $x[n]$ et $x[n-1]$.
- On remplira un tableau des valeurs et on tracera la courbe pour déterminer les caractéristiques essentielles : $M_D(\infty)$; D ; σ ; τ ; $\tau_{5\%}$.

↳ Comportement en échelon de vitesse (rampe)

- Dans ce cas, le système est excité par une rampe de vitesse $v(t) = V \cdot t \cdot u(t)$
- En déduire la transformée de Laplace de cette rampe.
- Exprimer la transformée de Laplace du signal de sortie et utiliser le théorème sur la valeur finale afin de déterminer l'erreur de traçage $\lim_{t \rightarrow \infty} \epsilon(t)$.
- Faire l'application numérique.

1.2 Expérimentation

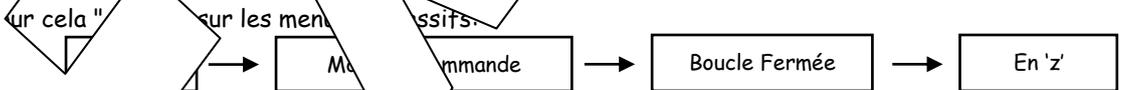
1.2.1 Comportement en régime statique

Choisir le mode de commande « D_Reg540 »

Cliquer sur l'icône:



avec correcteur échantillonné (en 'z'):



sortie régulée par rapport à la consigne 'Sr', à la commande débit :

- Cliquer sur la zone repérée au dessus du commutateur
- Connexion du régulateur (point noté « M »), à la mesure débit: (point noté « M_D »), pour la zone repérée au dessus du commutateur
- Définir C_0 (valeur donnée dans les prédéterminations) et faire $B_1 = -1$ (Les 2 valeurs non nulles)
- Positionner une mesure sur la mesure débit repérée "M_D" :
- pour cela "cliquer" dans la zone circulaire au dessous du point M_D
- Faire de même pour le point de consigne repéré C
- Choisir une période d'échantillonnage de "Mesure" de 0,03 S de "Correcteur externe" de 0,18S

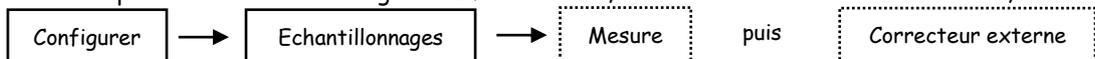
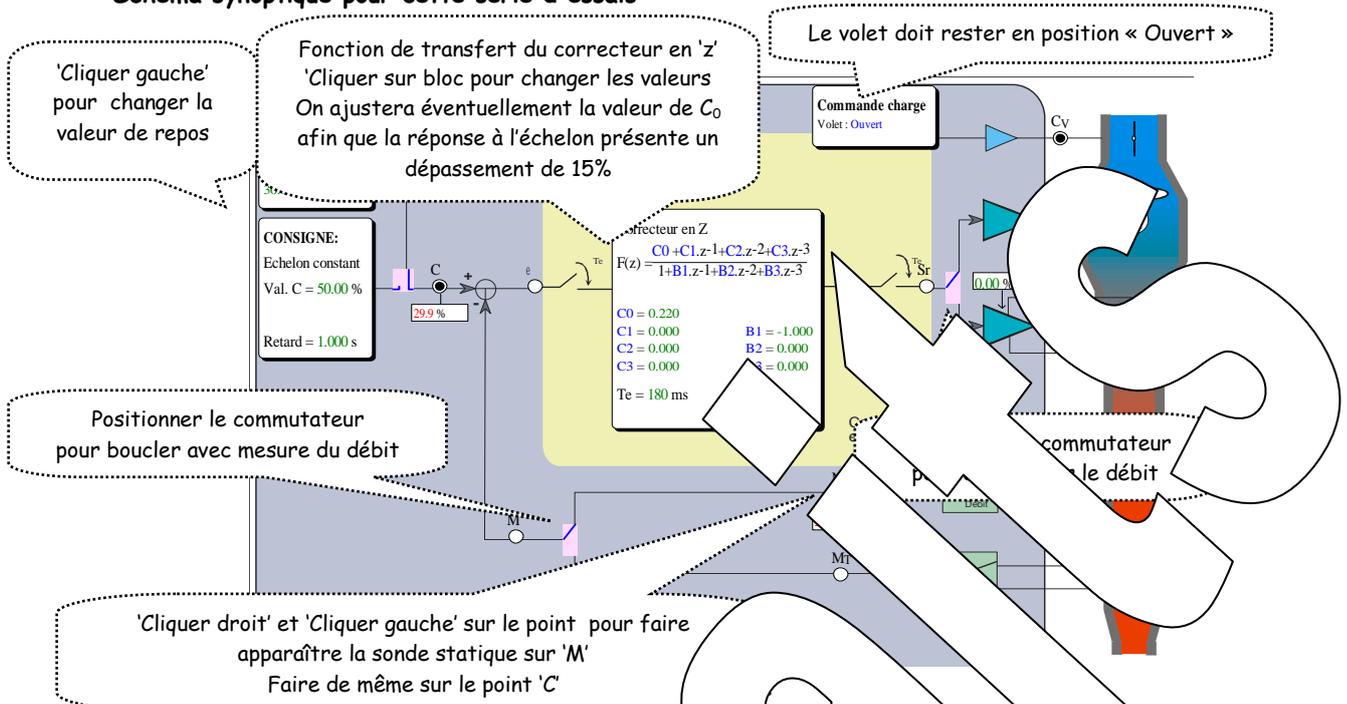


Schéma synoptique pour cette série d'essais



Réponse temporelle pour la valeur de C échelon

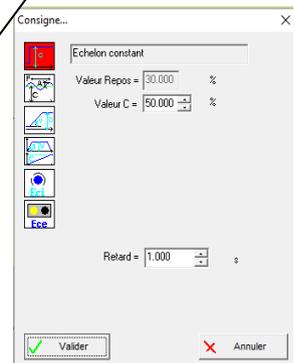
On souhaite relever la réponse temporelle sur une variation de consigne $\pm 10\%$ autour du point repos.

- Effectuer dans l'ordre
 - 1-Définir la valeur de repos avant application de l'échelon
 - 2-Définir la valeur constante de l'application de l'échelon et un retard d'application de 1s
 - 3-Sélectionner les points d'enregistrement B et C en cliquant dessus

→ Appliquer la commande de fin de mesure sur le bouton , ce qui aura pour effet de démarer l'enregistrement.

→ Visualiser la réponse temporelle en cliquant sur le bouton .

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



→ Ajuster les échelles en X et en Y, grâce au bouton afin que la partie la plus importante de la courbe occupent toute la largeur de l'écran.

→ Cliquer sur le bouton et en positionnant les sondes

→ Cliquer sur le bouton pour explications éventuelles

→ Définir le temps de réponse à 5% noté $t_{5\%}$ en cliquant sur le bouton et en positionnant

les sondes. Cliquer sur le bouton pour explications éventuelles

→ Inscrivez en haut à gauche vos noms et groupe de TP.

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

→ Afin d'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

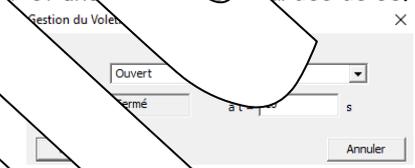
→ Vérifier les caractéristiques essentielles de cette réponse par rapport aux prédéterminations

↳ Visualisation des échantillons de sortie

- Revenir sur l'écran synoptique en 'Cliquant' sur le bouton 
- Sélectionner uniquement le point d'enregistrement M « cliquant gauche » dessus (car c'est le signal qui fait apparaître l'effet de l'échantillonneur bloqueur).
- Visualiser la courbe temporelle en "cliquant" sur le bouton 
- Adapter les échelles en X, grâce au bouton  et en Y, grâce au bouton  afin que la partie intéressante de la courbe occupe l'ensemble de l'écran.
- Positionner des sondes à chaque pas d'échantillonnage.
- Vérifier les caractéristiques essentielles de cette réponse.

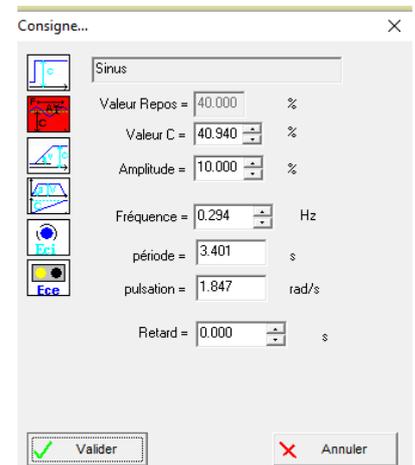
↳ Influence de la perturbation

- Il s'agit d'étudier l'influence sur la mesure du débit de la fermeture d'un volet.
- Configurer la 'Commande charge' en imposant un état initial 'Ouvert' et une commande retardée de 5s.
 - En plus des points de mesure enregistrés Sr et Md il faut sélectionner le point Cv (Commande Volet) en 'cliquant' dessus.
 - Choisir une commande retardée de 10s puis « Valider ».
 - Refaire l'essai de réponse à un échelon constant (analyse de la réponse de la commande).
 - Afin d'exploiter ultérieurement ce relevé expérimental, enregistrer les données sous les différents formats proposés :
 - 'Cliquer' sur 'Fichier' puis 'Enregistrer sous' pour un enregistrement au format *.reg
- Remarque :
Après cet essai reconfigurer la 'Commande charge' (Gestion du Volet) en 'Ouvert' et 'Constant'



1.2.2 En régime sinusoïdal

- Choisir une commande de type 'Sinus' à 40%.
- Définir les paramètres de la commande :
 - Commande en 'Sinus' sur C = 40%.
 - Pulsation = ω prédéterminé.
 - Retard = 0.
- Cliquer la souris sur le bouton  afin d'appliquer la commande.
- Visualiser la réponse temporelle en cliquant sur le bouton  afin de visualiser les caractéristiques essentielles de la réponse (amplitude, déphasage).
- Cliquer sur le bouton  pour obtenir des explications.



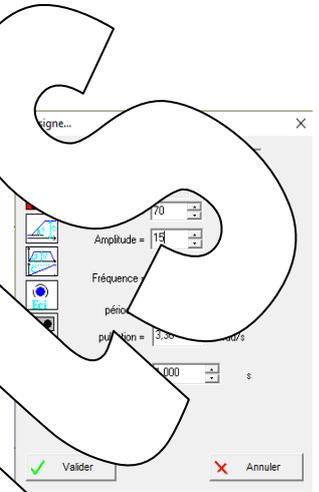
- Inscrivez vos noms et groupe de TP.
- Faire un "copier-coller CTR/V" dans un document "Word" en vue de la rédaction de votre compte rendu.
- Vérifier les caractéristiques essentielles de cette réponse par rapport aux prédéterminations : D_1 ; t_r à 5% et t_{pic}

- ↪ Comportement du correcteur seul en régime sinusoïdal, à $\omega = \omega_{osc}$
 - Déterminer le module (rapport des amplitudes)
 - Déterminer l'argument
 - Déterminer le coefficient de transfert statique.

2.2 Expérimentations

2.2.1 Etude du correcteur à 'zéro' numérique seul à $\omega = \omega_{os}$

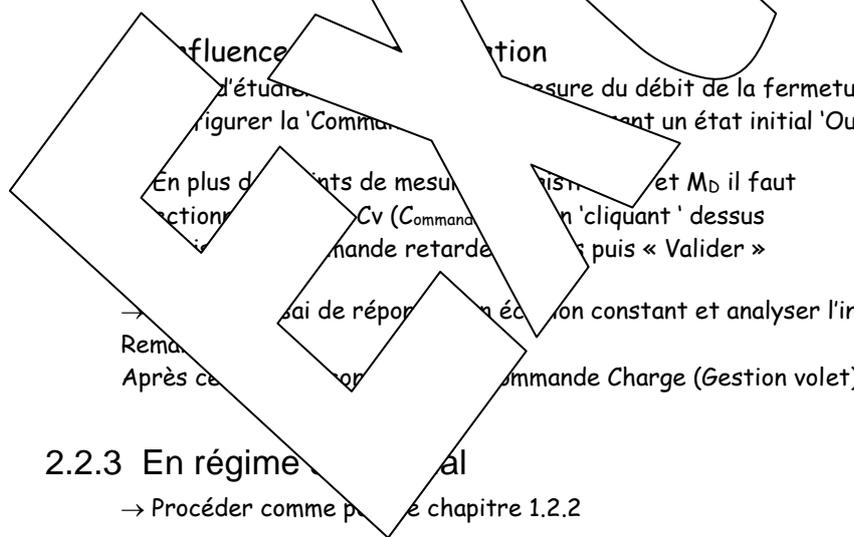
- Choisir une commande de repos égale à 70%
- Introduire les coefficients C_0 ; C_1 et $B_1 = 0$
- Définir les paramètres de la consigne :
 Commande en 'Sinus'; Valeur $C = 70\%$; Amplitude = 15%; Puissance
 prédéterminée; Retard = 0; puis "Valider".
- Appliquer la commande définie en "cliquant" sur le bouton
- qui aura pour effet de démarrer l'enregistrement
- Sélectionner le point d'enregistrement ε en 'Cliquant' dessus
- Visualiser la réponse temporelle en "cliquant" sur le bouton
- Déterminer les caractéristiques essentielles de la réponse temporelle
 (Rapport des valeurs moyennes; Rapport des amplitudes)



- 'Cliquant' sur la bouton 
- Vérifier les caractéristiques essentielles de cette réponse par rapport aux prédéterminations.

2.2.2 En régime d'échelon constant

- ↪ Système non perturbé
- Procéder comme pour le chapitre 2.1 en introduisant les coefficients C_0 et C_1 et surtout remettre $B_1 = -1$.
- Vérifier les caractéristiques essentielles de cette réponse par rapport aux prédéterminations :
 D_1 ; t_r à 5% et t_{pic}
- Ajuster éventuellement les valeurs de C_0 et C_1 afin que le dépassement soit proche de 15% (donnant un coefficient d'amortissement équivalent).



- Influence de la commande sur la mesure du débit de la fermeture du volet.
- Réguler la 'Commande' pour obtenir un état initial 'Ouvert' et une fermeture retardée de 5s.
- En plus des points de mesure M_1 et M_D il faut mesurer la réaction C_v (Commande) en 'cliquant' dessus
- Réguler la commande retardée puis « Valider »
- Essai de réponse en échelon constant et analyser l'influence de la perturbation.
- Remarque: Après ce premier essai de réponse en échelon constant, régler la commande Charge (Gestion volet) en mode 'Ouvert' et 'Constant'



2.2.3 En régime d'échelon

- Procéder comme pour le chapitre 1.2.2

2.2.4 En régime d'échelon de vitesse (rampe)

- Procéder comme pour le chapitre 1.2.3

3 COMPARAISON I. AVEC I.+ Z. NUMERIQUES

3.1 En régime d'échelon constant

3.1.1 Pour un système non perturbé

→ Comparer les réponses temporelles en 'cliquant' sur le bouton  et charger successivement les 2 fichiers enregistrés précédemment

On peut 'cliquer' sur le bouton  pour obtenir des explications sur la fonction de perturbation

'Cliquer' sur « Choisir » puis « Comparaison De courbes »

→ Choisir « Mes Débit »

→ Sélectionner 2^{ème} courbe

→ Choisir comme 2^{ème} courbe la 'Consigne'

Ne pas activer de deuxième plan

→ 'Cliquer' sur « OK »

→ Adapter les échelles en X, grâce au bouton

 et en Y, grâce au bouton  afin que la partie intéressante de la courbe occupe l'ensemble de l'écran.

→ Monter l'influence du 'Zéro' numérique

3.1.2 Effet de la perturbation

Idem 3.1.1 mais pour étudier l'effet de la perturbation

3.2 En régime d'échelon de vitesse

Idem 3.1.1 en ajoutant

→ Cliquer sur « Ecart »

→ Sélectionner de 2^{ème} courbe

→ Adapter les échelles en X, grâce au bouton

 et en Y, grâce au bouton  afin que la partie intéressante de la courbe occupe l'ensemble de l'écran.

→ Cliquer sur « Ecart »

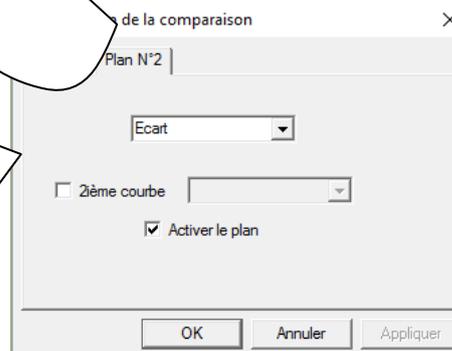
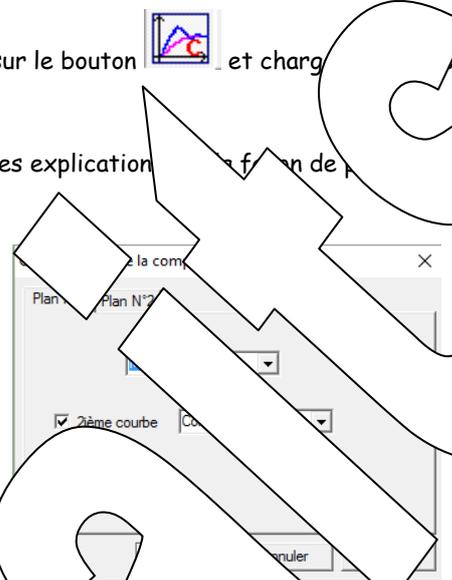
→ Sélectionner de 2^{ème} courbe

→ Adapter les échelles en X, grâce au bouton

 et en Y, grâce au bouton  afin que la partie intéressante de la courbe occupe l'ensemble de l'écran.

→ Cliquer sur « Ecart »

→ Sélectionner de 2^{ème} courbe



Processus:
Débit et température d'air
ERD 540

Configuration:
Régulation de débit d'air

SUJET du N°10

*Prototypage rapide dans le domaine numérique
 (Domaine échantillon)*

	CITE 2011
En réponse à un échelon constant	6
En réponse à une rampe	7

SOMMAIRE:

1	Vérification du modèle	2
1.1.1	Simulation avec le logiciel «D_Reg»	2
1.1.2	Comparaison avec réponse avec logiciels «D_Reg»	3
2	Etude en BF avec Correction I. Régime	6
2.1	En réponse à un échelon constant	6
2.1.1	Simulation sous «Scilab-Xcos»	6
2.1.2	Synthèse et comparaison avec logiciels «D_Reg»	7
2.2	En réponse à une rampe	9
2.2.1	Simulation sous «Scilab-Xcos»	9
2.2.2	Synthèse et comparaison avec logiciels «D_Reg»	10
	Recherche d'un fonctionnel à l'aide de la méthode de Zéro	10
	Simulation sous «Scilab-Xcos»	10
	Synthèse et comparaison avec logiciels «D_Reg»	10
3	Etude en BF avec Correction I. Régime «Zéro»	11
3.1	En réponse à un échelon constant	11
3.1.1	Simulation sous «Scilab-Xcos»	11
3.1.2	Synthèse et comparaison avec logiciels «D_Reg»	11
3.2	En réponse à une rampe	11
3.2.1	Simulation sous «Scilab-Xcos»	11
3.2.2	Synthèse et comparaison avec logiciels «D_Reg»	11
4	Comparaison I. Avec I.+ Z. numériques	12
4.1	En régime d'échelon constant	12
4.2	En régime d'échelon de vitesse	12

Objectifs :

Le but du TP est de faire la synthèse de la régulation de débit d'air ERD540, dans le domaine discret (numérique, échantillonné, en 'z'), 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_Reg».

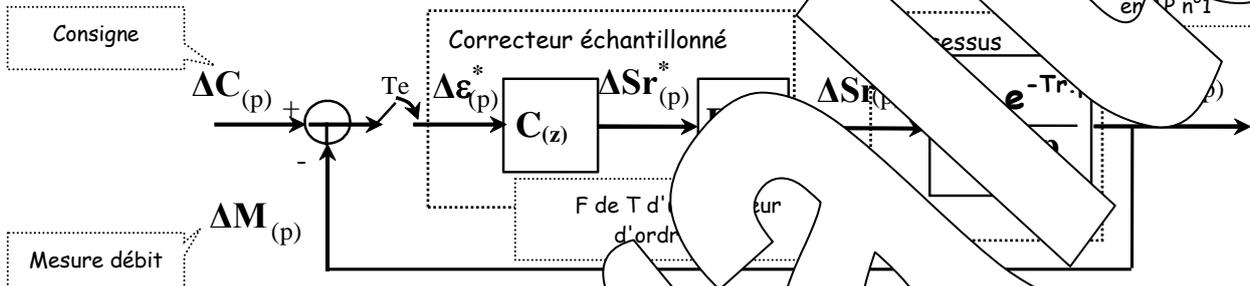
C'est le logiciel «D_Scil» , développé par «Didalab» également qui réalise l'interface entre la simulation, la synthèse, l'expérimentation du processus et la comparaison (confrontation de résultats).

Remarques :

Les modèles mis en œuvres lors de ce TP sont issus des résultats

Les résultats obtenus lors de ce TP sont confrontés à ceux obtenus en BO, notamment en ce qui concerne la modélisation.

Hypothèse: Soit le schéma bloc suivant



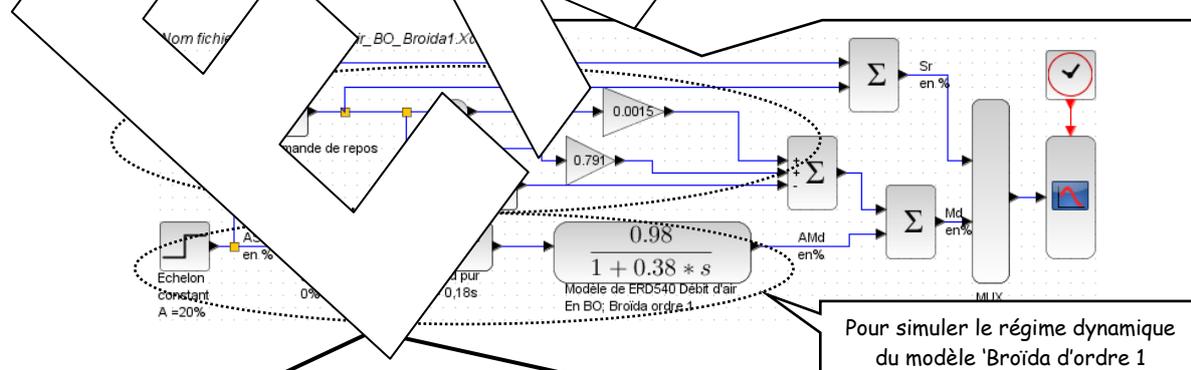
1 VERIFICATION DU MODELE EN BO (BOUCLE OUVERTE)

1.1.1 Simulation avec le logiciel «Scilab-Xcos»

- Lancer le logiciel «Scilab-Xcos»
- Lancer l'application «Applications» ou en cliquant sur le bouton

→ Acquiescer à la simulation du modèle 'Broïda' d'ordre 1 déterminé lors du

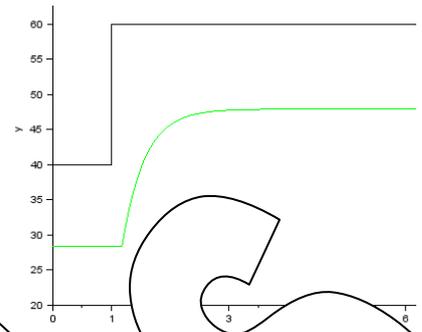
régime statique initial. C'est déduit de l'équation de la courbe de la caractéristique statique en BO



Pour simuler le régime dynamique du modèle 'Broïda' d'ordre 1

Remarque :Il faut noter que les valeurs numériques sont propres au système expérimenté. La répétabilité d'un système à l'autre n'est pas garantie, mais on devrait 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 contre.



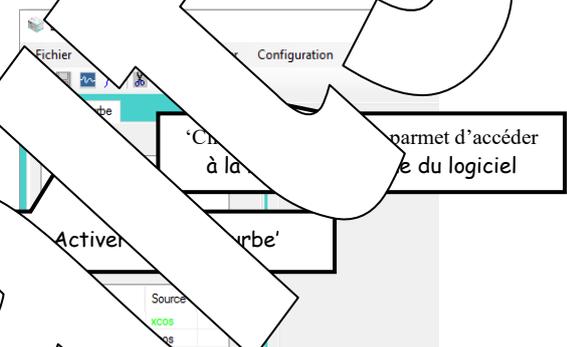
Pour changer les échelles 'Cliquer' sur le bloc  et modifier les paramètres « Ymin vector » ; « Ymax vector » et « refresh périod » Et la plage des temps en 'cliquant sur « Simulation » puis « Configurer » puis « Temps d'intégration final »

1.1.2 Comparaison avec réponse processus avec le logiciel «D_Scil» et «D_R

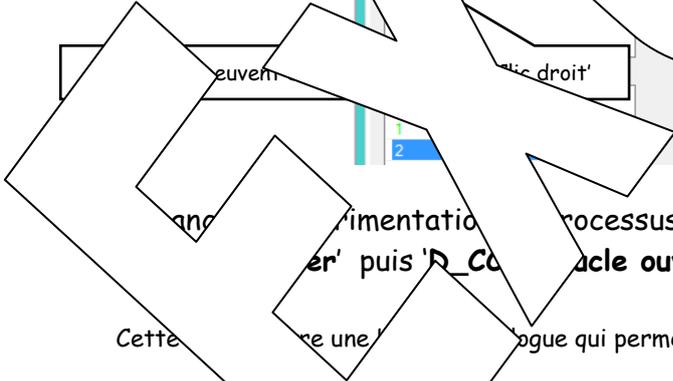
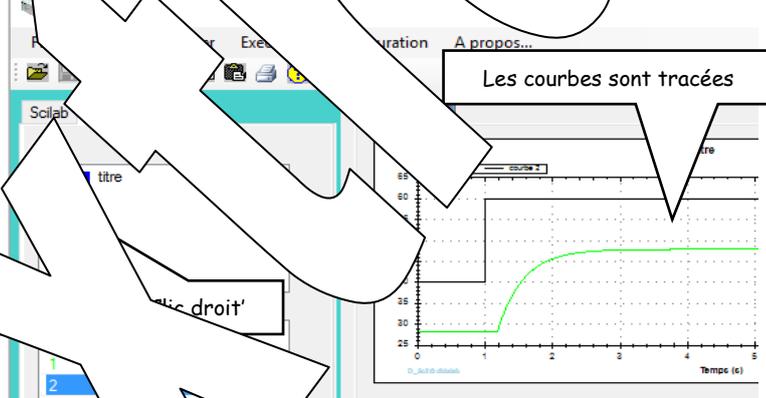
→ Sans fermer la fenêtre où sont tracées les courbes de réponse, lancer l'essai du processus réel en vue de la comparaison ... par '**Outils**' puis '**D_Scil courbes**'

Cette action donne la main au logiciel «D_Scil» ayant transféré des courbes de résultat de simulation

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



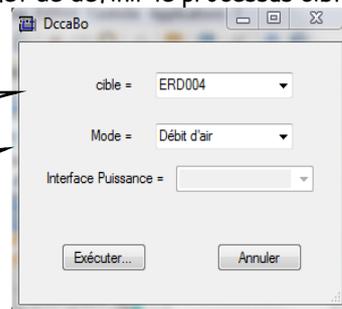
→ Faire tracer les courbes réponse du processus réel en vue de la comparaison avec la simulation en 'glissant' vers la fenêtre supérieure



Cette action donne la main au logiciel «D_CCA» (en fait «D_Reg» dans notre cas) en vue d'une comparaison des réponses

Cette action donne la main au logiciel «D_CCA» qui permet de définir le processus cible :

- Choisir le processus cible (dans notre cas c'est la régulation de débit) : On expérimente le processus cible en « débit d'air ERD540 »
- Choisir la configuration (ou « Mode ») : On expérimente le processus cible en « débit d'air »
- Puis 'cliquer' sur « Exécuter »



Cette action donne la main au logiciel «D_CCA» (en fait «D_Reg» dans notre cas)

Il faut alors faire les actions suivantes, dans l'ordre indiqué.

5- Visualiser les courbes de réponses en 'Cliquant' sur le bouton

3- Fermer l'interrupteur de liaison vers la commande débit en 'Cliquant' sur l'objet

1- 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.

4- Il faut lancer l'essai en « cliquant » sur l'objet interrupteur

2- Il faut sélectionner les signaux que l'on souhaite afficher dans la fenêtre de visualisation des courbes de réponse (insérer dans la liste des signaux à afficher: 'D' (mesure de débit) et 'Sr' (signal de commande en BOA)).

Le bouton 'Quitter le logiciel' permet de quitter le logiciel, avec les courbes de réponses du système cible affichées (attendre la fin de l'affichage des courbes) permet de les récupérer sous «D_Scil»

Exemple de la courbe de réponse du système cible ... Evolution de la mesure débit

Le fait de fermer la fenêtre 'tracé de courbes de réponse' de «D_Reg», avec les courbes affichées, entraîne le transfert de ces courbes vers «D_Scil», ce qui permet la comparaison avec le résultat de simulation.

Les courbes sont transférées de D_Reg vers D_Scil. Pour les afficher, il faut les faire apparaître dans la fenêtre 'tracé de courbes de réponse'.

On peut changer le titre d'un graphique par un 'Clic droit' puis 'Titre'.

On peut copier les courbes par un 'clic droit' puis 'copy' et les récupérer dans un document par un 'Coller'.

On peut placer des sondes par un 'Clic droit' puis 'Sonde'.

Les courbes sont affichées, ce qui permet de comparer les réponses. Dans ce cas, les réponses sont confondues, c'est que le modèle est correct.

Num	Nom	Source
1	courbe 1	xcos
2	courbe 2	xcos
1	Sortie R...	d_cca
2	Mes Debit	d_cca

→ Si la comparaison n'est pas satisfaisante, il est indispensable, pour que la suite du TP se passe correctement, de modifier les paramètres du schéma de simulation (notamment ceux du modèle).

2 ETUDE EN BF AVEC CORRECTION 'I.' NUMERIQUE

2.1 En réponse à un échelon constant

2.1.1 Simulation sous «Scilab-Xcos»

Cahier des charges :

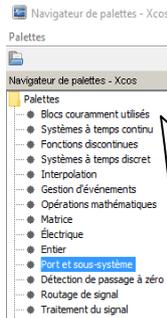
On souhaite effectuer la simulation du système en boucle fermée corrigé par un facteur numérique (échantillonné) à action intégrale pure et dont le comportement de réponse à une consigne constante (d'amplitude ±10% autour du point de repos $M_{D0} = 40\%$) ne dépasse pas $D_{1r} = +15\%$.

→ Compléter le schéma de simulation réalisé précédemment (modèle 'Bro' d'ordre 1) en incluant le bouclage et la fonction de correction à réaliser.

Définition du bloc fonctionnel synthétisable

Le bloc fonctionnel sous « X_Cos » qui est synthétisable par « D_Scilab » est le bloc repéré « SUPER_f »

Il est accessible en 'cliquant sur « Vue » puis « Naviguer » puis « Port et sous-système »

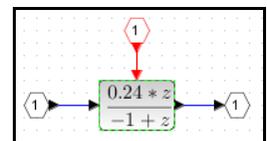
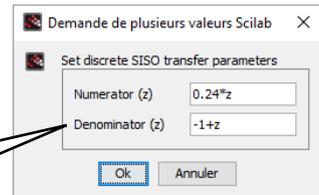
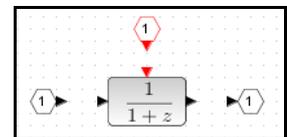
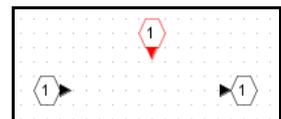
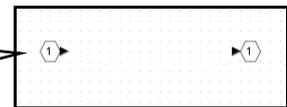


C'est le bloc fonctionnel « SUPER_f » qui permet la mise en œuvre de la correction par « D_Scilab ». Faire un 'Clic-déplacer' vers le schéma de simulation.

Une fois le bloc transféré dans l'espace de travail, cliquer dessus. Cela permet d'ouvrir la boîte de définition. Apparaissent alors les ports d'entrée et de sortie. Dans la partie supérieure, on transfère en 'z' la fonction du bloc à synthétiser. La fonction de transfert en 'z' est donnée par : $C(z) = \frac{S_r(z)}{\varepsilon(z)} = \frac{C_0}{1-z^{-1}} = \frac{C_0 \cdot z}{z-1}$. La fonction de transfert à temps discret nécessite une horloge de déclenchement (et la période d'échantillonnage). Pour définir le schéma de définition, ce qui est à faire est de 'Clic-déplacer' le schéma de définition ci-contre. Pour définir la fonction de transfert en 'z', 'Clicquer' sur « Systèmes à temps discret » puis 'Clic-déplacer' du bloc « DLR » vers le schéma de définition. Faire les liaisons entre le bloc fonctionnel et les ports d'entrées et de sortie par des 'Clic-déplacer'. Définir les coefficients de la fonction de transfert en 'Double cliquant' dessus, ce qui a pour effet d'ouvrir la boîte de dialogue

Le coefficient $C_0 = 0,24$ (avec un '.' Pour séparateur)

'Clicquer' sur « OK » puis fermer la fenêtre de définition de la fonction.



Il faut définir alors l'horloge et la période d'échantillonnage en sélectionnant le répertoire « Sources » dans le navigateur de palettes et

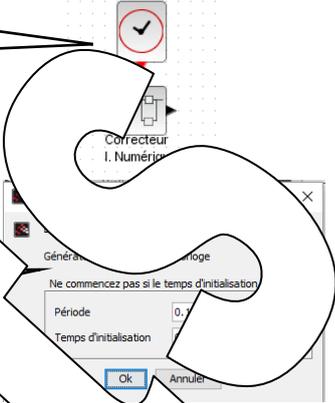


en transférant le bloc **CLOCK_c** puis en le connectant :

Le label est défini par un 'simple clic' sur le bloc pour le sélectionner, puis 'clic droit' « Format » puis « Edition »

La période d'échantillonnage est définie en 'Double cliquant' sur le bloc ou par un 'simple clic' sur le bloc pour le sélectionner, puis 'clic droit' « Paramètres du bloc... »

La période d'échantillonnage sera telle que $T_e = T_r$ (Retard pur p...)



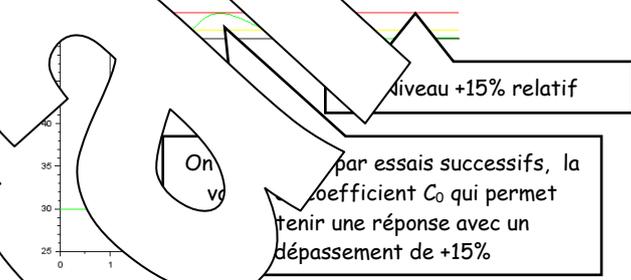
Compléter le schéma de simulation pour faire apparaître une ligne de niveau +15% e... %.

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

On doit obtenir le résultat de simulation sous forme des courbes temporelles données en contre.

Remarque :

La valeur de la commande (90% de notre cas) sera utile au log...



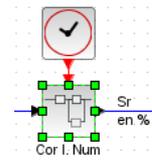
Cette commande de rep... dans le répertoire « Sources » du navigateur de palettes. Le label du bloc contiendra 'Repos'. On rappelle que ce label est défini par un 'simple clic' sur le bloc pour le sélectionner, puis 'clic droit' « Format » puis « Edition »

2.1.7 Synthèse de la fonction avec le logiciel «D_Scil» et «D_Reg»

que le logiciel « D_Scil »... fonction de correction, il faut... fonctionnant pendant soit... (Cliquez... alors comme... la figure

→ Sélectionner la fonction... sont tracées les courbes... de la simulation, sur le processus réel en vue de... par '**Outils**' puis '**D_Scil Correcteur**'. Cette action donne la main au logiciel «D_Scil»

Il faut renseigner les différents champs afin que le logiciel « D_Scil » puisse faire la synthèse et configurer correctement la cible



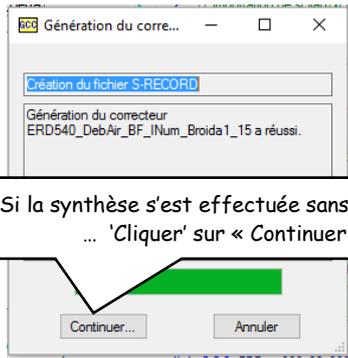
Configuration de la cible...

cible = ERD540

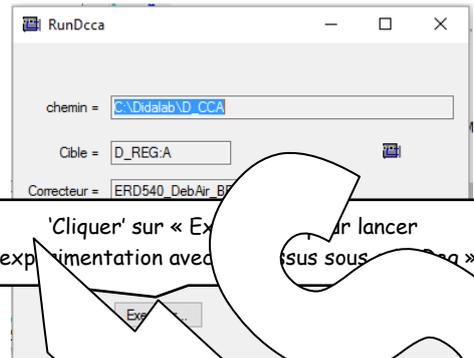
Paramètre	Valeur
Mode	Débit d'air
Te(s)	0,18

Nom	Num	Cible	Type	Unité
input_1	input_1	S_Ecart	IN_f	%
input_3	inclk_1	EvTe	EVIN	
output_2	output_1	S_Reg_SR	OUT_f	%

Buttons: Valider, Annuler

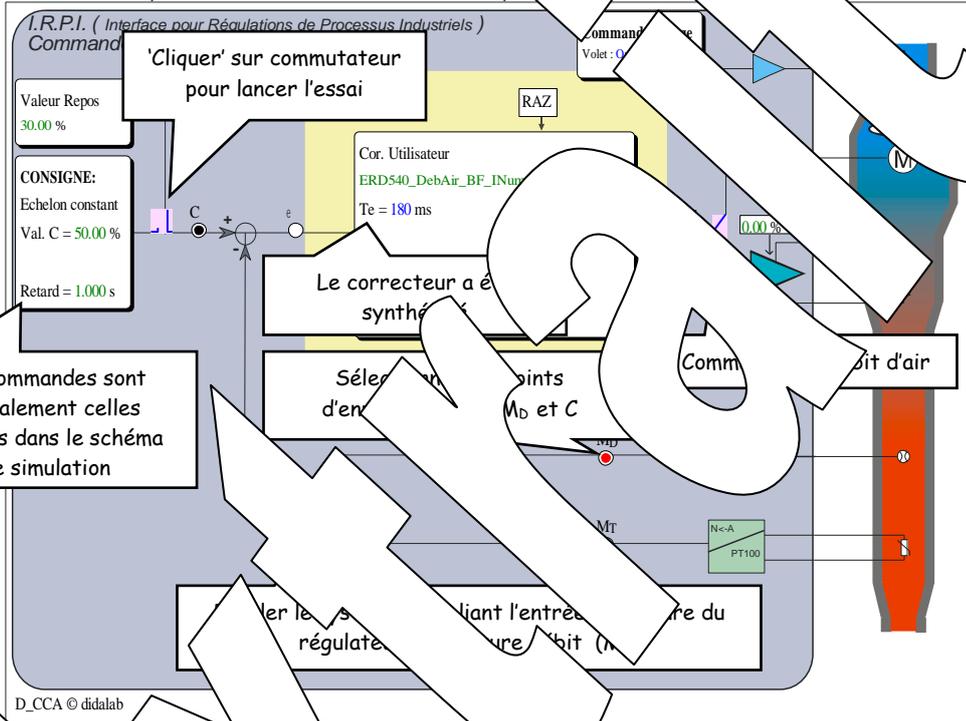


Si la synthèse s'est effectuée sans problème ... 'Cliquer' sur « Continuer »



'Cliquer' sur « Exécuter » pour lancer l'expérimentation avec le correcteur (sous 'Dcca')

→ Réaliser l'essai expérimental avec le correcteur synth.



'Cliquer' sur commutateur pour lancer l'essai

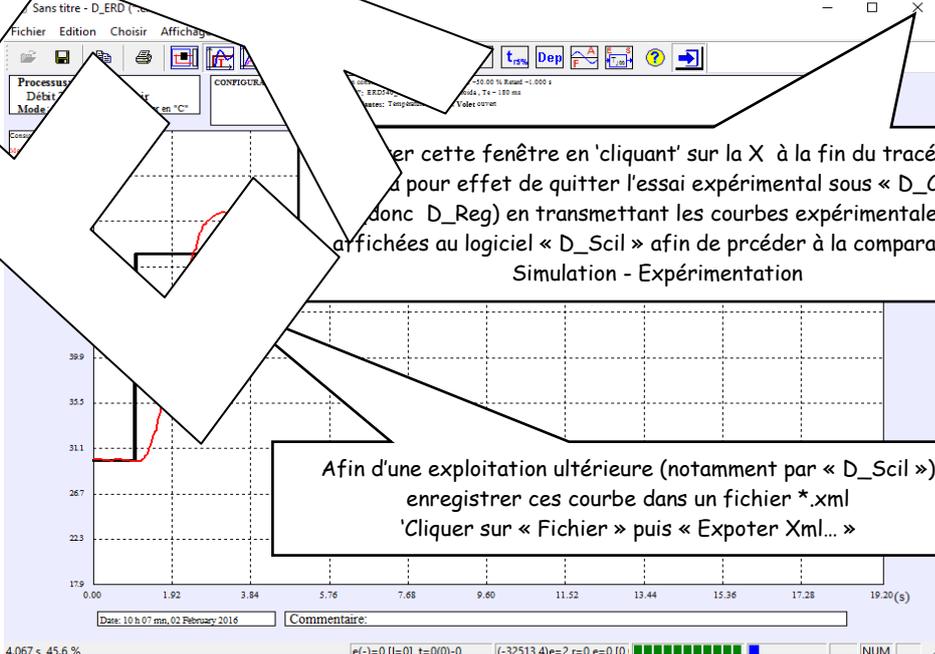
Le correcteur a été synthétisé

Les commandes sont normalement celles définies dans le schéma de simulation

Sélectionner les points d'entrée de débit d'air

Relier les points de mesure du régulateur à l'entrée de débit d'air

Utiliser l'essai expérimental pour visualiser les courbes temporelles :



Après cette fenêtre en 'cliquant' sur la X à la fin du tracé, cela a pour effet de quitter l'essai expérimental sous « D_CCA » (donc D_Reg) en transmettant les courbes expérimentales affichées au logiciel « D_Scil » afin de procéder à la comparaison Simulation - Expérimentation

Afin d'une exploitation ultérieure (notamment par « D_Scil ») enregistrer ces courbes dans un fichier *.xml 'Cliquer sur « Fichier » puis « Exporter Xml... »

On se retrouve alors sous le logiciel « D_Scil » qui va permettre de tracer toutes les courbes (celles issues de la simulation et celles issues de l'expérimentation) et de procéder à la comparaison.

The screenshot shows the D_Scil software window with a menu bar (Fichier, Edit, Générer, Executer, Configuration, A propos...) and a toolbar. A table on the left lists curves with columns 'Num', 'Nom', and 'Source'. A code editor on the right shows Scilab script. Callouts provide instructions: 'Cliquer' sur « Courbe » points to the toolbar; 'Cliquer' sur le bouton [?] permet de visualiser la notice technique du logiciel « D_Scil »; 'Une fonction de cette partie de l'interface est indispensable de passer à l'étape suivante' points to a button; 'Toutes les courbes disponibles' points to the table; 'Les courbes de source « xcos » proviennent de l'expérimentation et les courbes de source « d_cca » proviennent de la simulation' points to the 'Source' column.

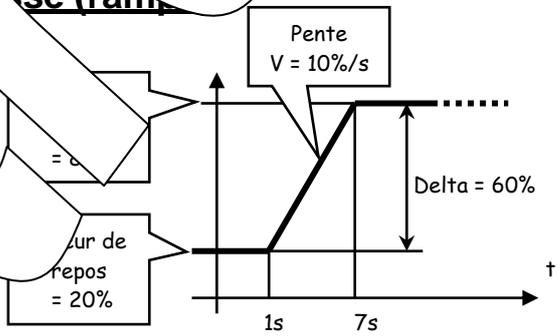
- Procéder à la comparaison et conclure.
- Il est indispensable de quitter le logiciel « D_Scil » avant de passer à l'étape suivante du TP.
- Faire une sauvegarde du scénario de simulation.

2.2 En réponse à une excitation en échelon (rampe)

2.2.1 Simulation sous « D_Scil »

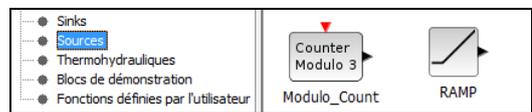
Cahier des charges

On souhaite à présent étudier le comportement d'un système en réponse à une excitation en échelon de la forme (rampe) de la figure ci-dessous. La caractéristique de la rampe est la suivante :



Modifier le schéma de simulation précédent afin de procéder à la simulation

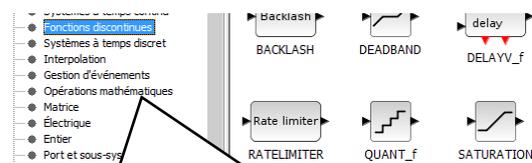
de consigne réalisable en temps limité et composé des deux blocs fonctionnels suivants :



Dans le navigateur de palettes on trouve le bloc « RAMP » dans le répertoire « Sources »

Le label du bloc saturation devra contenir le mot « Delta » afin que sa valeur soit transmise pour l'expérimentation.

De même le bloc fonctionnel définissant la valeur de repos devra contenir le mot « Repos ».

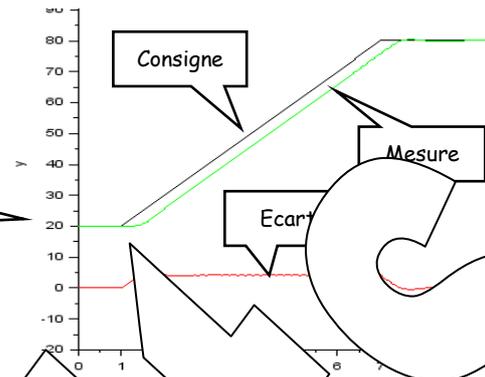


Dans le navigateur de palettes on trouve le bloc « SATURATION » dans le répertoire « Fonctions discontinues »

2-II faudra tracer l'évolution du signal d'écart afin de pouvoir quantifier l'erreur de traînage.

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

Courbes résultats de simulation



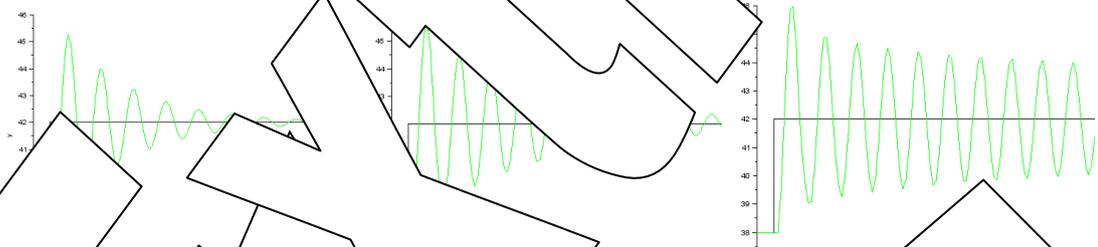
2.2.2 Synthèse et comparaison avec logiciel « D_Scil »

- Sans fermer la fenêtre où sont tracées les courbes de réponse issues de la simulation, lancer l'essai sur le processus réel en vue de la comparaison ... par '**Outils**' puis '**D_Scil Correcteur**'
- Comme dans la partie 2.1.2, procéder à la comparaison et conclure. Il est indispensable de quitter le logiciel « D_Scil » avant de passer à la suite du TP.
- Faire une sauvegarde du schéma de simulation.

2.3 Recherche d'un fonctionnement limite

2.3.1 Simulation sous « Scilab-Xcos »

- Reprendre le schéma de simulation Chapitre 2.1.2.
- Pour des échelons de petite amplitude (4% par exemple) pour du point de repos $M_{D0} = 40\%$, augmenter l'amplitude de l'essai jusqu'à obtenir un fonctionnement juste instable.
- Pour $C_0 = ?$
- Pour C_0 plus grand
- Pour $C_0 = C_0$ Critique



de des oscillations tendent vers le système 'Stable'

On recherche la valeur limite (valeur dite 'critique') telle que les amplitudes ne s'atténuent plus

2.3.2 Synthèse et comparaison avec logiciel « D_Scil » et « D_Reg »

- Pour la recherche de la valeur critique, fermer la fenêtre où sont tracées les courbes de réponse issues de la simulation et lancer l'essai sur le processus réel en vue de la comparaison ... par '**Outils**' puis '**D_Scil Correcteur**'
- Comme dans la partie 2.1.2, procéder à la comparaison et conclure. On relèvera la valeur de C_0 Critique ainsi que la période des oscillations notée T_{osc} (on en déduira la pulsation des oscillations notée ω_{osc})
- Il est indispensable de quitter le logiciel « D_Scil » avant de passer à la suite du TP.
- Calculer l'angle réduit défini par $\theta_n = \omega_{osc} \cdot T_e$.
- Pour de meilleurs résultats dans la suite du TP, il faut avoir $0,6 < \theta_n < 0,7$. Si ce n'est pas le cas, il faut reprendre cette partie de TP avec une période d'échantillonnage soit plus petite soit plus grande.

3 ETUDE EN BF AVEC CORRECTION 'I.' + « ZERO »

Dans cette partie, la fonction de transfert en 'z' du correcteur a pour expression:

$$C(z) = \frac{S_r(z)}{\varepsilon_r(z)} = \frac{C_0 + C_1 z^{-1}}{1 - z^{-1}} = \frac{C_0 z + C_1}{z - 1}$$

Soit le « Zéro » numérique : $\Delta = -\frac{C_1}{C_0}$ Avec : $0 < \Delta < 1 \rightarrow -C_0 < C_1 < 0$

Dans cette partie on choisira $C_0 > C_{0 \text{ Critique}}$ (obtenu dans la partie précédente) \rightarrow Choisira $C_0 = 1,2 C_{0 \text{ Critique}}$

3.1 En réponse à un échelon constant

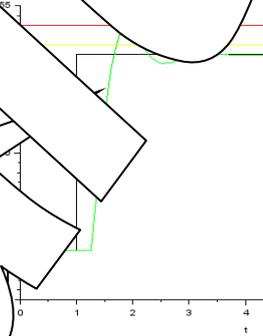
3.1.1 Simulation sous «Scilab-Xcos»

Cahier des charges :

Le coefficient C_0 étant imposé, on recherchera la valeur du coefficient C_1 qui permettra d'obtenir un comportement en réponse à une excitation en échelon constant (amplitude U_0 pour un point de repos $M_{D0} = 40\%$) présentant un dépassement relatif de $D_{1r} = +10\%$

→ Reprendre puis modifier le schéma de simulation de la partie 2.1.1 et procéder à la simulation. La recherche du coefficient C_1 se fera par essais successifs jusqu'à ce que la réponse satisfasse le cahier des charges imposé.

Le premier dépassement doit être inférieur au deuxième de 5%



3.1.2 Synthèse et comparaison avec logiciels «D_Scil» et «D_Reg»

→ Sans fermer la fenêtre où sont tracées les courbes de réponse issues de la simulation, lancer l'essai sur le processus réel en vue de la comparaison ... par 'Outils' puis 'D_Scil Correcteur'

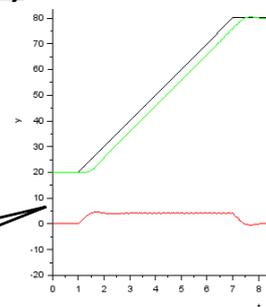
→ Comme dans la partie 2.1.2, procéder à la comparaison et conclure. Il est indispensable de quitter le logiciel « D_Scil » avant de passer à la suite du TP.

3.2 En réponse à une vitesse (rampe)

3.2.1 Simulation sous «Scilab-Xcos»

→ Reprendre puis modifier le schéma de simulation de la partie 2.1.2 et procéder à la simulation.

Courbes résultats de simulation



3.2.2 Synthèse et comparaison avec logiciels «D_Scil» et «D_Reg»

→ Sans fermer la fenêtre où sont tracées les courbes de réponse issues de la simulation, lancer l'essai sur le processus réel en vue de la comparaison ... par 'Outils' puis 'D_Scil Correcteur'

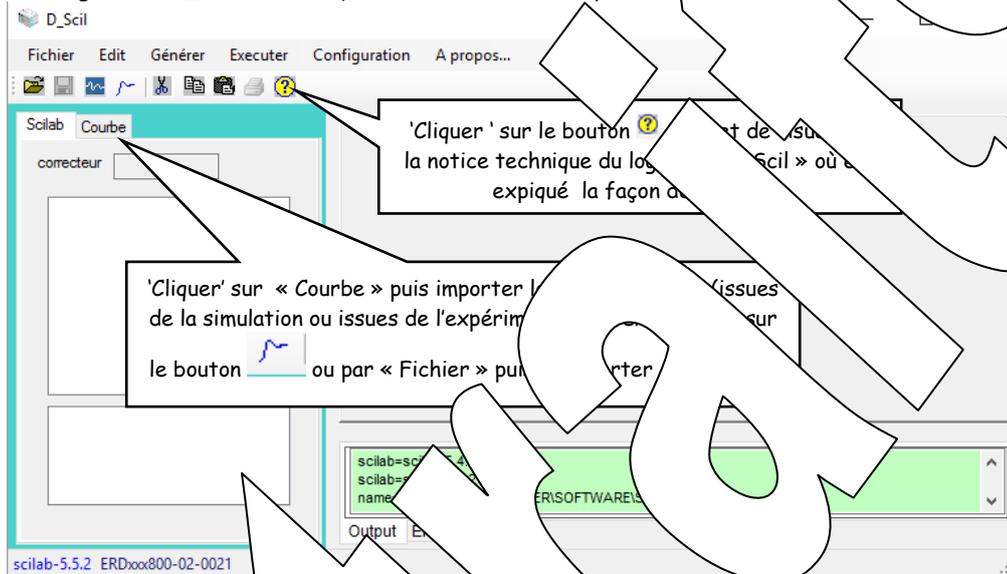
→ Comme dans la partie 2.1.2, procéder à la comparaison et conclure. Il est indispensable de quitter le logiciel « D_Scil » avant de passer à la suite du TP.

4 COMPARAISON I. AVEC I.+ Z. NUMERIQUES

4.1 En régime d'échelon constant

→ Etudier l'influence du 'Zéro' numérique notamment sur le temps de réponse (t_r à 5%) et ce pour une même stabilité relative (même dépassement $D_{1\%}$)

Lancer le logiciel « D_Scil » en 'Cliquant' sur l'icône  puis sur



4.2 En régime d'échelon variable

→ Etudier l'influence du 'Zéro' numérique notamment sur l'erreur de traînage (ϵ_T) et ce pour une même stabilité relative (même dépassement relatif $D_{1\%}$)

→ Etudier comme dans le cas



Didacticiel gratuit « D_CCA_Eval »

Objet

Le logiciel « D_CCA » permet le **Contrôle** et la **Commande d'Applications** développées 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 l'exploitations d'essais expérimentaux, préalablement effectués sur les applications « Didalab » et ce, rapidement;
- ↳ reproduire les exploitations d'essais expérimentaux et de simulations développées dans l'ouvrage « **Automatique : régulations et asservissements** » écrit par Hans et P. Guyénot, ouvrage édités aux éditions « **Lavoisier** ».

Téléchargement :

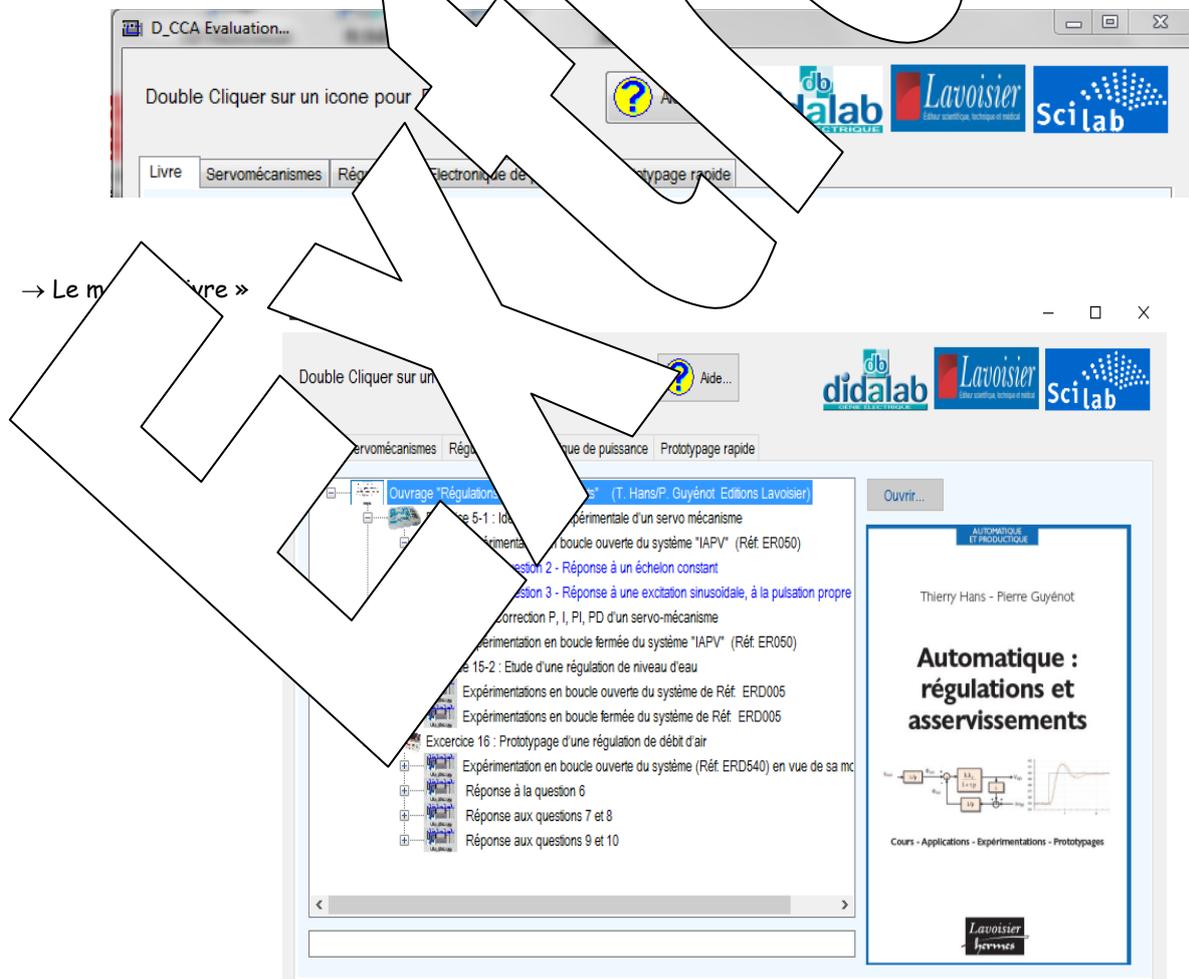
A partir du site :

www.didalab.fr/ 
DIDALAB : Matériels Didactiques, Enseignement Technique et Formation

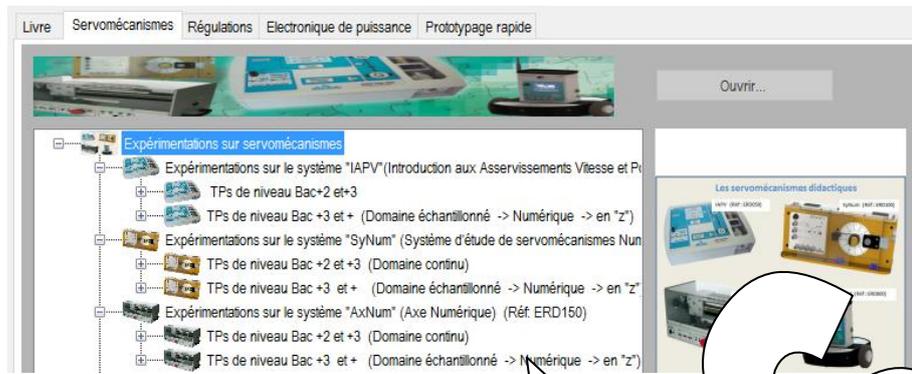
Dans le menu « LE CATALOGUE GENERAL » Cliquer' sur « GENIE ELECTRIQUE » puis sur « Automatique » et enfin sur l'icône de téléchargement :



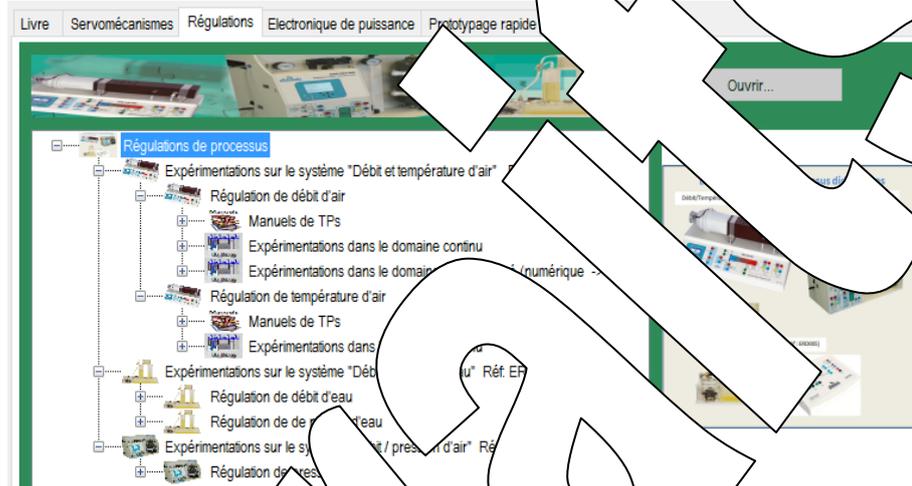
Présentation :



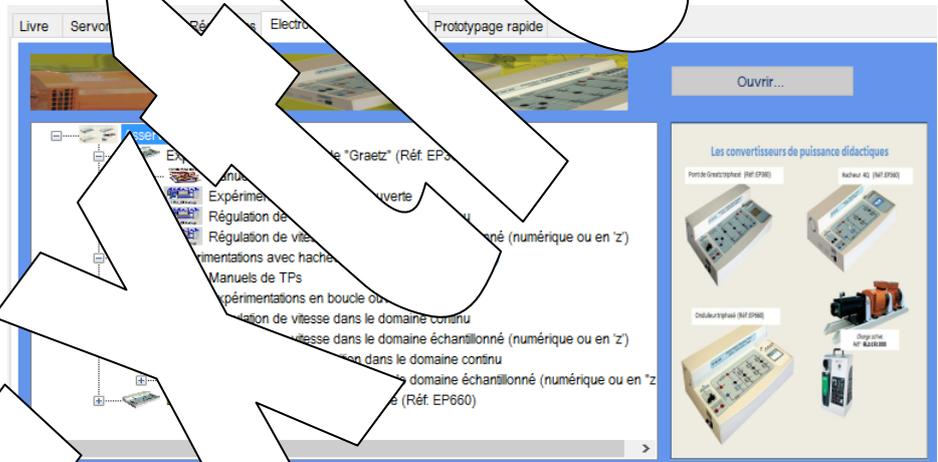
→ Le menu
« Servomécanismes »



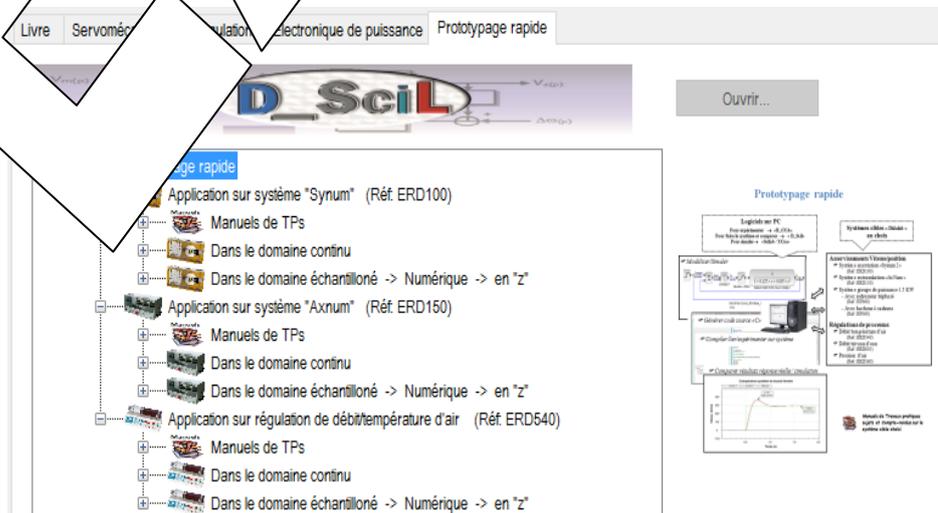
→ Le menu
« Régulations »



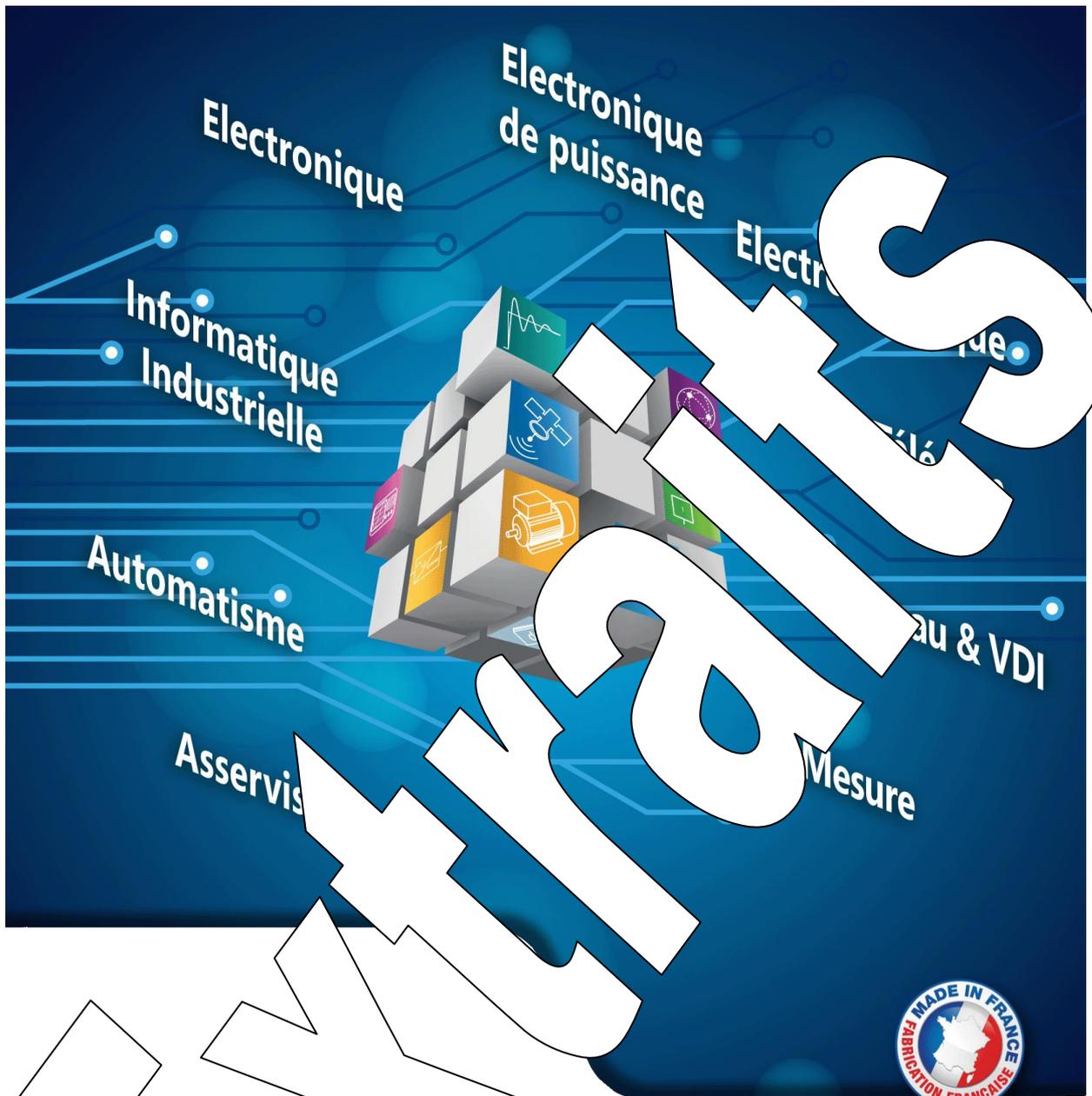
→ Le menu
« Electronique de puissance »



→ Le menu
« Prototypage rapide »



EXTRA



didalab
Z.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