

Régulation de débit d'air

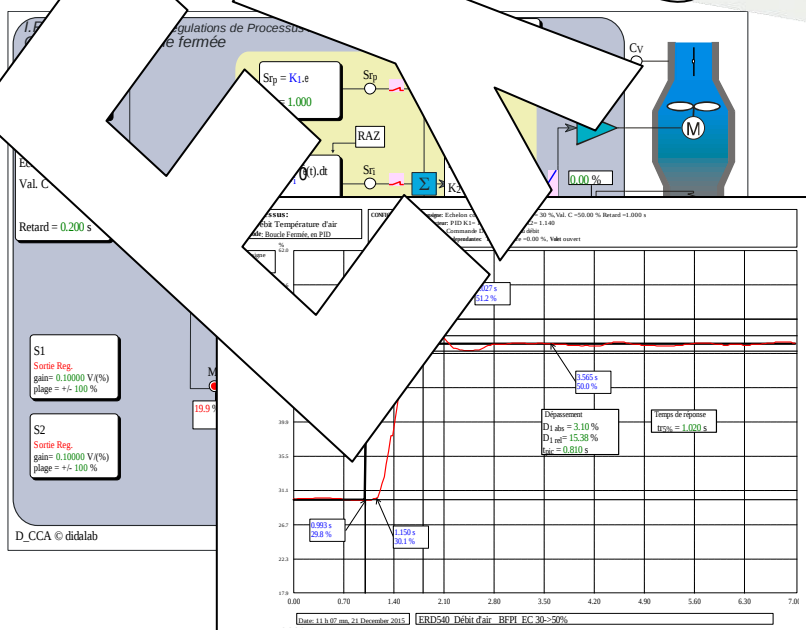


Manuel de comptes rendus de

- Sur le système ERD 540
- Dans le domaine linéaire continu

Niveau :	CITE 2011
Post secondaire	4
Supérieur cycle court	

Partie opérative
Réf : ERD 540 000



Logiciels sur PC

D_Reg540 (Réf : ERD 540 100)



En Option :

D_Scil (Réf : ERD 540 800)
Scilab-Xcos & Compilateur



Extrait

SOMMAIRE:

Référence	Thème	Page
TP1-BO	Identification en Boucle Ouverte (BO)	
TP2-BF-P	Etude en Boucle Fermée (BF) avec correcteur proportionnel (P)	
TP3-BF-PI	Etude en BF avec correction P. + Intégrale (PI)	
TP4-BF-PID	Etude en BF avec correction P.+ I. + Dérivée (PID)	55
TP5-PID	Correcteur PID isolé (en boucle ouverte)	47
TP6-CTM	Avec Compensateur de Temps Mort (CTM)	59
TP7-PRC	Prototypage Rapide avec « Scilab » dans une machine continue	67

Ce manuel fait partie d'un ensemble de documents pédagogiques de référence

Manuel des travaux pratiques
Sujets et Comptes rendus



Température d'air dans le domaine linéaire continu
Niveau CITE 4-5 (STS; IUT; CPGE)
ERD 540 010 Manuel Sujets (7 sujets 56 pages)
ERD 540 011 Comptes rendus (80 pages)

Débit d'air dans le domaine échantillonné et dans le domaine non linéaire
Niveau CITE 6-7 (Licence Ingénieur Master)
ERD 540 012 Manuel Sujets (5 sujets 48 pages)
ERD 540 013 Manuel Comptes rendus (52 pages)

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)

Tous les Travaux Pratiques sont 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

Configuration du module ERD540...

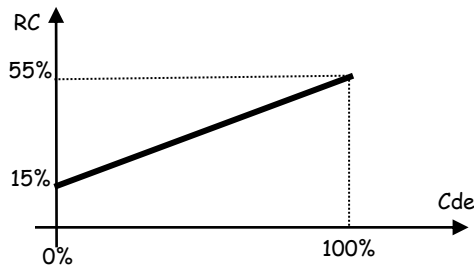
Débit
RC Débit Mini = 15 RC Débit Max = 55
Gain débit = 1
☐ Régulation de débit en mode indépendant

Remarque sur l'influence des paramètres de configuration du processus

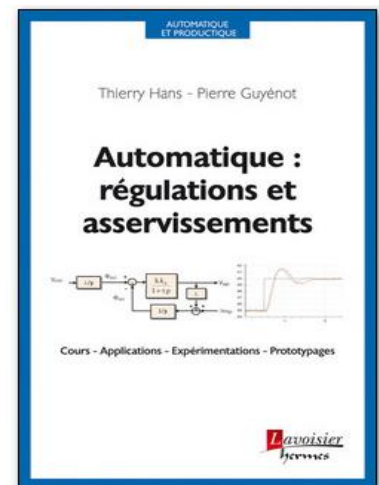
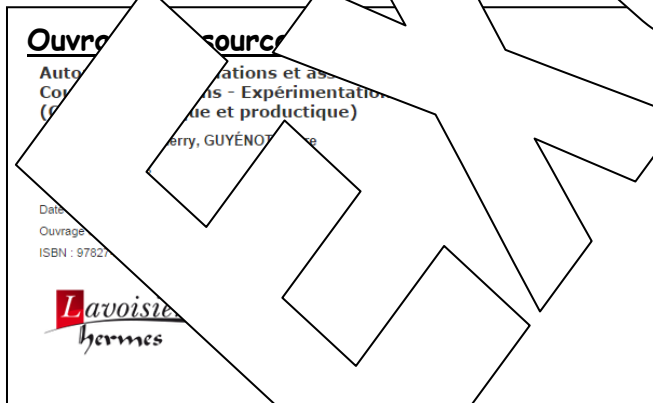
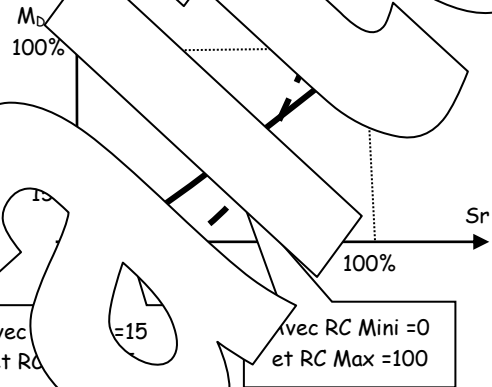
- Les paramètres « RC Débit Mini » et « RC Débit Max » permettent de linéariser et d'adapter la caractéristique de transfert statique en boucle ouverte.
- La grandeur de commande (S_r en BO Débit) du ventilateur se fait de 0 à 100%. Le moteur est alimenté par un hacheur dont le rapport cyclique varie de 0 à 100%.

Choisir une « RC Débit Mini » = 15 impose un RC = 15% pour une commande de 0.

Choisir une « RC Débit Max » = 55 impose un RC = 55% pour une commande de 100%.



Influence sur la caractéristique de transfert statique



Processus:
**Débit et température d'air
ERD 540**

Configuration:
Régulation de débit d'air

COMPTE-RENDU du T

*Régulation avec correction de section
(Proportionnelle à la section)*

CITE
2011

Post
secondaire

4

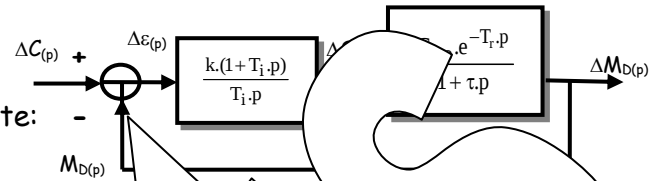
SOMMAIRE:

Prédéterminations	2
1 Etude en régime stationnaire	4
1.1 Caractéristique de transfert statique	4
1.2 Exploitation	4
2 Etude en régime transitoire selon consigne	5
2.1 Expérimentation	5
2.2 Exploitation :	5
2.3 Vérification du modèle par la méthode des moindres carrés	6
2.4 Recherche de la juste ins	7
3 Etude en régime sinusoïdal	8
3.1 Expérimentation	8
3.2 Exploitation	9
4 Etude de la rampe de vitesse (Rampe limitée)	9
4.1 Expérimentation	9
4.2 Exploitation	9
5 Influence de l'application d'une perturbation	10

PREDETERMINATIONS

↳ Schéma-blocs

On donne ci-contre le schéma-blocs en BF.



↳ Fonction de transfert de la chaîne ouverte:

$$O(p) = \frac{\Delta M_D(p)}{\Delta \varepsilon(p)} = \frac{k.(1+T_i.p)}{T_i.p} \frac{G_{v0}.e^{-T_r.p}}{1+\tau.p}$$

D'où la forme simplifiée si on choisit $T_i = \tau$ et si on note

$k_0 = \frac{k.G_{v0}}{\tau}$ gain statique global, avec k le coefficient d'action proportionnelle.

↳ Fonction de transfert en boucle fermée et en variation

Le terme $e^{-T_r.p}$ est remplacé au dénominateur par son

développement limité :

$$e^{-T_r.p} \approx 1 - T_r.p + \frac{T_r^2.p^2}{2}$$

La FTBF devient :

$$F(p) = \frac{k_0.e^{-T_r.p}}{p + k_0 \left(1 - T_r.p + \frac{T_r^2.p^2}{2} \right)} = \frac{k_0.e^{-T_r.p}}{p + k_0 - k_0.T_r.p + \frac{k_0.T_r^2.p^2}{2}}$$

On identifie avec la forme imposée du d... re c'est-à-d...

On en déduit les trois relations :

$$\omega_F = \frac{2\xi_F}{T_r}$$

et

$$\omega_F = \frac{\sqrt{2}}{T_r}$$

Remarques :

- Le retard pur constaté en boucle ouverte est également constaté en boucle fermée.
- A partir des résultats obtenus, on a 3 inconnues : k , ξ_F et ω_F alors qu'il ne reste que 2 équations.

La solution est obtenue en imposant le degré de liberté imposé.

pour la stabilité imposée.

On choisit une réponse présentant un dépassement de l'ordre 15%.

On suppose une réponse d'échelle constante.

$$\text{d'où } \frac{1}{\omega_F} = \left(\frac{1}{k_0} - T_r \right) \rightarrow k_0 = \frac{0,586}{T_r} \rightarrow k = \frac{0,586.\tau}{G_{v0}.T_r}$$

Application : avec les résultats obtenus lors du TP n°1 : $G_{v0} = 0,94$; $T_r = 0,18s$ et $\tau = 0,38s$

Solution :

$$k_0 = \frac{0,586}{T_r} = 3,25s^{-1} \rightarrow k = \frac{0,586.\tau}{G_{v0}.T_r} = 1,3$$

Avec le choix imposé des charges, on obtient des valeurs très comparables à celles obtenues avec un correcteur. La grande différence se trouve dans la précision statique.

↳ Consigne de repos

L'action intégrale imposant une erreur statique nulle, ce qui entraîne l'égalité $M_{D0} = C_0$ en régime

permanent. Pour obtenir la valeur de repos $M_{D0} = 40\%$, il faut donc une consigne :

$$C_0 = 40\%$$

Limite de stabilité

On exprime la FTBO en régime harmonique :

Avec $p=j.\omega \rightarrow \overline{O(j.\omega)} = \frac{\overline{M}}{\varepsilon} = \frac{k_o.e^{-j.T_r.\omega}}{j.\omega} \rightarrow \|\overline{O(j.\omega)}\| = \frac{k_o}{\omega} \text{ et } \varphi(\overline{O(j.\omega)}) = -T_r.\omega - \pi/2$

Si le système est rendu juste instable, il oscillera à la pulsation « ω_{osc} » telle que :

$$\varphi(\overline{O(j.\omega)}) = -\pi \text{ soit : } -T_r.\omega_{osc} - \pi/2 = -\pi \rightarrow \omega_{osc} = \frac{\pi}{2.T_r} \rightarrow \omega_{osc} = 72 \text{ rad/s}$$

Valeur légèrement inférieure à celle obtenue avec un correcteur simplement

Le système sera juste instable pour la valeur critique de k_o notée k_{oc} telle que

$$\|\overline{O(j.\omega_{osc})}\| = \frac{k_{oc}}{\omega_{osc}} = 1 \rightarrow k_{oc} = \omega_{osc} \rightarrow k_{oc} = 72 \text{ s}^{-1} \rightarrow T_r = 3,5$$

Vérification de la marge de stabilité

Si on souhaite que le système satisfasse une marge de gain de 20dB, proportionnelle soit inférieure à $k_c/4$ soit $k < 0,875 \rightarrow$ Coefficient de proportionnalité à faire sans erreur. En expérimentation, il faudra probablement choisir une valeur un peu plus élevée pour obtenir un dépassement de 15% environ (contrainte donnée par le cahier des charges).

Si on souhaite que le système satisfasse une marge de phase de 45°, le coefficient d'action proportionnelle doit être tel que, pour $\varphi(\overline{O(j.\omega)}) = -135^\circ$

La solution de $\varphi(\overline{O(j.\omega)}) = -135^\circ = 3.\pi/4$ est : $\omega = \omega_1 = \frac{\pi}{4.T_r} = 72$

La condition sur le module est : $\|\overline{O(j.\omega)}\| = 1 \rightarrow k = \omega = 72 \rightarrow$ Condition satisfaite.

On vérifie que dans le cas des systèmes standards, la marge de gain est plus contraignante sur la marge de phase.

Comportement en régime transitoire

D'après les abaques relatifs aux systèmes du deuxième ordre et pour $\xi_F = 0,5$

→ le dépassement se situe à 15%

→ le temps de réponse $t_{r5\%}$ du 2ème ordre

qui donne un temps de réponse global, en comptant le temps de propagation T_r

stant du premier a pour

$\frac{\pi}{\omega_F \sqrt{1-\xi_F^2}} = T_r$

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

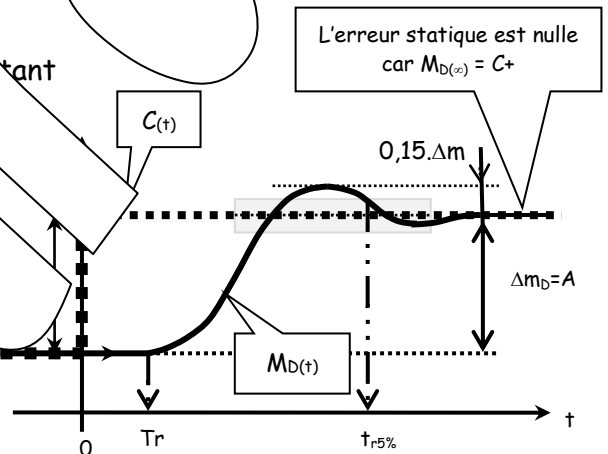
Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :

Si on considère la variation de la phase :



Si on considère la variation de la phase, on en déduit la transformée de Laplace : $\Delta C(p) = \frac{A}{p}$

On obtient la réponse temporelle : $\Delta M_D(p) = F(p) \cdot \Delta C(p) = \frac{e^{-T_r.p}}{1 + \frac{2.\xi_F}{\omega_F} p + \frac{1}{\omega_F^2} p^2} \cdot \frac{A}{p}$

Par table de transformation inverse, on obtient l'expression de la réponse temporelle :

$$M_D(t) = M_D(0) + A \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1-\xi_F^2}} e^{-\xi_F.\omega_F.(t-t_{init})} \cdot \sin(\omega_F \sqrt{1-\xi_F^2} (t-t_{init}) - \psi) \right) \text{ avec } \psi = A \cos \xi_F$$

Dans le cas présent où on a choisi $\xi_F = 0,5$, cette expression devient :

$$M_D(t) = M_D(0) + A \left(1 - 1,155.e^{-0,5.\omega_F.(t-t_{init})} \cdot \sin(0,866.\omega_F.(t-t_{init}) - 1,05_{rad}) \right)$$

Comportement en échelon de vitesse (rampe)

Partant d'un point de repos, la consigne évolue suivant l'expression : $\Delta C(t) = V.t$] $\Delta C(p) = \frac{V}{p^2}$

Ce qui conduit à la transformée de la réponse temporelle : $\Delta M_{D(p)} = F(p) \cdot \Delta C(p) = \frac{e^{-T_r \cdot p}}{1 + \frac{p}{\omega_F} + \frac{1}{2} p^2} \cdot \frac{V}{p^2}$

Ce qui donne par transformée de Laplace inverse :

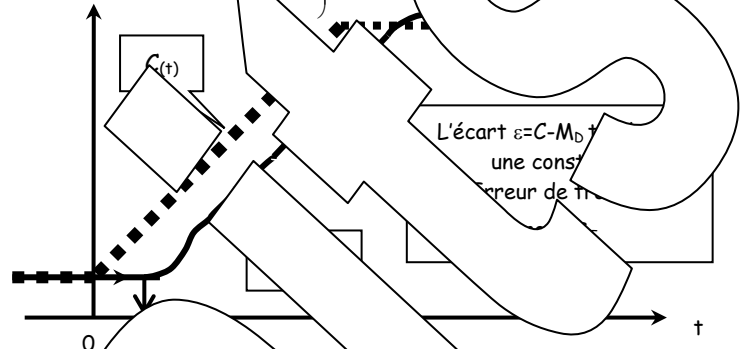
$$\Delta M_{D(t)} = V \cdot \left((t - T_r) - \frac{2 \cdot \xi_F}{\omega_F} + \frac{1}{\omega_F \sqrt{1 - \xi_F^2}} e^{-\xi_F \omega_F (t - T_r)} \cdot \sin(\omega_F \sqrt{1 - \xi_F^2} (t - T_r) - \psi) \right) \text{ avec } \psi = \arctan\left(\frac{\xi_F}{\sqrt{1 - \xi_F^2}}\right)$$

Expression de l'erreur de traînage :

$$\varepsilon_T = \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon(t)$$

Avec : $\varepsilon(t) = \Delta C(t) - \Delta M_{D(t)}$

$$\rightarrow \varepsilon_T = V \cdot \left(T_r + \frac{2 \cdot \xi_F}{\omega_F} \right)$$



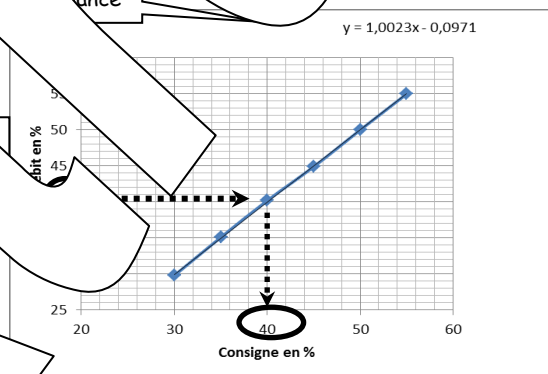
1 ETUDE EN REGIME STATIQUE

1.1 Caractéristique de transfert statique

Tableau de mesure

C en %	MD en %
30	29,8
35	35,1
40	40,2
45	44,9
50	50
55	55

Caractéristique de transfert statique au voisinage du point de repos



1.2 Citation

Caractéristique de transfert statique, au voisinage du point de repos, est sensiblement elle-même. Elle s'approche de la forme $y = a \cdot x + b$ de l'équation de tendance d'ordre 1 : $M_D = C - 0,1$

Re... La caractéristique de transfert statique est nettement plus linéaire que celle en BO. Cela fait partie des améliorations apportées par la correction P+I.

→ La valeur de consigne qui permet d'avoir une mesure proche de 40% est : $C_0 = 40\%$

C'est l'influence de la dérivation intégrale qui permet d'annuler l'erreur statique (écart entre consigne et mesure en régime permanent).

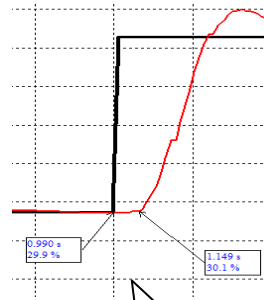
→ Coefficient de transfert statique au point de repos : $k_{F0} = \frac{M_{D0}}{C_0} = 1$

→ Coefficient de transfert, en variations, autour du point de repos, est déduit de la dérivation de

l'équation de tendance au point de repos : $k_{FV} = \frac{\Delta M_D}{\Delta C} \approx 1$

Page: 5/10

→ Vérification du retard pur en dilatant l'échelle des temps au voisinage de $t=0$ du transitoire
On relève le retard pur ;
 $T_r = 1,149 - 1 = 0,15s$
Ce retard est sensiblement identique à celui mesuré en boucle ouverte (Voir TP1).
Ceci confirme que le bouclage n'a pas d'incidence sur le retard pur.



2.3 Vérification du modèle par la méthode

Le fichier « Excel » est fourni

Le coefficient de amortissement $\xi_F = 0,52s$

La pulsation $\omega_F = 5,53rad/s$

t absolu	MD relevé	MD calculé	Dif carré	Somme
0	30,01	30,01	0,00	14,49
0,03	29,912	30,01	0,01	
0,06	30,01	30,01	0,00	
0,09	30,01	30,01	0,00	
0,12	30,01	30,01	0,00	
0,15	30,01	30,01	0,00	
0,18	30,01	30,01	0,00	
0,21	30,01	30,01	0,00	
0,24	30,01	30,01	0,00	
0,27	30,01	30,01	0,00	

Valeur initiale

Valeur

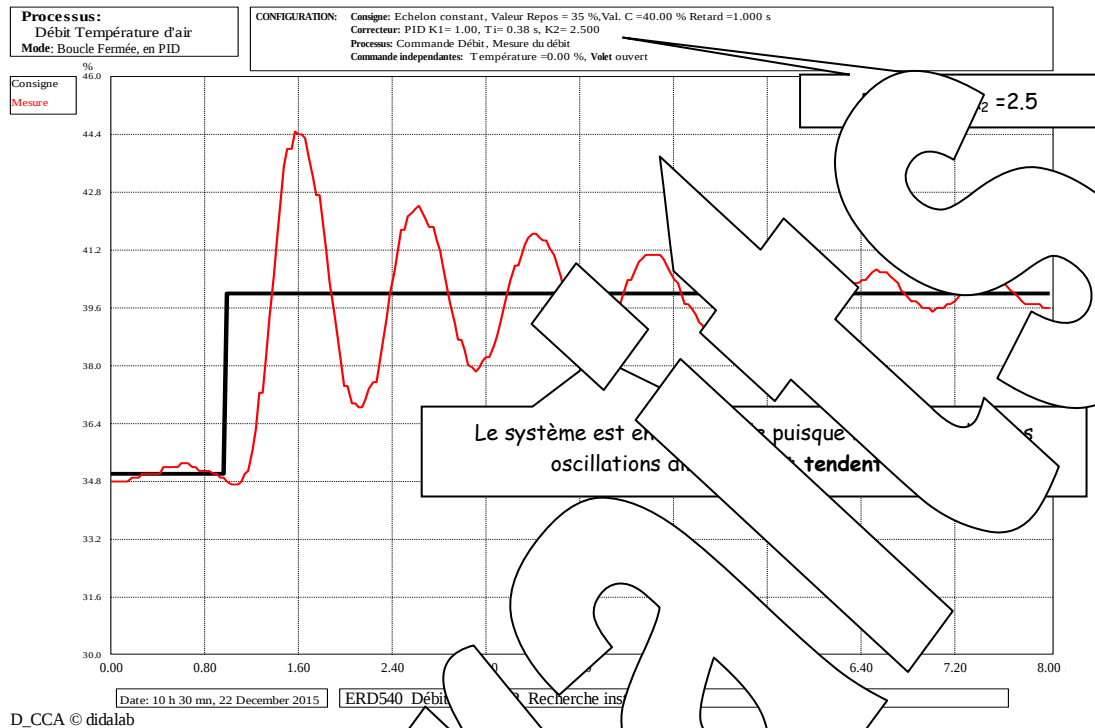
Les deux courbes « t absolu » et « t relatif » sont obtenues à partir du fichier de points enregistré à partir de l'écran. On les exporte dans un fichier Excel. On les copie dans Word et on les colle. On les rend utiles et on remplace les « . » par des « , ».

On en déduit la fonction de transfert en BF :

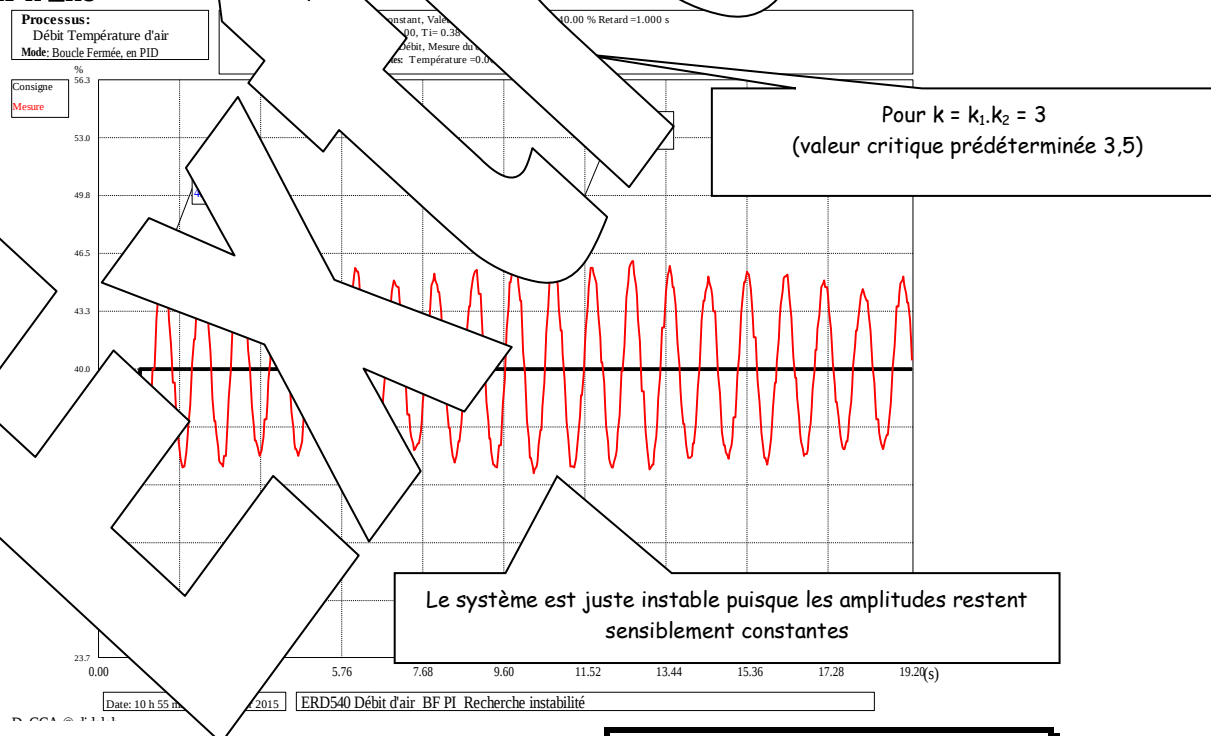
$$F(p) = \frac{e^{-T_r \cdot p}}{1 + \frac{2 \cdot \xi_F}{\omega_F} p + \frac{1}{\omega_F^2} p^2} = \frac{e^{-0,15 \cdot p}}{1 + 0,188 \cdot p + 0,0327 \cdot p^2}$$

2.4 Recherche de la juste instabilité

Pour $k \ll k_c$



Pour $k \approx k_c$

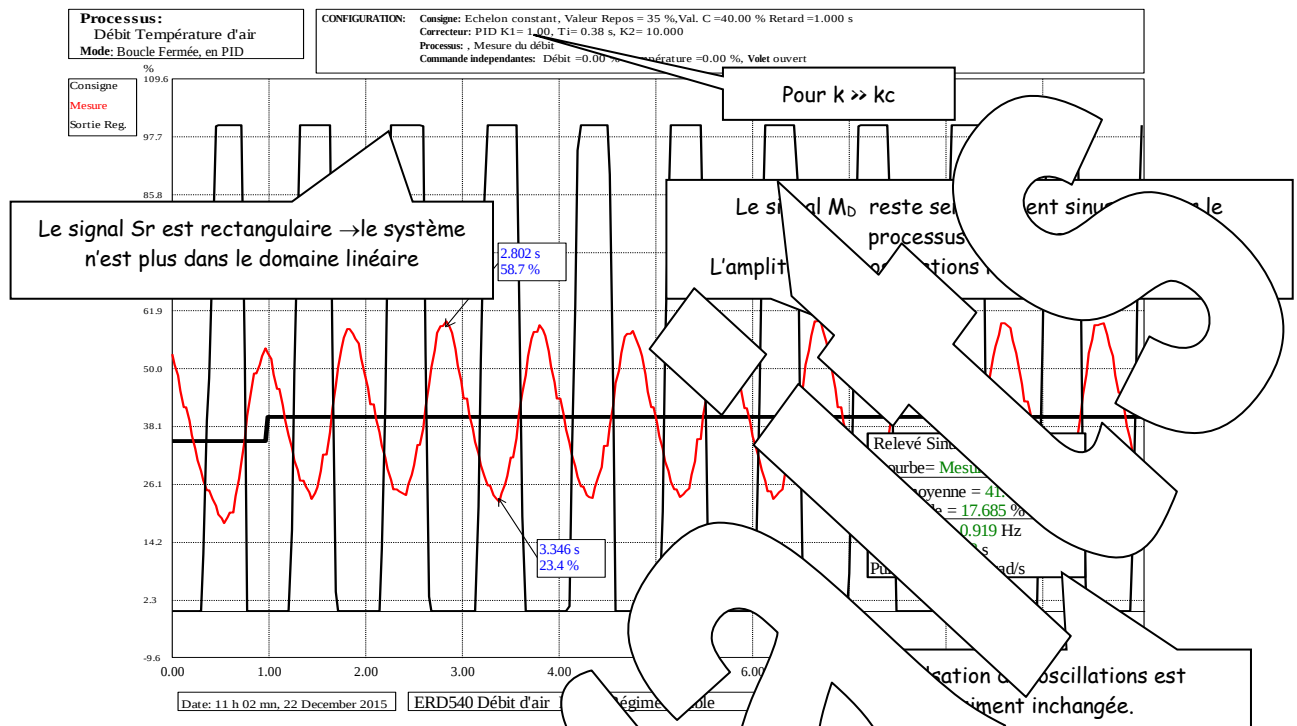


On relève la pulsations des oscillations auto entretenues:

$$\omega_{osc} = \frac{2\pi}{T_{osc}} = \frac{6,28}{(10,7 - 1,5) / 10} = 6,8 \text{ rad/s}$$

Valeur proche de la valeur prédéterminée.

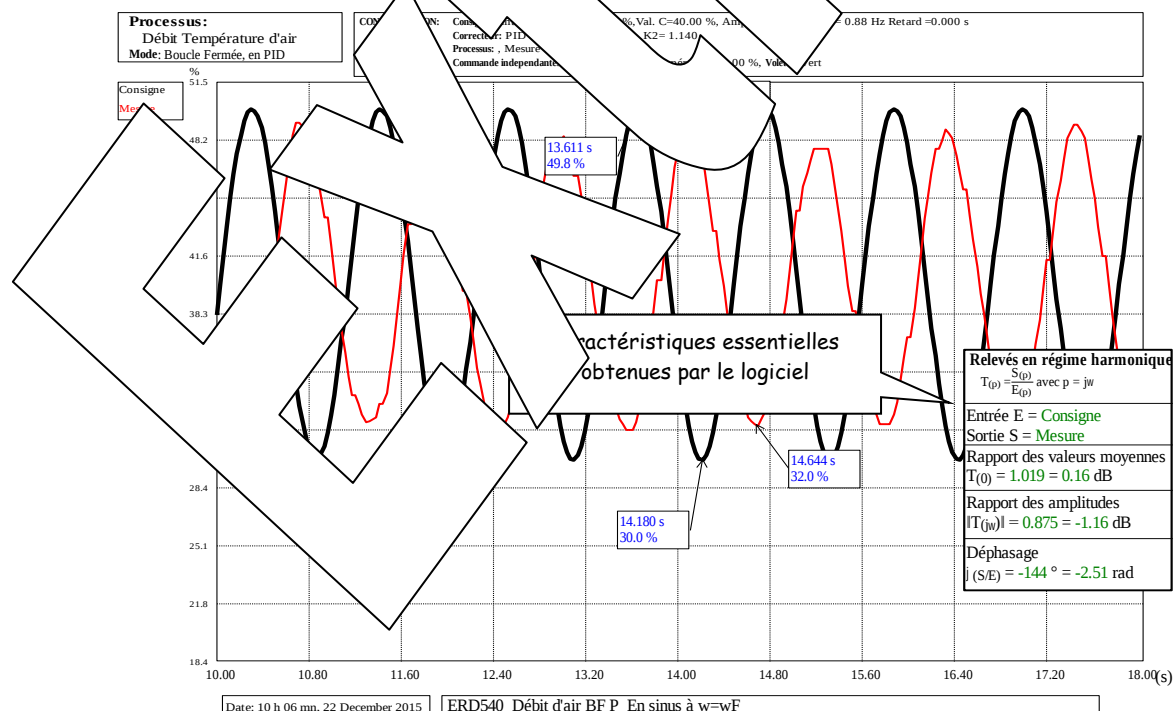
Fonctionnement en régime stable



3 ETUDE EN REGIME SINUSOIDAL

3.1 Expérimentation

A la pulsation particulière $\omega = \omega_F$



3.2 Exploitation

→ Vérification du rapport des valeurs moyennes

Valeur relevée: $T_{(0)} = 1$

Cette valeur est à comparer au coefficient de transfert statique en BF : $k_{F0} = 1 \rightarrow$ C'est O.K.

→ Vérifications du rapport des amplitudes

Valeur relevée: $\|T(j\omega)\| = 0,875$

Pour le modèle obtenu précédemment, cette valeur est à comparer à

$$\|F_V(j\omega)\| = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_F}\right)^2}$$

à la pulsation $\omega = \omega_F$ et pour $\xi_F = 0,5 \rightarrow \|F_V(j\omega)\| = 1 = 0,96$

→ Vérifications du déphasage

Valeur relevée : $\phi(M_D / C) = -144^\circ$

Pour le modèle obtenu précédemment, cette valeur est à comparer à

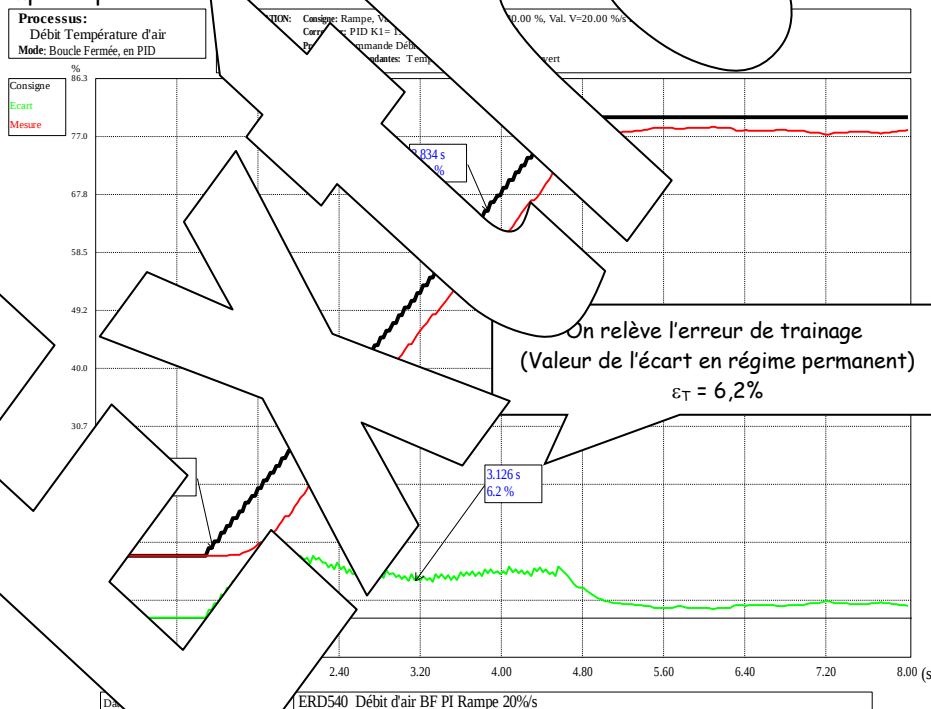
$$\text{Arg}(F_V(j\omega)) = \text{ATAN} \left[\frac{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_F}\right)^2}{2\xi_F \left(\frac{\omega}{\omega_F}\right)} \right]$$

à la pulsation $\omega = \omega_F$ et pour $\xi_F = 0,5 \rightarrow \text{Arg}(F_V(j\omega)) = -90^\circ$

4 ETUDE EN ECHELON DE VITESSE (Vitesse de la TEE)

4.1 Expérimentation

Avec une rampe de pente $V = 20\%/s$



4.2 Exploitation

→ Vérification de la pente de la rampe : $V = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{65,1 - 11,3}{3,83 - 1,14} = 20\%/s$

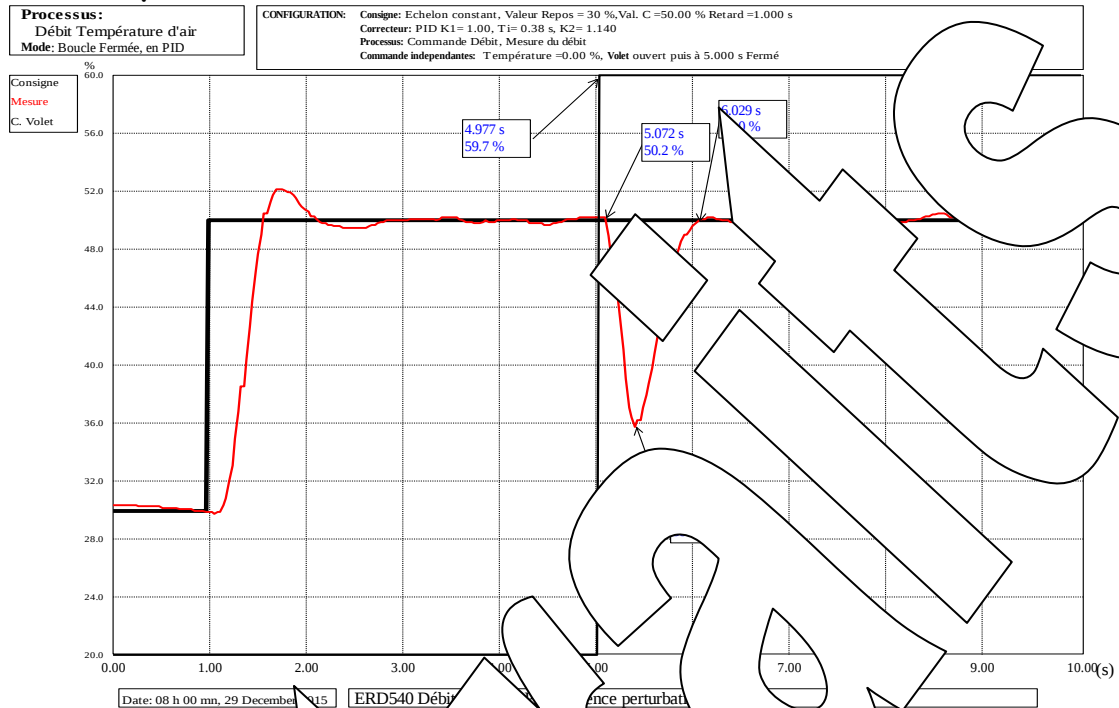
→ Vérification de l'erreur de traînage : On relève $\varepsilon_T = 6,2\%$

Cette valeur est à comparée à la valeur calculée à partir de l'expression théorique :

$$\varepsilon_T = V(T_r + \frac{2\xi_F}{\omega_F}) = 20(0,15 + \frac{1}{5,52}) = 6,6\% \rightarrow \text{C'est O.K.}$$

5 INFLUENCE DE L'APPLICATION D'UNE PERTURBATION

Relevé expérimental



Exploitation

→ L'influence de la fermeture

Il inclut en fait le temps de réaction et le retard du système.
Ce retard est identique à ce constaté

fait avec la consigne égal à :

$$t_{\text{Retard}} = 5,072 - 5 = 0,072 \text{ s}$$

→ L'ouverture du volet et la transitoire un

ébit égale à :

$$\Delta M_D(0) = 50 - 35,7 = 14,3\%$$

Cette transitoire est identique à celle constatée en BO et avec correction P. Au moment de l'application de la perturbation, le bouclage n'a pas encore joué son rôle.

en régime

$$\Delta M_D(\infty) =$$

permet d'inhiber l'influence de la perturbation en régime permanent ; la mesure rejette la perturbation même en présence de la perturbation (Volet fermé).

Processus:
Débit et température d'air
ERD 540

Configuration:
Régulation de débit d'air

COMPTE-RENDU du TP

Régulation avec Compensateur de temps mort (TM)

	CITE 2011
est secondaire	4

SOMMAIRE:

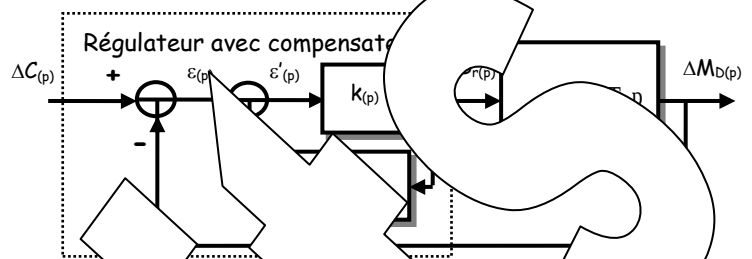
Prédéterminations	2
Fonction de transfert du compensateur de temps mort	2
Application si modèle de transfert et correcteur	2
Fonctions de transfert	2
Réponse du compensateur à un échelon	2
Réponse du système contrôlé	3
1 Réponse en BF (régime d'échelon) ; Modélisation	3
Réponse proportionnelle en régime constant	3
Expérimentation	3
Exploitation	4
Réponse du compensateur à un échelon constant	4
Expérimentation	4
Exploitation	4
2 Etude en régime d'échelon constant	5
2.1 Avec compensateur déconnecté	5
2.2 Avec compensateur connecté	5
2.3 Comparaison du compensateur de temps mort	6
2.4 Influence du compensateur sur système perturbé	7
3 Etude en BF en régime d'échelon de vitesse	7
3.1 Avec compensateur déconnecté	7
3.2 Avec compensateur connecté	8
3.3 Comparaison ; influence du compensateur de temps mort	8

PREDETERMINATIONS

Fonction de transfert du compensateur du temps mort

Le bloc de compensation du temps mort doit avoir une fonction de transfert $C_{TM(p)}$ telle que le signal de mesure vu par le correcteur $k(p)$ soit dépourvu du retard pur, d'où la relation (D'après chapitre 15 de l'ouvrage¹):

$$\varepsilon'_{(p)} = C_{(p)} - (G_{(p)} \cdot e^{-T_r \cdot p}) S_{r(p)} + C_{TM(p)} \cdot S_{r(p)} = C_{(p)} - G_{(p)} \cdot S_{r(p)}$$



Application si modèle de Broïda d'ordre 1

Fonctions de transfert

↳ Fonction de transfert du compensateur :

Dans ce cas :

$$G_{(p)} = \frac{G_{vo}}{k \cdot \tau \cdot p}$$

↳ Réduction de la boucle interne :

$$\frac{S_{r(p)}}{\varepsilon_{(p)}} = \frac{k_{(p)}}{1 - k_{(p)} \cdot C_{TM(p)}}$$

Or

$$\frac{S_{r(p)}}{\varepsilon_{(p)}} = \frac{k \cdot (1 + \tau \cdot p)}{\tau \cdot p - k \cdot G_{vo} \cdot (e^{-T_r \cdot p} - 1)}$$

↳ Fonction de transfert en boucle ouverte en variation autour du point de repos :

$$O_{(p)} = \frac{\Delta M_{D(p)}}{\varepsilon_{(p)}} = \frac{k \cdot (1 + \tau \cdot p)}{\tau \cdot p - k \cdot G_{vo} \cdot (e^{-T_r \cdot p} - 1)} = \frac{k \cdot G_{vo} \cdot e^{-T_r \cdot p}}{\tau \cdot p - k \cdot G_{vo} \cdot (e^{-T_r \cdot p} - 1)}$$

$$k_o = k \cdot G_{vo}$$

$$F_{(p)} = \frac{\Delta M_{D(p)}}{\Delta C} = \frac{k \cdot G_{vo} \cdot e^{-T_r \cdot p}}{k_o + \tau \cdot p} \rightarrow F_{(p)} = \frac{e^{-T_r \cdot p}}{1 + (\tau / k_o) \cdot p}$$

La fonction de transfert du premier ordre est le retard pur inévitable. Les temps en BF sont τ / k_o et la fonction de k_o donc de k .

Réponse du compensateur à un échelon constant

¹ Automatique : régulations et asservissements Editions : Lavoisier-Hermès Auteurs : T. Hans et P. Guyénot

➤ Réponse à l'échelon

→ On distingue 2 phases de fonctionnement

Durant la phase 1 ($0 < t < T_r$) $t=0$ étant l'instant où est appliqué l'échelon

$$S_{CTM(p)} = -\frac{A \cdot G_{v0}}{p(1 + \tau \cdot p)} \quad [\quad s_{CTM(t)} = -A \cdot G_{v0}(1 - e^{-t/\tau})$$

Ce régime se termine à $t = T_r$, ce qui donne la valeur :

$$s_{min} = -A \cdot G_{v0}(1 - e^{-T_r/\tau})$$

Ce qui corrobore la valeur relevée

→ Durant la phase 2 ($T_r < t' < \infty$)

$$s_{CTM(t')} = s_{min} \cdot e^{-t'/\tau}$$

Réponse du système compensé

La réponse à un échelon constant ne devrait donc ne pas présenter de dépassement.

- Pour $0 < t < T_r$

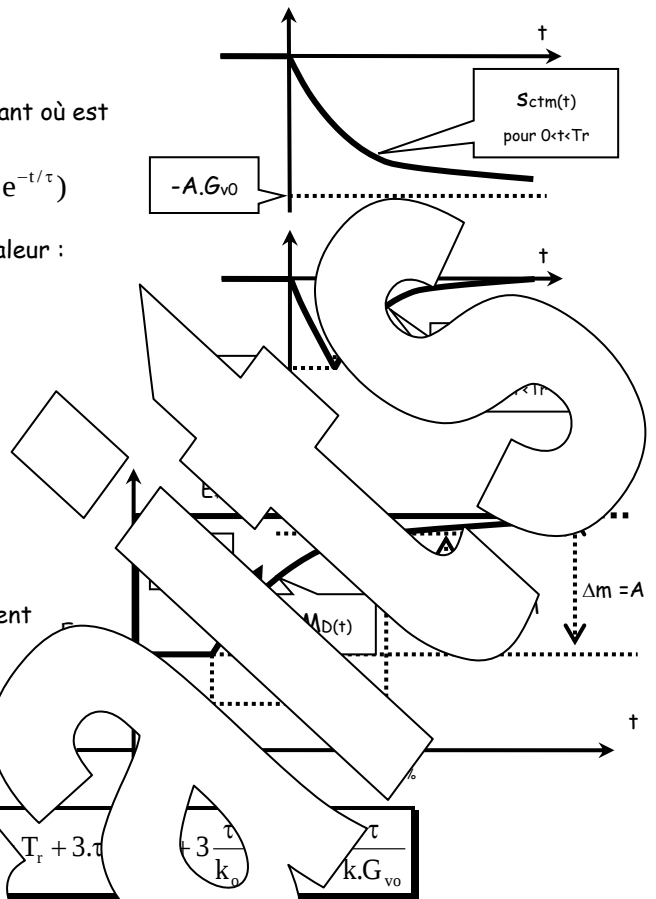
$M_{D(t)} = E_-$ puis le système est précis statiquement

- Pour $T_r < t < \infty$

$$\Delta M_{D(p)} = F_{(p)} \frac{A}{p} = \frac{A \cdot e^{-T_r \cdot p}}{p(1 + \tau_F \cdot p)}$$

$$] \quad \Delta M_{D(t)} = A \cdot (1 - e^{-(t-T_r)/\tau_F})$$

Le temps de réponse à 5% a donc pour



1 ETUDE EN BOUCLE OUVERTE (ERD540), MODELISATION

1.1 Réponse process à un échelon constant

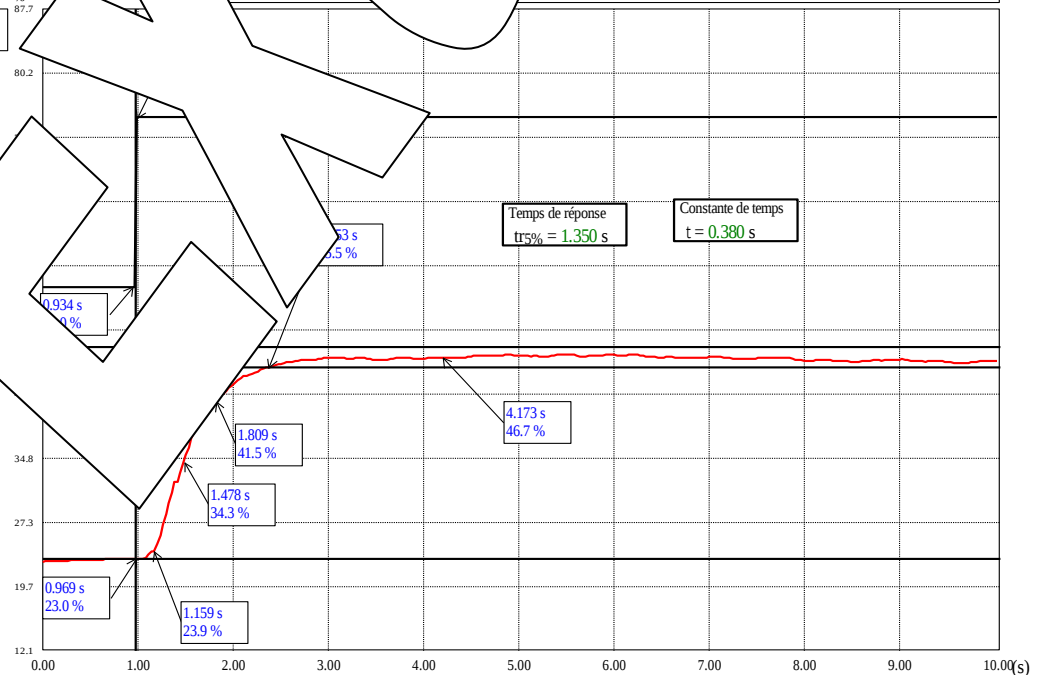
1.1.1 Expérimentation

Processus:
Débit Température d'air
Mode: Boucle Ouverte

CONFIGURATION: Compteur = 55 % C = 75.00 % Retard = 1.000 s
Processus: Débit Température d'air
Commande: Boucle Ouverte

Sortie Reg.

Debit



Date: 11 h 13 mn, 11 February 2016

ERD540 Débit d'air En BO Echelon Constant

1.1.2 Exploitation

→ Détermination du coefficient de transfert en variation : $G_{v0} = \frac{\Delta M_D}{\Delta S_r} = \frac{46,7 - 23}{75 - 55} \rightarrow G_{v0} = 1,18$

Valeur un peu supérieure à celle obtenue lors du TP n°1

→ La constante de temps dominante : $\tau = 0,38s$ idem à celle obtenue lors du TP n°1

→ Le retard pur : $T_r = 1,159 - 0,98 \rightarrow T_r = 0,179s$ idem à celle obtenue lors du TP n°1

→ Le temps de réponse à 5% : $t_{ra5\%} = 1,35s$ à comparer à $T_r + 4\tau = 1,32s$

On admettra donc pour modèle (fonction de transfert) du processus autour du point de

repos sous la forme dite de « Broïda » d'ordre 1 :

$$\frac{\Delta S_{r(p)}}{\Delta S_{r(p)}} = \frac{G_{v0} \cdot e^{-T_r p}}{(1 + \tau p)}$$

→ Dans ce cas la fonction de transfert du compensateur de temps :

$$C_{TM(p)} = 1,18 \frac{e^{-0,179p}}{(1 + 0,38p)}$$

1.2 Réponse compensateur à un échelon

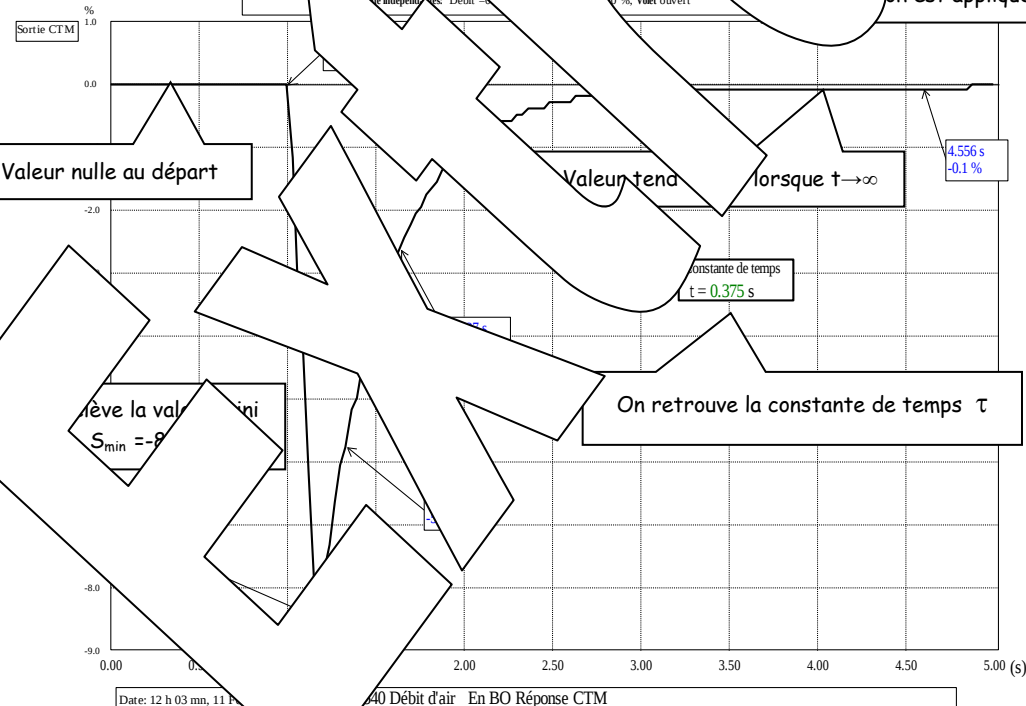
1.2.1 Expérimentation

Processus :
Débit Température d'air
Mode: Boucle Fermée, PID Compensateur

CONFIGURATION :
Consigne: Echelon constant
Correcteur: PID K1= 1,00
Processus: Liaison mesure ou
de indépendance: Débit =

C = 75,00 % Retard
= 0,00 % Volet ouvert

La d'échelon constant vaut
 $A = 75\% - 55\% = 20\%$
on est appliqué au bout de 1s



1.2.2 Exploitation

→ Les régimes statiques sont vérifiées (Valeur nulle au départ et à l'arrivée)

→ Vérification de la valeur mini $S_{min} = -A \cdot G_{v0} (1 - e^{-T_r/\tau}) = -20 \cdot 1,18 (1 - e^{-0,18/0,38}) = -8,9\%$

Ce qui corrobore la valeur relevée

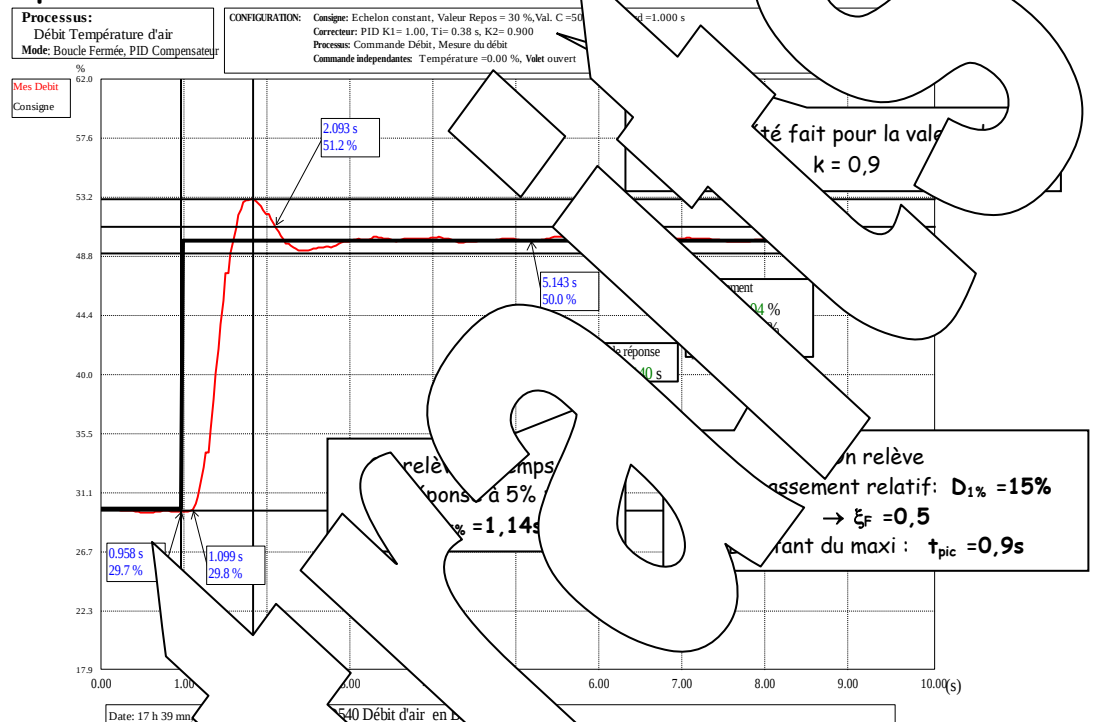
→ La constante de temps est vérifiée.

2 ETUDE EN BF EN REGIME D'ECHELON CONSTANT

2.1 Avec compensateur déconnecté

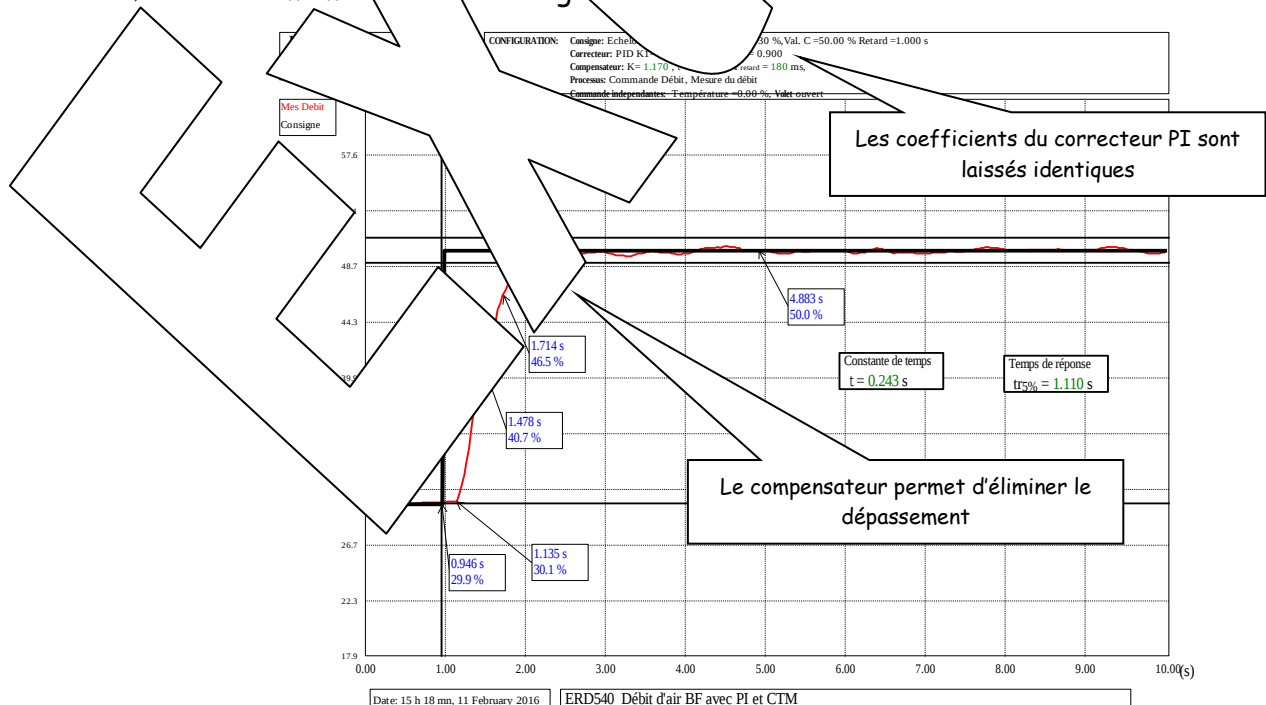
Si on souhaite un échelon de consigne en variation de 20% autour d'un état de repos de la mesure $M_{D0}=40\%$, l'échelon constant passera de $C = 30\%$ à $C = 50\%$.

Relevé expérimental:

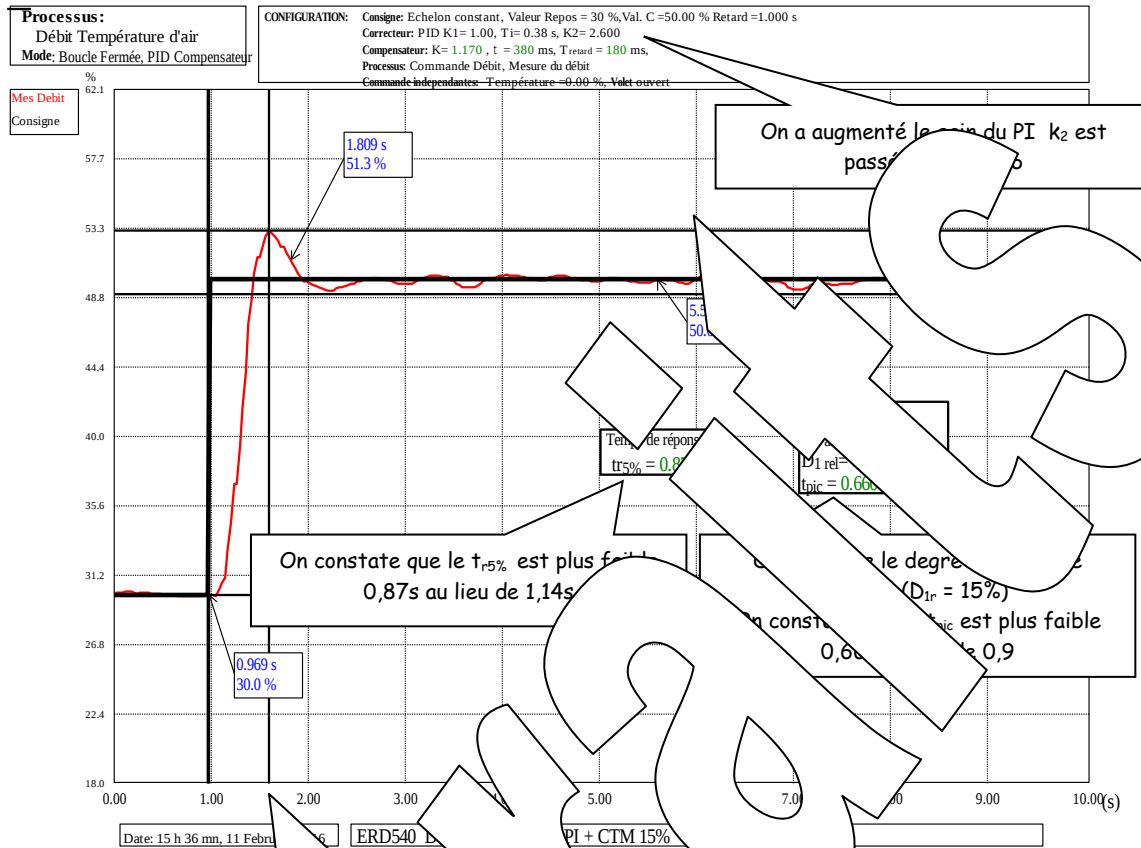


2.2 Avec compensateur connecté

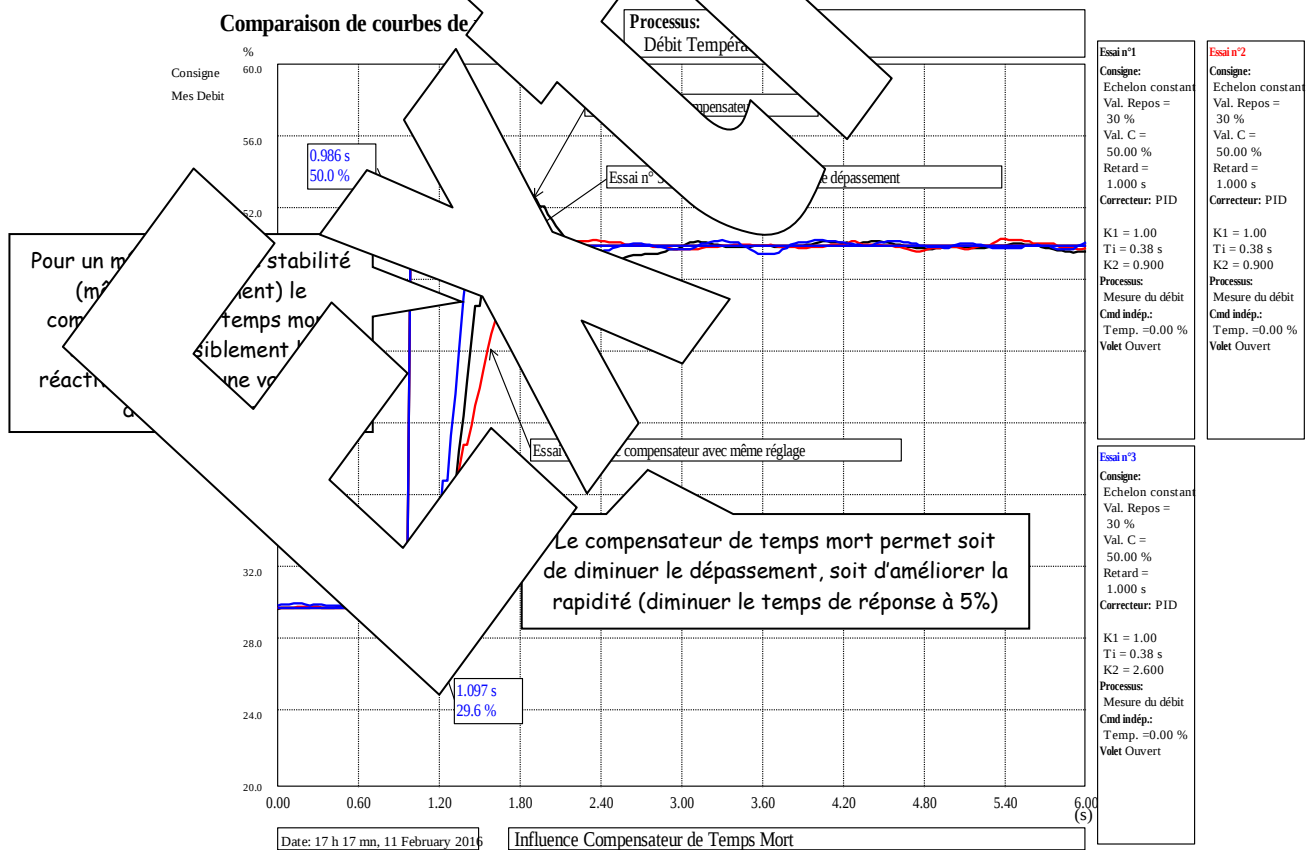
Avec les mêmes paramètres de réglage du correcteur



Avec un même degré de stabilité (même dépassement relatif)



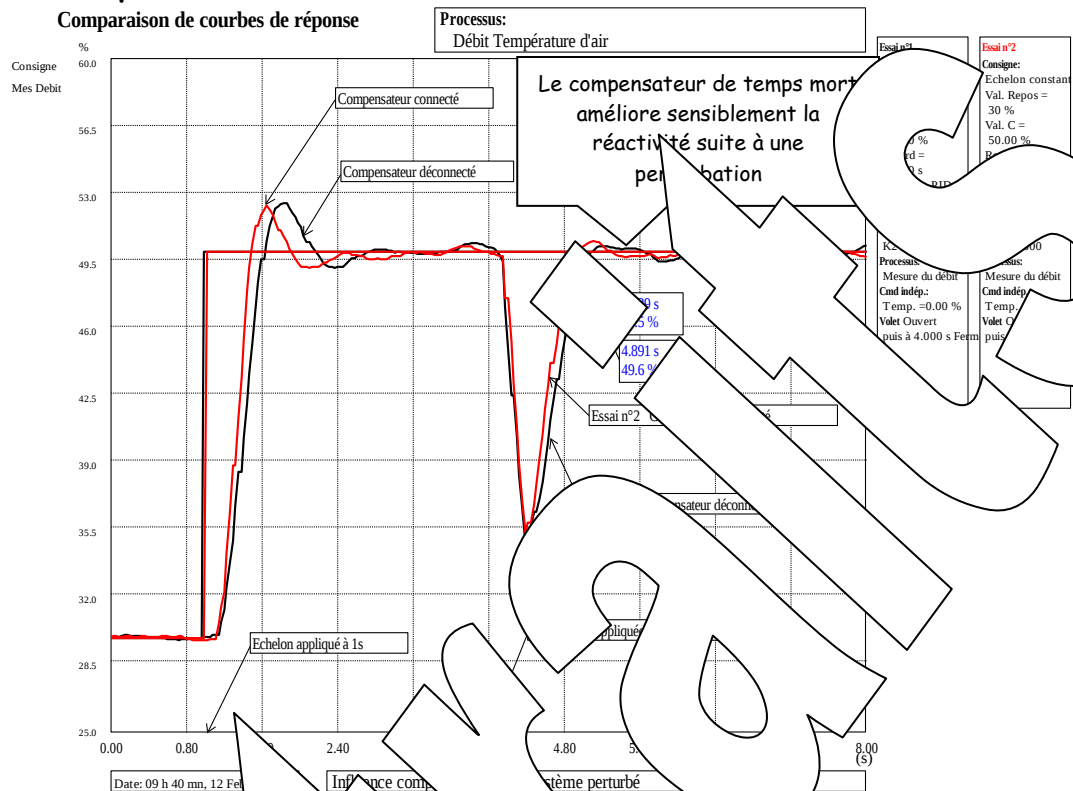
2.3 Comparaison: du compensateur de temps mort



2.4 Influence compensateur sur système perturbé

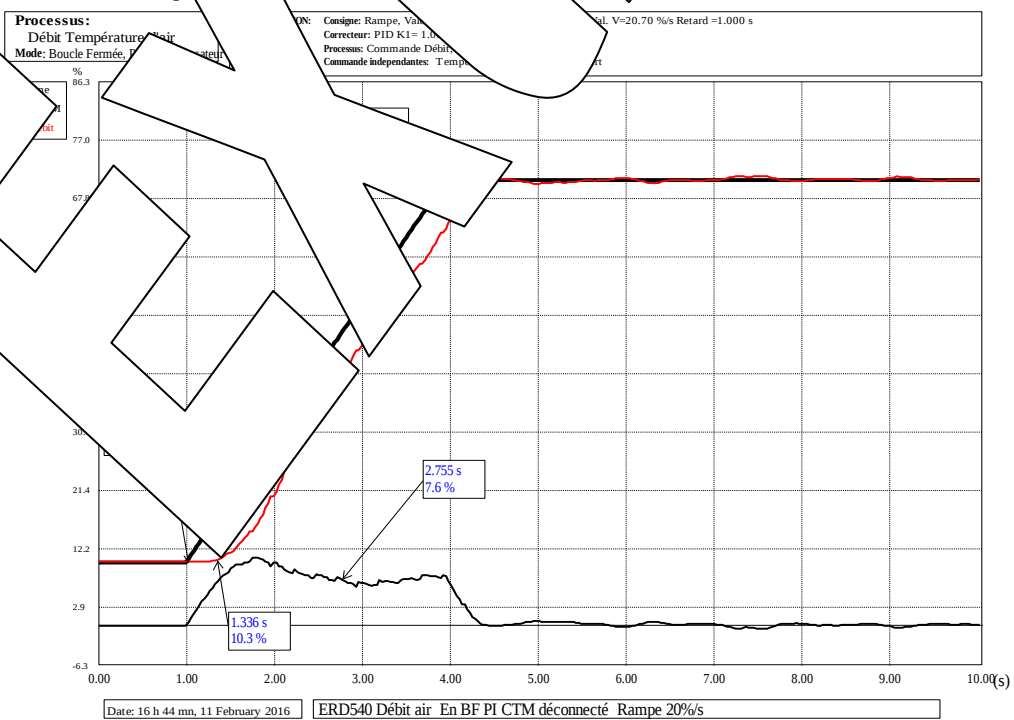
Relevé expérimental

Comparaison de courbes de réponse

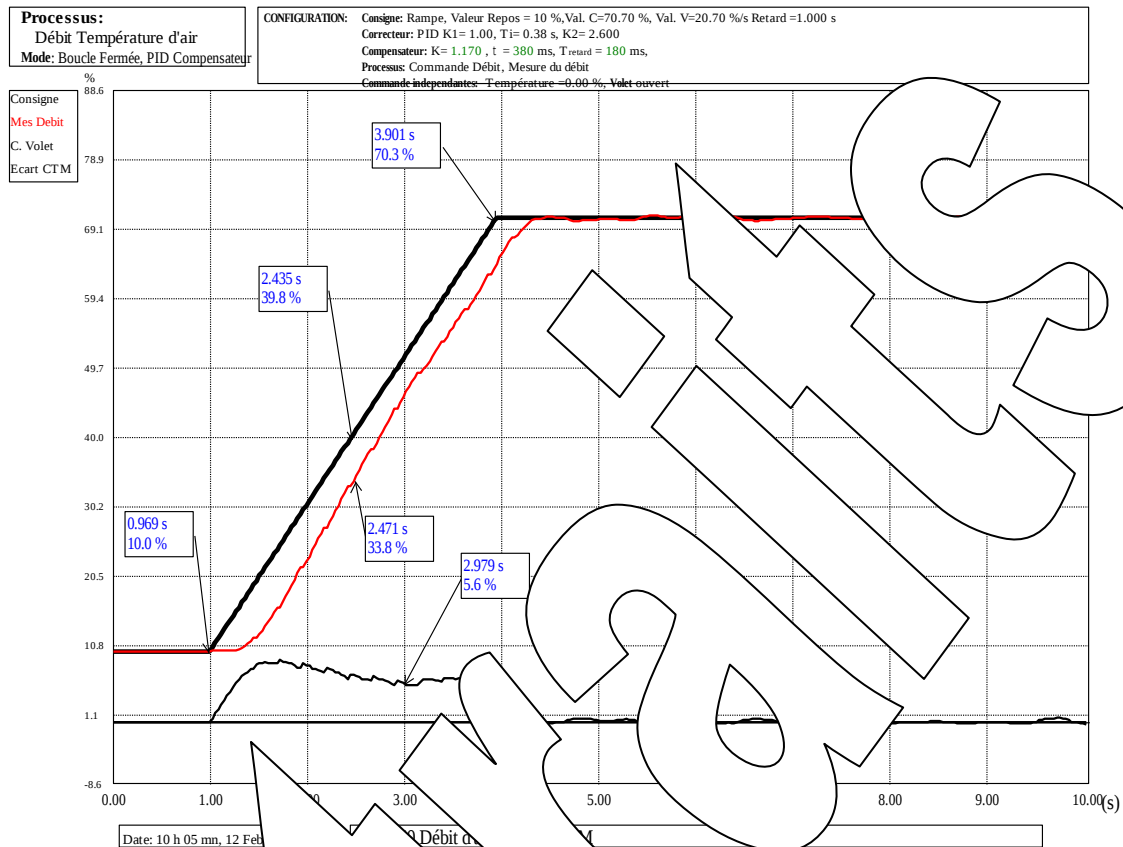


3 ETUDE EN BF ET EN TEMPS COURT SELON DE VITESSE

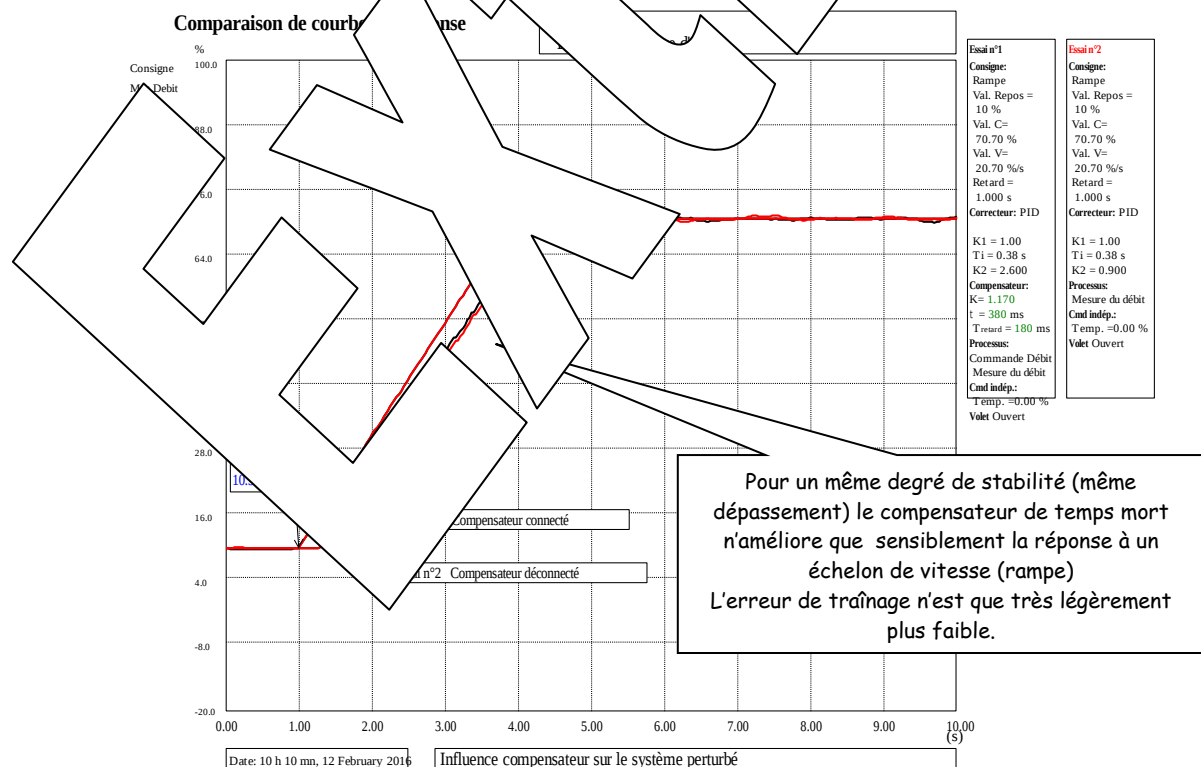
3.1 Avec compensateur déconnecté



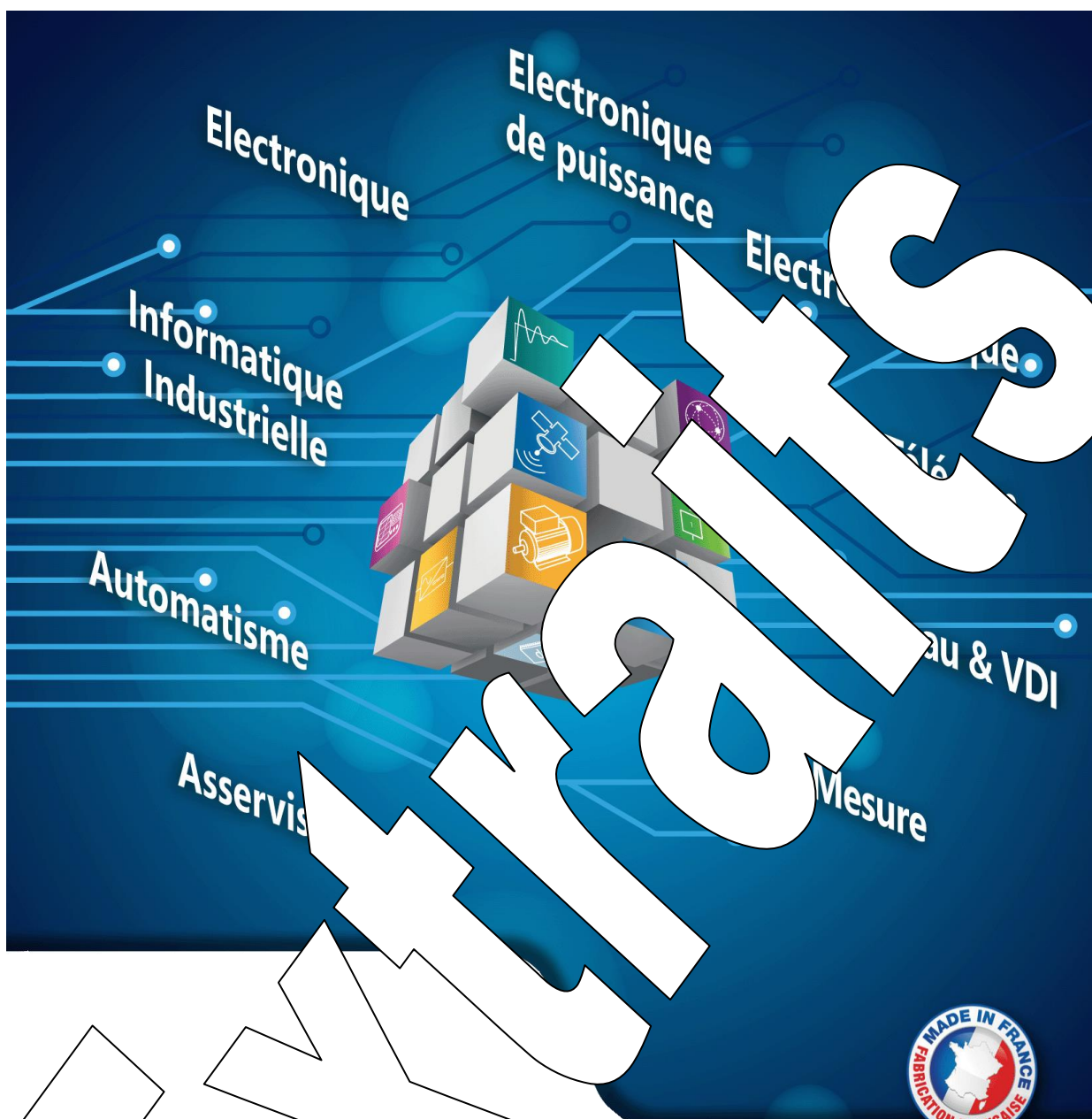
3.2 Avec compensateur connecté



3.3 Comparaison : influence du compensateur de temps mort



Extols



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