



TP Automatique Numérique

Analyse et synthèse d'un Régulateur PID numérique

Kimberley Jacquemot

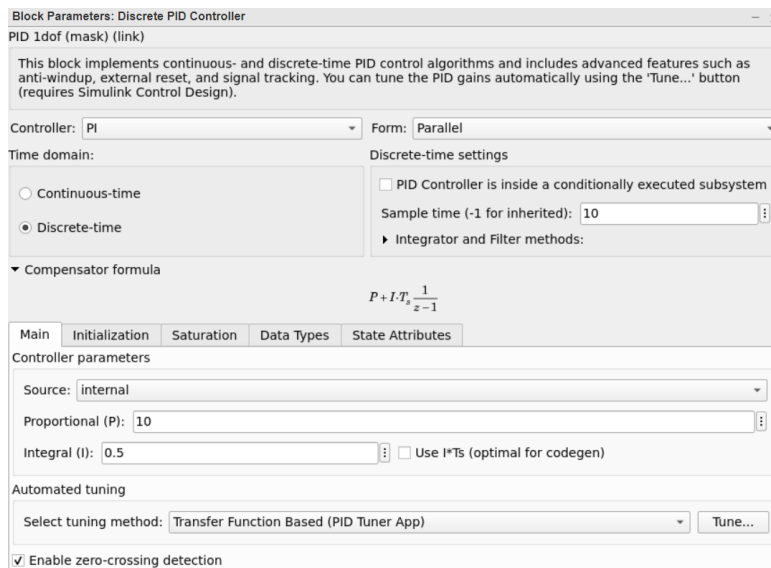




I - Système Hydraulique

I.a. - Synthèse des paramètres d'un régulateur discret sur Simulink

Le **paramètre P** dans ce système permettra d'obtenir de la stabilité dans notre réponse, il est ici fixé à la valeur de 10 (cf. figure 1). Le **paramètre I** est placé pour lui compenser la perte de stabilité causé par le paramètre P et annule l'erreur statique que l'on pourra sûrement observer durant nos manipulations (cf. figure). **L'Anti-WindUp** permet, lui, d'éviter toute saturation en éliminant l'accumulation de l'intégrale. Le comparateur permet d'observer la consigne envoyée et la comparer au signal qui sort du système.



Block Parameters: Discrete PID Controller

PID 1dof (mask) (link)

This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the 'Tune...' button (requires Simulink Control Design).

Controller: **PI** Form: **Parallel**

Time domain:

☐ Continuous-time

☒ Discrete-time

Discrete-time settings

☐ PID Controller is inside a conditionally executed subsystem

Sample time (-1 for inherited): **10**

Integrator and Filter methods:

Compensator formula

$$P + I \cdot T_s \frac{1}{z - 1}$$

Main Initialization Saturation Data Types State Attributes

Controller parameters

Source: **internal**

Proportional (P): **10**

Integral (I): **0.5** ☐ Use I*Ts (optimal for codegen)

Automated tuning

Select tuning method: **Transfer Function Based (PID Tuner App)** **Tune...**

☒ Enable zero-crossing detection

Figure 1 – Correcteur PI et ses paramètres



3.1)

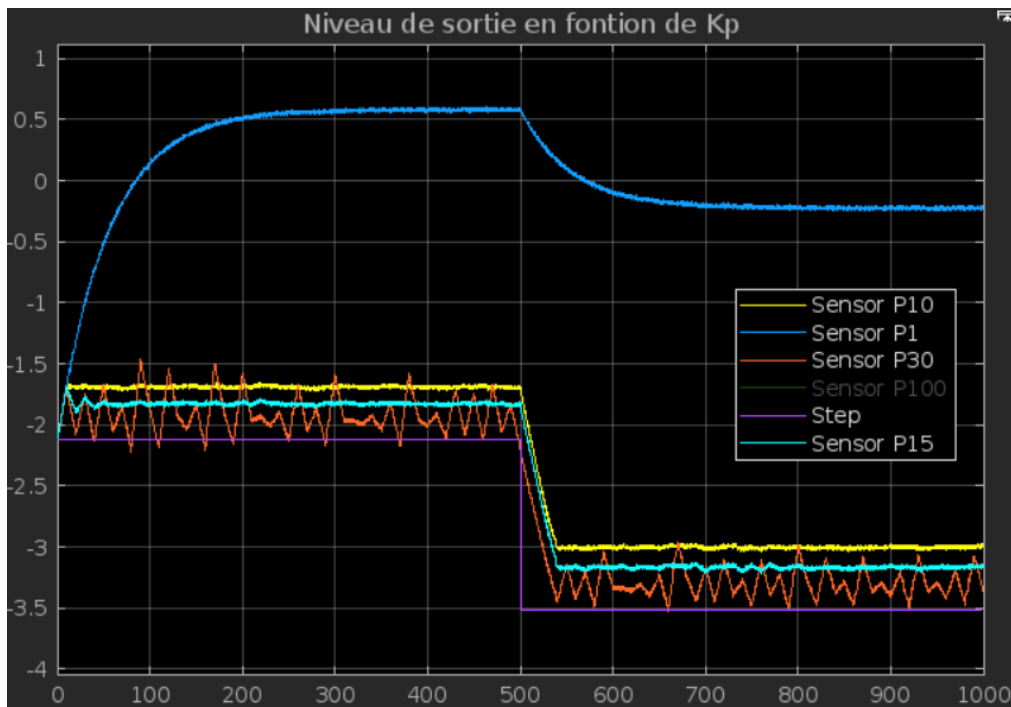


Figure 2 - Signal de Sortie en fonction de K_p

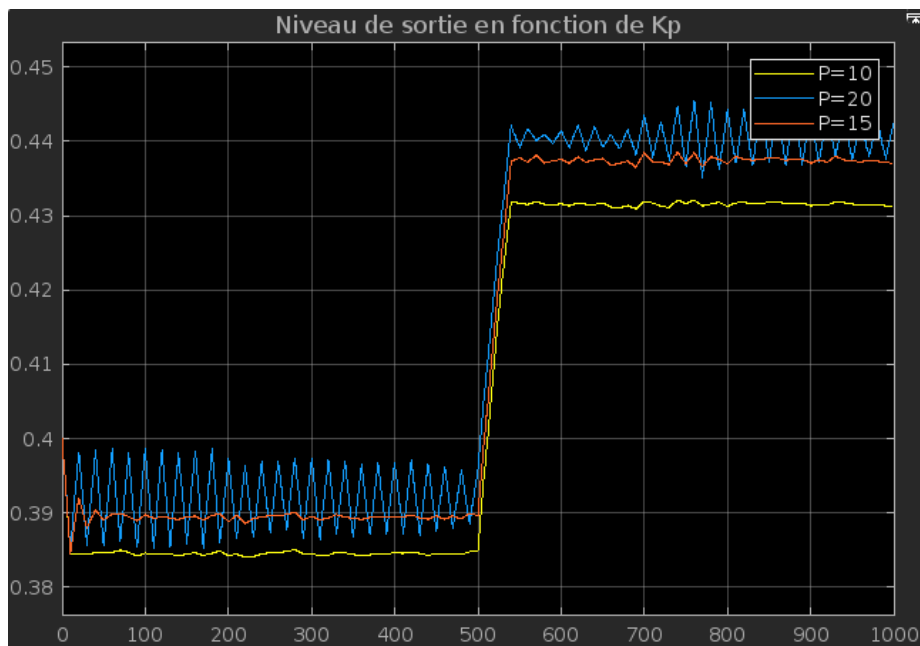


Figure 3 - Niveau d'eau en sortie en fonction de K_p

De manière empirique, nous allons essayer de déterminer quel K_p serait plus correct afin d'obtenir une réponse précise sans dépassement. Pour cela, on déterminera d'abord 3 valeurs qui permettront de voir l'influence du K_p sur le signal de sortie : 1, 10 et 100. Ainsi l'on obtient un signal très instable pour de grandes valeurs. Et un signal peu précis pour un K_p trop faible. On fait ensuite plus de mesure avec



un K_p proche de 10 qui a l'air d'être assez stable (cf. figure 2), on peut également dire qu'il est le plus précis de nos mesures puisqu'il est plus proche de la consigne. On pourra également analyser ce résultat avec la figure 3 qui représente elle la mesure du niveau d'eau.

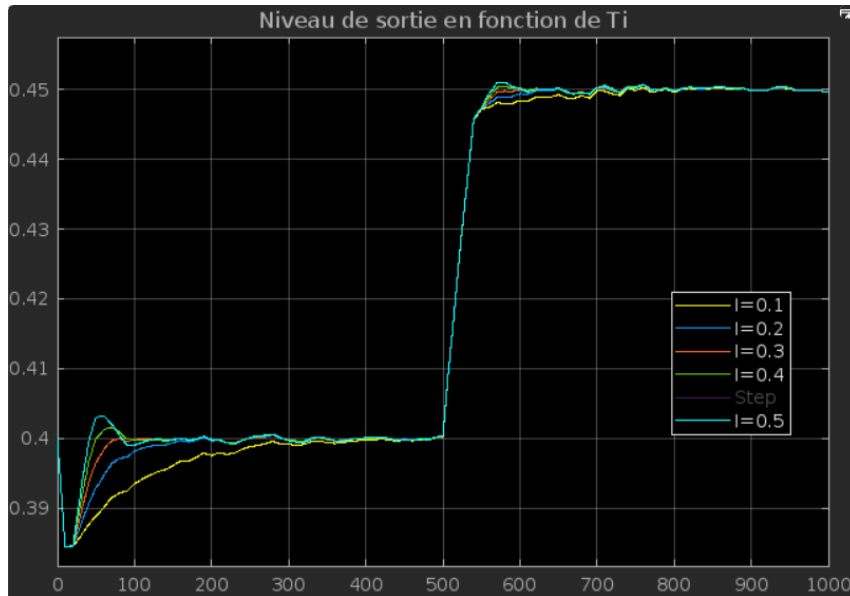


Figure 4 - Signal de sortie en fonction de T_i

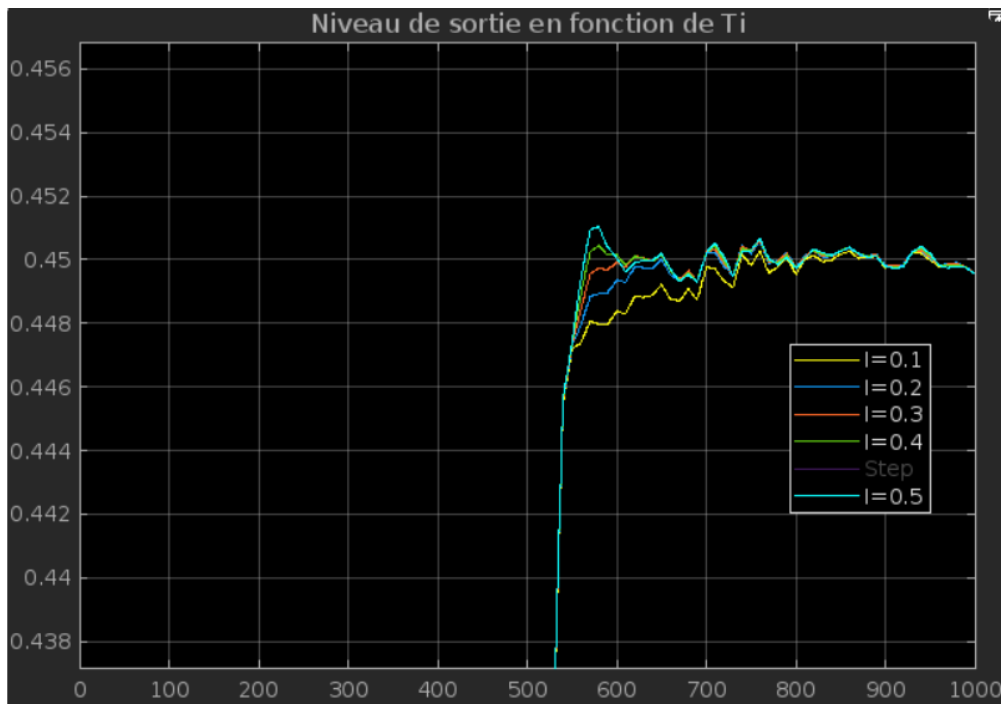


Figure 5 - Zoom sur la figure 3

Ce n'est qu'après un zoom sur la figure 3 (cf. figure 4) que l'on peut déterminer si le dépassement de l'erreur statique est présent ou non en fonction du coefficient de T_i . Ce n'est qu'à partir de $I = 0,3$ que l'on a un signal qui s'approche de la valeur finale sans la dépasser.

Ici, nous choisirons alors la valeur de $T_i = 0,3$ qui sera à présent fixe pour la suite du TP.



3.2)

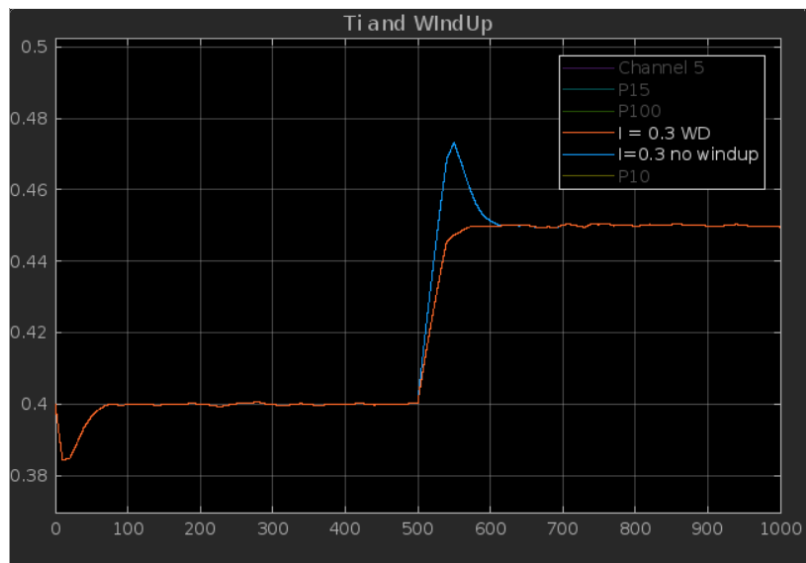


Figure 6 - PI avec et sans WindUp

La saturation présente créer un pic plus grand que celui de départ, elle l'amplifie sûrement. Le résultat avec et sans Wind up est complètement différent. Ce facteur est alors très important lorsque nous prendrons nos mesures.

3.3)

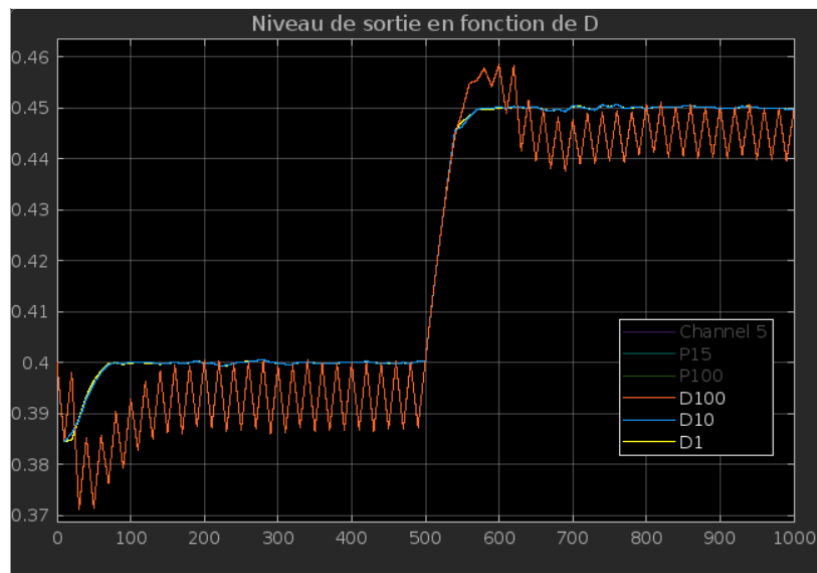


Figure 7 - Niveau d'eau en fonction de Kd

Le facteur Kd est plus difficile à régler, en effet les variations sont différentes des anciens facteurs Ki et Kp. A l'œil nu il est plus difficile de voir une différence entre ces valeurs, il est tout de même préférable de rester sous un seuil ou alors la sortie sera complètement illisible comme tracé sur la figure 4 (Courbe D100)

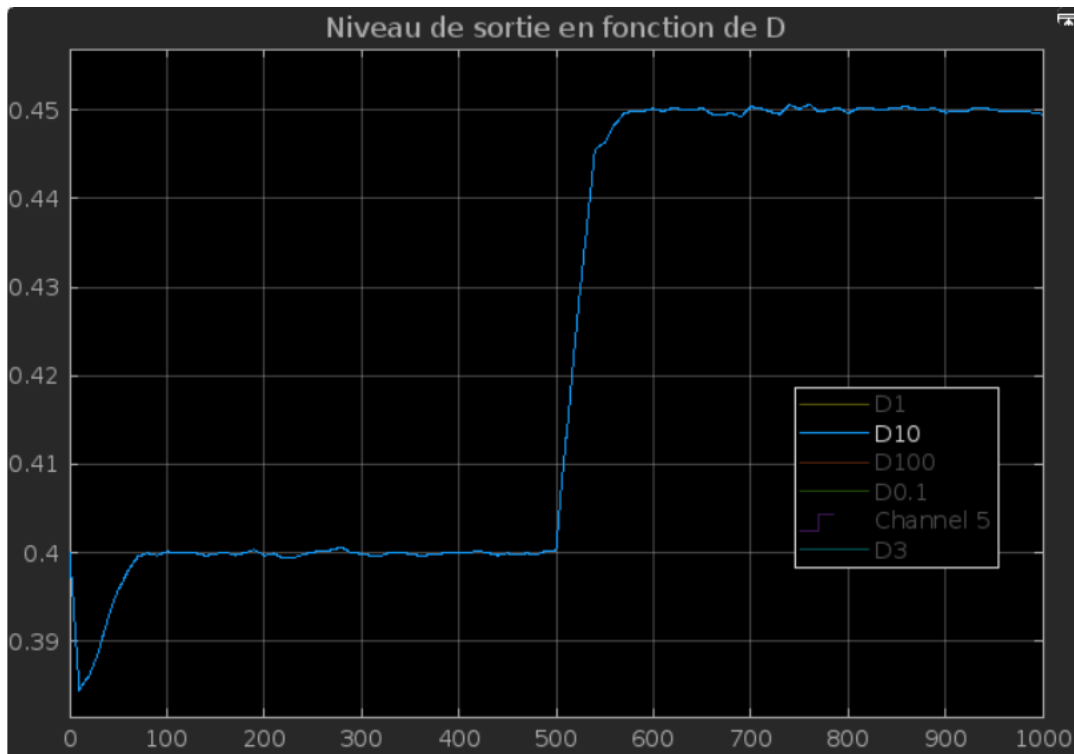
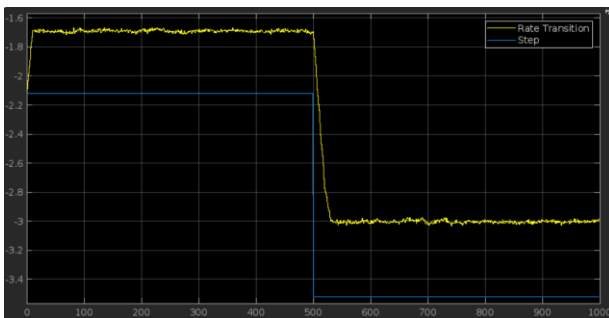


Figure 8 - Correcteur PID sélectionné

Ici, nous choisirons alors la valeur de $K_d = 10$ qui sera à présent fixe pour la suite du TP.

I.b. - Synthèse des paramètres d'un régulateur discret sur Simulink

→ Signal de sortie (tension) avec un correcteur P



```
Tank_level_control_BF_equation_model_TZ_DDT ▶ MATLAB Function
1 function u = fcn(cons, yr)
2   u=10*(yr-cons);
3
```

Figure 9 - Correcteur P avec équation



→ Niveau d'eau après une correction PI

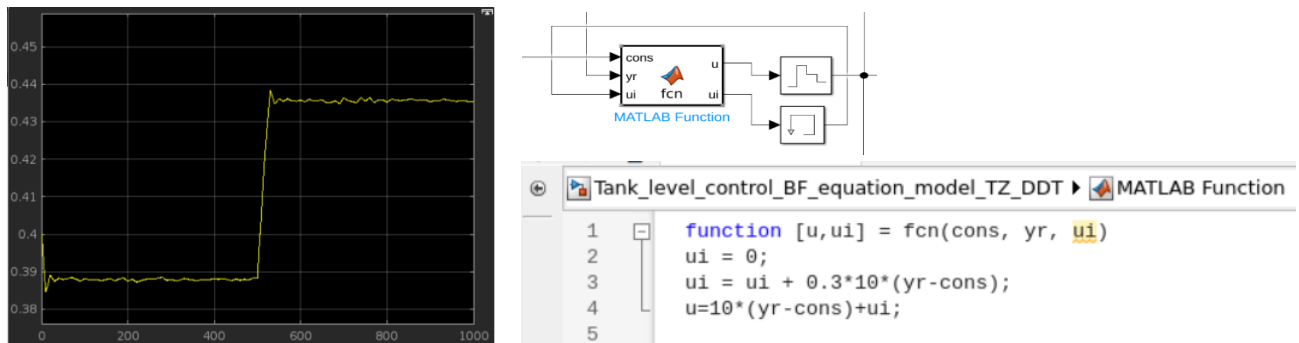


Figure 10 - Correcteur PI avec équation

On obtient un résultat assez similaire à notre correcteur PI par blocs mais il y a encore de la saturation et un trop gros décalage par rapport à notre consigne. C'est lié au manque de la correction WindUp, que nous n'avons pas eu le temps d'implémenter.

I.c. - Conclusion

Nous pouvons affirmer après ces tests que nous avons bien K_p qui précise la sortie et détermine la valeur finale, K_i qui permet d'annuler l'erreur statique ainsi que K_d qui diminue le dépassement, nous aurions dû avoir une réponse plus rapide avec le K_d mais nous n'avons pas pu observer ces résultats. Nous pourrions dire que dans notre cas, les effets de K_d ne sont pas observables, ou alors que trop peu significatif pour réellement être considéré comme un facteur.