

## Régulation PID pour les nuls : Tout ce que vous devez savoir

Régulation  
Livre Blanc

La régulation pid pour les nuls est conçu pour ceux qui cherchent à avoir une meilleure compréhension de la régulation PID sans se retrouver noyés dans les concepts techniques complexes.

Que vous soyez un technicien ou un étudiant dans le domaine de l'instrumentation, cet article se veut être une ressource qui vous guidera vers la connaissance du régulateur pid.

Vous découvrirez la genèse de la régulation, les mécanismes de fonctionnement du PID, l'importance de la régulation PID dans différentes industries, et des conseils pour une optimisation de votre process.



### Points clés

- Le **régulateur PID** est une partie intégrale du système de régulation dans un grand nombre d'industries et applications.
- L'objectif principal d'un régulateur PID est la comparaison entre une valeur de consigne et la mesure en cours du processus afin de minimiser l'erreur.
- Les réglages appropriés de vos régulateurs de température PID peuvent fortement influencer les performances de votre process.
- Obtenir une explication sur les termes **PID**, tout ou rien, bande proportionnelle, dérivée, intégrale, boucle, consigne et de nombreux autres concepts liés, vous permettra d'exploiter pleinement la puissance de votre système PID.

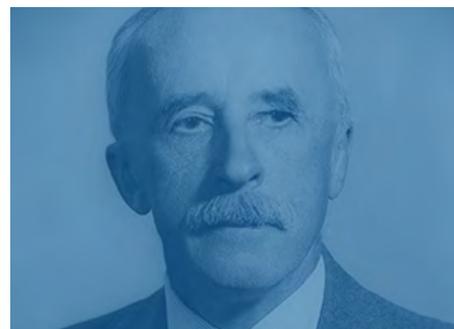


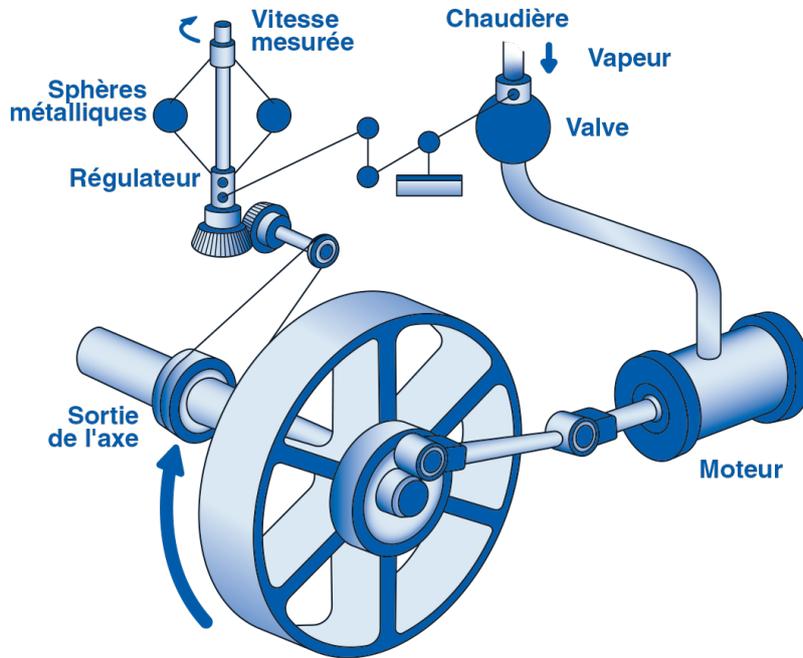
### Histoire du régulateur PID

Il est difficile de discuter de la **régulation PID** sans toucher à son histoire. Au début du 20e siècle, **Nicolas Minorsky** observa que les navires ne parvenaient pas à maintenir un cap constant malgré les efforts continus du personnel de pilotage.

M. Minorsky mis alors au point une solution au besoin : l'utilisation d'un contrôleur automatique, qui, par exploitation des écarts entre la direction désirée et le cap réel, pouvait ajuster le gouvernail pour assurer une navigation plus fluide.

Ce fût la base de la naissance de la régulation PID, et son effet sur le contrôle des processus industriels a été majeur.

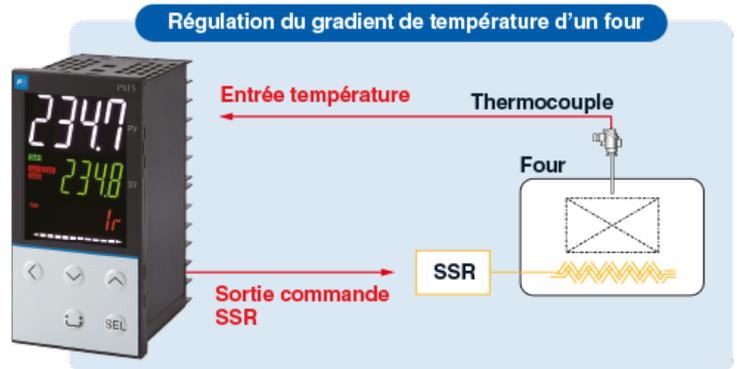
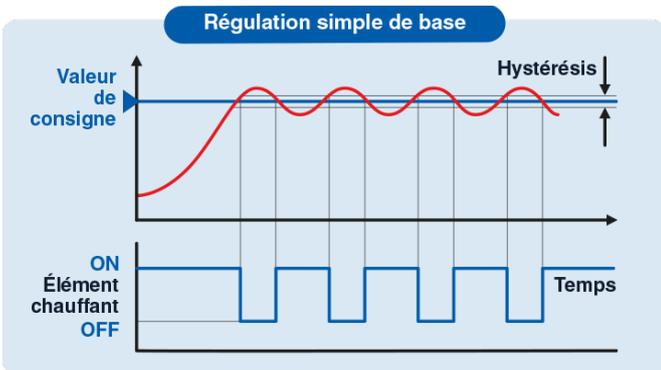




## Le principe de fonctionnement

Pour comprendre facilement le fonctionnement d'un **régulateur PID**, considérons un exemple simple et courant de boucle de **régulation – un four de poterie**.

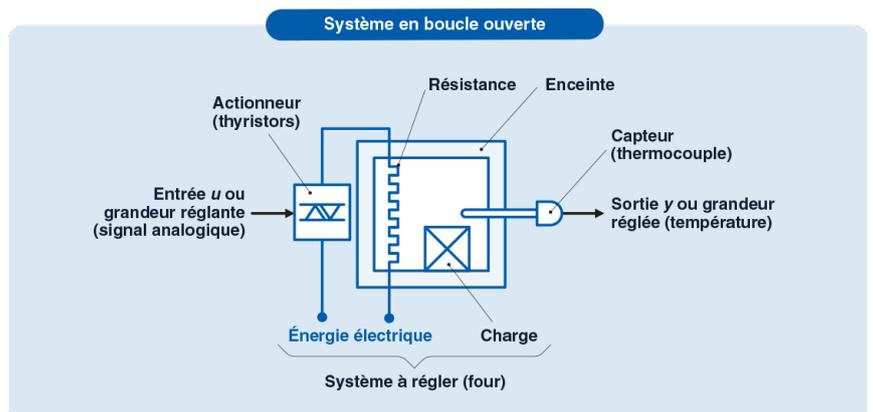
La température à l'intérieur du four doit être maintenue à une valeur de consigne constante, disons une **valeur de consigne** de 800 °C.

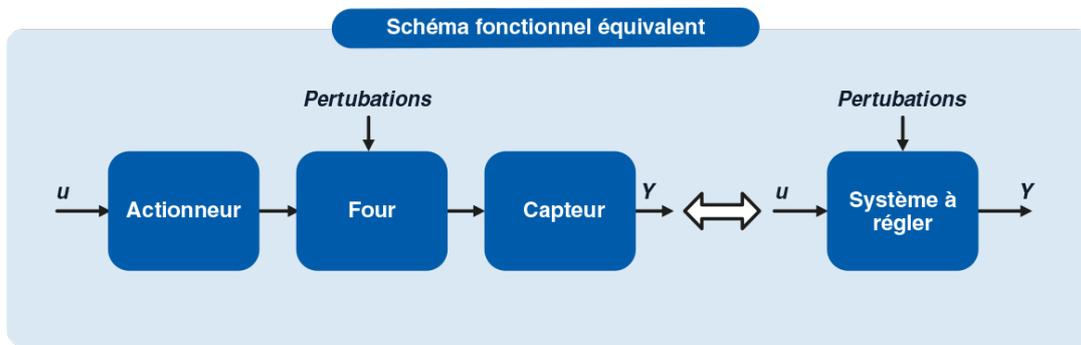


Au lieu d'un simple système de régulation tout ou rien (le four est soit allumé, soit éteint), le **régulateur de température PID** va maintenir cette température constante pour éviter un écart qui pourrait détériorer la qualité du produit à l'intérieur du four.

Voici comment cela fonctionne :

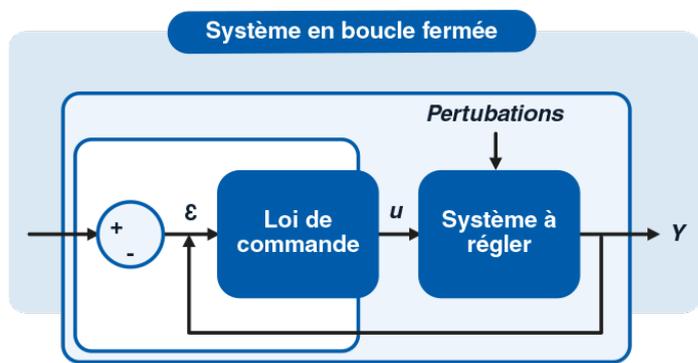
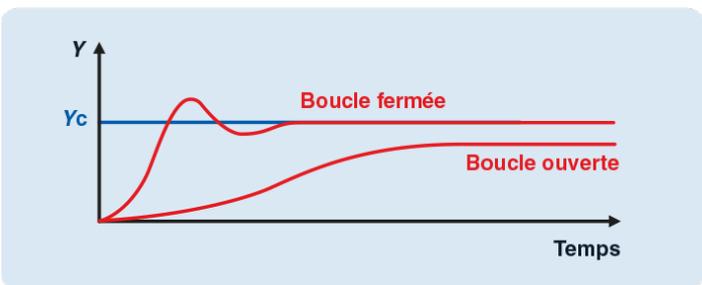
Le début du **processus de régulation** implique une **sonde de température thermocouple** qui surveille la **température** à l'intérieur du four.





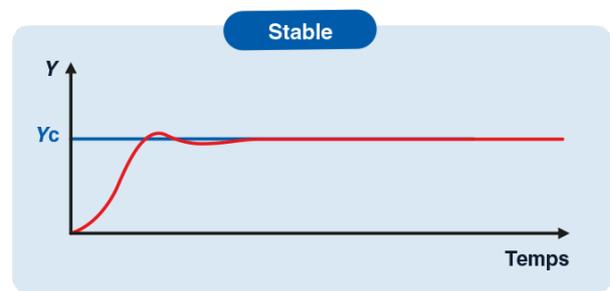
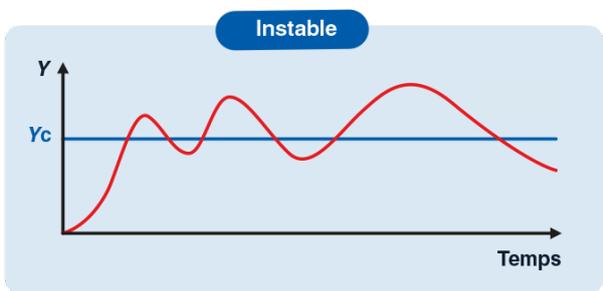
Cette **mesure** de **température** est comparée à la **consigne** de température (800 °C dans cet exemple).

**Réponse du système en boucle ouverte et en boucle fermée**

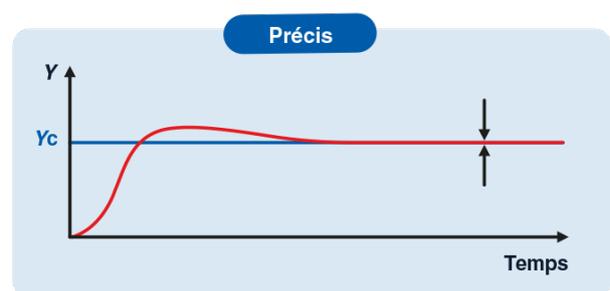
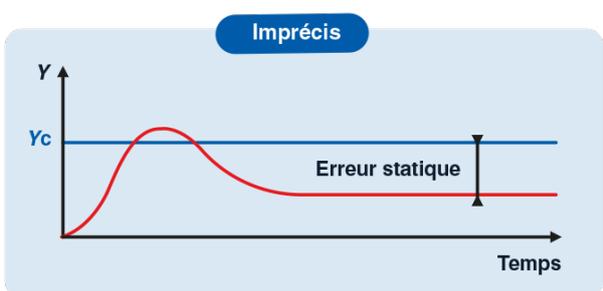


L'**écart** entre ces deux **valeurs**, appelé **erreur**, est envoyé au **contrôleur PID** qui formule une **action de correction** sur la sortie pour atténuer cette erreur.

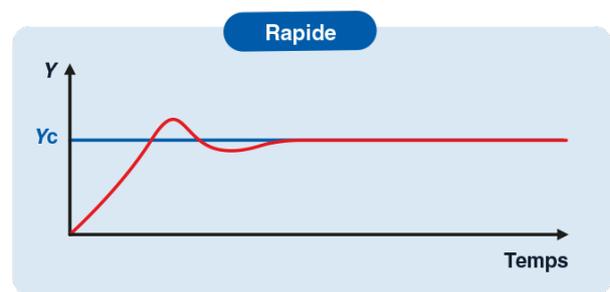
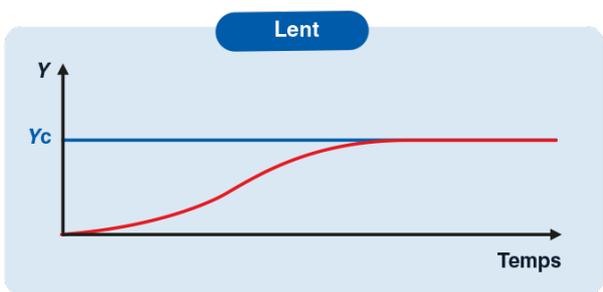
**Qualité d'une bonne régulation : La stabilité**



**Qualité d'une bonne régulation : La précision**

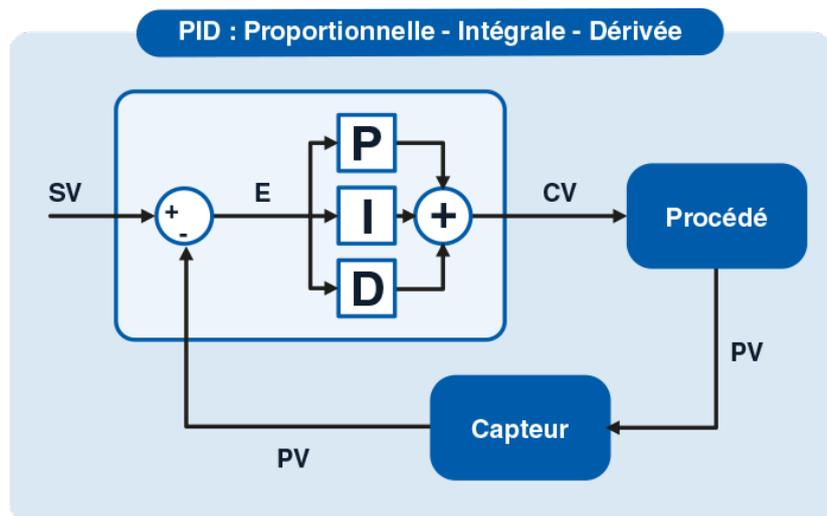


**Qualité d'une bonne régulation : La rapidité**



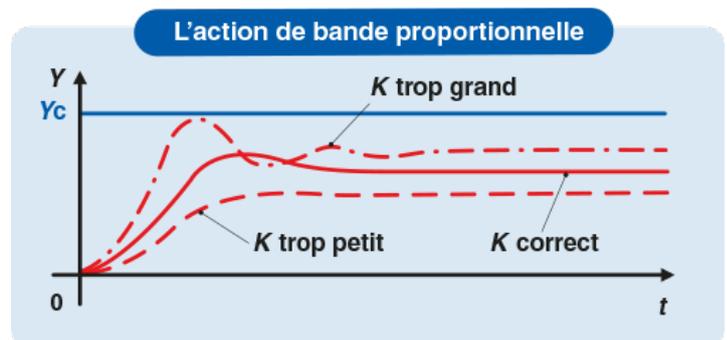
Cette **correction** est le produit de trois fonctions ou grandeurs :

Les termes **Proportionnelle (P)**, **Intégrale (I)** et **Dérivée (D)** forment ensemble l'acronyme PID (Proportionnelle Intégrale Dérivée).



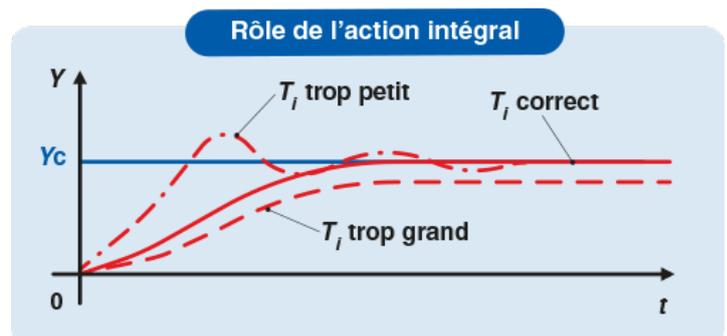
## Proportionnel (P)

L'action de bande proportionnelle équivaut à multiplier l'erreur par un coefficient proportionnel ( $K_p$ ). Cette action provoque l'ajustement de la sortie du régulateur de manière à être proportionnelle à l'erreur. Ainsi, si l'erreur ou la perturbation est grande, la correction sera également importante, et vice versa.



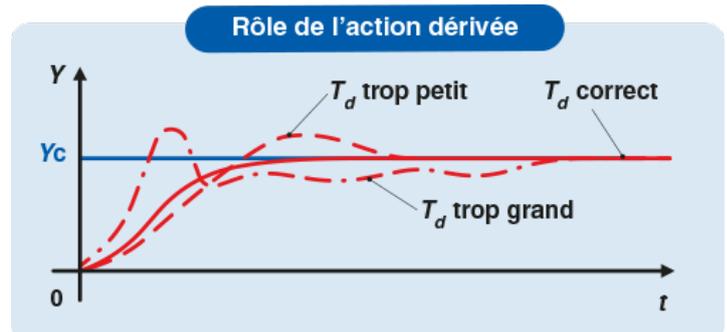
## Intégral (I)

L'action intégrale vise à éliminer l'erreur persistante en accumulant les erreurs passées et en les intégrant dans le temps. Cette action amène le système progressivement plus près de la consigne en ajustant la sortie en fonction de l'erreur intégrée. Le coefficient intégral ( $K_i$ ) détermine l'influence de cette composante.



## Dérivé (D)

L'action dérivée concerne le taux de changement de l'erreur. Cette action prédictive permet au système de réagir à des événements futurs en se basant sur les tendances observées. Le coefficient dérivé ( $K_d$ ) ajuste l'influence de cette action pour un meilleur contrôle.



## Réglage d'un régulateur PID

Le réglage d'un régulateur Proportionnelle Intégrale Dérivée peut sembler intimidant, mais il est essentiel pour garantir le bon fonctionnement de votre processus. Chacun des paramètres de réglage, P, I et D, impacte la manière dont le contrôleur réagit aux variations de valeur du process.

Des réglages adéquats peuvent améliorer sensiblement la stabilité et les performances de votre système.

Cependant, des réglages mal effectués peuvent au contraire entraîner des oscillations, des surexcitations et des sous-réactions, détériorant la qualité du contrôle du processus.

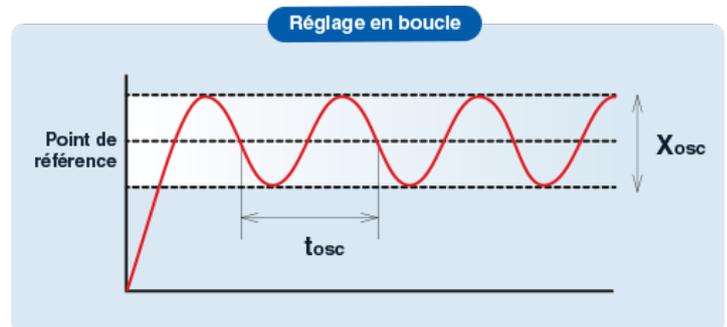


## Méthode de Ziegler-Nichols

La méthode de Ziegler-Nichols est une approche bien connue pour régler les paramètres d'un régulateur PID.

Cette méthode consiste à amener le système ou le procédé à osciller en ajustant le gain proportionnel ( $K_p$ ) jusqu'à ce qu'il atteigne la limite de stabilité.

La période d'oscillation et le gain critique sont ensuite utilisés pour déterminer les coefficients proportionnel ( $K_p$ ), intégral ( $K_i$ ) et dérivé ( $K_d$ ) optimaux.

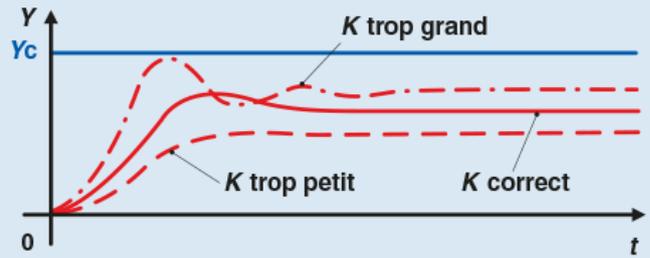


Bien que cette méthode soit pratique pour un premier réglage des paramètres PID, il est important de noter que l'optimisation du système de régulation peut nécessiter des ajustements supplémentaires. Ces ajustements dépendront de la réponse souhaitée et des contraintes spécifiques du processus.

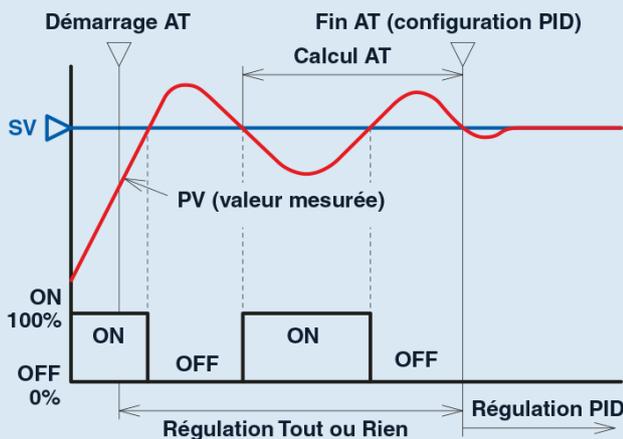
## Limites de la régulation PID

Si votre **système** a une instabilité inhérente, ou si d'**autres** problèmes prévalent comme des retards, des perturbations, des pressions externes, etc., alors un **régulateur P, I, D**, ne peut que les tempérer et non les éliminer complètement. Il est parfois utile de revoir la conception du procédé.

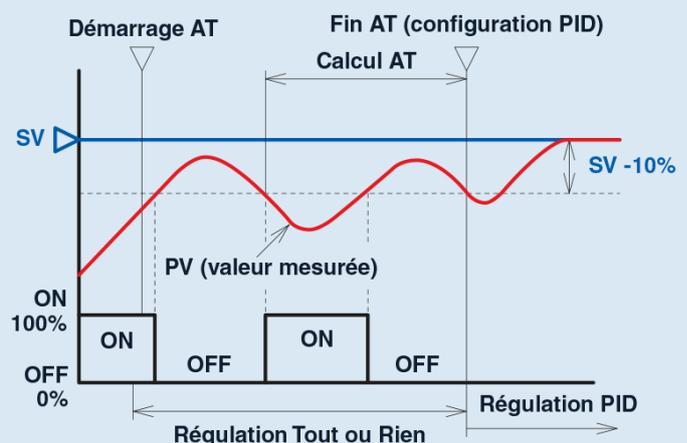
### L'action de bande proportionnelle



### Version standard



### Version sans dépassement SV



## FAQ sur la régulation PID

### ■ Qu'est-ce qu'une boucle fermée en régulation PID ?

Dans une **boucle fermée**, les informations sur l'état actuel du processus sont constamment renvoyées au **contrôleur PID**. Il utilise ces informations pour apporter une correction à sa sortie et maintenir ainsi le processus aussi proche que possible de la valeur de consigne. Ce mécanisme améliore considérablement la précision dans la gestion des variables de processus, permettant ainsi une régulation plus stricte et une meilleure stabilité. De plus, des systèmes en boucle fermée contribuent efficacement à contrer les perturbations externes, minimisant les fluctuations indésirables.

### ■ Que signifie le terme tout ou rien en régulation ?

**Tout ou rien** désigne un mode de contrôle dans lequel le système est soit à 100% en marche, soit entièrement éteint. Il n'y a pas de niveaux de fonctionnement intermédiaires.

### ■ Quels sont les inconvénients de la régulation Tout ou rien par rapport à la régulation PID ?

#### 1 - Manque de précision :

Contrairement à la régulation PID qui ajuste finement la puissance pour atteindre et maintenir la température désirée, la régulation Tout ou rien opère uniquement par états extrêmes (allumé à 100% ou éteint). Cette méthode tend à générer un dépassement de l'objectif de température avant de se stabiliser, créant ainsi des fluctuations plutôt que la stabilité obtenue avec un contrôle PID.

#### 2 - Oscillations de température :

Le mode de fonctionnement Tout ou rien entraîne des oscillations plus marquées de la température autour du point de consigne. Cette fluctuation peut être préjudiciable pour des processus nécessitant une régulation fine et constante de la température.

#### 3 - Usure des équipements :

L'allumage et l'extinction fréquents des équipements dans le cadre d'une régulation Tout ou rien sollicitent davantage les composants mécaniques et électriques, réduisant potentiellement leur durée de vie par rapport à une exploitation plus douce permise par la régulation PID.

#### 4 - Consommation d'énergie :

Bien que la régulation Tout ou rien puisse sembler plus économe en énergie en raison de périodes d'inactivité, les cycles fréquents de mise en marche/arrêt peuvent en réalité entraîner une consommation d'énergie plus élevée sur le long terme, notamment dans les cas où le système consomme beaucoup d'énergie au démarrage. La régulation PID, grâce à son ajustement précis, tend vers une consommation d'énergie optimisée.

#### 5 - Réponse aux perturbations :

La régulation Tout ou rien peut se montrer moins efficace face à des perturbations soudaines du processus (p. ex., ouverture d'une porte dans une pièce climatisée) car elle ne peut répondre qu'en s'allumant ou en s'éteignant, alors que la régulation PID peut ajuster proportionnellement l'énergie appliquée pour contrebalancer rapidement la perturbation.

En somme, la régulation Tout ou rien peut être adaptée pour des applications simples et moins exigeantes. Cependant, pour une maîtrise précise et efficace de la température, particulièrement dans des environnements industriels ou pour des processus critiques, la régulation PID offre des avantages significatifs en termes de stabilité, efficacité énergétique et protection des équipements.

#### ■ Qu'est-ce que la bande proportionnelle dans le réglage PID ?

La **bande proportionnelle** est la plage de valeurs à l'intérieur de laquelle le régulateur passe de son état éteint à son état pleine puissance (et inversement) dans un réglage proportionnel. Elle est la partie de la régulation PID qui réagit en fonction de l'écart entre la valeur que l'on souhaite obtenir et la valeur actuelle. Plus cet écart est grand, plus la correction apportée est importante.

#### ■ Qu'est-ce que la bande intégrale dans le réglage PID ?

La **bande intégrale** est la partie de la régulation PID qui s'accumule dans le temps. Si l'écart persiste, même s'il est petit, cette correction va continuer à augmenter jusqu'à ce que l'écart soit corrigé.

#### ■ Qu'est-ce que la dérivée dans le réglage PID ?

L'**action dérivée** en régulation PID est la partie qui réagit à la vitesse de changement de l'écart. Elle tente de prévoir l'avenir de cet écart et d'apporter une correction préventive pour minimiser les variations trop rapides.

#### ■ Où peut-on utiliser les régulateurs PID ?

Les **régulateurs PID sont largement utilisés dans diverses industries** telles que **l'industrie pharmaceutique**, l'industrie agroalimentaire (ex : **fours de boulangerie**, ou **fours à pizza**), l'industrie automobile (ex : **cabines de peinture**) dans les laboratoires (ex : **essais des matériaux automobiles**), dans les machines spéciales telles que les machines d'emballage ou la **plasturgie**, notamment pour :

- La régulation de la température
- Le contrôle de débit et de la vitesse des fluides
- La surveillance de niveau
- La régulation de pression

Et bien d'autres **applications et systèmes de régulation de température**.



## Ne laissez pas la complexité de la régulation PID vous arrêter !

Chez Fuji Electric, nos experts en régulation de température industrielle sont prêts à vous accompagner pour sélectionner les régulateurs PID idéaux pour systèmes.

Nous vous assistons durant la mise en service des régulateurs afin d'affiner les réglages des paramètres.

Que vous soyez un professionnel chevronné ou un novice dans le domaine, notre équipe est là pour transformer la régulation PID en un atout maîtrisable et performant pour votre activité.



OBTENIR UN DEVIS

DÉCOUVRIR LA GAMME DE RÉGULATEUR PID >



### FUJI ELECTRIC FRANCE S.A.S.

46, rue Georges Besse - ZI du Brézet - 63 039 Clermont-Ferrand Cedex 2 - France

Téléphone: +33 (0)4 73 98 26 98

Email : [sales.dpt@fujielectric.fr](mailto:sales.dpt@fujielectric.fr)

Site internet : [www.fujielectric.fr](http://www.fujielectric.fr)

Fuji Electric ne saurait être tenu pour responsable des éventuelles erreurs présentes dans nos catalogues, nos brochures ou tout autre support imprimé. Fuji Electric se réserve le droit de modifier ses produits sans préavis. Cela s'applique également aux produits commandés, sous réserve que les modifications n'altèrent pas les caractéristiques techniques de manière excessive. Les marques et les noms déposés évoqués dans le présent document sont la propriété de leurs dépositaires respectifs. Tous droits réservés.