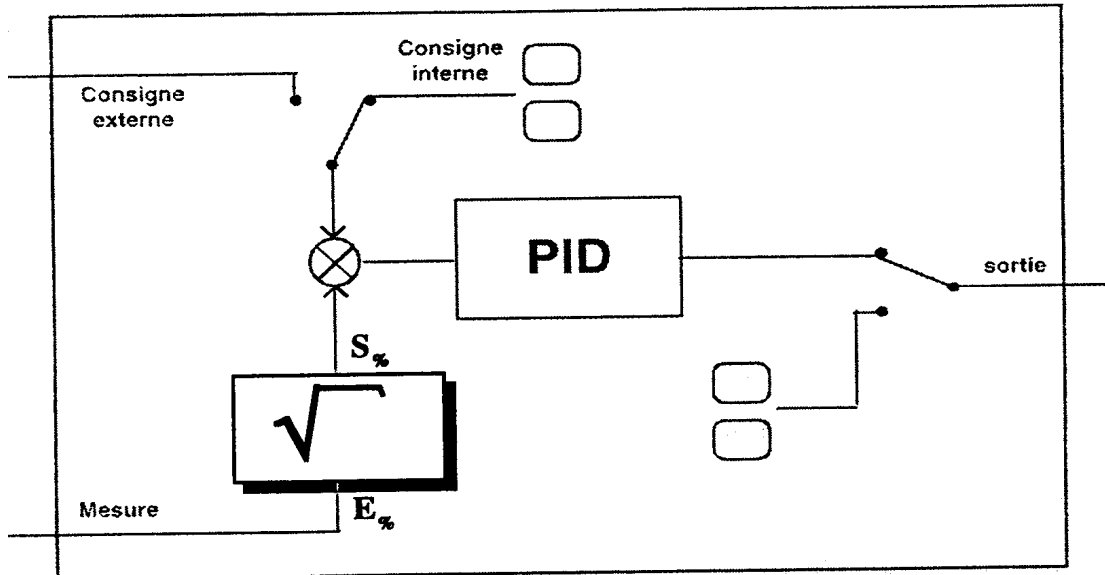


Fonctions Supplémentaires des Régulateurs Numériques

1 EXTRACTION DE RACINE CARREE :



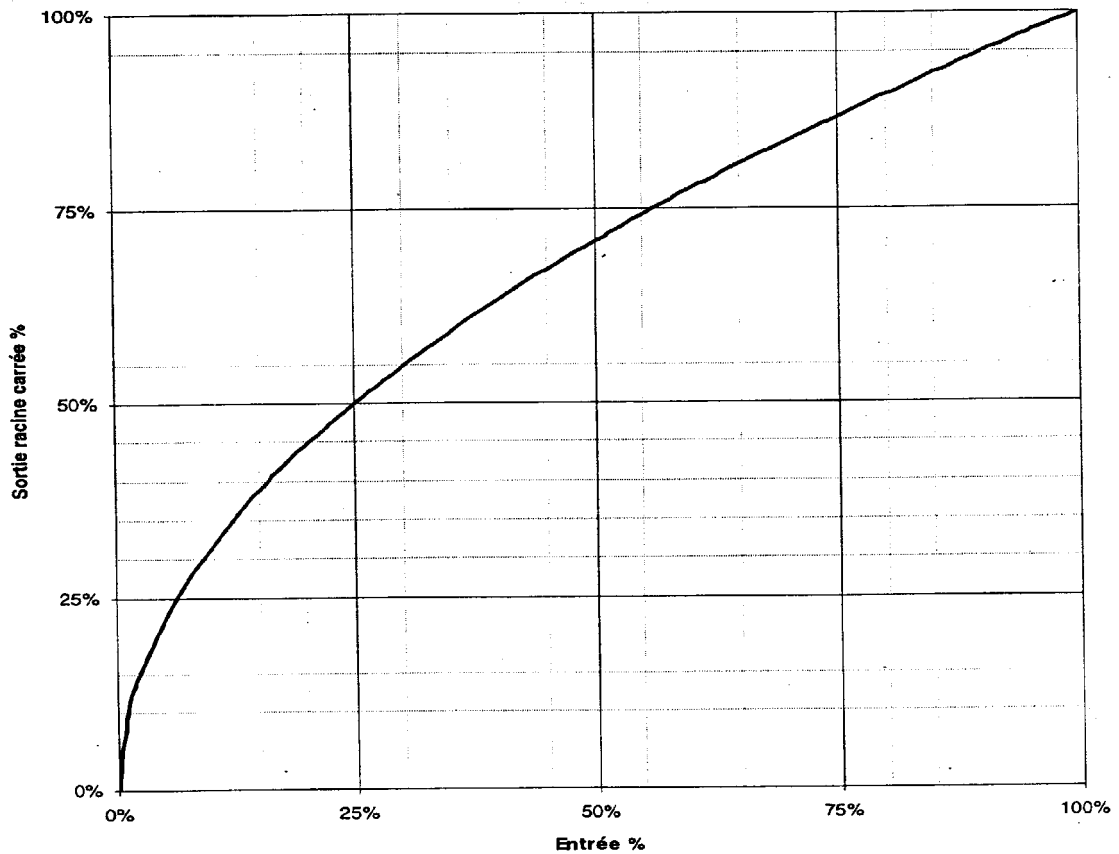
L'extraction de racine carrée sert à relinéariser des mesures de débit faites par mesure de pression différentielle (si cette opération n'est pas déjà directement faite au sein du transmetteur).

La fonction racine carrée fonctionne selon la loi :

$$S\% = 10 \cdot \sqrt{E\%}$$

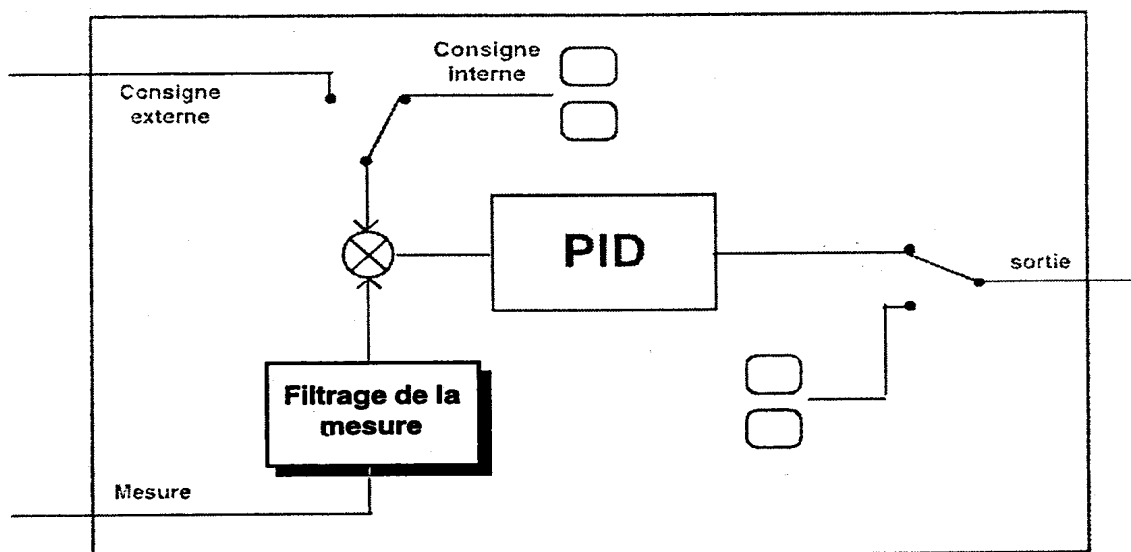
Comme le montrent le tableau et la courbe ci-dessous, cette fonction se caractérise par une amplification très prononcée des faibles valeurs du signal d'entrée.

Signal d'entrée en Ma	4,00	4,04	4,16	4,80	5,60	8,00	12,00	16,00	20,00
Valeur % du signal d'entrée	0,00%	0,25%	1,00%	5,00%	10,00%	25,00%	50,00%	75,00%	100,00%
Valeur % après la racine	0,00%	5,00%	10,00%	22,36%	31,62%	50,00%	70,71%	86,60%	100,00%



Remarque : lorsque le signal d'entrée est inférieur à 0%, la plus part des régulateurs maintiennent malgré tout la valeur de sortie de la fonction à 0% car on ne peut mathématiquement pas faire la racine carrée d'une valeur négative. Cela peut cacher une dérive négative du zéro de l'appareil de mesure.

2 FILTRE



Les signaux analogiques industriels et plus particulièrement les signaux de mesures sont fréquemment bruités. Le signal parasite qui les entache peut provenir de la technique de mesure (par exemple présence de vortex au niveau de la prise d'impulsion). Il peut aussi être généré par des perturbations électromagnétiques.

Ces parasites peuvent poser des problèmes à plusieurs niveaux :

- L'affichage : la lecture de la mesure devient difficile car la valeur change en permanence.
- L'enregistrement : le bruit rend son exploitation beaucoup moins aisée.
- La régulation : Le bruit est retransmis sur le signal de sortie à travers le régulateur PID et plus particulièrement les actions P et D surtout si elles sont fortes. Un signal de commande bruité peut poser des problèmes au niveau de l'organe de réglage et de la stabilité de la boucle.

Pour éviter ces problèmes on utilise des fonctions de filtrage (filtre du premier ordre en principe). Ces fonctions peuvent être activées :

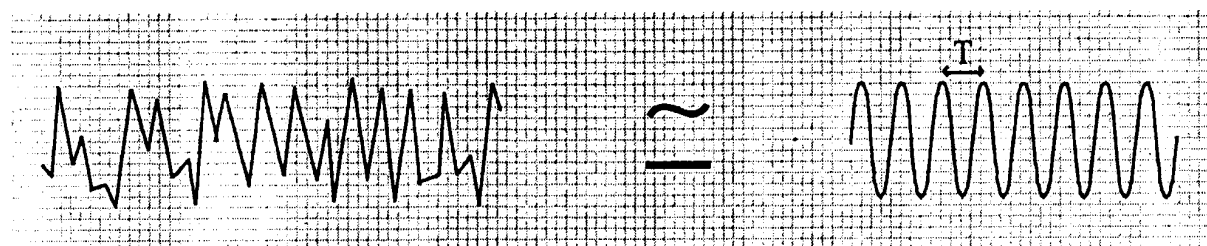
- Au niveau du capteur ou des convertisseurs et interfaces (amortissement, damping). Les parasites liés à la mesure sont alors neutralisés à la source.
- Au niveau de l'entrée physique pour les systèmes numériques et les automates. Le signal filtré est alors utilisable pour toutes les utilisations internes de l'appareil.
- Au niveau de l'entrée mesure des régulateurs PID de type monobloc ;

Ces filtres sont de types électroniques (exemple : filtre 50/60 Hz) ou numériques.

D'autres part, des éléments mécaniques au niveau des appareils de mesure constituent parfois des filtres « naturels ». C'est le cas des dispositifs tampons sur les prises de pression ou les gaines, puits ou cannes pyrométriques pour les mesures de températures.

Choix de la valeur de la constante de temps de filtrage :

Si on considère que le bruit parasite est assimilable à un signal sinusoïdal de fréquence fixe la constante de temps peut être fixée en fonction de la période T (1) de ce signal et de l'atténuation du bruit désirée.

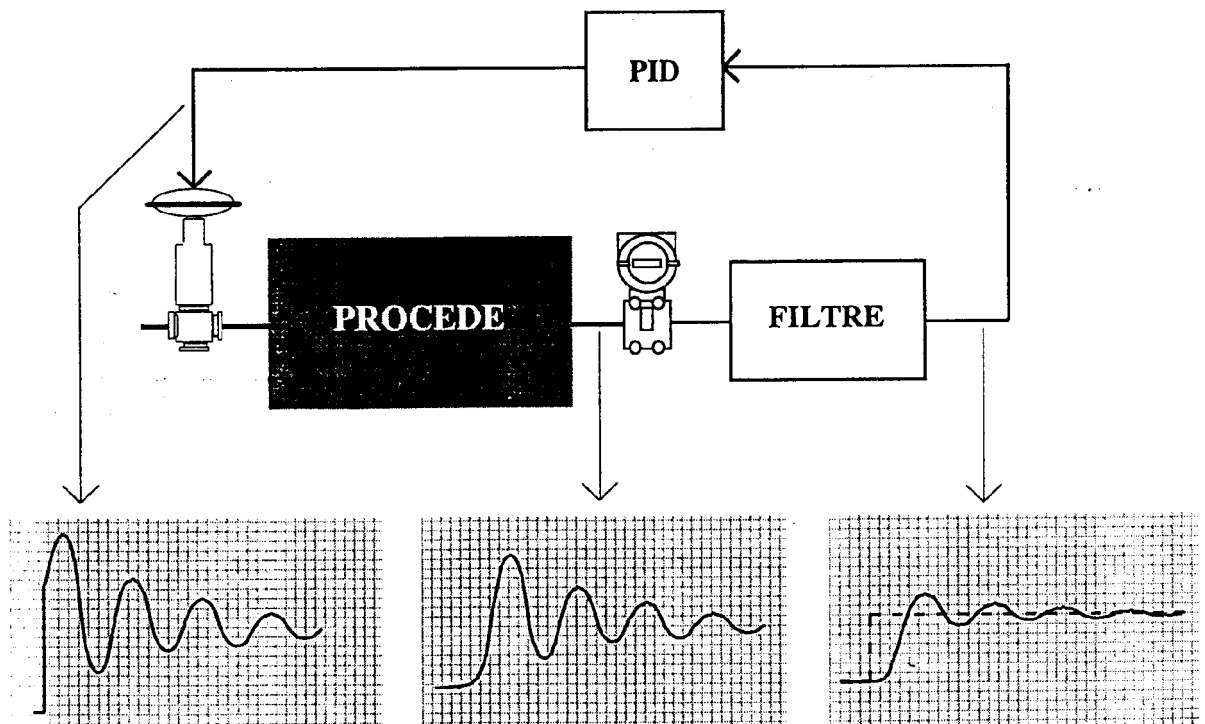


Constante de temps de filtrage en multiple de T (1)	0.1 T	0.2 T	0.3 T	0.5 T	T	2 T	3 T	5 T	10 T	20 T
Atténuation	15 %	38 %	53 %	70 %	84 %	92 %	95 %	97 %	98 %	99 %

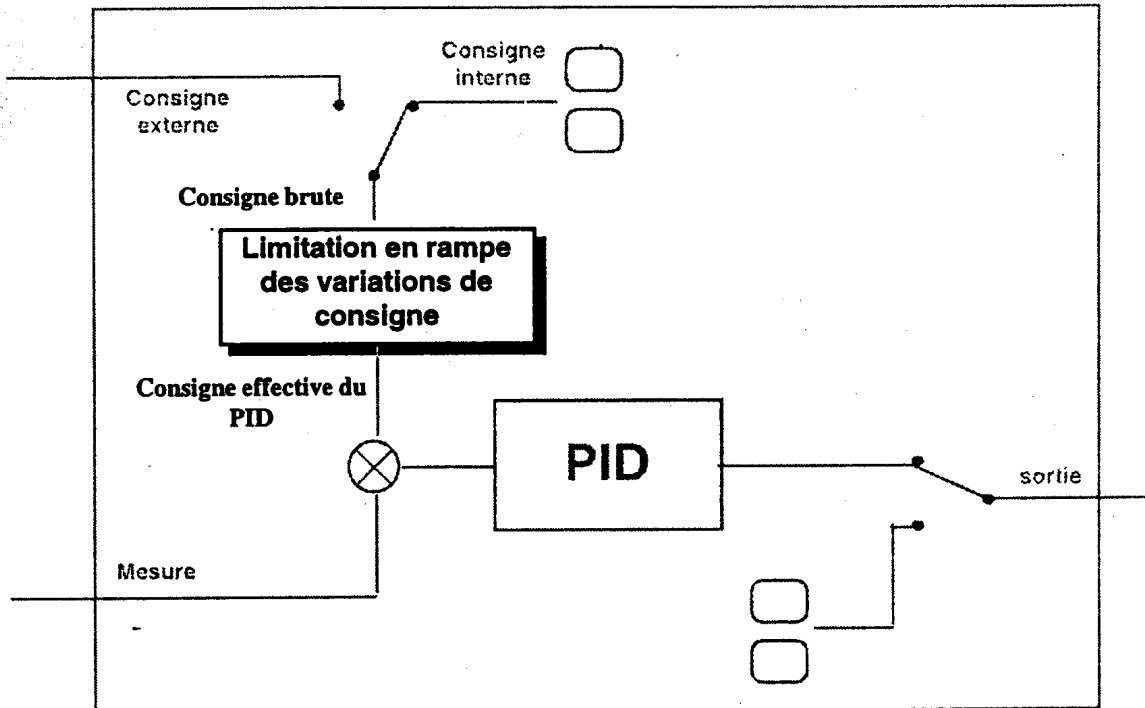
En fait, on ne peut souvent faire qu'une évaluation grossière de T. La constante de temps de filtrage est, la plus part du temps, réajustée pragmatiquement au vu des résultats.

Le filtre peut aussi occasionner des problèmes au niveau de la boucle de régulation :

- Il peut rajouter un ordre supplémentaire sur la boucle et diminuer ainsi sa stabilité. Ce sera par exemple le cas si, pour éliminer des effets de vague, on filtre de façon importante un niveau.
- A l'inverse si on place un filtre dont l'importance est supérieure à celle du procédé cela augmentera artificiellement la stabilité de la boucle et permettra, par exemple, de mettre un gain important qui, sans ce filtre aurait mis en pompage la boucle. Mais la mesure brute sera alors soumise à des variations bien supérieures à celles visibles sur la mesure filtrée. Ce sera par exemple le cas si l'on met un filtre important (qq. Dizaines de secondes) sur une boucle de débit.



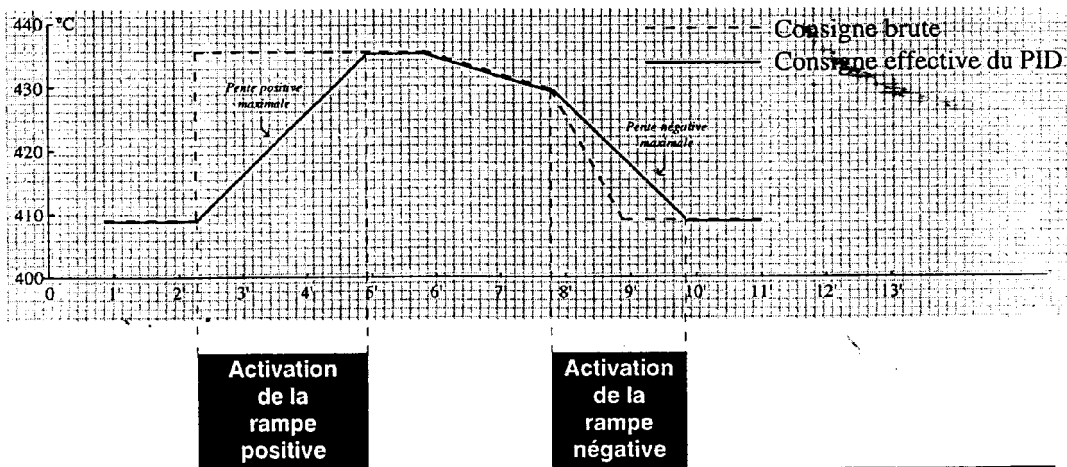
3 RAMPE SUR LA CONSIGNE :



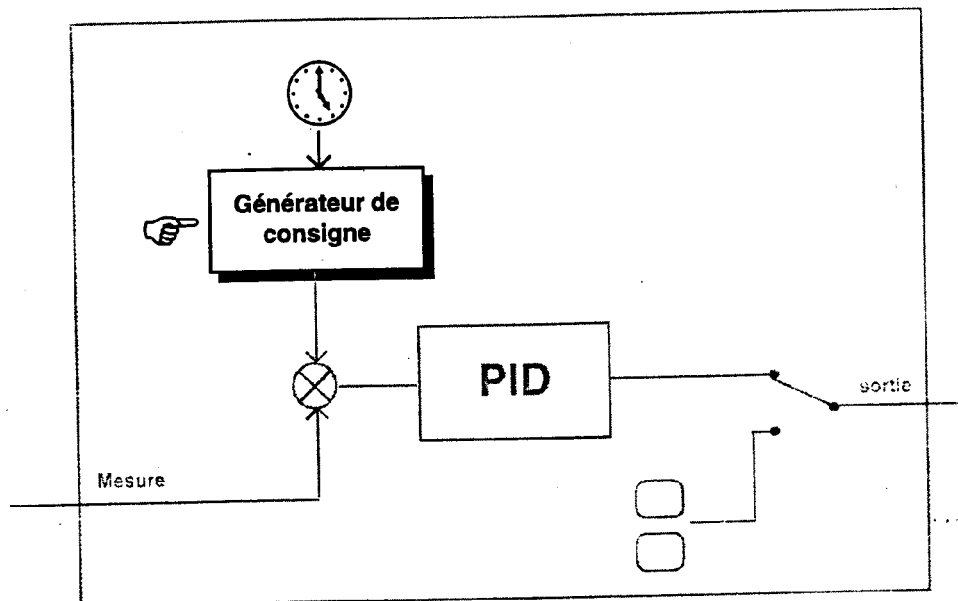
La rampe de consigne permet de répercuter de façon graduelle, sur la consigne effective traitée par le PID, des variations rapides de consigne brute (par exemple lors d'un changement de consigne par saisie/validation sur un clavier).

Elle se dosera par une pente maximale paramétrable en % ou en unité physique par unité de temps. Certains régulateurs disposent de deux taux différents pour les variations de consignes positives et négatives.

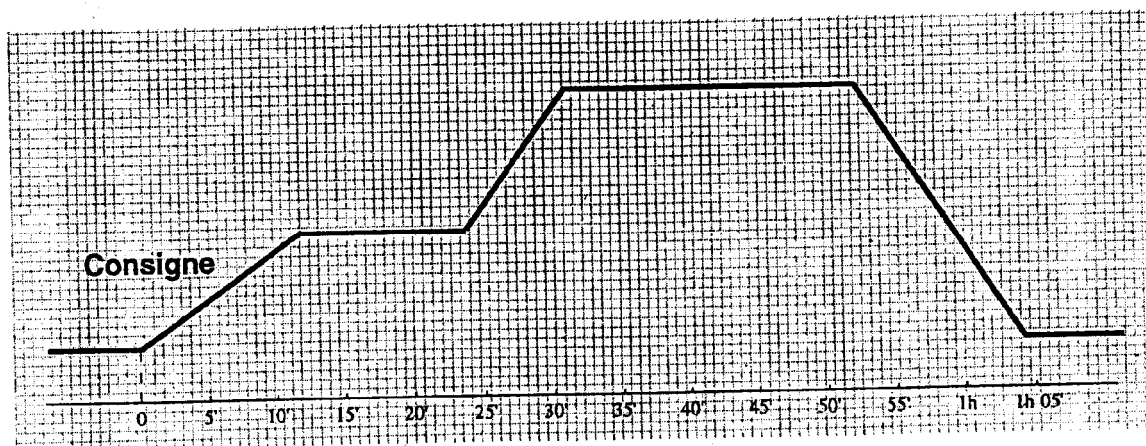
Exemple : pente maximale de variation positive et négative de consigne : $10^{\circ}\text{C}/\text{mn}$



4 GENERATEUR DE PROFIL CONSIGNE (appelé aussi programmeur) :

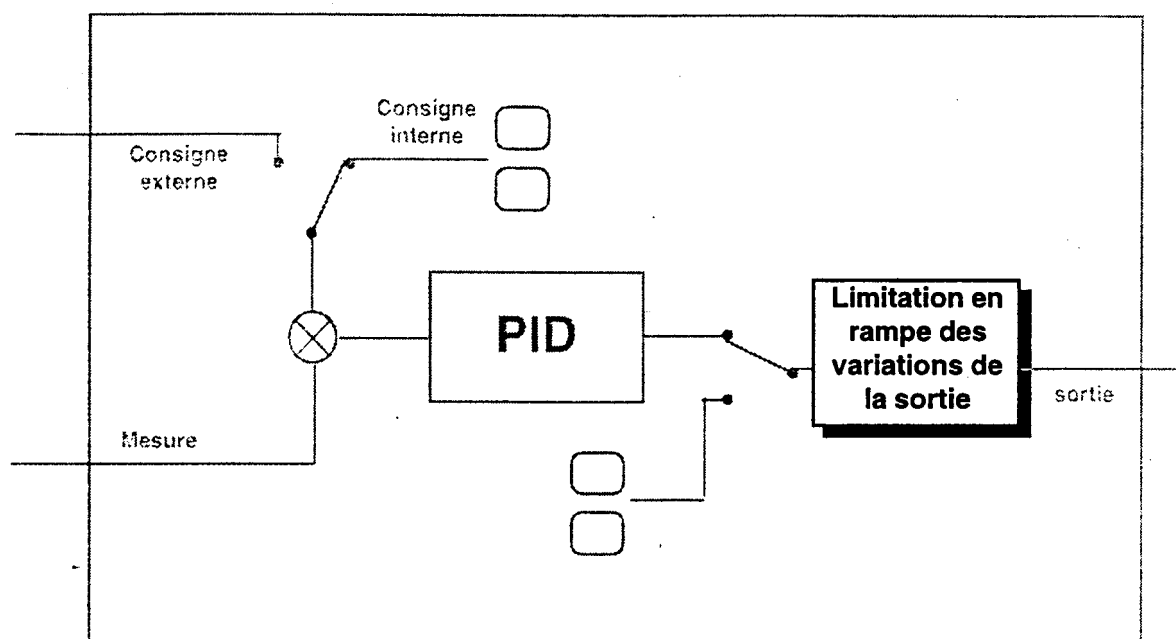


Exemple:



Permet de générer automatiquement l'évolution d'une consigne selon une séquence prédéfinie. Utilisé pour des fonctionnements cycliques ou séquentiels d'un procédé ou, par exemple, pour gérer automatiquement les paliers de mise en service d'une installation de type thermique ou pour des cycles batch.

5 RAMPE SUR LA SORTIE :



La rampe de sortie permet de limiter les variations trop rapides de la sortie.

Elle fonctionne selon un principe identique à celui de la fonction rampe sur la consigne. Son effet est équivalent à celui que l'on obtient lorsqu'on limite directement les vitesses de mouvement de l'organe de réglages en limitant le débit d'air de remplissage / vidange sur le servomoteur d'une vanne ou par les rampes d'accélération et de décélération sur les variateurs de vitesse.

Elle se dose par une pente maximale paramétrable en % par unité de temps.

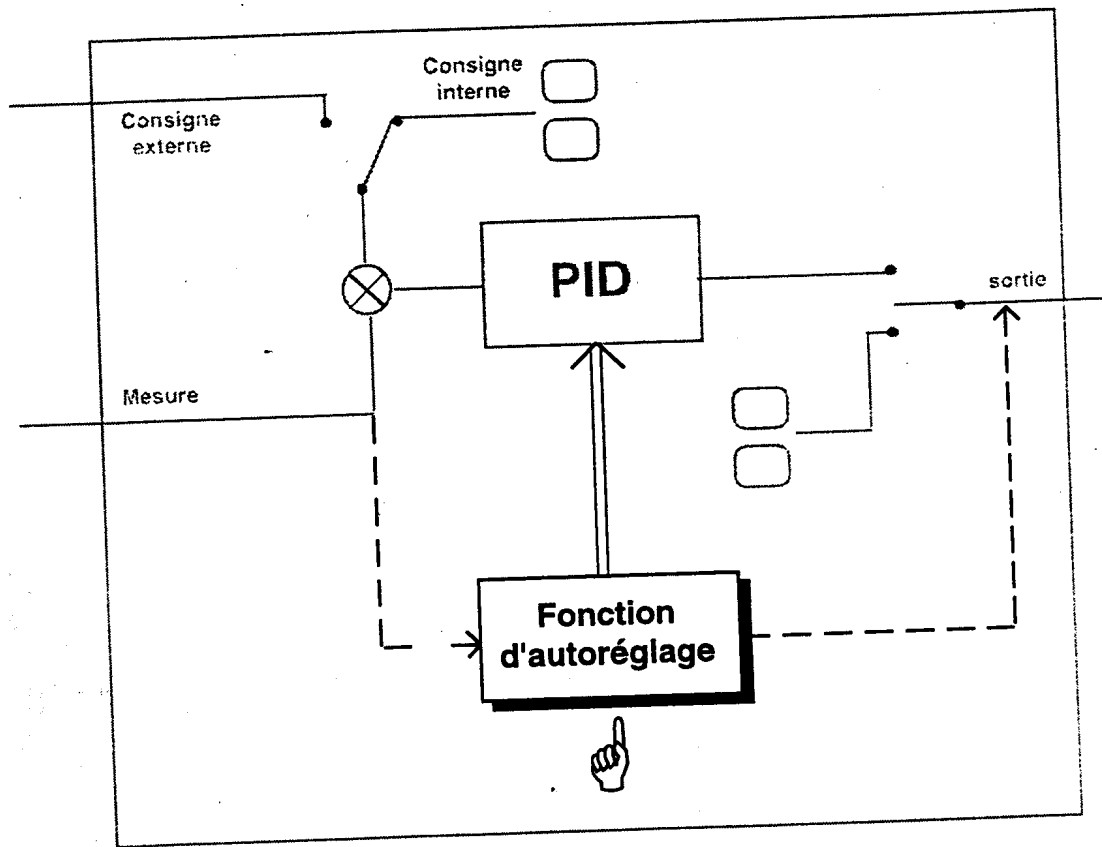
Choix du taux de la rampe :

Le taux de rampe est choisi en fonction de considérations liées au procédé et à l'exploitation (exemple : éviter des à-coups, des coups de béliers, limiter les vitesses de changement d'allures...)

Attention : le fait d'activer ce type de rampe ne peut que dégrader la dynamique, voir la stabilité de la boucle de régulation. Plus le régulateur devra effectuer des variations d'amplitude importante sur la sortie pour résorber un écart, plus cette fonction s'avérera contraignante et introduira implicitement un retard dans la boucle.

Les performances de la boucle (temps d'établissement en boucle fermée, dépassement, amortissement) seront différentes selon l'ampleur des sollicitations (échelons de consigne, importance des perturbations). Cela pourra contraindre à minorer les actions PID de la boucle.

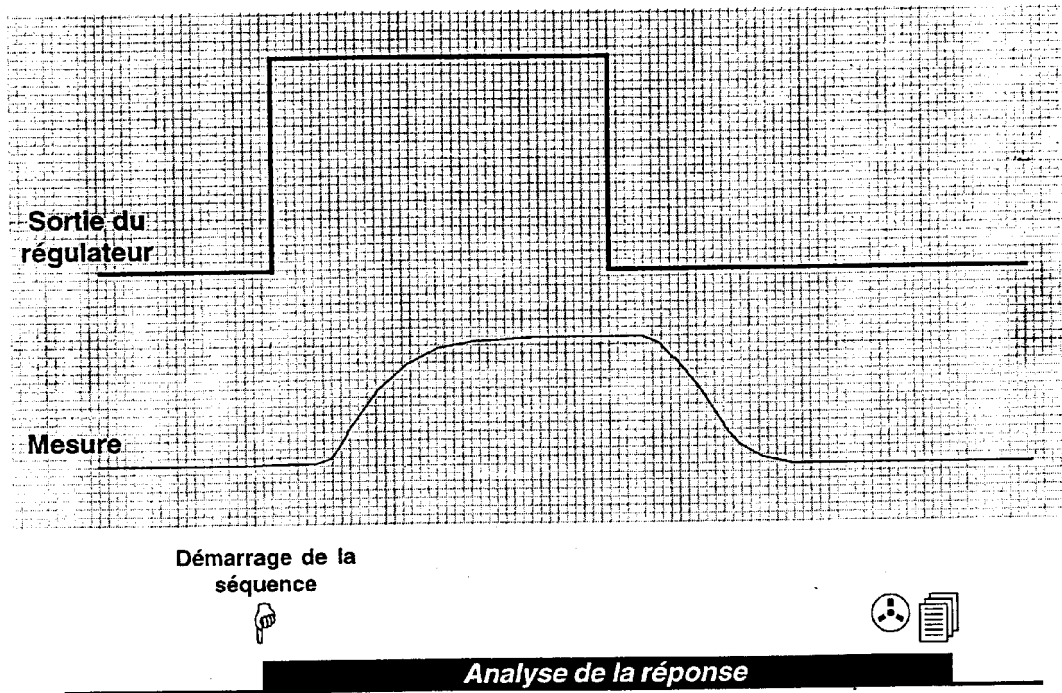
6 AUTOREGLAGE :



L'autoréglage est une séquence que l'on déclenche sur le régulateur et qui lui permet d'identifier, selon sa propre méthode, le comportement du procédé, et, d'en déduire les réglages optimaux à affecter au régulateur.

- La séquence d'autoréglage peut être soit :
- Manuelle : c'est alors le technicien qui effectue manuellement les variations (échelons) de sortie lorsque le régulateur le lui demande.
- Automatique à des valeurs de sortie prédéfinies par paramétrage.
- Automatique à des valeurs de sortie choisies par le constructeur. Ces valeurs peuvent être 0 et 100 % !

A l'issue d'une séquence d'autoréglage réussie, le régulateur prend automatiquement les réglages PID optimaux qu'il vient de calculer.



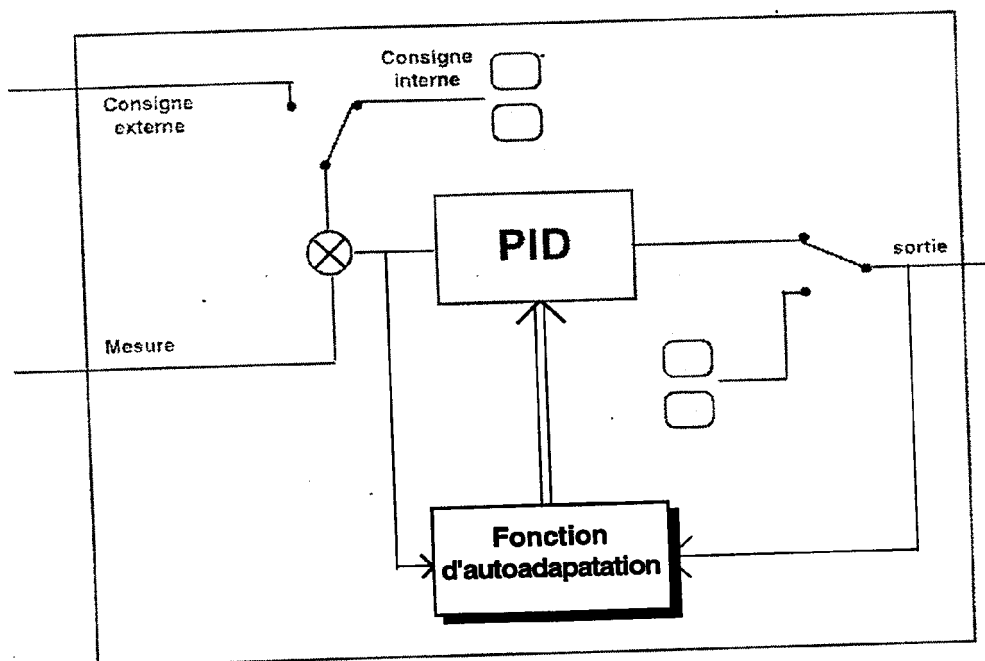
Conclusion :

Avant de lancer une séquence d'autoajustement vérifier que son déroulement ne va pas avoir des effets néfastes.

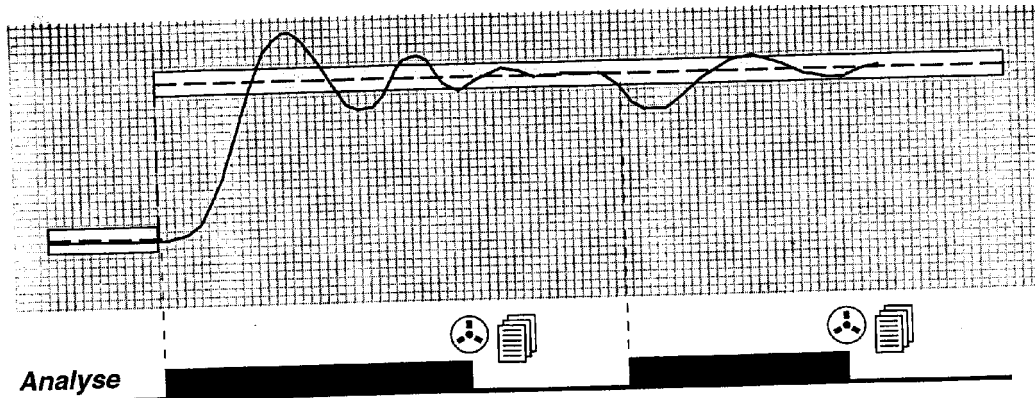
Vérifier qu'il ne se produit aucune perturbation durant la séquence.

Si possible renouveler la séquence pour vérifier que le régulateur n'est pas trop versatile dans ces opinions.

7 AUTO-ADAPTATIF :



En fonctionnement automatique, dès que l'écart dépasse une valeur prédéfinie de la consigne, le régulateur lance une analyse du comportement du régulateur PID en jugeant la manière avec laquelle le PID ramène (ou pas !) la mesure à la consigne. A partir de son analyse il retouche éventuellement tout ou partie des actions PID.

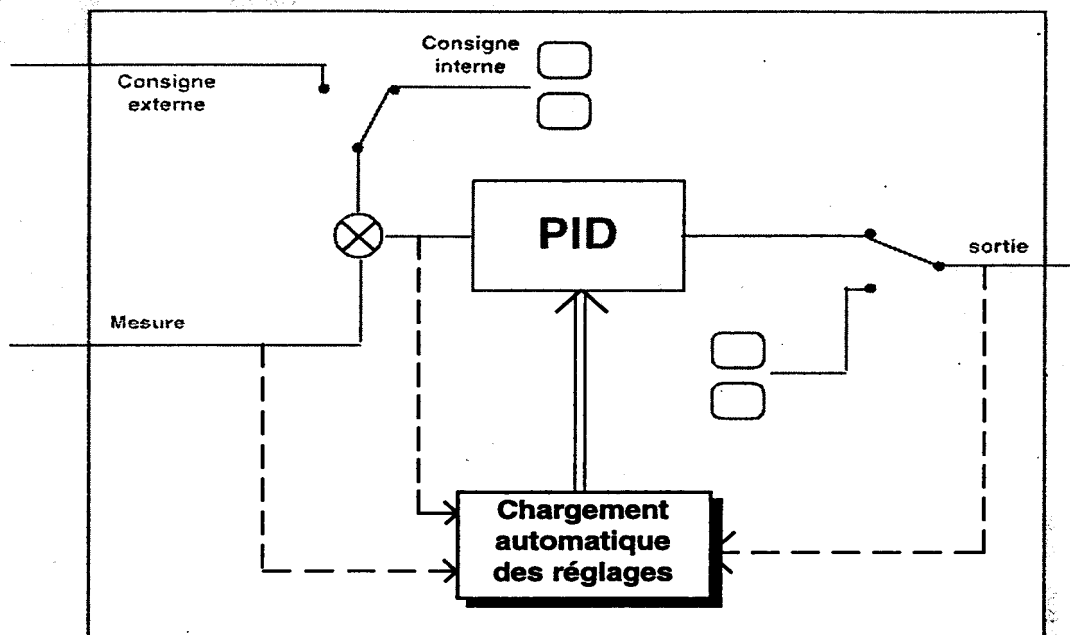


Conclusion :

Pour pouvoir analyser correctement le comportement du régulateur, l'autoadaptation génère des réglages PID qui engendrent un comportement de la boucle de type oscillant amorti. Ce comportement n'est pas souhaitable pour n'importe quelle boucle industrielle.

Cette fonction ne peut compenser les effets sur la boucle des changements de « comportement » du procédé que si ces changements sont lents par rapport à la dynamique de la boucle.

8 LE CHARGEMENT AUTOMATIQUE D'ACTIONS ADAPTEES AU POINT DE FONCTIONNEMENT :



Consiste à définir des tableaux de «sets» de réglages PID qui seront chargés automatiquement en fonction de la «zone» de mesure, de consigne et/ou de sortie dans laquelle la boucle fonctionne.

Exemple :

Valeur de la sortie	BP%	TI	TD
0%<S%<20%	120 %	2'	0'
20%<S%<40%	100 %	1,2'	0'
40%<S%<60%	70%	1'	0'
60%<S%<80%	50%	1'	0,1'
80%<S%<100%	50%	0,8'	0,2'