

Faculté de technologie

Département : électronique

2^{ème} année électronique/telecom



état de l'art du génie électrique

Chapitre 4: Automatique

1. Définition de l'automatique:

Automatique : ensemble des **disciplines scientifiques** et des techniques utilisées pour la **conception et l'emploi des dispositifs** qui fonctionnent **sans l'intervention d'un opérateur humain**.

On peut revenir sur les trois expressions clés de cette définition.

1. *disciplines scientifiques* : ceci suggère que l'Automatique requiert quelques activités théoriques afin de réaliser :

- une modélisation mathématique d'un dispositif.
- une analyse de ses propriétés sur la base du modèle .
- la conception d'une loi de commande toujours sur la base du modèle.

2. *conception et emploi de dispositifs* : ceci relève en fait de la mise en œuvre pouvant faire intervenir des disciplines telles que l'électronique, l'informatique...

3. *sans l'intervention d'un opérateur humain* : cette dernière expression fait apparaître la notion de **systèmes automatisés** qui permettent :

- **d'améliorer les performances d'un dispositif**, son confort (exemples : climatisation, direction assistée).
- **d'améliorer la sécurité** (exemples : pilote automatique, freinage ABS).

2. But de l'Automatique :

L'Automatique s'est introduite dans quasiment tous les domaines de la vie quotidienne. La **température des pièces est régulée par un thermostat**, de façon à ce qu'elle soit **constante** quelque soit la température extérieure. Or il est bien évident qu'il n'est pas identique d'assurer une température de 22°C dans un bâtiment lorsqu'il fait dehors -5°C en hiver ou bien +38°C l'été.

Le domaine des transports recèle également de nombreux exemples. Il y a plusieurs dizaines d'années, les marins professionnels devaient se tenir en permanence à la barre de leur bateau,

pour conserver un cap correct en dépit des courants pouvant les faire dériver ou du vent qui modifiait son allure. De nos jours, **la barre est sous le contrôle du pilote automatique.**

Seules les entrées et/ou sorties de port, c'est-à-dire les opérations les plus délicates, nécessitent l'intervention humaine.

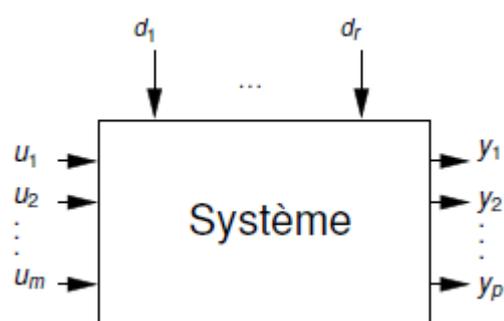
L'industrie fait très largement appel à l'Automatique : depuis **l'introduction de robots dans les chaînes de montage** dans le domaine de l'automobile remplaçant certaines interventions humaines jusqu'à la présence de ceux-ci dans des milieux trop hostiles pour l'Homme (**domaine nucléaire par exemple**).

Il existe en fait deux grands domaines en Automatique. D'une part, on peut rechercher **l'automatisation d'une séquence d'instructions connues à l'avance**, on a alors affaire à un **système dit séquentiel**. Ce travail est réalisé à l'aide d'un automate programmable industriel (API). D'autre part, on peut chercher à assurer la **régulation (c'est à dire le maintien à une valeur constante)** d'une grandeur physique ou imposer à cette dernière une certaine évolution (on parle de poursuite). On entre alors dans le monde des **asservissements**.

3. Notion de système

3.1 définition

c'est un Processus dynamique transformant des grandeurs ou signaux (les entrées ou **commandes u_i**) en d'autres grandeurs ou signaux (**les sorties y_i**) sous l'influence éventuelle de grandeurs ou signaux extérieurs non maîtrisés (**les perturbations d_i**).



Dans la pratique, un système peut correspondre à un dispositif mécanique, électronique, chimique... et il est facile de le différencier de l'extérieur de même que de choisir quelles sont les entrées (exemples : une force ou un couple en mécanique, une tension ou un courant en électronique, la concentration d'un produit initial en chimie) ou les sorties (une vitesse ou un

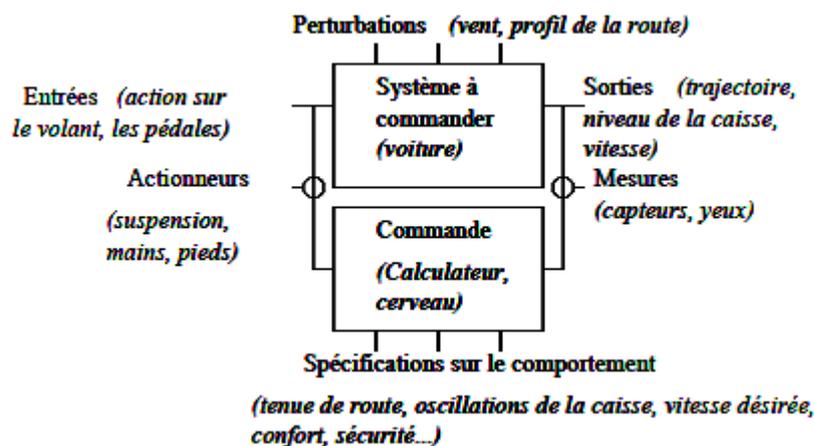
couple en mécanique, une tension ou un courant en électronique, une concentration d'un produit final en chimie). Comme exemples de perturbations, on peut citer une force liée aux frottements avec l'air, des tensions parasites, des concentrations de produits négliges ou d'impuretés.

3.2 Notion de boucle

Une notion fondamentale en Automatique est la notion de boucle que les électroniciens (qui sont les premiers à avoir formalisé cette notion) appellent **contre-réaction**. Le principe en est **d'acquérir une information présente sur les sorties et de l'utiliser judicieusement pour modifier les entrées**. Il y a donc un **retour**, une **boucle**, une **rétroaction**, une **contre-réaction**, en anglais, un **feedback**. L'automatique n'existerait pas en tant que discipline scientifique sans cette notion de boucle. C'est elle qui rend plein de choses possibles.

Exemple: boucles possibles correspondants au fonctionnement d'une voiture:

Pour mieux se rendre compte de l'intérêt de la boucle, on peut prendre l'exemple d'une automobile qui lors d'un trajet, **fait apparaître des bouclages manuels** (c'est le conducteur qui assure ces rétroactions lui-même) **ou automatiques** (il est assisté par des dispositifs de sécurité ou de confort).



Souvent la boucle suit un **modèle mathématique** plus ou moins compliqué qui est appelé **loi de commande**. Elle permet d'assurer deux activités essentielles en Automatique :

- **l'asservissement** qui consiste à faire en sorte que les **sorties se comportent comme des références données**.
- **la régulation** qui consiste à tenter de **réduire l'effet sur les sorties** d'éventuelles perturbations, notamment en présence de références constantes.
-

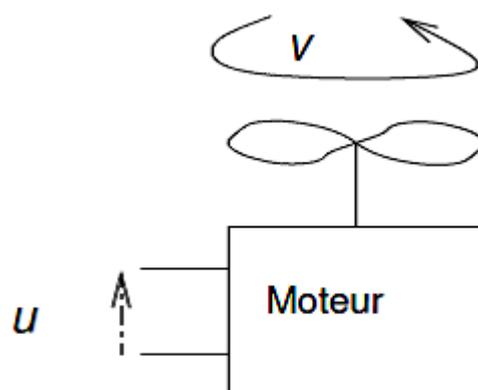
3.3 Propriétés d'un système bouclé

L'objectif plus précis d'une boucle est de faire en sorte que le système ainsi bouclé possède des propriétés (**performances**) telles que :

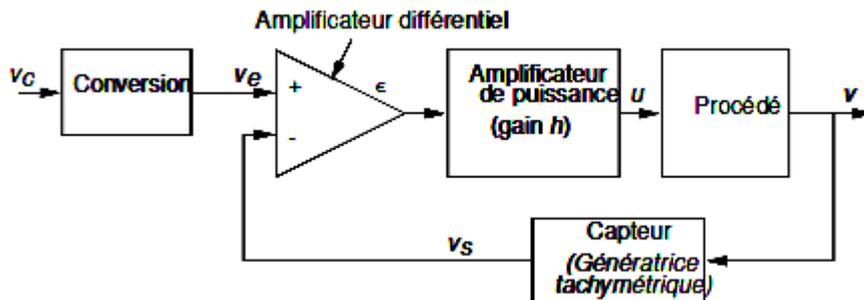
- **la stabilité** qui assure que la sortie ne diverge pas (à l'infini) ;
- **le temps de réponse** qui assure une certaine vitesse de convergence de la sortie ;
- **l'absence éventuelle d'oscillations des sorties** ;
- **la précision**, qui assure que la convergence de la sortie se fait vers la bonne valeur.

exemple: Tentative de régulation de la vitesse du ventilateur:

On souhaite **asservir la vitesse d'un ventilateur** destiné à refroidir un système électronique. Le procédé est constitué d'un petit moteur **excité par une tension u** et entraînant la rotation du ventilateur.

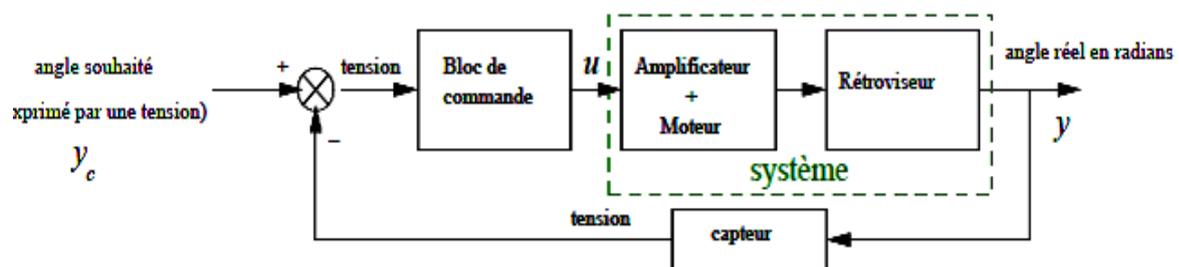


On souhaite que v , la vitesse angulaire du ventilateur, soit égale à une consigne donnée v_c .



Exemple: Rétroviseur a réglage de position automatique

Supposons que deux personnes utilisent le même véhicule et que l'ordinateur de bord de ce dernier propose à chacun de mémoriser une position pour le rétroviseur. Cette position est caractérisée par deux angles et chacun de ces deux angles doit être à la bonne valeur lorsque le conducteur demande sa position préférée. La rotation du rétroviseur est assurée grâce à deux petits moteurs à courant continu (un pour chaque angle). Le principe de réglage d'un angle en fonction de la position souhaitée est donné :



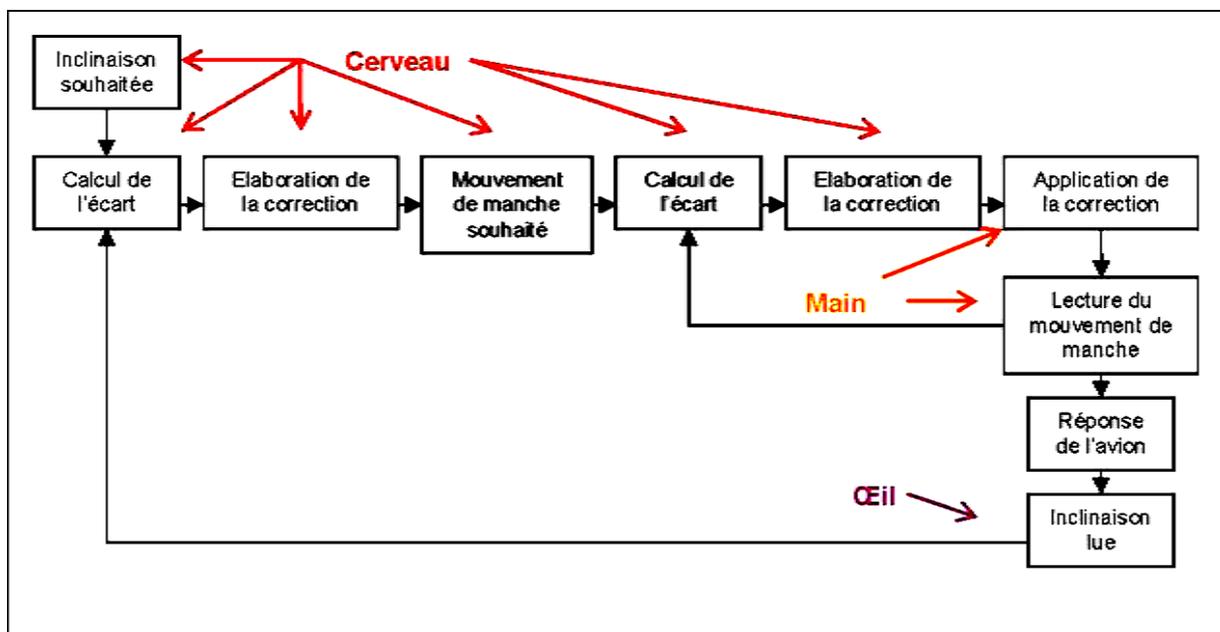
On note qu'il convient de ramener la sortie sur l'entrée et de modifier l'excitation du moteur en fonction de l'écart entre l'angle souhaité et celui obtenu. Pour calculer cet écart, il faut spécifier la valeur souhaitée par une tension et convertir l'angle effectif en tension, ce qui est le rôle du capteur. Lorsque l'angle effectif est celui escompté, l'écart s'annule et le moteur assurant la rotation n'est plus commandé.

Exemple: pilotage automatique d'un avion:

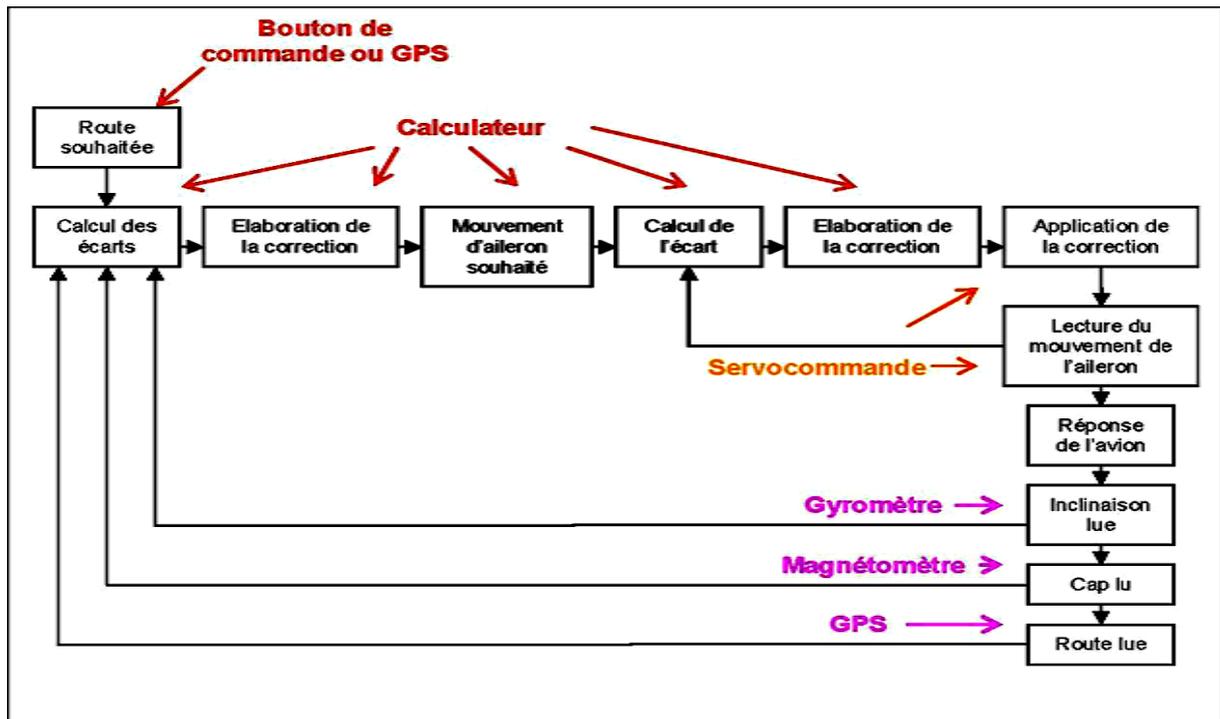
En pilotage manuel, certaines actions sont devenues tellement naturelles qu'il est parfois délicat de se rendre compte de leur complexité. par exemple par **le maintien d'une inclinaison donnée**; Le pilote va d'abord déterminer **son inclinaison actuelle**, ensuite **l'écart par rapport à l'inclinaison recherchée**, puis déterminer le **sens de la correction, son intensité**, et **ensuite l'appliquer** et enfin **recommencer le cycle** depuis le début. Avec de la chance, de l'habitude et de l'habileté, un nombre très réduit de cycles sera suffisant.

Mais ce n'est pas tout, il faut **transmettre physiquement la correction à l'avion**. Pour cela, le pilote utilisera **le manche** et **déterminera la quantité et la vitesse** de déplacement du manche à appliquer pour atteindre **son objectif**. Là encore il faudra peut être **quelques cycles pour atteindre la position désirée**. On se retrouve donc avec une nouvelle **boucle d'asservissement**:

Comment faisons-nous tout cela ? Et bien à l'aide de nos **sens** (des capteurs) et de **notre cerveau** (le calculateur), des **actionneurs** (nos muscles):



Que fait un pilote automatique ? Il fait exactement la même chose que nous mais avec **des capteurs, des calculateurs et des actionneurs électroniques, mécaniques ou hydrauliques**. Le schéma ci-dessus est donné pour maintenir une inclinaison donnée, si on désire **maintenir un cap, il faut rajouter une boucle** pour être sûr qu'on maintien le **cap demandé** et si on veut **maintenir la route** on **rajoute une boucle supplémentaire**. Voici ce que cela donne avec le suivi d'une route (Radial VOR ou route GPS), et les **mécanismes du pilote automatique** :



Augmenter le nombre de boucles, augmente la complexité et donc le prix de l'équipement.

REFERENCES:

Cours d'Automatique de la licence professionnelle "Technologies avancées appliquées aux véhicules, Olivier BACHELIER.

Cours Un premier pas en Automatique, Olivier BACHELIER, université de Poitiers

www.aero-hesbaye.eu