

Cette séquence s'appuie sur les **chaînes de mesure utilisées en tout ou rien** (1<sup>re</sup> STL·M&I)

### Objectifs

- ↳ Identifier, nommer et connaître la fonction des éléments constitutifs d'une boucle de régulation.
- ↳ Identifier les grandeurs réglée, réglante et perturbatrices d'une boucle de régulation sur un schéma.
- ↳ Établir le schéma d'une boucle de régulation et indiquer les grandeurs utilisées.
- ↳ *Tracer expérimentalement la caractéristique de transfert d'une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien avec ou sans hystérésis. Caractériser l'influence des valeurs de seuil.*
- ↳ *Concevoir et réaliser, à l'aide d'un microcontrôleur, un système de détection qui déclenche un signal d'avertissement ou de commande (propre au systèmes), lorsque la valeur d'une grandeur mesurée atteint un seuil programmable.*
- ↳ *Tracer et exploiter l'évolution temporelle des grandeurs utiles pour des régulations TOR à un seuil et à deux seuils de basculement fixés.*

### 1. Principe du château d'eau

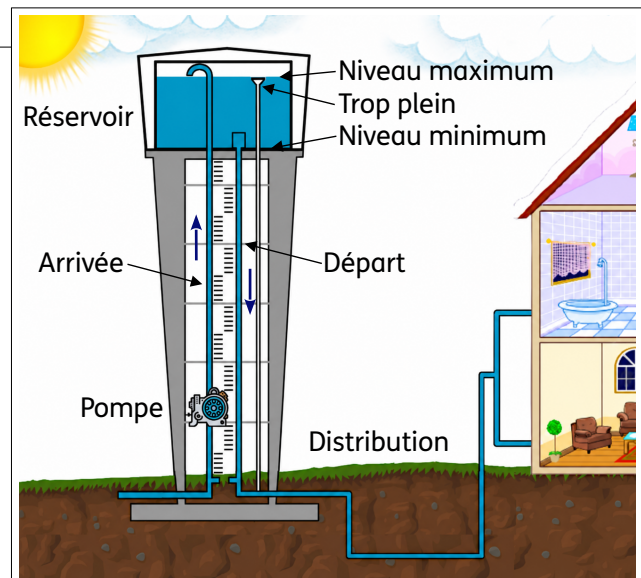
• Dans un château d'eau, l'eau est stockée dans un réservoir placé en hauteur, ce qui permet d'alimenter naturellement le réseau de distribution grâce à la gravité.

Une pompe remplit le réservoir avec de l'eau potable issue d'une station de traitement.

• Le château d'eau est un **procédé** dont les grandeurs physiques sont :

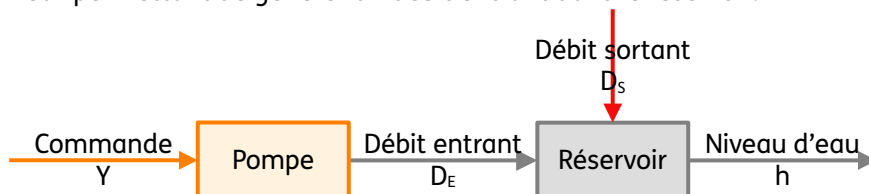
- ↳ la hauteur d'eau  $h$  dans le réservoir
- ↳ le débit entrant d'eau  $D_E$  fourni par la pompe
- ↳ le débit sortant aléatoire  $D_S$  vers la distribution

• Le débit volumique est le volume d'eau traversant une conduite par unité de temps (cf. séq 15)



### 2. Représentation du procédé en boucle ouverte

• Le diagramme suivant représente le procédé château d'eau et ses grandeurs physique. La pompe constitue l'**actionneur** permettant de générer un débit entrant dans le réservoir.



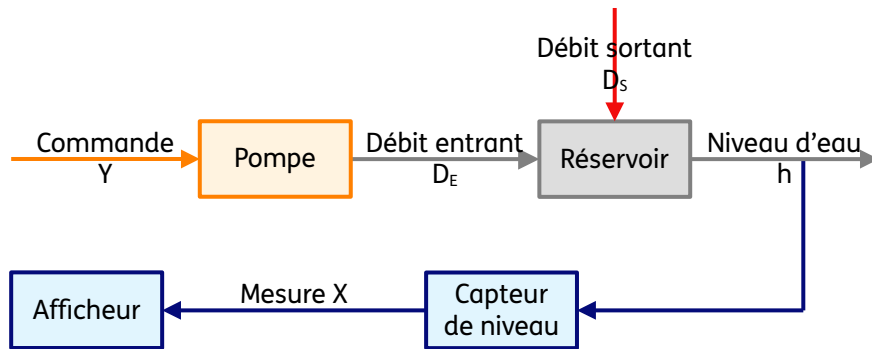
La hauteur d'eau  $h$  dans le réservoir dépend uniquement du débit entrant  $D_E$  et du débit sortant incontrôlable  $D_S$ .

La pompe démarre lorsqu'on applique à ses bornes une tension de **commande  $Y$** .

• Dans cette situation, on peut imaginer qu'un opérateur appuie sur le bouton de mise en marche de la pompe afin de remplir le château d'eau. Mais il travaille en aveugle puisqu'il ne connaît pas le niveau d'eau  $h$  dans le réservoir.

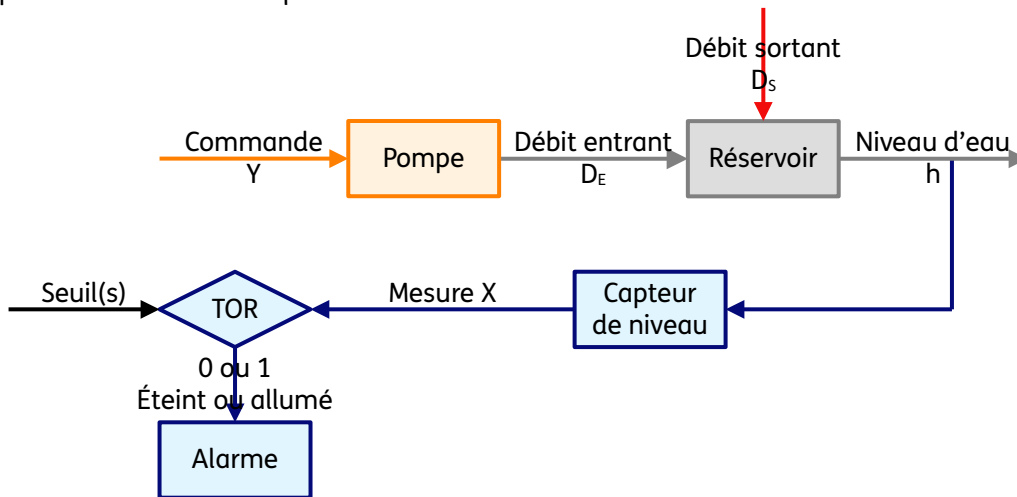
### 3. Chaîne de mesure

- Afin d'aider l'opérateur, une chaîne de mesure contenant un capteur, associée à un écran, permet d'afficher en permanence le niveau d'eau  $h$ .



La **mesure X** est une tension liée à la hauteur d'eau  $h$  par une relation mathématique connue.

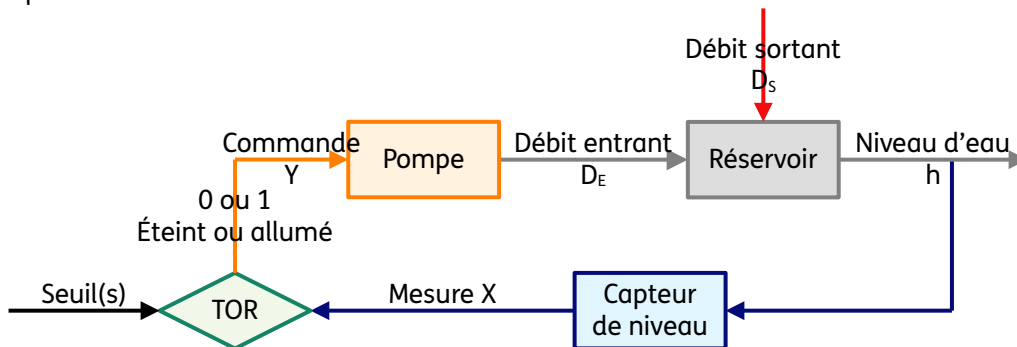
- Une autre solution consiste à déclencher une alarme lorsque le niveau d'eau est inférieur à un seuil donné. L'opérateur intervient lorsque l'alarme se déclenche.



C'est le dispositif TOR (Tout Ou Rien) qui effectue la comparaison entre la hauteur  $h$  et la valeur seuil. Il allume ou éteint l'alarme en conséquence.

### 4. Boucle de régulation

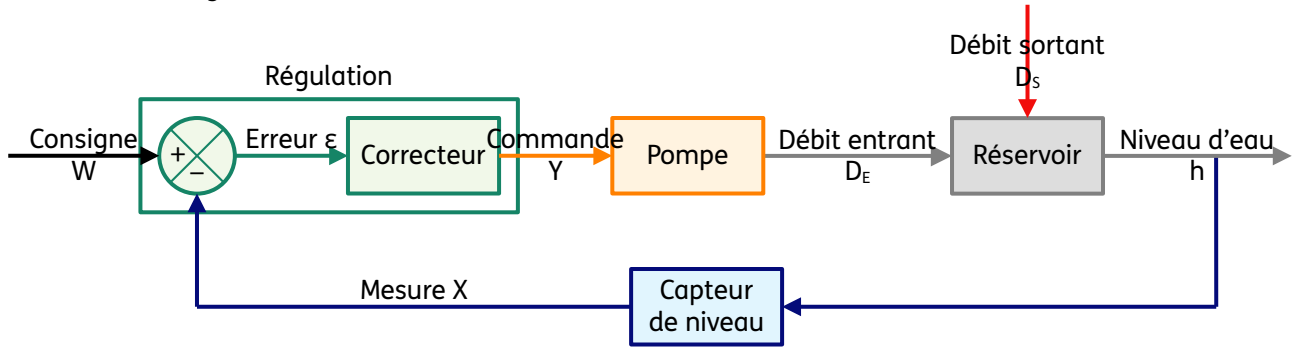
- Plutôt qu'une simple alarme, le dispositif TOR peut commander l'actionneur. La pompe se met en marche lorsque la hauteur d'eau dans le réservoir est inférieure à la valeur seuil.



Le système automatisé ainsi constitué est une **boucle de régulation TOR**.

Il s'agit d'une boucle car le signal de commande  $Y$  est lié à la mesure de la sortie.

- Toutefois, les régulations TOR présentent des inconvénients (cf. TP) si bien que l'on utilise le plus souvent une boucle de régulation continue :



La mise en œuvre de cette régulation vise à maintenir le niveau d'eau  $h$  à une valeur donnée. La **consigne  $W$**  est la valeur que doit prendre la hauteur d'eau.

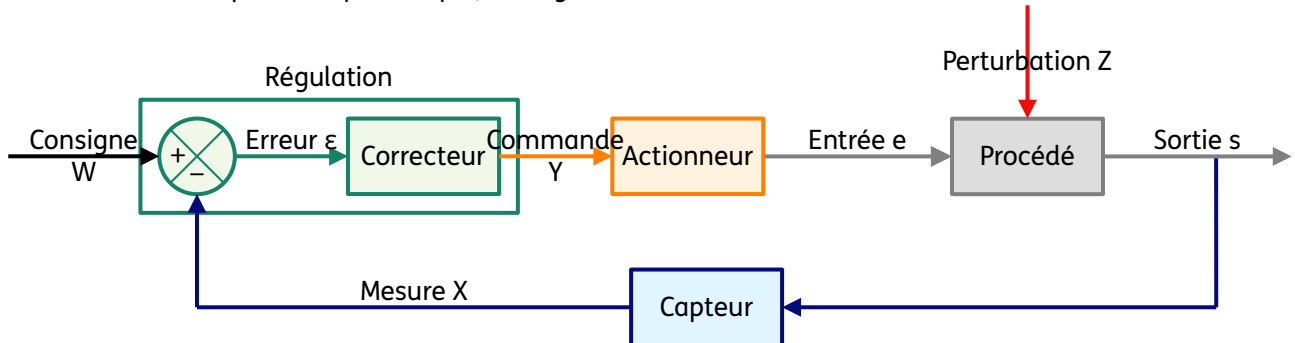
Le débit sortant variant de manière aléatoire et incontrôlable, il faut commander le débit entrant  $D_E$  en agissant sur la pompe.

Pour mettre en place une régulation, il faut :

<b>Mesurer</b> la hauteur d'eau $h$	<b>Capteur</b> de niveau.
<b>Comparer</b> la mesure $X$ avec la consigne $W$ . <b>Calculer</b> la commande $Y$ .	<b>Régulateur</b> (Comparateur + Correcteur)
<b>Agir</b> sur la hauteur	<b>Actionneur</b> : pompe

## 5. Généralisation

- Dans le cas d'un procédé quelconque, le diagramme est le suivant :



Les grandeurs du système automatisé sont nommées :

Sortie $s$	<b>Grandeur réglée.</b> Elle donne son nom à la régulation. Ex : Régulation de niveau
Entrée $e$	<b>Grandeur réglante.</b> (Manipulable)
Perturbation $Z$	<b>Perturbation.</b> (Aléatoire et incontrôlable)