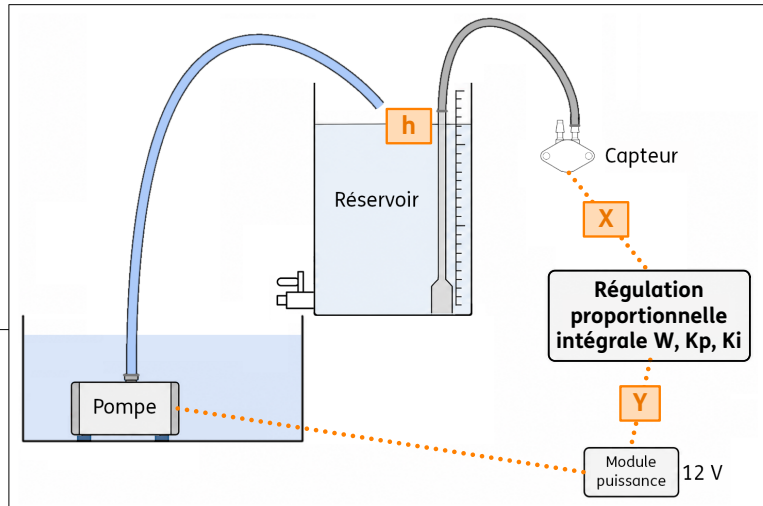


- Pour palier le défaut principal de la régulation proportionnelle, celle-ci est amendée pour former la régulation proportionnelle intégrale.

En plus du gain proportionnel, cette régulation est caractérisée par son « Gain Intégral ». L'objectif du TP est d'étudier l'influence de ce gain sur le comportement du système automatisé.

1. Montage, sketch et étalonnage rapide du capteur de niveau

- ↳ Réaliser le montage complet de la maquette du château d'eau. Le bouton et la LED sont facultatifs.
- ↳ Relier le microcontrôleur à l'ordinateur.
- ↳ Lancer l'IDE arduino.



- ↳ Ouvrir et téléverser (CTRL+U) le sketch `etalonnage.ino` disponible en ligne.
- ↳ Effectuer deux mesures pour déterminer les coefficients de la droite d'étalonnage du capteur.

h (mm)			a (mm·V ⁻¹)	
			PENTE	
U (V)			b (mm)	
			OFFSET	

2. Régulation proportionnelle intégrale

- ↳ Ouvrir le sketch `regulation_proportionnelle_integrale.ino` disponible en ligne.
- ↳ Ajuster les constantes **PENTE** et **OFFSET** selon les valeurs trouvées ci dessus.
- ↳ Le robinet inférieur est ouvert à moitié.

- ↳ La pompe peut être arrêtée à tout moment en téléversant (CTRL+U) le sketch `arret_pompe.ino`.

• Analyse du sketch

En plus du terme proportionnel déjà étudié, la régulation proportionnelle intégrale comporte un terme supplémentaire qui est non seulement proportionnel à l'erreur mais aussi à la durée de celle-ci. Il prend ainsi en compte l'erreur commise dans les 200 ms qui ont précédé le calcul.

- ↳ Repérer dans le sketch la partie qui permet le calcul du terme intégral en fonction de l'erreur.
- ↳ Recopier la ligne correspondante :

- ↳ Quel le nom de la constante correspondant au gain intégral. Quelle est sa valeur ?
- ↳ Quel le nom de la constante de temps. Quelle est sa valeur ?

- ↳ La définition mathématique du terme intégral est : $\int_0^t \varepsilon(\tau) d\tau$ où ε désigne l'erreur $\varepsilon = W - h$.

- Observations et mesures

↳ Téléverser (CTRL+U) le sketch modifié vers le microcontrôleur et afficher la sortie série (CTRL+MAJ+M)
 ↳ Observer, puis décrire brièvement le comportement du système. Comparer la consigne avec le niveau réellement atteint.

↳ Récupérer les données de la sortie série pour tracer $h = f(t)$

↳ Recommencer en donnant à K_i les valeurs suivantes :

K_i	0.25	0.5	1	5	20
-------	------	-----	---	---	----

↳ Tracer l'évolution de h au cours du temps pour chaque cas, par la méthode de votre choix (papier millimétré, tableur, LoggerPro, python) Conserver la même valeur maximale sur l'axe des temps.

↳  et légender les courbes obtenues.

↳ Faire apparaître l'écart statique, le temps de réponse à 95 % et la valeur du premier dépassement sur une des courbes.

↳ Quel est l'intérêt d'une telle régulation ?

3. Influence du gain intégral K_i

- Comment évoluent :

↳ l'écart statique ?

↳ la rapidité du système ? Comparer les temps de réponse à 95 %.

↳ la stabilité du système ? Comparer les valeurs du premier dépassement.

Lorsque K_i diminue	Lorsque K_i augmente
L'écart statique	L'écart statique
La rapidité du système	La rapidité du système
La stabilité du système	La stabilité du système