

# Séquence n° 5

## Utilisation d'une chaîne de mesure en Tout ou Rien



Fiches de synthèse mobilisées :

- titre de la fiche
- titre de l'éventuelle 2<sup>nd</sup>e fiche, etc.

### Sommaire des activités

ACTIVITÉ 1 : Régulation de niveau à un seuil.....	1
ACTIVITÉ 2 : Régulation de niveau à deux seuils.....	7

### ACTIVITÉ 1 : Régulation de niveau à un seuil



Document 1 : d'après l'agence de l'eau Artois Picardie <http://www.eau-artois-picardie.fr/mediatheque/le-stockage-des-eaux>



La distribution de l'eau d'une ville est assurée par un réseau relié à un château d'eau situé à un endroit dont l'altitude est supérieure à tous les points d'utilisation (habitations, industries, commerces...).

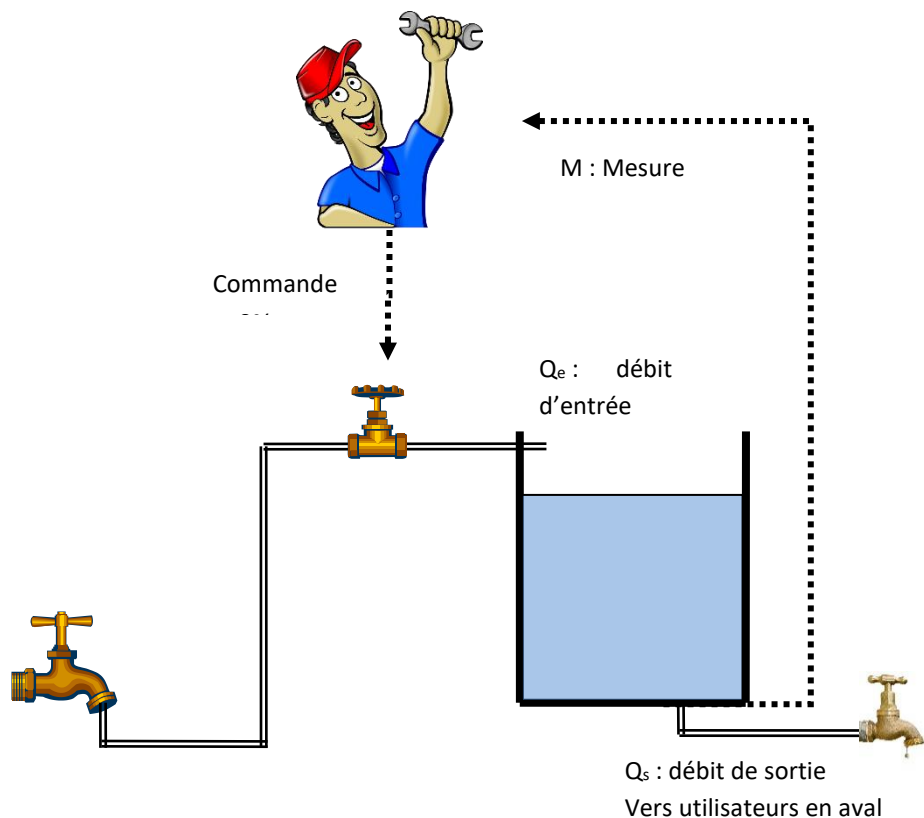
Ce château d'eau est alimenté à partir d'une nappe phréatique dont on prélève l'eau par pompage.

Lors de cette séance de travaux pratiques, nous étudierons un système de régulation automatique permettant de maintenir dans le château, un niveau d'eau suffisant pour que la distribution ne soit jamais interrompue.

Pour cela, une cuve transparente remplacera le vrai château d'eau. L'alimentation en eau du lycée jouera le rôle de la nappe phréatique. Une vanne manuelle, permettant le vidage de la cuve, simulera la consommation d'eau des différents utilisateurs.

### Partie 1 : Régulation manuelle

L'objectif est de réaliser une régulation du niveau d'eau dans le château grâce à l'intervention d'un technicien.



Document 2 : Régulation manuelle du niveau d'eau dans le château d'eau

- Repérer sur Document 2, les éléments suivants :
  - alimentation en eau (nappe phréatique),
  - cuve (château d'eau),
  - vanne manuelle (utilisateurs).
- Quelles doivent être les 3 actions différentes réalisées par le technicien pour mettre en œuvre cette régulation afin de maintenir un niveau constant d'eau

Action 1	
Action 2	
Action 3	

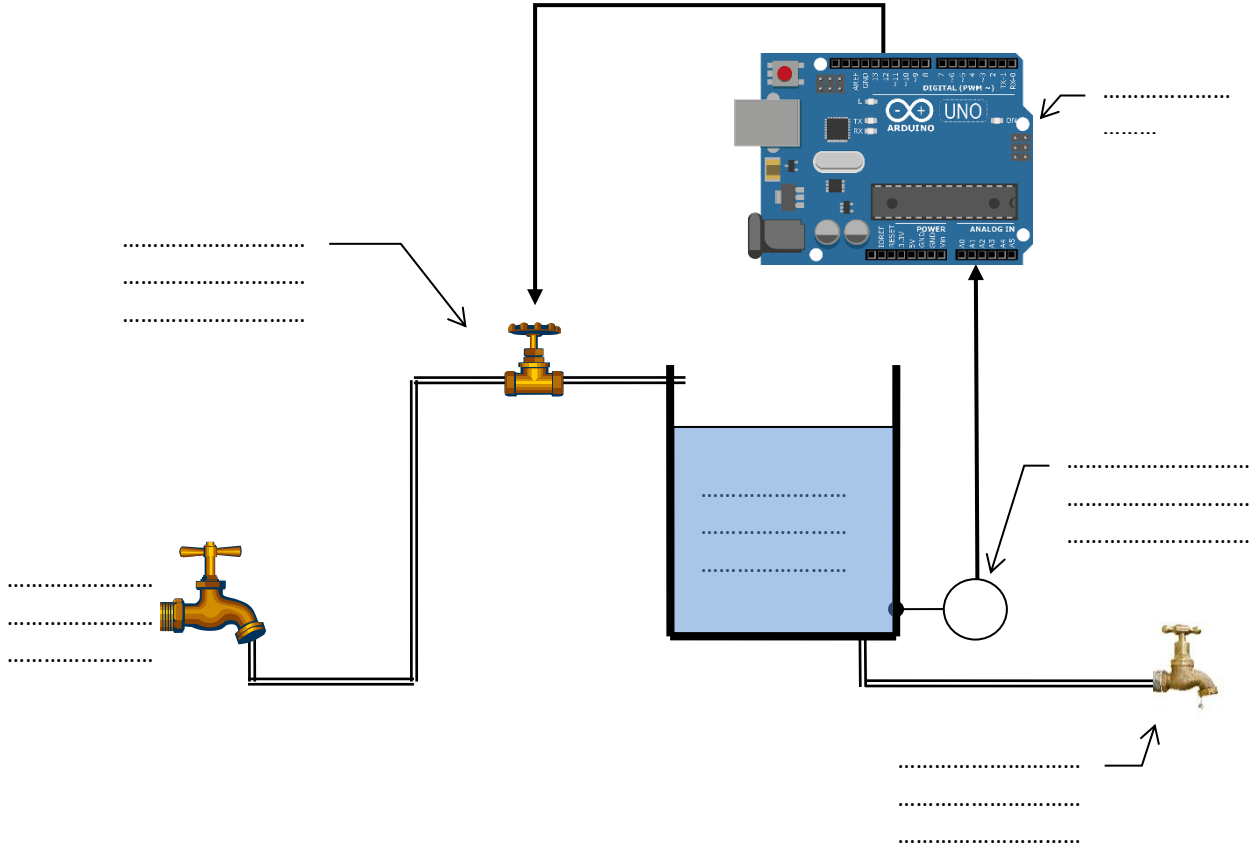


### Partie 2 : Régulation automatique

Afin de réaliser la régulation, on utilisera un capteur de niveau pour surveiller le niveau dans la cuve et une électrovanne commandée permettant le remplissage de la cuve.

Le système de surveillance et d'action sera réalisé par un microcontrôleur.

- Le dispositif étudié est alors schématisé par le dessin suivant qu'il faut compléter.

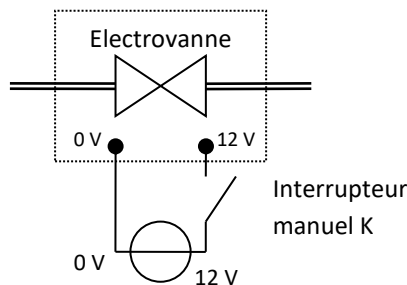


Document 3 : Régulation de niveau automatique

### Commande de l'électrovanne

Comme son nom l'indique, l'électrovanne est une vanne commandée par un signal électrique.

- En gardant le robinet réseau fermé, réaliser le montage ci-dessous sans mettre le générateur sous tension.



- Après avoir mis le générateur sous tension et ouvert légèrement le robinet réseau, vérifier que l'électrovanne change d'état lorsqu'on agit sur l'interrupteur K.
- Remplir le tableau suivant :

Etat de l'interrupteur K	Etat de l'électrovanne



7. Compléter le résumé suivant :

Pour remplir la cuve, il faut que l'interrupteur K .....  
Pour arrêter le remplissage ; il faut .....

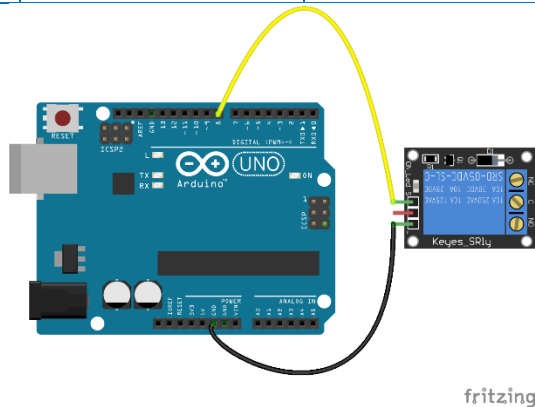
Dans cette partie, on remplace l'interrupteur manuel par un interrupteur électronique dont le fonctionnement est présenté dans le Document 4.

Carte électronique	Schéma électrique interne de la carte
<p>Si S = + 5 V alors l'interrupteur électronique est fermé Si S = 0 V alors l'interrupteur électronique est ouvert</p>	

Document 4 : fonctionnement du relais

8. En vous aidant du schéma de câblage du relais sur le microcontrôleur (voir Document 5), compléter le tableau ci-dessous :

Instruction	Tension appliquée sur S	Etat de l'interrupteur du relais	Etat de l'électrovanne
<code>digitalWrite(8,LOW) ;</code>			
<code>digitalWrite(8,HIGH) ;</code>			

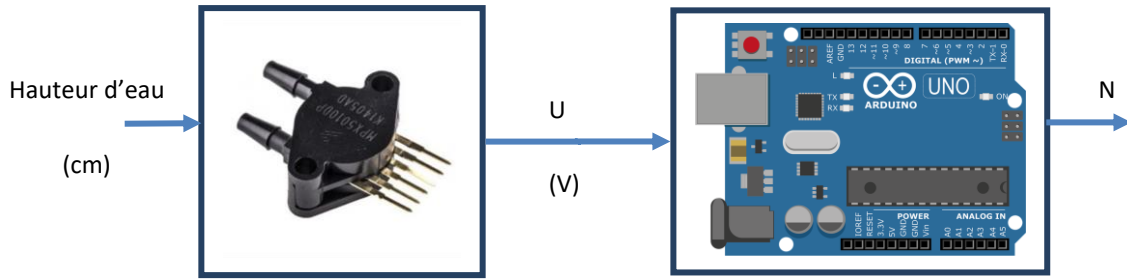


Document 5 : schéma de câblage du relais

9. Réaliser le montage complet avec l'électrovanne.

**Etalonnage du capteur**

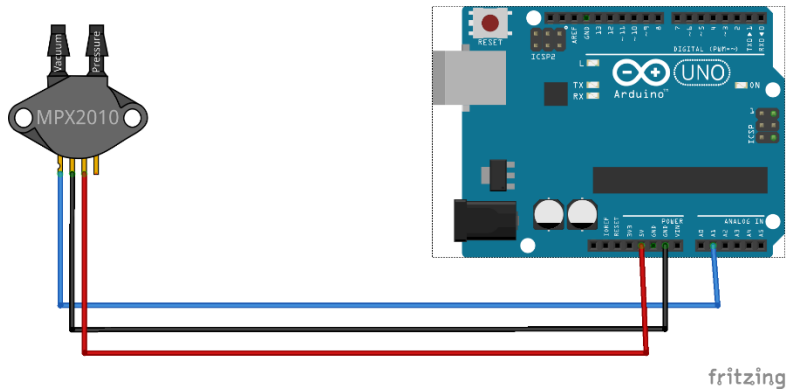
La chaîne de mesure utilisée est constituée des deux éléments ci-dessous. Le capteur délivre en sortie une tension de sortie comprise entre 0 et 5 V. Le microcontrôleur sera chargé de la conversion de cette tension en nombre N par l'intermédiaire de l'entrée analogique A1 (CAN 0-5V ; 10 bits).



10. Calculer les valeurs possibles de N à la sortie du CAN en supposant que la tension U est comprise dans l'intervalle [0 – 5V].

L'objectif de l'étalonnage est de déterminer la relation existante entre la grandeur de sortie N et celle en entrée du capteur.

- 11. Fermer la vanne manuelle puis remplir le château d'eau.
- 12. En analysant le programme « etalonnage\_capteur\_niveau.ino » repérer le numéro de ligne correspondant à l'instruction de lecture de l'entrée analogique A1.
- 13. Expliquer la signification de l'instruction Nombre = analogRead(A1) ;
- 14. Mettre en œuvre la chaîne de mesure complète en vous aidant du Document 6.



Document 6 : schéma de câblage

- 15. Proposer un protocole expérimental utilisant le programme « etalonnage\_capteur\_niveau.ino » et permettant d'étalonner la chaîne de mesure complète afin de tracer la hauteur d'eau en fonction de la valeur numérique N en sortie du CAN.
- 16. Mettre en œuvre le protocole.
- 17. Déterminer l'équation de la droite d'étalonnage et noter les valeurs des coefficients a et b données par le tableau correspondant respectivement au coefficient directeur de la droite et à l'ordonnée à l'origine.

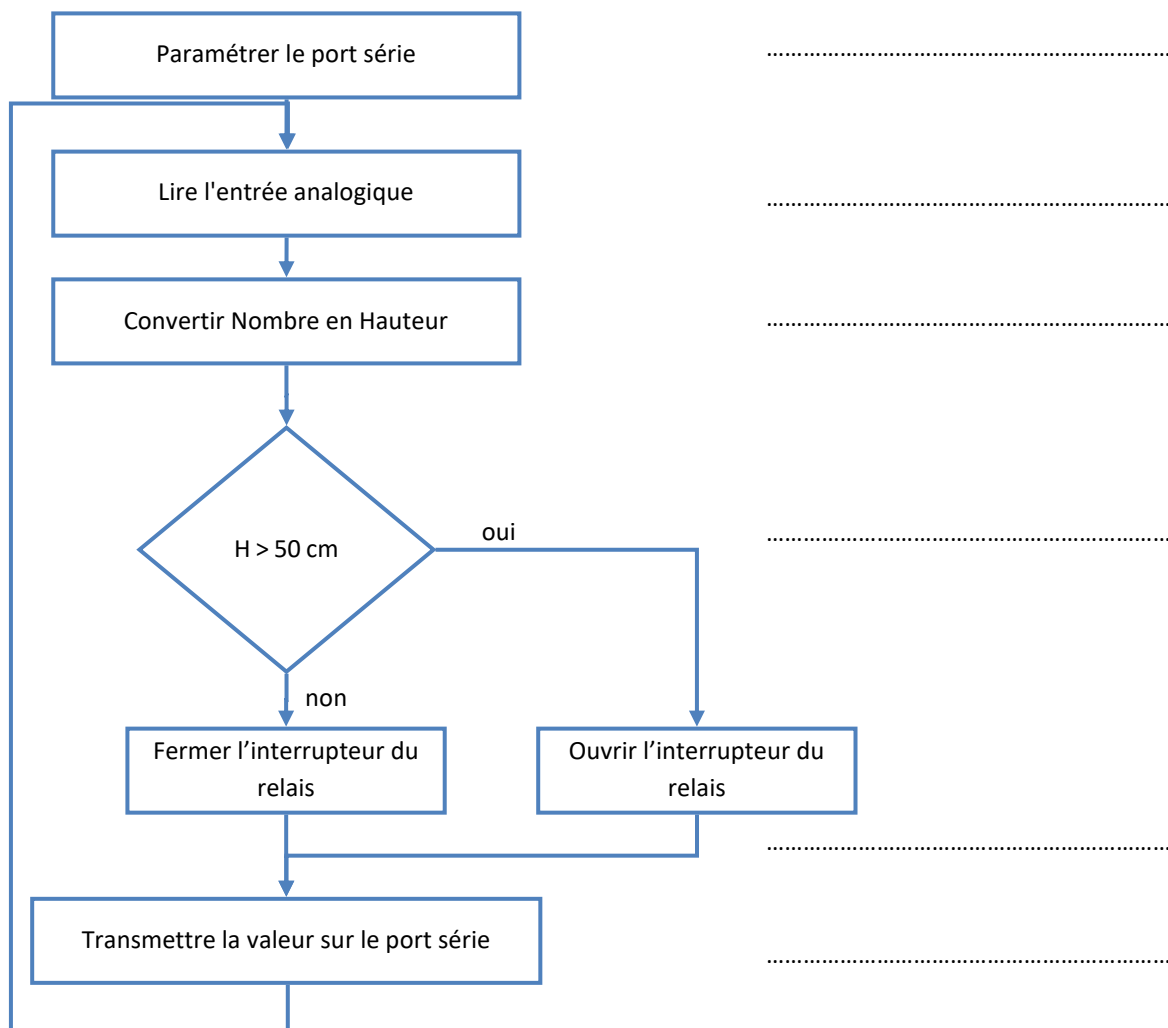
**Mise en œuvre de la régulation**

18. Compléter la phrase ci-dessous pour rappeler les conditions sur la consigne et la mesure permettant la commande de la pompe de remplissage du château d'eau :

SI la Mesure est supérieure à la Consigne  
**ALORS** le signal de commande doit imposer ..... de la pompe pour ..... le château d'eau.

SI la Mesure est ..... à la Consigne  
**ALORS** .....

19. L'algorithme du programme permettant la régulation est donné ci-dessous (voir Document 7). En analysant le programme regulation\_niveau\_1\_seuil.ino, compléter la partie droite du document avec les instructions correspondantes.



Document 7 : algorithme du programme de régulation

20. Modifier le programme pour tenir compte des résultats de l'étalonnage du capteur de niveau utilisé (valeurs a et b).
21. Ouvrir la vanne manuelle puis téléverser le programme pour démarrer la régulation.
22. Copier les courbes obtenues dans le traceur série de l'interface de programmation du microcontrôleur et les insérer dans votre compte-rendu.
23. Quels sont les avantages et les inconvénients d'une telle régulation sur ce procédé ?



## ACTIVITÉ 2 : Régulation de niveau à deux seuils

Cette activité fait suite à l'activité 1 : Régulation de niveau à un seuil.

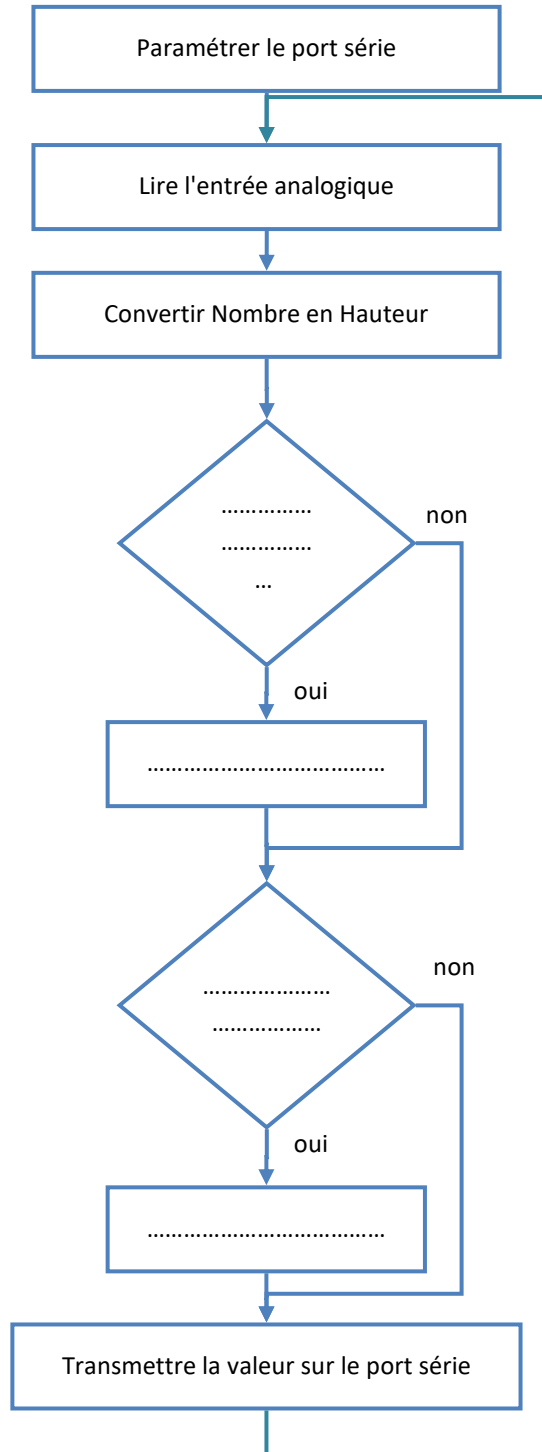
L'objectif est de fixer deux niveaux de surveillance pour le régulateur, un seuil haut et un seuil bas :

1. Compléter les deux phrases suivantes en indiquant le type d'action à réaliser :

Si le niveau d'eau dans le château d'eau est supérieur au seuil haut alors .....

Si le niveau d'eau dans le château d'eau est inférieur au seuil ..... alors .....

2. En s'aidant la question 1, compléter l'algorithme du Document 8 ci-dessous.



Document 8 : algorithme régulation 2 seuils



3. Analyser le programme `regulation_niveau_2_seuils.ino` pour indiquer les valeurs des seuils haut et bas.
4. Modifier le programme pour tenir compte des résultats de l'étalonnage (coefficients a et b) du capteur de niveau utilisé.

### Caractéristique de transfert

5. Fermer la vanne manuelle puis remplir le château d'eau.
6. Déconnecter l'électrovanne de son alimentation.
7. Téléverser le programme.
8. Pour des niveaux d'eau compris entre 60 cm et 0, relever les valeurs de la commande et de la mesure du niveau d'eau dans le moniteur série.
9. Répéter les mesures pour un niveau d'eau évoluant de 0 à 60 cm par valeurs croissantes.
10. Tracer la caractéristique statique  $Y_R = f(M)$ .
11. Identifier les deux seuils ainsi que le sens de parcours de la caractéristique.

### Influence de la régulation 2 seuils

12. Indiquer l'élément sur lequel il faut agir pour fixer un débit de sortie moyen. Le mettre en œuvre.
13. Reconnecter l'électrovanne de son alimentation avec l'interrupteur commandé électroniquement.
14. Téléverser le programme.
15. En utilisant le traceur série, observer l'effet de la régulation automatique sur les valeurs du niveau et de la commande.
16. Copier les courbes et les intégrer à votre compte rendu.
17. Commenter l'allure des courbes obtenues et les comparer avec celles obtenues avec une régulation à un seuil.
18. Répéter les étapes 15 à 17 pour des seuils égaux à 35 et 50 cm.
19. Quels sont les effets du changement de consigne sur le comportement du procédé ?
20. Quels sont les avantages et les inconvénients d'une telle régulation sur ce procédé ?