Document professeur pour l'activité n°1
Régulation de niveau à un seuil

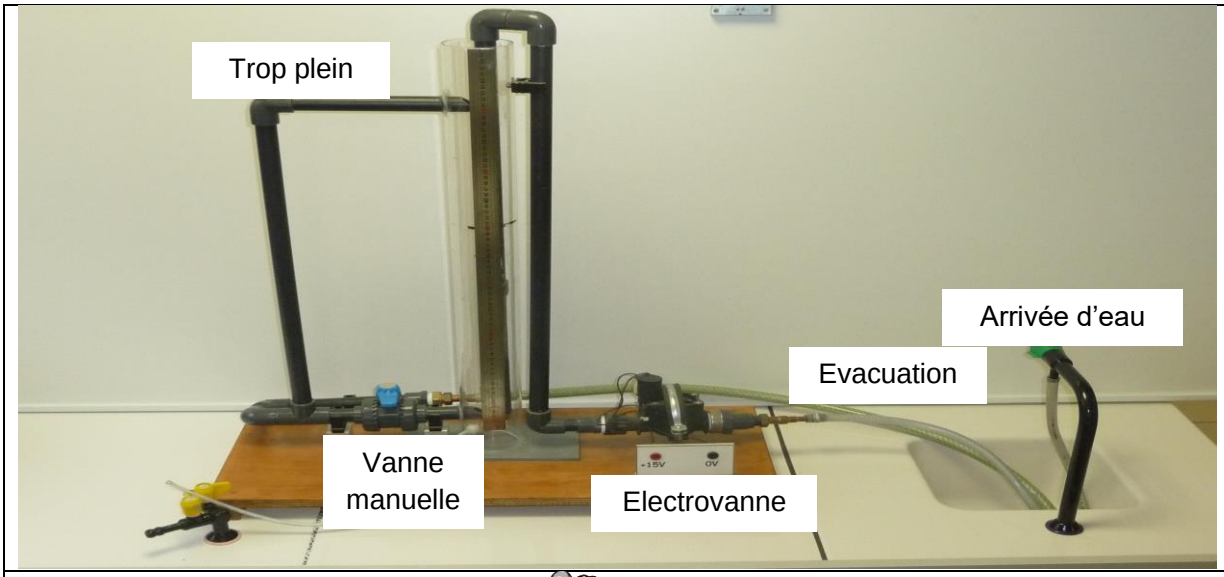
Description de l'activité :

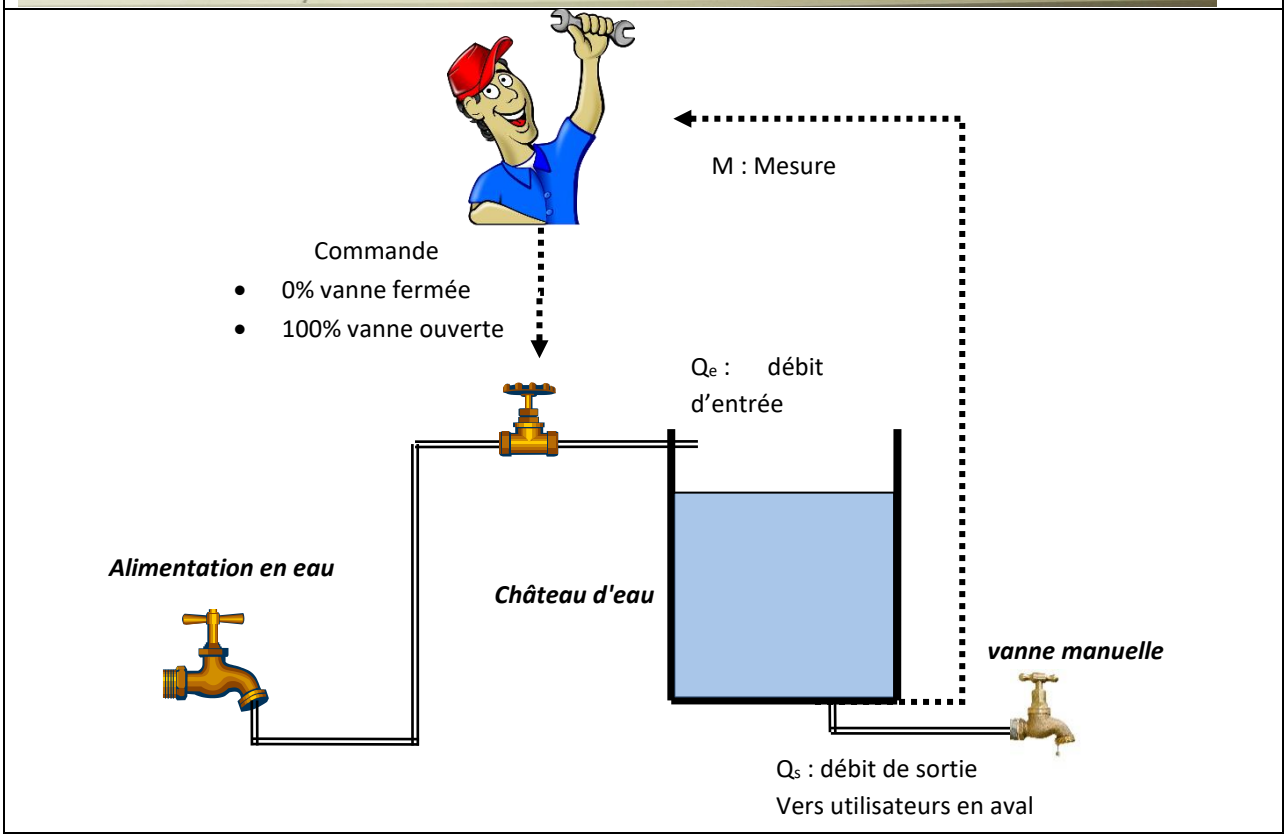
Fiche(s) de synthèse mobilisée(s)	
Type d'activité	Activité expérimentale
Conditions de mise en œuvre	demi-groupe
Matériel utilisé	Paillasses des élèves (pour les activités expérimentales) Microcontrôleur, maquette château d'eau (voir document ressource); interrupteur; platine d'essai; Alimentation stabilisée de puissance ; capteur de pression MPX5010; relais SRD-05VDC.
Capacités mises en œuvre dans cette activité	**APP** – S'approprier le fonctionnement d'une maquette : le château d'eau didactisé. **ANA** – Proposer un protocole de mesure pour réaliser un étalonnage. – Identifier la fonction liée à une instruction pour un microcontrôleur. **REA** – Réaliser un montage, le schéma étant donné. – Réaliser un étalonnage. **VAL** – Exploiter une droite d'étalonnage.

Éléments de réponses, démarche attendue, éventuels résultats expérimentaux :

Partie 1 : Régulation manuelle

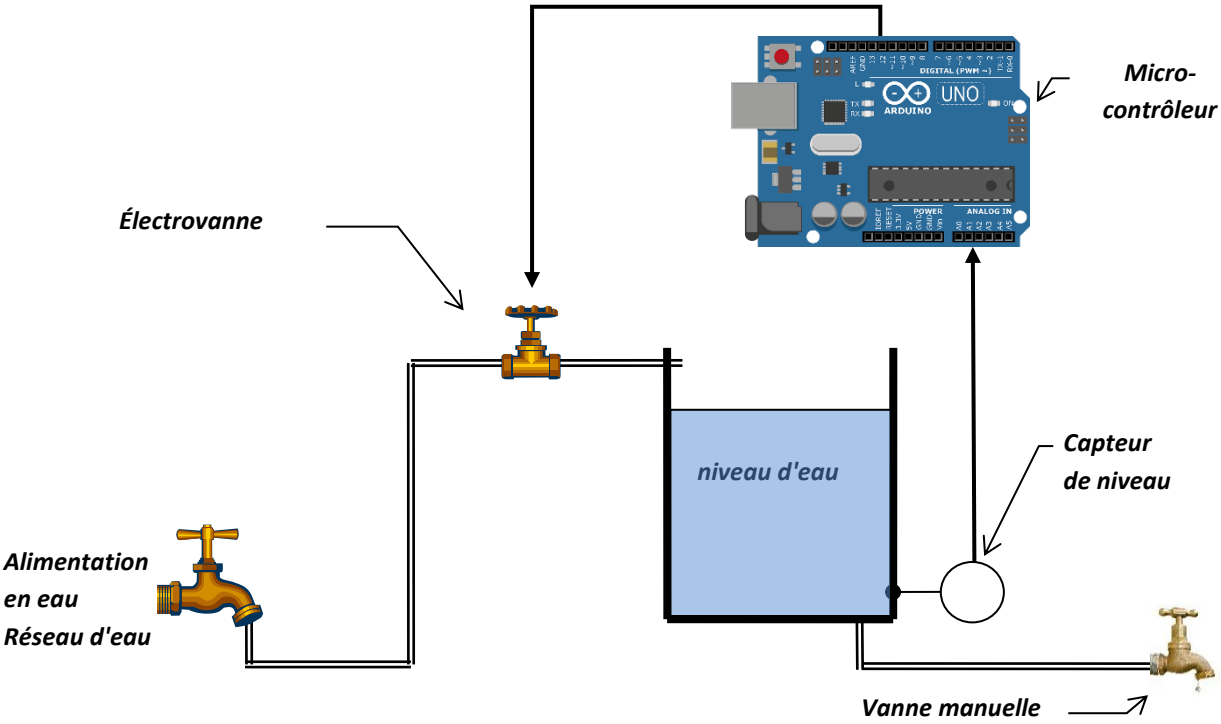
L'objectif de cette première partie est de permettre aux élèves de s'approprier la maquette, les différents éléments la constituant, son fonctionnement et de rappeler les actions toujours présentes dans une régulation.





Le technicien devra **mesurer** le niveau d'eau, le **comparer** avec la consigne puis en fonction du résultat de la comparaison **agir** sur l'actionneur

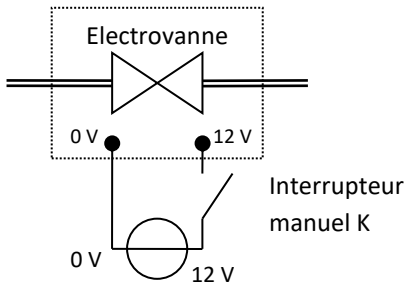
Partie 2 : Régulation automatique



Document 1 : Régulation de niveau automatique

Avant de mettre en œuvre la régulation, cette partie comporte deux sous-parties permettant de s'approprier le fonctionnement de l'électrovanne d'abord puis d'étalonner le capteur de niveau ensuite.

Commande de l'électrovanne



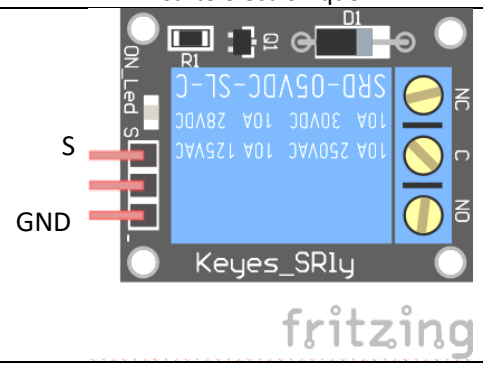
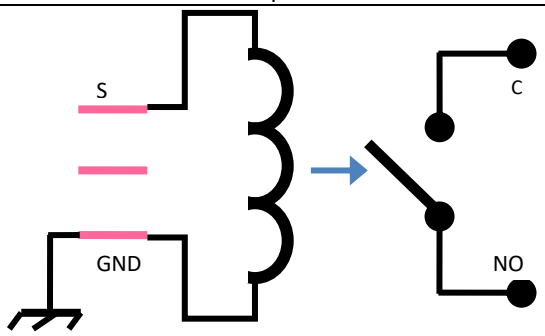
Pour remplir la cuve, il faut que l'interrupteur K soit fermé.
Pour arrêter le remplissage ; il faut ouvrir l'interrupteur K.

Dans cette partie, on remplace l'interrupteur manuel par un interrupteur électronique dont le fonctionnement est présenté dans le Document 2. Il s'agit de l'interrupteur SRD-05VDC, disponible en version unique chez RS ou Farnell :

- https://fr.rs-online.com/web/p/kits-de-developpement-pour-gestion-de-puissance/8430834/
- https://fr.farnell.com/kemet/83-17990/5v-trigger-relay-module-for-arduinoraspberry/dp/2801412?st=relais%20arduino

ou bien en version triple chez RS component :

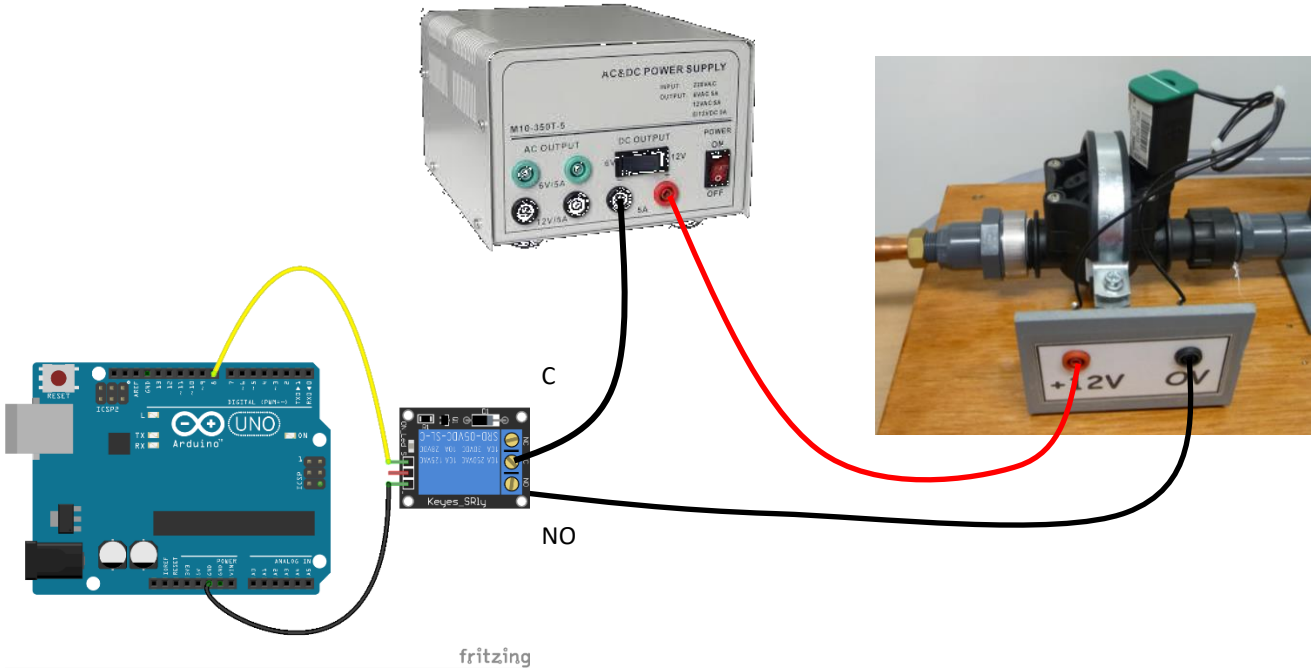
- https://fr.rs-online.com/web/p/kits-de-developpement-pour-gestion-de-puissance/1743234/

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

Document 2 : fonctionnement du relais

Le coté puissance du relais est utilisé entre les bornes C et NO (Commun et Normalement Ouvert), cela signifie que lorsque la bobine n'est pas alimentée, le relais est ouvert.

Instruction	Tension appliquée sur S	Etat de l'interrupteur du relais	Etat de l'électrovanne
digitalWrite(8,LOW) ;	0 V	Ouvert	Fermée
digitalWrite(8,HIGH) ;	5 V	Fermé	Ouverte

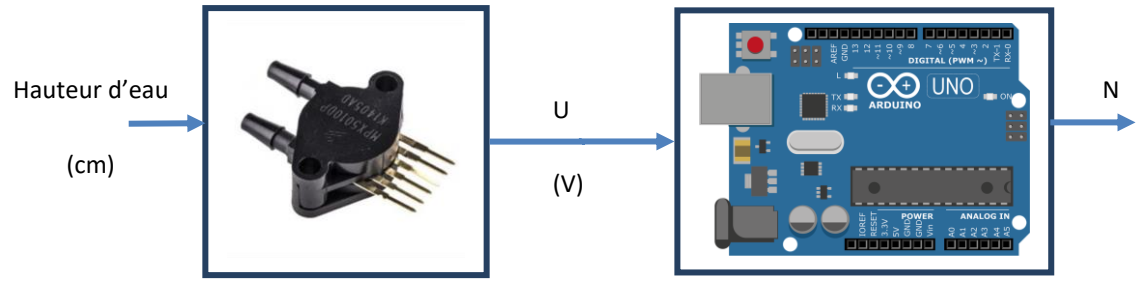


Document 3 : schéma de câblage du relais

Les élèves connectent la sortie numérique 8 à la borne S du relais (comme indiqué dans le Document 3) et C et NO viennent remplacer les bornes de l'interrupteur manuel dans le montage.

Etalonnage du capteur

La chaine 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].

La tension U utilise toute la plage d'entrée du CAN : 0 - 5V, le nombre de valeurs possibles de N est donc fixé par le nombre de bits du CAN. On en déduit $nombre\ valeurs\ possibles = 2^N = 1024$ *donc* $0 \leq N \leq 1023$.

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

11. Fermer la vanne manuelle puis remplir le château d'eau.

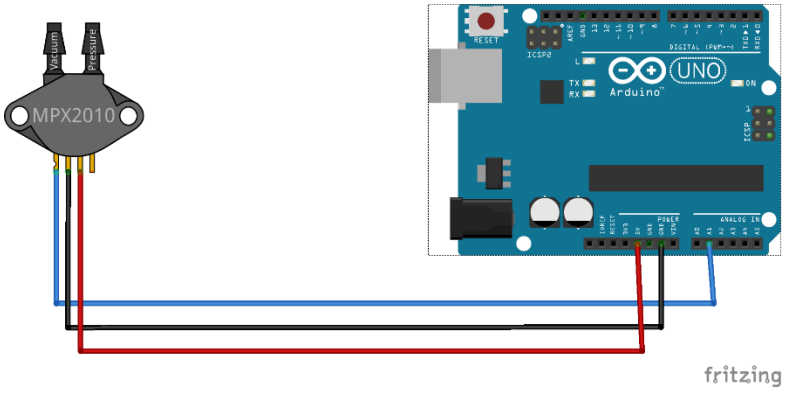
12. En analysant le programme « etalonnage_capteur_niveau.ino » repérer le numéro de ligne correspondant à l'instruction de lecture de l'entrée analogique A1.

13. Expliquer la signification de l'instruction Nombre = analogRead(A1) ;

```
1
2  /* Programme permettant de lire la tension présent sur l'entrée analogique 1
3   *  et d'afficher sa valeur sur le moniteur série
4   */
5
6  // Définition des constantes
7
8  const char EntreeAna = A1;  // il faut connecter le signal électrique issu du capteur sur l'entrée A1
9
10 void setup()
11 {
12  /* Initialise le port série */
13   Serial.begin(115200);
14
15 }
16
17 void loop()
18 {
19   // lecture sur l'entrée analogique
20   int Nombre = analogRead(EntreeAna);
21   Serial.print("Valeur CAN = ");
22   Serial.println(Nombre); // affiche la tension mesurée (entre 0 et 5V) convertie en nombre compris entre 0 et 1023
23
24   //Attente avant nouvelle mesure
25   delay(1000);
26 }
```

L'instruction de lecture de l'entrée analogique est réalisée à la ligne 20 du programme. Cette instruction place la valeur numérique lue en sortie du CAN du microcontrôleur dans un espace mémoire de 16 bits nommé Nombre. Cet espace mémoire est suffisant puisque la valeur numérique en sortie du CAN contient 10 bits.

14. Mettre en œuvre la chaine de mesure complète en vous aidant du Document 4.

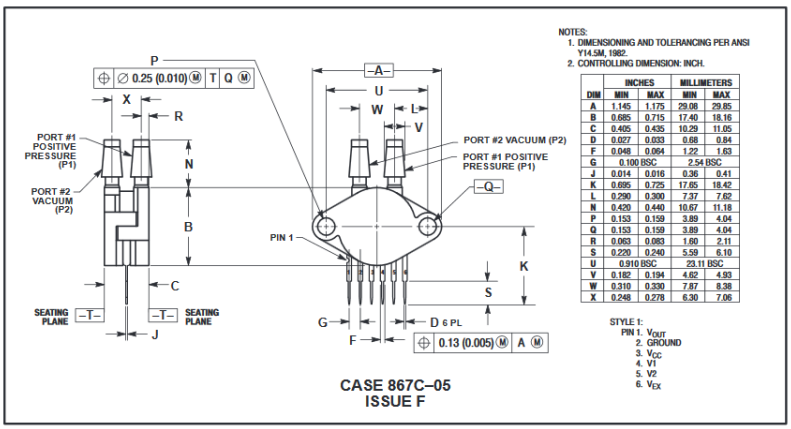


Document 4 : schéma de câblage

Le capteur utilisé est le MPX5010DP (l'auteur n'a pas réussi à modifier le nom du capteur dans fritzing...). Il est disponible chez RS component ou Farnell :

https://fr.rs-online.com/web/p/capteurs-de-pression/7191080/
https://fr.farnell.com/nxp/mpx5010dp/pressure-capteur/dp/1555605

MPX5010DP



PIN NUMBER			
1	V_{out}	4	N/C
2	Gnd	5	N/C
3	V_S	6	N/C

NOTE: Pins 4, 5, and 6 are internal device connections. Do not connect to external circuitry or ground. Pin 1 is noted by the notch in the lead.

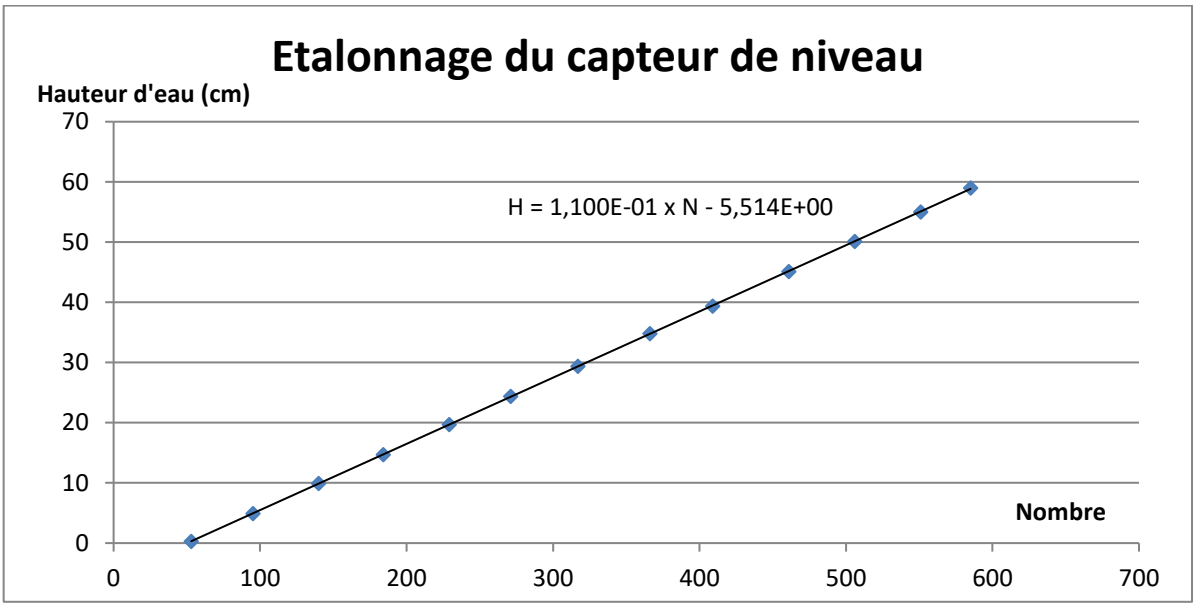
Seules les broches 1 à 3 sont à utiliser, l'embout Vacuum doit rester à l'air libre alors qu'il faut relier l'embout "positive pressure" au bas de la colonne d'eau pour pouvoir mesurer la pression différentielle due à la colonne d'eau uniquement.

15. Proposer un protocole expérimental utilisant le programme « etalonnage_capteur_niveau.ino » et permettant d'étalonner la chaine de mesure complète.

La colonne d'eau exerce une pression mesurée par le capteur. Ce dernier fournit une tension analogique convertie en nombre par le CAN. Le programme « etalonnage_capteur_niveau.ino » donne la valeur de N. Il faut donc faire varier la hauteur de la colonne d'eau h dans la cuve, la mesurer avec le réglet et noter en correspondance la valeur de N donnée par le programme. La modélisation du tracé de h en fonction de N permettra de trouver un modèle mathématique reliant h à N.

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 tableur correspondant respectivement au coefficient directeur de la droite et à l'ordonnée à l'origine.



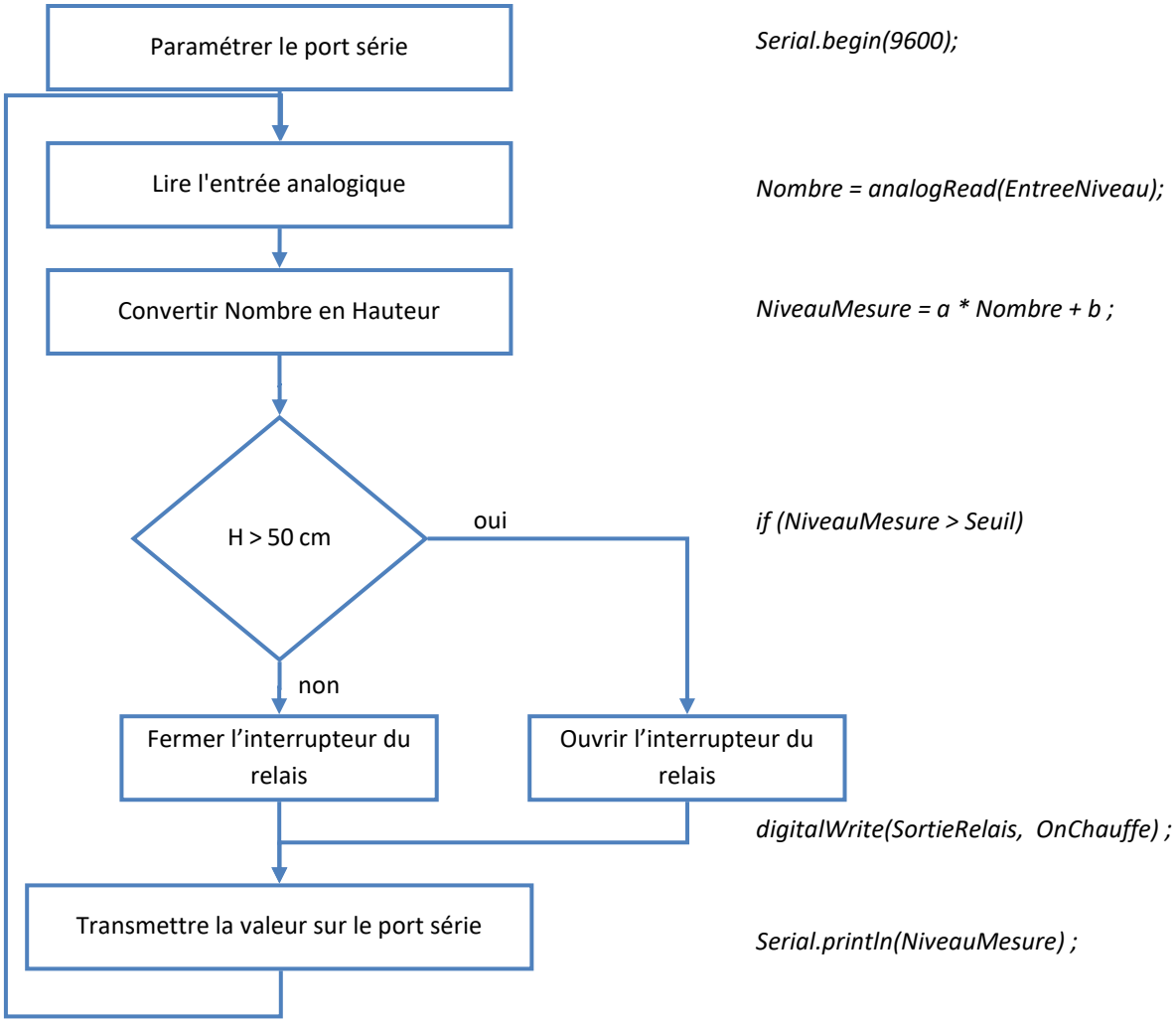
Mise en œuvre de la régulation

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 ***l'arrêt*** de la pompe pour ***ne pas remplir*** le château d'eau.

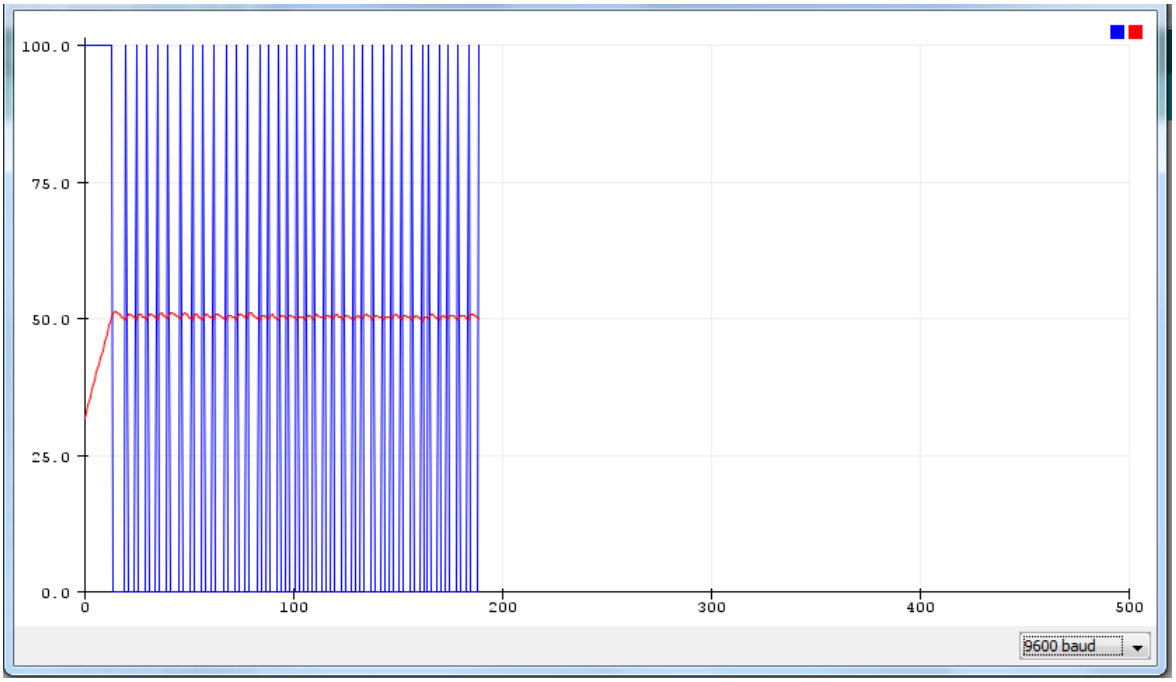
SI la Mesure est ***inférieure*** à la Consigne
ALORS ***le signal de commande doit imposer l'arrêt de la pompe pour ne pas remplir le château d'eau.***

19. L'algorigramme du programme permettant la régulation est donné ci-dessous (voir Document 5). En analysant le programme regulation_niveau_1_seuil.ino, compléter la partie droite du document avec les instructions correspondantes.



Document 5 : algorigramme 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 ?

La régulation Tout Ou Rien est très simple et elle permet de respecter la consigne mais au prix d'une fluctuation autour de cette consigne et d'une sollicitation importante de l'organe de commande.