

# Réalisation d'une burette automatique (Groupe H)

## **Réalisation d'une burette automatique par mesure d'intensité optique**

### **Membres du projet**

- AIT MBAREK Amani, TOUNSI Imene, CECCAROSSO Giuliano, ENNAZI Fadwa, GHERROUZ Mohamed Amine
- amani.ait\_mbarek@etu.sorbonne-universite.fr; Imene.Tounsi@etu.sorbonne-universite.fr; Giuliano\_Rey.Ceccarossi@etu.sorbonne-universite.fr ; Ennazi.fadwa@etu.sorbonne-universite.fr ; Mohamed\_amine.GHERROUZ@etu.sorbonne-universite.fr
- Projet MUCI803 : Optimisation et contrôle des procédés (groupe H)
- Octobre 2024 - Janvier 2025

### **Contexte**

Dans le cadre de l'UE Optimisation et contrôle de procédés, nous devons effectuer la régulation d'un système à l'aide d'une carte Arduino. Pour ce faire, nous devons déterminer le matériel nécessaire ainsi que les branchements et le code qui permettront l'automatisation de notre procédé.

## Objectifs

Notre sujet porte sur la réalisation d'une burette automatique. Pour effectuer la régulation, nous utiliserons un capteur de mesure d'intensité optique et notre actionneur sera un servomoteur; Le but est d'atteindre une couleur définie dans le récipient rempli d'eau.

## Matériel

- 
- Arduino
  - Photorésistance
  - Servomoteur
  - Breadboard

- Résistances
- LED verte et rouge
- Tuyaux
- Fils
- Bouteille
- Robinet
- Electrovanne
- Agitateur (impression 3D)
- Plaquette peuplier 6mm

## Mise en situation

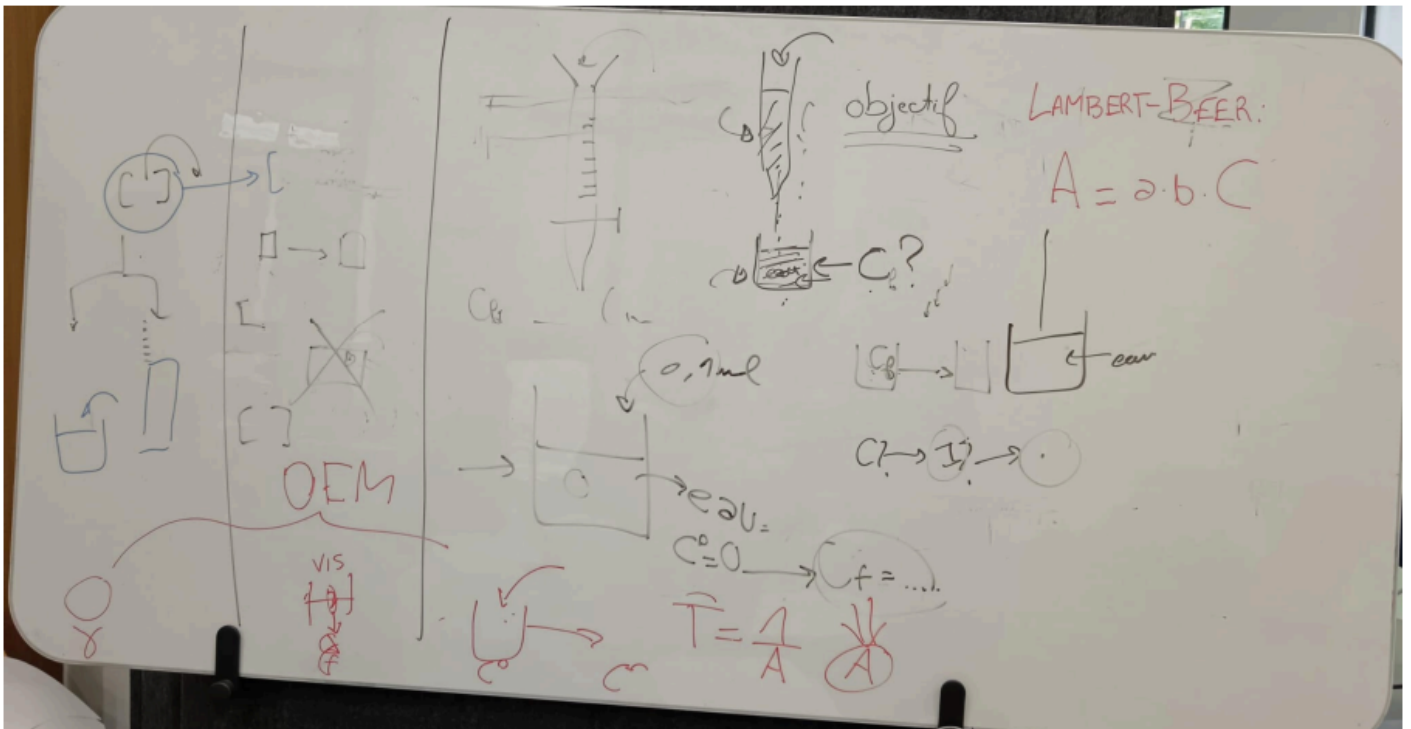
Tout d'abord, pour mettre en contexte le projet on est

## Journal de bord

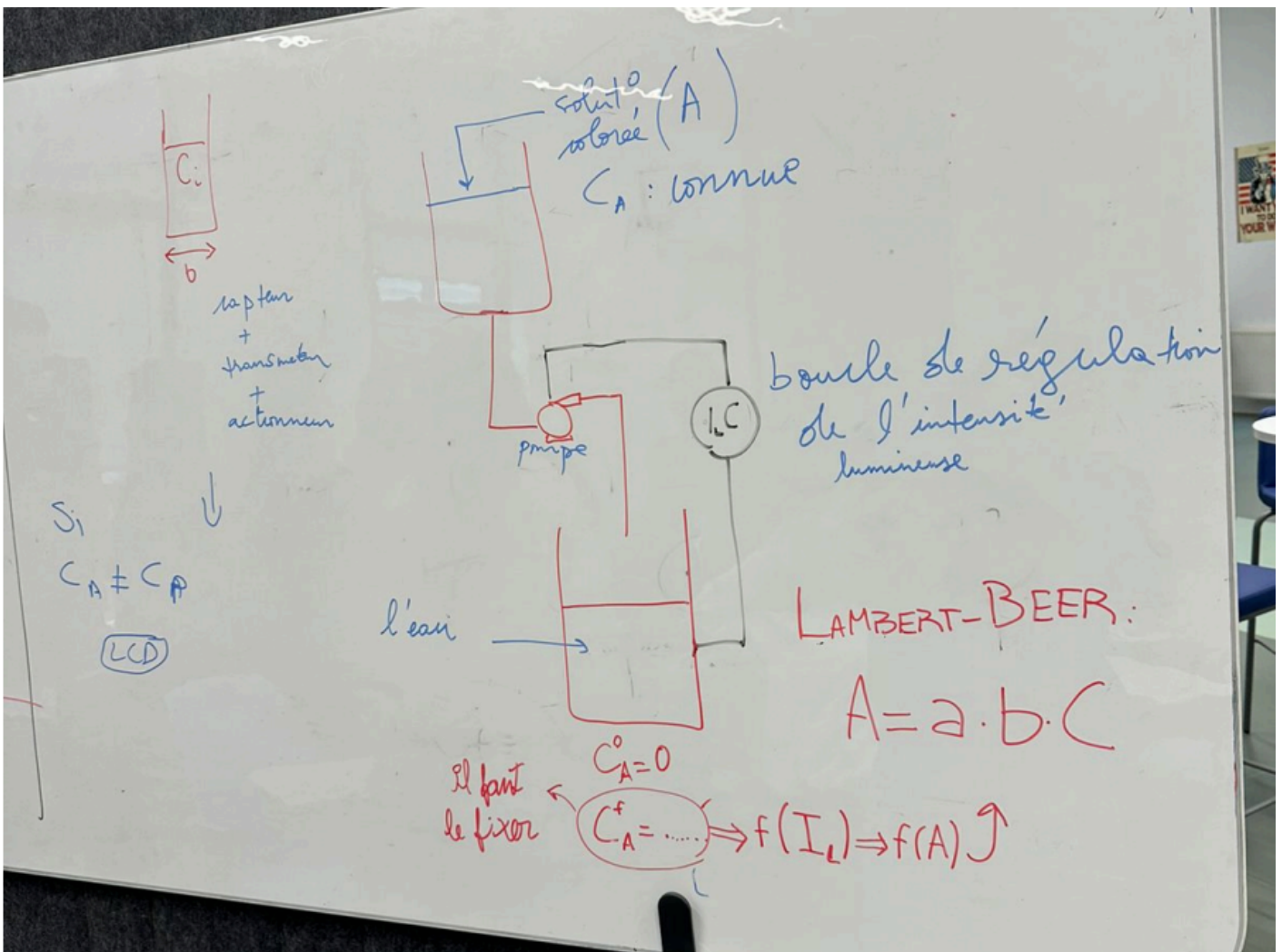
**Lundi 14/10/2024**

Suite à notre première réunion, nous avons examiné deux approches distinctes. La première consiste à détecter le point d'équivalence par un changement de couleur chimique, en utilisant un dosage colorimétrique (oxydoréduction ou acide-base). L'avantage principal de cette méthode réside dans sa simplicité et sa rapidité d'exécution. La seconde approche, quant à elle, repose sur une détection physique de la couleur. Elle implique l'ajout progressif d'une solution colorée dans un récipient initialement rempli d'eau pure. L'ajout se poursuit jusqu'à l'obtention de la concentration finale souhaitée, ce qui se traduit par une variation de l'intensité lumineuse. Ce paramètre sera mesuré avec précision à l'aide d'un capteur spécifique.

Après une discussion approfondie et une analyse comparative des deux méthodes, nous avons décidé d'opter la seconde approche qui est plus conforme aux instructions imposées dans le sujet. L'image suivante montre le schéma de discussion et brainstorming:



Ensuite nous avons fait le schéma de l'idée choisi:



Aujourd'hui, on avait discuté les possibilités de réalisation de manière pratique le projet en regardant les matériels disponibles et nécessaires, tout en envisageant les dimensions de chaque élément (soit le volume du récipient où on fera la mélange, soit le débit du pompage à ajouter, etc.).

En plus, on a discuté les expériences (de dilution) à faire pour prendre les valeurs fixes (consigne) de volume à ajouter de solution colorée, de concentration initiale ( $C_0$ ) et de concentration finale ( $C_f$ ).

✓ 1 récipient  $\rightarrow V = 200 \text{ ml} ?$   $\rightarrow$  bûle au fond

✓ 1 pompe  $\rightarrow$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{grand débit?} \\ \text{petit débit?} \end{array} \right. \rightarrow$  capteur de tourbillon de débit?

✓ 1 Capteur d'intensité optique  $\rightarrow$  photomètre?  
 $\rightarrow$  liée à ARDUINO  $\rightarrow$  au fréquence? au couleur?

✓ 1 agitateur  $\rightarrow$  externe ou connecté avec ARDUINO  $\downarrow$

✓ n. Réelle  $\left\{ \begin{array}{l} \text{capteur débit} \\ \text{fréquence} \end{array} \right.$  module de reconnaissance de couleur  $\downarrow$

✓ Boite à pile lié directement à ARDUINO  $\downarrow$

✓ Compteur de débit Arduino on m'aura par l'avis d'un Réel

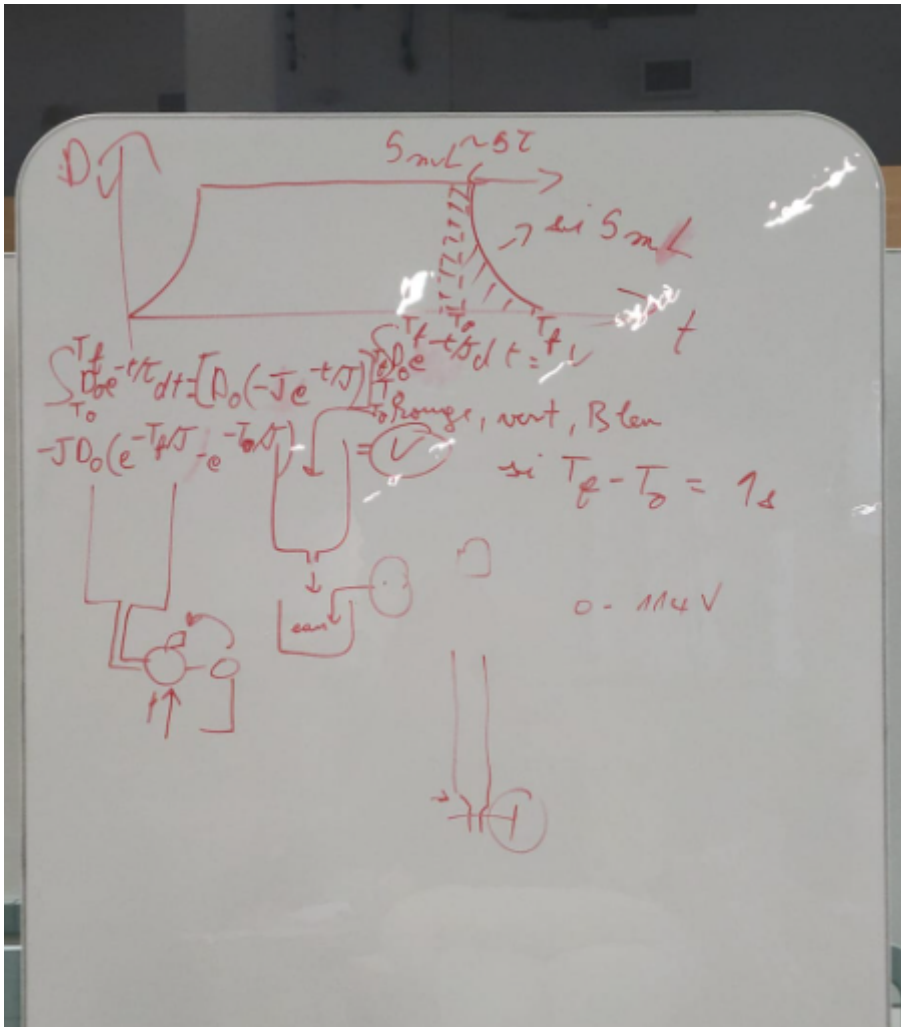
✓ 1 Valve  $\rightarrow$  Water Valve

+33 06 48 86 13 56 (VIRGILE FARLAB)

✓ Ultrason pour mesurer le niveau?

$\rightarrow$  marge d'erreur

% fiabilité  $\Rightarrow$  inutile de mettre pompe



**Lundi 18/11/2024**

1) Experimental design pour trouver la concentration de la solution colorée :  $C_m$

Pour cela, on aura besoin d'une balance analytique et de plusieurs recipients. L'idée est de trouver une concentration optimale de colorante qui permet d'avoir une solution colorée mais pas trop foncée ni pas trop transparente. On fera plusieurs dilutions dans un volume fixe d'eau en changeant que la masse de colorant ajoutée. La balance analytique permettra de mesurer la masse ajoutée (de l'eau et du colorant).

En sachant la masse de l'eau et de colorant ajoutée, on pourrait calculer la concentration (exprimée en pourcentage masique %wt) de chaque dilution préparée et à coeup d'oeil on definira avec quelle dilution on va travailler.

Le plan experimental sera montrée à continuation :

## 2) Experimental design pour trouver la volume de solution colorée à ajouter (V)

Pour cela il faudrait fixer la concentration finale qu'on veut. Après, en sachant déjà la concentration de la solution colorée on pourrait calculer le volume à ajouter pour arriver à la concentration finale souhaitée:

$$V_{sc} = V_{eau} * C_f / C_{sc}$$

$V_{sc}$  = volume solution colorée à ajouter

$C_{sc}$  = concentration solution colorée à ajouter (calculé précédemment)

$V_{eau}$  = volume d'eau initial dans le récipient

$C_f$  = concentration final souhaité dans le récipient

## 3) Experimental design pour l'etalonnage de la pompe :

L'étalonnage d'une pompe dans un projet de régulation consiste à mesurer et ajuster ses performances afin de garantir qu'elle fonctionne selon des spécifications précises. Voici les étapes principales :

### 1. Préparer le matériel

Une pompe à étalonner : Assurez-vous qu'elle est propre et en bon état.

Un instrument de mesure fiable : Débitmètre, manomètre, capteurs de pression, etc.

Une source d'alimentation stable pour la pompe.

Des solutions de référence ou liquides adaptés (eau, huile, etc.).

Un régulateur ou contrôleur pour simuler les conditions du système.

### 2. Définir les paramètres d'étalonnage

Débit nominal : Mesurer les valeurs de débit pour plusieurs points de consigne.

Pression de sortie : Vérifier si la pression est conforme à la courbe prévue.

Vitesse de rotation : Confirmer que la vitesse de l'arbre est correcte.

Température : Contrôler les variations pour garantir que la pompe fonctionne bien dans les plages de température requises.

### 3. Configurer le banc d'essai

Connecter la pompe : Installez-la dans un circuit hydraulique fermé ou ouvert selon votre système.

Installer les capteurs : Positionnez le débitmètre, le manomètre ou tout autre capteur à des endroits stratégiques (entrée et sortie de la pompe).

Éliminer l'air : Purgez le système pour éviter les erreurs dues à la cavitation ou à l'air emprisonné.

### 4. Effectuer des tests progressifs

Démarrer la pompe : Commencez à faible débit ou faible vitesse.

Régler les consignes : Modifiez progressivement les paramètres (débit, pression, vitesse) à l'aide du contrôleur.

Mesurer les performances :

Notez le débit, la pression et la puissance consommée pour chaque réglage.

Comparez les valeurs mesurées avec les spécifications ou la courbe caractéristique fournie par le fabricant.

#### 5. Ajuster les paramètres

Si les valeurs mesurées diffèrent des valeurs théoriques, ajustez :

Les réglages du variateur de vitesse.

Les vannes pour équilibrer le débit ou la pression.

La calibration des capteurs utilisés pour la régulation.

#### 6. Établir la courbe de calibration

Tracez une courbe débit/pression/vitesse (ou tout autre paramètre pertinent).

Identifiez les points où la pompe fonctionne de manière optimale.

#### 7. Documenter l'étalonnage

Rédigez un rapport incluant les valeurs mesurées, les écarts constatés et les ajustements réalisés.

Indiquez la méthode utilisée, les conditions de test (température, fluide, etc.) et les références des instruments.

#### 8. Intégrer à la boucle de régulation

Reliez la pompe à la boucle de régulation (PID, automate, etc.).

Testez les réponses de la pompe aux variations de consigne (stabilité, rapidité, précision).

Vérifiez que la régulation est stable et optimisée pour les conditions opérationnelles.

Ces étapes garantissent que la pompe fonctionne de manière optimale et contribue à une régulation efficace dans le système global.

Faire une courbe débit en fonction du volume consiste à relier le débit (souvent en L/s ou m<sup>3</sup>/h) à la quantité de fluide déplacée par la pompe (en litres ou m<sup>3</sup>). Cette courbe est utilisée pour analyser les performances de la pompe et sa régularité sur une période donnée. Voici comment cela se fait et son lien avec l'étalonnage :

#### 1. Relation entre débit et volume

Débit volumique (

Q

Q) est défini par :

Q

=

V

t

Q=

t

V

où :

Q

Q = débit (volume par unité de temps, par ex. L/s),

V

V = volume déplacé (L ou m<sup>3</sup>),

t

t = temps (s).

Ainsi, si on mesure le volume pompé et le temps associé, on peut calculer le débit.

## 2. Lien avec l'étalonnage

Dans l'étalonnage, on cherche à vérifier ou ajuster le débit réel de la pompe en fonction des conditions.

La courbe débit-volume permet d'observer si la pompe fournit un débit constant pour un certain volume pompé et de détecter des anomalies comme des variations non linéaires.

## 3. Procédure pour tracer la courbe

### a) Matériel nécessaire

Un récipient gradué ou un système de mesure volumétrique (ex. une cuve avec échelle).

Un chronomètre pour mesurer le temps.

Une pompe fonctionnelle et connectée à une source d'alimentation stable.

### b) Étapes

Configurer la pompe :

Connectez la pompe au circuit hydraulique.

Placez un récipient ou un compteur volumétrique à la sortie.

Mesurer le volume déplacé :

Lancez la pompe et laissez-la déplacer une certaine quantité de fluide.

Notez le volume total (

V

V) pompé à intervalles de temps réguliers (

t

t).

Calculer le débit :

Pour chaque mesure, calculez le débit moyen :

Q

=

V

t

Q=

t

V

Tracer la courbe :

Sur un graphique :

En ordonnée (y), placez le débit (Q).

En abscisse (x), placez le volume (V).

Reliez les points pour obtenir la courbe.

#### 4. Exploitation de la courbe

Idéalement, la courbe débit-volume est une ligne horizontale, indiquant un débit constant quelle que soit la quantité pompée.

Si la courbe n'est pas linéaire, cela peut révéler :

Un problème d'étanchéité ou de cavitation.

Une variation dans les conditions d'aspiration ou de refoulement.

Une usure des composants de la pompe.

#### 5. Exemple chiffré

On mesure un volume de

10

L

10L déplacé en

20

s

20s.

Q

=

10

20

=

0

,

5

L/s

Q=

20

10

=0,5L/s

Répétez pour d'autres volumes (15 L, 20 L, etc.), puis tracez les points pour obtenir la courbe.

En résumé, cette courbe permet de vérifier si la pompe maintient un débit stable pour différents volumes pompés, ce qui est essentiel dans un projet de régulation pour garantir des performances fiables.

#### 4) Code arduino pour réaliser le pompage de la solution colorée dans le récipient en utilisant le capteur de couleur

---

Revision #2

Created 4 November 2024 14:12:46 by Ceccarossi Giuliano Rey

Updated 18 November 2024 17:17:24 by Ceccarossi Giuliano Rey