

Réalisation d'une burette automatique (Groupe H)

Réalisation d'une burette automatique par mesure d'intensité optique:

Dans le cadre du module "*Optimisation et contrôle des procédés*", notre projet, intitulé "*Réalisation d'une burette automatique*", vise à concevoir un dispositif innovant pour automatiser les opérations de titrage en laboratoire. Ce projet s'inscrit dans une démarche visant à optimiser la précision, l'efficacité et la reproductibilité des expériences chimiques.

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 les différents codes 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.

Matériels nécessaires:

-
- Carte Arduino
 - Photorésistance

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

Mise en situation

Le titrage est une technique couramment utilisée en laboratoire pour déterminer la concentration d'une solution chimique. Toutefois, les titrages manuels présentent des limites en termes de précision et de reproductibilité, en raison des erreurs humaines et des variations dans la manipulation. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet visant à concevoir une burette automatique capable de réguler avec précision l'ajout d'un réactif, jusqu'à l'obtention d'une couleur cible dans le récipient de titrage.

Pour assurer ceci, nous avons choisi de baser notre système sur une approche innovante utilisant une carte Arduino comme unité de contrôle et d'intégrer un capteur d'intensité optique qui permet de détecter précisément le changement de couleur, tandis qu'un servomoteur qui agit en tant qu'actionneur pour ouvrir et fermer une électrovanne, régulant ainsi l'écoulement du réactif. Ensuite le dispositif sera complété par un ensemble d'éléments mécaniques et électroniques à savoir : une breadboard pour les connexions, des tuyaux pour le transfert des liquides, et un agitateur imprimé en 3D pour homogénéiser la solution.

Ce système vise à offrir une solution automatisée, économique et efficace, adaptée aux besoins des laboratoires pédagogiques ou de recherche.

Journal de bord

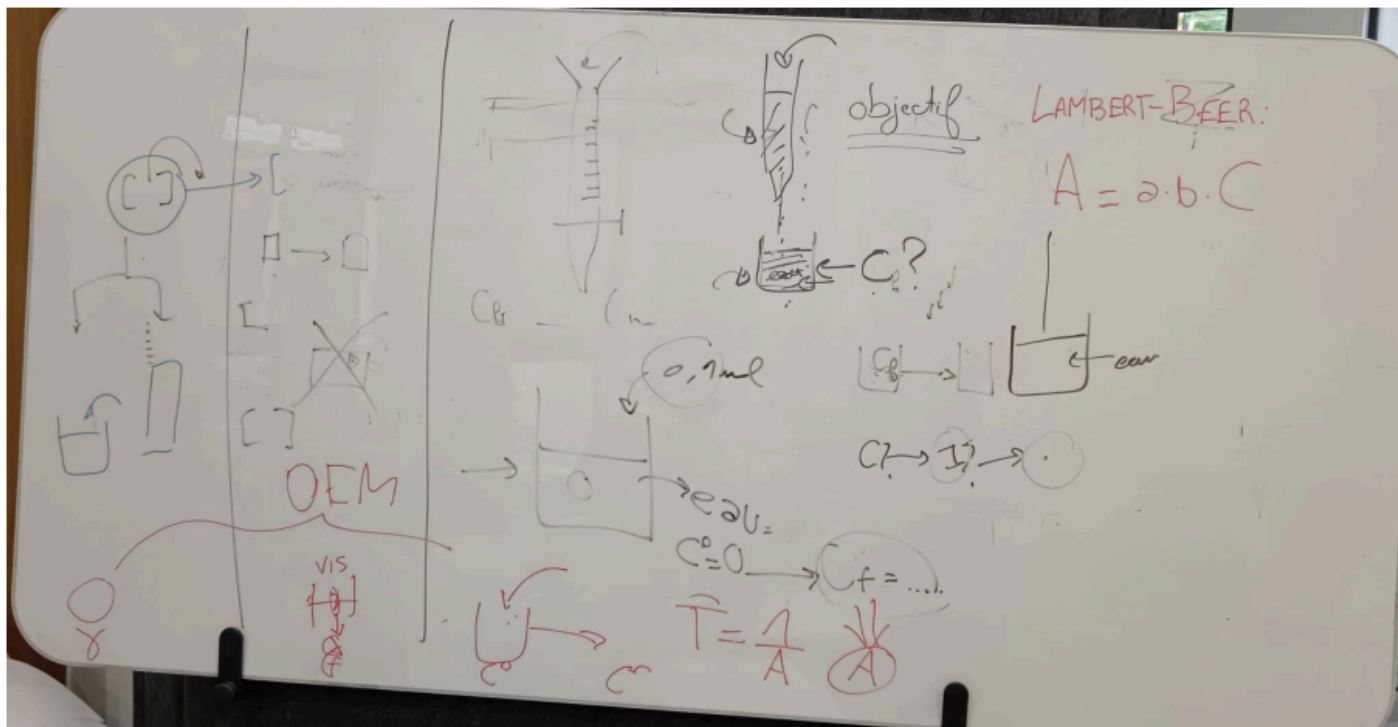
Lundi 14/10/2024 :

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

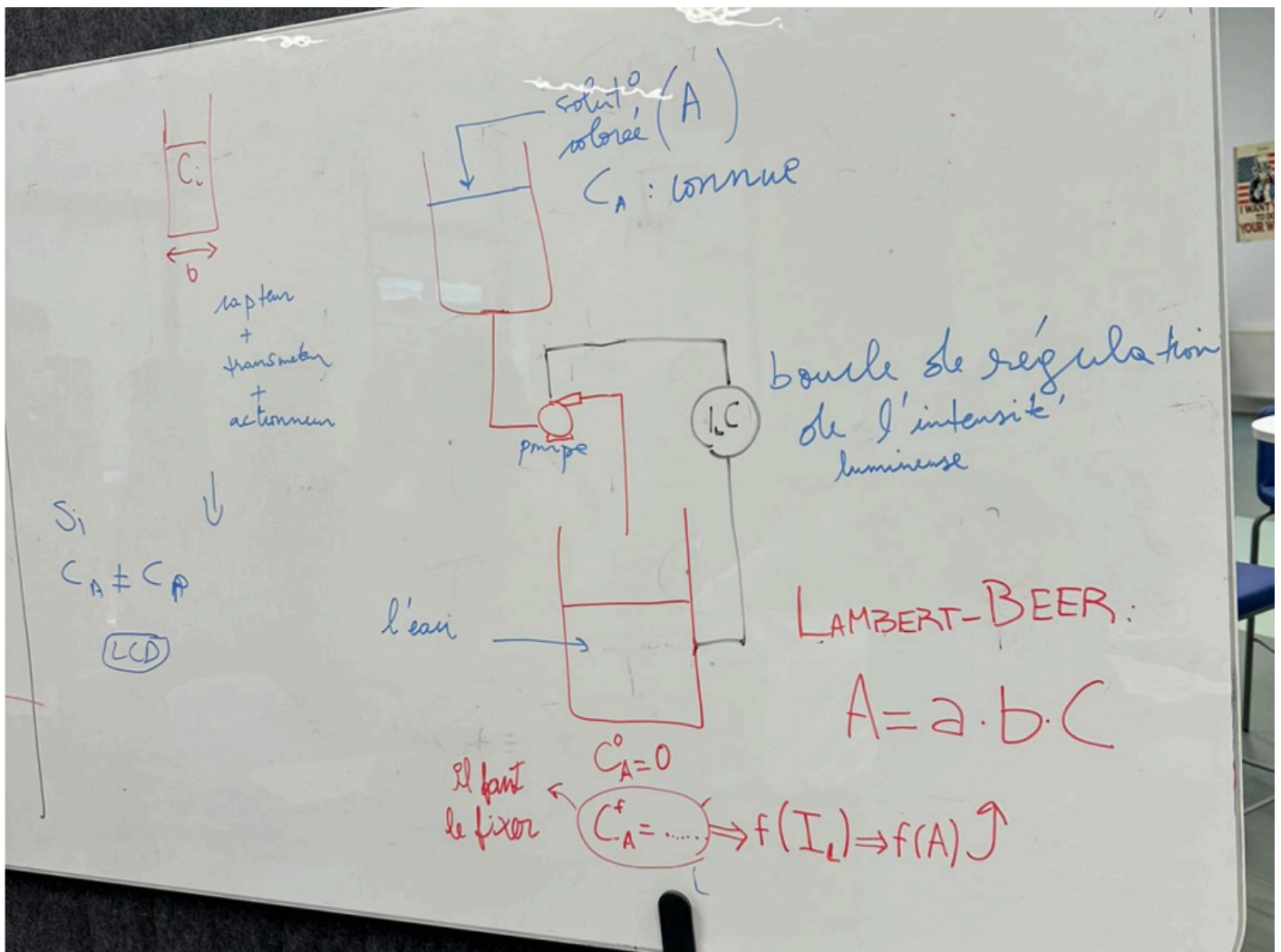
traduit par une variation de l'intensité lumineuse. Ce paramètre sera mesuré avec précision à l'aide d'un capteur spécifique.

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 un schéma qui résumé l'idée que nous avons choisie :



Lundi 04/11/2024 :

Aujourd'hui, nous avons discuté des approches pratiques pour la réalisation du projet en examinant les matériels disponibles et nécessaires. Nous avons également pris en compte les dimensions spécifiques de chaque élément, comme le volume du récipient destiné au mélange ou le débit du système de pompage à intégrer.

Par ailleurs, nous avons abordé les expériences de dilution à réaliser afin de déterminer des valeurs fixes (consignes), notamment le volume de solution colorée à ajouter, ainsi que les concentrations initiale (C_0) et finale (C_f).

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

✓ 1 pompe \rightarrow } gros débit? \rightarrow capteur de tourbillon
 } petit débit? de débit?

✓ 1 Capteur d'intensité optique \rightarrow photomètre?

\rightarrow liée à ARDUINO \rightarrow sur fréquence? ou sur couleur?

✓ 1 agitateur \rightarrow externe ou connecté avec ARDUINO \Downarrow

✓ n. Réelle { capteur débit
 { " fréquence

module de
reconnaissance
de couleur
 \Downarrow

lié directement
à ARDUINO

\rightarrow
on n'a pas
besoin d'un Réel

✓ Boite à pile

✓ Compteur de débit Arduino

\rightarrow + alimentation / réelle

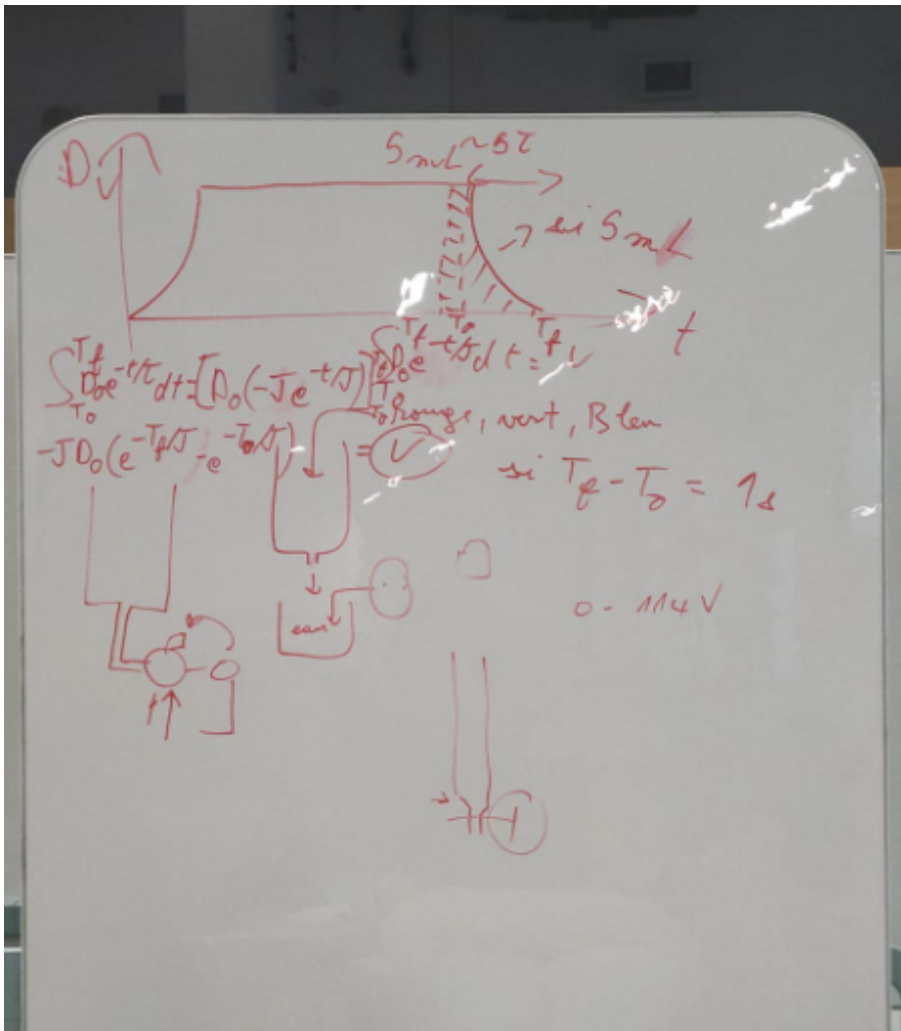
✓ 1 Valve \Rightarrow Water Valve

433 06 48 86 13 56 (VIRGILE FARLAB)

✓ ~~Ultrason pour mesurer le niveau?~~

\rightarrow marge d'erreur

% fiabilité \Rightarrow inutile de notre pompe



Lundi 18/11/2024 :

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

Pour cela, nous aurons besoin d'une balance analytique et de plusieurs récipients. L'objectif est de déterminer une concentration optimale de colorant qui permette d'obtenir une solution colorée, ni trop foncée ni trop claire. Nous réaliserons plusieurs dilutions en maintenant un volume fixe d'eau, en variant uniquement la masse de colorant ajoutée. La balance analytique sera utilisée pour mesurer avec précision les masses d'eau et de colorant.

En connaissant la masse d'eau et de colorant ajoutée, nous pourrions calculer la concentration de chaque dilution préparée, exprimée en pourcentage massique (%wt). Ensuite, à l'œil nu, nous déterminerons quelle dilution sera la plus adaptée pour notre travail.

Le plan expérimental sera montrée à continuation :

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

Pour ce faire, il sera nécessaire de définir au préalable la concentration finale souhaitée. Ensuite, en connaissant la concentration de la solution colorée initiale, nous pourrions calculer le volume à ajouter pour atteindre la concentration finale visée à l'aide de la règle de dilution :

$$V_{sc} \cdot C_{sc} = V_{eau} \cdot C_f$$

$$V_{sc} = V_{eau} \cdot C_f / V_{sc}$$

avec :

- 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) Expérimental design pour l'étalonnage 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 m³/h) à la quantité de fluide déplacée par la pompe (en litres ou m³). 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 m³),

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 #3

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

Updated 20 December 2024 17:24:11 by Ait Mbarek Amani