

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la**  
**Recherche Scientifique**



**Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued**

**FACULTE DE TECHNOLOGIE**

**DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE**



**Mémoire de fin d'étude**

Présenté pour l'obtention du diplôme de

**MASTER ACADEMIQUE**

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Electromécanique

**Thème**

**Conception d'un système de mesure de débit et de  
volume**

Devant le jury composé de

: Présenté par :

MAHMOUDI  
ABDELKADER

Président

LARGOT SOULEF

Examineur

MESSAOUD ZBEDI

Examineur

Dr :MOHREM ABDELKRIM

Encadrant

- SAUDI ILYAS

- MESAI AHMED ABDELATIF

- GHERBI MOUAD

-MEBARKI ABDELHALIM

2022/2021

## Remerciements

*Nous remercions avant tous ALLAH pour son aide, qui nous a guidé sur la bonne voie ses innombrables dons, ALLAH qui nous donne la santé, la volonté la patience, le courage et la force pour accomplir nos études.*

*Nous tenons à exprimer toute nos gratitude à **Dr : Mohrem Abdelkrim**, notre encadreur qui a assuré la direction de ce travail.*

*Nous remercions **Dr. Labiod Chouaib** et **Bebboukha Ali** pour leurs efforts pour nous aider à bien faire ce travail*

*Nous avons profité d'un encadrement scientifique de qualité.*

*Nous le remercions pour ses conseils pertinents et éclairés, son aide était pour nous d'une importance capitale dans la réalisation de ce travail et pour ses conseils.*

*Nous remercions :*

- *Messieurs les membres de jury pour avoir accepté d'examiner notre travail.*
- *Pour tous les enseignants qui nous ont orientés le long des cinq années*
- *Pour tous les personnes administratives du département génie mécanique de l'université d'El-Oued.*
- *Pour toute la promotion électromécanique 2022.*

## Dédicace

"وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ ۖ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ"

الحمد لله علي فضله وكرمه ومنه لإتمام هذه المذكرة.

إلى من لا يمكن للكلمات أن توفي حقها

إلى من لا يمكن للأرقام أن تحصي فضائلها

إلى أمي العزيزة، على كل تضحياتها.

إلى والدي العزيز الذي دعمني دائماً وساعدني على مواجهة الصعوبات،

إلى جميع أخواني وإخوتي الأعزاء..

إلى عائلتي بأكملها

إلى جميع أصدقائي

أهدي عملي المتواضع لكم

غري معاذ

## Dédicace

الحمد لله علي فضله وكرمه

اهدي هذا العمل المتواضع

إلى والديا

والدي ، لدعمه المعنوي

أمي العزيزة على المودة والحب و الشجاعة والقوة في أصعب الأوقات

إلى أخواتي

إلى جميع أصدقائي

أنا سعيد جدا بهذه السنوات التي قضيتها معكم

وكذلك التي لا تزال قادمة

مباركي عبد الحليم

## Dédicace

وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ ۖ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ

نحمد الله ونشكره شكرا وحمدا كثيرا على نعمه الكثيرة التي لا تعد و لا تحصى وصلاة وسلام على أشرف خلق الله **محمد** بن عبدالله صلى الله عليه وسلم .أهدي ثمرة هذا الجهد المتواضع:  
إلى الذي وهبني كلما يملك حتى أحقق له آماله، إلى من كان يدفعني قدما نحو الأمام لنيل المبتغى، إلى الإنسان الذي إمتلك الإنسانية بكل قوة، إلى الذي سهر على تعليمي بتضحيات إلى مدرستي الأولى في الحياة،

**أبي الغالي** على قلبي

إلى من حملتني وهنا على وهن إلى من جعل الله الجنة تحت قدميها إلى ريحانة حياتي التي غمرتني بعطفها وحنانها إلى من أنارت درب حياتي إلى من تنبت أزكى الأزهار إلى من يسعد قلبي بلقياها...  
"**والدتي العزيزة**". أطال الله في عمرها.

إلى من شاركوني رحم أمي إلى ينابيع الإخلاص والوفاء إلى القلوب الطاهرة الرفيقة والنفوس البريئة إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي...

**أخواتي إخوتي**

إلى كل الأهل والأقارب، إلى كل الأصدقاء والأحباب من دون استثناء  
وأخيرا أعتذر ممن لم أذكرهم بقلمي وسقطوا سهوا من ذاكرتي

مسعي محمد عبد اللطيف

## **Dédicace**

*Je dédie ce travail :*

*À mes chers parents, que Dieu les bénisse et les sauve de tout mal*

*À mes frères et sœurs*

*À toute ma famille, et en particulier à ma tante et à ma grand-mère, la*

*miséricorde de Dieu.*

*À tous mes amis qui m'aiment et m'apprécient*

*À tous mes professeurs.*

Saoudi ilyas

## الملخص

تعتمد الاقتصادات الحديثة في البلدان بشكل أساسي على سائل الطاقة، والتي تتطلب التحكم في كميات أو أحجام السوائل المشاركة في عملية التصنيع أو المعاملات التجارية وقياسها لإدارة كفاءة وحجم مدخلات السوائل وإنتاجها بذكاء. إن نقل السوائل الصناعية في الأنابيب وقياس معدلات تدفقها ضروريان لمعظم عمليات الإنتاج والتسويق. باستخدام مستشعر التدفق مع متحكم دقيق مثل Arduino ، يمكننا حساب معدل التدفق، والتحقق من حجم السائل الذي مر عبر أنبوب، والتحكم فيه كما هو مطلوب، سيكون مستشعر تدفق المياه إضافة جيدة لمشاريع مثل Automatic water disperser وأنظمة الري الذكية حيث نحتاج إلى مراقبة تدفق السوائل والتحكم فيها. في هذا المشروع، قمنا ببناء نظام لقياس الحجم ونسبة تدفق المياه باستخدام Arduino وبرمجته لعرض حجم الماء، الذي يمر عبر صمام. تم استعمال YF-S201 حيث تُظهر الدراسة التي أجريناها أدواتنا الإلكترونية للمختبر النموذجي الذي قمنا به عملياً. الهدف الأولي من هذا المشروع هو إتقان لغة برمجة الأردوينو تم إدراك واختبار مستشعر التدفق مع عرض على شاشة LCD، يتم التحكم في الجهاز المقترح بواسطة لوحة Arduino Uno .

الكلمات المفتاحية: قياس التدفق. قياس الحجم . مستشعر التدفق

## Résumé:

Les économies modernes des pays dépendent principalement des liquides énergétiques, qui nécessitent un contrôle intelligent ou des volumes de liquides impliqués dans la fabrication ou les transactions commerciales. Le transport des fluides industriels dans les tuyaux et la mesure de leur débit sont essentiels pour la plupart des processus de production et de commercialisation. Utilisation d'un capteur de débit avec un contrôleur précis comme Arduino Nous pouvons calculer le débit, vérifier le volume de liquide qui a traversé le tube et le contrôler au besoin, le capteur de débit d'eau sera un bon ajout à des projets tels que le disperser d'eau automatique et les systèmes d'irrigation intelligents où nous devons surveiller et contrôler le débit du fluide. Dans ce projet, nous avons construit un système pour mesurer la taille et le pourcentage du débit d'eau à l'aide d'Arduino. et l'a programmé pour afficher le volume d'eau qui passe à travers la vanne. YF-S201 a été utilisé. Notre étude montre nos outils électroniques pour le laboratoire modèle que nous avons fait dans la pratique. L'objectif initial de ce projet est de maîtriser le langage de programmation arduino, et le capteur de débit a été reconnu et testé avec un affichage sur l'écran LCD. L'appareil proposé est contrôlé par le panneau arduino Uno.

**Mots clé: mesure de debit . mesure de volume . les capteurs de debit**

**Abstract :**

The modern economies of countries depend mainly on energy liquids, which require intelligent control or volumes of liquids involved in manufacturing or business transactions. Transporting industrial fluids through pipes and measuring their flow is essential for most production and marketing processes. Using a flow sensor with an accurate controller like Arduino We can calculate the flow, check the volume of liquid that has passed through the tube and control it as needed, the water flow sensor will be a good addition to projects such as the automatic water disperser and intelligent irrigation systems where we need to monitor and control the fluid flow. In this project, we built a system to measure the size and percentage of water flow using Arduino. and programmed it to display the volume of water passing through the valve. YF-S201 was used. Our study shows our electronic tools for the model laboratory that we have done in practice. The initial goal of this project is to master the arduino programming language, and the flow sensor has been recognized and tested with a display on the LCD screen. The proposed device is controlled by the arduino Uno panel.

**Keywords: flow measurement. volume measurement. flow sensors**

# Sommaire

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| LISTE DES FIGURES.....                                                   | I   |
| LISTE DES SYMBOLES .....                                                 | III |
| INTRODUCTION GENERALE.....                                               | 1   |
| CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA MESURE DE DEBIT ET LES CAPTURES DE DEBIT |     |
| I.1. INTRODUCTION .....                                                  | 3   |
| I.2. DEFINITION D'UN CAPTEUR : .....                                     | 3   |
| I.3. CONSTITUTION D'UN CAPTEUR : .....                                   | 4   |
| I.4. PRESENTATION DES CAPTEURS DE DEBIT : .....                          | 4   |
| I.4.1. Définition du débit : .....                                       | 4   |
| I.4.2. Propriétés générale du débit : .....                              | 5   |
| I.4.3. Mesure des débits volumiques de fluides : .....                   | 5   |
| I.4.3.1 par mesure de la vitesse du fluide : .....                       | 5   |
| I.4.3.1.1 capteur de débit électromagnétique : .....                     | 5   |
| I.4.3.1.2 capteur de débit à ultrasons: .....                            | 6   |
| I.4.3.1.3 capteur de débit à effet Doppler : .....                       | 6   |
| I.4.3.1.4 capteur de débit à turbine : .....                             | 6   |
| I.4.3.2 capteur de débit à effet vortex : .....                          | 7   |
| I.4.3.3 par mesure de pression différentielle : .....                    | 7   |
| I.4.3.3.1 capteur de débit à diaphragme : .....                          | 7   |
| I.4.3.3.2 tube de Venturi : .....                                        | 8   |
| I.4.3.3.3 capteur de débit à tuyère : .....                              | 9   |
| I.4.4. par débitmètre à section variable: RotaMètre : .....              | 9   |
| I.4.5. par mesure de pression dynamique : .....                          | 10  |
| I.4.5.1 tube de PITOT : .....                                            | 10  |
| I.4.5.2 capteur de débit à cibles : .....                                | 10  |
| I.4.5.3 par compteurs volumétriques : .....                              | 10  |
| I.5. MESURE DES DEBITS MASSIQUES DES FLUIDES : .....                     | 12  |
| I.5.1. appareils à effet Coriolis : .....                                | 12  |
| I.5.2. Appareils à effet thermique : .....                               | 12  |
| I.6. CONCLUSION. ....                                                    | 13  |
| CHAPITRE II : EMPLOI DU MICROCONTROLEUR POUR LA MESURE DU DEBIT          |     |
| II.1. INTRODUCTION : .....                                               | 14  |
| II.2. COMPOSANTES REQUISES .....                                         | 15  |
| II.2.1. Capteur a turbine .....                                          | 15  |
| II.2.2. Tuyau : .....                                                    | 15  |
| II.2.3. Arduino uno : .....                                              | 16  |
| II.2.5. LCD .....                                                        | 17  |
| II.2.6. . transistor : .....                                             | 18  |

# sommaire

---

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| II.3. CIRCUIT DIAGRAM : .....                                | 19 |
| II.4. . CODE DU CAPTEUR DE DEBIT D'EAU ARDUINO .....         | 21 |
| II.5. FONCTIONNEMENT DU CAPTEUR DE DEBIT D'EAU ARDUINO ..... | 24 |
| II.6. .CONCLUSION : .....                                    | 25 |
| CHAPITRE III: REALISATION D'UN VOLUCOMPTEUR                  |    |
| III.1. INTRODUCTION : .....                                  | 26 |
| III.2. RESUME DU PROJET : .....                              | 27 |
| III.3. PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT : .....                    | 27 |
| III.4. DESCRIPTION DU PROJET : .....                         | 28 |
| III.5. ÉLÉMENTS UTILISES DANS LE PROJET : .....              | 28 |
| III.5.1. ARDUINO UNO R3: .....                               | 28 |
| III.5.2. Pompe à eau : .....                                 | 30 |
| III.5.3. alimentation : .....                                | 30 |
| III.6. LES DIFFERENTES ETAPES DE LA REALISATION : .....      | 31 |
| III.7. PROBLEMES RENCONTRES : .....                          | 37 |
| III.8. PERSPECTIVES DU PROJET : .....                        | 37 |
| III.9. CONCLUSION : .....                                    | 38 |
| CONCLUSION GENERALE .....                                    | 36 |
| BIBLIOGRAPHIE .....                                          | 37 |
| ANNEXE .....                                                 | 38 |

# Liste des Figures

## Liste des Figure

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure I- 1:principe d'un capteur .....                                 | 3  |
| Figure I- 2: Eléments de base d'un capteur . [2].....                   | 4  |
| Figure I- 3: Débit de fluide dans une conduite [4] .....                | 4  |
| Figure I- 4:principe d'un capteur de débit électromagnétique. [4] ..... | 6  |
| Figure I- 5 :principe d'un capteur de débit à ultrasons .....           | 6  |
| Figure I- 6:principe d'un capteur de débit à turbine. [7].....          | 7  |
| Figure I- 7:principe d'un capteur de débit à effet vortex. [8] .....    | 7  |
| Figure I- 8:principe d'un .capteur de débit à diaphragme. [6] .....     | 8  |
| Figure I- 9:principe d'un tube de Venturi. [9] .....                    | 8  |
| Figure I- 10:principe d'un capteur de débit à tuyère . [6] .....        | 9  |
| Figure I- 11: débitmètre à section variable: RotaMètre . [7].....       | 10 |
| Figure I- 12:principe d'un tube de PITOT . [6] .....                    | 11 |
| Figure I- 13:principe d'un capteur de débit à cibles . [6].....         | 11 |
| Figure I- 14 : principe d'un appareils à effet Coriolis . [8].....      | 12 |
| Figure I- 15: principe d'un appareils à effet thermique. [10] .....     | 12 |
|                                                                         |    |
| Figure II. 1 :Capteur a turbine .....                                   | 15 |
| Figure II. 2 :tuyau .....                                               | 16 |
| Figure II. 3: Description de la carte Arduino Uno. ....                 | 17 |
| Figure II. 5; Afficheurs LCD.....                                       | 18 |
| Figure II.6: transistor .....                                           | 19 |
| Figure II. 7: Circuit diagram .....                                     | 19 |
|                                                                         |    |
| Figure III. 1: capteur de débit.....                                    | 28 |
| Figure III. 2: ARDUINO UNO R3.....                                      | 29 |
| Figure III. 3: pompe a eau .....                                        | 30 |
| Figure III. 4: alimentation .....                                       | 30 |
| Figure III. 5: Processus de mesure de débit .....                       | 34 |
| Figure III. 6: électrovanne .....                                       | 37 |

# **Liste des Symboles**

### Liste des Symboles

| Symbole | Désignation                                |
|---------|--------------------------------------------|
| $\Re$   | Nombre de Reynolds                         |
| $V$     | Vitesse moyenne de débit en m/s            |
| $\nu$   | Viscosité cinématique du fluide en $m^2/s$ |
| $\mu$   | Viscosité dynamique du fluide en poise     |
| $Q_m$   | Débit massique de fluide (Kg/h)            |
| $Q_v$   | Débit volumique de fluide ( $m^3/h$ )      |
| $F$     | Force de Coriolis(N)                       |
| $V$     | vitesse moyenne sur la section S .         |
| $P$     | Masse volumique                            |
| $D$     | DIAMETRE D UN CONDUIT                      |
| $V$     | Vitesse moyenne dans une conduite          |
| $G$     | la force de poussée d'Archimède (gravity)  |

# **Introduction générale**

### Introduction générale

Les progrès récents de la mesure du débit ont donné lieu à des compteurs plus précis, plus durables et plus économiques. Il est de plus en plus important d'interfacer les compteurs avec un ordinateur pour l'affichage du débit instantané afin de contrôler à distance le débit ou de permettre le fonctionnement du procédé sans surveillance. Pour répondre à ces exigences, de nouveaux types de débitmètres sont introduits et des conceptions plus anciennes sont en cours d'amélioration et de mise à jour. corrosion et propreté. Les exigences du capteur lui-même sont tout aussi importantes : plage de vitesse, précision, la simplicité d'installation et les exigences de maintenance. Enfin, le coût peut être un facteur important dans la décision.

Les capteurs jouent un rôle crucial dans les systèmes automatiques d'aujourd'hui. Étant un petit appareil, peu coûteux et fiable, les capteurs sont faciles à intégrer avec des appareils électroniques plus grands. Aujourd'hui, nous pouvons trouver différents types de capteurs sur le marché. Avec les progrès de la technologie, les capteurs sont également évolués dans leur fonctionnement et leur taille. De la taille précoce de cm unités, la taille des capteurs a diminué à l'échelle de nm. Les capteurs ont également relevé de nombreux défis de l'ingénierie électronique et électrique, tels que trouver l'intensité de la lumière ambiante, déterminer la température dans le four, calculer l'humidité de l'environnement, etc.

Le capteur de débit d'eau offre une solution étonnante pour mesurer le débit des liquides .

# **Chapitre I : Généralités sur la mesure de débit et les captures de débit**

### I.1. Introduction

Un débitmètre est un appareil de mesure de débit utilisé pour déterminer la masse linéaire ou non linéaire et le débit volumétrique d'un liquide ou d'un gaz.

Des nombreux noms de débitmètres incluent débitmètre, indicateur de débit, compteur de liquide et capteur de débit. La façon dont ils sont nommés dépend de leur utilisation industrielle.

Leur but est d'améliorer la précision, l'exactitude et la résolution de la mesure des fluides. Ils constituent un excellent investissement pour améliorer l'efficacité, nécessitent un peu d'entretien, sont faciles à utiliser, polyvalents et durables. Les débitmètres peuvent mesurer le volume d'un matériau, sa vitesse ou sa masse.

À l'aide de divers calculs, ils signalent le débit massique, la pression absolue, la pression différentielle, la viscosité et la température

### I.2. Définition d'un capteur :

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, telle qu'une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité ou la déviation d'une aiguille. On fait souvent (à tort) la confusion entre capteur et transducteur : le capteur est au minimum constitué d'un transducteur.

Le capteur se distingue de l'instrument de mesure par le fait qu'il ne s'agit que d'une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. Par opposition, l'instrument de mesure est un appareil autonome se suffisant à lui-même, disposant d'un affichage ou d'un système de stockage des données. Le capteur, lui, en est dépourvu.

Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données.

Leur mise en oeuvre est du domaine de l'instrumentation. [1]

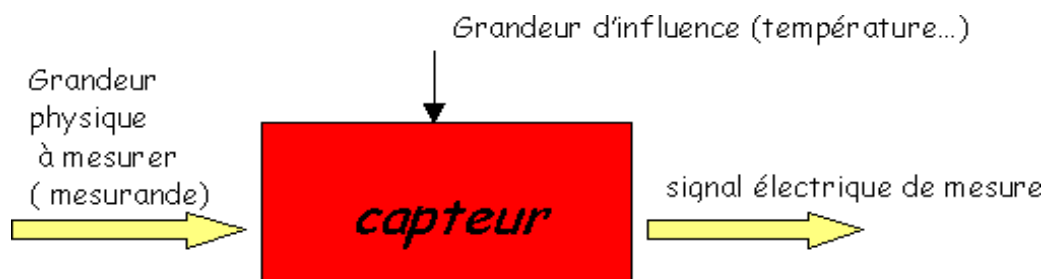


Figure I- 1: principe d'un capteur

### I.3. Constitution d'un capteur :

En réalité, Le capteur se compose de trois éléments essentiels (Fig. I.2):

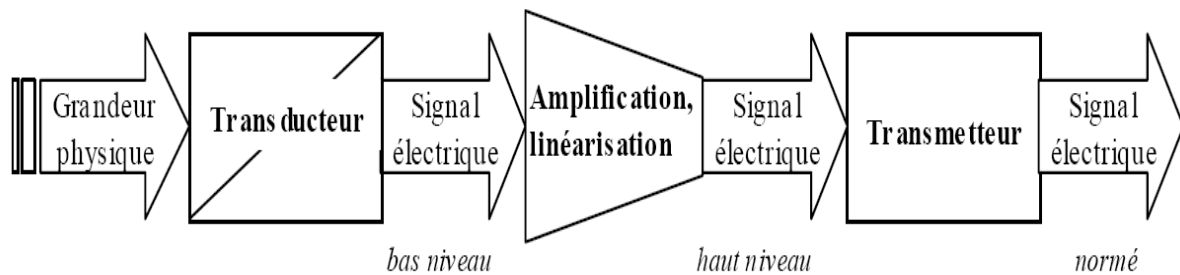


Figure I- 2: Eléments de base d'un capteur. [2]

### I.4. Présentation des Capteurs de débit :

#### I.4.1. Définition du débit :

Le débit d'un fluide est la quantité de matière qui traverse une section droite d'une canalisation pendant l'unité de temps. En pratique , on distingue:

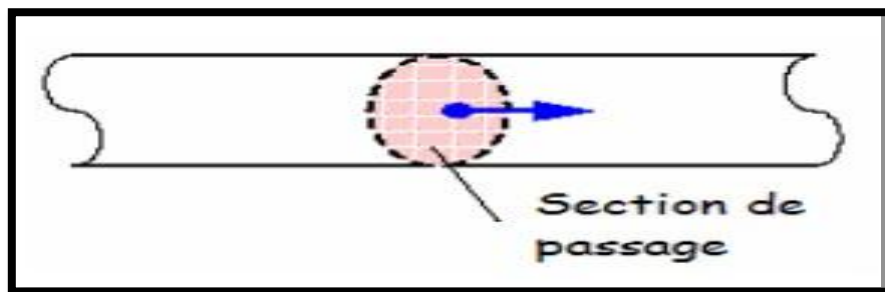


Figure I- 3: Débit de fluide dans une conduite [4]

Si on veut savoir la quantité de matière d'un fluide, alors on parlera de débit massique( $Q_m$ )qui s'exprime en kg/s ; Cependant si on veut savoir le volume de ce fluide, on parlera de débit volumique( $Q_v$ )qui s'exprime en  $m^3/s$ .

Si  $\rho$  est la masse volumique du fluide qui s'exprime en  $kg/m^3$ ,

Le débit volumique : défini par  $Q_v = v \cdot t$  avec  $v$  vitesse moyenne sur la section  $S$  .

Le débit massique :  $Q_m = m/t = \rho \cdot Q_v$ . [3]

### I.4.2. Propriétés générale du débit :

#### ✚ La viscosité:

Pour savoir si la viscosité dynamique est assez forte pour freiner les tourbillons, il faut la comparer à l'inertie de l'écoulement. La viscosité tend à faire disparaître les tourbillons, alors que l'inertie les propage.  $\nu = \mu / \rho$

#### ✚ Le nombre de Reynolds :

Pendant l'écoulement d'un fluide avec une vitesse moyenne  $v$  dans une conduite de diamètre  $D$ , cependant la masse volumique du fluide et l'énergie cinétique du fluide est en gros proportionnelle et par conséquent la viscosité est ce qui fait que le fluide a tendance de coller à la paroi de cette conduite. Les forces de viscosité sont d'autant plus importantes que la viscosité du liquide est élevée, que sa vitesse  $v$  est importante, et que le diamètre du tube est petit. Au final, l'énergie dissipée par les forces de viscosité est proportionnelle à la quantité. Pour calculer le ratio inertie / frottement dans le liquide, on fait le rapport des deux formules que nous venons d'en détailler, et on obtient cette quantité appelée le nombre de Reynolds de l'écoulement:

$$R = \rho \cdot v \cdot d / \mu$$

### I.4.3. Mesure des débits volumiques de fluides :

#### I.4.3.1. par mesure de la vitesse du fluide

##### A. capteur de débit électromagnétique :

Un débitmètre électromagnétique est un compteur volumétrique qui ne comporte pas de pièces mobiles et il est idéal pour les applications d'eaux usées ou de tout autre liquide souillé qui est conducteur ou à base d'eau. Le débitmètre électromagnétique ne fonctionne généralement pas avec les hydrocarbures, l'eau distillée et bon nombre de solutions non aqueuses. Le débitmètre électromagnétique convient également parfaitement pour les applications où une faible perte de pression et peu d'entretien sont nécessaires.

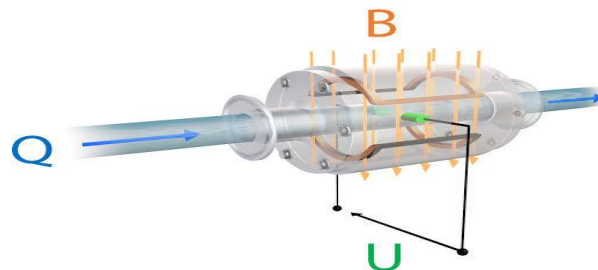


Figure I- 4: principe d'un capteur de débit électromagnétique [4]

**B. Capteur de débit à ultrasons :**

Un débitmètre à ultrasons peut être défini comme étant un débitmètre qui est utilisé pour mesurer la vitesse du liquide avec des ultrasons pour analyser le volume du débit du liquide. Un émetteur et un récepteur sont montés en opposition de manière à ce que les ondes acoustiques allant de l'un à l'autre soient à  $45^\circ$  par rapport au sens d'écoulement dans la conduite. La vitesse du son allant de l'émetteur au récepteur constitue la vitesse intrinsèque du son, plus un apport dû à la vitesse du fluide. La mesure du temps  $t$  mis par le signal pour parcourir la distance  $L$  permet de connaître la vitesse du fluide et d'en déduire le débit. La connaissance de la section permet d'avoir la mesure du débit. La mesure de débit par ultrasons fait appel à plusieurs techniques mettant en œuvre des sondes émettrices et réceptrices (les deux pouvant être confondues). [5]

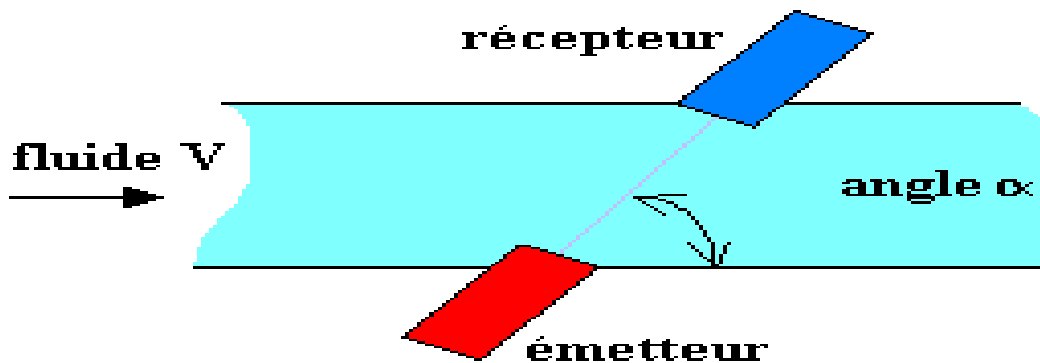


Figure I- 5 : principe d'un capteur de débit à ultrasons

**C. Capteur de débit à effet Doppler :**

Il utilise lui aussi deux éléments transducteurs, mais montés tous deux dans un même boîtier, d'un des deux cotés de la conduite. Une onde ultrasonore de fréquence constante est émise dans le fluide par l'élément émetteur, les solides ou bulles présents dans les fluides réfléchissent le son, le renvoyant à l'élément récepteur avec un glissement de fréquence. La variation de fréquence est proportionnelle à la vitesse moyenne du fluide. [6]

**D. capteur de débit à turbine :**

Ces débitmètres font partie des débitmètres industriels les plus précis et conviennent pour une utilisation continue en régime stable. Un débitmètre de turbine est un dispositif de détection de volume. Lorsque du liquide ou du gaz traverse le carter de la turbine, il L'écoulement du fluide provoque la rotation d'une turbine (rotor avec plusieurs ailettes, reposant sur des roulements) placée dans la chambre de mesure, la vitesse de rotation du rotor

est proportionnelle à celle du fluide, donc le débit volumique total. La vitesse de rotation est mesurée en comptant la fréquence de passage des ailettes détectées par un enroulement (un aimant permanent est parfois attaché à l'hélice).

Chaque impulsion représente un volume de liquide distinct.

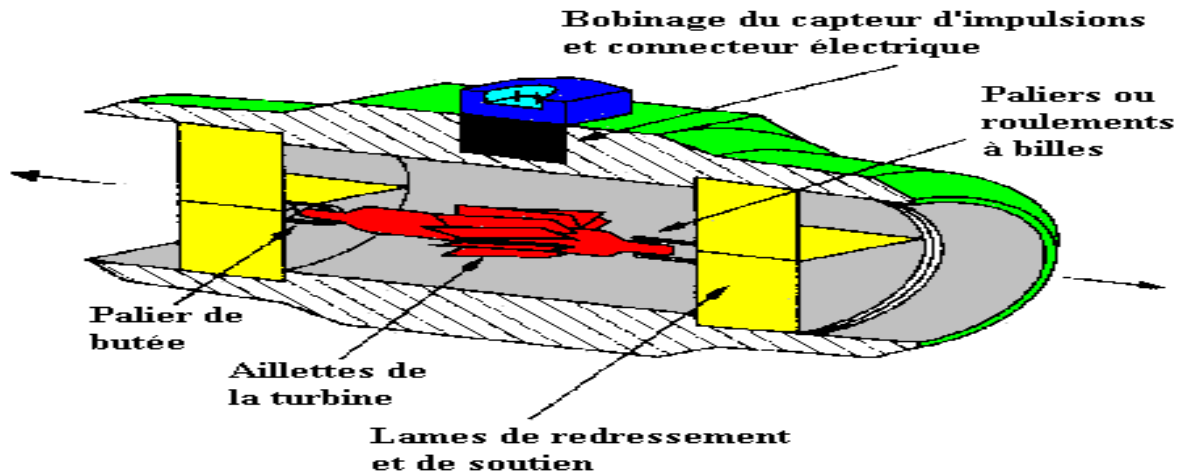


Figure I- 6: principe d'un capteur de débit à turbine [7]

#### I.4.3.2. Capteur de débit à effet vortex :

Un débitmètre à effet vortex est un type de débitmètre dont la mesure repose sur la formation de tourbillons alternés générant des coups de pression à l'intérieur de tuyauteries pleines, pour lire le débit, tant de liquides que de vapeurs et de gaz.

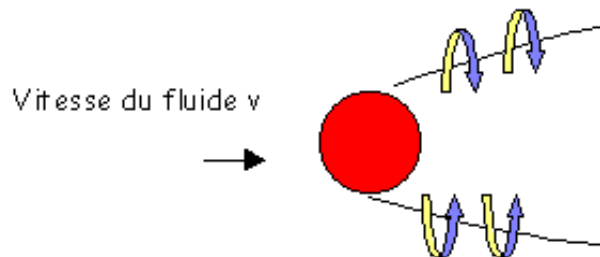


Figure I- 7: principe d'un capteur de débit à effet vortex. [8]

#### A. Capteur de débit à diaphragme

Il s'agit d'un disque percé en son centre, réalisé dans le matériau compatible avec le liquide utilisé. Le diaphragme est utilisé comme instrument de mesure de débit d'un fluide parcourant un circuit hydraulique.

Le diaphragme concentrique comprime l'écoulement du fluide, ce qui engendre une pression différentielle de part et d'autre de celui-ci. Il en résulte une haute pression en amont et une basse pression en aval, proportionnelle au carré de la vitesse d'écoulement.

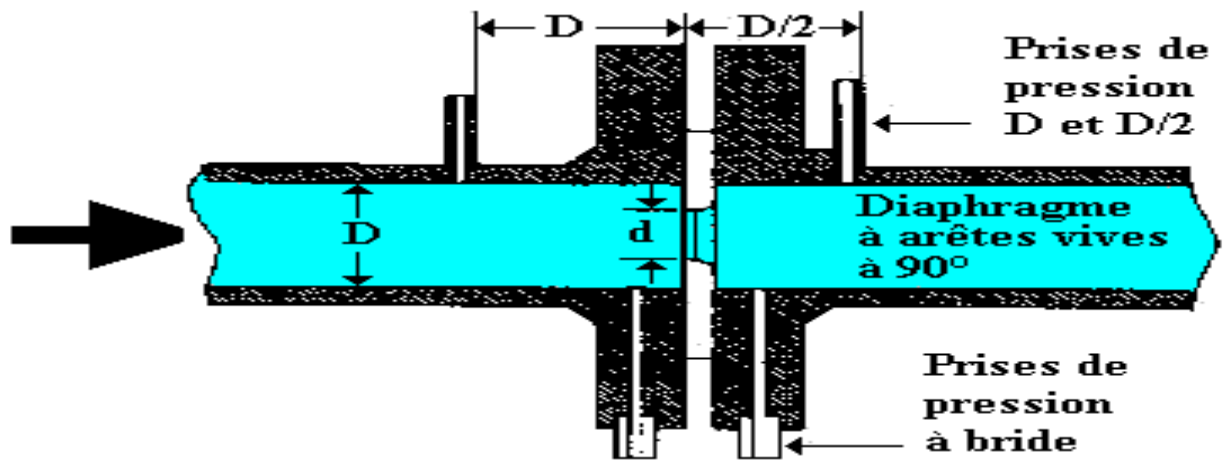


Figure I- 8: principe d'un capteur de débit à diaphragme. [6]

### B. tube de Venturi :

Le tube de venturi est un tube de section variable. Il permet de mesurer des débits et vitesse connaissant la pression dans les différentes sections. Il est constitué d'un tronc de cône convergent, d'un col cylindrique et d'un tronc de cône divergent. Le dispositif offre une bonne précision, mais reste coûteux et encombrant. Il dispose d'un bon comportement du point de vue perte de charge, usure et encrassement. Comme avec le diaphragme, les mesures de pression différentielle sont converties en débit volumique.

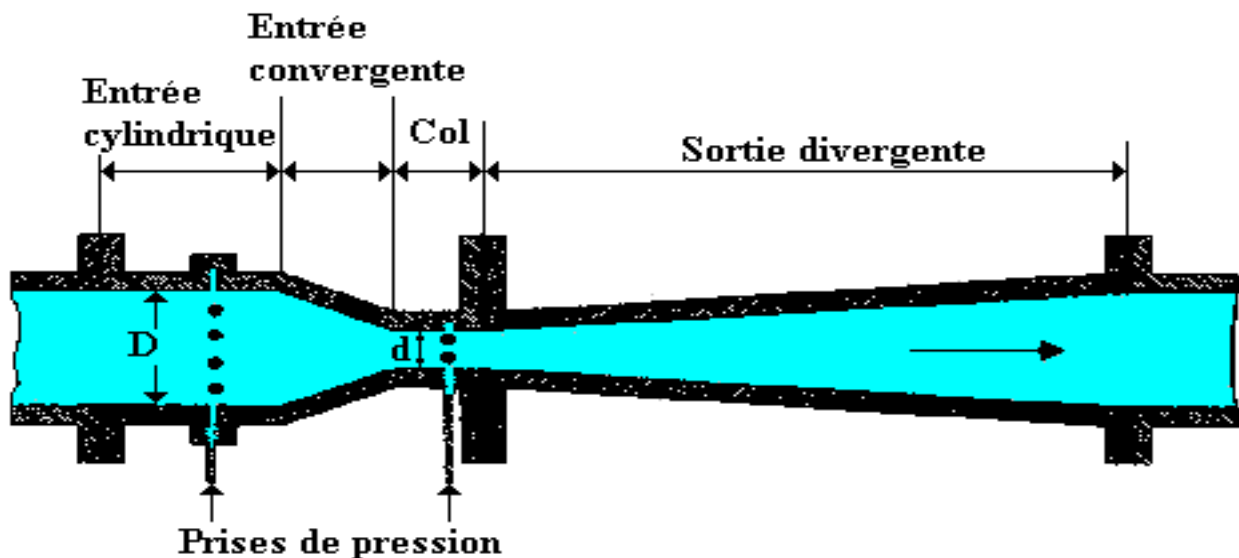


Figure I- 9: principe d'un tube de Venturi. [9]

**C. capteur de débit à tuyère :**

Elle est considérée comme une variante du tube de VENTURI. L'orifice de la tuyère constitue un étranglement elliptique de l'écoulement, sans section de sortie rétablissant la pression d'origine. Les prises de pression sont situées environ  $\frac{1}{2}$  diamètre de la conduite en aval et 1 diamètre la conduite en amont.

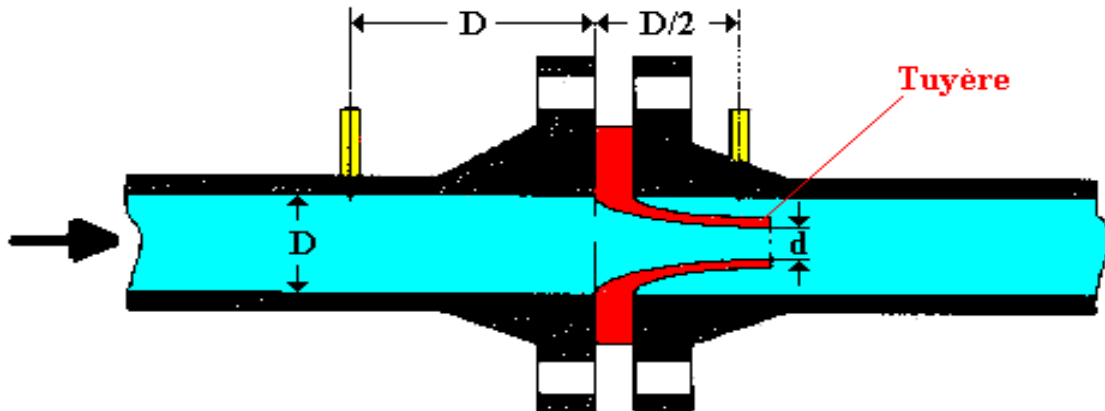


Figure I- 10: principe d'un capteur de débit à tuyère . [6]

**I.4.4. par débitmètre à section variable: RotaMètre :**

Le rotamètre est destiné aux mesures de débits instantanés des gaz et des liquides et est composé d'un tube tronconique vertical, souvent en verre, évasé vers le haut, dans l'axe duquel se déplace un flotteur modifiant ainsi la section annulaire où s'écoule le fluide dont on veut mesurer le débit. toujours de bas en haut. Le débit est relié à la position du flotteur : ce dernier est en bas lorsque le débit est nul. La pression différentielle pousse le flotteur qui monte lorsque le débit augmente, jusqu'à une position d'équilibre.

Il est constitué d'un petit flotteur placé dans un tube conique vertical. Le flotteur est en équilibre sous triple action de :

- ✚ son poids ( $M.g$ )
- ✚ de la force de poussée d'Archimède ( $r \times g \times \text{volume du flotteur}$ )
- ✚ de la poussée du liquide:



Figure I- 11: débitmètre à section variable: RotaMètre. [7]

#### I.4.5. par mesure de pression dynamique :

##### I.4.5.1. tube de PITOT :

La méthode consiste à utiliser deux tubes qui mesurent la pression en des endroits différents à l'intérieur de la canalisation. Ces tubes peuvent être montés séparément dans la conduite ou ensemble dans un seul boîtier. L'un des tubes mesure la pression d'arrêt (ou pression dynamique) en un point de l'écoulement. Le second tube mesure uniquement la pression statique, généralement sur la paroi de la conduite. La pression différentielle mesurée de part et d'autre du tube de PITOT est proportionnelle au carré de la vitesse.

La mesure de débit, réduite à la mesure des différences de pression  $Dp$  du fluide qui apparaît entre deux points situés en amont et en aval de l'étranglement de la conduite est donc réalisée par un capteur de pression différentielle. Un calculateur est alors nécessaire pour l'obtention d'un signal proportionnel au débit.

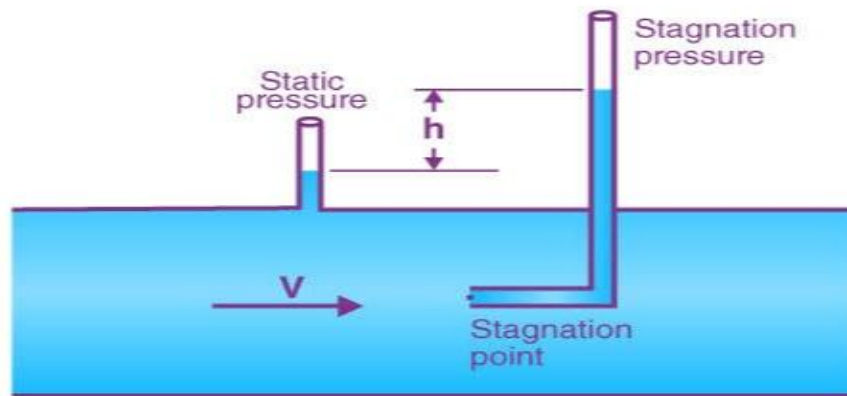


Figure I- 12: principe d'un tube de PITOT [6]

#### I.4.5.2. capteur de débit à cibles :

Il comprend un disque (cible), centré dans une conduite. La surface de la cible est placée à  $90^\circ$  par rapport à l'écoulement du fluide. La force exercée par le fluide sur la cible permet une mesure directe du débit de fluide.

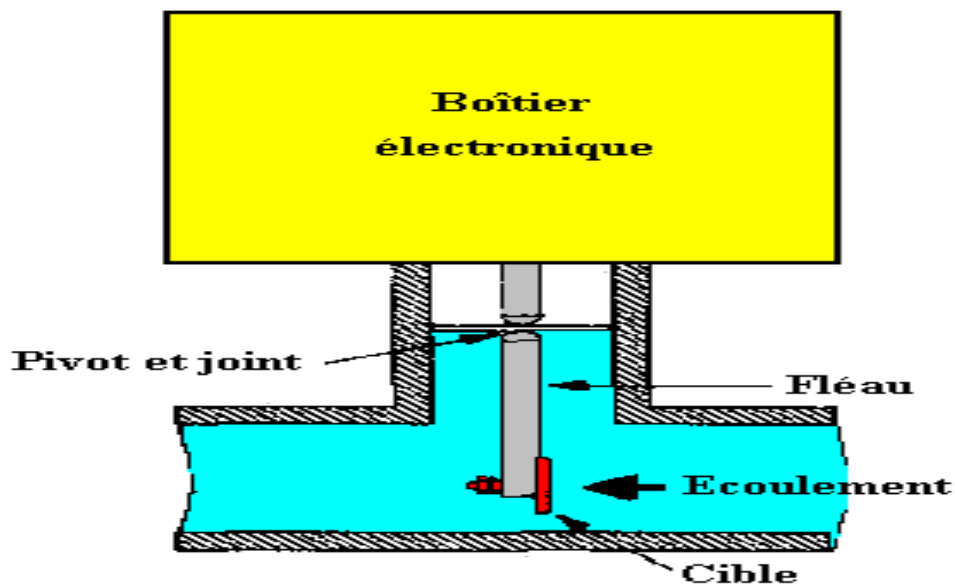


Figure I- 13: principe d'un capteur de débit à cibles . [6]

Comme précédemment, le signal de sortie est une pression différentielle, un calculateur est nécessaire pour l'obtention d'un signal proportionnel au débit.

#### I.4.5.3. par compteurs volumétriques :

Ils mesurent le volume écoulé  $Q_v$  directement, en emprisonnant de façon répétée un volume élémentaire de fluide. Le volume total de liquide traversant le débitmètre pendant un laps de temps donné est le produit du volume élémentaire par le nombre d'emprisonnements.

Ces appareils totalisent souvent le volume directement sur un compteur intégré, mais ils peuvent également délivrer une sortie impulsions qui peut être transmis sur un afficheur. Ils en existent plusieurs types selon le corps d'épreuve utilisé, à piston, à palettes (ou rotors), à roues ovales, à disque oscillant. [6]

## I.5. Mesure des débits massiques des fluides :

### I.5.1. appareils à effet Coriolis :

Un débitmètre Coriolis intègre un tube qui est soumis à une vibration fixe. Lorsqu'un fluide (gaz ou liquide) passe dans ce tube, l'inertie du débit massique provoque une distorsion de la vibration du tube, entraînant ainsi un déphasage. On peut mesurer l'angle de ce déphasage et exploiter un signal de sortie linéaire proportionnel au débit.

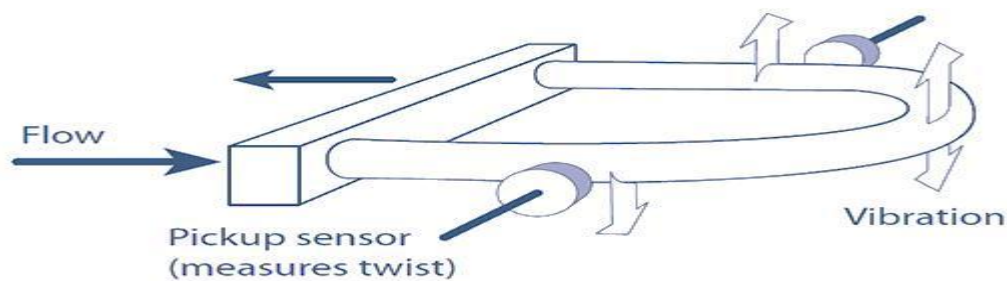


Figure I- 14 : principe d'un appareil à effet Coriolis. [8]

### I.5.2. . Appareils à effet thermique :

Les débitmètres massiques thermiques sont une application de la mesure des débits par utilisation des calories du fluide comme conductivité pour déterminer le débit massique.

physicien canadien louis Débitmètre massiques thermiques

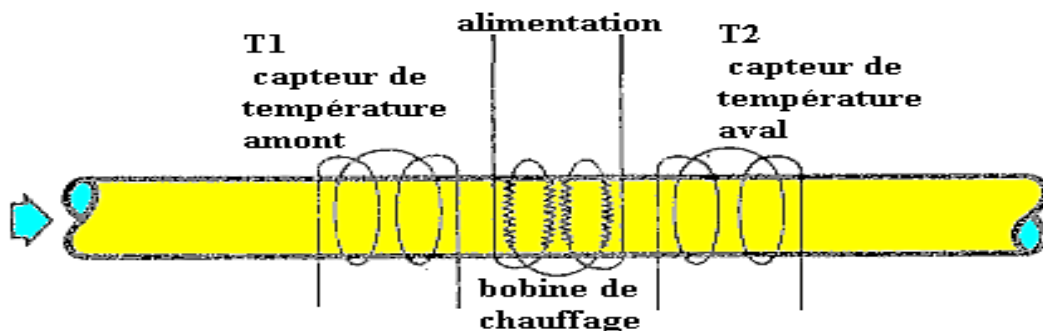


Figure I- 15: principe d'un appareils à effet thermique. [10]

**I.6. Conclusion.**

Un débitmètre est un appareil destiné à mesurer le débit d'un fluide, liquide ou gazeux. Selon le niveau du débit et la nature du fluide, le principe du débitmètre adapté est très variable : certains sont basés sur la mesure de la vitesse du fluide comme les anémomètres ; on utilisera dans ce cas un tube de Pitot, un débitmètre à turbine, pistons ou rotors, un débitmètre à ultrasons, un débitmètre ionique ou un courantomètre ; on peut également utiliser la mesure de la perte de charge (perte de pression) ou pression différentielle entre un repère amont et un repère aval, ceci à l'aide d'un organe déprimogène tel qu'une plaque à orifice, une tuyère (comme dans le cas d'un débitmètre à tube de Venturi) ou un diaphragme ; un débitmètre à flotteur, également un organe déprimogène, affiche la position d'équilibre d'un flotteur soumis à un courant dans un tube conique vertical ; un débitmètre à effet vortex mesure des variations de pression engendrées par des tourbillons de Karman ; un débitmètre électromagnétique mesure la réponse d'un fluide conducteur à un champ magnétique ; il existe aussi les débitmètres massiques : thermique ou à effet Coriolis ; un met indexer mesure un débit massique à chaud.

# **Chapitre II : Emploi du microcontrôleur pour la Mesure du débit**

### II.1. Introduction :

Le débit et le volume aident à déterminer la quantité de liquide qui entre dans ou à travers un récipient particulier. Pour certaines applications d'automatisation des processeurs, cette tâche de mesure de fluide à sondage simple est essentielle au succès du projet qui, faute de obtenir ce droit, pourrait apporter le processus entier à ses genoux. C'est pourquoi pour le tutoriel d'aujourd'hui, je pensais qu'il sera cool de regarder avec ce joli capteur de débit d'eau; le YF-S201, et son utilisation dans un projet basé sur Arduino.

Le capteur utilise les principes de l'électromagnétisme, de sorte que, lorsque des liquides circulent à travers le capteur, le flux agit sur les ailettes d'une turbine dans le capteur, provoquant la rotation de la roue. L'arbre de la roue de turbine est raccordé à un capteur d'effet hall de sorte qu'à chaque rotation, une impulsion est générée, et en surveillant cette impulsion avec microcontrôleur, le capteur peut être utilisé pour déterminer le volume de fluide passant à travers elle.

En tant que microcontrôleur pour aujourd'hui, nous utiliserons l'Arduino Uno.

L'Uno sera utilisé pour compter le nombre d'impulsions détectées au fil du temps et calculer le débit (en litres/heure) et le volume total de fluide qui a traversé, en indiquant le nombre total d'impulsions. Le résultat, le débit et le volume, seront ensuite affichés sur un écran LCD 16 2 afin de fournir un retour visuel à l'utilisateur. Si le 16 2 LCD n'est pas disponible, vous pouvez visualiser les données sur le moniteur Arduino Serial.

A la fin de ce tutoriel, vous saurez comment utiliser le capteur de débit YF-S201 avec l'Arduino.

## II.2. Composantes requises

### II.2.1. Capteur a turbine

Le capteur a 3 fils ROUGE, JAUNE et NOIR comme indiqué dans la figure ci-dessous. Le fil rouge est utilisé pour le supply voltage qui varie de 5V à 18V et le fil noir est connecté à la terre. Le fil jaune est utilisé pour la sortie (impulsions), qui peut être lu par un MCU. Le capteur de débit d'eau se compose d'un capteur à roue dentée qui mesure la quantité de liquide qui l'a traversé.



**Figure II. 1 :**Capteur a turbine

### II.2.2. Tuyau :

Pour connecter avec le tuyau et le capteur de débit d'eau, deux connecteurs avec un filetage femelle sont utilisé comme indiqué ci-dessous.



**Figure II. 2 :** tuyau

### **II.2.3. Arduino uno :**

Le module Arduino est un circuit imprimé en matériel libre (plateforme de contrôle) dont les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte : comme le microcontrôleur et les composants complémentaires qui ne sont pas en licence libre. Un microcontrôleur programmé peut analyser et produire des signaux électriques de manière à effectuer des tâches très diverses. Arduino est utilisé dans beaucoup d'applications comme l'électrotechnique industrielle et embarquée ; le modélisme, la domotique mais aussi dans des domaines différents comme l'art contemporain et le pilotage d'un robot, commande des moteurs et faire des jeux de lumières, communiquer avec l'ordinateur, commander des appareils mobiles (modélisme). Chaque module d'Arduino possède un régulateur de tension +5 V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Pour programmer cette carte, on utilise l'logiciel IDE Arduino .Un Arduino UNO est une petite carte avec une électronique programmable. Avec un Arduino, vous pouvez contrôler divers composants électriques. Pensez aux lumières, aux interrupteurs, aux moteurs et aux divers capteurs. [11]

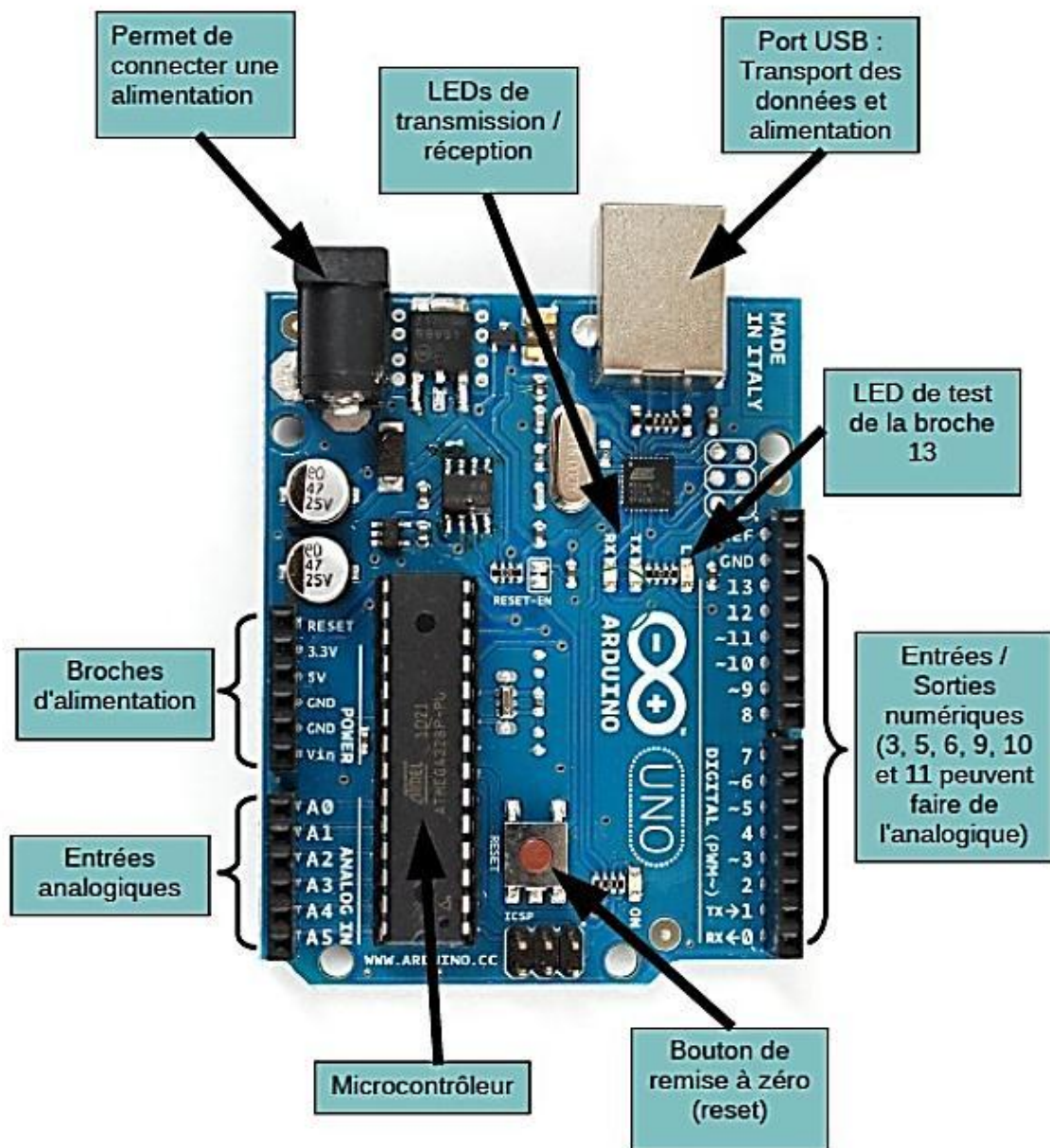


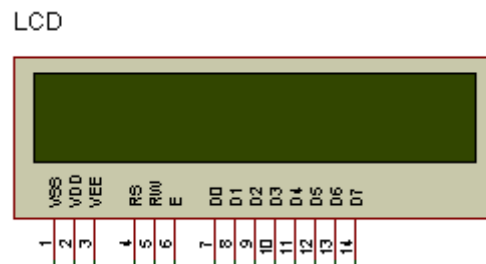
Figure II. 3: Description de la carte Arduino Uno.

#### II.2.4. LCD

Les afficheurs LCD sont devenus indispensables dans les systèmes techniques. Qui nécessitent l'affichage des paramètres de fonctionnement.

Ces Afficheurs permettent d'afficher des lettres, des chiffres et quelques caractères spéciaux. Les caractères sont prédéfinis.

LCD 16X2 est un dispositif électronique qui est utilisé pour afficher des données et le message est connu comme LCD 16 2. Comme son nom l'indique, il comprend 16 colonnes et 2 lignes afin qu'il puisse afficher 32 caractères ( $16 \times 2 = 32$ ) au total et chaque caractère sera fait avec 5 8 (40) points de pixels.



**Figure II. 4;** Afficheurs LCD

### II.2.5. . transistor :

Le transistor est un composant électronique qui est utilisé dans la plupart des circuits électroniques (circuits logiques, amplificateur, stabilisateur de tension, modulation de signal, etc.) aussi bien en basse qu'en haute tension.

Un transistor est un dispositif semi-conducteur à trois électrodes actives, qui permet de contrôler un courant ou une tension sur l'électrode de sortie (le collecteur pour le transistor bipolaire et le drain sur un transistor à effet de champ) grâce à une électrode d'entrée (la base sur un transistor bipolaire et la grille pour un transistor à effet de champ).

Le circuit étant connecté aux bornes « collecteur » et « émetteur », le transistor est isolant sans tension sur la borne Base, et conducteur avec une tension sur la borne Base.

En d'autres termes, c'est un interrupteur contrôlé électroniquement, sans partie mécanique.

C'est un composant fondamental des appareils électroniques et des circuits logiques

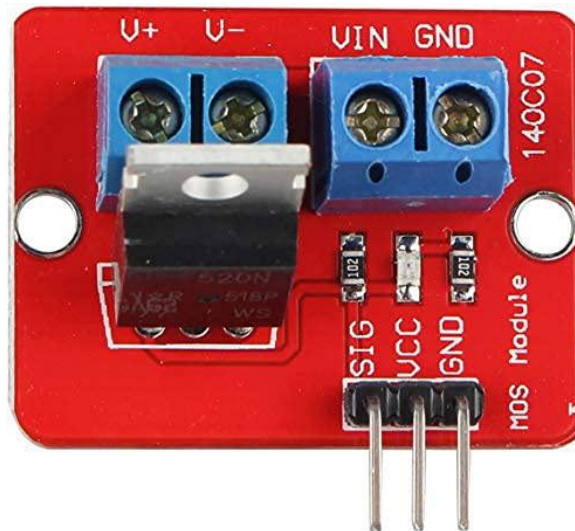


Figure II.5: transistor

### II.3. Graphique:

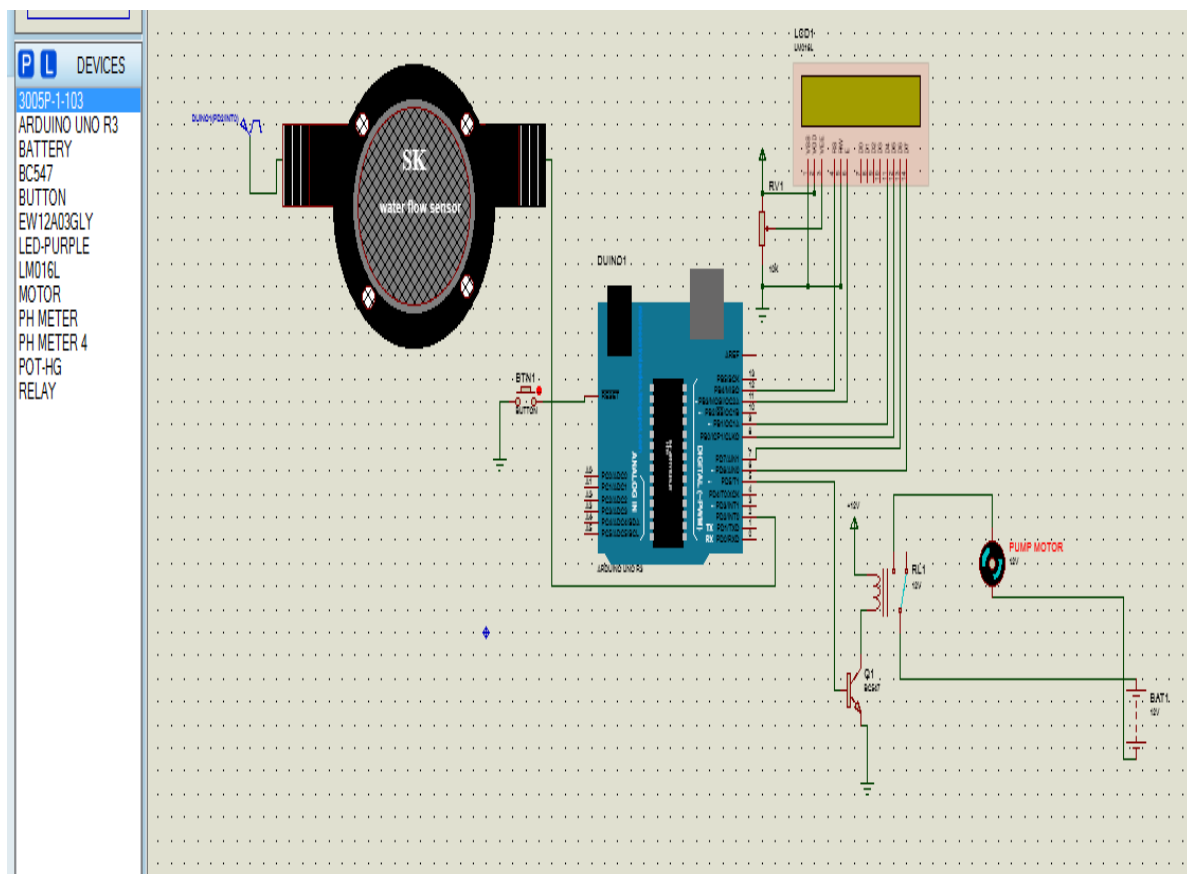


Figure II. 6: Graphique

La connexion du capteur de débit d'eau et de l'écran LCD (16x2) avec l'Arduino est indiquée ci-dessous sous forme de tableau .

Noter que le potentiomètre est connecté entre 5V et GND et que la broche 2 du potentiomètre est connectée à V0 broche du LCD.

**Tableau : I.1.** Capteur de débit pin et Arduino pin

| Capteur de debit pin | Arduino pin |
|----------------------|-------------|
| Red wire             | 5V          |
| Black                | GND         |
| Yelow                | A0          |

**Tableau : I.2.** LCD PIN et Arduino pin

| LCD PIN | ARDUINO PINS |
|---------|--------------|
| VSS     | GND          |
| VDD     | 5V           |
| VEE     | RV1          |
| RS      | 12           |
| RW      | GND          |
| E       | 11           |
| D7      | 6            |
| D6      | 7            |
| D5      | 8            |
| D4      | 9            |

#### II.4. : Code du capteur de débit d'eau Arduino

Le Code arduino complet du capteur de débit d'eau bas de la page. L'interprétation du code est la suivante.

Nous utilisons le fichier en-tête LCD, qui facilite l'interfaçage LCD avec Arduino, 12, 11, 9, 8, 7, 6 pins dédiés au transfert de données entre LCD et Arduino. La broche externe du capteur a été connectée à la broche 2 et nous avons également connecté la pompe à la broche 5 d'Arduino UNO.

```
#include<Liquid Crystal .h>
int sensor Interrupt = 0; // interrupt 0
int sensor Pin      = 2; //Digital Pin 2
int pumping Motor = 5; // Digital pin 5
unsigned int Set Point = 400; //400 mili leter
/*The hall-effect flow sensor outputs pulses per second per litre/minute of flow.*/
float calibration Factor = 90; //You can change according to your datasheet
volatile byte pulse Count =0;
float flow Rate = 0.0;
unsigned int flow Milli Litres =0;
unsigned long total Milli Litres = 0;
unsigned long old Time = 0;
Liquid Crystal lcd(12,11,9,8,7,6);
```

Cette fonction est une routine de service d'interruption et elle sera appelée chaque fois qu'il y a un signal d'interruption atpin2 d'Arduino UNO. Pour chaque signal d'interruption, le compte de la variable flow\_frequency sera incrémenté de 1.

```
void pulse Counter()
{
  // Increment the pulse counter
  Pulse Count++;
}
```

Dans la vide, nous indiquons au MCU que la broche 2 de l'Arduino UNO est utilisée comme INPUT en donnant la commande `pin Mode(pin, OUTPUT)`. En utilisant la commande `attachInterrupt`, chaque fois qu'il y a une élévation du signal à la broche 2, la fonction `flow` est appelée. Ceci augmente le compte dans la variable `flow_frequency` de 1. L'heure actuelle et `clock Time` sont utilisés pour que le code s'exécute toutes les 1 secondes

```
void setup()
{
  // Initialize a serial connection for reporting values to the host
  lcd.begin(16,2);
  Serial.begin(9600);
  Pin Mode (pumping Motor, OUTPUT);
  Digital Write (pumping Motor, HIGH);
  Pin Mode(sensor Pin, INPUT);
  Digital Write(sensor Pin, HIGH);
  /*The Hall-effect sensor is connected to pin 2 which uses interrupt 0.
  Configured to trigger on a FALLING state change (transition from HIGH
  (state to LOW state)*/
  attachInterrupt(sensor Interrupt, pulse Counter, FALLING); //you can use
  Rising or Falling
}
```

If the function ensures that every second the symbol inside it works. In this way, we can calculate the frequency triangle produced by the water flow sensor per second. The flow rate pulse properties of the data list are given this frequency multiplied by the flow rate. So the flow rate is the frequency after finding the flow rate that is in L/min, divide it by 60 and multiply by 1000 to turn it into a ml/s. This value is added to the folder variable for each single second .

```
void loop()
{
    if((millis () – old Time) > 1000)    // Only process counters once per
second
    {
        // Disable the interrupt while calculating flow rate and sending the value
to the host
        Detach Interrupt(sensor Interrupt);

        // Because this loop may not complete in exactly 1 second intervals we
calculate the number of milliseconds that have passed since the last
execution and use that to scale the output. We also apply the calibration
Factor to scale the output based on the number of pulses per second per
units of measure (litres/minute in this case) coming from the sensor.
        Flow Rate=((1000.0/(millis()- old Time)) * pulse Count) / calibration
Factor;
        // Note the time this processing pass was executed. Note that because
we've
        // disabled interrupts the millis() function won't actually be incrementing
right
        // at this point, but it will still return the value it was set to just before
        // interrupts went away.
        Old Time = millis();

        // Divide the flow rate in litres /minute by 60 to determine how many
litres have
        // passed through the sensor in this 1 second interval, then multiply by
1000 to
```

```
// convert to millilitres.  
Flow Milli Litres = (flow Rate / 60) * 1000;  
// Add the millilitres passed in this second to the cumulative total  
Total MilliLitres += flow MilliLitres;  
unsigned int frac;  
// Print the flow rate for this second in litres / minute  
Lcd .clear();  
  lcd. Set Cursor(0,0);  
lcd .print("Flow rate: ");  
lcd.print (flow MilliLitres, DEC); // Print the integer part of the variable  
lcd .print("mL /Second");  
Serial .print("\t");  
// Print the cumulative total of litres flowed since starting  
  lcd.set Cursor(0,1);  
lcd.print("Liquid Qnty:");  
lcd.print (totalMilliLitres, DEC);  
lcd.println("mL");  
Serial.print("\t");
```

## II.5. Fonctionnement du capteur de débit d'eau Arduino

Dans notre projet, nous avons connecté le capteur de débit d'eau à un tuyau. Si la vanne de sortie du tuyau est fermée, le dégagement du capteur de débit d'eau est nul (aucune impulsion). Il n'y aura pas de signal d'interruption vu à la broche 2 de l'Arduino, et le compte de la `flow_frequency` sera zéro. Dans cette condition, le code qui est écrit à l'intérieur de la boucle sinon fonctionnera.

Si la vanne de sortie d'eau est ouverte, la pompe l'eau à travers le tube. L'eau circule à travers le capteur, qui à son tour fait tourner le capteur sur les roues. Dans ce cas, nous pouvons surveiller les impulsions générées par le capteur. Ces impulsions agiront comme une référence de comté à Arduino UNO. Pour chaque signal de comté (bord ascendant), le nombre

de variables `flow_frequency` sera augmenté d'une. La variante temporelle actuelle et la variante `clop Time` garantissent que pour chaque seconde de valeur de `débit_frequency` est prise pour calculer le débit et le volume. Une fois le compte terminé, la variable `flow_frequency` est mise à zéro et toute la procédure est affichée dès le début.

## **II.6. .Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons pu étudier et compléter la programmation qui nous permet de mesurer et de contrôler le débit par arduino; Ainsi, nous avons pu comprendre le principe de fonctionnement réel du capteur de débit; Sans oublier de lever l'ambiguïté rencontrée en ce qui concerne sa terminologie industrielle, ainsi que de connaître la structure de la chaîne de mesure industrielle en général et d'étudier les flux en particulier, puisque ce dernier est le principal critère contribuant au fonctionnement

La mesure du débit est l'objectif de notre travail actuel. En outre, ce chapitre est un outil pour aider à comprendre le principe de fonctionnement d'un volumètre qui fait l'objet du chapitre suivant.

# **Chapitre *III*: Réalisation d'un volucompteur**

---

### III.1. Introduction :

En utilisant un capteur de débit avec un contrôleur précis comme Arduino, nous pouvons calculer le débit, vérifier le volume de liquide qui a traversé un tube, et le contrôler si nécessaire.

IL existe également des capteurs de débit dans l'agriculture, la transformation alimentaire, la gestion de l'eau, l'industrie minière, le recyclage de l'eau, les machines à café, etc. (Et il y a aussi un capteur de débit d'eau qui présente de nombreux avantages en) des projets tels que le distributeur automatique d'eau et les systèmes d'irrigation intelligents où nous devons surveiller et contrôler le débit du fluide

(En utilisant un capteur de débit avec une console comme Arduino, nous pouvons mesurer le débit, vérifier le volume du liquide) qui a traversé un tuyau, et le contrôler au besoin. Outre les industries manufacturières, les capteurs de flux sont également présents dans le secteur agricole, la transformation des aliments, la gestion de l'eau, l'industrie minière, le recyclage de l'eau, les machines à café, etc. En outre, un capteur de débit d'eau sera un bon ajout à des projets comme le distributeur automatique d'eau et les systèmes d'irrigation intelligents où nous devons surveiller et contrôler le débit de liquides

Dans ce projet, nous Utiliser un capteur de débit d'eau à l'aide d'Arduino. Nous allons connecter le capteur de débit d'eau avec Arduino et LCD, (Et présenter le programme d'écoulement de le volume d'eau, qui est passé par la vanne.

---

### **III.2. Résumé du projet :**

Dans ce travail, l'utilisation du dispositif d'alimentation dans le but de modifier la valeur de la tension et cette dernière affecte la vitesse de pompage du liquide à travers la pompe où il y a une éjection lorsque nous augmentons la tension, la valeur du pompage de l'eau de la pompe où le capteur détecte le débit à cette augmentation conduit à une augmentation des impulsions du capteur de débit. Ce dernier transmet à son tour ce contraste via arduino à l'écran LCD.

### **III.3. Principe du fonctionnement :**

Le fonctionnement du capteur de débit d'eau est simple à comprendre. Le capteur de débit d'eau fonctionne sur le principe de hall-effet. Hall-effet la production de la différence de potentiel à travers un conducteur électrique. Le capteur de débit d'eau, qui génère une impulsion électrique à chaque révolution. Sa conception est telle que le capteur d'effet hall est isolé de l'eau, et permet au capteur de rester sûr et sec. La figure du module de capteur YFS201 est présentée ci-dessous.

Pour connecter avec le tuyau et le capteur de débit d'eau, j'ai utilisé deux connecteurs avec un filetage femelle comme indiqué ci-dessous.

Selon les spécifications de YFS201, le courant maximum qu'il tire à 5V est de 15mA, et le débit de fonctionnement est de 1 à 30 litres/minute. Lorsque le liquide s'écoule à travers le capteur, il entre en contact avec les ailettes de la roue de turbine, qui est placée dans la trajectoire du liquide qui s'écoule. L'arbre de la roue de turbine est relié à un capteur à effet hall.

De ce fait, chaque fois que l'eau circule dans la Tube, elle génère des impulsions. Maintenant, tout ce que nous avons à faire est de mesurer le temps pour les points positifs ou de compter le nombre d'impulsions en 1 seconde, puis de calculer les débits en millilitres par seconde (ml/s) et ensuite utiliser une formule de conversion simple pour trouver le volume de l'eau qui avait traversé. Pour mesurer les impulsions, nous allons utiliser Arduino UNO. La photo ci-dessous vous montre l'image du capteur de débit d'eau.



**Figure III. 1:** capteur de débit

#### **III.4. Description du projet :**

Dans cette expérience, nous avons étudié le débit volumétrique:

Dans un premier temps, nous avons connecté le capteur de débit Le point focal pin 2 (input) pour arduino, et la pompe centrifuge via la PIN5 (input) pour l'arduino,

Enfin, Arduino traduit les impulsions du capteur en un message numérique affiché via l'écran LCD.

#### **III.5. Éléments utilisés dans le projet :**

##### **III.5.1. ARDUINO UNO R3:**

Arduino UNO est une petite carte de contrôle basée sur ATmega328P. Il dispose de 14 broches d'entrée/sortie numériques (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 6 entrées analogiques, résonance céramique 16 MHz, connexion USB, prise de courant, tête

ICSP et bouton de réinitialisation. Parce qu'il nous fournit les exigences de cette expérience en ce qui concerne les entrées et les sorties.



Figure III. 2: ARDUINO UNO R3

### III.5.2. LCD shield

Le shield LCD Keypad (LCD + boutons) comporte un écran à cristaux liquides de 2 lignes par 16 caractères et 5 boutons poussoirs. Un sixième bouton (Reset) permet de réinitialiser la carte Arduino. Ce shield intègre également une résistance ajustable permettant de régler le contraste de l'afficheur et une led indiquant que le shield est sous tension.

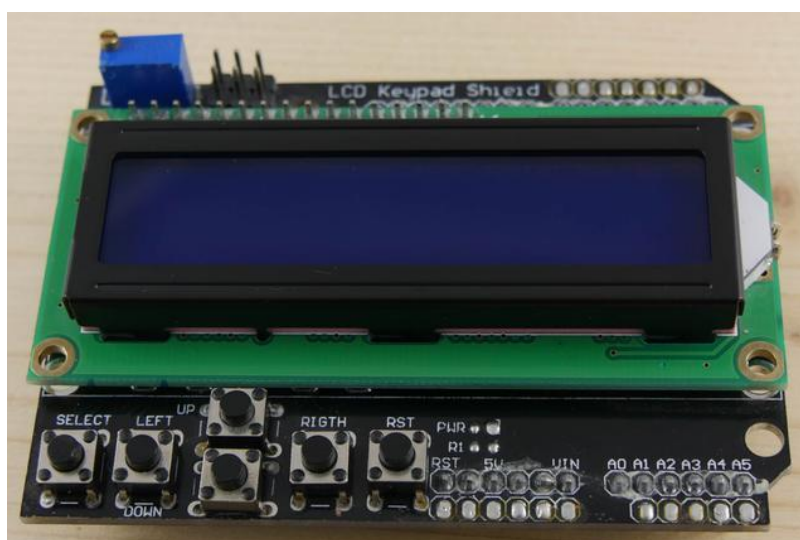


Figure III. 3: LCD shield.

### III.5.3. Pompe à eau :

Nous avons utilisé pour pompe a eau dans le capteur de débit. Cette pompe a 12 volt standard et débit de 600 à 800 litres/heure.



Figure III. 4: pompe a eau

### III.5.4. alimentation :

Cet appareil est un chargeur variable pour l'alimentation de la pompe.



Figure III. 5: alimentation

---

### III.6. Les différentes étapes de la réalisation :

#### Phase 1 :

Nous avons d'abord apporté les outils expérimentaux du capteur de débit de turbine, des tuyaux, arduino attaché à l'écran LCD.

Nous avons connecté le capteur de débit avec arduino qui à son tour est connecté à l'écran LCD Ensuite, nous avons fait ce qui suit:

Premier :

Nous avons versé 1 litre dans le tube connecté à l'entrée du capteur de débit avec la position de valeur du facteur d'étalonnage = 70 donc nous avons obtenu un écran de 1535 millilitres

Deuxièmement :

Nous avons remarqué que le haut à l'écran est beaucoup plus grand que la valeur que nous avons versée dans le tube.

Nous avons commencé à modifier la valeur du facteur d'étalonnage dans chaque expérience

Jusqu'à ce que nous obtenions la valeur correcte est calibration facteur = 105 approbation pour notre expérience

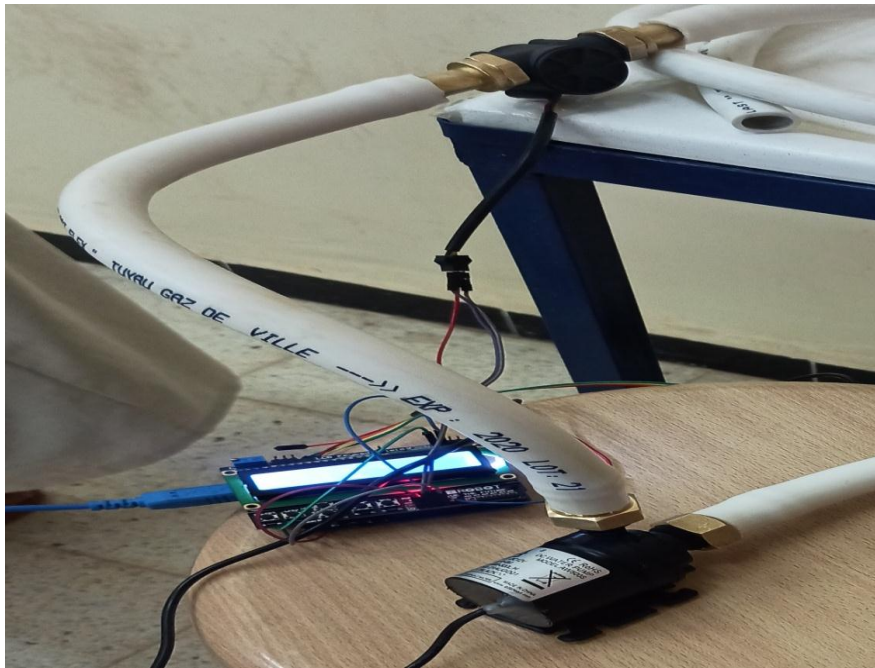


Cette expérience peut être résumée dans le tableau suivant

**Tableau : II.1.** Résultats de mesure calibration facteur

| Quantité (Litre) | calibration facteur | Quantité (ml) . LCD |
|------------------|---------------------|---------------------|
| 1                | 70                  | 1537                |
| 1                | 80                  | 1344                |
| 1                | 85                  | 1253                |
| 1                | 90                  | 1236                |
| 1                | 100                 | 1041                |
| 1                | 105                 | 1021                |

|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 1   | 105 | 1000 |
| 0.5 | 105 | 504  |
| 0.5 | 105 | 502  |
| 0.5 | 105 | 503  |
| 0.5 | 105 | 500  |
| 2   | 105 | 2032 |
| 2   | 105 | 2013 |
| 2   | 105 | 2000 |
| 2   | 105 | 2010 |
| 2   | 105 | 2014 |
| 2   | 105 | 2009 |
| 2   | 105 | 2026 |
| 2   | 105 | 2011 |



**Figure III. 6:** Processus de mesure de débit

#### **Phase II :**

Nous avons installé le moteur de la pompe centrifuge branché sur power supply alimentation  
Il se connecte au capteur de débit avec l'arduino, qui à son tour est connecté à l'écran LCD  
Ensuite, nous avons fait ce qui suit: Où nous avons connecté la pompe à l'eau pour mesurer le  
débit tout en changeant la valeur de tension à chaque fois

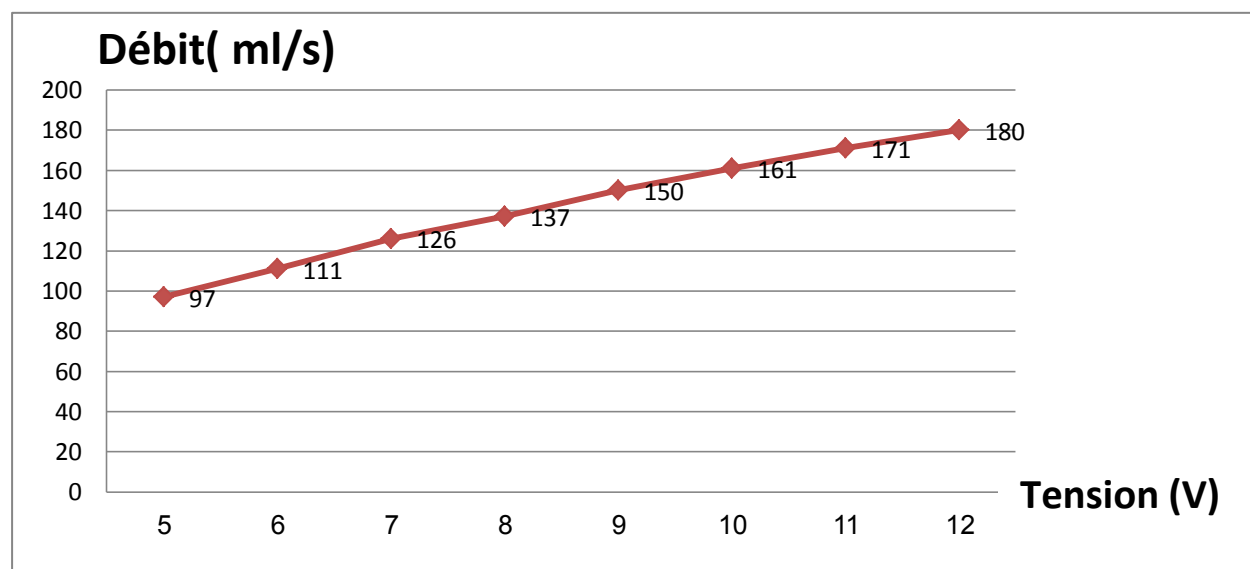


**Figure III. 7:** afficher certains résultats dans LCD

Cette expérience peut être résumée dans le tableau suivant :11

**Tableau : II.2.** Résultats de mesure Débit

| Tension (V) | Courant (A) | Débit ( ml/s) |
|-------------|-------------|---------------|
| 5           | 0.58        | 97            |
| 6           | 0.71        | 111           |
| 7           | 0.84        | 126           |
| 8           | 0.96        | 137           |
| 9           | 1.08        | 150           |
| 10          | 1.20        | 161           |
| 11          | 1.31        | 171           |
| 12          | 1.41        | 180           |

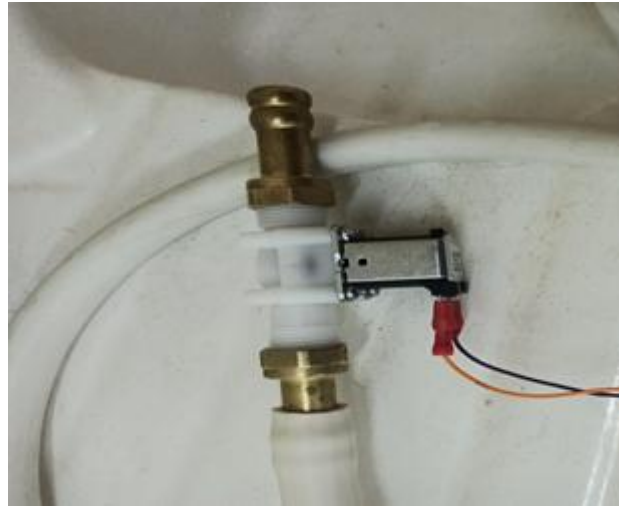


**Figure II. 7** Une relation de relation courbe graphique avec la tension

**Phase III :**

Nous avons ajouté une électrovanne pour contrôler le volume d'eau.

Dans cette étude, nous avons d'abord programmé électrovanne avec la pompe à eau de sorte que l'électrovanne.



**Figure III. 8:** électrovanne

**III.7. Problèmes rencontrés :**

Une telle réalisation n'est pas exempte de difficultés. Nous avons rencontré de nombreux problèmes, en particulier dans la partie appliquée, ainsi que la programmation. Cependant, on peut dire qu'en dépit de ces difficultés, les résultats obtenus par le biais de cette étude, qu'ils soient pratiques ou théoriques, étaient acceptables.

**III.8. Perspectives du projet :**

Ce sujet ne se limite pas aux résultats que nous obtenons dans l'expérience car ce domaine est vaste, ce qui nécessite plusieurs autres études plus approfondies, ce qui maintient le champ de recherche ouvert pour d'autres études.

### **III.9. Conclusion :**

Dans ce chapitre, ce projet a été mis en œuvre, nous avons étudié le contrôle de l'eau et la vitesse de l'écoulement de l'eau en suivant la définition de base, I, e, vision numérique sur écran,

Nous avons également développé un programme qui est utilisé pour utiliser le fonctionnement des capteurs et est utilisé pour de nombreuses applications et contrôle l'eau et nous pouvons contrôler la vitesse de l'eau,

Arduino est utilisé comme chef de projet et a la raison principale de réaliser ce projet au milieu du contrôle direct du capteur et du flux par la programmation utilisée dans cette application

Et la recherche ne se limite pas à cela mais il y a plusieurs autres recherches développées dans ce domaine où il y a des recherches qui sont devenues contrôlées par un très grand système tel que les barrages et les grandes usines ainsi que les jeux d'eau.

## **Conclusion générale**

# Conclusion générale

Avec le développement des appareils de mesure de débit et l'augmentation du nombre de stations d'échange de débit, la fonction de comptage, aux points de livraison ou aux postes frontaliers, prend maintenant une dimension critique.

Où nous avons fait l'étude suivante :

Dans le premier chapitre, nous avons travaillé sur l'échelle de débit, qui est un dispositif pour mesurer le débit de liquide, de liquide ou de gaz. Selon le niveau de débit et la nature du liquide, le principe d'une échelle de débit appropriée est très variable.

Dans le deuxième chapitre, nous avons pu étudier et compléter la programmation qui nous permet de mesurer et de contrôler le flux par arduino; Ainsi, nous avons pu comprendre le principe de fonctionnement réel du capteur de débit; Sans oublier de supprimer l'ambiguïté de sa terminologie industrielle.

Dernier chapitre en réalisant ce projet, j'ai conclu que le contrôle de volucompteur l'eau et la vitesse du débit de l'eau en suivant la définition de base, I e, en voyant le display numérique.

## **Bibliographie**

- [1] (Amine., CONCEPTION ET RÉALISATION D'UN SYSTÈME DE COMMANDE D'UNE HABITATION 2018).
- [2] (OULHADJ, Etude comparative technico-économique des différents systèmes de comptage de gaz transactionnels utilisés par Sonatrach et ses partenaires 2014).
- [3] (Younès, Régulation et supervision d'un procédé d'étalonnage de débitmètres 2009).
- [4] (Sekina, Modélisation et Simulation des débitmètres dans l'industrie du gaz 2017).
- [5] (Kamareddine, Etude et réalisation d'un télémètre à ultrasons 2013).
- [6] Pascal DEREUMAUX, « Mesure et capteurs de débit »
- [7] (NICOLAS, DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE DE CALORIMÉTRIE DES DÉBITMÈTRES DE VAPEUR BASÉE SUR LA MESURE DU POIDS DE CONDENSAT s.d.)
- [8] Perpy .H. « Chemical engineers », Hand book; McGraw-Hill, Book Company,1989
- [9] Flow meters in Water Supply. AWWA MANUAL OF WATER SUPPLY PRACTICESM33
- [10] GUEMENA Mouloud. Mesure de gros débits de gaz, contribution des venturis tuyère à col sonique, Mémoire de Magister, Maintenance Industrielle et Tribologie, Université.
- [11] «<http://www.generationrobots.com/fr/152-arduino>. consulter le: mars 2015».
- [12] A. Grimault, J. Querard « Articl Procédé et dispositif de commutation d'un relais

# **ANNEXE**

## Annexe

```
#include<LiquidCrystal.h>
int sensorInterrupt = 0; // interrupt 0
int sensorPin      = 2; //Digital Pin 2
int pumpingMotor = 5; // Digital pin 5
unsigned int SetPoint = 400; //400 milileter
/*The hall-effect flow sensor outputs pulses per second per litre/minute of flow.*/
float calibrationFactor = 90; //You can change according to your datasheet
volatile byte pulseCount =0;
float flowRate = 0.0;
unsigned int flowMilliLitres =0;
unsigned long totalMilliLitres = 0;
unsigned long oldTime = 0;
LiquidCrystal lcd(12,11,9,8,7,6);
void setup()
{
    // Initialize a serial connection for reporting values to the host
    lcd.begin(16,2);
    Serial.begin(9600);
    pinMode(pumpingMotor, OUTPUT);
    digitalWrite(pumpingMotor, HIGH);
    pinMode(sensorPin, INPUT);
    digitalWrite(sensorPin, HIGH);
    /*The Hall-effect sensor is connected to pin 2 which uses interrupt 0. Configured to trigger
    on a FALLING state change (transition from HIGH
    (state to LOW state)*/
    attachInterrupt(sensorInterrupt, pulseCounter, FALLING); //you can use Rising or Falling
}
void loop()
{
    if((millis() - oldTime) > 1000) // Only process counters once per second
    {
        // Disable the interrupt while calculating flow rate and sending the value to the host
```

```
detachInterrupt(sensorInterrupt);
```

```
// Because this loop may not complete in exactly 1 second intervals we calculate the
// number of milliseconds that have passed since the last execution and use that to scale the
// output. We also apply the calibrationFactor to scale the output based on the number of pulses
// per second per units of measure (litres/minute in this case) coming from the sensor.
```

```
flowRate = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount) / calibrationFactor;
```

```
// Note the time this processing pass was executed. Note that because we've
// disabled interrupts the millis() function won't actually be incrementing right
// at this point, but it will still return the value it was set to just before
// interrupts went away.
```

```
oldTime = millis();
```

```
// Divide the flow rate in litres/minute by 60 to determine how many litres have
// passed through the sensor in this 1 second interval, then multiply by 1000 to
// convert to millilitres.
```

```
flowMilliLitres = (flowRate / 60) * 1000;
```

```
// Add the millilitres passed in this second to the cumulative total
```

```
totalMilliLitres += flowMilliLitres;
```

```
unsigned int frac;
```

```
// Print the flow rate for this second in litres / minute
```

```
lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print("Flow rate: ");
```

```
lcd.print(flowMilliLitres, DEC); // Print the integer part of the variable
```

```
lcd.print("mL/Second");
```

```
Serial.print("\t");
```

```
// Print the cumulative total of litres flowed since starting
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print("Liquid Qnty:");
```

```
lcd.print(totalMilliLitres,DEC);
```

```
lcd.println("mL");
```

```
Serial.print("\t");
```

```
if (totalMilliLitres > 40)
```

```
{
```

```
SetpumpingMotor();
```

```
}
```

```

// Reset the pulse counter so we can start incrementing again
pulseCount = 0;
// Enable the interrupt again now that we've finished sending output
attachInterrupt(sensorInterrupt, pulseCounter, FALLING);
}
}

//Interrupt Service Routine

void pulseCounter()
{
  // Increment the pulse counter
  pulseCount++;
}

void SetpumpingMotor()
{
  digitalWrite(pumpingMotor, LOW);
}

```