

**REPUBLIQUE POPULAIRE DEMOCRATIQUE  
D'ALGERIE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT**

**Faculté de technologie- Département d'électronique**



**THESE DE MASTER**

**Option : électronique des systèmes embarqués**

**Domaine : Science et Technologie**

**Thème**

---

**Mise au point d'un outil didactique pour des mesures physiques via  
divers capteurs autour d'une carte Arduino**

---

*Supervisé par*

**PR.KIOUS.m**

*Présenté par*

**MOULAY Kheireddine**

**RAYANE Aboubaker**

**Devant les jurys compose de**

**Mr. GUEFFAF Hamza**

**Mme FEKNOUS Safia**

**Promotion : 2019-2020**

## **Dédicace**

Je dédie ce mémoire à

### **Mes chers parents**

A qui nulle dédicace ne peut exprimer mes sincères sentiments  
Pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide,  
leur profond amour  
et respect et pour leurs grands sacrifices. Sans oublier mes chers  
grands parents pour leur assistance.

### **Mes chers frères**

Pour leur grand amour et leur soutien, qu'ils trouvent ici l'expression  
de ma haute  
gratitude.

### **Mes chers amis**

Qui sans leur encouragement ce travail n'aura jamais vu le jour.  
Et à toute ma famille et à tous ceux que j'aime

**Kheireddine**

## **Dédicace**

### **Je dédie ce travail**

A ma famille, elle duit m'a doté d'une éducation digne, son amour  
affait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Particulièrement à mon père allah yarehmou, pour le goût à l'effort  
qu'il a suscité en moi, de par sa rigueur.

A ma mère qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A ma femme, ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour,  
que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.

A vous mes frères qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant  
ces années d'étude.

**Aboubakeur Esseddik**

## **Remerciements**

Nous remercions tout d'abord le grand Dieu pour l'achèvement de ce mémoire.

Nous remercions Messieurs et Dames les membres de jury d'avoir accepté de prendre part à ce jury ainsi que pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail.

Nous remercions Monsieur KIOUS.M, notre encadreur, pour ses conseils et suggestions avisés qui nous ont aidés à mener à bien ce travail, et d'avoir rapporté à ce mémoire ces remarques et conseils.

# Liste des Figures

## Chapitre I

### la didactique et mesures physique

Figure I.1 : La didactique.....	1
Figure I.2 : le cycle didactique .....	2
Figure I.3 : Le triangle didactique.....	4
Figure I.4 : contenus d'enseignement .....	5
Figure I.5 : outil didactique .....	6
Figure I.6 Le procédé de mesure direct.....	8
Figure I.7 Le procédé de mesure indirect.....	8
Figure I.8 Schémas de principe d'une chaine de mesure analogique.....	15
Figure I.9 Transmetteur.....	16
Figure I.510 Schémas de principe d'une chaine de mesure Numerique.....	17

## Chapitre II

### Architecture et élément de base du prototype

Figure II.1 interface isis proteus.....	12
Figure II.2 La barre d'outils principale.....	12
Figure II.3 barre de bouton Arduino IDE .....	23
Figure II.4 interface Arduino IDE.....	23
Figure II.5 La carte ARDUINO UNO.....	25
Figure II.6 composition ARDUINO UNO.....	26
Figure II.7 afficheurs LCD.....	27
Figure II.8 Configuration des pines I2C . .....	32
Figure II.9 Principe de fonctionnement d'un capteur.....	33
Figure II.10 Structure interne d'un capteur .....	34
Figure II.11 capteur DHT 11 .....	35
Figure II.12 Branchement de DHT11 .....	36
Figure II.13 signale start DHT 11.....	37
Figure II.14 Tram de données DHT11.....	37
Figure II.15 Capteur Ultrason HC-SR04.....	38
Figure II.16 Branchement de HC-SR04.....	39
Figure II.17 principes de fonctionnement de HC-SR04.....	40

Figure II.18 capteur YF-S201.....	40
Figure II.19 Branchement de YF-S201.....	42
Figure II.20 principes de fonctionnement de YF-S201.....	43
Figure II.21 capteur ACS712.....	44
Figure II.22 Configuration des pines ACS712.....	44
Figure II.23 principes de fonctionnement de ACS712.....	46

### **Chapitre III**

#### **Conception et réalisation du prototype**

Figure III.1.1 schématique DHT 11.....	48
Figure III.1.2 schéma ISIS PROTEUSE DHT11.....	49
Figure III.1.3 LCD+I2C.....	52
Figure III.1.4 schéma de Branchement de DHT11.....	52
Figure III.1.5 Resultat finale en degre celsius.....	53
Figure III.1.6 Resultat finale en KELVIN.....	53
Figure III.2.1 schématique HC-SR04.....	54
Figure III.2.2 schéma ISIS PROTEUSE HC-SR04.....	55
Figure III.2.3 schéma de Branchement de DHT11 .....	56
Figure III.2.4 Resultat finale en CM et INCH.....	58
Figure III.3.1 schématique YF-S201.....	59
Figure III.3.2 schéma ISIS PROTEUSE YF-S201.....	60
Figure III.3.3 schéma de Branchement de YF-S201.....	63
Figure III.3.4 Resultat finale .....	64
Figure III.4.1 schématique ACS712.....	65
Figure III.4.2 schéma ISIS PROTEUSE ACS712.....	66
Figure III.4.3 Variation courant avec ISIS PROTEUSE.....	67
Figure III.4.4 schéma de Branchement de ACS712.....	69
Figure III.5.1 schéma de Branchement de Prototype.....	70
Figure III.5.1 Resultat finale de Prototype.....	73

## Liste des tableaux

Tableau I.1: Grandeur de base.....	12
Tableau I.2: Unité secondaire. ....	14
Tableau II.1: broche LCD . ....	28
Tableau II.2: adresse DDRAM .....	30
Tableau II.3: caractéristiques dht11.....	35
Tableau II.4: caractéristiques HC-SR04.....	38
Tableau II.5:Caractéristiques YF-S201.....	41
Tableau II.6: Configuration des pines ACS712.....	44

## Liste des abréviations

APS :action physique et sportive

l'EPS :l'éducation physique et sportive

PLS:pied,livre,seconde

SI: Système international

ISIS:Intelligent Schématique Input System

IDE: Integrated Development Environment

LED: light emitting diode

PWM:pulse width modulation

LCD:Liquid Crystal Display

DD RAM: double data random acces memory

CG RAM: caractere generater random acces memory

## Table Des Matières

Dédicaces	
Remerciement	
Liste figure	
Liste tableaux	
Liste d'abréviation	

### Chapitre I

#### La didactique et mesures physique

I.1.Introduction.....	1
I.2.Définition de la didactique.....	1
I.3 Les différents types de la didactique.....	2
I.3 .1. La didactique fondamentale .....	2
I.3 .2. La didactique des APS (action physique et sportive) .....	2
I.3 .3. La didactique de l'EPS (l'éducation physique et sportive) : .....	3
I.3 .4. La didactique normative.....	3
I.3.5. La didactique praticienne.....	3
I.4. Les concepts de la didactique.....	3
I.4. 1.Le constructivisme.....	3
I.4. 2.Conception.....	3
I.4. 3. Situation, probleme.....	3
I.4. 4 Le Triangle didactique.....	3
I.4. 5 Situation milieu didactique .....	4
I.5. L'outil didactique.....	5
I.6. Les avantage de la didactique .....	6
I.7. Quelques définitions.....	7
I.8. Les caractéristiques de mesure .....	8
I.8.1 Étendu de mesure .....	8
I.8.2 La resolution.....	8
I.8.3 La sensibilité.....	9
I.8.4 La précision .....	9
I.8.5 L'exactitude de la mesure .....	9

I.8.6 La justesse .....	9
I.9. Systèmes de mesures.....	10
I.9.1. Systèmes de mesures non métriques.....	10
I.9.2. Systèmes de mesures métriques.....	11
I.9.3. Système international.....	11
I.10. Les grandeurs physiques.....	12
I.10.1 Les grandeurs de base.....	12
I.10.2. Grandeurs et unités secondaires.....	14
I.11. Les chaînes de mesures.....	14
I.11.1. Principe d'une chaîne de mesure.....	14
I.11.2. La chaîne de mesure analogique.....	14
I.11.3. La chaîne de mesure numérique.....	16
I.12 Conclusion.....	18

## Chapitre II

### Architecture et élément de base du prototype

II.1. Introduction .....	20
II.2. Partie théorique.....	20
II.2.1. Les logiciels utilisés: .....	20
II.2.1.1 ISIS (Intelligent Schématique Input System).....	20
II.2.1.2. Arduino-IDE.....	22
II.2.2. Matériels utilisé :.....	25
II.2.2.1. Définition.....	25
II.2.2.2. Composition d'une carte Arduino UNO.....	26
II.2.2.3. Caractéristiques techniques.....	27
II.2.2.4. Communication.....	27
II.2.2.5. PWM.....	27
II.2.3. Afficheur LCD.....	27
II.2.3.1. Définition de LCD.....	27

II.2.3.2.Principe des cristaux liquides.....	27
II.2.3.3.Brochage de LCD.....	28
II.2.3.4.La mémoire de LCD.....	29
II.2.3.5.Commande d'un afficheur LCD.....	30
II.2.4.I2C_LCD.....	31
II.2.4.1.Les caractéristiques de LCD I2C.....	32
II.2.5.Les capteurs.....	33
II.2.5.1.Définition d'un capteur.....	33
III.2.5.2. Diffèrent type des capteurs.....	33
II.2.5.3.Structure interne d'un capteur.....	34
II.2.5.4.capteur utilisé.....	34
II.2.5.4.1.Définition.....	35
II.2.5.4.2.Les caractéristiques DHT11.....	35
II.2.5.4.3.Branchement de DHT11 : .....	36
II.2.5.4.4.Principe de fonctionnement de DHT 11.....	37
II.2.5.5. Le capteur ULTRASON HC-SR04.....	38
II.2.5.5.1.Définition de HC-SR04.....	38
II.2.5.5. 2.les caractéristiques HC-SR04.....	38
II.2.5.5. 3.Branchement de HC-SR04.....	39
II.2.5.6.Capteur débit d'eau YF-S201.....	40
II.2.5.6.1.Définition de YF-S201.....	40
II.2.5.6.2. caractéristiques de YF-S201.....	41
II.2.5.6.3.Branchement de YF-S201.....	42
II.2.5.6.4.Principe du fonctionnement.....	42
II.2.5.7.Capteur de courant ACS712.....	43
II.2.5.7.1.Définition capteur ACS712.....	43
II.2.5.7.2.Principe de fonctionnement.....	45

## Chapitre III

### Conception et réalisation du prototype

III.3. Partie pratique.....	51
III.3.1. DHT11.....	48
III.3.1.2. Introduction.....	48
III.3.1.3. Objectif.....	48
III.3.1.4. Manipulation.....	48
III.3.1.5. Simulation avec isis protues:.....	49
III.3.1.6. Code de fonctionnement .....	50
III.3.1.8. Branchement du montage.....	52
III.3.1.9. La réalisation finale du montage.....	54
III.3.2. ULTRASON HC-RS04.....	54
III.3.2.1. Introduction.....	54
III.3.2.2. Objectif.....	54
III.3.2.3. Manipulation.....	54
III.3.2.5. Matériels utiliser.....	54
III.3.2.6. Le branchement .....	56
III.3.2.7. Code de fonctionnement .....	57
III.3.2.6. Branchement du montage.....	58
III.3.2.8La réalisation finale du montage.....	58
III.3.3. Capteur de débit d'eau YF-S201.....	59
III.3.3.1. Introduction.....	59
III.3.3.2. Objectif.....	59
III.3.3.3. Manipulation.....	59
III.3.3.4. Simulation avec ISIS Proteus.....	60
III.3.3.5. Code de fonctionnement .....	61
III.3.3.6. Matériels utiliser.....	62
III.3.3.7. Branchement du montage.....	62
III.3.3.8La réalisation finale du montage.....	64
III.3.4. Capteur de débit d'eau ACS712.....	65

III.3.4.1. Introduction.....	65
III.3.4.2. Objectif.....	65
III.3.4.3. Simulation avec ISIS Proteus.....	66
III.3.4.4. Code de fonctionnement . . . . .	68
III.3.4.5. Branchement du montage.....	69
III.3.5. Le prototype.....	69
III.3.5.1. Partie I.....	69
III.3.5.2. Partie II.....	70
III.3.5.2.2 Code de fonctionnement . . . . .	76
III.3.5.2.3. La réalisation finale du prototype. ....	70
III.3.5.2.4. Conclusion . . . . .	73
Annexe	
Résumé	
Bibliographies et sites internet	

## Introduction Générale

Tout le long de son évolution l'être humain a été et reste en quête des moyens les plus appropriés pour assurer sa survie et améliorer son cadre de vie.

L'avancée des sciences et de la technologie a permis à l'humanité de comprendre les phénomènes et les situations particulière terrestres et extraterrestres et ce, grâce à la transmission du savoir et de la connaissance d'une génération à l'autre, par divers procédés et moyens, définis comme moyens didactiques.

Ces moyens didactiques permettent d'arriver au transfert du savoir par la formation et l'enseignement, Avec un souci permanent de faire acquérir les connaissances et leur application notamment dans développement durable.

Dans ce cadre nous avons essayé de concevoir un prototype avec quatre capteurs permettant de mesurer la température et l'humidité, la distance, le débit d'eau et le courant.

Pour réaliser ce prototype et atteindre notre objectif, nous avons dans notre démarche, divisé notre travail en trois (03) chapitres comme suit :

- 1<sup>er</sup> chapitre : il porte essentiellement sur la didactique et sa nécessité dans la formation et l'enseignement. Et les mesures physiques aussi bien celles utilisées actuellement que celles utilisées dans le passé et sur les unités importantes dans les mesures
- 2eme chapitre : il concerne les différents éléments utilisés dans notre prototype et leur fonctionnement
- 3eme chapitre : concerne le montage des éléments et les simulations relatives de notre prototype.

# CHAPITRE I

## La didactique et mesures physique

## **I.1.Introduction**

Depuis environ trente ans, des ponts se sont établis entre la recherche en didactique et la formation des enseignants et l'apprentissage. [1]

« Une première étape essentielle dans l'apprentissage d'un sujet est de trouver comment l'appréhender en chiffres, et des méthodes pour mesurer une qualité qui lui est liée. Je dis souvent que si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer en chiffres, vous en savez quelque chose ; mais si vous ne pouvez le mesurer, le quantifier, votre connaissance est d'une bien pauvre et insatisfaisante espèce : ce peut être le début de la connaissance, mais vous n'avez pas encore, dans vos pensées, avancé jusqu'au stade de science, quel que soit le sujet. » [5]

[William Thomas Thomson, Lord Kelvin](#)

Dans ce chapitre nous allons donner une idée sur la didactique et les mesures physiques.

## **I.2.Définition de la didactique**

C'est l'étude systématique des méthodes et des pratiques de l'enseignement en général ou de l'enseignement d'une discipline ou d'une matière particulière.

La didactique générale qui s'intéresse à la conduite de la classe (cours, travaux pratique individuels ou collectifs, etc...).



**Figure I.1 : La didactique**

En tant qu'adjectif, le mot 'didactique' qualifie ce qui concerne les méthodes et les pratiques de l'enseignement, ou l'enseignement à proprement parler. on emploie souvent l'adjectif didactique pour préciser qu'une technique ou qu'un matériel est utilisé à des fins d'enseignement. [1]

## LE CYCLE DIDACTIQUE

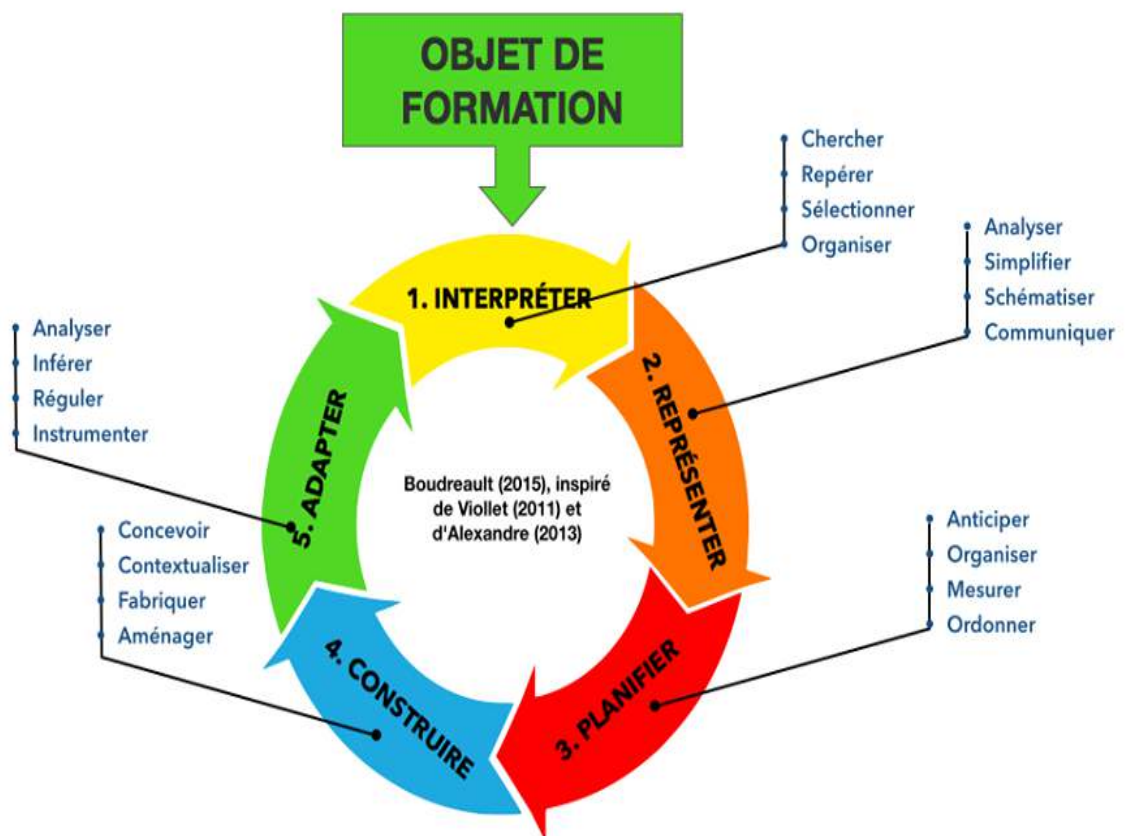


Figure I.2 : le cycle didactique

### I.3 Les différents types de la didactique

#### 1. La didactique fondamentale

C'est le processus « enseignement apprentissage » quel que soit la discipline scolaire à partir de laquelle il s'exerce. [1]

#### 2. La didactique des APS (action physique et sportive)

C'est une réflexion centrée sur les contenus spécifiques d'une APS donnée. [1]

### **3. La didactique de l'EPS (l'éducation physique et sportive) :**

C'est une réflexion spécifique à l'ESP en tant que discipline scolaire d'enseignement. [1]

### **4. La didactique normative**

Emane de l'institution elle est souvent le fait d'une équipe de chercheurs /équipe de recherche. [1]

### **5. La didactique pratique**

Objet d'étude des contenus et stratégies pratiques d'enseignement afin de les rendre plus efficaces sur le terrain. [1]

## **I.4. Les concepts de la didactique**

Les concepts constitutifs de la didactique ci-dessous forment le substrat des recherches en didactique.

### **1. Le constructivisme**

La didactique des sciences a exploré le constructivisme en tant que fondement de l'enseignement depuis le primaire, jusqu'à des niveaux scolaires élevés (lycée et même début d'université). À partir des années 1990 cependant, le paradigme du constructivisme a été complété par d'autres paradigmes prenant en compte la complexité de l'acte d'enseigner. [3]

### **2. Conception**

L'acquisition de connaissances n'est pas la simple mémorisation d'informations fournies par l'extérieur (le maître, le livre, les médias, etc.). Ces informations sont filtrées, interprétées, mises en relation (ou compétition) avec des connaissances préalables. L'enseignement de certaines disciplines se heurte alors à des conceptions « spontanées » (l'adjectif signifiant non construites par l'enseignement) qui peuvent faire obstacle à l'apprentissage. [3]

### **3. situation -problème**

Il s'agit de situations didactiques construites autour d'un « problème », le terme désignant un questionnement, une énigme, issue d'un objet, d'une observation, etc. (en général avec un support concret), dont la résolution nécessite l'investissement des élèves. [3]

### **4. le triangle didactique**

La schématisation d'une situation d'enseignement se fait à l'aide du triangle didactique ce triangle - représenté en général par EAS équilatéral - permet de visualiser les interactions possibles (côtés du triangle) entre 3 pôles (les trois sommets du triangle) :

Le pôle E de l'Enseignant (le maître), le pôle A de l'Apprenant (l'élève) et le pôle S du Savoir[3]

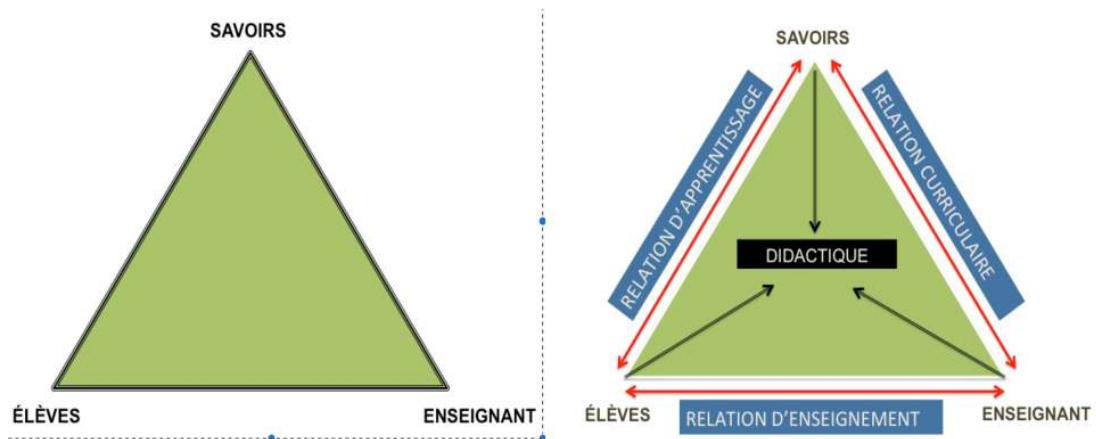
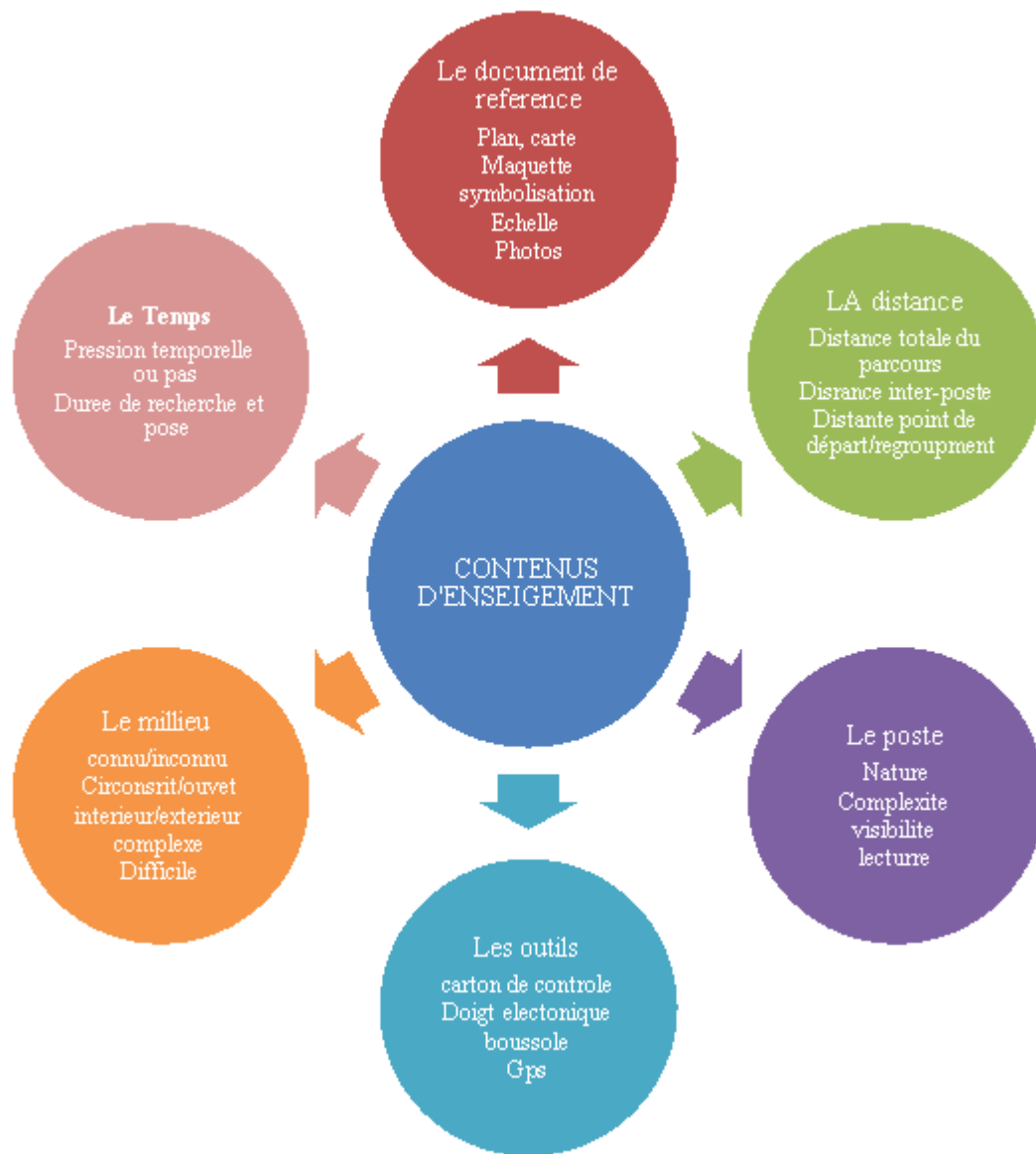


Figure I.3 : Le triangle didactique

### 5. situation milieu didactique

En classe, l'enseignant élabore une situation en fonction d'un objectif d'apprentissage, mais en dissimulant suffisamment cet objectif pour que l'élève ne puisse l'atteindre que par une adaptation personnelle à la situation. [3]

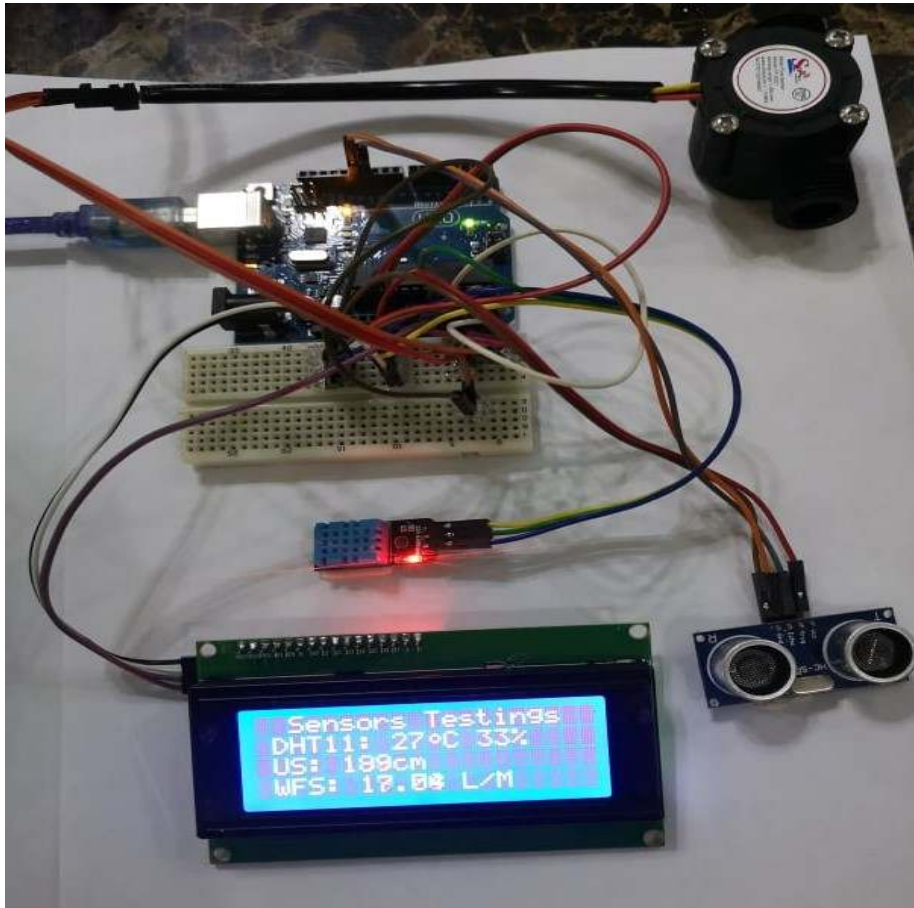


**Figure I.4 : contenus d'enseignement**

### **I.5. L'outil didactique**

Outil didactique, on entend tous les outils réunissant les moyens et les ressources qui facilitent l'enseignement et l'apprentissage. Ce genre de matériel est très utilisé dans le cadre éducatif afin de faciliter l'acquisition de concepts, d'habiletés, d'attitudes et de dextérités. L'outil didactique peut être des manuels, des appareils, des objets, des documents version passif des cartes des didacticiels, du matériel audiovisuel et de laboratoire, des films des cd des logiciels des jeux ...

L'outil didactique permet un apprentissage plus actif, de diversifier les méthodes d'enseignement, une meilleure attention des apprenants et d'économiser le temps et l'énergie de l'enseignant. [2]



**Figure I.5 : outil didactique**

### **I.6. Les avantages de la didactique**

- la didactique accorde une grande importance à l'épistémologie de la discipline enseignée et aux contraintes de la situation de formation
- la didactique est spécifique elle s'attache à une discipline déterminée
- la didactique s'applique au rapport de l'élève au savoir spécifique
- la didactique se centre sur comment enseigner [2]

## **I.7. Quelques définitions**

### 1. Mesurage

Est un processus consistant à obtenir expérimentalement une ou plusieurs valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur. [5]

### 2. Mesurande

Le mesurande est la grandeur que l'on veut mesurer. [5]

### 3. Grandeur mesurable

C'est une caractéristique d'un phénomène, d'un corps ou d'une substance, qui est susceptible d'être distingué qualitativement par un nom (en métrologie dimensionnelle Distance, Angle...) et déterminé qualitativement par une valeur (nombre exprimé dans l'unité choisie) Grandeur qui représente le mesurande et qui lui est fonctionnellement liée [5]

Par exemple le signal électrique de sortie d'un transducteur (capteur) de pression

### 4. Mesure (X)

La mesure est l'ensemble des opérations ayant pour objet de déterminer la valeur {X} dans des conditions expérimentales spécifiées (appelée aussi mesurande), en la comparant directement ou indirectement à un étalon qui est la représentation matérielle de l'unité [X] dans laquelle sera exprimée la valeur de X.

Le procédé de mesure est direct lorsque le résultat de la mesure est obtenu par comparaison à un étalon de même nature que la grandeur mesurée (**Figure II.1**)

Le procédé de mesure est indirect quand une grandeur Y est liée à des grandeurs  $X_1, X_2, \dots, X_k$  par une relation du type :

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) \text{ (Figure II.2)}$$

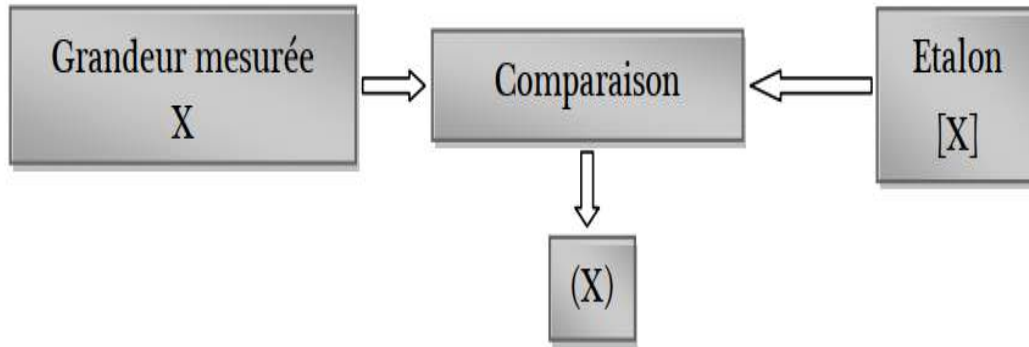


Figure I.6 Le procédé de mesure direct

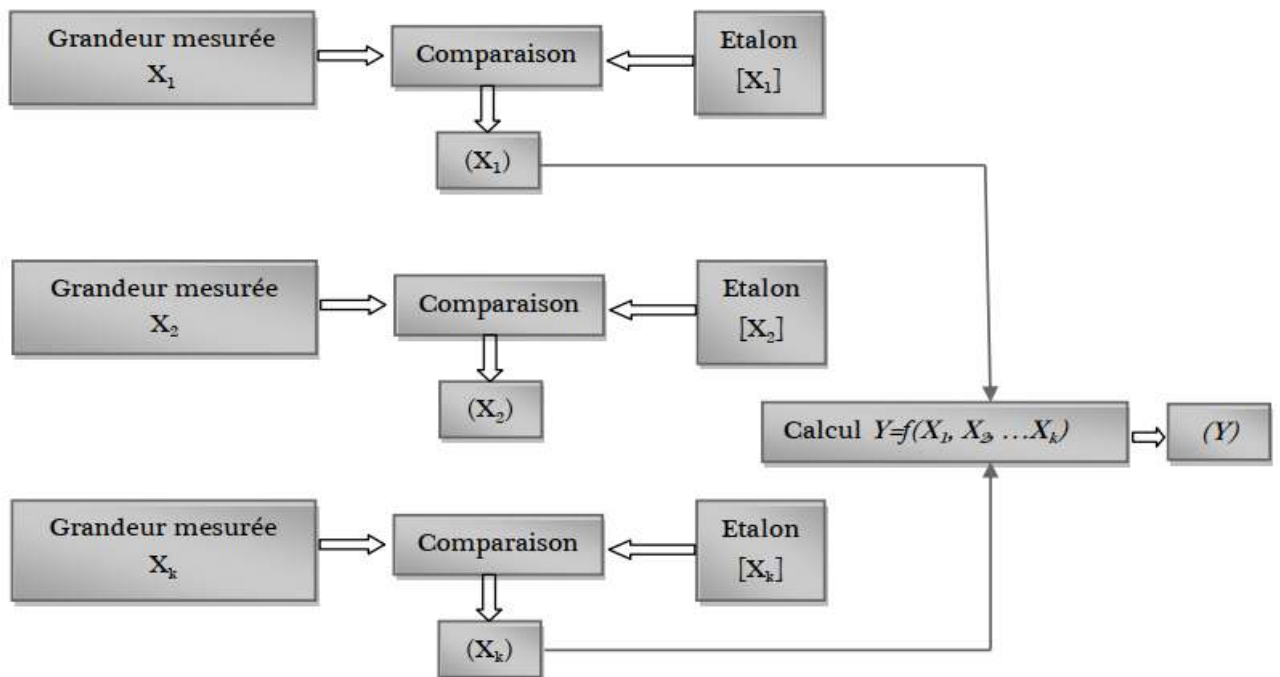


Figure I.7 Le procédé de mesure indirect

## I.8. Les caractéristiques de mesure :

### 1. Etendue de mesure

C'est le domaine de variation envisageable de la grandeur à mesurer. Elle est définie par une valeur minimale et une valeur maximale. Ces deux valeurs extrêmes se nomment la portée minimale et la portée maximale. [4]

### 2. La résolution

La résolution d'un appareil est la plus petite variation de la grandeur mesurée qui produit une variation perceptible de l'indication délivrée par l'instrument. [4]

On l'exprime fréquemment en points (ou chiffres), c'est-à-dire le nombre de valeurs différentes qu'un instrument peut afficher.

### **3.La sensibilité**

La sensibilité est un paramètre exprimant la variation du signal de sortie d'un appareil de mesure selon la variation du signal d'entrée.

Un appareil est d'autant plus sensible qu'une petite variation de la grandeur G à mesurer provoquera un changement plus grand de l'indication donnée par l'appareil de mesure.

Nota : si la valeur d'entrée est de même nature que la valeur de sortie, la sensibilité est nommée gain.

La sensibilité au voisinage d'une valeur donnée de la grandeur G à mesurer s'exprime de la manière suivante :

$$S = \frac{dI}{dG}$$

I : Indication donnée par l'essai

G : Quantité de grandeur à mesurer

### **4.Précision**

Dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande.

### **5.L'exactitude de mesure**

Un instrument de mesure est d'autant plus exact que les résultats de mesure qu'il indique coïncident avec la valeur vraie (par définition théorique) qu'on cherche à mesurer.

L'exactitude est plus aisée à définir par l'erreur de mesure. Elle s'exprime en unité de grandeur (erreur absolue) ou en pourcentage (erreur relative).

En dehors des conditions opératoires, l'exactitude d'un appareil est principalement lié à deux types de caractéristiques : la justesse et la fidélité. Un appareil est exact s'il est à la fois juste et fidèle. [4]

L'exactitude d'un appareil de mesure peut aussi être entachée par des causes extérieures : erreur opératoire, erreur générée par les grandeurs d'influences (température, pression etc), erreur de référence ou d'étalonnage, erreur d'hystérésis, erreur de finesse etc.

### **Calcul de l'erreur**

Le calcul de l'erreur se fait simplement en calculant la différence entre la valeur mesurée et la valeur de référence. L'erreur sur une grandeur mesurée  $G_{ref}$  est ainsi exprimée par l'équation suivante :

$$e_G = G_{mes} - G_{ref}$$

$e_G$  : erreur absolue de mesure

$e_G^{relatif}$  : erreur relative de mesure

$G_{mes}$ : valeur mesure

$G_{ref}$  : valeur de référencé

L'erreur obtenue par ce calcul est appelée erreur absolue car elle conserve l'unité de la grandeur. L'erreur relative est obtenue par l'expression suivante:

$$e_G^{relatif} = \frac{G_{mes} - G_{ref}}{G_{ref}} \times 100$$

## 6. justesse

L'erreur de justesse est l'erreur globale résultant de l'ensemble des causes pour chacun des résultats de mesure pris isolément. C'est par conséquent l'aptitude de l'appareil à donner des résultats qui ne sont pas entachés d'erreur.

Dans le cas de mesures multiples c'est l'écart entre le résultat moyen et la valeur vraie.

$$J = \bar{v} - V$$

$\bar{v}$ : Moyenne arithmétique de la plupart de mesures

V : Valeur vraie

## I.9. Les systèmes de mesures

### I.9.1. Systèmes de mesures non métriques

Les systèmes britanniques des unités anglaises, puis ultérieurement des unités impériales, étaient utilisées en Grande-Bretagne, dans le Commonwealth et aux États-Unis d'Amérique avant la généralisation du Système international d'unités. Le système vint à être connu comme « unités d'échange U.S. » aux États-Unis d'Amérique où il est toujours appliqué, ainsi que dans certains pays des Caraïbes. Ces systèmes de mesures variés ont été un temps appelés pied-livre-seconde (PLS) d'après les noms des unités impériales pour la distance, la masse et le temps. La plupart des unités impériales sont toujours utilisées en Grande-Bretagne en dépit du basculement général vers le système international. Les panneaux routiers sont toujours en miles, yards, miles par heure, etc., les gens tendent à indiquer leurs mesures en pied et pouces, pour donner quelques exemples. Les unités impériales sont utilisées dans de nombreux autres lieux ; en particulier dans de nombreux pays du Commonwealth qui sont pourtant considérés comme « métriques », les surfaces de

terrains sont mesurées en acres et les surfaces de sol en pieds carrés, particulièrement dans les transactions commerciales (plus que dans les statistiques gouvernementales). De manière similaire, le gallon impérial est utilisé dans de nombreux pays considérés comme « métriques » dans les stations d'essences et pétrolières, comme dans les Émirats arabes unis. [4]

### **I.9.2. Systèmes de mesures métriques**

Le système métrique est un système d'unités décimalisé basé sur le mètre et le gramme. Il existe dans de nombreuses variantes, avec différents choix d'unités de base, bien que cela n'affecte en rien ses applications quotidiennes. Depuis les années 1960, le Système international d'unités (SI) - détaillé plus bas - est le système métrique standard internationalement reconnu. Les unités métriques de masse, de longueur, et d'électricité sont largement utilisées tant dans les applications quotidiennes que scientifiques. Le principal avantage du système métrique est qu'il possède une seule et unique unité de base pour chaque quantité physique. Toutes les autres unités sont des puissances de 10 de l'unité de base. Les conversions entre unités sont donc simples du fait qu'il suffit de multiplier (respectivement diviser) par 10, 100, 1000, etc. pour passer d'une unité à l'autre. Toutes les longueurs et distances sont, par exemple, mesurées en mètres, ou en millièmes de mètres (millimètres) ou en milliers de mètres (kilomètres) et ainsi de suite. Il n'y a donc pas profusion d'unités différentes avec des facteurs différents pour la conversion comme dans le système impérial. L'utilisation de fraction (par exemple  $\frac{2}{5}$  de mètre) n'est pas interdite mais est peu usuelle. [4]

### **I.9.3. Système international**

Le Système international d'unités (abrégé en SI) est la forme moderne et révisée du système métrique. C'est le système d'unités le plus répandu dans le monde, à la fois dans la vie courante et dans les domaines scientifiques. Le SI a été développé dans les années 1960 à partir du système MKS (mètre-kilogramme-seconde) préférentiellement au système CGS (centimètre-gramme-seconde), qui possède de multiples variantes. Le SI introduit dès ses débuts de nombreuses et nouvelles unités ne faisant pas partie initialement du système métrique.

Il y a deux types d'unités SI, les unités de base et les unités secondaires. Les unités de base sont les mesures correspondant au temps, à la longueur, à la masse, à la température, à la

quantité (d'objets), au courant électrique, et l'intensité lumineuse. Les unités secondaires sont construites sur les unités de base ; par exemple la masse volumique qui s'exprime en kg/m<sup>3</sup>. [4]

### **I.10. Les grandeurs physiques :**

On mesure des grandeurs physiques de différentes sortes. On ne peut pas additionner des grandeurs physiques de natures différentes.

Tout résultat expérimental s'exprime par un nombre et par ce qui désigne le type de grandeur mesurée : l'unité [6]

#### **I.10.1. Les grandeurs de base :**

**Tableau I.1: Grandeur de base**

<b>Grandeur</b>	<b>Symbole (dimension)</b>
Longueur	L
Masse	M
Temps, durée	T
Courant électrique	I
température	Θ
Quantité de matière	N
Intensité lumineuse	J

### **Longueur**

Les longueurs mesurées s'expriment dans le système international en mètres (symbole : m). Dans la vie courante, et selon les cas, on fait régulièrement usage des multiples courants que sont le kilomètre, le centimètre et le millimètre [6].

Les mesures de superficies sont « homogènes » à des longueurs au carré (L<sup>2</sup>), ce que l'on retrouve facilement dans l'expression des unités secondaires : kilomètre carré, mètre carré, etc. mais pas pour are (100 m<sup>2</sup>) ou hectare (10 000 m<sup>2</sup>).

les mesures de volume sont « homogènes » à des longueurs au cube (L<sup>3</sup>). L'unité de base « dérivée » est donc le mètre cube. Cependant, on utilise de manière usuelle le litre qui est égal à un décimètre cube

### **Masse**

La masse est habituellement exprimée en kilogrammes (usuellement appelé "kilo", symbole : kg).

### **Temp**

Les mesures du temps s'effectuent dans le système international en secondes. La seconde est la seule unité du système international dont l'usage conserve une référence au système de comptage sexagésimal, possédant des unités dérivées d'ordre supérieur qui ne sont pas multiples de 10 de l'unité de base, mais multiples de 60 (minute, heure), puis de 24 (jour), etc

### **Courant électrique**

L'intensité du courant électrique est mesurée en ampères (A) dans le système international, à partir duquel sont dérivées les autres unités appliquées pour les mesures de courant électrique (c'est-à-dire le volt (V) pour la différence de potentiel et l'ohm ( $\Omega$ ) pour la résistance, ). [6]

### **Température**

L'unité de température absolue du système international est le kelvins (K), mesure directe de l'agitation thermique. Cette unité est utilisée de manière usuelle dans le domaine scientifique. Dans la vie courante, l'unité utilisée est le degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) (anciennement appelé centigrade) - dont l'échelle fut construite sur les phénomènes de fusion-ébullition de l'eau, qui se déduit de l'échelle Kelvin par la transformation suivante : température ( $^{\circ}\text{C}$ ) + 273,15 = température (K).

### **Quantité de matière**

Une quantité de matière (Q) est exprimée selon l'échelle molaire dont l'unité est la mole (mol). Cette unité correspond à  $6,02 \times 10^{23}$  objets (nombre d'Avogadro). Elle est fréquemment utilisée en chimie, particulièrement pour les mesures de densité ("homogène" à Q/L<sup>3</sup>) qui rapportent la quantité de matière (ou d'objets chimiques) à un volume

## Intensité lumineuse

Dans le système international, l'intensité lumineuse (sous-entendu perçue par l'œil humain) est mesurée par une échelle dont l'unité de base est la candela (cd, à ne pas confondre avec "Cd", symbole chimique du cadmium)

### I.10.2. Grandeurs et unités secondaires

Tableau II.2: Unité secondaire

Dimension	Unité secondaire	Symbole SI)	Homogène à	Exemples d'unités dérivées	Instruments de mesure
Accélération	mètre par seconde carrée	$m s^{-2}$	$L T^{-2}$		Accéléromètre
Masse volumique	kilogramme par mètre cube	$kg m^3$	$M L^{-3}$		Pycnomètre
Énergie	joule	J	$M L^2 T^{-2}$	calorie	Calorimètre
Force	newton	N	$M L T^{-2}$		Dynamomètre
Fréquence	hertz	Hz	$T^{-1}$		Fréquencemètre
Pression	pascal	Pa	$M L^{-1} T^{-2}$	bar, torr	Manomètre
Puissance	watt	W	$M L^2 T^{-3}$		Wattmètre
Superficie	mètre carré	$m^2$	$L^2$	are, hectare	
Vitesse	mètre par seconde	$m s^{-1}$	$L T^{-1}$	kilomètre par heure	Vélocimètre
Volume	mètre cube	$m^3$	$L^3$	litre	

## I.11. Les chaînes de mesures :

### I.11.1. Principe d'une chaîne de mesure

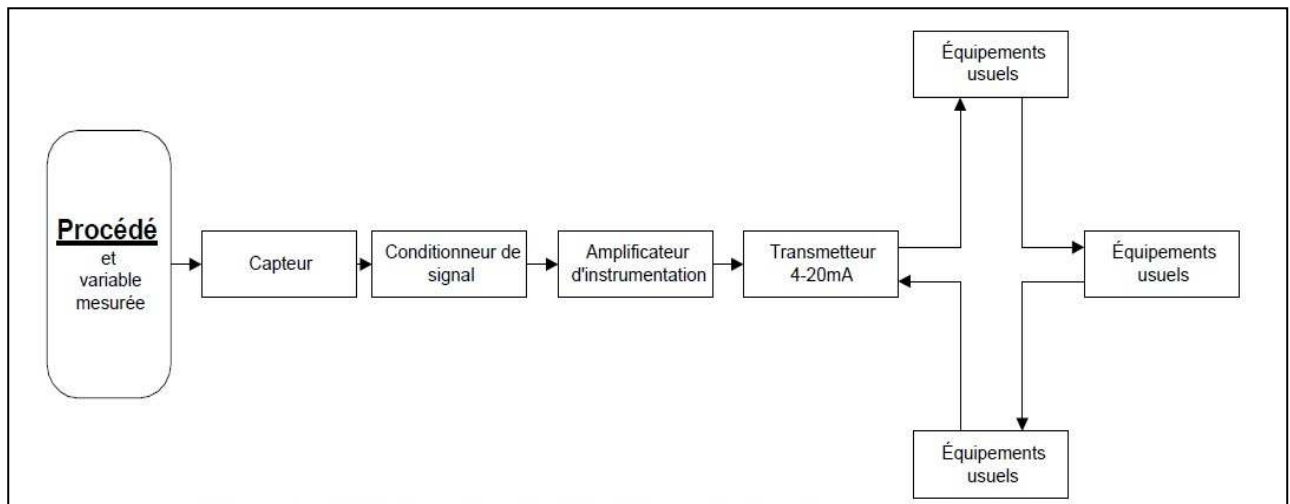
On appelle chaîne de mesure L'ensemble des éléments. À partir de l'élément primaire de mesure Jusqu'au dispositif final d'indication. D'enregistrement, de stockage ou de traitement

Un conditionneur de signaux dont le rôle principal est l'amplification du signal délivré par le capteur pour lui donner un niveau compatible avec l'unité de visualisation ou d'utilisation ; cet étage peut parfois intégrer un filtre qui réduit les perturbations présentes sur le signal. [11]

### I.11.2. La chaîne de mesure analogique

La chaîne de mesure analogique illustrée a la figure 1 est constituée de l'ensemble des dispositifs, y compris le capteur, rendant possibles le traitement du signal mesure et la transmission d'un signal normalise 4-20mA.

Pour optimiser et exploiter adéquatement la variable mesurée, des blocs fonctionnels assurent un conditionnement du signal exempt de bruit, linéaire et compense thermiquement. Voici la description des blocs que nous retrouvons dans ce schéma de principe. [11]



**Figure I.8 Schémas de principe d'une chaîne de mesure analogique**

### **Procédé et variable mesurée**

Environnement dans lequel évolue la variable mesurée, occasionnellement appelée la mesurande.

### **Capteur**

Élément primaire de mesure qui subit une modification de ses caractéristiques intrinsèques.

### **Conditionneur de signal**

Un ensemble de circuits qui délivre un signal électrique proportionnel à la variation du capteur soumis à une contrainte physique. Le conditionneur de signal comporte dans certains cas des circuits d'amplification bas niveau, des circuits de linéarisation ou de compensation thermique, ou des circuits de traitement du bruit. Pour d'autres cas, nous retrouvons simplement un circuit en pont ou un oscillateur. [11]

### **Amplificateur d'instrumentation**

Circuit d'amplification aussi appelé amplificateur différentiel de signal. Ce circuit électronique est utilisé pour amplifier des signaux qui sont en mode différentiel, par exemple,

un signal de ligne balancée ou d'un pont de mesure. Un des principaux avantages de cet amplificateur est qu'il possède un grand taux de rejet du bruit. [11]

### **Transmetteur 4-20mA :**



**Figure I.9. Transmetteur**

### **Le transmetteur**

Un ensemble d'éléments électroniques qui conditionne, amplifie et transmet un signal Électrique normalisé en fonction de la variation que subit le capteur. En principe, le signal de sortie est transmis sur une boucle de courant normalisée 4-20 mA correspondant linéairement à la gamme de mesure reproduite. [11]

### **Équipements usuels**

Beaucoup d'instruments de mesure et de contrôle de procédé, commercialisés par les fabricants, possèdent une entrée analogique I-5V, A l'aide d'une résistance de 250 $\Omega$  de précision, un signal venant d'un transmetteur

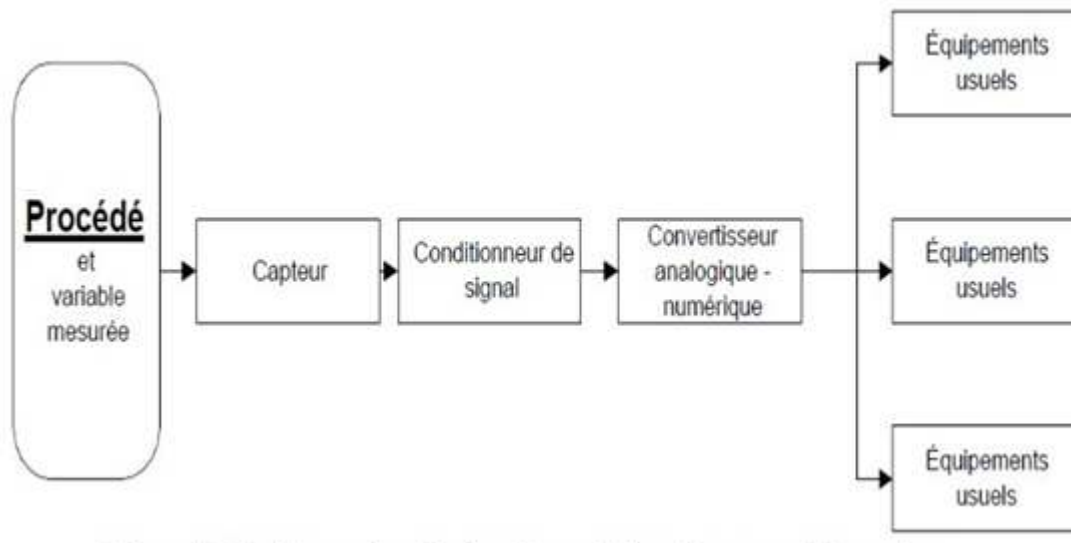
4-20mA peut facilement être exploité puisque le transfert de 4-20mA. Dans une résistance de 250 $\Omega$ , donne un signal standardisé 1-5V. Les instruments usuels sont :

- l'enregistreur ;
- l'afficheur ;
- le régulateur de procédé ;
- le système d'acquisition de données ;
- le système de gestion des alarmes.

### **I.11.3.La chaine de mesure numérique**

Les progrès de l'électronique numérique ont influencé considérablement le domaine de la mesure en milieu industriel. Les circuits de conversion de signal analogique é numérique («

A/D Converter ») et l'utilisation grandissante des microcontrôleurs spécialisés, dédiés et autonomes ont facilité le traitement et la transmission numérique de signaux de mesure. En effet, nous retrouvons des standards de communication série pour transmettre des signaux entre les différentes unités du système industriel. Il suffit de doter l'ensemble de mesure d'un système à microcontrôleur pour faciliter le traitement et la communication. En effet, la chaîne de mesure numérique illustrée ci-dessous est constituée de circuits permettant d'effectuer le traitement numérique de l'information. [11]



**Figure. 10. Principe de La chaîne de mesure numérique**

### **Procédé et variable mesure**

Environnement dans lequel évolue la variable mesurée, occasionnellement appelée la mesurande.

### **Capteur**

Élément primaire de mesure qui subit une modification de ses caractéristiques

### **Conditionner de signal**

Circuit qui délivre un signal électrique proportionnel à la variation du capteur soumis à une contrainte physique. Dans ce cas, le conditionneur de signal comporte beaucoup moins de circuits électroniques. En effet, les opérations de linéarisation et de compensation peuvent avantageusement être effectuées par le microcontrôleur

### **Convertisseur analogique numérique**

Circuit intégré avec ou sans échantillonnage, permettant le transfert du signal électrique analogique en code binaire pour une plage donnée.

Dans Certaines applications, le convertisseur fait partie d'un ensemble intégré à base de microcontrôleur. Dans ce cas, nous retrouvons des fonctions complexes de filtre numérique du signal d'entrée, de fonctions de transfert particulières ou de linéarisation. La fréquence de l'échantillonnage (contrôlée de façon matérielle ou logicielle) doit être beaucoup plus élevée que la fréquence du signal mesuré pour obtenir une conversion optimale et pour une représentation Numérique d'un signal valable.

### **Équipements usuels**

Circuit à base de microprocesseur (micro-ordinateur, microcontrôleur ou autre) pour le traitement numérique du signal ou pour des fonctions d'instrumentation :

- transmission numérique ;
- afficheur numérique ou enregistreur numérique ;
- système d'acquisition de données et gestionnaire d'affichage

### **I.12.Conclusion :**

La didactique constitue pour l'apprentissage et la transmission de la connaissance une base essentielle de transfert du savoir, en ce sens qu'elle permet de rassembler les diverses connaissances d'une discipline donnée, les moyens matériels et outils d'intervention permettant de mettre en évidence les méthodes et techniques en vue d'atteindre l'objectif ciblé par l'enseignement et la formation.

Les mesures physiques sont fondamentales dans la plupart des champs scientifiques (chimie, physique, biologie, etc.).

Elles sont essentielles à un grand nombre d'applications industrielles et commerciales.

# CHAPITRE II

## Architecture et élément de base du prototype

## **II.1.Introduction**

Dans les systèmes techniques, de nombreuses grandeurs physiques (température, pression, intensité lumineuse, position, déplacement,...) sont à mesurer et à prendre. Il a fallu développer des organes techniques permettant l'acquisition de ces grandeurs physiques, la transformation et la transmission d'informations exploitables Aux unités de traitement. Cet organe est défini par le terme générique : CAPTEUR.

Le but de ce chapitre et de faire quelques expériences de mesure a caractère didactique à base d'une carte arduino et des différents types de capteurs.

## **II.2.Partie théorique**

### **II.2.1.Les logiciels utilisés**

#### II.2.1.1 ISIS (Intelligent Schématique Input System) :

Le logiciel ISIS de Proteus Professional est principalement connue pour l'édition de schémas électriques.

De plus, le logiciel permet également de simuler ces diagrammes, ce qui permet de détecter certaines erreurs dès la conception. Indirectement, les circuits électriques conçus avec ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la plupart des aspects graphiques des circuits. [12]

### **L'environnement de travail de PROTEUS**

Le lancement de PROTEUS donne un environnement classique de type Windows, constitué d'une fenêtre principale, et d'un ensemble de barres d'outils .

Outre le menu classique permettant la gestion des fichiers, de l'affichage, et des options des projets, la fenêtre principale comprend une Zone de travail destinée au développement des circuits à simuler et à tester.

Une Bibliothèque d'objets affiche la liste des objets (circuits électriques, électroniques,...) utilisés dans l' application en cours.

les différentes Touches magnéscope constituées des raccourcis permettant le lancement de la simulation, ainsi que la mise en pause, l'exécution pas a pas, et l'arrêt de la simulation. [12]

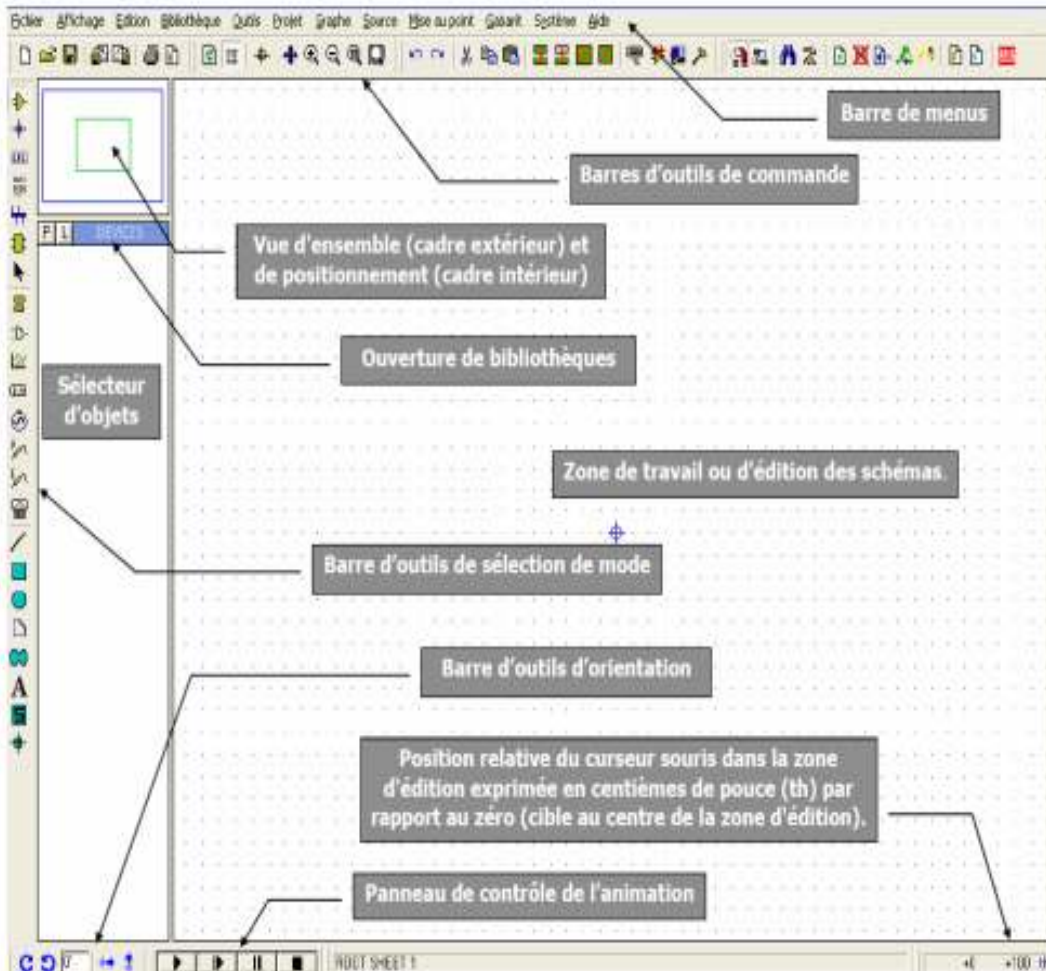


Figure II.1 l'interface Isis Proteus

### La barre d'outils principale

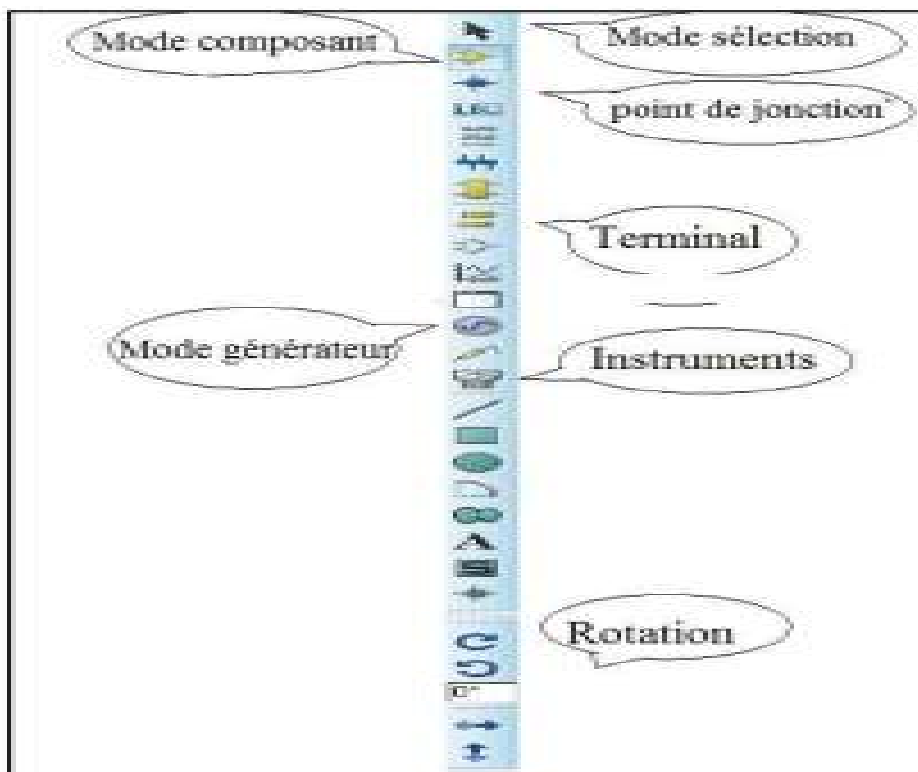


Figure II.2 La barre d'outils principale

-Component mode (Mode Composant), Un clic sur ce bouton puis( *Component from libraries*), permet l'ajout de différents composants

- Générateur Mode (Mode Générateur) permettant l'accès aux différents types de générateurs Instruments un raccourci permettant l'ajout des appareils de mesure tels que le voltmètre, l'ampèremètre, et l'oscilloscope.

-Terminal permettant d'ajouter des points particuliers dans un schéma tels que les entrées/sorties ou Gnd [12]

### **II.2.1.2.Arduino-IDE**

Arduino Software (IDE- Integrated Développement Environnement) est un programme spécial exécutable sur votre ordinateur qui vous permet d'écrire des esquisses pour la carte Arduino dans un langage simple qui écrit en java et basé sur le modèle du langage de traitement, contient un éditeur de texte pour l'écriture de code, une boîte de message, une console de texte, une barre d'outils avec des boutons pour les fonctions communes et une série de menus.

Il se connecte au matériel Arduino et Genuino pour télécharger des programmes et communiquer avec eux. [13]

- Basé sur C ++ sans 80% des instructions.
- Les programmes sont appelés "sketches".
- Les programmes nécessitent deux fonctions :
- void setup ()
- void loop ()

#### **void setup ()**

Tout ce que vous mettez dans cette fonction sera exécutée par l'Arduino une seule fois lorsque le programme démarre. [13]

#### **void loop ()**

Une fois l'Arduino se termine avec le code de la fonction setup (), il déplacer dans la fonction loop (), et il continuera à l'exécuter dans une boucle, encore et encore, jusqu'à ce que vous le réinitialisiez ou coupiez l'alimentation [13]

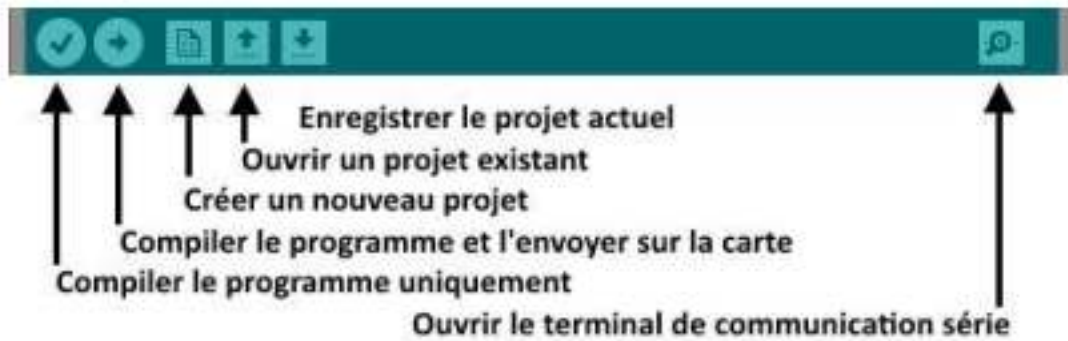


Figure II.3 barre de bouton Arduino IDE

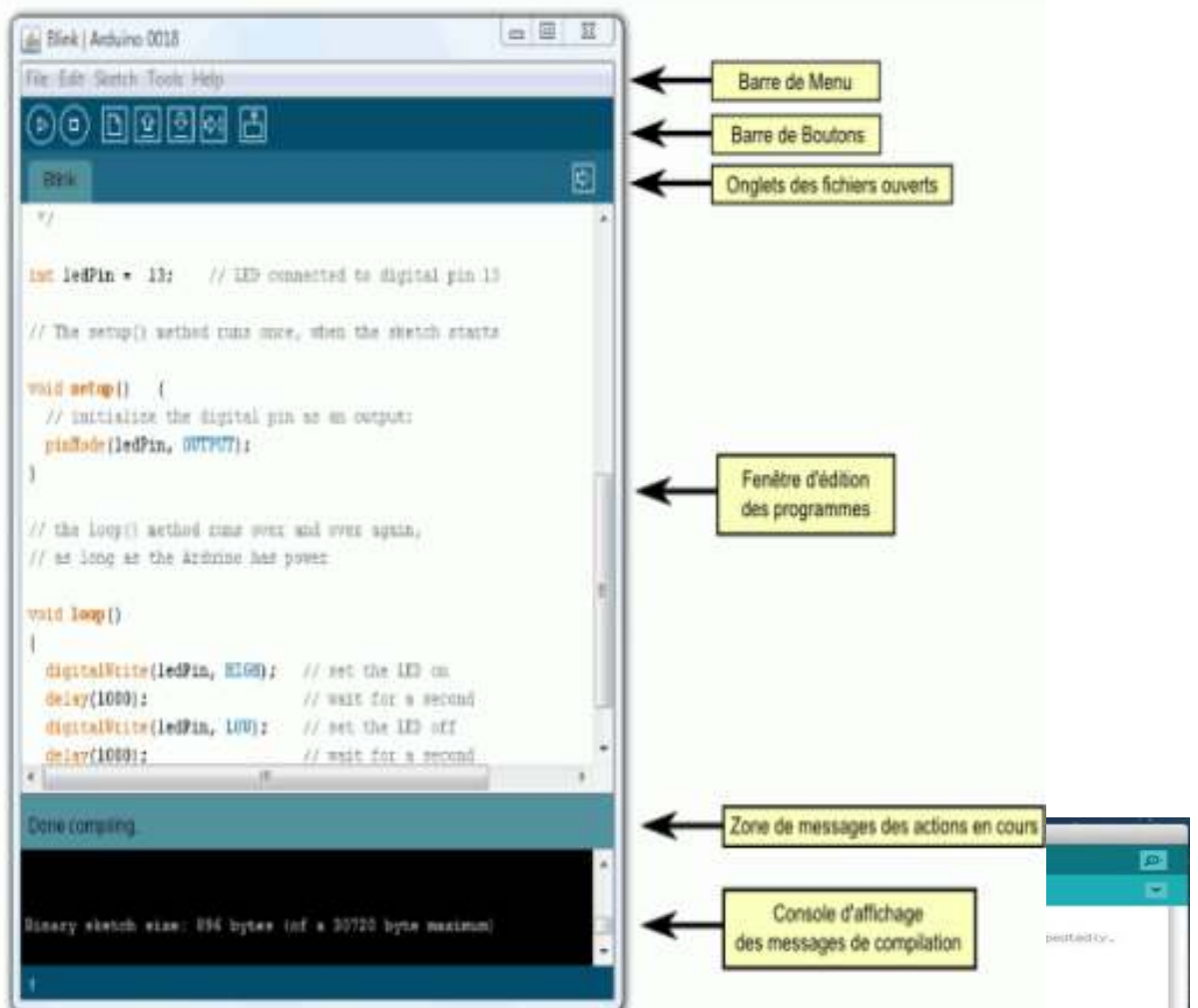


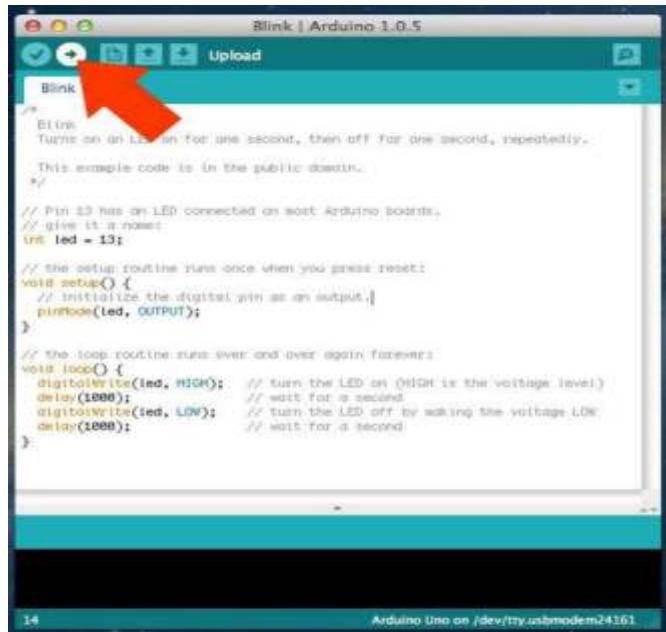
Figure II.4 interface Arduino IDE

### Téléverser un programme sur la carte Arduino

La connexion au le port série est signalé dans la fenêtre de code en bas à droite.



Chargement de code sur la carte  
Arduino à travers le  
Bouton Téléverser



Cela prendra quelques secondes, au cours de  
cette opération, vous voir que les LED RX et  
TX (recevoir et transmettre) clignotant



Si tout va réussir vous recevrez un message "Téléchargement terminé." dans la barre d'état et la LED L démarre clignotant



## II.2.2. Matériels utilisés :

La carte ARDUINO UNO



Figure II.5 La carte ARDUINO UNO

### II.2.2.1. Définition

La carte Arduino est un microcontrôleur *ATmega328* programmable permettant de faire fonctionner des composants (moteur, LED...). Elle possède des « Ports » permettant par exemple de se connecter à un ordinateur ou de s'alimenter. [10]

## II.2.2.2.Composition d'une carte Arduino UNO

Microcontrôleur

- 14 entrées/sorties (dont 6 fournissent la sortie PWM)
- 6 entrées analogiques
- Un cristal à 16 MHz
- Une connexion USB
- Une prise jack d'alimentation
- Un en-tête ICSP
- Une fonction reset.

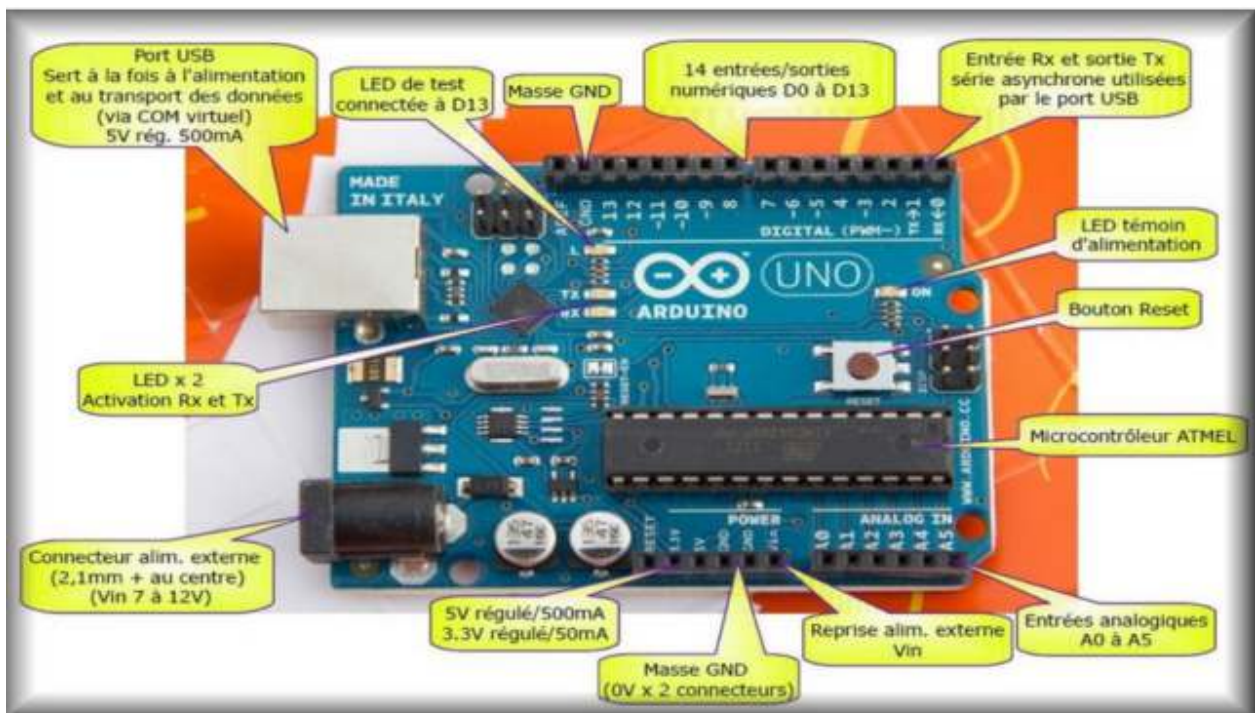


Figure II.6 composition ARDUINO UNO

## II.2.2.3.Caractéristiques techniques

- Microcontrôleur : ATmega328P,
- Tension : Tension de fonctionnement 5V, Tension d'entrée (recommandé) 7-12V, Tension d'entrée (limite) 6-20V
- E/S Numériques : Pins 14 (dont 6 fournissent la sortie PWM\*),
- E/S PWM Numérique : 6
- E/S Analogique : 6 Pins d'entrée analogique
- Courant : DC Courant par IO Pin 20 mA / Courant DC pour 3.3V 50 mA
- Mémoire : Mémoire flash 32 KB (ATmega328P) dont 0,5 KB utilisé par bootloader/ SRAM 2 KB (ATmega328P) EEPROM /1 KB (ATmega328P) Vitesse de l'horloge 16 MHz
- Taille : Longueur 68,6 mm / Largeur 53,4 mm / Poids 25 g [10]

#### II.2.2.4.Communication

Arduino a un certain nombre de moyens pour communiquer avec un ordinateur, une autre carte Arduino, ou autres microcontrôleurs. L'ATmega328 fournit UART TTL (5V) en communication série, disponible sur les broches numériques 0 (RX) et 1 (TX). [10]

#### II.2.2.5.PWM

En numérique, les signaux ont toujours une valeur LOW ou HIGH (0 ou 1). Le principe est de construire un signal alternativement LOW ou HIGH et de répéter cette alternance. [10]

### II.2.3.Afficheur LCD

#### II.2.3.1.Définition de LCD

Les afficheurs à cristaux liquides, autrement appelés afficheurs LCD (Liquid Crystal Display), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu (de 1 à 5 mA), sont relativement bons marchés et s'utilisent avec beaucoup de facilité.

Plusieurs afficheurs sont disponibles sur le marché et diffèrent les uns des autres, non seulement par leurs dimensions, (de 1 à 4 lignes de 6 à 80 caractères), mais aussi par leurs caractéristiques techniques et leur tension de service. Certains sont dotés d'un rétro éclairage de l'affichage. Cette fonction fait appel à des LED montées derrière l'écran du module, cependant, cet éclairage est gourmand en intensité (de 80 à 250 mA). [8]



Figure II.7 afficheurs LCD

#### II.2.3.2.Principe des cristaux liquides

L'afficheur est constitué de deux lames de verre, distantes de 20  $\mu\text{m}$  environ, sur lesquelles sont dessinées les mantisses formant les caractères. L'espace entre elles est rempli

de cristal liquide normalement réfléchissant (pour les modèles réfléchissants). L'application entre les deux faces d'une tension alternative basse fréquence de quelques volts (3 à 5 V) le rend absorbant. Les caractères apparaissent sombres sur fond clair. N'émettant pas de lumière, un afficheur à cristaux liquides réfléchitif ne peut être utilisé qu'avec un bon éclairage ambiant. Sa lisibilité augmente avec l'éclairage. Les modèles transmissifs fonctionnent différemment: normalement opaque au repos, le cristal liquide devient transparent lorsqu'il est excité; pour rendre un tel afficheur lisible, il est nécessaire de l'éclairer par l'arrière, comme c'est le cas pour les modèles rétroéclairés. [8]

### II.2.3.3. Brochage de LCD

**Tableau II.1: broche LCD**

Broche	Nom	Niveau	Fonction
1	Vss	-	Masse
2	Vdd	-	Alimentation positive +5V
3	Vo	0-5V	Cette tension permet, en la faisant varier entre 0 et +5V, le réglage du contraste de l'afficheur.
4	RS	TTL	Selection du registre (Register Select) Grâce à cette broche, l'afficheur est capable de faire la différence entre une commande et une donnée. Un niveau bas indique une commande et un niveau haut indique une donnée.
5	R/W	TTL	Lecture ou écriture (Read/Write) L : Écriture H : Lecture
6	E	TTL	Entrée de validation (Enable) active sur front descendant. Le niveau haut doit être maintenue pendant au moins 450 ns à l'état haut.
7	D0	TTL	Bus de données bidirectionnel 3 états (haute impédance lorsque E=0)
8	D1	TTL	
9	D2	TTL	

10	D3	TTL	
11	D4	TTL	
12	D5	TTL	
13	D6	TTL	
14	D7	TTL	
15	A	-	Anode rétroéclairage (+5V)
16	K	-	Cathode rétroéclairage (masse)

Les broches 15 et 16 ne sont présentes que sur les afficheurs LCD avec retro éclairage.

Les connexions à réaliser sont simples puisque l'afficheur LCD dispose de peu de broches. Il faut évidemment, l'alimenter, le connecter à un bus de donnée (4 ou 8 bits), et connecter les broches E, R/W et RS.

#### **II.2.3.4.La mémoire de LCD**

L'afficheur possède deux types de mémoire, la DD RAM et la CG RAM. La DD RAM est la mémoire d'affichage et la CG RAM est la mémoire du générateur de caractères.

#### **La mémoire d'affichage (DD RAM)**

La DD RAM est la mémoire qui stocke les caractères actuellement affiché à l'écran. Pour un afficheur de 2 lignes de 16 caractères, les adresses sont définies de la façon suivante :

**Tableau II.2: adresse DDRAM**

Ligne	Visible	Invisible
Haut	00H.....0FH	10H.....27H
Bas	40H.....4FH	50H.....67H

L'adresse 00H correspond à la ligne du haut à gauche, 0FH à droite. L'adresse 40H correspond à la ligne du bas à gauche, 4FH à droite. La zone invisible correspond à la mémoire de l'afficheur (48 caractères). Lorsqu'un caractère est inscrit à l'adresse 27H, le caractère suivant apparaît à la ligne suivante. [8]

### **La mémoire du générateur de caractères (CG RAM)**

Le générateur de caractère est quelque chose de très utile. Il permet la création d'un maximum de 8 caractères ou symboles 5x7. Une fois les nouveaux caractères chargés en mémoire, il est possible d'y accéder comme s'il s'agissait de caractères classiques stockés en ROM.

La CG RAM utilise des mots de 8 bits de large, mais seul les 5 bits de poids faible apparaissent sur le LCD. Ainsi D4 représente le point le plus à gauche et D0 le point le plus à droite. Par exemple, charger un octet de la CG RAM à 1Fh fait apparaître tous les points de cette rangée ; charger un octet à 00h éteint tous ces points. Les 8 lignes d'un caractère doivent être chargées dans la CG RAM.

La CG RAM peut être utilisée pour créer des caractères en vidéo inversée, des caractères avec des accents, etc. La limitation d'un total de 8 caractères peut être contournée en utilisant une bibliothèque de 8 symboles résidant dans le système hôte. Un maximum de 8 caractères peut être affiché à la fois.

La CG RAM peut être rechargée périodiquement en fonction des besoins. Si un caractère de la CG RAM qui est actuellement sur l'afficheur est changé, alors le changement est immédiatement apparent sur l'afficheur. [8]

### II.2.3.5. Commande d'un afficheur LCD

#### Mode 8 bits :

Dans ce mode 8 bits, les données sont envoyées à l'afficheur sur les broches D0 à D7. On place la ligne RS à 0 ou à 1 selon que l'on désire transmettre une commande ou une donnée. Il faut aussi placer la ligne R/W à 0 pour indiquer à l'afficheur que l'on désire effectuer une écriture. Il reste à envoyer une impulsion d'au moins 450 ns sur l'entrée E, pour indiquer que des données valides sont présentes sur les broches D0 à D7. L'afficheur lira la donnée sur le front descendant de cette entrée.

Si on désire au contraire effectuer une lecture, la procédure est identique, mais on place cette fois la ligne R/W à 1 pour demander une lecture. Les données seront valide sur les lignes D0 à D7 lors de l'état haut de la ligne E. [8]

#### Mode 4 bits :

Il peut, dans certains cas, être nécessaire de diminuer le nombre de fils utilisés pour commander l'afficheur, comme, par exemple lorsqu'on dispose de très peu de broches d'entrées sorties disponibles sur un microcontrôleur. Dans ce cas, on peut utiliser le mode quatre bits de l'afficheur LCD. Dans ce mode, seuls les 4 bits de poids fort (D4 à D7) de l'afficheur sont utilisées pour transmettre les données et les lire. Les 4 bits de poids faible (D0 à D3) sont alors connectés à la masse. On a donc besoin, hors alimentation de sept fils pour commander l'afficheur. Les données sont alors écrites ou lues en envoyant séquentiellement les quatre bits de poids fort suivi des quatre bits de poids faible. Une impulsion positive d'au moins 450 ns doit être envoyée sur la ligne E pour valider chaque demi-octet ou nibble.

Alors utiliser des temporisations après chaque écriture sur l'afficheur. On perd alors un peu en temps d'affichage, mais on gagne une broche d'entrée sortie. [8]

## II.2.4.I2C\_LCD

I2C\_LCD est un module d'affichage facile à utiliser, il peut faciliter l'affichage. Son utilisation peut réduire la difficulté de fabrication, de sorte que les fabricants puissent se concentrer sur le cœur du travail.

La bibliothèque Arduino est développée pour I2C\_LCD, l'utilisateur n'a besoin que de quelques lignes de code pour réaliser des graphiques complexes et des fonctionnalités d'affichage de texte. Il peut remplacer le moniteur série d'Arduino à un endroit donné, vous pouvez obtenir des informations en cours d'exécution sans ordinateur. Plus que cela, ils ont développé également le logiciel de conversion de données d'images dédié (convertisseur de bitmap) qui est maintenant disponible pour supporter la plate-forme PC de Windows, Linux, Mac OS. Grâce au logiciel de conversion bitmap, vous pouvez afficher votre image préférée sur I2C\_LCD, sans nécessiter de programmation complexe [9].

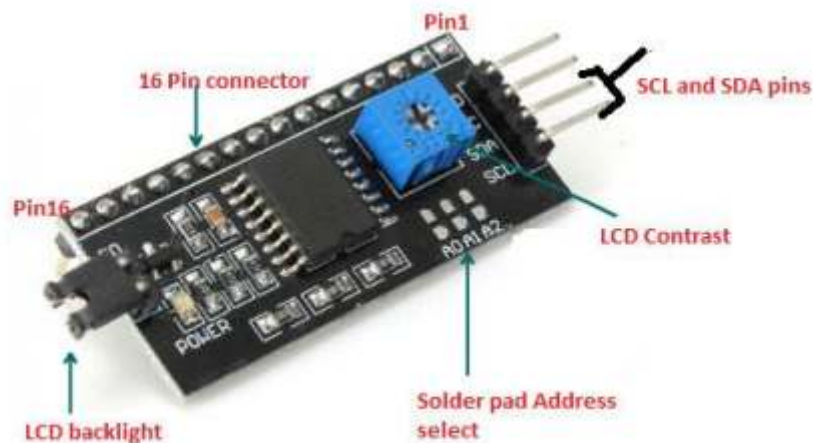


Figure III.8 Configuration des pines I2C .

### II.2.4.1.Les caractéristique de LCD I2C

Seules 2 broches Arduino sont occupées (utilisez l'interface I2C).

Compatible avec plusieurs niveaux de logique de communication: 2,8 ~ 5VDC.

Intégrez 7 tailles de polices ASCII, 5 fonctions graphiques.

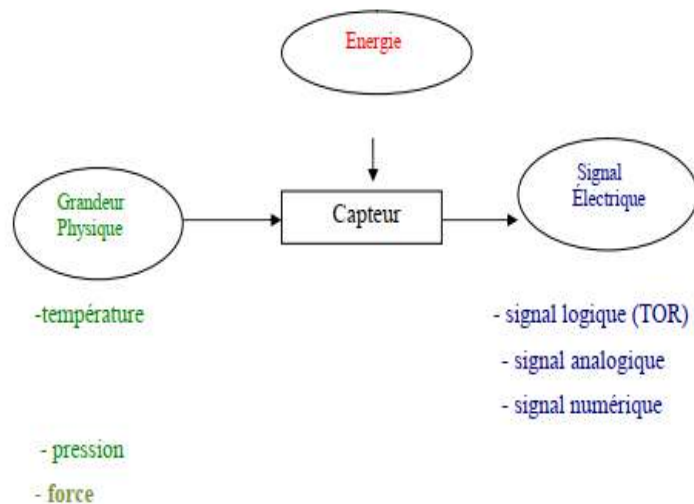
Supporte la modification d'adresse de périphérique.

Lors du débogage du code, il peut remplacer le moniteur série pour surveiller l'état d'exécution du programme.

## II.2.5. Les capteurs

### II.2.5.1. Définition d'un capteur

Un capteur est un dispositif de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande [11]



**Figure II.9 Principe de fonctionnement d'un capteur**

Un capteur n'est jamais parfait, il convient de connaître avec la plus grande précision possible son état d'imperfection. De plus, il faut prendre en compte la perturbation apportée au système par la mesure.

Le concepteur d'une chaîne instrumentale aura donc des choix à opérer. [11]

### II.2.5.2. Différent type des capteurs

#### Capteur analogique

Les capteurs analogiques servent à transformer une grandeur physique en un autre type de variation d'impédance, de capacité, d'inductance ou de tension. [11]

#### Capteur logique

Le signal ne comporte que deux états ou valeurs possibles. La transition correspond au franchissement d'un seuil de la part du mesurande. Ces capteurs de type tout ou rien portent le nom de détecteurs. [11]

#### Capteur numérique

Le signal élaboré par le capteur, est directement codé sous une forme numérique ausein même du capteur. [11]

#### Capteur actif

Source qui produit un signal électrique traduisant le mesurande aussi fidèlement que possible. La sortie "s" est une: • charge • tension • courant b) [11]

## Capteur passif

Impédance dont la variation traduit le mesurande et qui est mesurable que par un circuit approprié (conditionneur) alimenté par une source extérieure. La sortie "s" est une: • résistance • inductance • capacité[11]

### II.2.5.3. Structure interne d'un capteur

Généralement un capteur est constitué d'un corps d'épreuve et d'un capteur actif ou passif. Les parties constitutives d'un capteur sont les suivantes

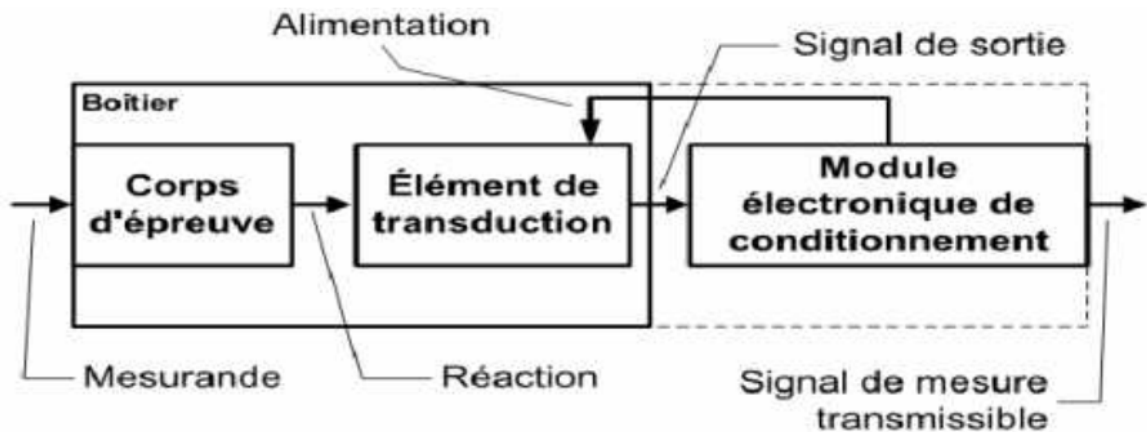


Figure II.10 Structure interne d'un capteur

#### Corps d'épreuve

– Réagit sélectivement à la grandeur à mesurer en fournissant une grandeur mesurable proportionnelle

#### Élément de transduction (détecteur)

– Transforme la réaction du corps d'épreuve en un signal compatible

#### Module de conditionnement

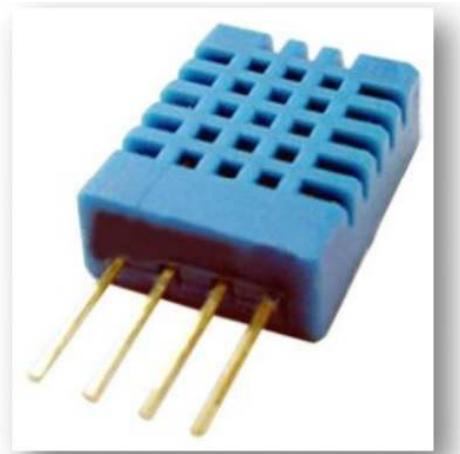
– Lorsque nécessaire, permet l'alimentation de l'élément de transduction (élément passif)

– Assure une mise en forme appropriée du signal de sortie

– Transmet le signal de mesure [7]

### III.2.5.4. capteur utilisé

**Capteur de température humidité DH11 :**



**Figure II.11 capteur DHT 11**

#### **II.2.5.4.1.Définition**

Le capteur DHT11 comprend un capteur de température et d'humidité Complexe avec une sortie de signal numérique calibré. En utilisant l'acquisition de signal numérique exclusive technique et technologie de détection de la température et de l'humidité, il assure une grande fiabilité et excellente stabilité à long terme. [7]

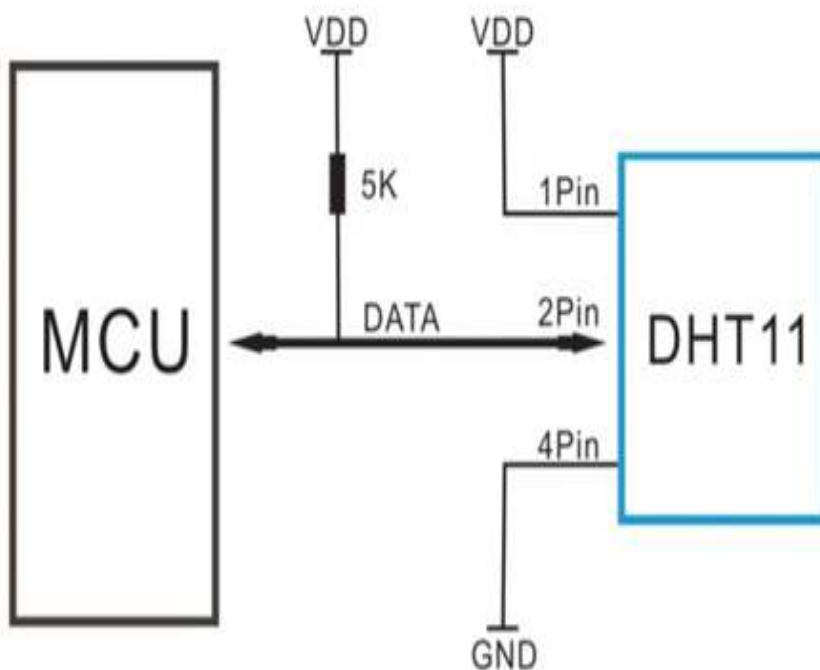
#### **II.2.5.4.2.Les caractéristiques DHT11**

**Tableau II.3: caractéristiques dht11**

Humidité (relative %)	20 ~ 80%
Précision (humidité)	+/- 5%
Température	0 ~ +50°C

Précision (température)	+/- 2°C
Fréquence mesure max	1Hz (1 mesure par seconde)
Tension d'alimentation	3 ~ 5 volts
Stabilité à long terme	+/- 1% par an

#### II.2.5.4.3. Branchement de DHT11 :



**Figure II.12 Branchement de DHT11**

- La broche n°1 est la broche d'alimentation (5 volts ou 3.3 volts).
- La broche n°2 est la broche de communication.

- La broche n°3 n'est pas utilisée et ne doit pas être câblée.
- La broche n°4 est la masse du capteur (GND).

#### II.2.5.4.4.Principe de fonctionnement de DHT 11

le MCU envoie un signal de démarrage, de 1ms de 0v et 20 us de 5 v a le dht11 et attendre sa réponse

le dht11 reprendre par un signal de 80us de 0v et 80us de 5v

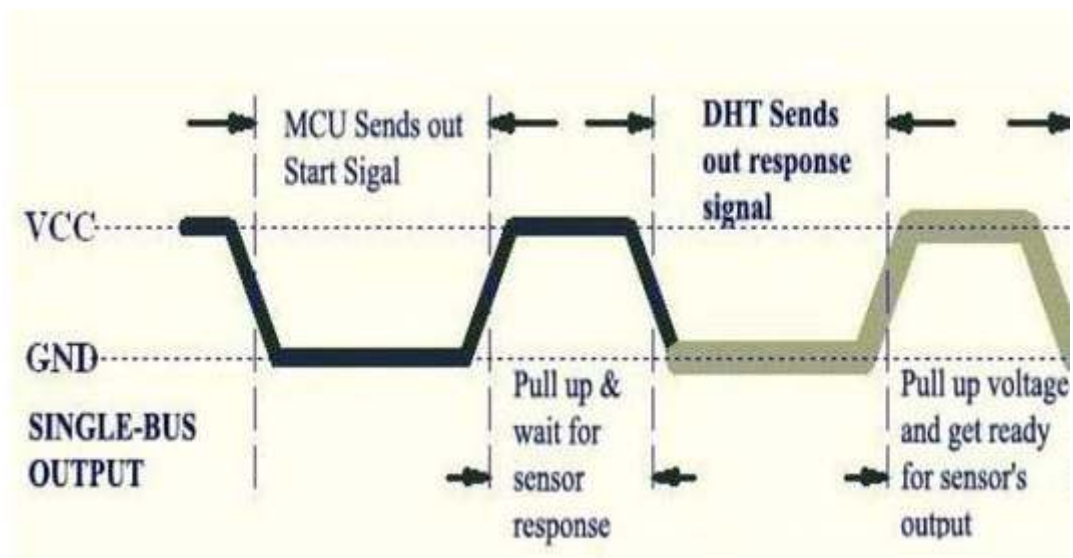


Figure II.13 signale start DHT 11

Après cette étape le dht11 commence a envoie des donnes ce forme de trame de 40 bits binaire.

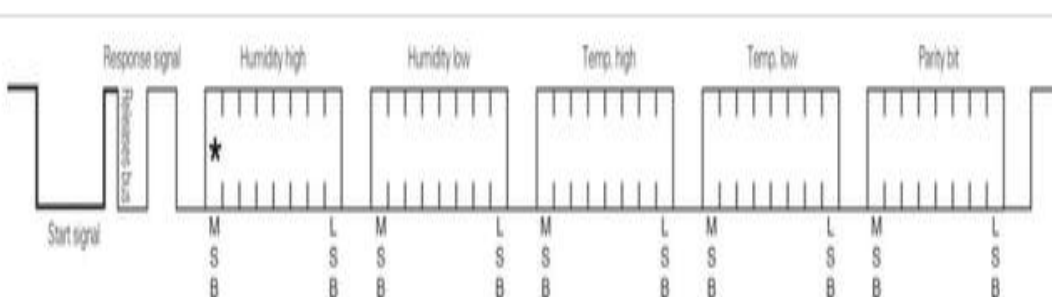


Figure II.14 Tram de données DHT11

Les premiers16 bits présentant humidité on binaire

Les deuxièmes 16 bits présentant la température on binaire

Les 8 derniers bits représentant les bits de parité :

Les bits d'humidité + Les bits de température

### II.2.5.5. Le capteur ULTRASON HC-SR04



Figure III.15 Capteur Ultrason HC-SR04

#### II.2.5.5. 1. Définition de HC-SR04

Le capteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet. Il offre une excellente plage de détection sans contact, avec des mesures de haute précision et stables. Son fonctionnement n'est pas influencé par la lumière du soleil ou des matériaux sombres, bien que des matériaux comme les vêtements puissent être difficiles à détecter [8]

#### II.2.5.5. 2. les caractéristiques HC-SR04

Tableau II.4: caractéristiques HC-SR04

Tension d'alimentation	4.5 - 5.5 V
Courant de repos	1.5 - 2.5 mA
Courant de fonctionnement	10 - 20 mA
Fréquence des ultrasons	40 – kHz
Dimensions	45 mm x 20 mm x 15 mm
Plage de mesure	2 cm à 400 cm
Résolution de la mesure	0.3 cm
Angle de mesure efficace	15 °

### II.2.5.5. 3. Branchement de HC-SR04

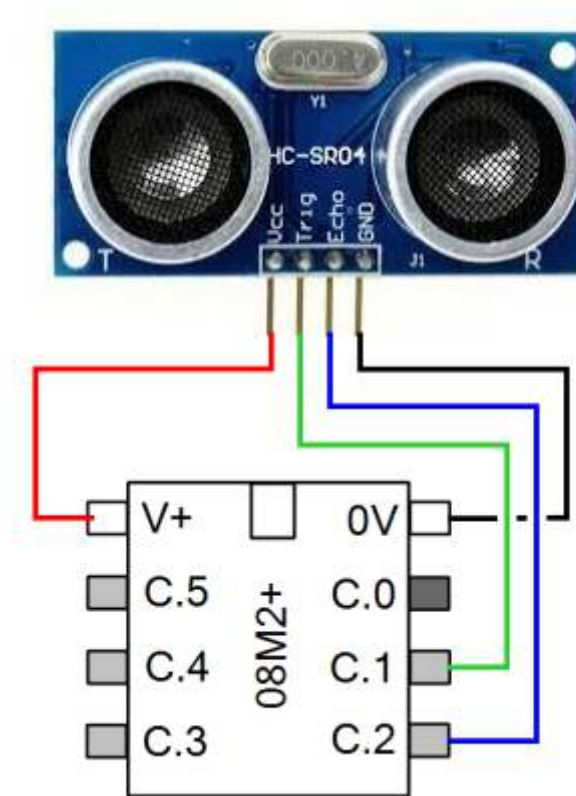


Figure II.16 Branchement de HC-SR04

- Vcc = Alimentation +5 V DC
- Trig = Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input)
- Echo = Sortie de mesure donnée en écho (Echo output)
- ) • GND = Masse de l'alimentation

### II.2.5.5. 4. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement du capteur est entièrement basé sur [la vitesse du son](#).

1. On envoie une impulsion **HIGH** de  $10\mu\text{s}$  sur la broche **TRIGGER** du capteur.
2. Le capteur envoie alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40KHz (inaudible pour l'être humain, c'est quand plus agréable qu'un biiiiiiiip).
3. Les ultrasons se propagent dans l'air jusqu'à toucher un obstacle et retournent dans l'autre sens vers le capteur.
4. Le capteur détecte l'écho et clôture la prise de mesure.

Le signal sur la broche **ECHO** du capteur reste à **HIGH** durant les étapes 3 et 4, ce qui permet de mesurer la durée de l'aller-retour des ultrasons et donc de déterminer la distance. [8]

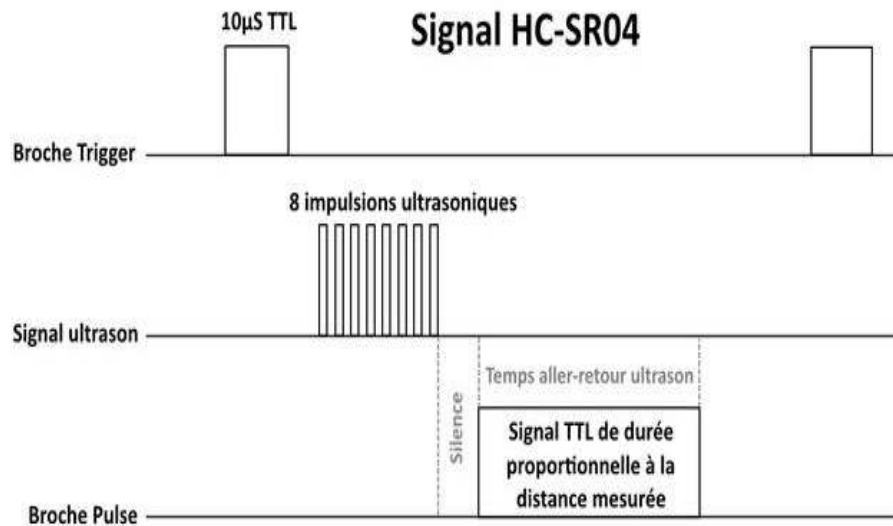


Figure II.17 principes de fonctionnement de HC-SR04

### III.2.5.6.Capteur débit d'eau YF-S201

#### III.2.5.6.1.Définition de YF-S201

Le capteur de débit d'eau se compose d'un corps de vanne en plastique, d'un rotor à eau et d'un capteur à effet Hall. Lorsque l'eau s'écoule à travers le rotor, le rotor roule. Sa vitesse change avec différents débits. Grâce a ce capteur on peut mesurer le debit de l'eau [9]



Figure II.18 capteur YF-S201

## II.2.5.6.2. Les caractéristiques du capteur YF-S201

**Tableau II.5: Caractéristiques YF-S201**

Type de capteur	effet Hall
Tension de fonctionnement	5 à 18 V CC (tension de fonctionnement minimale testée 4,5 V)
Consommation de courant max	15mA @ 5V
Type de sortie	5V TTL
Débit de travail	1 à 30 litres / minute
Plage de température de travail	: -25 à + 80 °C
Plage d'humidité de travail	35% -80% HR
Précision:	10%
Pression d'eau maximale	2,0 MPa
Temps de montée en sortie	0,04us
Temps de chute de sortie	: 0,18us
Caractéristiques d'impulsion de débit	Fréquence (Hz) = 7,5 * Débit (L / min)
Impulsions par litre	: 450
Durabilité	minimum 300 000 cycles

### II.2.5.6.3. Branchement de YF-S201

Fil rouge : VCC

Fil noir : GND

Fil jaune : sortie d'impulsion

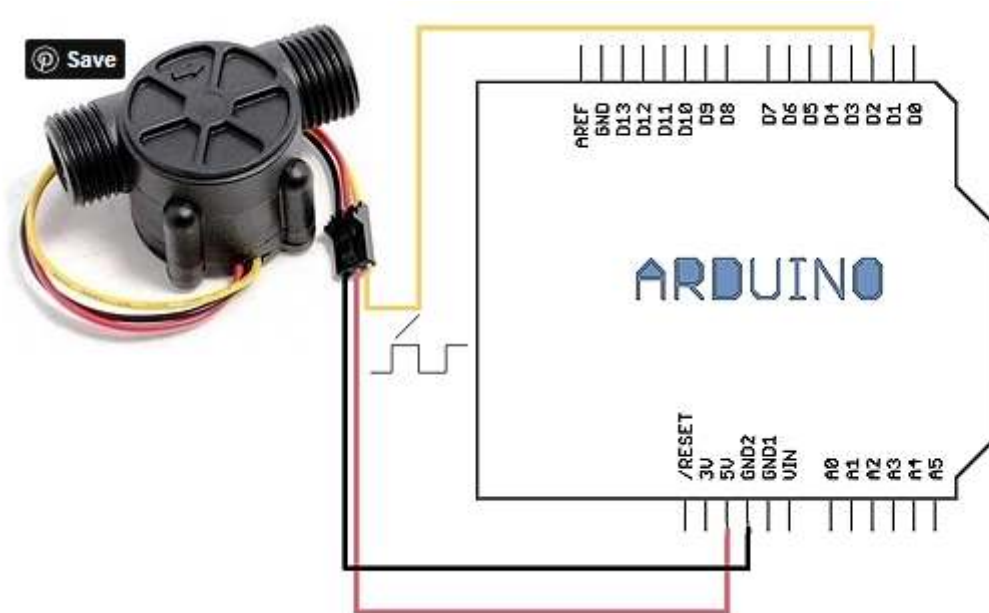
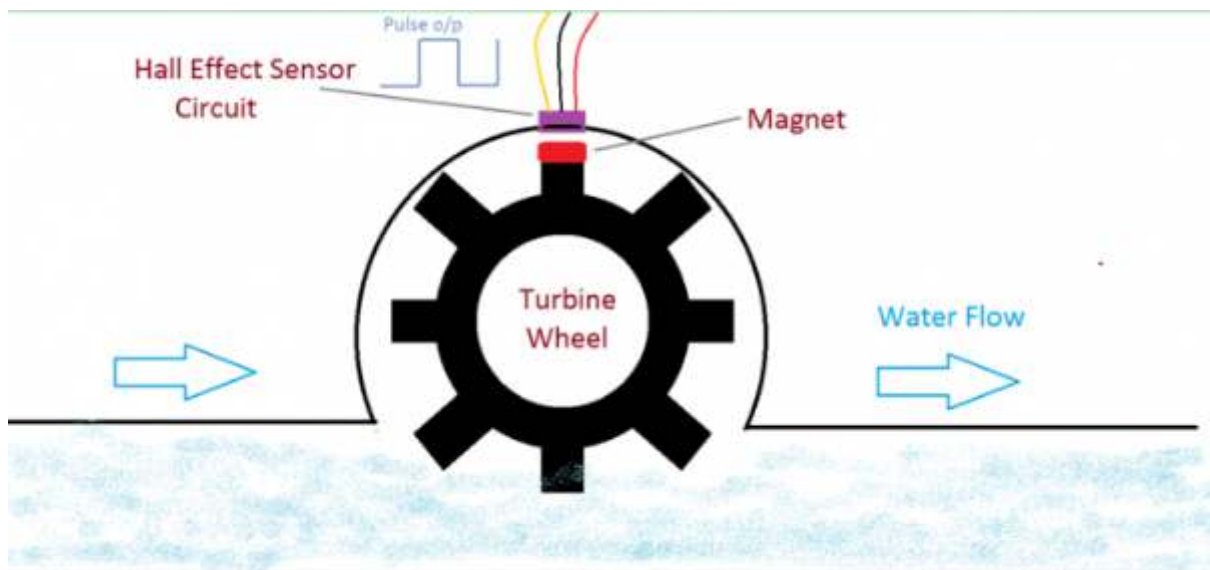


Figure II.19 Branchement de YF-S201

### II.2.5.6.4. Principe du fonctionnement

Le capteur de débit d'eau pour la mesure du débit et du volume à l'aide d'Arduino fonctionne sur le principe de l'effet Hall. Selon l'effet Hall, une différence de tension est induite dans un conducteur transversal au courant électrique et au champ magnétique perpendiculaire à celui-ci. Ici, l'effet Hall est utilisé dans le débitmètre à l'aide d'un petit rotor en forme de ventilateur, qui est placé sur le chemin du liquide qui coule.

Le liquide pousse contre les ailettes du rotor, le faisant tourner. L'arbre du rotor est relié à un capteur à effet Hall. Il s'agit d'un arrangement d'une bobine de courant et d'un aimant connecté à l'arbre du rotor, donc une tension / impulsion est induite lorsque ce rotor tourne. Dans ce débitmètre, pour chaque litre de liquide qui le traverse par minute, il délivre environ 4,5 impulsions. Cela est dû au changement de champ magnétique provoqué par l'aimant fixé à l'arbre du rotor. Nous mesurons le nombre d'impulsions à l'aide d'un Arduino, puis calculons le débit en litres par heure (L / h) et le volume total en litres en utilisant une formule de conversion simple [9]



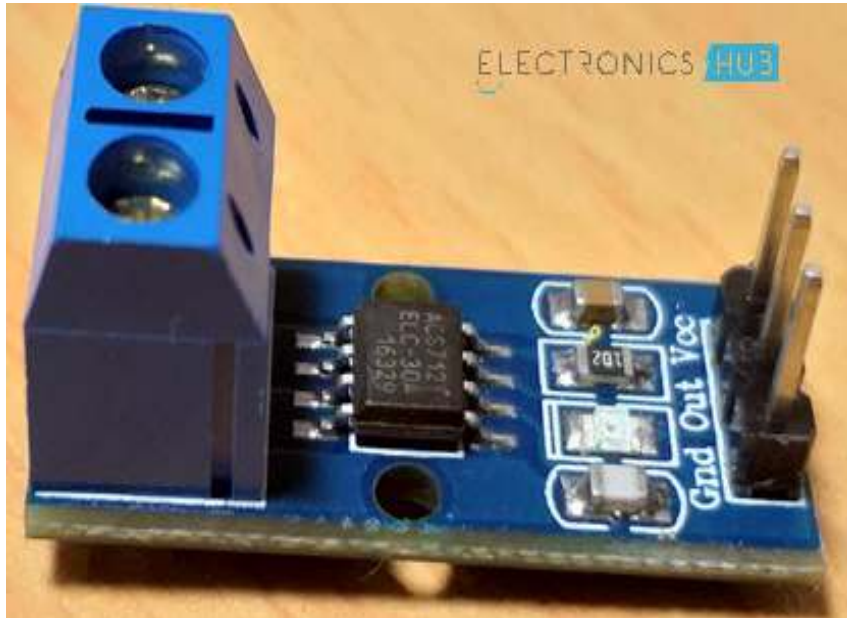
**Figure II.20 principes de fonctionnement de YF-S201**

## **II.2.5.7. Capteur de courant ACS712**

### **II.2.5.7.1. Définition capteur ACS712**

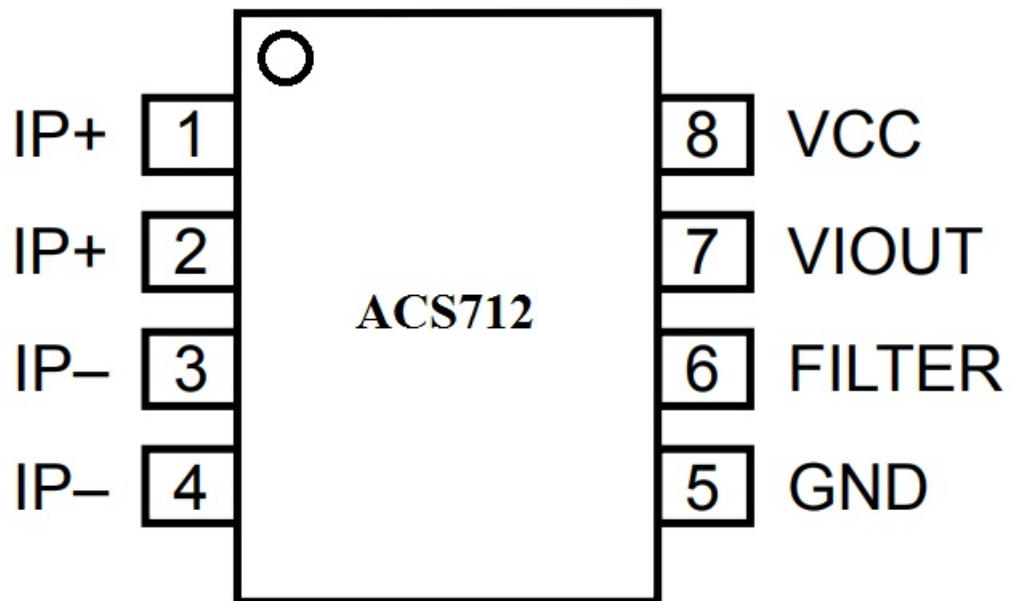
Le capteur de courant ACS712 est un produit d'Allegro MicroSystems qui peut être utilisé pour mesurer avec précision les courants alternatifs et continus. Ce capteur est basé sur l'effet Hall et le circuit intégré a un dispositif d'effet Hall intégré.

la sortie du capteur de courant ACS712, il produit une tension analogique proportionnelle aux courants alternatifs ou continus [9]



**Figure II.21 capteur ACS712**

Le circuit intégré ACS712 est disponible dans un boîtier SOIC à 8 dérivations et l'image suivante montre son schéma de broches.



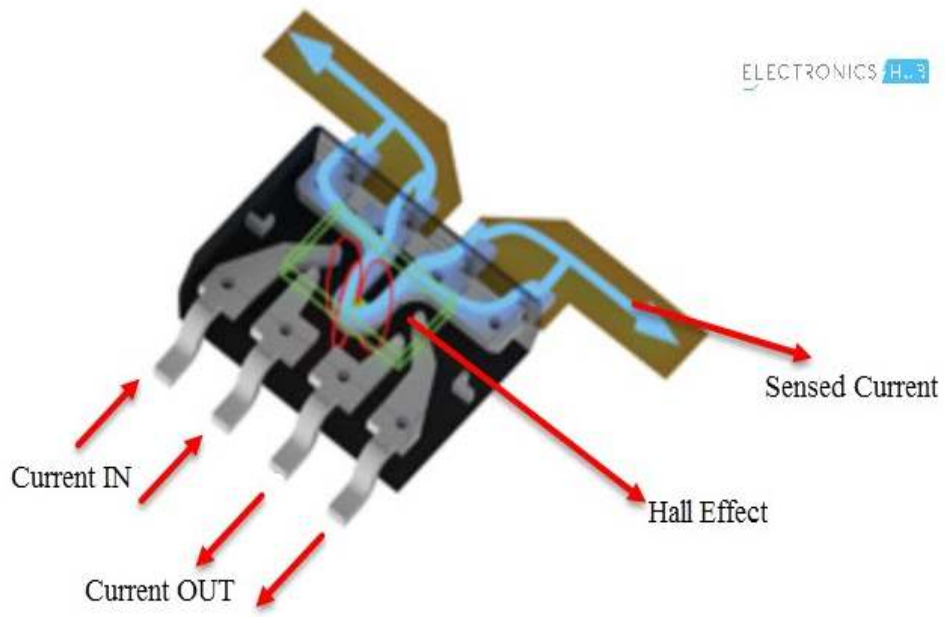
**Figure II.22 Configuration des pines ACS712**

**Tableau I.6: Configuration des pines ACS712**

Le numéro de pin	Le nom de pin	Le rôle de pin
1,2	IP+	Pour détecte le courant
3,4	IP-	Pour détecte le courant
5	GND	La masse
6	FILTER	Condensateur externe (pour définir la bande passante)
7	VIOUT	Sortie analogique
8	VCC	Alimentation

#### **II.2.5.7.2.Principe de fonctionnement**

Comme mentionné précédemment, l'ASC712 est basé sur l'effet Hall. Une bande de cuivre relie les broches IP + et IP en interne. Lorsqu'un courant circule dans ce conducteur en cuivre, un champ magnétique est généré qui est détecté par le capteur à effet Hall. Le capteur à effet Hall convertit ensuite ce champ magnétique en tension appropriée. Dans cette méthode, l'entrée et la sortie sont complètement Isolées. [9]



**Figure II.23 principes de fonctionnement de ACS712**

# CHAPITRE III

## Conception et réalisation du prototype

### III.3.partie pratique

#### III.3.1.DHT11

##### Partie I :

#### III.3.1.2.Introduction

Savoir mesurer la température et l'humidité d'une zone est une information très utile, en particulier pour prédire la météo ou pour stocker du matériel et des aliments dans de bonnes conditions.

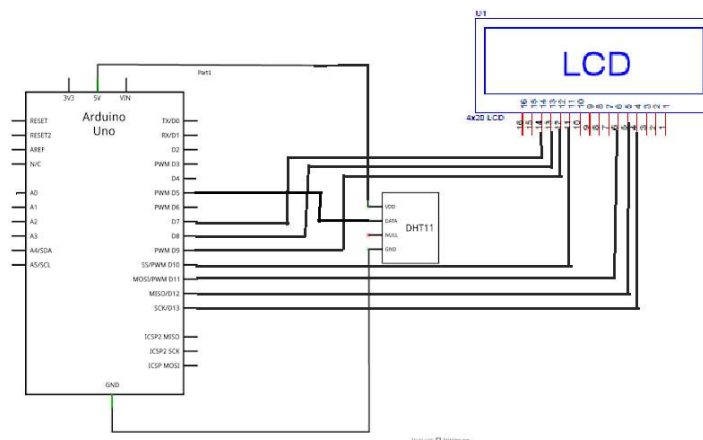
Se pose donc la question suivante : comment mesurer (simplement) à la fois la température et l'humidité d'une pièce ou d'un contenant avec une carte Arduino

#### III.3.1.3..Objectif

- Familiarisation avec l'outil de développement Arduino IDE
- Familiarisation avec l'outil de simulation Proteus design suite
- mesurer la température et l'humidité dans l'air à l'aide d'un capteur DHT 11
- Familiarisation AVEC Le DHT 11

#### III.3.1.4..manipulation

- Réaliser le circuit suivant sur Proteus:



- Quelle genre de carte arduino utiliser
- Quels sont les différents types de ce capteur
- Citer d'autres modèles de ce capteur
- Réaliser ce schéma et ajouté a LCD un dispositif qui permet de, diminuer le nombre de fil.

## Partie II

### III.3.1.5..Simulation avec isis protues

-Avant de réaliser ce schéma il faut installer les bibliothèques de l'arduino et de DHT11 sur isis protues

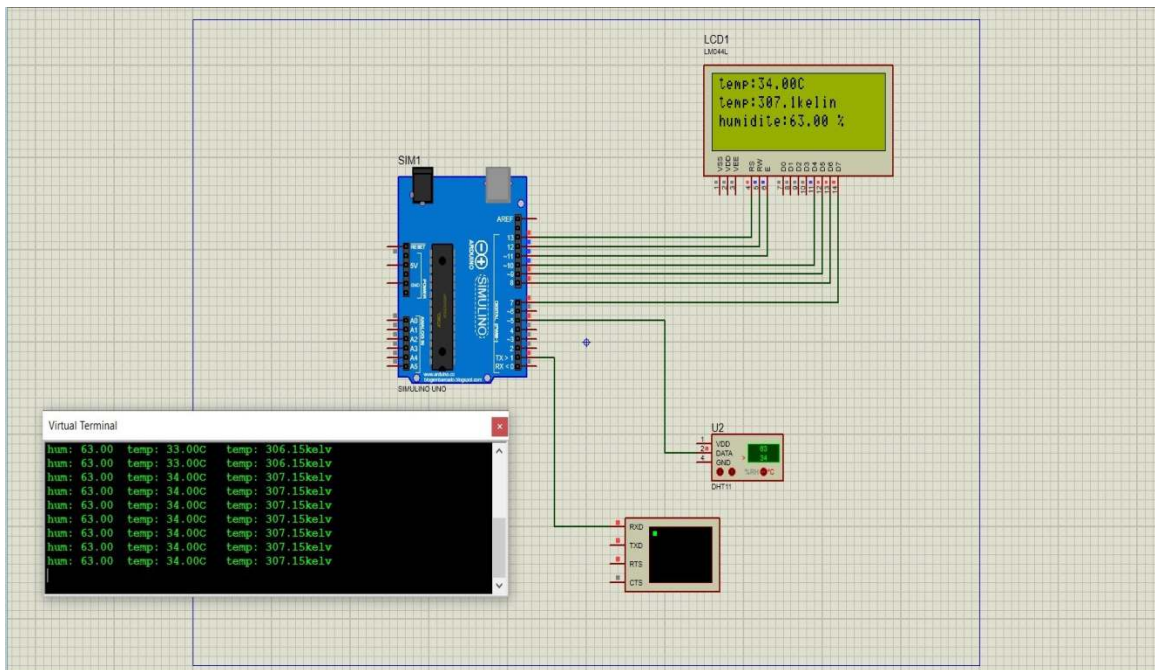


Figure III.1.2 schéma ISIS PROTEUSE DHT11

### III.3.1.6..Code de fonctionnement

```
// LCD :
#include <Wire.h>// bibliothèque de LCD I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20, 4);// initialisation de LCD

// DHT :
#include <Adafruit_Sensor.h>// bibliothèque de DHT 11
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
#define DHTPIN A0// initialisation de DHT11
#define DHTTYPE DHT11
DHT_Unified dht(DHTPIN, DHTTYPE);
float temperature; float humidity;float kelv;
uint8_t Deg[8] = {0x00, 0x06, 0x09, 0x09, 0x06, 0x00, 0x00, 0x00};
// pour afficher caractère ° 'degre'
void setup() {

    delay(1000);
    lcd.begin(); lcd.backlight(); lcd.createChar(0, Deg); lcd.home(); lcd.clear();

    dht.begin();
}

void loop() {
    sensors_event_t event;
    dht.temperature().getEvent(&event);
    temperature = event.temperature;
    kelv=temperature+273,15;// la temperature en kelvin

    dht.humidity().getEvent(&event);
    humidity = event.relative_humidity;

//l'affichage sur afficher LCD
    lcd.setCursor(1, 0); lcd.print("TEMPERATURE DEGRE"); lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print(temperature); lcd.write(0); lcd.print("C ");
    lcd.setCursor(1, 2); lcd.print("HUMIDITE "); lcd.setCursor(8, 3);
    lcd.print(humidity); lcd.print("% ");
    delay(2000);
```

```

lcd.setCursor(1, 0); lcd.print("TEMPERATURE KELVIN"); lcd.setCursor(8, 1);
lcd.print(kelv); lcd.print(" k");
lcd.setCursor(1, 2); lcd.print("HUMIDITE "); lcd.setCursor(8, 3);
lcd.print(humidity); lcd.print("% ");
// affichage sur pc
Serial.print ("TEMPERATURE DEGRE: ");Serial.print (temperature);Serial.print ("°C" );
Serial.println ("TEMPERATURE KELVIN "); Serial.print (kelv);Serial.print (" k");
Serial.println ("HUMIDITE ");Serial.print(humidity);Serial.print ("% ");
    delay(2000);
    lcd.clear();
}

```

-il faut installer la bibliothèque de DHT11 sur Arduino IDE

### III.3.1.7. Matériels utiliser

- Arduino uno
  - LCD
  - LCD I2C
  - DHT11
  - Plaque d'essai fils pour le montage
- 
- La carte arduino utilisé : arduino uno
  - les différents types de ce capteur : les sondes RTD, les thermistances et les thermocouples
  - d'autres modèles de ce capteur :
    - DHT22
    - DHT21

### III.3.1.8. Branchement du montage

En branche LCD avec LCD I2C

Tous les pins de I2C avec les pins de LCD comme la figure ci-dessus

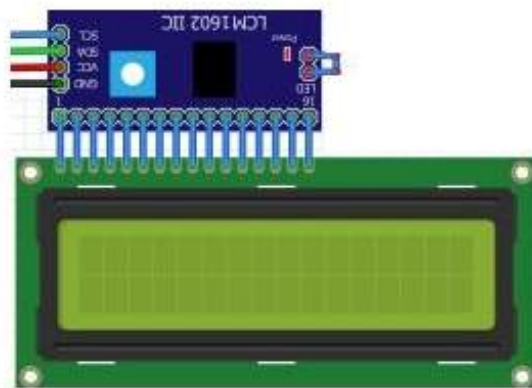


Figure III.1.3 LCD+I2C

On branche

- GND DE I2C et DHT11 avec GND de arduino
- VCC de I2C et DHT11 avec 5V de arduino
- data de DHT 11 avec A0 de arduino
- SDA de I2C avec A4 de arduino
- SCL de I2C avec A5 de arduino

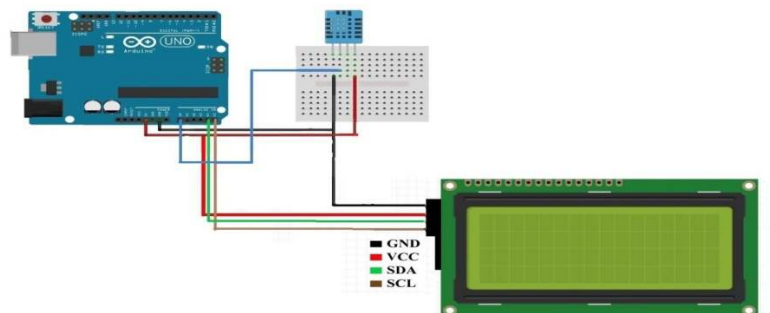


Figure III.1.4 schéma de Branchement de DHT11

### III.3.1.9. La réalisation finale du montage

On charge le programme précédent sur la carte Arduino

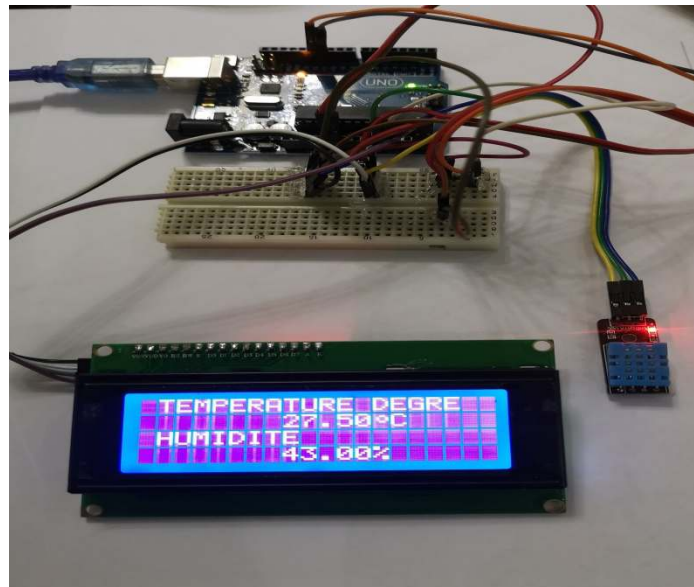


Figure III.1.5 Résultat finale en degré Celsius

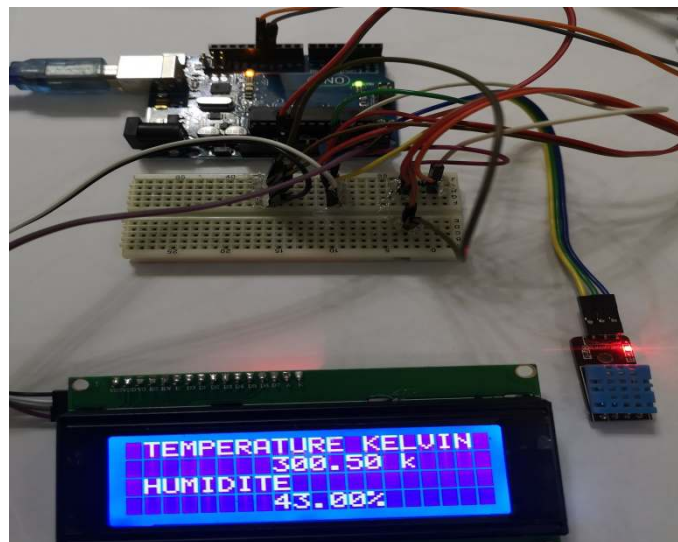


Figure III.1.6 Resultat finale en KELVIN

## III.3.2.ULTRASON HC-RS04

### Partie I

#### III.3.2.1.Introduction :

La recherche du maximum d'information sur l'environnement est une quête perpétuelle. Parmi ces informations, la mesure de distance est fondamentale.

Les capteurs à ultrasons sont particulièrement polyvalents. Qu'il s'agisse de détection de position, de mesure de distance ou de détection de supports solides, de liquide ou de poudre,

#### III.3.2.1objectif

- Mesurer la distance d'un point à l'aide d'un capteur HC-SR04.
- Familiarisation avec l'outil de développement arduino IDE
- Familiarisation avec l'outil de simulation Proteus design suite
- Familiarisation avec l'ultrason

#### III.3.2.2.Manipulation

Réaliser le schéma suivant

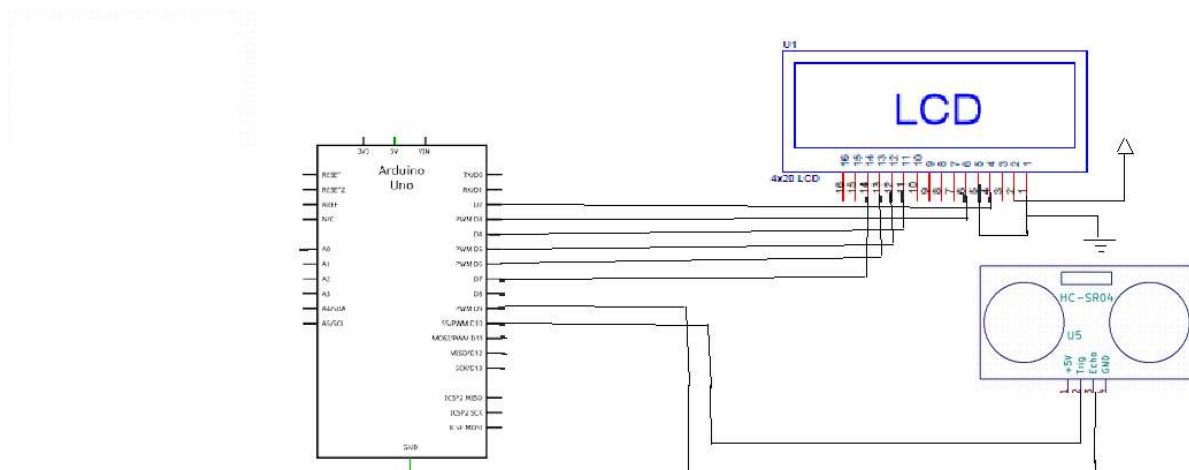


Figure III.2.1 schématique HC-SR04

- Comment faire pour tester l'ultrason et varier la distance dans isis protues ?
- Pour la simulation ne fonctionne pas ?
- A quoi sert LCD I2C
- Realiser ce schéma
- Écrire un programme sur arduino IDE qui permis de mesurer la distance en cm et inches au meme temps
- Afficher la resultat sur afficher lcd et pc

## Partie II

### III.3.2.3 Simulation avec isis protues :

- Avant de réaliser schéma il faut installer la bibliothèque de Arduino et d'ultrason HC-RS04
- pour tester ultrason et varier la distance on isis protues il faut ajouter un potentiomètre brancher sur 'simpin' d'ultrason et alimenter avec une tension de 5v
- la simulation ne fonctionne pas par ce qu'il faut cliquer sur ultrason et aller sur sa bibliothèque et ajouter une fichier HEX

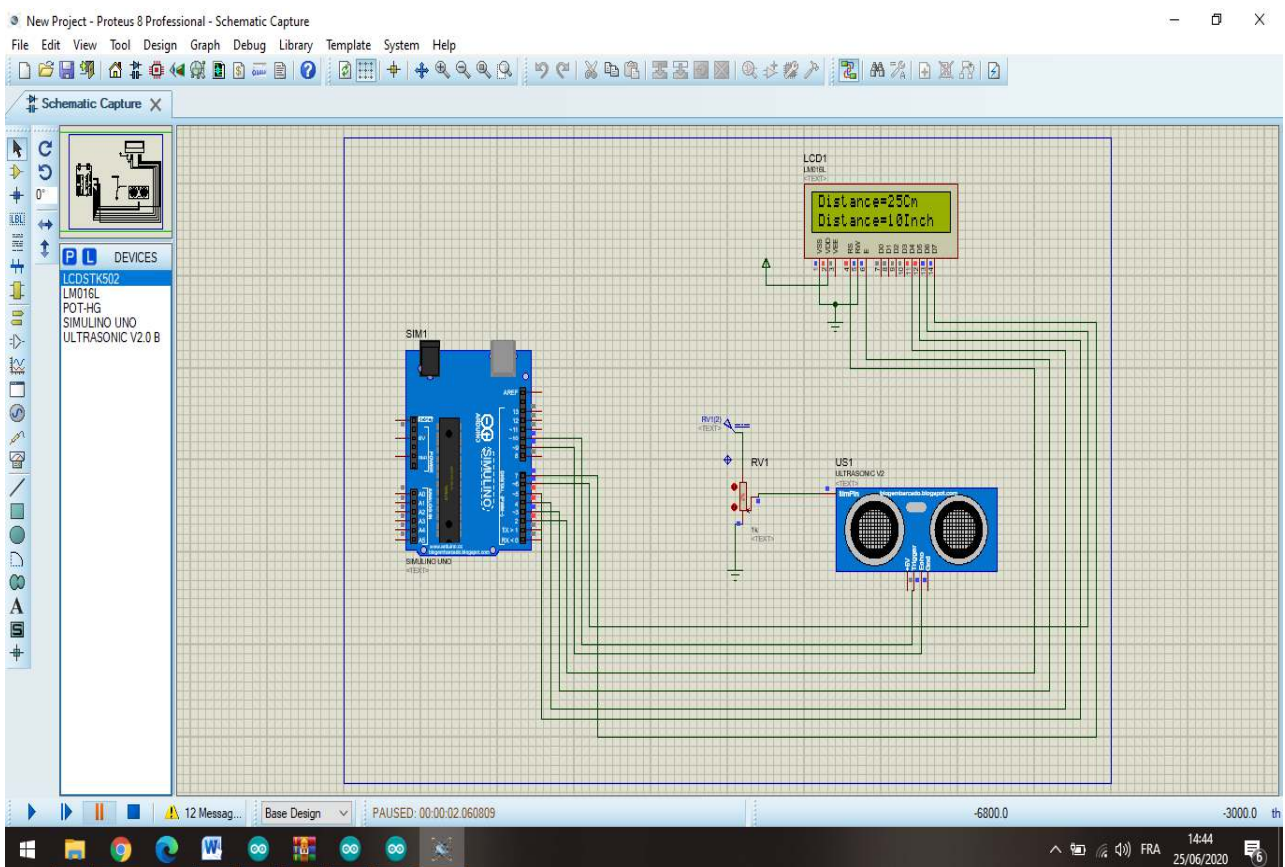


Figure III.2.2 schéma ISIS PROTEUSE HC-SR04

### III.3.2.4. Matériels utiliser

- Arduino uno
- LCD
- LCD I2C
- Ultra-son HC-RS04
- Plaque d'essai fils pour le montage
- LCD I2C sert a démunie le nombre de fil entre LCD et Arduino

### III.3.2.5. Le branchement

- On broche LCD avec I2C
- GND de I2C ET GND de ultra son avec GND de arduino
- VCC de I2C et VCC de ultrason avec 5V de arduino
- SDA de I2C avec A4 de arduino
- SCL de I2C avec A5 de arduino
- TRIG de ultrason avec 11 de arduino
- Echo de ultra son avec 12 de arduino

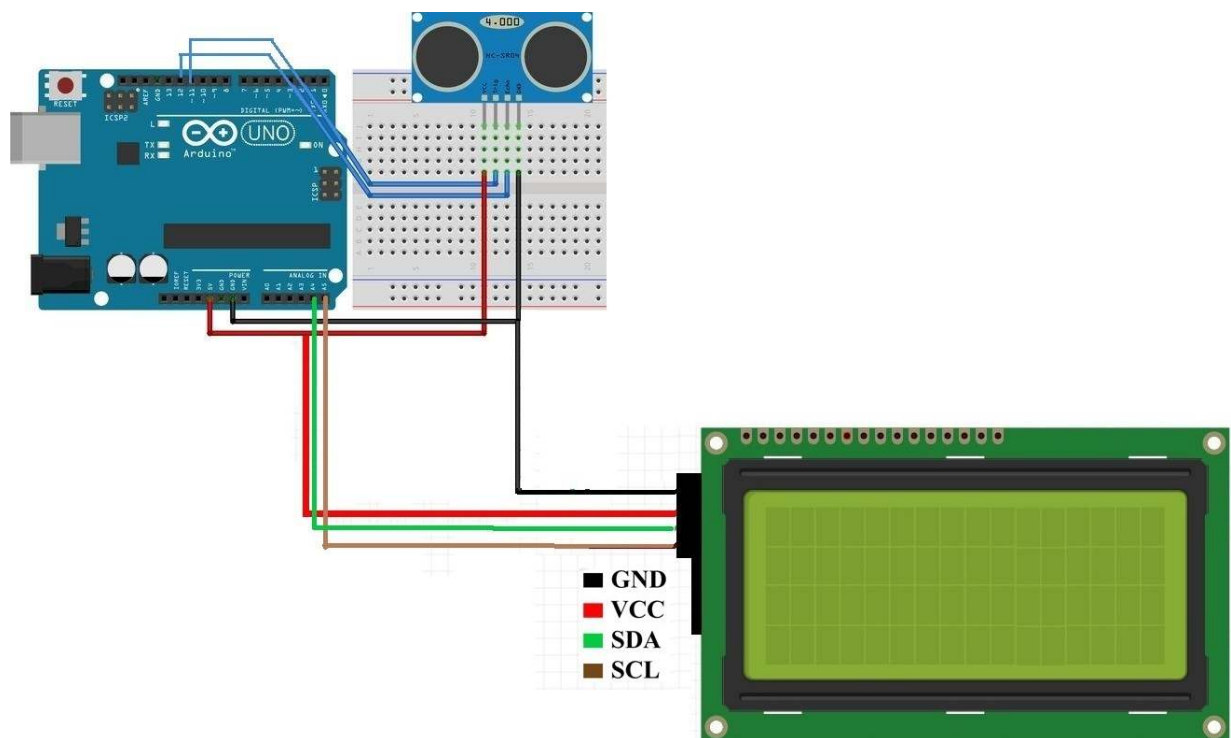


Figure III.2.3 schéma de Branchement de DHT11

III.3.2.6.code de fonctionnement :

```
// LCD :
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20, 4);
// UltraSound :
float trigPin = 11; // Trigger
float echoPin = 12; // Echo
float duration, cm, inches;
void setup() {
  delay(1000);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  lcd.home();
  lcd.clear();
}
void loop() {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  pinMode(echoPin, INPUT);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  cm = (duration/2) / 29.1;
  inches = cm*0.3937;

  lcd.setCursor(6, 0); lcd.print("ULTRASON");

  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("distance: ");

  if(cm < 1500) { lcd.print(cm); lcd.print(" cm"); } else {lcd.print("No Object");}
  lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("distance: ");
  if(inches < 590) { lcd.print(inches); lcd.print(" inch"); } else {lcd.print("No Object");}

  Serial.print("distance: ");
  if(cm < 150) { Serial.print(cm); Serial.print(" cm"); } else {Serial.print("No Object");}

  Serial.print("distance: ");
  if(inches < 59) { Serial.print(inches); Serial.print(" inch"); } else {Serial.print("No
Object");}

  delay(2000);
  lcd.clear();
}
```

### III.3.2.7. La réalisation finale du montage :

On charge le programme précédent sur la carte Arduino

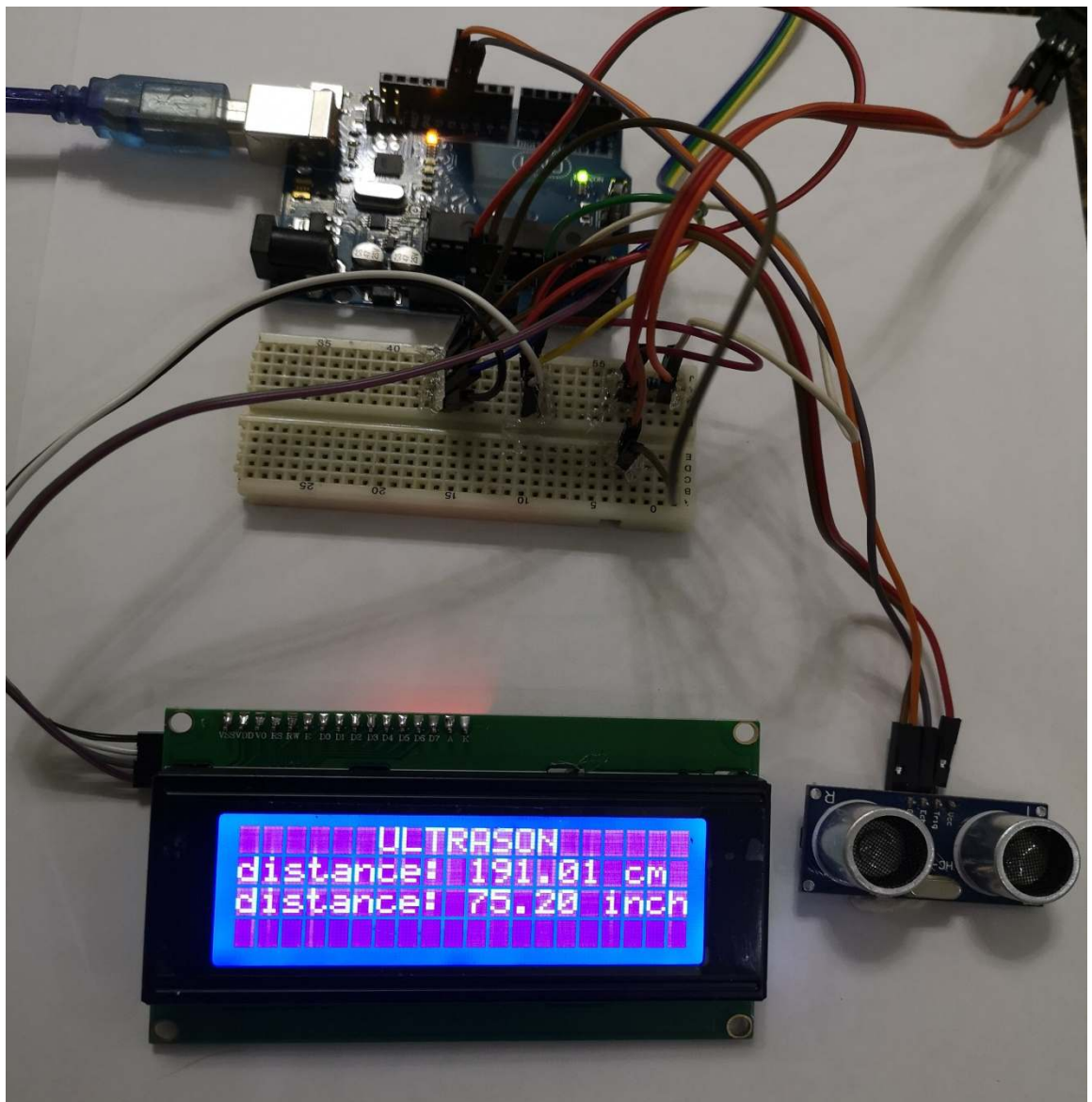


Figure III.2.4 Resultat finale en CM et INCH

### III.3.3. Capteur de débit d'eau YF-S201

#### Partie I

#### III.3.3.1.Introduction

Les capteurs ont également résolu de nombreux défis de l'ingénierie électronique et électrique tels que la recherche de l'intensité de la lumière ambiante, la détermination de la température dans le four, le calcul de l'humidité de l'environnement, etc. Le capteur de débit d'eau offre une solution étonnante pour mesurer le débit de liquides.

#### III.3.3.2.Objectif

- Mesure le débit d'eau avec ce capteur
  - Mesure la quantité d'eau passe par ce capteur
- Familiariser avec ce genre de capteur

#### III.3.3.3.MANIPULATION

Réaliser le schéma suivant dans isis protues

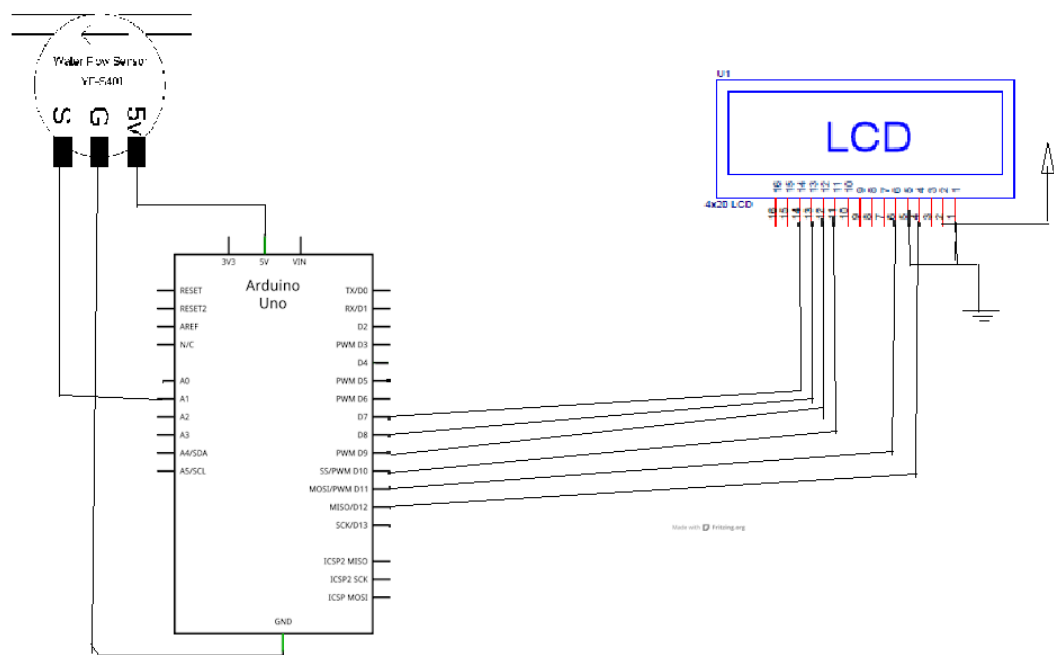


Figure III.3.1 schématique de YF-S201

- Ecrire un programme on arduino IDE pour faire fonctionne ce schéma
- afficher le schéma dans un afficher LCD et PC
- es que on peut changer les branchement de cette schéma ?



### III.3.3.5.Code de fonctionnement

```
// LCD :
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20, 4);

// Water Flow Sensor :
int X, Y;
float TIME = 0;
float FREQUENCY = 0;
float WATER = 0;
float TOTAL = 0;
float LS = 0;
const int WaterPin = A1;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(1000);

  pinMode(WaterPin,INPUT);

  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  lcd.home();
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(6, 0); lcd.print(" YF-S201 ");
}

void loop() {

  X = pulseIn(WaterPin, HIGH, 500000);
  Y = pulseIn(WaterPin, LOW, 500000);
  TIME = X + Y;
  FREQUENCY = 1000000/TIME;
  WATER = FREQUENCY/7.5;
  LS = WATER/60;
```

```

lcd.setCursor(1, 1); lcd.print("DEBIT: ");
if(FREQUENCY >= 0) {
  if(isinf(FREQUENCY)) { lcd.print("0.00"); }
  else { lcd.print(WATER, 2); TOTAL = TOTAL + LS; }
  lcd.print(" L/M  ");
  lcd.setCursor(1, 2);
  lcd.print("total d'eaux:");
  lcd.print(TOTAL);
  lcd.print(" L");

  Serial.print("DEBIT: ");
  if(FREQUENCY >= 0) {
    if(isinf(FREQUENCY)) { Serial.print("0.00"); }
    else {Serial.print(WATER, 2); TOTAL = TOTAL + LS; }
    Serial.print(" L/M  ");
    Serial.print("total d'eaux:");
    Serial.print(TOTAL);
    Serial.print(" L");
  }

  delay(1000);
}

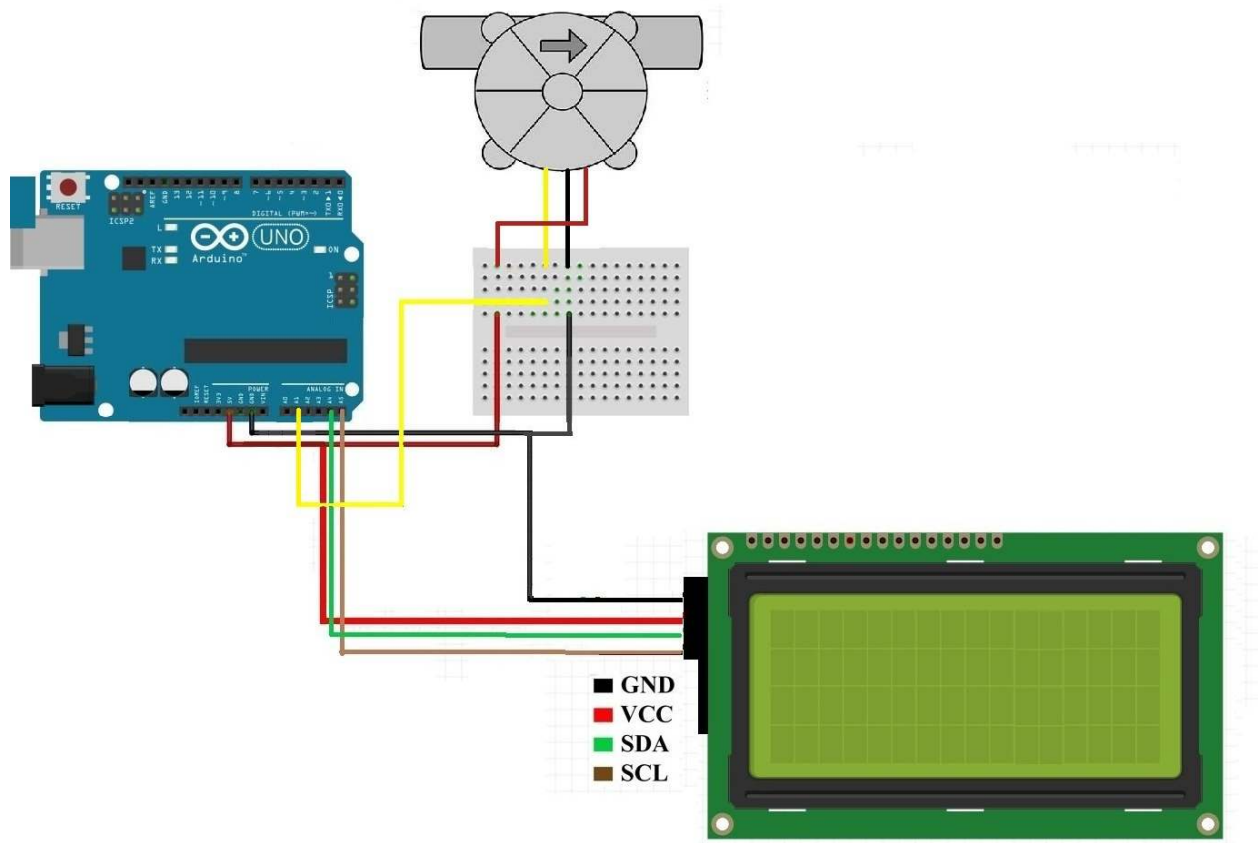
```

### III.3.3.6.Materiels utiliser

- Arduino uno
- LCD
- I2C
- Capteur de debit d'eau
- Palque d'essai fils pour le montage

### III.3.3.7.Branchement

- On branche lcd avec i2c
- GND (noir) de YF-S201 et GND de I2C avec GND de carte Arduino
- Vcc(rouge) de YF-S201 et GND de I2C avec 5v de Arduino
  - SDA de I2C avec A4 de Arduino
  - SCL de I2C avec A5 de Arduino
  - Sortie de YF-S201 (jaune) avec A1 de Arduino



**Figure III.3.3 schéma de Branchement de YF-S201**

### III.3.3.8. La réalisation finale du montage :

On charge le programme précédent sur la carte arduino et on passe l'eau a travers le capteur

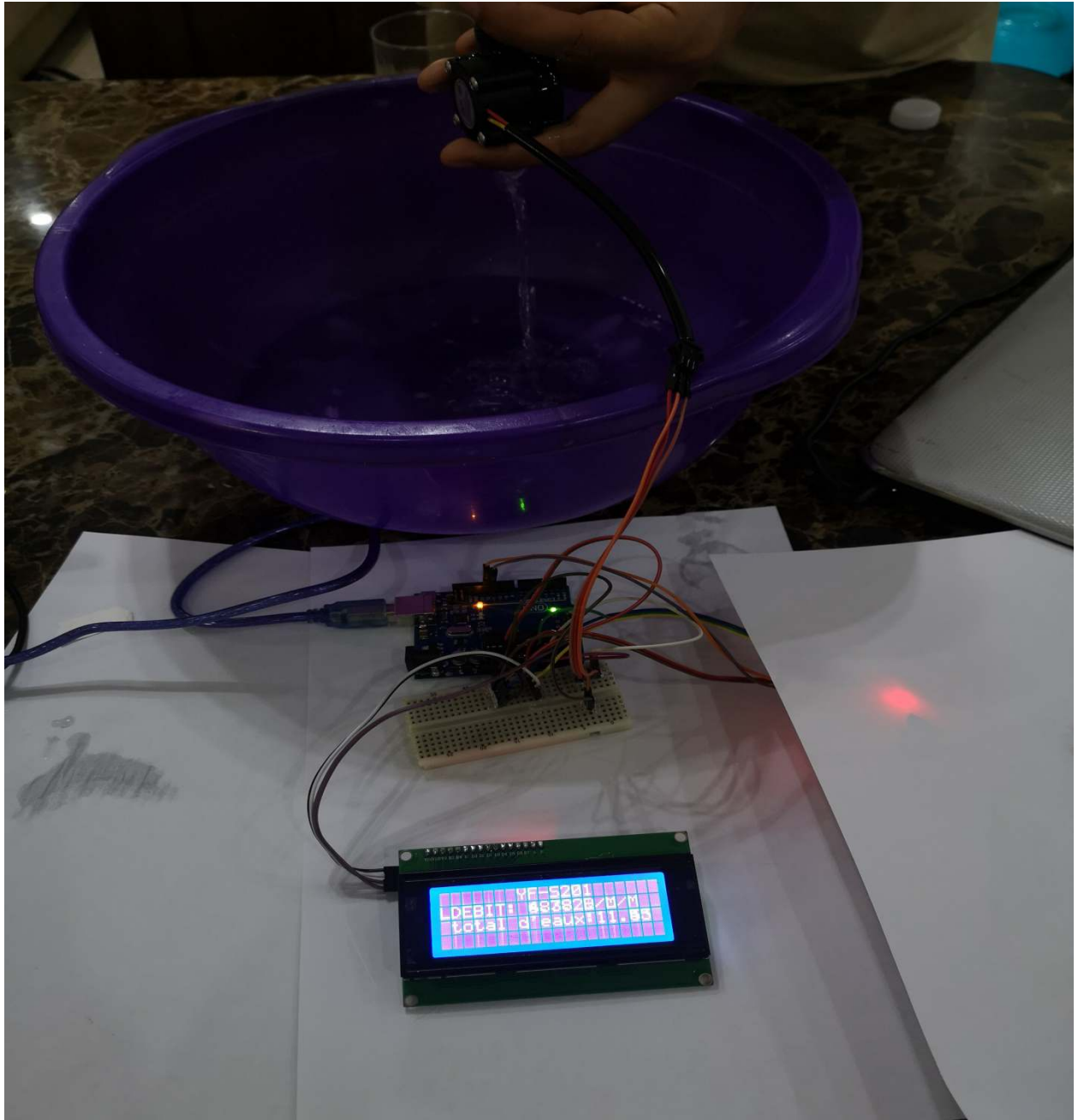


Figure III.3.4 Résultat finale

### III.3.4. Capteur de courant ACS712

#### Partie I

##### III.3.4.1. Introduction :

En génie électrique, une mesure de courant est une des techniques utilisées pour évaluer la valeur d'un courant électrique dans un circuit électrique .

Le ACS712 fournit économique et précis Solutions pour la détection de courant alternatif ou continu dans les secteurs industriel, commercial, et les systèmes de communication

##### III.3.4.2. Objectif

- mesurer le courant a partir de l'ACS712 et carte arduino uno
- familiariser avec ce capteur

Manipulation :

-réaliser

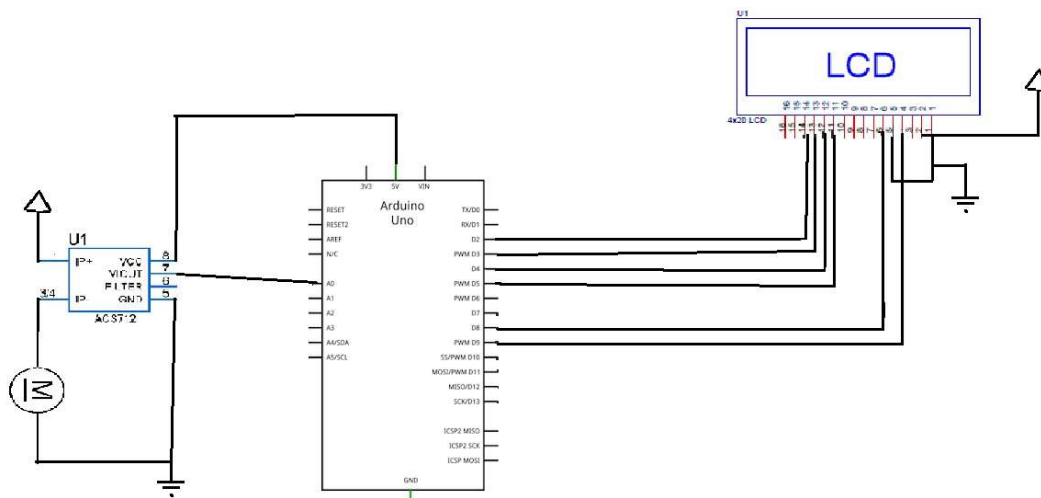


Figure III.4.1 schématique ACS712

- pour quoi on branche le PIN 'RW' du LCD avec la masse ?
- a quoi ce sert le moteur dans ce montage ?
- pour varie le courant on faire quoi ?
- écris un programme qui faire fonctionne ce schéma
- afficher le résultat sur l'afficher LCD et pc

### III.3.4.3.Simulation avec isis protues

- avant de réaliser le schéma installer la bibliothèque du arduino sur isis protues
- on branche le pin 'R/W' dans la masse par ce que on écrit sur LCD on n'a pas besoin de lecture
- le ACS712 a besoin d'un dispositif électrique pour mesurer la consommation du courant. C'est pour ça on a ajoutait le moteur

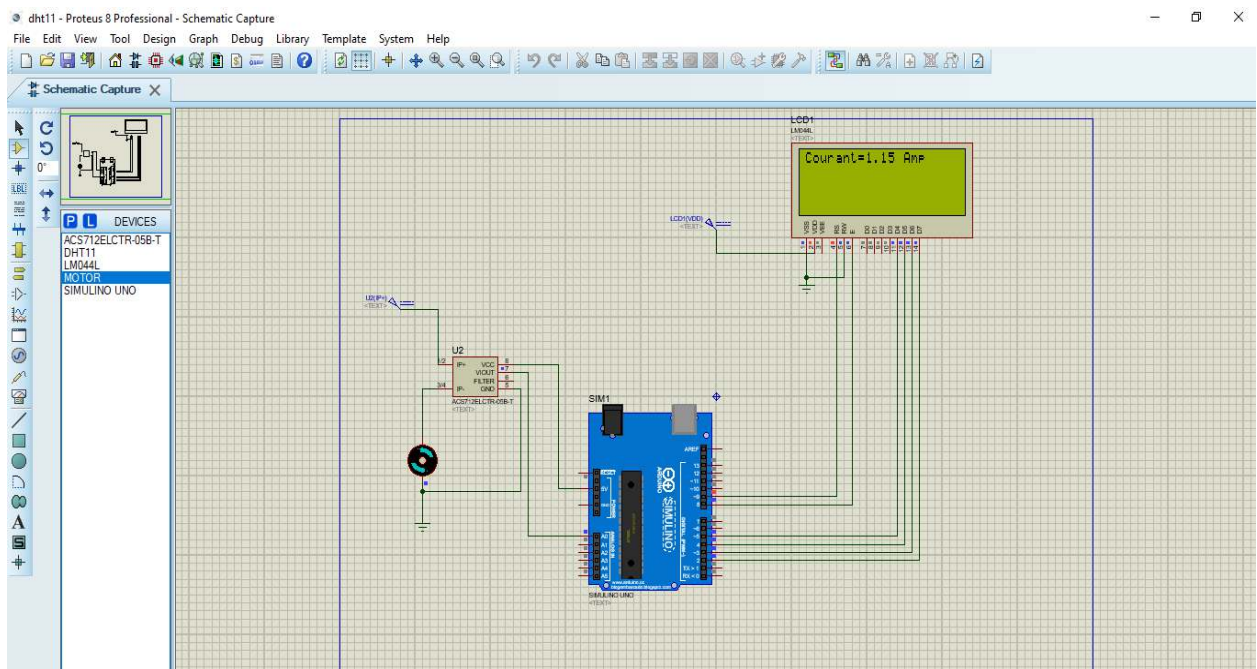


Figure III.4.2 schéma ISIS PROTEUSE ACS712

- Pour varier le courant il faut ajouté un dispositif électrique(moteur ,lampe..) en parallèle avec le moteur

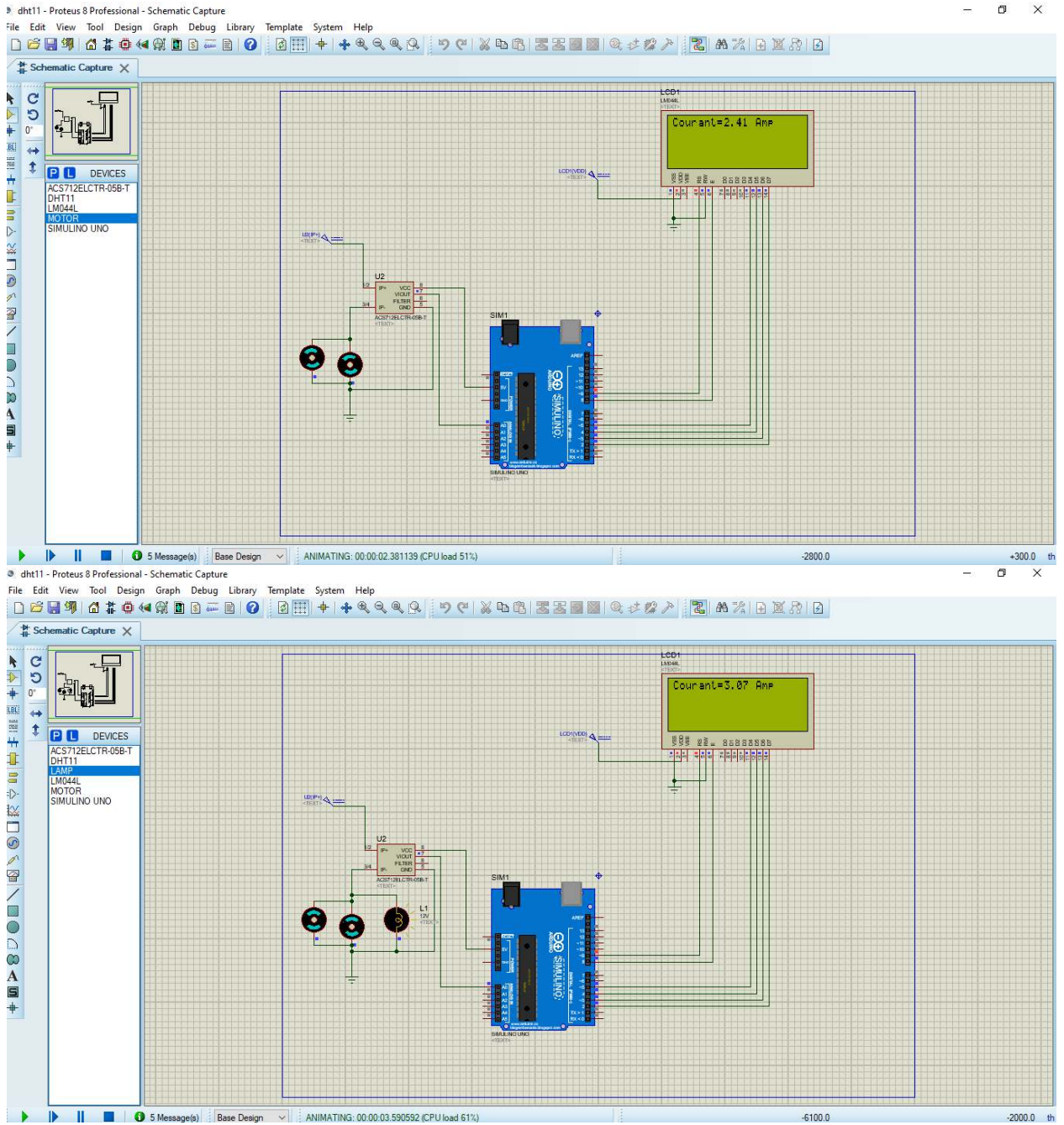


Figure III.4.3 Variation courant avec ISIS PROTEUSE

#### III.3.4.4.Code de fonctionnement

```
LiquidCrystal LCD(9, 8, 5, 4, 3, 2);
double AcsOffset=2.5; // la valeur du tension de sortie du capteur lorsque le courant
=0
double Sensibl=0.066; // La valeur de la sensibilité du capteur
double courant=0;
double tension=0;
void setup() {
  // Initialiser l'écran Lcd
  LCD.begin(16,2);
}
void loop() {
  // Définir la valeur lue par le capteur sur le pin A0
  double ValeurLue=analogRead(A0);
  // Convertir cette valeur à une tension comprise entre 0 et 5V
  tension=(ValeurLue*5.0/1023);
  // Définir la formule de calcul du courant
  courant=(tension-AcsOffset)/Sensibl;
  // Déplacer le curseur sue l'écran LCD
  LCD.setCursor(0,0);
  // Imprimer la valeur du courant sur l'écran LCD
  LCD.print("Courant=");
  LCD.print(courant);
  LCD.print(" Amp");
  Serial.print("Courant=");
  Serial.print(courant);
  Serial.print(" Amp");
  delay(500);
}
```

### III.3.4.5. Branchement

- on branche VCC de ACS712 avec 5V de Arduino
- on branche GND DE ACS712 avec de Arduino
- la sortie d'ACS712 sera branchée dans A0 du Arduino
- le capteur doit être branché avec une source de courant continue et un dispositif pour mesurer son consommation du courant

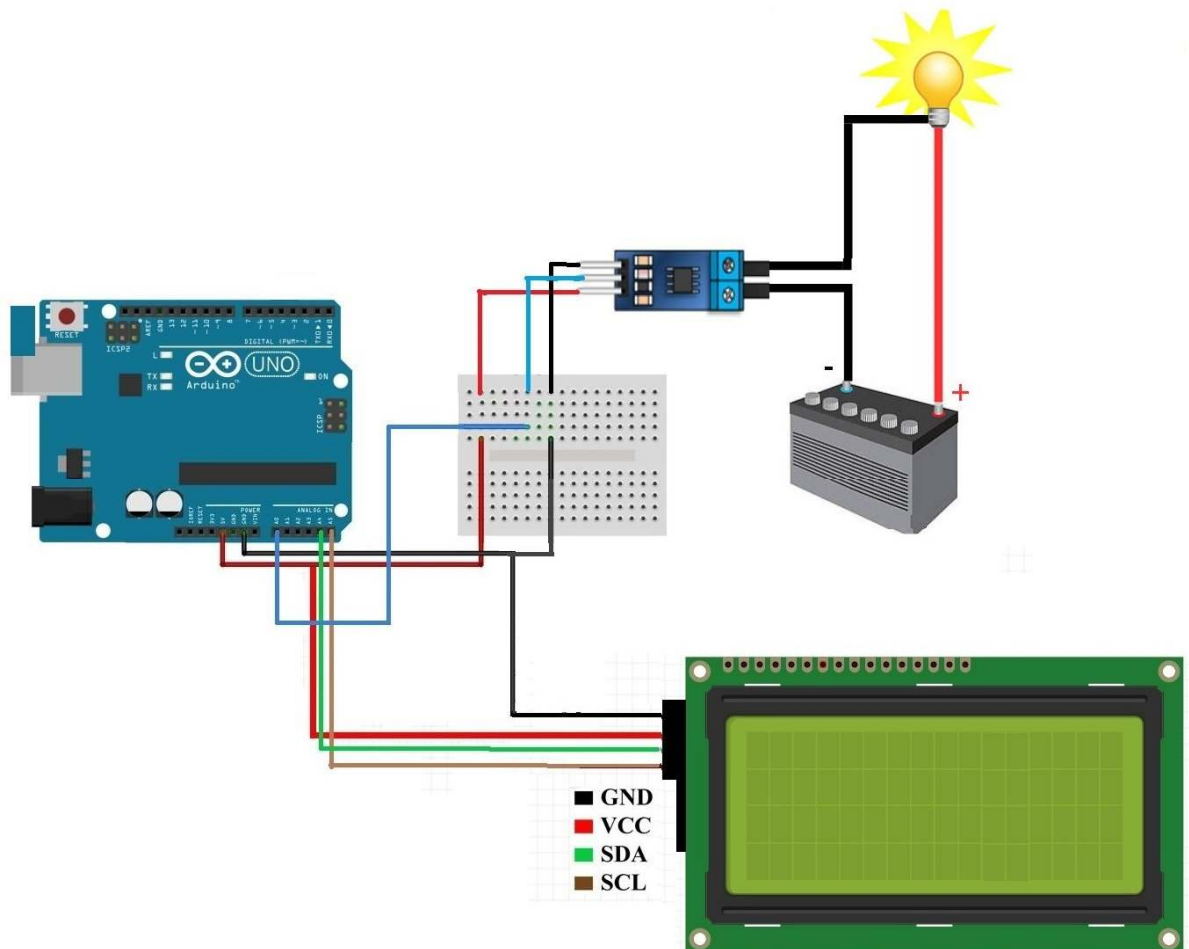


Figure III.4.4 schéma de Branchement de ACS712

### III.3.4. Le prototype

#### III.3.4.1. Partie I

-réaliser un outil qui permet de mesure la température et humidité + la distance + les debit d'eau au meme temps on utilisent carte arduino UNO

#### III.3.4.2. Partie II

### III.3.4.2.1.le branchement du prototype

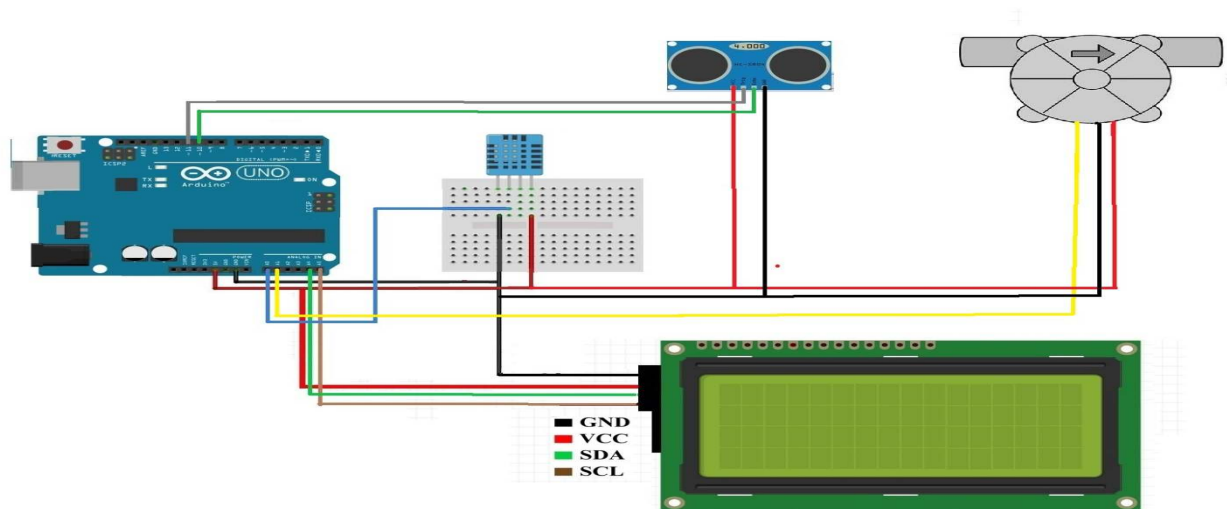


Figure III.5.1 schéma de Branchement de Prototype

### III.3.4.2.2.Code de fonctionnement :

```
// LCD :  
#include <Wire.h>  
#include <LiquidCrystal_I2C.h>  
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20, 4);  
  
// DHT :  
#include <Adafruit_Sensor.h>  
#include <DHT.h>  
#include <DHT_U.h>  
#define DHTPIN A0  
#define DHTTYPE DHT11  
DHT_Unified dht(DHTPIN, DHTTYPE);  
uint8_t temperature; uint8_t humidity;  
uint8_t Deg[8] = {0x00, 0x06, 0x09, 0x09, 0x06, 0x00, 0x00, 0x00};  
  
// UltraSound :  
int trigPin = 11; // Trigger  
int echoPin = 12; // Echo  
long duration, cm, inches;  
  
// Water Flow Sensor :  
int X, Y;  
float TIME = 0;  
float FREQUENCY = 0;  
float WATER = 0;  
float TOTAL = 0;  
float LS = 0;  
const int WaterPin = A1;
```

```

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(1000);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(WaterPin,INPUT);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  lcd.createChar(0, Deg);
  lcd.home();
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(2, 0); lcd.print("Sensors Testings");

  dht.begin();
}

void loop() {
  sensors_event_t event;

  dht.temperature().getEvent(&event);
  temperature = event.temperature;

  dht.humidity().getEvent(&event);
  humidity = event.relative_humidity;

  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  pinMode(echoPin, INPUT);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  cm = (duration/2) / 29.1;

  X = pulseIn(WaterPin, HIGH, 500000);
  Y = pulseIn(WaterPin, LOW, 500000);
  TIME = X + Y;
  FREQUENCY = 1000000/TIME;
  WATER = FREQUENCY/7.5;
  LS = WATER/60;

```

```

lcd.setCursor(2, 0); lcd.print("Sensors Testings");

lcd.setCursor(1, 1); lcd.print("DHT11: ");
lcd.print(temperature); lcd.write(0); lcd.print("C ");
lcd.print(humidity); lcd.print("% ");

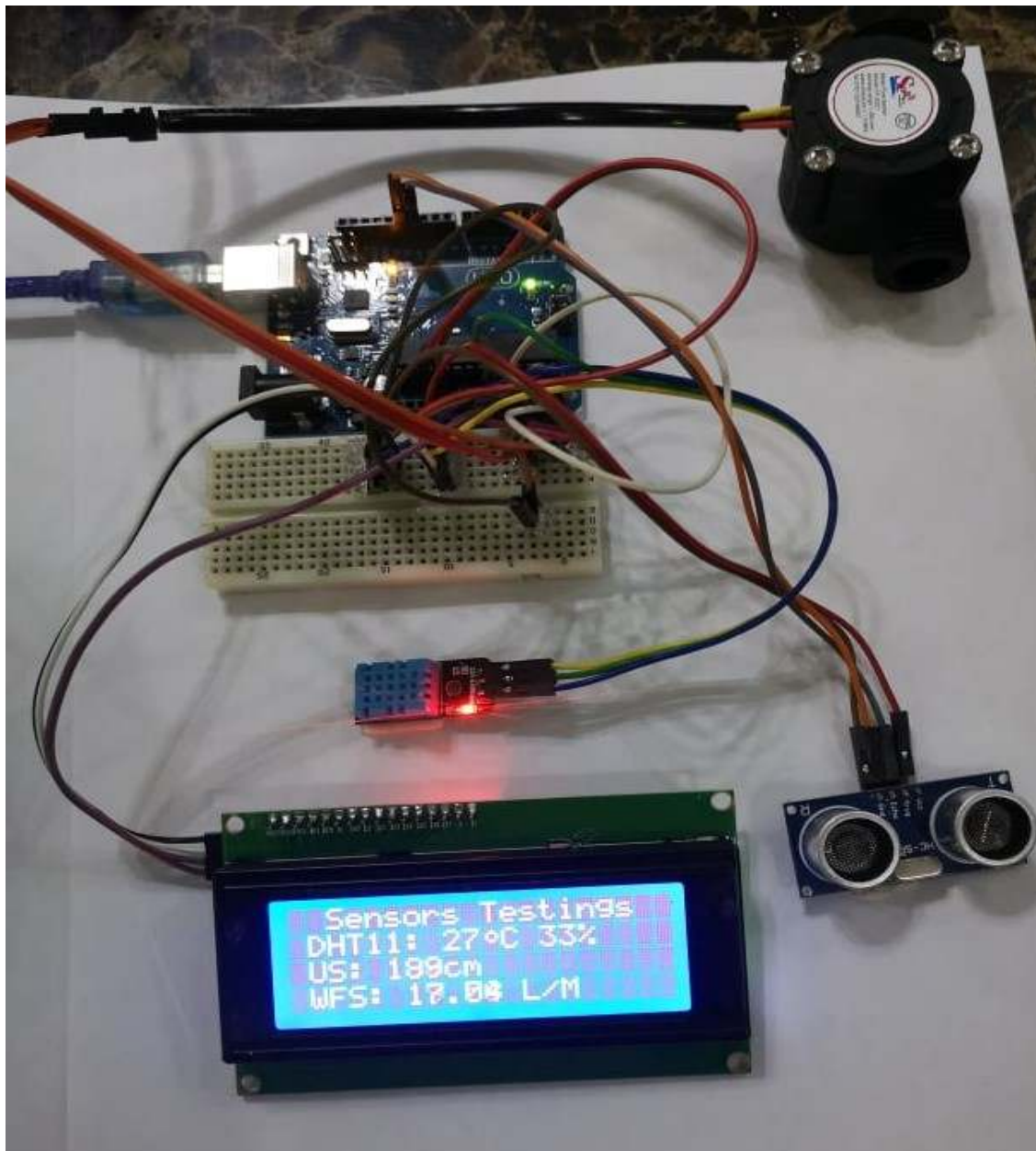
lcd.setCursor(1, 2); lcd.print("US: ");
if(cm < 150) { lcd.print(cm); lcd.print("cm "); }
else {lcd.print("No Object!");}

lcd.setCursor(1, 3); lcd.print("WFS: ");
if(FREQUENCY >= 0) {
  if(isinf(FREQUENCY)) { lcd.print("0.00"); }
  else { lcd.print(WATER, 2); }
  lcd.print(" L/M ");
}

delay(1000);
}

```

### III.3.4.2.3. La réalisation finale de prototype :



**Figure III.5.1 Résultat finale de Prototype**

### III.3.4.2.4. Conclusion

Les capteurs jouent un rôle très crucial dans les systèmes automatiques actuels. Étant un petit appareil peu coûteux et fiable, les capteurs sont faciles à intégrer avec de plus gros appareils électroniques. Aujourd'hui, nous pouvons trouver différents types de capteurs sur le marché. Avec les progrès technologiques, les capteurs ont également évolué dans leur fonctionnement et leur taille. Depuis la taille initiale des unités en cm, la taille des capteurs a diminué à l'échelle du nm.

## **Conclusion générale**

Le concept ‘‘de la théorie à la pratique et de la pratique à la théorie’’, est vérifiable dans les sciences physiques et particulièrement à travers les moyens le mettant en évidence et permettant la transmission du savoir et de la connaissance.

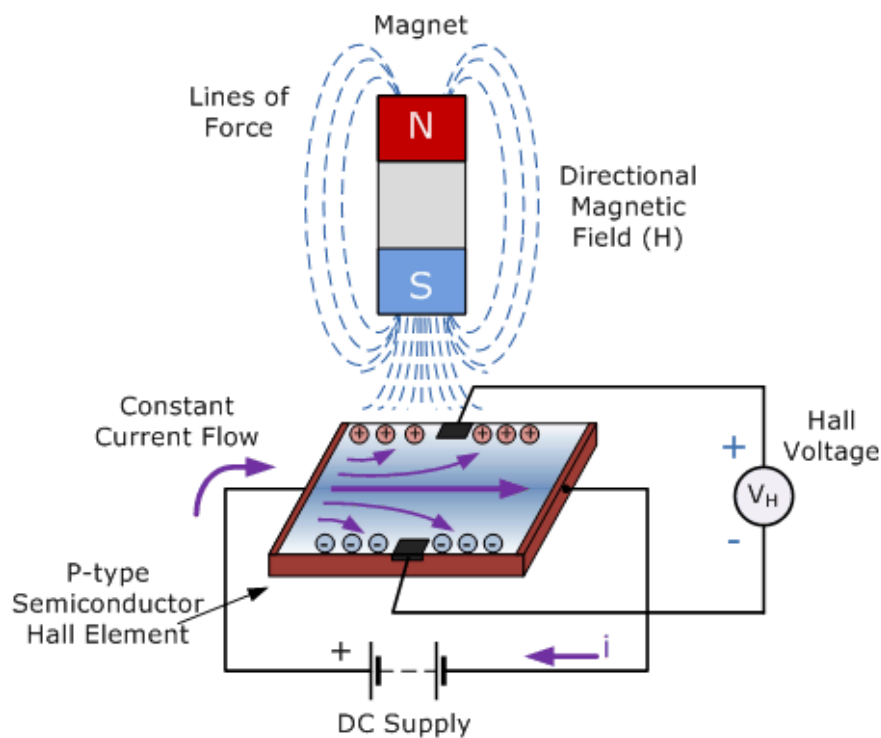
Notre modeste travail en est un exemple, en ce sens, il nous a permis d’acquérir une meilleure maîtrise de l’utilisation des capteurs et de leurs rôles, car le dispositif technique que nous avons réalisé a un caractère didactique à plus d’un titre.

## **Bibliographies et sites internet**

- [1] université de Tunis institut supérieur de l'éducation et de la formation continu, UV  
Introduction à la didactique
- [2] Bachelard G. (1947) La formation de l'esprit scientifique. Paris : Vrin
- [3] Brousseau G. (1998) Théorie des situations didactiques. Grenoble : La Pensée Sauvage
- [4] Jean Hladik, Unités de mesure : étalons et symboles des grandeurs physiques, Paris, Masson, coll. « Mesures physiques », 1992
- [5] Albert Pérard, *Les mesures physiques*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? » (n° 244), 1968, 4<sup>e</sup> éd. (1<sup>re</sup> éd. 1947)
- [6] Les unités de mesure en physique
- [7] <https://www.carnetdumaker.net/>
- [8] <https://how2electronics.com/>
- [9] <https://www.electronicshub.org/>
- [10] Tavernier, Christian. Arduino Maîtrisez sa programmation et ses cartes d'interface (shields). Dunod, Paris, 2011
- [11] H. guefaf ,cours-capteur-INTELLIGENT-MEMS
- [12] UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ORAN , POLYCOPIE DES TRAVAUX PRATIQUES: Introduction à la simulation et routage des circuits avec le logiciel PROTEUS V7 et V8
- [13] <https://arduino.education/>

Le fonctionnement du capteur à effet Hall

Lorsqu'un faisceau de particules chargées traverse un champ magnétique, des forces agissent sur les particules et le faisceau est dévié d'un chemin droit. Le flux d'électrons à travers un conducteur est connu comme un faisceau de porteurs chargés. Lorsqu'un conducteur est placé dans un champ magnétique perpendiculaire à la direction des électrons, ils seront déviés d'un chemin droit. En conséquence, un plan du conducteur deviendra chargé négativement et le côté opposé deviendra chargé positivement. La tension entre ces plans s'appelle la tension de Hall.



Lorsque la force exercée sur les particules chargées par le champ électrique équilibre la force produite par le champ magnétique, leur séparation s'arrête. Si le courant ne change pas, la tension de Hall est une mesure de la densité de flux magnétique. Fondamentalement, il existe deux types de capteurs à effet Hall. L'un est linéaire, ce qui signifie que la sortie de tension dépend linéairement de la densité de flux magnétique; l'autre est appelé seuil, ce qui signifie qu'il y aura une forte diminution de la tension de sortie à chaque densité de flux magnétique.

## **Résumé**

L'évolution de la technologie a permis à tous les sciences et tous les domaines un développement continu avec un impact grandissant dans la vie d'humanité, c'est pour ça humain a Toujours essayer de comprendre la technologie d'une manière très simple, notre Modest travail poste essentiellement sur les mesures physiques par le moyen des divers capteurs et carte arduino .uno

Dans ce cadre le prototype à réaliser et considérer comme un moyen de mesures didactique dans la formation et l'enseignement des sciences et des technologies dans le domaine de l'électronique et ses applications. Dans notre travail on va parler étape par étape pour réaliser ce prototype d'une manière didactique et on donne une vue rapprochée sur tous les composant de ce prototype et les principes de leur fonctionnement et comment les monter et utiliser des programmes par arduino IDE pour rendre les mesures physiques plus simple et faire des simulations pour ce prototype avec ISIS protues

**Mots clé : Arduino UNO , prototype, mesures physiques, didactique ,capteurs**

## **Abstract**

The evolution of technology has allowed all sciences and all fields a continuous development with an increasing impact in the life of humanity, that's why human a Always try to understand technology in a very simple way and simple, our Modest work mainly post on physical measurements by means of various sensors and Arduino. uno board

In this context, the prototype to be produced considered as a means of didactic measures in the training and teaching of science and technology in the field of electronics and its applications in our work we will talk step by step to make this prototype in a didactic way and we give a close-up view on all the components of this prototype and the principles of their operation and how to mount them and use programs by Arduino IDE to make physical measurements simple and make simulations for this prototype with ISIS proteus

**Keywords: Arduino UNO, prototype , physical measurements ,didactic, sensor**