

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université M'Hamed BOUGARA –BOUMERDES



FACULTE DE TECHNOLOGIE

Département Ingénierie des Systèmes Electriques

Mémoire de Master

Présenté par :

Mlle.Moukadem Sabrina

Mlle.Yahiaoui Chaima

Filière : Génie Biomédical

Spécialité : Instrumentation Biomédical

THEME :

Etude de la réalisation d'une couveuse néonatale

Soutenu le 12 /07 /2023 devant le jury composé de :

N. MESSAOUDI	MCA	PRESIDENT
S. BELKACEM	MCA	EXAMINATRICE
S. FELLAG	PROFFESUR	ENCADREUR
M.DIDOUCHE	PROF	EXAMINATRICE

Année universitaire : 2022/2023

Remerciement

Tout d'abord, Nous tenons à remercier « Allah », le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous souhaitons exprimer nos sincères remerciements à nos chers parents qui méritent toute notre reconnaissance et notre gratitude. Leur amour inconditionnel, leur soutien inébranlable et leurs sacrifices constants ont été les piliers de notre réussite et de notre bonheur. Leur présence bienveillante, leurs encouragements et leurs précieux conseils ont illuminé notre parcours et nous ont donné la force nécessaire pour surmonter les obstacles.

Il nous est particulièrement agréable d'exprimer ici notre reconnaissance et gratitude envers tout ce qui ont rendu possible ce travail.

*Nous tenons à remercier en premier lieu, **professeur Fellag** notre promoteur pour la qualité de son encadrement et sa patience avec nous.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à **Monsieur Roubai** qui Nous a beaucoup appris et a partagé ses connaissances de manière très pédagogique dans le domaine d'instrumentation biomédical, On le remercie aussi pour leur temps consacré à nous orienter, et pour les conseils qu'il a sus nous prodiguer durant toute la durée de nos cursus. Sa disponibilité et son engagement ont été d'une importance capitale pour la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions sincèrement **Monsieur Charaf** pour avoir pris la responsabilité de nous guider et nous conseiller tout au long de la réalisation de ce travail ainsi que pour la confiance qu'ils nous ont accordée.*

*Nous voulons aussi remercier tous les professeurs spécialement **Monsieur Masaoudi** et **Monsieur Ammar** et **Madame Masaouden** qui ont contribué à notre formation. Que tous les membres du jury trouvent ici l'expression de nous profonds respects pour avoir pris la peine d'examiner notre mémoire. Enfin, nous remercions également à toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, apporté leurs aides et encouragements.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à nous même « **Yahiaoui chaima et Moukadem sabrina** » pour notre collaboration exemplaire tout au long de ce projet. Notre travail d'équipe a été marqué par une entente harmonieuse, un partage des responsabilités équitable et une communication efficace.*

Dédicace

En ce jour spécial, je tiens à dédier ces mots emplis d'amour et de reconnaissance à mes chers parents « **Yahiaoui Iounes, Yahiaoui Saadia** ». Vous êtes les piliers de ma vie, mes guides et mes inspirations. Votre soutien inconditionnel et votre amour indéfectible m'ont permis de devenir la personne que je suis aujourd'hui.

Papa, tu es la figure paternelle qui m'a montré la voie, avec ta sagesse, ta force et ton dévouement. Tu as toujours été là pour moi, me guidant dans les moments de doute, m'encourageant à poursuivre mes rêves et me soutenant dans toutes mes entreprises. Ta présence est un cadeau précieux, et je suis fier d'être ton enfant.

Maman, tu es la douceur et la bienveillance qui ont illuminé mon chemin depuis ma naissance. Ton amour inconditionnel, ta patience infinie et ta capacité à reconforter sont des trésors inestimables. Tu m'as appris l'importance de la compassion, de la générosité et de l'écoute attentive. Je suis reconnaissant d'avoir une mère aussi extraordinaire.

Je suis béni d'avoir des parents comme vous. Je vous aime de tout mon cœur.

A mes frères et mes sœurs **Nadia, Salah, Meriem**. Cette dédicace est une façon de vous exprimer tout l'amour que je vous porte. Vous êtes des membres irremplaçables de ma vie et je suis honorée de vous avoir comme frères et sœurs.

A mes beaux **Iyad, Ali, Ilyas et Abdelhak** et ma belle **Khawla**

A tous les membres de ma famille sans exception spécialement à ma grand-mère qui m'a accompagné de prière et malheureusement elle a partie avant de m'avoir réussite (Que dieu ait son ame).

A ma seour **Chayma Belabbas** tout ce que je sais, c'est que je suis extrêmement chanceux d'avoir une amie comme toi merci d'avoir prêté l'oreille quand personne d'autre ne le faisait merci d'être toujours avec moi merci de m'a permis de devenir la personne que je suis aujourd'hui.

A mon cher amis **Aziz** pour leur encouragement et ça patience avec moi merci beaucoup.

A ma copine **Ahlem Boudemaren** je n'arrive pas à croire que j'ai trouvé quelqu'un d'aussi gentil et généreux que toi. Merci d'être mon amie.

Un grand merci à ma chère amie, mon binôme dans ce mémoire **Sabrina** qui m'a encouragé dans les moments difficiles.

A toute la promotion **Master2 Génie Biomédicale 2022/2023**.

A tous ce qui me sont chers A tous ceux qui de près ou de loï m'ont soutenus et encouragés durant ces années d'étude.

Chaima

Dédicace

Avec l'expérience de ma reconnaissance je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soit les termes embrassés je n'arrive jamais à leur exprime mon amour sincère.

Aux personnes les plus chères à ma vie ma mère et mon père, Vous êtes les piliers de ma vie, mes guides et mes inspirations. Votre soutien inconditionnel et votre amour indéfectible m'ont permis de devenir la personne que je suis aujourd'hui

Mon âme sœur Amira qui est toujours avec moi.

Mes chers grand-parents

Mes chères tantes et chers oncles

Mes chères sœurs Safaa, Khaoula, Fairouz, Amira, Maroua, votre fraternité et votre amitié elles ont toujours donné une force sans précédent.

Mes chers frères : Mohamed. Ouenes, et Islam, que j'aime énormément, je les souhaite tout le succès et le bonheur du monde.

A mon partenaire Chaimaa avec qui j'ai partagé joies et difficultés durant ce projet, qu'ALLAH réalise vos rêves et vous protège.

A tous mes amis et collègues, en particulier Chayma.

A toute la promotion Master2 Génie Biomédicale 2022/2023.

A tous les professeurs qui m'ont aidé tout au long de mon parcours universitaire.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

À ceux qui m'aiment et à ceux que j'aime.

Sabrina

Résumé :

Les prématurés peuvent être sauvés de plus en plus tôt grâce à l'évolution des structures et de la technique médicale existant. Il nécessite une attention et une prise en charge toute particulière.

L'incubateur est un appareil consistant essentiellement en une enceinte fermée et confortable destiné à prendre en charge le bébé prématuré qui a un corps petit, fragile et immature, pour un temps, quelques-unes des fonctions. Maintenu à température et humidité idéale par des systèmes de régulation.

Le travail présenté dans ce mémoire consiste à la conception et la réalisation d'une couveuse bébé à l'aide d'une carte Arduino ATmega1250, qui est le cerveau de notre dispositif, afin de définir les besoins spécifiques en terme de contrôler la température, de l'humidité, et le niveau d'eau, pour ce faire, dans une première étape on est passé par phase de la programmation des composants et des captures appropriés tel que le capteur DHT11, capteur d'eau, le capteur NTC, la résistance chauffante, et le ventilateur, pour mesurer et afficher ces paramètres, et dans une deuxième étape, nous avons abordé à la phase de la simulation sur logiciel Isis porteur pour assurer le bon fonctionnement de notre circuit électronique.

Abstract:

Premature babies can be saved earlier and earlier thanks to the development of existing medical structures and techniques. They require special care and attention.

The incubator is a device consisting essentially of a closed, comfortable enclosure designed to take care of the premature baby, who has a small, fragile and immature body, for a time, some of the functions. Maintained at ideal temperature and humidity by regulation systems.

The work presented in this dissertation consists of designing and building a baby incubator using an ATmega1250 arduino board, which is the brain of our device, in order to define the specific requirements in terms of controlling temperature, humidity and water level, In the first stage, we programmed the appropriate components and sensors, such as the DHT11 sensor, the water sensor, the NTC sensor, the heating resistor and the fan, to measure and display these parameters, and in the second stage, we moved on to the simulation phase using Isis carrier software to ensure that our electronic circuit works properly.

ملخص:

مع هذا التطور أصبح اليوم بإمكاننا الاعتناء بالمولودين في وقت مبكر و تقديم لهم احسن رعاية بفضل الهياكل و التقنيات الطبية الحديثة فالحاضنة مثلا هي ذلك الجهاز الذي يتكون من حاوية معلقة و مريحة مصممة بحرفة تامة للعناية بالطفل

الخديج وهو الطفل ذو الجسم الضئيل و الهش و الغير ناضج لتكملة سيرورة و ضائقه بشكل اصح تحت انظمة مثالية توفر له درجة حرارة و رطوبة التي يحتاج اليها.

يتكون هذا العمل المقدم في هذه الرسالة من تصميم حاضنة أطفال باستخدام لوح أرد وينو وهو عقل الجهاز، من أجل تحديد المتطلبات الخاصة من حيث التحكم في درجة الحرارة والرطوبة ومستوى الماء، في المرحلة الأولى قمنا ببرمجة المكونات ومقاوم التسخين والمروحة لقياس NTC ومستشعر الماء ومستشعر DHT11 والمستشعرات المناسبة مثل مستشعر للتأكد من أن دائرتنا Isis وعرض هذه المعلمات وفي المرحلة الثانية انتقلنا إلى مرحلة المحاكاة استخدام برنامج ناقل الإلكترونية تعمل بشكل صحيح .



Liste des figures



Chapitre I : Physiologiques de bébé prématuré et description de l'incubateur néonatale

Figure I.1 : Schéma utérus	4
Figure I.2 : Un bébé prématuré	5
Figure I.3: Les étapes du développement fœtal	6
Figure I.4: Durée du canal artériel	8
Figure I.5: maladie et traitement de myopie	9
Figure I.6: L'entérocolite nécrosante	9
Figure I.7: maladie pulmonaire chronique	10
Figure I.8: températures corporelle d'un nouveau-né	12
Figure I.9: La prise en charge d'un bébé prématuré	13
Figure I.10: Première couveuse pour bébé	14
Figure I.11 : Incubateur fermés	15
Figure I.12 : Incubateur mobile	16
Figure I.13: Incubateur photothérapie simple	17
Figure I.14: Incubateur photothérapie intensive	17

Chapitre II : Description et fonctionnement d'un incubateur

Figure II.1: Incubator Madix Natal Care ST/Lx	20
Figure II.2 : L'habitable d'une couveuse	21
Figure II.3 : la sonde cutanée	22
Figure II.4 : Emplacement de la sonde sur l'appareil	22
Figure II.5: le bac d'eau	23
Figure II.6: Bouton de réglage d'humidité	23
Figure II.7: la résistance chauffante	24
Figure II.8: circulation d'air dans un incubateur	25
Figure II.9: Le ventilateur	25
Figure II.10: le module de commande	26
Figure II.11: Schéma illustratif du fonctionnement d'un incubateur	27

Chapitre III : Choix des composants et réalisation de couveuse

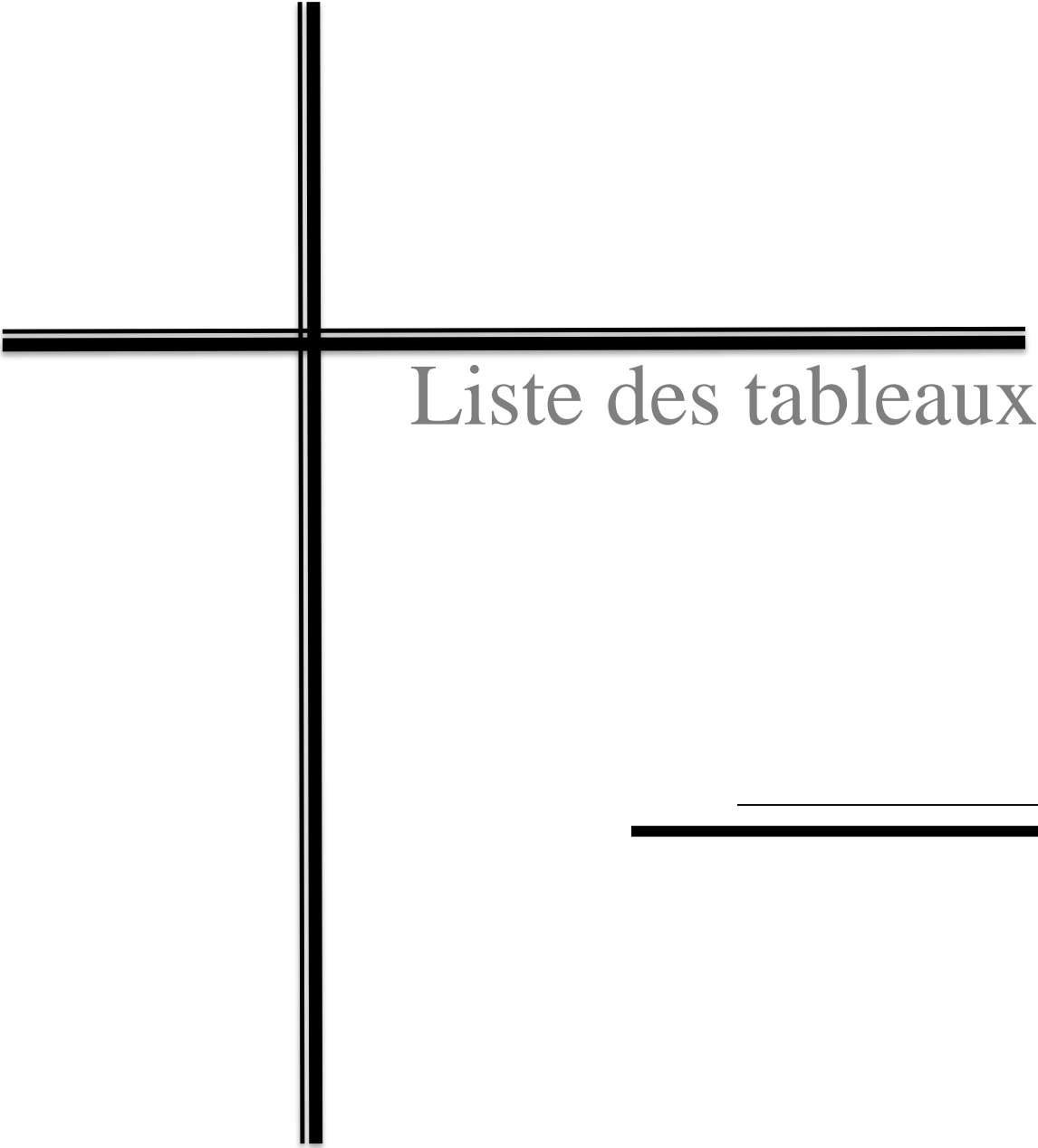
Figure III.1: Exemple d'un capteur dans une chaîne d'acquisition	32
Figure III.2: les différents types de signal numérique	33
Figure III.3: Train d'impulsions	34
Figure III.4: Échantillonnage	34
Figure III.5: les différents types de signal analogique	35
Figure III.6: Structure d'un capteur composite	36
Figure III.7: Structure générale d'un capteur intégré	37
Figure III.8: Structure générale d'un capteur intelligent	38
Figure III.9: Liaison par bus d'un ensemble de capteurs intelligents à un ordinateur central.	39
Figure III.10: Effet thermoélectrique	39
Figure III.11: Effet Thomson	39
Figure III.12: Propriétés de la lumière	40
Figure III.13: Effet photoélectrique	41
Figure III.14: Photorésistance	41
Figure III.15: Caractéristique courant/tension d'une photodiode en fonction de l'éclairement.....	41
Figure III.16: Induction électromagnétique	42
Figure III.17: Effet Hall	42
Figure III.18: Piézoélectricité	42
Figure III.19: Pyroélectricité	43
Figure III.20: Effet Doppler	43
Figure III.21: Chaîne d'acquisition	44
Figure III.22: différents type de capteur de température	45
Figure III.23: Schéma simplifié d'un thermocouple	46
Figure III.24: Schéma de principe de l'effet Seebeck	47
Figure III.25:	48
Figure III.26: chaîne d'acquisition d'un capteur de température	49

Figure III.27: capteur capacitif	50
Figure III.28: chaine d'acquisition d'un capteur d'humidité	51
Figure III.29:	51
Figure III.30: filtre passe-haut	52
Figure III.31: filtre passe-bas	52
Figure III.32: filtre passe-bande	53
Figure III.33: filtre coupe-bande	53
Figure III.34: capture DHT11	55
Figure III.35: Capteur de niveau d'Eau	56
Figure III.36: Les thermistances	57
Figure III.37: Symbole communément utilisé pour représenter une thermistance	57
Figure III.38: la carte arduino avec le câble USB	57
Figure III.39: Description de la carte Arduino	59
Figure III.40:	60
Figure III.41: Les modèles de Caractère LCD	60
Figure III.42: Les modèles de Graphique LCD	61
Figure III.43: afficheur Lcd 16*4	61
Figure III.44: ventilateur	62
Figure III.45: la résistance chauffante	63
Figure III.46: les relais électronique	63
Figure III.47: Thermostat régulateur	64
Figure III.48: régulateur de tension	64
Figure III.49: Le fonctionnement d'une LED	65
Figure III.50:	65
Figure III.51: Buzzer	65
Figure III.52: type des résistances	66
Figure III.53: potentiomètre	67
Figure III.54: Symbole communément utilisé pour représenter une thermistance	67

Figure III.55: schéma d'un breadboard	68
Figure III.56: les files de connexions.....	68

Chapitre IV : Programmation et réalisation

Figure IV.1 : Commandes de configuration.....	71
Figure IV.2: fonction setup.....	71
Figure IV.3: fonction loop.....	72
Figure IV.4 : Interface de logiciel.....	72
Figure IV.5: la barre d'outils.....	73
Figure IV.6: interface de logiciel ISIS.....	74
Figure IV.7 : interface Ares.....	75
Figure IV.8: schéma bloc	76
Figure IV.9: schéma électronique.....	76
Figure IV.10: affichage des paramètres	78
Figure IV.11 : affichage de l'humidité, température, température NTC et niveau d'eau.....	78
Figure IV.12 : Etapes de réalisation de notre montage.....	79
Figure IV. 13 : la Température est élevée led rouge allume et le buzzer déclenche	80
Figure IV.14: niveau d'eau élevé led jaune allume	81
Figure IV. 15 : niveau d'eau bas led Blue allume et le buzzer déclenche.....	81
Figure IV.16: la réalisation finale de la couveuse.....	82



Liste des tableaux



Chapitre I : Physiologiques de bébé prématuré et description de l'incubateur néonatale

Tableau I.1: les dimensions de l'utérus	5
---	---

Chapitre II : Description et fonctionnement d'un incubateur

Tableau II.1: Caractéristique technique	20
Tableau II.2: Caractéristique électrique	21
Tableau II.3 : Des exemples des pannes d'incubateur	28

Chapitre III : Choix des composants et réalisation de couveuse

Tableau III.1: Capteurs passifs : principes physiques et matériaux	35
Tableau III.2: Capteurs actifs : principes physiques de base	36
Tableau III.3: caractéristique de la carte arduino mega 2560	58
Tableau III.4: Caractéristique d'un ventilateur	62
Tableau III.5: caractéristique technique des relais	63
Tableau III.6: les caractéristiques de led	66



Abréviations



Abréviations

A

ADC : analogue-to-digital-convertir

B

C

CAN convertisseur analogique numérique

D

DSP : Digital Signal Processor

E

EEPROM : mémoire morte effaçable électriquement et programmable

F

H

I

K

L

LCD • écran à cristaux liquides

LED : Light-Emitting Diode

LDR : La lumière dépendait des résistances

M

MAP : menace d'accouchement prématuré

N

NTC : coefficient de température négatif

O

P

PROM: Programmable Read-Only Memory

PTC : coefficient de température positif

PWM : Pulse Width Modulation

Q

R

RCIU : Le retard de croissance intra-utérin

RAM : Random Access Memory)

RTD : détecteurs de température à résistance

S

SAMU : Service d'aide médicale d'urgence

SMUR : Service Mobile d'Urgence et de Réanimation

SRAM: Static Random Access Memory

T

TOR : tout ou rien

Te : Temps d'échantillonnage

U

USB: Universal Serial Bus

V

VDR : Résistance dépendante de la tension

W

X



Sommaire



Remerciement.....	II
Dédicace.....	IV
Résumé.....	V
Liste des figures.....	VII
Liste des tableaux.....	XII
Abréviations.....	XIV
Sommaire.....	XVIII
Introduction générale	2
Chapitre I : Physiologiques de bébé prématuré et description de l'incubateur néonatale	
1. Introduction	4
2. L'utérus	4
2.1 Anatomie descriptive	4
2.2 Dimensions	5
3. Prématurité	5
3.1 Les stades de prématurité	6
3.2 Types de bébés prématurés et causes d'accouchement prématuré	7
4. Complications de la prématurité	7
4.1 Cœur	8
4.2 Système nerveux central	8
4.3 Yeux	9
4.4 Gastro-intestinal	9
4.5 Infection	10
4.6 Reins	10
4.7 Poumon	10
4.8 Problèmes métaboliques	11
4.9 Régulation de la température	11
4.9.1 L'hypothermie	11
5. Conditions environnementales et besoins de soins des prématurés	11
5.1 Température	11
5.2 Niveau d'oxygène dans l'air	12
5.3 Alimentation	12
5.4 Humidité ambiante	12
6. Prise en charge d'un bébé prématuré	12
7. Incubateur (couveuse)	13
7.1 Historique de couveuse néonatale	13
7.2 Le Rôle de la couveuse	14
8. Les types d'incubateurs	15
8.1 Incubateurs ouverts (à rayonnement)	15
8.2 Incubateurs fermés (couveuses)	15
8.3 Incubateurs mobiles	15
8.4 Incubateurs de photothérapie	16

9. Domaines d'utilisation	17
10. L'importance de la couveuse dans l'unité néonatale	17
11. Conclusion	18

Chapitre II : Description et fonctionnement d'un incubateur

1. Introduction	20
2. Présentation générale de l'incubateur	20
2.1 Caractéristique de l'appareil	20
2.2 L'habitable	21
2.3 La sonde cutanée	21
2.3.1 L'emplacement de la sonde cutanée sur l'appareil	22
2.3.2 L'emplacement de la sonde cutanée sur la peau de bébé	22
2.4 Humidification de l'air	23
2.4.1 Remplissage du bac a eau	23
2.4.2 Réglage d'humidité	23
2.5 La résistance chauffante	24
2.6 Circuit de ventilation	24
2.7 Le ventilateur	25
2.8 Le module de commande	25
3. Le principe de fonctionnement	26
4. Le schéma fonctionnel	27
5. Installation et mis en marche	27
5.1 Installation	27
5.2 Vérification	27
5.3 Mise en marche	28
6. La maintenance corrective d'une couveuse	28
7. Conclusion	28

Chapitre III : Choix des composants et réalisation de couveuse

1. Introduction	31
2. Présentation de projet	31
3. Partie hardware	31
4. Les capteurs	31
4.1 Définition d'une capture	31
4.2 Caractéristique métrologique	32
4.3 Éléments de métrologie	32
4.4 Classification des capteurs	33
4.4.1 Les capteurs numériques	33
4.4.2 Les capteurs analogiques	34
4.5 Les types de capteurs	35
4.5.1 Capteurs passifs	35
4.5.2 Les captures actives	36
4.5.3 Capteurs Composites	36
4.5.4 Capteurs intégrés	36
4.5.5 Capteurs intelligents	37
5 Phénomènes physiques utilisés dans les capteurs	39
5.1 Thermoélectricité	39
5.2 Photoélectricité	40
5.2.1 Propriétés fondamentales de la lumière	40

5.2.2 L'effet photoélectrique	40
5.3 Induction électromagnétique	42
5.4 Effet Hall	42
5.5 Piézoélectricité	42
5.6 Pyroélectricité	43
5.7 Effet Doppler	43
6 Chaîne d'acquisition	43
6.1 Définition	43
6.2 Description des blocs	44
7 Les capteurs de température	45
7.1 Les type de capteur de température	46
7.1.1 Thermocouples	46
7.1.2 Les détecteurs de température à résistance (RTD)	47
7.1.3 Les thermistances	47
7.2 Traitement de signal d'un capteur de température	48
8. Capteurs d'humidité	49
8.1 Généralité	49
8.2 Définition d'un capteur d'humidité	49
8.3 Les types de capteurs d'humidité	49
8.4 Traitement de signal d'un capteur d'humidité	50
9. Les filtres	51
9.1 Définition	51
9.2 Les utilisations pratiques d'un filtre enélectronique	52
9.3 Les types de filtre	52
9.3.1 Filtre passif	53
9.3.2 Filtre actif	53
9.3.3 Filtres analogiques et numériques	54
10 Les composantes utilisées	55
10.1Capteur DHT11	55
10.2Capteur d'eau	55
10.3Capture NTC (Thermistance)	56
10.4 La carte arduino	57
10.5Afficheur LCD	59
10.6Le ventilateur	62
10.7La résistance chauffante	62
10.8Les relais électromécaniques	63
10.9Thermostat régulateur	64
10.10 Régulateur de tension	64
10.11 Les Leeds	64
10.12 Buzzer	65
10.13 Les résistances	66
10.13.1 Résistance linéaire	66
10.13.2 Résistance non linéaire	67
10.14 Le potentiomètre de réglage	67
10.15 La platine expérimentale	68
11.Conclusion.....	69

Chapitre IV : Programmation et réalisation

Partie software :

1. Logiciel Arduino.....	71
--------------------------	----

2. Interface de logiciel	72
3. Proteus Professional	73
3.1 Définition	73
3.2 Caractéristiques de Proteus	73
3.3 Description d'interface	74
4. Etude du schéma et réalisation pratique	75
4.1 Schéma bloc	75
5. Etude du schéma électronique d'une couveuse	76
6. Organigrammes de commande du système	76
7. La partie mécanique	77
7. Test de circuit sous porteuse	78
7.1 Teste l'afficheur LCD	78
7.2 Le montage sur la plaque d'essai	79
8. Conclusion	82
Conclusion générale	84
Annexe	
Bibliographie	



Introduction Générale



Introduction Générale

Introduction Générale

Le prématuré est un terme utilisé pour décrire la naissance d'un bébé avant 37 semaines de gestation complète, un bébé prématuré est celui qui vient au monde avant que son développement ne soit pas terminé peut-être causé par divers facteurs tel que des problèmes de santé maternelle, des infections, des complications de grossesse. Cependant dans de nombreux cas la cause exacte reste inconnue. [4]

Les prématurés nécessitent souvent des soins spécialisés dans une unité néonatale ou en néonatalogie, grâce aux avancées de la médecine et de la recherche le bébé qui naît avant trop tôt ne maîtrise pas encore toutes ses fonctions vitales, Alor il a besoin d'une prise en charge toute particulière.

Une couveuse bébé, également connue sous le nom d'incubateur néonatal, est un dispositif médical conçu pour fournir un environnement contrôlé aux nouveau-nés prématurés ou malades. Elle est utilisée dans les unités de soins néonataux pour offrir une protection et des conditions optimales de croissance et de développement aux bébés qui ne sont pas encore prêts à fonctionner de manière autonome à l'extérieur de l'utérus maternel.[16]

Dans ce contexte, nous nous intéressons à la réalisation et la conception d'un prototype d'une couveuse néonatale qui permet de mettre le bébé dans des bonnes conditions tel que la température et l'humidité. Pour mener à bien notre travail nous avons structuré notre mémoire en quatre chapitres :

- Le premier chapitre concerne la physiologie de bébé prématuré et la description de l'incubateur néonatale.
- Dans le deuxième chapitre nous allons faire une étude descriptive de l'incubateur fermé Natal car St/Lx fabriqué par la société Media.
- Le troisième chapitre nous présentons les différentes composantes utilisées dans ce projet tel que ces caractéristiques on justifie également le choix technique effectuer par les composantes utilisées.
- Le quatrième chapitre est la partie pratique où nous allons mis en place notre système de surveillance de la température, de l'humidité et du niveau d'eau, qui peut être facilement intégré à l'incubateur par défaut.

Enfin notre travaille ce termine par une conclusion générale et une liste de référence bibliographique utilisé.



Chapitre I

*Physiologiques de bébé
prématuré et description de
l'incubateur néonatale*

12. Introduction

La période néonatale est l'une des phases les plus critiques de la vie. Ceci est associé à la fragilité du nouveau-né et à l'immaturité du fonctionnement de nombreux organes. La prise en charge de ces patients nécessite donc des connaissances à jour afin qu'ils puissent bien s'adapter au nouveau monde.

La première question de ce chapitre consiste à définir la notion de prématurité, en distinguant ses types et stades, ainsi que les pathologies associées à la prématurité. Nous concluons sur l'importance de l'incubateur dans le service de néonatalogie.

13. L'utérus

L'utérus est un organe creux musculaire et contractile dont la fonction essentielle s'exerce pendant la grossesse, au cours de laquelle ses modifications sont très importantes.

- Longueur : 6 à 8 cm.
- Largeur : 4 cm.
- Épaisseur : 2 cm. [1]

ANATOMIE DE L'APPAREIL GÉNITAL FÉMININ

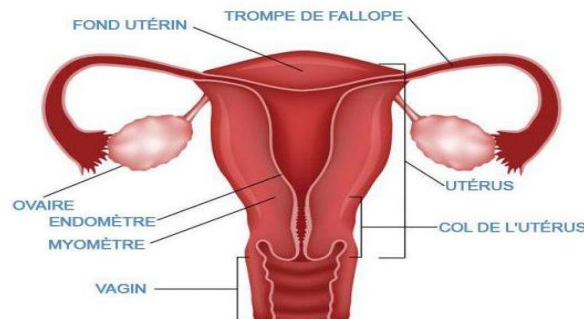


Figure I.1 : Schéma utérus [2]

2.1 Anatomie descriptive :

Localisation : organe impair et médian, situé dans la partie médiane du petit bassin, entre la partie antérieure de la vessie, le rectum en arrière, la racine et le périnée en dessous, les cavités abdominales au-dessus.

Texture : L'utérus a une texture ferme.

Formes : a la forme d'un cône tronqué, avec une base supérieure et un sommet inférieur, présente un rétrécissement dans les parties médianes C'est la membrane de l'utérus qui divise l'organe en deux parties :

- Un haut du corps de l'utérus.
- Le second abaisse le col. [3]

2.2 Dimensions :

	Chez la nullipare	chez la multipare
Longueur	6 à 7 cm	7 à 8 cm
	3.5 cm au niveau du corps	5 cm au niveau du corps
	0.5 cm au niveau de l'isthme	3 cm au niveau du col
	2.5 cm au niveau du col	
Largeur	4 cm au niveau du fond utérin	5 cm au niveau du fond utérin
	2 cm du niveau du col	
Epaisseur	2cm	3 cm

Tableau I.1: les dimensions de l'utérus

14. Prématurité

La prématurité est responsable de 7% grossesses dans le monde. Les bébés prématurés peuvent être sauvés plus tôt grâce aux progrès des installations médicales et de la technologie. Si un bébé naît avant 37 semaines, il est considéré comme un bébé prématuré. Son corps est complètement développé mais certains organes ne sont pas encore complètement développés C'est un bébé avec de nombreuses différences physiologiques par rapport à un bébé né à terme Présent à la naissance :

- Plus petit en taille.
- Pèse moins.
- Peau rouge très fine.
- Cartilage de l'oreille souple.
- Membres minces.
- Abdomen saillant.
- Pouls et respiration rapides.
- Poitrine contractée.



Figure I.2 : Un bébé prématuré

3.1 Les stades de prématurité :

Il existe également trois stades de la prématurité :

- A. **Les bébés prématurés (nés entre 33 et 36 semaines)** [4] : Le bébé doit être transféré avec la mère dans une maternité de type II avec un service de néonatalogie. Le bébé prématuré a des problèmes respiratoires Immaturité et a du mal à retenir la chaleur peut se nourrir de lui-même ou presque de façon autonome. Cependant, il a des difficultés à avaler, respirer et téter de manière coordonnée et se fatigue facilement. il est juste plus fragile. [5]
- B. **Extrêmement prématuré (né entre 29 et 32 semaines)** [4] : Extrêmement prématuré ne contrôle pas bien sa respiration et peut s'arrêter. Il a souvent besoin d'oxygène et doit être placé dans une couveuse car il a moins de contrôle sur sa température. Il reçoit d'abord une petite sonde d'alimentation (gavage) qui passe par sa narine ou sa bouche dans son estomac. Cela minimise l'effort nécessaire pour téter et avaler. Vous pouvez aussi lui donner une solution pour lui apporter les calories et les nutriments dont il a besoin pour grandir. [5]
- C. **Grands prématurés (nés avant 28 semaines)** [4] : Les grands prématurés ne peuvent ni respirer ni manger par eux-mêmes. Il est ensuite connecté à un ventilateur et administré par voie intraveineuse. Il prend également divers médicaments, peut avoir de nombreux problèmes de santé et présente un risque accru de complications à l'hôpital (par exemple, infections, hémorragie cérébrale, rétinopathie, etc.). [5]
- D. **Si un bébé naît entre 22 et 25 semaines** [4] : il est sur le point de se développer et peut avoir de graves conséquences. [5]

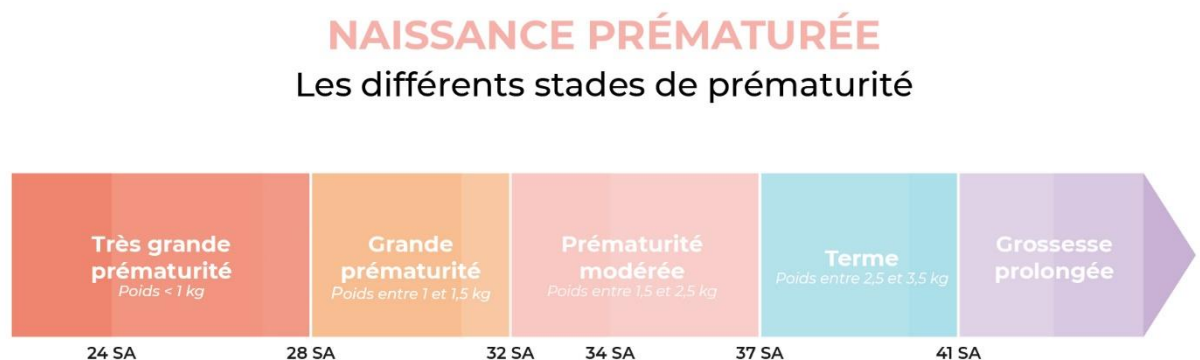


Figure I.3: Les étapes du développement foetal [6]

3.2 Types de bébés prématurés et causes d'accouchement prématuré

• Accouchement prématuré spontanée

Cela représente environ 60 %. Le travail commence spontanément en raison de contractions prématurées ou d'une rupture prématurée des membranes (sacs d'eau), qui survient généralement après une infection bactérienne. Ce travail peut précéder le risque d'accouchement prématuré (MAP) qui se caractérise par des contractions utérines régulières associées à un col variable (col inférieur à 25 mm) [7]. La mère est généralement hospitalisée pour rechercher la cause des contractions prématurées et, si possible, les traiter plus précisément :

- ✓ Infection des voies urinaires.
- ✓ Infection cervicale ou vaginale, ou infection systémique (grippe...).
- ✓ Malformation utérine.
- ✓ Col ouvert.
- ✓ Placenta anormalement entrelacé.
- ✓ Traumatisme utérin grave.
- ✓ Grossesse multiple.

Cependant, parfois aucune cause ne peut être trouvée. Le mécanisme des contractions et du début du travail n'est pas encore complètement élucidé.

Dans ce cas, la future mère est mise au repos et un traitement pour arrêter les contractions peut être administré, sachant qu'il n'est pas possible d'arrêter le processus d'accouchement qui vient de commencer. [8]

• Accouchement prématuré induite

Dans 40 cas, il s'agit d'un accouchement prématuré : l'équipe médicale décide d'accoucher plus tôt, souvent par césarienne, pour la santé voire la survie de l'enfant ou de la mère en danger. [7]

Après une complication de grossesse :

- ✓ Hypertension artérielle sévère et ses complications (pré-éclampsie, éclampsie, problèmes hépatiques, destruction des globules rouges et des plaquettes dans le sang).
- ✓ Hypertension maternelle sévère 20 motifs d'accouchement à 32 semaines.
- ✓ Diabète gestationnel instable.
- ✓ Retard de croissance fœtal sévère (RCIU).
- ✓ Détresse fœtale, notamment en cas des multiples. [8]

15. Complications de la prématurité

La plupart des complications sont liées au dysfonctionnement des organes immatures. Dans certains cas, les complications disparaissent complètement ; dans d'autres cas, le dysfonctionnement d'autres organes persiste.

4.1 Cœur

L'incidence globale des malformations cardiaques congénitales structurales chez les prématurés est faible. La complication cardiaque la plus fréquente est :

✓ Durée du canal artériel

Chez les prématurés, le canal artériel se ferme moins bien après la naissance. La prévalence de la persistance du canal artériel augmente avec l'importance de l'accouchement prématuré ; La persistance du canal artériel est observée chez près de la moitié des bébés ayant un poids de naissance $<< 1750$ g de poids à la naissance et à environ $80 < 1000$ g Environ 1/3 à 1/2 des personnes atteintes d'un canal artériel persistant souffrent d'un certain degré d'insuffisance cardiaque. Chez nourrissons prématurés de ≤ 29 semaines de gestation atteints d'un syndrome de détresse respiratoire, le risque de développer un canal artériel symptomatique variait de 65 à 88. Lorsque les bébés naissent à 30 semaines de gestation, le canal artériel se ferme spontanément 98 % du temps à la sortie de l'hôpital. [9]

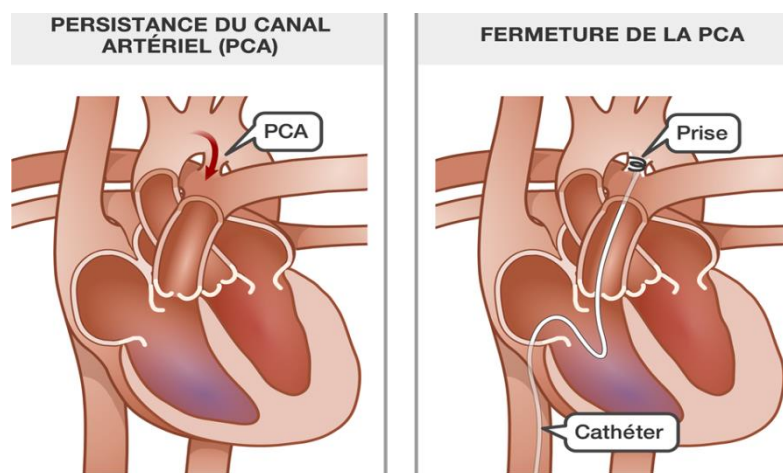


Figure I.4: Durée du canal artériel [10]

4.2 Système nerveux central

Les complications du système nerveux central comprennent :

- ✓ Faibles réflexes de déglutition et de succion.
- ✓ Épisode d'apnée.
- ✓ Hémorragie ventriculaire.
- ✓ Retards de développement et/ou cognitifs.

Les nourrissons nés avant 34 semaines de gestation ont une succion et une déglutition inadéquates et non coordonnées et doivent être alimentés par un tube intraveineux (tulipe).

L'immaturation des centres respiratoires du tronc cérébral provoque des épisodes d'apnée (apnée centrale). L'apnée peut également être causée par un blocage isolé dans le bas de la gorge (apnée obstructive). Les deux phénomènes peuvent également être observés (apnée mixte). [9]

4.3 Yeux

Les complications oculaires incluent :

- ✓ Rétinopathie du prématuré.
- ✓ Myopie et/ou strabisme.

Le système vasculaire rétinien est incomplet à la naissance. L'accouchement prématuré peut perturber le processus vasculaire normal, entraînant un développement vasculaire anormal et parfois des troubles visuels, y compris la cécité (rétinopathie du prématuré). L'incidence de la rétinopathie du prématuré est inversement proportionnelle à l'âge gestationnel. La maladie apparaît généralement entre la 32e et la 34e semaine de grossesse.

L'incidence de la myopie et du strabisme augmente indépendamment de la rétinopathie du prématuré. [9]



Figure I.5: maladie et traitement de myopie [11]

4.4Gastro-intestinal

Les complications gastro-intestinales comprennent :

- ✓ L'intolérance alimentaire est très fréquente car les prématurés ont un petit estomac et des réflexes de déglutition et de succion immatures et une mauvaise motilité gastro-intestinale. Ces facteurs altèrent la capacité à tolérer l'alimentation orale ou nasogastrique et présentent un risque d'aspiration. La tolérance alimentaire augmente généralement avec le temps. L'entérocolite nécrosante se manifeste généralement par des selles sanglantes, une intolérance alimentaire et un abdomen enflé et douloureux.
- ✓ L'entérocolite nécrosante est l'urgence chirurgicale la plus fréquente chez les prématurés. Les complications de l'entérocolite nécrosante chez le nouveau-né comprennent la perforation intestinale avec pneumopéritoine, la formation d'abcès abdominaux, la formation de sténoses, le syndrome de l'intestin court, la septicémie et la mort. [9]

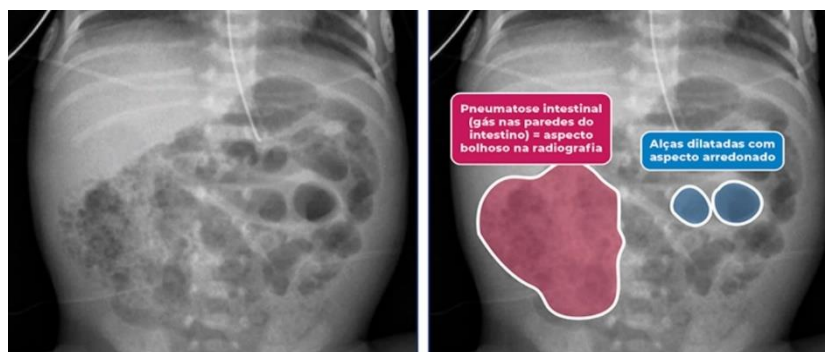


Figure I.6: L'entérocolite nécrosante [12]

4.5Infection

Les complications infectieuses comprennent :

La septicémie ou la méningite est environ 4 fois plus fréquente chez les prématurés et survient chez environ 25 nourrissons de très faible poids à la naissance. Ce risque accru est dû à l'utilisation de cathéters intravasculaires et de tubes endotrachéaux, à des lésions cutanées et à des niveaux nettement réduits d'immunoglobulines sériques (fonction immunitaire néonatale).

4.6 Reins

Les complications rénales comprennent :

- ✓ Acidose métabolique.
- ✓ Retard de croissance.

4.7 Poumon

Les complications pulmonaires incluent :

- ✓ Syndrome de détresse respiratoire.
- ✓ Insuffisance respiratoire chez les prématurés.
- ✓ Maladie pulmonaire chronique (dysplasie bronche pulmonaire) Respiration assistée
D'autres développent une maladie pulmonaire chronique (dysplasie bronche pulmonaire) qui nécessite une assistance respiratoire prolongée avec une canule nasale à haut débit, continue ventilation à pression positive ou autre forme d'assistance ventilatoire non invasive ou ventilation mécanique. L'assistance respiratoire peut être fournie avec de l'air ambiant ou de l'oxygène supplémentaire. Si un supplément d'oxygène est nécessaire, la concentration d'oxygène la plus faible qui maintiendra le niveau de saturation en oxygène cible de 90 à 95 % (saturation néonatale en oxygène cible) doit être utilisée. [9]

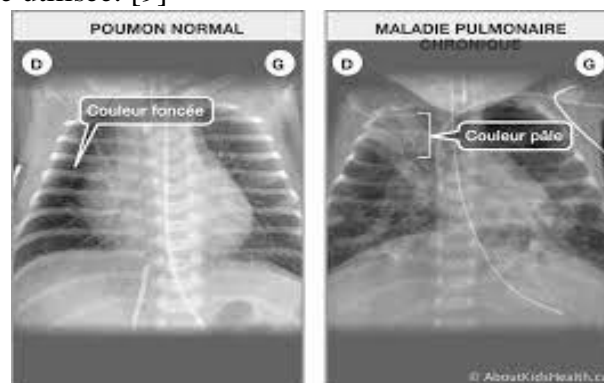


Figure I.7: maladie pulmonaire chronique [13]

4.8 Problèmes métaboliques

Les complications métaboliques comprennent :

- ✓ Hypoglycémie.
- ✓ Hyper bilirubinémie.
- ✓ Hypothyroïdie congénitale.
- ✓ La maladie osseuse métabolique (ostéogénie chez les prématurés) est courante, en particulier chez les bébés extrêmement prématurés. Elle est causée par un apport insuffisant en calcium, phosphore et vitamine D et est aggravée par l'administration de diurétiques et de corticostéroïdes. Le lait maternel est pauvre en calcium et en phosphore et doit être enrichi. La supplémentation en vitamine D est essentielle pour optimiser l'absorption intestinale du calcium et contrôler la diurèse. [9]

4.9 Régulation de la température

La complication la plus courante de la régulation de la température est

4.9.1 L'hypothermie

Les prématurés ont un rapport surface/volume particulièrement élevé. Par conséquent, lorsqu'ils sont exposés à des températures inférieures à la neutralité thermique, ils perdent rapidement de la chaleur et ont du mal à maintenir leur température corporelle. Un milieu thermiquement neutre est un milieu dont la température est telle que les besoins métaboliques (et donc la dépense calorique) pour maintenir une température corporelle normale (36,5 à 37,5 °C par voie rectale) sont minimales. [14]

16. Conditions environnementales et besoins de soins des prématurés

Les avancées les plus importantes dans le domaine des prématurés concernent la prise en charge du développement néonatal pendant leur séjour à l'USIN. L'importance de ce traitement a été prouvée et ses effets contribuent de manière significative à la santé à court et à long terme des prématurés. Un bébé dans une couveuse a besoin d'un environnement apaisant près du ventre de sa mère pour le garder suffisamment au chaud dans la couveuse. Les bébés prématurés ont souvent des difficultés à respirer, à manger et à maintenir leur température corporelle :

5.1 Température

La température corporelle du bébé peut être maintenue en plaçant le bébé dans une couveuse ou sur un lit chauffant. L'hypothermie est définie par l'Organisation mondiale de la santé comme une température centrale < 36,5 °C. Chez les prématurés, l'hypothermie augmente la morbidité et la mortalité. Le maintien d'une température appropriée dans la salle d'accouchement ou la salle d'opération est essentiel pour éviter l'hypothermie néonatale. [15]

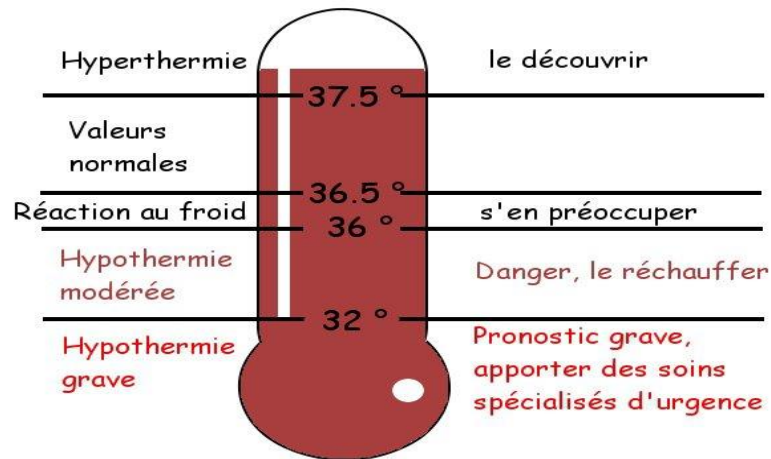


Figure I.8: températures corporelle d'un nouveau-né [16]

5.2 Niveau d'oxygène dans l'air

Un bébé prématuré peut avoir des difficultés à respirer parce que ses poumons ne sont pas complètement formés. Dans ce cas, il a souvent besoin d'oxygène supplémentaire. La fourniture d'oxygène adéquat aux nourrissons prématurés peut inclure l'utilisation d'une hotte, d'un ventilateur ou d'un ventilateur et une ventilation à pression positive continue.

5.3 Alimentation

Les très jeunes bébés prématurés sont initialement incapables de prendre soin d'eux-mêmes car ils ont des difficultés à téter, à avaler et à respirer. C'est ainsi que votre bébé reçoit ses premières calories grâce à un ensemble IV (également appelé « ligne IV ») ou une canule (petit tube) qui est insérée par le nez ou la bouche dans l'estomac.

5.4 Humidité ambiante

Les variations de température et l'apport d'oxygène peuvent entraîner des variations importantes de l'humidité ambiante. Cependant, la déshydratation d'un bébé, en particulier un bébé prématuré, est dangereuse, il est donc extrêmement important de maintenir le niveau d'humidité au-dessus d'un certain niveau. [14]

17. Prise en charge d'un bébé prématuré :

Après toutes les complications possibles énumérées ci-dessus, les nouveau-nés sont pris en charge par une équipe médicale dès le premier souffle. Il s'agit de les équiper de l'équipement dont ils ont besoin pour survivre, ils sont placés dans un incubateur qui les aide à maintenir leur température corporelle, ils reçoivent une assistance respiratoire en cas de besoin, ils sont équipés d'un moniteur qui suit chacun d'eux. Plaintes et peut les résoudre le plus rapidement possible.

Ainsi, si nécessaire, le bébé est placé dans cet environnement chaud mais aussi humide dès la naissance pour assurer une hydrométrie optimale et rapprocher les conditions de l'utérus de la mère. Le bébé est ensuite placé dans une couveuse, ou couveuse, qui est équipée d'un système d'alimentation (sonde d'alimentation). Système de réanimation cardiorespiratoire, etc. [15]

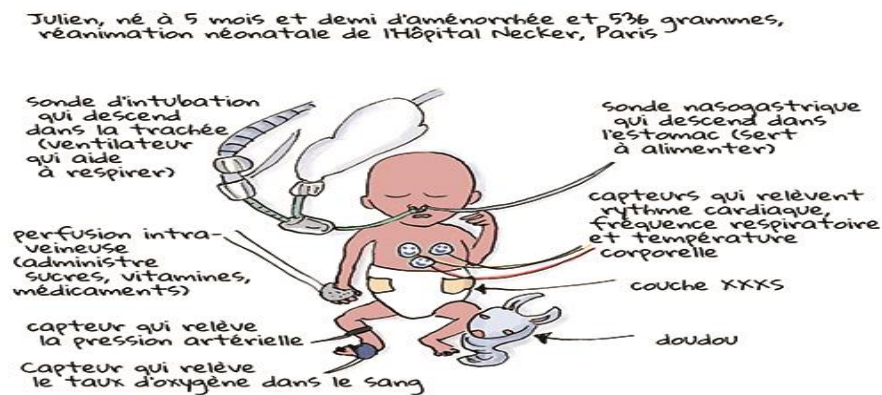


Figure I.9: La prise en charge d'un bébé prématuré [15]

18. Incubateur (couveuse)

Un incubateur néonatal, aussi familièrement appelé couveuse, est une enceinte fermée ou un dispositif intermédiaire conçu pour isoler un nouveau-né fragile et le maintenir dans des conditions similaires à celles de l'utérus tout en permettant des soins. L'incubateur est particulièrement adapté aux bébés prématurés et de faible poids à la naissance et à certaines maladies congénitales. Les incubateurs protègent le bébé des changements de température extérieurs et surtout des agents infectieux, lui permettant de poursuivre son développement normal ils sont équipés de petites ouvertures qui permettent aux soignants et aux parents d'entrer en contact avec l'enfant, en respectant des règles d'hygiène strictes.[16]

7.1 Historique de couveuse néonatale :

L'histoire de la couveuse commence en France dans la seconde moitié du XIXe siècle, une période historique où la prise en charge des enfants prématurés ou affaiblis est devenue un problème social. Avant l'avènement des « incubateurs », les soins aux bébés étaient principalement laissés entre les mains de la mère ou des appareils primitifs étaient utilisés pour réchauffer les nouveau-nés, tels que des réchauffeurs, paniers doublés de coton avec bouillottes. [17]

Lors d'une visite au Jardin d'acclimatation de Paris en 1878, le chirurgien-obstétricien Stéphane Tarnier (1828-1897), recteur de l'Académie de médecine et professeur à la maternité, observe la couveuse où vivent les poussins pour leur premier instant, il a une idée : pourquoi ne pas utiliser la même méthode avec les bébés prématurés de sa clinique ? Réaliser des caisses en bois maintenues à une température comprise entre 32°C et 37°C avec un réservoir d'eau chaude et une lampe à alcool. Efficace mais artisanal, qui a mis au point une véritable couveuse pour bébés prématurés. Il fut suivi par des médecins de

province qui construisaient encore des incubateurs traditionnels très primitifs, comme le Dr. Léon Dufour (1856-1928) de Fécamp, fondateur de l'œuvre de la Goutte de lait.

Les incubateurs modernes ont été développés par des pédiatres dans l'année 1950 pour contrôler la température, prévenir le risque d'infection et permettre l'accès aux fournitures et équipements spécialisés. [18]



Figure I.10: Première couveuse pour bébé [19]

7.2 Le Rôle de la couveuse

- L'incubateur néonatal maintient le nouveau-né ou prématuré dans un environnement adéquat en termes de température, d'humidité et d'oxygénation, le protégeant ainsi au maximum des influences extérieures (courants d'air, bruit, micro-organismes, etc.).
- L'incubateur néonatal est une enceinte en plexiglas dont l'atmosphère est contrôlée par un système électronique. L'habitacle est équipé de hublots qui permettent au personnel soignant de s'occuper de l'enfant.
- L'humidité de l'air est fournie par un réservoir d'eau stérile traitée par résistance thermique.
- Des capteurs (dans l'habitacle et sur la peau du nouveau-né) permettent de paramétrer et d'activer une alarme de surchauffe. [20]

19. Les types d'incubateurs :

8.1 Incubateurs ouverts (à rayonnement)

Les incubateurs ouverts ou à rayonnement sont très souvent assimilés à des lits de réanimation pédiatrique. Incubateur ouvert. En réanimation et plus pratique qu'une couveuse fermée pour les nouveau-nés qui ont besoin d'une attention particulière pendant les phases aiguës de leur pathologie.

8.2 Incubateurs fermés (couveuses)

Cette couveuse fermée est un dispositif de surveillance qui chauffe, maintient le bébé au chaud et humidifie l'air circulant dans la cabine.

Depuis l'entrée en vigueur de l'arrêté du 3 novembre 1998 interdisant l'utilisation des incubateurs d'ancienne génération, les derniers modèles sont équipés d'une cabine à double paroi pour les incubateurs de réanimation et d'un bac à eau amovible.



Figure I.11 : Incubateur fermés

8.3 Incubateurs mobiles

L'incubateur de transport le plus sophistiqué est utilisé dans un contexte très particulier. Fabriqué par les services pédiatriques du SAMU et du SMUR, comme son nom l'indique, il est destiné au transport des nouveau-nés nécessitant des soins de haute technologie dans des centres spécialisés (réanimation du nouveau-né).



Figure I.12 : Incubateur mobile

8.4 Incubateurs de photothérapie

En photothérapie, la peau du nouveau-né est exposée à une lumière bleue (parfois blanche) d'une longueur d'onde de 450 à 495 nm pour modifier la structure de la bilirubine indirecte/non conjuguée à travers l'épiderme (2 mm de profondeur) et la rendre soluble dans l'eau fermer. L'objectif est de réduire le taux de bilirubine indirecte circulante et de convertir la bilirubine cutanée afin qu'elle puisse être excrétée par les reins et la bile (photo isomérisation). "Cette belle histoire est due à l'empathie d'une infirmière anglaise qui, dans les années 1950 contre le chef du service de la jaunisse, laissait secrètement des nouveau-nés dans le jardin de l'hôpital pour prendre le soleil." Les parties du corps exposées au soleil étaient alors beaucoup moins jaunâtre, comme le remarque enfin le médecin : La lumniothérapie était née.

Il en existe deux types : La photothérapie intensive et photothérapie simple



Figure I.13: Incubateur photothérapie simple



Figure I.14: Incubateur photothérapie intensive

20. Domaines d'utilisation

- ✓ Maternité
- ✓ Anesthésie/Réanimation (Hôpital pédiatrique)
- ✓ Grands brûlés (Hôpital pédiatrique) [20]

21. L'importance de la couveuse dans l'unité néonatale

- Afin de favoriser le développement du bébé dans les meilleures conditions possibles, la couveuse compense la perte d'énergie calorifique nécessaire au maintien de la température du bébé. La nourriture ingérée peut alors permettre au bébé de se développer normalement.
- Aide à surveiller les nouveau-nés en surveillant la température de la peau et les paramètres de l'air ambiant avec des alarmes.
- Assurer la sécurité des enfants.

22. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné divers termes et généralités qui ont beaucoup à voir avec la néonatalogie et la prématurité.

Enfin, à partir des informations générales présentées, nous concluons que les prématurés naissent avec des organes qui ne sont pas encore suffisamment matures pour supporter la vie extra-utérine. De ce fait, ils sont sujets à de nombreux problèmes de santé, dont l'hypothermie, qui peut avoir de graves conséquences sur leur santé. Pour surmonter ces difficultés et assurer le meilleur contrôle possible du bébé, celui-ci est traité dans une couveuse fermée qui offre une protection contre divers agents infectieux et offre des conditions thermiques et hygrométriques optimales pour répondre aux besoins de l'utérus de la mère. Mère, c'est la protection environnementale ultime pour la santé et le bien-être du bébé, pour créer un environnement optimal pour la survie d'un bébé prématuré, et en, il est facile à utiliser.



Chapitre II

Description et fonctionnement

d'un incubateur

1. Introduction :

Notre travail est basé sur l'incubateur fermé Natal Care St/Lx fabriqué par Medix. Dans ce chapitre nous présentons l'incubateur en général, ses caractéristiques et son fonctionnement.

2. Présentation générale de l'incubateur :

L'incubateur néonatal est un dispositif médical conçu pour maintenir un environnement optimal pour la prise en charge d'un nourrisson. Est un outil important dans les soins néonataux et est contribué à améliorer les taux de survie et l'état de santé des nouveau-nés prématurés et malades.



Figure II.1: Incubateur Medix Natal Care ST/Lx

2.1 Caractéristique de l'appareil:

	Extérieure	Intérieure
Le poids	78 kg	
Hauteur	135 cm	40 cm
Largeur	105 cm	80 cm
Profondeur	60 cm	40 cm

Tableau II.1 : Caractéristique technique [21]

Tension de service	230V~–50-60Hz 120 V~ – 50-60Hz
Puissance	6 A (230V~) 12 A (120V~)
Puissance de chauffage	250 w
Classification électrique	Classe I type BF

Tableau II.2 : Caractéristique électrique [21]

2.2 L'habitacle :

Un habitacle à double parois avec une configuration des fenêtres basculantes dans les côtés, procure d'avantage de liberté de mouvement aux bras du personnel tout en ayant une section d'ouverture plus petite, ceci réduit les pertes de chaleur. Ainsi, il est équipé par un lit démontable où on va placer le patient. [21]



Figure II.2 : L'habitacle d'une couveuse

2.3 La sonde cutanée :

La sonde cutanée est une capture pour l'indication de température. Elle est constituée d'une thermistance de câble et d'un connecteur. (Figure II.3) [22]



Figure II.3 : la sonde cutanée

2.3.1 L'emplacement de la sonde cutanée sur l'appareil :

Après avoir placé la sonde sur la peau du nourrisson, connectez le connecteur de la sonde au connecteur "SONDE DU NOUVEAU-NE CUTANEE « sur le côté de l'incubateur. [23]



Figure II.4 : Emplacement de la sonde sur l'appareil.

2.3.2 L'emplacement de la sonde cutanée sur la peau de bébé :

- Avant de placé la sonde nettoyer et essuyer parfaitement la peau autour de la sonde
 - Placer la sonde sur l'abdomen du nouveau-né lorsque celui-ci est couché sur le dos ou sur le côté, à mi-chemin entre l'os xiphoïde du sternum et l'ombilic.
 - Si le nouveau-né est en pro cubitus, placer la sonde de température cutanée sur son dos.
- [24]

2.4 Humidification de l'air :

Dans le contexte d'une couveuse bébé, l'humidification de l'air est souvent nécessaire pour maintenir un niveau d'humidité approprié pour le bien-être et le développement du bébé prématuré ou malade. [24]

2.4.1 Remplissage du bac a eau :

Tirer légèrement le bac à eau (Figure II.5).

Verser de l'eau stérile dans ce bac jusqu'au niveau d'eau maximale (700 ml).

Repousser doucement le bac a eau.

- Après le remplissage du bac à eau, l'eau circule dans un tuyau métallique passant par la résistance pour la chauffer afin d'avoir l'humidité de consigne voulue.

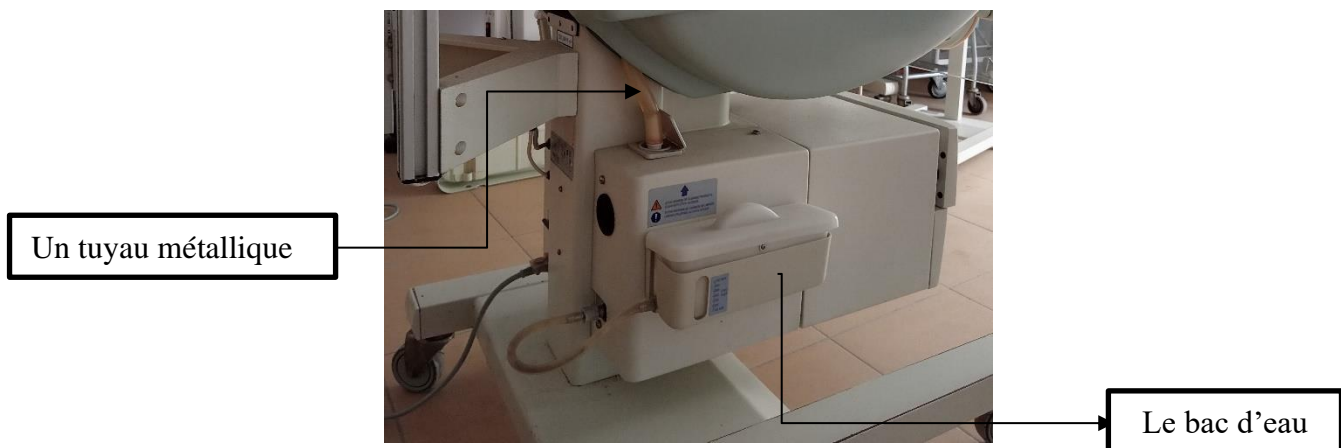


Figure II.5: le bac d'eau

2.4.2 Réglage d'humidité :

Cela se fait en appuyant sur le bouton de réglage de l'humidité situé sur le module de commande. L'augmentation ou la diminution de l'humidité est basée sur l'information envoyée par le capteur d'humidité.

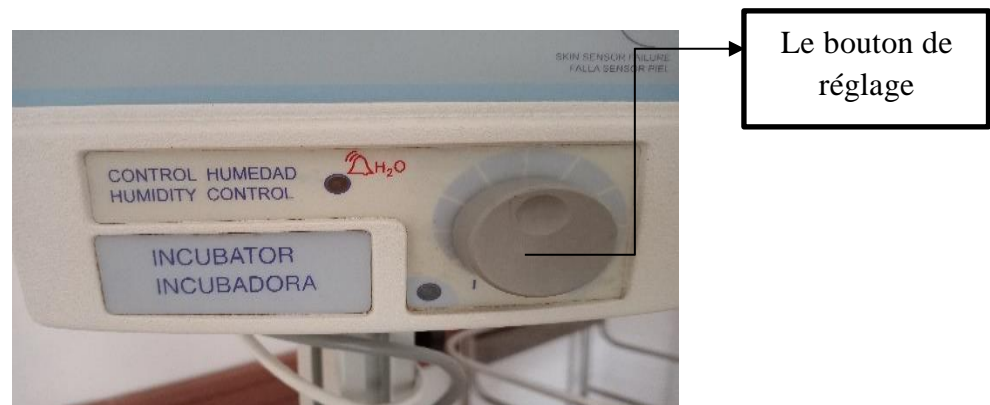


Figure II.6: Bouton de réglage d'humidité

2.5 La résistance chauffante :

La résistance chauffante est un matériau conducteur à base de métal qui peut résister au passage du courant et atteindre une certaine température par effet Joule. Les radiateurs sont conçus pour fournir une température spécifique par infrarouge ou par conduction thermique, en fonction de l'application de chauffage. L'élément chauffant de l'incubateur est affecté par les changements de température et d'humidité mesurés par le capteur DHT11. S'il fait 37 degrés ou plus, il cessera de fonctionner, sinon il cessera de fonctionner, afin de maintenir les conditions de vie des bébés prématurés. [21]

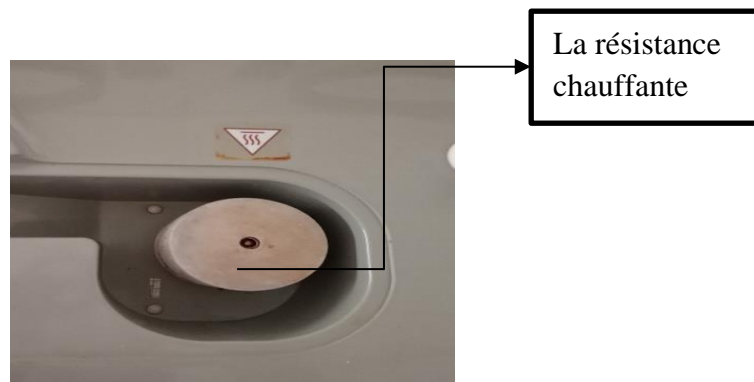


Figure II.7: la résistance chauffante

2.6 Circuit de ventilation :

Le circuit de ventilation d'une couveuse pour nourrissons est un système qui fait circuler l'air dans la couveuse pour maintenir une température et une humidité optimales pour les bébés prématurés ou malades.

Le circuit de ventilation se compose généralement :

1. Ventilateur.
2. Filtre à air : pour éliminer les particules.
3. Humidificateur : pour contrôler l'humidité de l'air.
4. Système de contrôle de la température : pour maintenir une température constante à l'intérieur de l'incubateur. [25]

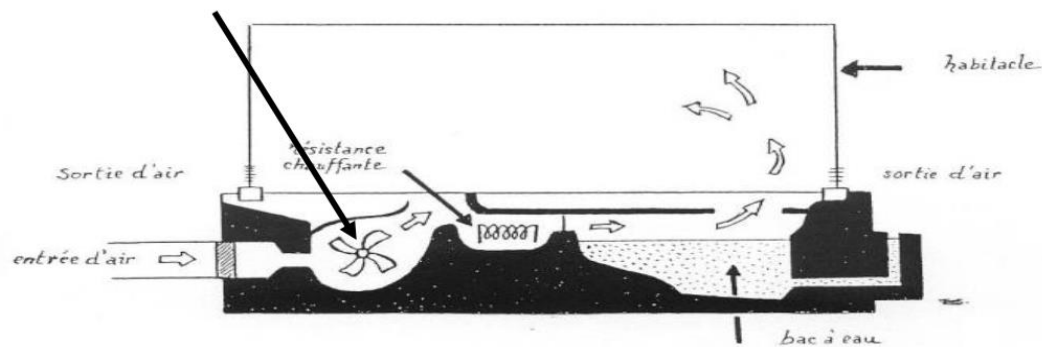


Figure II.8: circulation d'air dans un incubateur [3]

2.7 Le ventilateur :

Est un élément essentiel du système de ventilation des incubateurs pour maintenir la circulation de l'air.

Elle aspire l'air de la pièce et le force à travers un filtre à air pour éliminer les particules. L'air filtré est humidifié par un humidificateur avant d'être renvoyé dans l'incubateur. Le système de contrôle de la température surveille la température à l'intérieur de la couveuse et ajuste le chauffage en conséquence pour maintenir une température stable.

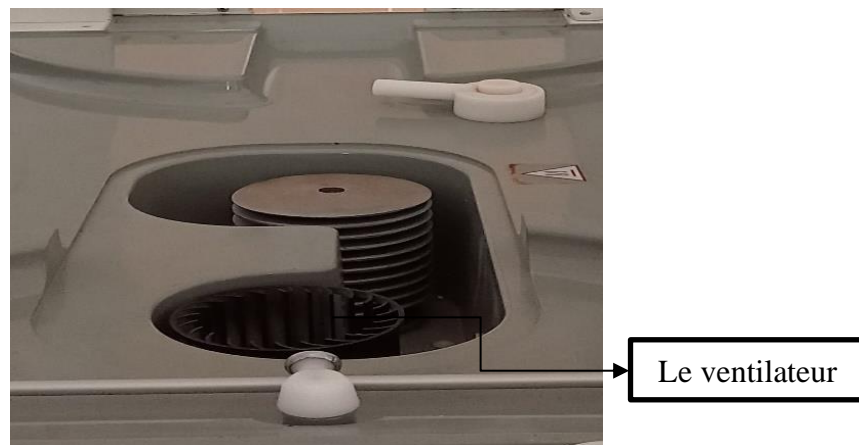


Figure II.9: Le ventilateur

2.8 Le module de commande :

C'est un module optionnels facile à utiliser et très intuitif. L'écran offre une grande visibilité des commandes dans différentes situations cliniques équipé d'un système d'alarme qui permettant aux médecins de résoudre le problème efficacement.

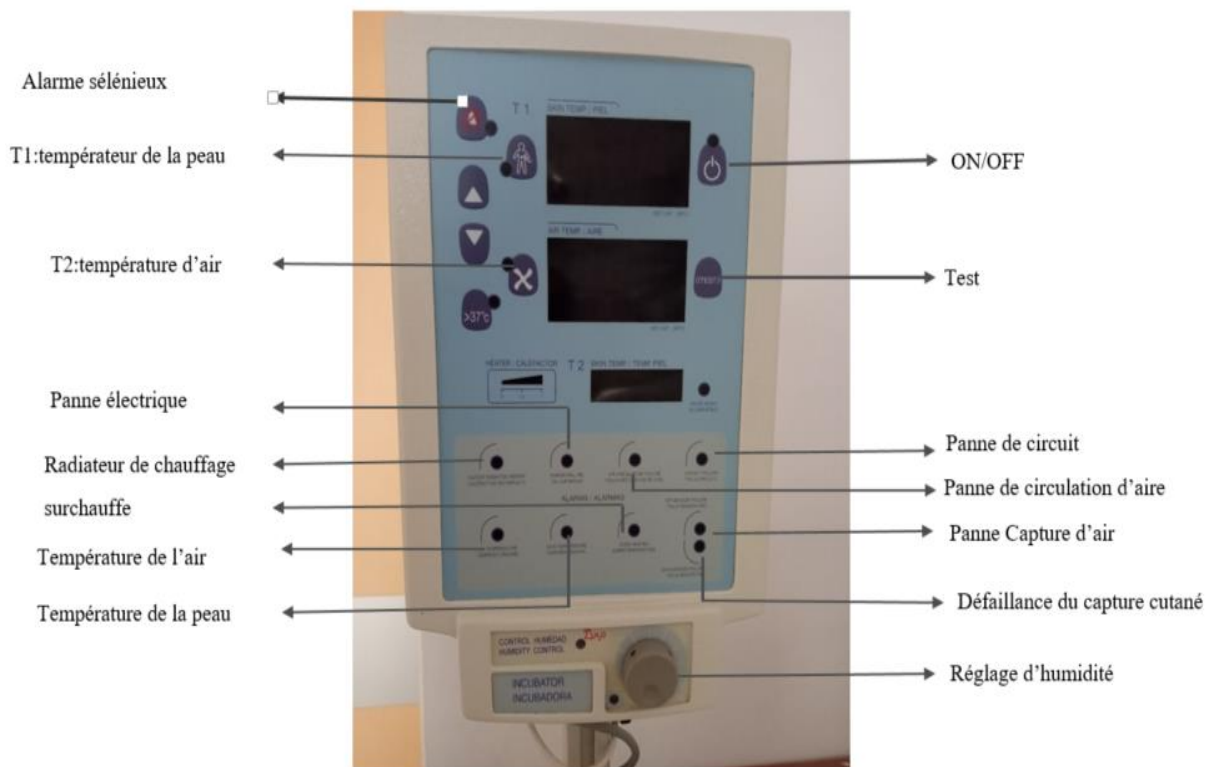


Figure II.10: le module de commande

3. Le principe de fonctionnement :

Les incubateurs néonataux fournissent un flux d'air chaud pour les nouveau-nés, en utilisant un ventilateur ou une turbine pour l'aspirer de l'extérieur et le faire passer à travers un appareil de mesure de la température avant de passer. Un réservoir d'eau utilisé pour humidifier l'air vers le patient. Il se compose d'un compartiment nouveau-né, de parois transparentes, d'un matelas, d'une plate-forme, d'une base roulante et d'un module de contrôle où se trouvent tous les paramètres de contrôle de la température.

De plus, l'incubateur dispose d'un dispositif de chauffage activé par un signal électrique, qui est proportionnel à la différence entre la température mesurée et une valeur de référence prédéfinie par l'opérateur. La variable de contrôle pourrait être la température de l'air dans l'incubateur ou la température de la peau dans la partie antérieure de l'abdomen du nouveau-né. [26]

4. Le schéma fonctionnel :

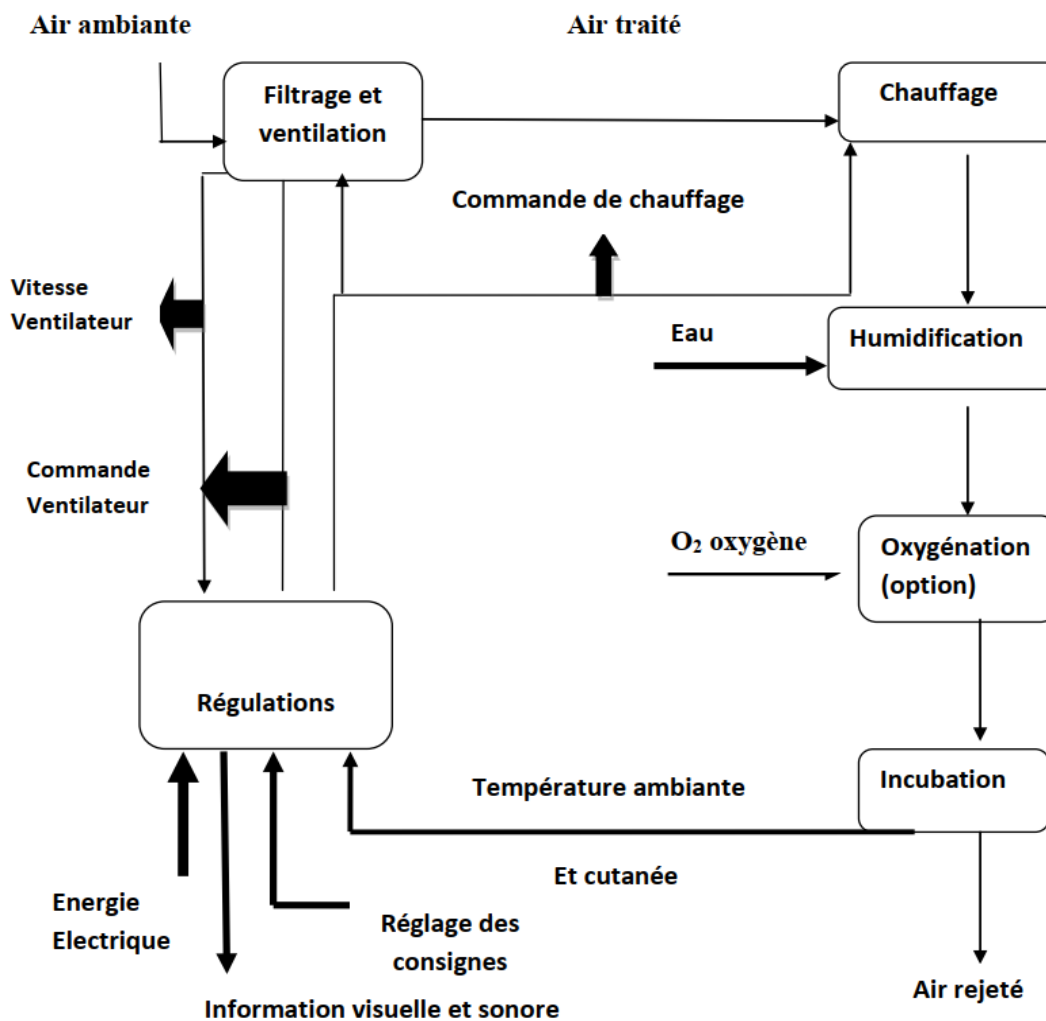


Figure II.11: Schéma illustratif du fonctionnement d'un incubateur [25]

5. Installation et mis en marche :

5.1 Installation :

La réception de l'appareil dans l'établissement utilisateur permet de confirmer la bonne adéquation de l'incubateur au bon de commande ainsi que la vérification de son bon état général après transport.

5.2 Vérification :

Avant de l'utiliser, vous devez :

- Vérifiez le boîtier de l'incubateur pour des fissures ou des débris pointus.

- Vérifiez qu'il y a suffisamment de place pour incliner l'incubateur et changer sa position en hauteur (assez de place pour la manipulation).
- Vérifier que les fentes du boîtier capteur ne sont pas obstruées par des salissures.
- Vérifier que les câbles et tuyaux sont acheminés correctement et avec toutes les garanties de sécurité.
- Les filtres à eau et à air du réservoir doivent être remplacés régulièrement.
- Une mise en chauffe avec la sonde cutanée placée à 10 cm au-dessus du centre du matelas permettra de vérifier la cohérence des paramètres. [27]

5.3 Mise en marche :

Lorsque l'appareil est prêt à utiliser il est nécessaire de rappeler que les personnes doivent en connaître le fonctionnement et les mesures de sécurité de l'appareil ainsi que la sécurité de bébé.

6. La maintenance corrective d'une couveuse :

Le tableau 1 montre des exemples de pannes d'incubateur ainsi que des descriptions des tâches de maintenance.

Description de la panne	Description des travaux
Manque d'humidité	Changement d'humidificateur
Câble connecteur défectueux	Changement de câble intermédiaire entre module et le plan de couchage
Blocage de réservoir d'eau	Déblocage et entretien de réservoir d'eau
Défaut pédale	Changement de la carte d'alimentation montée / descente
Mal détermination de la température	Réinstallation du module des capteurs après vérification vérification du bon fonctionnement du chauffage en mode air/ cutanée

Tableau II.3 : Des exemples des pannes d'incubateur [27]

7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous nous sommes familiarisés avec l'aspect général d l'incubateur, ainsi que ses caractéristiques et son principe de fonctionnement, afin de bien comprendre le concept et le principe de fonctionnement de cet appareil. Cela permet d'apporter des modifications et des améliorations à l'incubateur.



Chapitre III

Choix des composants et

réalisation de couveuse

1. Introduction :

Dans ce chapitre nous présenterons les différentes caractéristiques des composants et des techniques utilisées au cours de ce projet. Il s'agira également de justifier certains des choix techniques effectués pour les composants.

2. Présentation de projet :

Dans ce projet nous nous intéressons à la réalisation et la construction d'un prototype d'incubateur néonatal. N'oubliez pas que la tâche principale de l'incubateur est d'assurer une température et une humidité constantes. A cet effet, l'air est introduit dans l'incubateur par un ventilateur puis il sera chauffé par la résistance chauffante jusqu'à la température de référence saisie par l'utilisateur. Cet air chauffé est humidifié lorsqu'il circule dans le réservoir d'eau.

Dans ce contexte, le contrôle du système dans cet incubateur est assuré par un microcontrôleur, une humidité supplémentaire, des résistances chauffantes, des capteurs, un écran, des Led's et un buzzer.

3. Partie hardware :

Les composants utilisés :

- ✓ La carte arduino méga 2560
- ✓ Capture DHT11
- ✓ Thermistance NTC
- ✓ Résistance chauffante
- ✓ Ventilateur
- ✓ Afficheur LCD
- ✓ Capteur niveau d'eau
- ✓ Buzzer
- ✓ Potentiomètre
- ✓ Led's
- ✓ Capacité
- ✓ Résistances
- ✓ Régulateur de tension
- ✓ Les relais
- ✓ Thermostat
- ✓ Thermocouple
- ✓ Bread board
- ✓ Les files

4. Les capteurs :

4.1 Définition d'une capture

Un capteur est un transducteur capable de convertir une grandeur physique en une autre grandeur physique généralement électrique (tension) utilisable par l'homme ou via un dispositif approprié. Un capteur est le premier élément d'une chaîne de mesure ou d'instrumentation. [55]

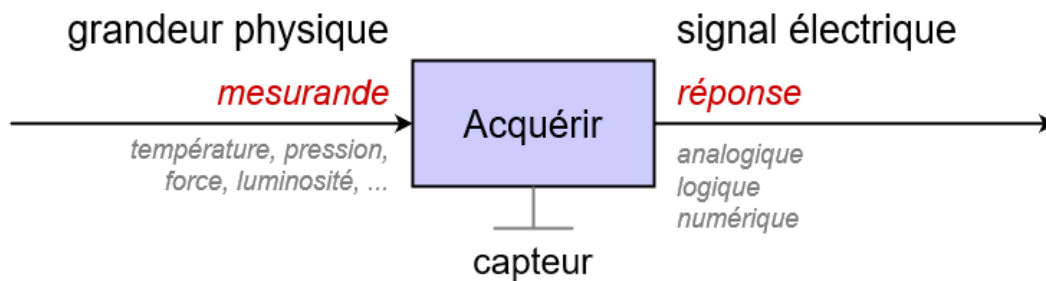


Figure III.1: Exemple d'un capteur dans une chaîne d'acquisition.[56]

4.2 Caractéristique métrologique :

Chaque capteur est caractérisé par des paramètres qui déterminent les limites et la précision de l'application. Ces limites dépendent de la grandeur mesurée et concernent des grandeurs qui perturbent l'élément de mesure.

- A. **Etendu de mesure** : il s'agit des lectures minimales et maximales dans lesquelles le capteur peut fonctionner normalement.
- B. **Plage de fonctionnement** : trois plages d'application
 - Plage nominale
 - Plage non détérioration : reste opérationnelle
 - Plage non destruction : nécessite un réétalonnage
- C. **Courbe d'étalonnage** : C'est la caractéristique de transfert du capteur. Elle donne la relation d'évolution de la grandeur de sortie en fonction de la grandeur d'entrée.
- D. **Sensibilité** : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.
- E. **Résolution** : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur
- F. **Rapidité** : Temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante
- G. **La finesse** : C'est la qualité d'un capteur à donner la valeur de la grandeur sans modifier celle-ci par sa présence
- H. **La dérive** : deux sortes de dérive
 - Erreur de zéro (offset) : C'est le changement dans la sortie du capteur si l'entrée est maintenue de zéro.
 - Erreur d'échelle (gain) : C'est le changement dans la sortie du capteur si l'entrée est maintenue à l'état de pleine échelle. [57]

4.3 Éléments de métrologie :

- **Le mesurage** : C'est l'ensemble des opérations ayant pour but de déterminer une Valeur d'une grandeur.
 - **La mesure (x)** : C'est l'évaluation d'une grandeur par comparaison avec une autre Grandeur de même nature prise pour unité.
Exemple : 2 mètres, 400 grammes, 6 secondes.
 - **La grandeur (X)** : Paramètre qui doit être contrôlé lors de l'élaboration d'un produit Ou de son transfert.
Exemple : pression, température, niveau.
On effectue des mesures pour connaître la valeur instantanée et l'évolution de certaines Grandeurs.
Renseignements sur l'état et l'évolution d'un phénomène physique, chimique, industriel.

- **L'incertitude (dx)** : Le résultat de la mesure x d'une grandeur X n'est pas complètement défini par un seul nombre. Il faut au moins la caractériser par un couple (x, dx) et une unité de mesure. dx est l'incertitude sur x . Les incertitudes proviennent des différentes erreurs liées à la mesure.

Ainsi, on a : $x-dx < X < x+dx$

Exemple : $3\text{cm} \pm 10\%$, ou $3\text{cm} \pm 3\text{mm}$

- **Erreur absolue (e)** : Résultat d'un mesurage moins la valeur vraie du mesurande. Une erreur absolue s'exprime dans l'unité de la mesure. $e = x - X$

Exemple : Une erreur de 10 cm sur une mesure de distance.

- **Erreur relative (er)** : Rapport de l'erreur de mesure à une valeur vraie de mesurande.

Une erreur relative s'exprime généralement en pourcentage de la grandeur mesurée.

$$er = e/X$$

$$er\% = 100 er$$

Exemple : Une erreur de 10 % sur une mesure de distance (10 % de la distance réelle). [58]

4.4 Classification des capteurs

La grandeur de sortie du capteur peut varier :

Φ de façon progressive (variation continue), c'est le **capteur analogique**.

Φ d'échelon de tension ou de courant, c'est le **capteur numérique**.

4.4.1 Les capteurs numériques

Les capteurs numériques donnent en sortie une valeur finie. Par exemple, si une grandeur physique croît de manière linéaire, la sortie du capteur qui va la mesurer donnera soit une information du type "TOR" (Tout Ou Rien), un train d'impulsion ou un échantillonnage. [59]

➤ **Tout ou rien (TOR)** : il informe sur l'état d'un système ne pouvant avoir que deux états :

Stables Comme par exemple une vanne. Si cette vanne est ouverte, on affectera à la sortie du capteur un "0" ou un "1" logique selon la volonté du concepteur du capteur et la sortie prendra l'autre valeur si elle est fermée. Ce type de montage est dit "bivalent" : c'est le fait que la sortie du montage ne peut prendre que deux valeurs (ouvert/fermé, 1/0). [59]

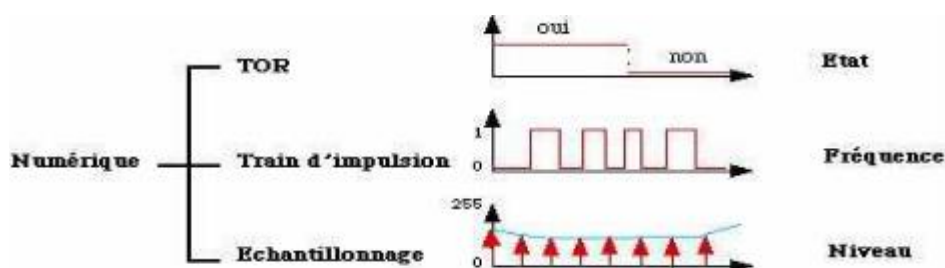


Figure III.2: les différents types de signal numérique [59]

- **Train d'impulsions** : chaque impulsion est l'image d'un changement d'état. Par exemple, un Codeur incrémental donne un nombre fini et connu d'impulsions par tour. [59]

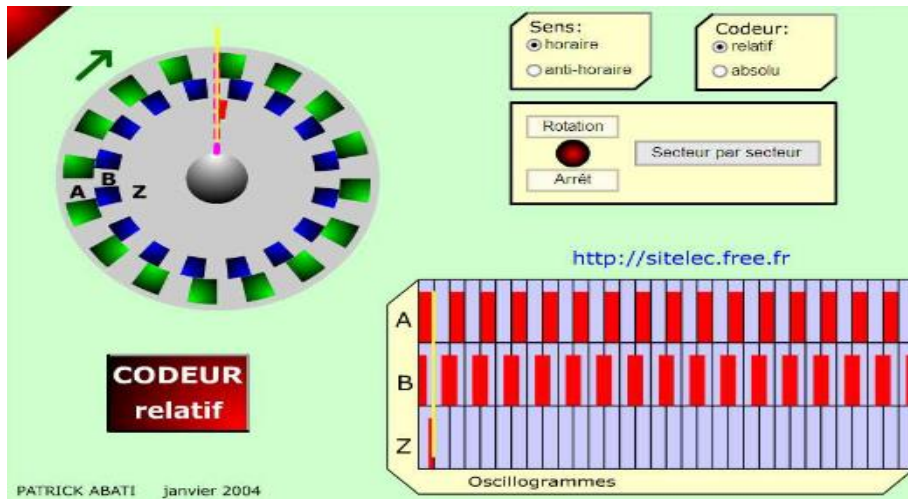


Figure III.3: Train d'impulsions [59]

- **Échantillonnage** : c'est l'image numérique d'un signal analogique sous la forme d'un Escalier ” (on retrouve cette caractéristique en sortie des convertisseurs analogiques / numériques). Pour un intervalle de tension d'entrée, correspond une seule valeur de la sortie. [59]

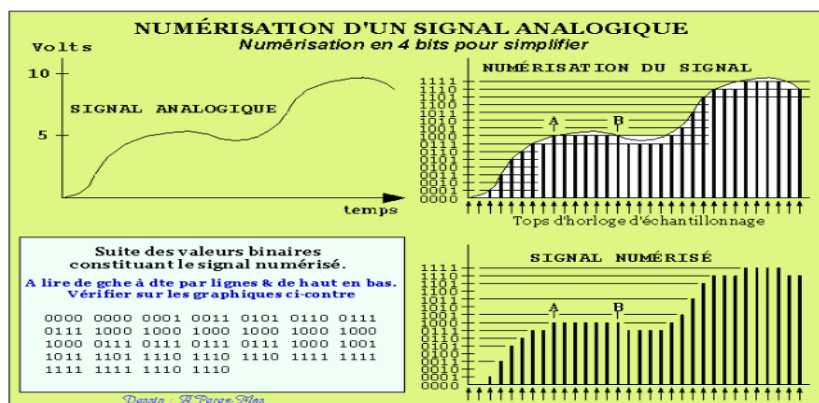


Figure III.4: Échantillonnage [59]

4.4.2 Les capteurs analogiques :

Les capteurs analogiques servent à transformer une grandeur physique en un autre type de variation d'impédance, de capacité, d'inductance ou de tension. Un signal est dit analogique si l'amplitude de la grandeur physique qu'il représente peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle donné. Ainsi, on peut dire que la tension de secteur sinusoïdale (230VAC) est un signal de type analogique.

- **Signal continu** : c'est un signal qui varie " lentement " dans le temps et qu'on retrouve en Sortie d'une sonde de température, de pression ou encore d'une photo résistance.
- **Temporel** : c'est la forme de ce signal au cours du temps. C'est aussi la trace du signal sur L'écran d'un oscilloscope. [59]
- **Fréquentiel** : c'est le spectre fréquentiel qui transporte l'information désirée :

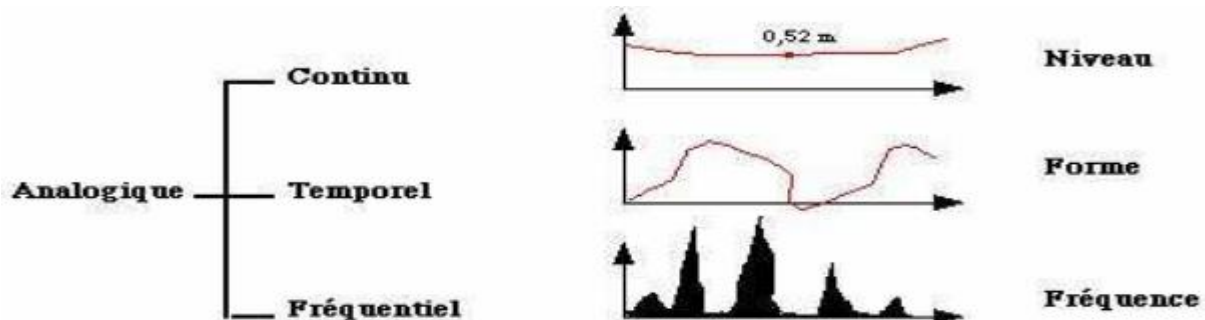


Figure III.5: Les différents types de signal analogique. [59]

4.5 Les types de capteurs :

4.5.1 Capteurs passifs

Il s'agit d'impédances (R, L, ou C) dont l'un des paramètres déterminants est sensible Au mesurande. Dans l'expression littérale d'une impédance sont présents des termes liés

- D'une part à sa géométrie et à ses dimensions,
- D'autre part aux propriétés électriques des matériaux : résistivité ρ , perméabilité

Magnétique μ , constante diélectrique ϵ .

- Soit plus rarement sur les deux simultanément. [60]

mesurande	effet utilise	Matériaux
Température	résistivité constante	Platine, nickel, cuivre, semi-conducteurs.
très basse température	diélectrique	Verre
flux optique	résistivité	semi-conducteurs
Déformation	résistivité perméabilité	alliages nickel alliages ferromagnétiques
Position	résistivité	magnétorésistances : bismuth, antimoine d'indium
Humidité	Résistivité	chlorure de lithium

Tableau III.1: Capteurs passifs : principes physiques et matériaux. [60]

- Les capteurs passifs ont besoin d'une source d'excitation pour fournir un signal électrique de Mesure.
- Certains capteurs passifs ont besoin d'un circuit complexe pour fournir un signal électrique De mesure. [60]

4.5.2 Les captures actives :

Fonctionnement en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre au mesurande (énergie thermique, mécanique ou rayonnement). Les plus importants parmi ces effets sont regroupés dans le tableau suivant. [60]

Mesurande	effet utilise	grandeur de sortie
Température	thermoélectricité (thermocouple)	Tension
flux optique	Photoémission pyroélectricité	Courant charge
force, pression, accélération	piézoélectricité	Tension
Position	effet hall	Tension
Vitesse	Induction	Tension

Tableau III.2: Capteurs actifs : principes physiques de base [60]

4.5.3 Capteurs Composites

L'ensemble formé par le corps d'épreuve et un capteur actif ou passif constitue un Capteur composite.

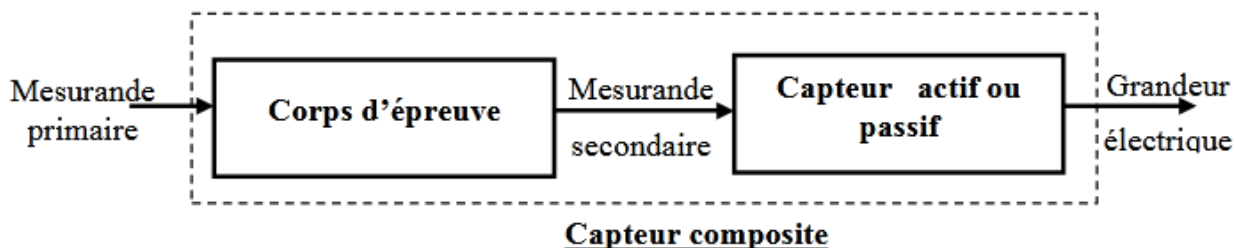


Figure III.6: Structure d'un capteur composite. [61]

4.5.4 Capteurs intégrés

Un capteur intégré est un composant réalisé par les techniques de la microélectronique et qui regroupe sur un substrat de silicium commun le capteur proprement dit, le corps d'épreuve éventuel, des circuits électroniques de conditionnement du signal.

L'intégration apporte de multiples avantages : miniaturisation, diminution des coûts par la fabrication en grande série, accroissement de la fiabilité par suppression de nombreuses connexions soudées, interchangeabilité améliorée, meilleure protection vis-vis des parasites, le signal étant conditionné à sa source.

L'utilisation sur silicium impose cependant une limitation de la plage d'emploi de -50°C à 150°C environ. [61]

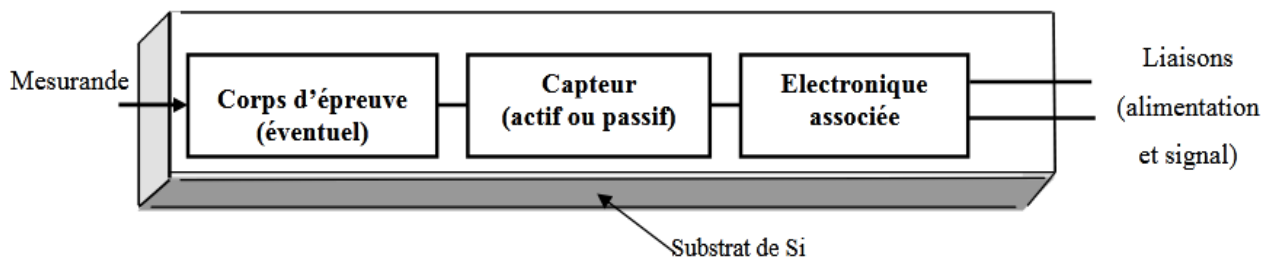


Figure III.7: Structure générale d'un capteur intégré [61]

Le capteur proprement dit met généralement à profit la sensibilité du silicium à diverses grandeurs physiques ; cette sensibilité, par ailleurs déjà souvent exploitée pour la réalisation de capteurs isolés, peut être mise en œuvre sous forme de capteurs résistifs, capacitifs ou moyen de diodes et de transistors.

Exemples de capteurs à base de silicium :

- Résistance thermométriques.
- Jauges extenso métriques.
- Photo diodes et phototransistors.

L'emploi de corps d'épreuve en silicium est justifié par les propriétés mécaniques excellentes du cristal : domaine élastique étendu, module d'Young comparable à celui de l'acier et limite de fatigue très élevée. La fabrication des corps d'épreuve est rendue possible grâce aux techniques de micro-usinage chimique.

Les circuits électroniques associés au capteur sont réalisés selon les techniques classiques de fabrication des circuits intégrés : ils comportent selon les cas : des circuits de compensation thermique, de linéarisation, d'amplification, de transmission par conversion tension-fréquence, ou tension-courant. [61]

4.5.5 Capteurs intelligents

On désigne par capteur intelligent l'ensemble de mesure d'une grandeur physique constitué de deux parties

- Une chaîne de mesure pilotée par microprocesseur.
- Une interface de communication bidirectionnelle.

La chaîne de mesure comporte :

- Le capteur principal spécifique du mesurande étudié, et identifiable par un code stocké en PROM.
- Les capteurs secondaires propres aux grandeurs d'influence susceptibles d'affecter la réponse du capteur principal.
- Les dispositifs classiques permettant l'obtention sous forme numérique de la grandeur de sortie de chaque capteur : conditionneur, multiplexeur, amplificateur, échantionneur - bloqueur, convertisseur analogique-numérique.

- Un microprocesseur assurant les tâches suivantes : gestion de l'acquisition, correction de l'effet des grandeurs d'influence au moyen des paramètres stockés en PROM et des données fournies par les capteurs secondaire, linéarisation, diagnostic des capteurs. [61]

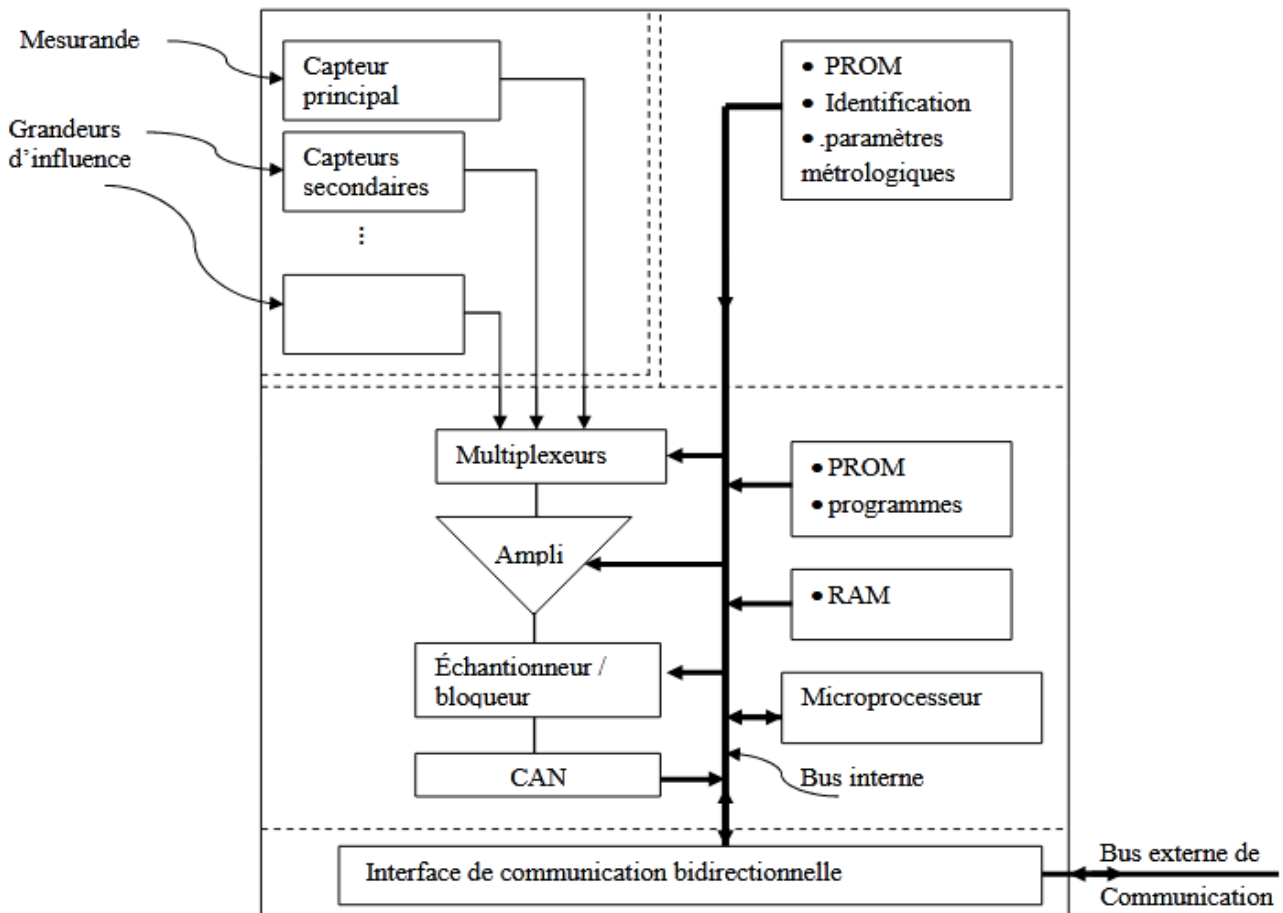


Figure III.8: Structure générale d'un capteur intelligent. [61]

L'interface de communication bidirectionnelle assure la liaison du capteur à un ordinateur central via un bus partagé entre plusieurs capteurs intelligents.

Les messages porteurs du code du capteur concerné transitent par l'interface :

Soit dans le sens ordinateur vers capteur : configuration, auto étalonnage.

Soit dans le sens capteur vers ordinateur : résultats de mesure, état de la chaîne (étendue de mesure, dépassements de gamme du mesurande ou d'une grandeur d'influence ...).

Le capteur intelligent offre des avantages spécifiques : configurabilité à distance ; crédibilité accrue des mesures et aide à la maintenance grâce aux informations d'état fournies, réparation des tâches, déchargeant le ordinateur central. [61]

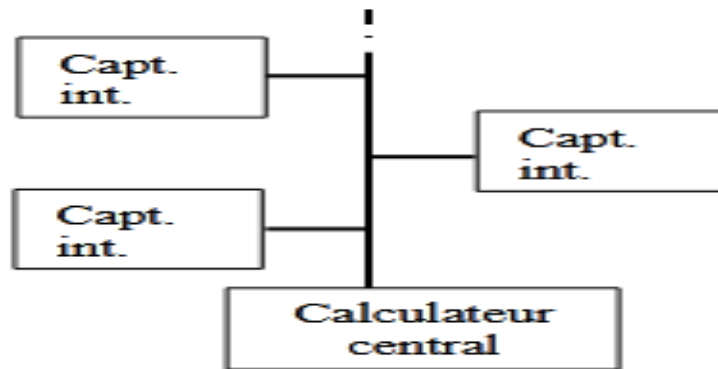


Figure III.9: Liaison par bus d'un ensemble de capteurs intelligents à un calculateur central. [61]

5. Phénomènes physiques utilisés dans les capteurs

5.1 Thermoélectricité

C'est le principe de tout thermocouple. C'est un circuit constitué de deux conducteurs.

De nature chimique différente et dont les jonctions sont à des températures différentes T_1 et T_2 .

⇒ Il apparaît aux bornes de ce circuit une tension (force électromotrice) liée à la

Différence de température ($T_1 - T_2$).

- La soudure produit une tension liée à la nature des conducteurs et à la température absolue.
- C'est l'effet thermoélectrique découvert par Seebeck en 1821. [61]

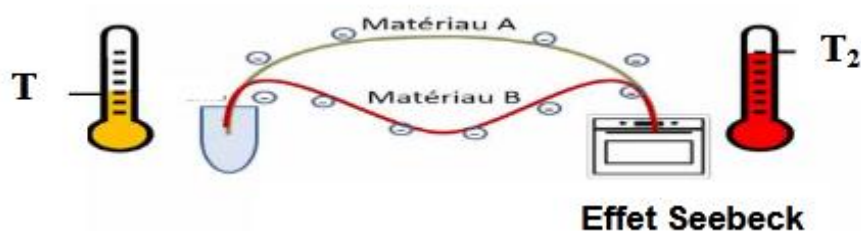


Figure III.10: Effet thermoélectrique [61]

- L'effet inverse de l'effet Seebeck est l'effet Peltier : le passage d'un courant dans une jonction de deux matériaux provoque la diminution ou l'augmentation de température de cette jonction.
- L'effet Thomson est l'apparition d'un fém. le long d'un conducteur lorsque celui-ci est soumis à un gradient de température. [61]
- L'effet thermoélectrique est la somme des tensions de Seebeck et de Thomson. [61]

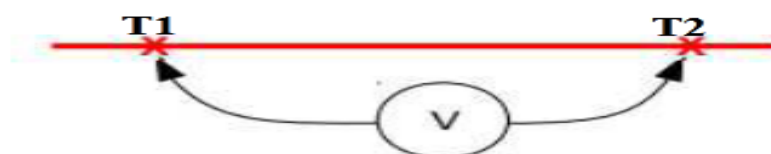


Figure III.11: Effet Thomson

5.2 Photoélectricité :

5.2.1 Propriétés fondamentales de la lumière :

La lumière présente à la fois un aspect ondulatoire et un aspect corpusculaire.

Sous son aspect ondulatoire, la lumière est vue comme une onde électromagnétique se

Propageant à la vitesse $c = 299\,792\,458 \text{ m.s}^{-1}$ dans le vide et à $v = c/n$ dans la matière (n étant

L'indice de réfraction du milieu). Cette onde est caractérisée par sa fréquence f ou sa longueur

D'onde λ . [61]

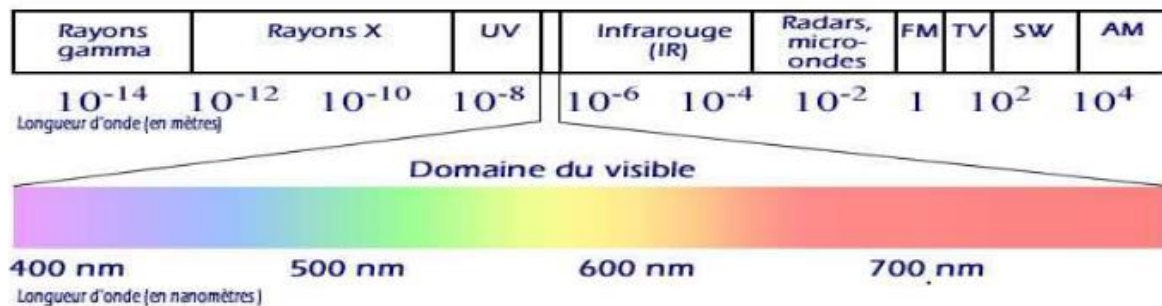


Figure III.12: Propriétés de la lumière. [61]

Sous son aspect corpusculaire, la lumière est vue comme une particule élémentaire, appelé

Photon, de masse nulle et d'énergie E :

$$E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$$

H étant la constante de Planck égale à $6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$.

Cet aspect est généralement mis en évidence lors de l'interaction de la lumière avec la matière. [61]

5.2.2 L'effet photoélectrique :

Un semi-conducteur est un matériau pauvre en porteurs de charges électriques (isolant). Lorsqu'un photon d'énergie suffisante excite un atome du matériau, celui-ci libère plus facilement un électron qui participera à la conduction. [61]

a) Effet photoélectrique :

Dans la matière, les électrons liés aux atomes peuvent devenir libres si on leur apporte une énergie E supérieure à leur énergie de liaison E_l .

L'absorption d'un photon provoquera la libération d'un électron à condition que $E_{\text{photon}} > E_l$. [61]

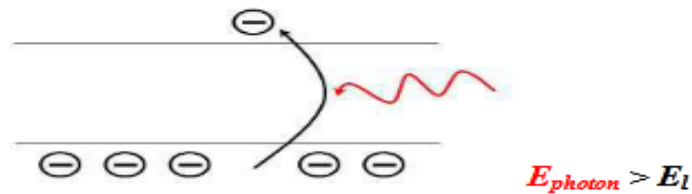


Figure III.13: Effet photoélectrique [61]

Sous l'influence d'un rayonnement lumineux, le matériau libère des charges électriques et celles-ci en fonction du rayonnement.

L'effet photoélectrique entraîne une modification des propriétés électroniques du matériau et est le principe de base des capteurs optiques. [61]

b) Les photorésistances :

Une photorésistance est une résistance dont la valeur varie en fonction du flux lumineux qu'elle reçoit. [61]

Exemple :

- Obscurité : $R_0 = 20 \text{ M}\Omega$ (0 lux)
- Lumière naturelle : $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ (500 lux)
- Lumière intense : $R_2 = 100 \Omega$ (10000 lux).

Caractéristique lumière/tension :

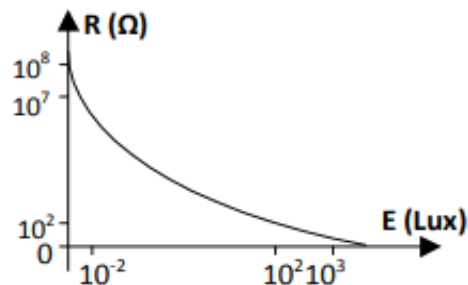


Figure III.14: Photorésistance [61]

c) Les photodiodes :

Une photodiode est une diode dont la jonction PN peut être soumise à un éclairage lumineux. Courbe : Le graphe $I = f(U)$ pour une photodiode dépend de l'éclairement en (Lux) de la jonction PN.

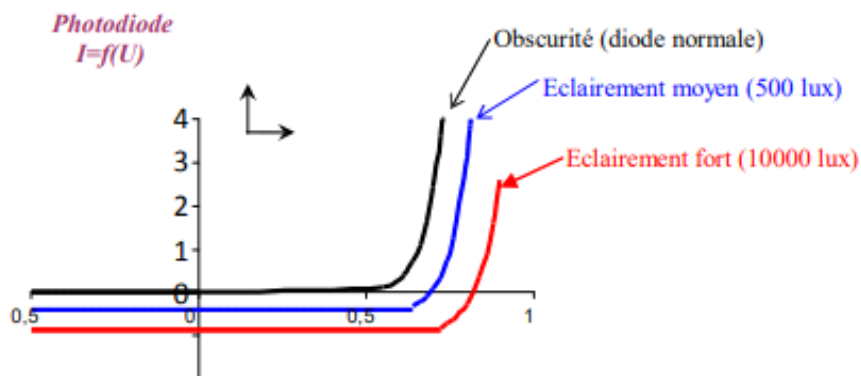


Figure III.15: Caractéristique courant/tension d'une photodiode en fonction de l'éclairement

On constate que lorsque la diode est éclairée, elle peut se comporter en générateur ($I = 0$, $U = 0,7V$ pour 1000lux). On a donc affaire à une photopile (effet photovoltaïque). [61]

5.3 Induction électromagnétique

La variation d'un flux magnétique engendre l'apparition d'une force électromotrice.

Application : la mesure de la f.é.m. d'induction permet de connaître la vitesse du déplacement qui est à son origine. [61]

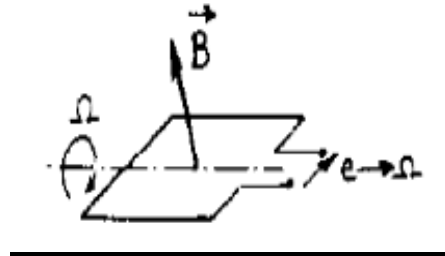


Figure III.16: Induction électromagnétique

5.4 Effet Hall

Si une plaque conductrice est :

- Parcourue par un courant I
- Plongée dans un champ magnétique B

$$U_H = K_H \cdot I \cdot B \cdot \sin \theta$$

K_H est fonction du matériau,
 θ est l'angle entre I et B.

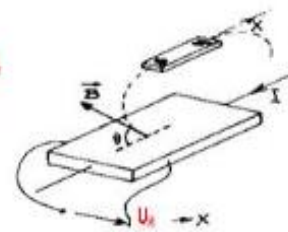


Figure III.17: Effet Hall [61]

Alors, voit l'apparition, dans la direction perpendiculaire au courant et à l'induction, d'une différence de potentiel qui a pour expression. [61]

5.5 Piézoélectricité

L'application d'une force sur ce type de matériau engendre l'apparition de charges électriques créées par la déformation du matériau. [60]

C'est un phénomène réversible

Effet direct de la Piézoélectricité :

FORCE \Rightarrow DEFORMATION \Rightarrow TENSION

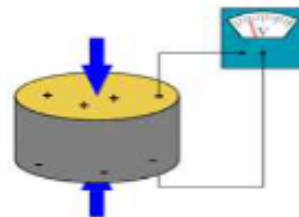


Figure III.18: Piézoélectricité [61]

5.6 Pyroélectricité

Certains cristaux présentent une polarisation électrique proportionnelle à leur température. Ainsi, en absorbant un flux de rayonnement, le cristal pyroélectrique va s'échauffer et ainsi sa polarisation va se modifier entraînant une variation de tension détectable. [61]

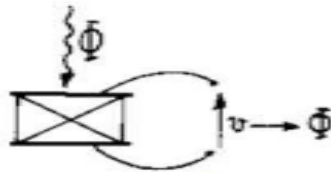


Figure III.19: Pyroélectricité [61]

5.7 Effet Doppler

L'effet Doppler est présent dans notre quotidien : radar, sirène d'un camion en mouvement, cet effet se manifeste aussi bien par les ondes sonores que les ondes lumineuses.

On suppose une source **S** émettant une onde dans l'air, de longueur d'onde λ_s de vitesse v_s . Simultanément, la source se déplace avec une vitesse v :

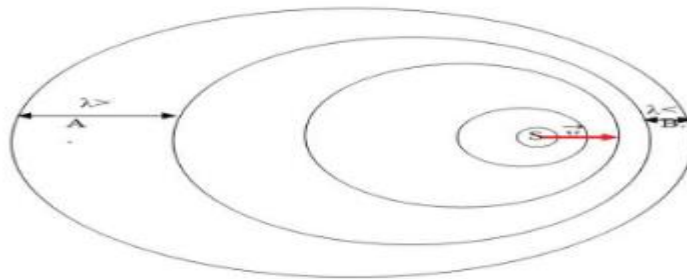


Figure III.20: Effet Doppler. [61]

Lorsque la source se rapproche de l'observateur **B**, les ondes émises par la source ont une longueur d'onde λ inférieure à λ_s . Réciproquement, l'observateur **A** reçoit des ondes dont la longueur λ est supérieure à λ_s . On a ainsi, entre la fréquence de l'émission $f_s = \frac{v_s}{\lambda_s}$

Et la fréquence $f = \frac{v_s}{\lambda}$ de l'onde reçue par les observateurs, les relations :

Pour l'observateur A $f = f_s \times (1 + \frac{v_s}{v})$, on a alors $f > f_s$.

Pour l'observateur B $f = f_s \times (1 - \frac{v_s}{v})$, on a alors $f < f_s$.

N.B La vitesse de la source (v) est très inférieure à la vitesse de l'onde (v_s). [61]

6. Chaîne d'acquisition :

6.1 Définition :

A l'heure actuelle, l'Électronique utilise majoritairement des techniques numériques pour le traitement de l'Information.

Les grandeurs physiques étant analogiques par nature, une chaîne d'acquisition comprend très souvent une étape de numérisation. Les autres étapes fondamentales sont la captation de la grandeur physique et la conversion en une grandeur électrique.

On peut représenter une chaîne d'acquisition par le schéma-bloc ci-après [62]

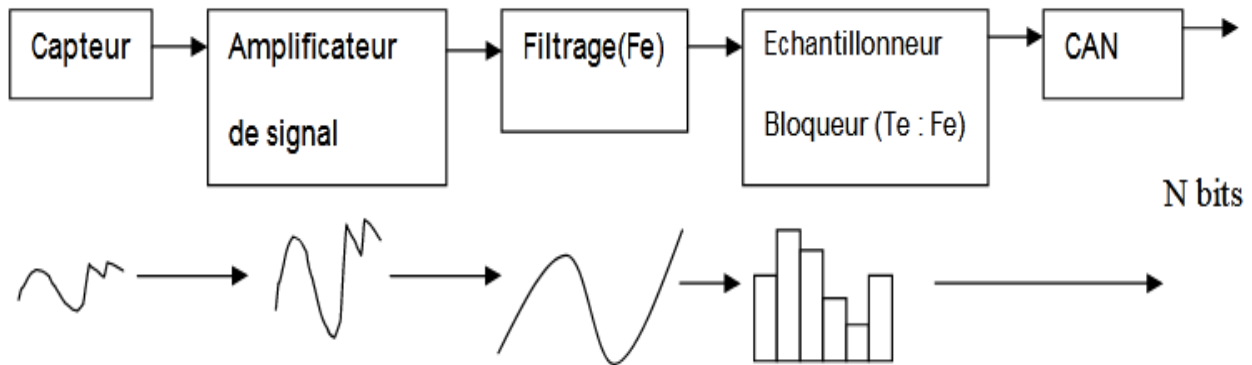


Figure III.21: Chaîne d'acquisition [62]

6.2 Description des blocs :

6.2.1 Capteur

Il est l'interface entre le monde physique et le monde électrique. Il va délivrer un signal électrique image du phénomène physique que l'on souhaite numériser. Il est toujours associé à un circuit de mise en forme qu'on appelle conditionneur.

6.2.2 Amplificateur de signal

Cette étape permet d'adapter le niveau du signal issu du capteur à la chaîne globale d'acquisition.

L'amplificateur utilisé est le plus souvent un amplificateur d'instrumentation. Dans certains cas particuliers, ce peut être un amplificateur d'isolement, voire un amplificateur à découpage.

6.2.3 Filtre d'entrée

Ce filtre est communément appelé filtre anti-repliement. Son rôle est de limiter le contenu spectral du signal aux fréquences qui nous intéressent. Ainsi il élimine les parasites. C'est un filtre passe bas que l'on caractérise par sa fréquence de coupure et son ordre.

6.2.4 L'échantillonneur

Son rôle est de prélever, à chaque période d'échantillonnage (T_e), la valeur du signal. On l'associe de manière quasi-systématique à un bloqueur. Le bloqueur va figer l'échantillon pendant le temps nécessaire à la conversion. Ainsi durant la phase de numérisation, la valeur de la tension de l'échantillon reste constante assurant une conversion aussi juste que possible. On parle d'**échantillonneur bloqueur**.

6.2.5 Le convertisseur analogique numérique (CAN)

Il transforme la tension de l'échantillon (analogique) en un code binaire (numérique).

Les contraintes imposées vont guider son choix : Quel que soit son principe, un CAN est caractérisé par un temps de conversion, ce qui limite sa cadence de fonctionnement.

Ce schéma bloc peut être complété par une zone de stockage éventuelle.

Elle peut être un support de traitement (DSP, ordinateur...), un élément de sauvegarde (RAM, Disque dur...) ou encore une transmission vers un récepteur situé plus loin.

Dans les conditions réelles, il faut prendre en compte d'autres contraintes :

L'environnement, c'est à dire les grandeurs d'influence telles que la température, les vibrations, la pollution électromagnétique.

Les exigences facilitant l'exploitation, comme la linéarité de la chaîne.

La conséquence est l'ajout de blocs fonctionnels supplémentaires dans la chaîne : Circuits de linéarisation, amplificateurs spéciaux, filtres, multiplexeurs. [62]

Pour notre projet nous nous intéressons pour les capteurs de température et d'humidité ainsi que le capteur de niveau d'eau qu'on va donner en détail :

7. Les capteurs de température :

Les capteurs de température sont des composants électriques et électroniques qui permettent de mesurer la température en fonction d'un signal électrique spécifique. Vous pouvez envoyer ce signal directement ou indirectement via un changement de résistance. Ils sont également appelés capteurs thermiques ou thermocapteurs. Le capteur de température est utilisé, entre autres, pour contrôler les circuits. Ils sont également appelés détecteurs de chaleur, sondes de température ou capteurs thermiques. [63]

Il existe différents types de capteur de températures. Certains des types les plus courants sont :

- Thermocouple
- RTD
- Thermistance.

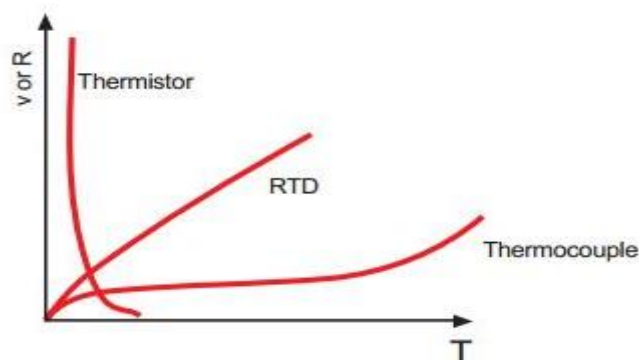


Figure III.22: différents type de capteur de température [63]

7.2 Les type de capteur de température

7.1.1 Thermocouples :

Ce sont des capteurs de température qui mesurent la tension produite par deux métaux différents soumis à des températures différentes. En raison de leur large plage de température et de leur durabilité, ils sont largement utilisés dans les applications industrielles et scientifiques.

Les thermocouples sont constitués de deux fils métalliques dissemblables réunis à une extrémité. La jonction entre les deux métaux est exposée à la température mesurée, tandis que l'autre extrémité du thermocouple est connectée à un instrument de mesure ou à un système de contrôle [63]

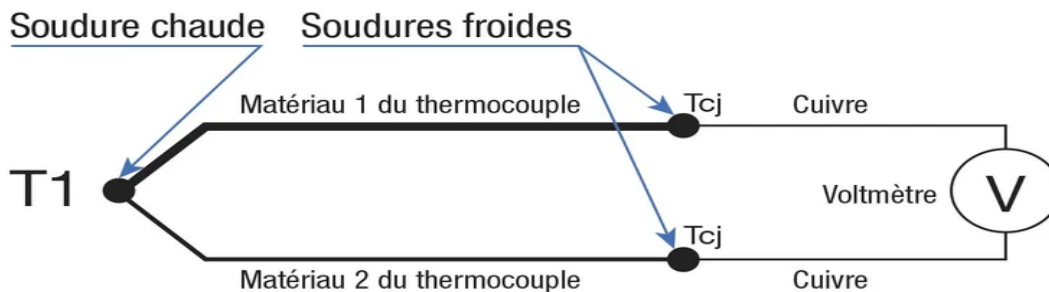


Figure III.23: Schéma simplifié d'un thermocouple [63]

A. Principe de fonctionnement et utilisations :

Basé sur l'effet Seebeck, qui est la génération d'une tension lorsque deux métaux différents sont assemblés et exposés à un gradient de température. L'amplitude de la tension générée par un thermocouple est directement proportionnelle à la différence de température entre les deux extrémités des fils.

Les thermocouples sont largement utilisés dans diverses industries en raison de leur large plage de températures, de leur grande précision et de leur durabilité. Ils sont utilisés dans :

- Les paramètres industriels comprennent la production d'acier, le traitement chimique et la surveillance de la température du four.
- Recherche et développement scientifiques, tels que la mesure de la conductivité thermique et les études de gradient de température positive ou négative. [63]

B. L'effet de Seebeck :

L'effet Seebeck est un effet thermoélectrique, par lequel une différence de potentiel apparaît à la jonction de deux matériaux soumis à une différence de température.

Lorsqu'un métal est soumis à un gradient de température ΔT , l'énergie moyenne des électrons étant plus élevée du côté chaud que du côté froid, il en résulte un gradient énergétique. Celui-ci va donner naissance à une force qui va entraîner la diffusion des électrons du côté chaud vers le côté froid. Cette diffusion entraîne la polarisation du matériau (accumulation des porteurs majoritaires négatifs du côté froid et les porteurs majoritaires positifs du côté chaud) qui induit un champ électrique E dont l'effet est d'aider les électrons froids à diffuser vers le coté chaud. [64]

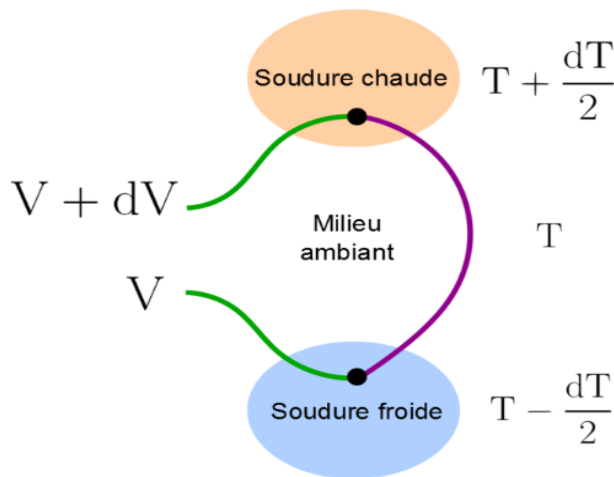


Figure III.24: Schéma de principe de l'effet Seebeck [64]

7.1.2 Les détecteurs de température à résistance (RTD) :

Un capteur de température à résistance (RTD) est un capteur de température basé sur une résistance métallique dont la valeur de résistance varie en fonction de la température. Parfois appelés thermomètres à résistance, les RTD sont couramment utilisés dans les applications de laboratoire et industrielles, car ils fournissent des mesures précises et fiables sur une large plage de température. Les métaux les plus couramment utilisés pour les RTD sont le platine, le cuivre ou le nickel. [65]

A. Principe de fonctionnement :

Basé sur la relation entre la résistance électrique du métal et sa température, qui est presque linéaire sur une large plage de température. Le RTD est connecté à un circuit en pont de Wheatstone qui mesure la résistance du RTD et la convertit en une lecture de température. [65]

7.1.3 Les thermistances :

Les thermistances sont un type de capteur de température qui utilise le changement de résistance électrique d'un matériau semi-conducteur avec des changements de température pour mesurer la température. Le matériau semi-conducteur le plus couramment utilisé dans les thermistances est un mélange d'oxydes métalliques tels que le manganèse, le nickel et le cobalt. [65]

A. Le principe de fonctionnement :

Repose sur la relation entre la résistance électrique d'un matériau semi-conducteur et sa température, qui résulte d'une relation fortement non linéaire sur une large plage de température. La thermistance est connectée à un compteur ou à un système de contrôle qui mesure sa résistance et la convertit en une lecture de température. Il existe deux types de thermistances :

- Thermistances NTC (coefficient de température négatif) : la résistance diminue avec l'augmentation de la température.
- Thermistances PTC (coefficient de température positif) : la résistance augmente avec l'augmentation de la température. [65]

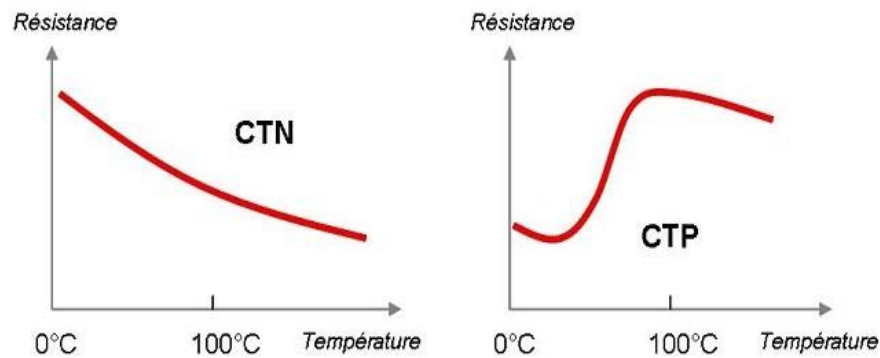


Figure III.25: Capteur de température

7.3 Traitement de signal d'un capteur de température :

Le traitement du signal du capteur de température peut impliquer plusieurs étapes pour obtenir des mesures précises et utiles. Voici une chaîne typique de traitement du signal pour un capteur de température :

- a. **Acquisition du signal** : Le capteur de température génère un signal électrique proportionnel à la température mesurée. Ce signal est reçu par le système d'acquisition, qui peut être un convertisseur analogique-numérique (ADC) intégré dans un microcontrôleur ou dans des circuits dédiés.
- b. **Amplification** : Dans certains cas, le signal du capteur peut avoir une petite amplitude et doit être amplifié pour une utilisation optimale. L'amplification peut être effectuée avec un amplificateur opérationnel ou un amplificateur d'instrumentation, selon la spécification requise.
- c. **Filtrage** : Le signal du capteur peut contenir des bruits indésirables ou des composantes de fréquence non pertinentes. Le filtrage élimine ces interférences et se concentre sur les changements de température. Les filtres peuvent être analogiques (passe-bas, passe-haut, passe-bande) ou numériques selon les exigences et les limites du système.
- d. **Linéarisation** : certains capteurs de température, par exemple une thermistance, peuvent avoir des propriétés non linéaires. La linéarisation convertit une réponse non linéaire en une équation linéaire ou utilise une table de correction pour obtenir des mesures précises. Selon le type de capteur, différentes méthodes mathématiques peuvent être utilisées pour la linéarisation.
- e. **Conversion analogique-numérique (CAN)** : Si le signal du capteur est toujours au format analogique, il peut être converti en numérique à l'aide d'un CAN. Cela permet au signal d'être numérisé pour un traitement ultérieur dans un microcontrôleur ou un système informatique.
- f. **Traitement numérique** : Une fois le signal numérisé, diverses techniques de traitement du signal telles que la moyenne mobile, la détection de crête, la compensation de dérive, etc. sont appliquées. Peut être appliqué en fonction des besoins d'application spécifiques du système.



Figure III.26: chaîne d'acquisition d'un capteur de température

8. Capteurs d'humidité

8.5 Généralité

L'humidité est un paramètre important pour de nombreux systèmes de production, de stockage et de contrôle dans les systèmes de chauffage et de climatisation. Lorsque l'on parle de capteurs d'humidité, il faut distinguer l'humidité, qui représente la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air ou le gaz, et l'humidité, qui représente la quantité d'eau présente dans un liquide ou un solide tel comme le bois ou le béton.

Lorsqu'on mesure l'humidité atmosphérique ou dans un gaz, il existe deux grandeurs bien distinctes : l'humidité relative et l'humidité absolue.

- **L'Humidité Absolue** est définie comme la masse de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air sec ou un gaz sec. L'humidité absolue est généralement exprimée en grammes par unité de volume et ne dépend pas de la température de l'air ou du gaz. [67]
- **L'humidité relative** : exprimée en pourcentage est le rapport entre la masse de vapeur d'eau contenue dans l'air et la masse maximale de vapeur d'eau que l'air peut contenir (l'eau qui se condense). Cette masse maximale de vapeur d'eau avant condensation varie avec la température. Plus l'air ou le gaz est chaud, plus ils peuvent contenir de vapeur d'eau, cela signifie donc que pour une même masse de vapeur d'eau, l'humidité relative varie avec la température. La température où l'on atteint une humidité relative de 100% est appelée température de rosée, en dessous de cette température, le phénomène de condensation apparaît. [67]

8.6 Définition d'un capteur d'humidité :

Est un dispositif qui réagit en fonction de l'humidité de l'atmosphère en contact avec lui (avec son élément sensible) et qui délivre un signal électrique utilisable par un instrument de mesure (hygromètre), un afficheur ou un automatisme. [67]

8.7 Les types de capteurs d'humidité :

Il existe trois principaux types de capteur d'humidité :

a. Les capteurs capacitifs

Ils sont constitués d'une couche d'un matériau diélectrique sensible à l'humidité placée entre deux électrodes de manière à former un condensateur dont la capacité varie en fonction de l'humidité relative.

Ils sont linéaires et permettent de mesurer l'humidité relative, de nulle (0%) jusqu'à maximale (100%). [68]

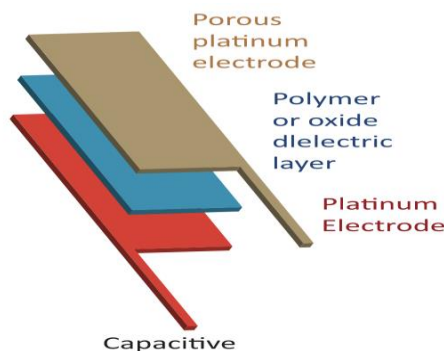


Figure III.27: capteur capacitif [68]

b. Les capteurs résistifs :

Ils mesurent la variation de l'impédance électrique d'un milieu hygroscopique (il peut s'agir d'un polymère conducteur ou d'un sel) grâce à des ions. La résistance de cet élément sensible varie en fonction de l'humidité.

Ce type de capteur n'est pas très précis pour mesurer des valeurs inférieures à 5 % d'humidité relative. Cependant, leur avantage est qu'ils sont moins coûteux. Si vous ne recherchez pas une grande précision de mesure, ils sont donc intéressants. [68]

c. Les capteurs à point de rosée :

Ils mesurent en fait la température du point de rosée qui est la température à laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'air commence à condenser, ce qui permet d'en déduire l'humidité. Ces capteurs plus complexes que les précédents sont plutôt employés pour des applications de laboratoire. [68]

8.4 Traitement de signal d'un capteur d'humidité :

- A. Acquisition du signal :** Le capteur d'humidité génère un signal électrique proportionnel à l'humidité mesurée. Ce signal est capté par un système d'acquisition, tel qu'un convertisseur analogique-numérique (CAN) intégré à un microcontrôleur ou un circuit dédié.
- B. Calibration :** Avant de procéder au traitement du signal, il est souvent nécessaire de calibrer le capteur d'humidité. La calibration permet de corriger les éventuelles déviations ou erreurs de mesure du capteur et d'obtenir des valeurs précises.
- C. Filtrage :** Le signal du capteur d'humidité peut être affecté par des bruits ou des variations indésirables. Pour obtenir des mesures plus stables et précises, il est courant d'appliquer des techniques de filtrage. Les filtres peuvent être analogiques ou numériques et sont utilisés pour éliminer les fréquences indésirables et les perturbations du signal.
- D. Linéarisation :** Certains capteurs d'humidité, tels que les capteurs capacitifs, peuvent avoir des réponses non linéaires. Dans ce cas, une étape de linéarisation est nécessaire pour convertir la réponse du capteur en une échelle linéaire. Différentes techniques de linéarisation

peuvent être utilisées, comme l'utilisation de tables de correction ou de modèles mathématiques.

- E. Compensation de la température** : L'humidité mesurée peut être influencée par la température ambiante. Pour obtenir des mesures précises, il est souvent nécessaire de compenser l'effet de la température sur le capteur d'humidité. Cela peut être réalisé en utilisant des coefficients de correction ou des algorithmes de compensation de température.
- F. Conversion analogique-numérique (CAN)** : Si le signal du capteur est encore au format analogique, il peut être converti en signal numérique à l'aide d'un CAN. Cela permet de numériser le signal pour un traitement ultérieur dans un microcontrôleur ou un système informatique.
- G. Traitement numérique** : Une fois le signal numérisé, diverses techniques de traitement du signal peuvent être appliquées en fonction des besoins spécifiques de l'application. Cela peut inclure des opérations mathématiques, des filtrages numériques supplémentaires, des calculs statistiques, etc.

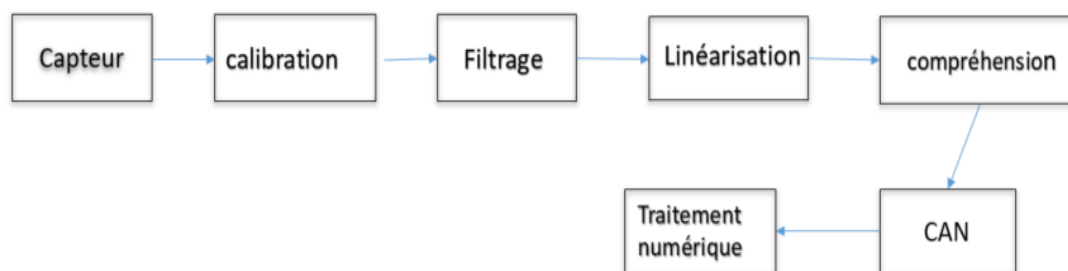


Figure III.28: chaîne d'acquisition d'un capteur d'humidité

9. Les filtres :

9.4 Définition

Un filtre est un circuit qui permet de faire passer ou d'amplifier certaines fréquences tout en atténuant d'autres. Ainsi, les filtres peuvent extraire des fréquences importantes des signaux qui contiennent également des fréquences non désirées ou non pertinentes. [69]



Figure III.29: Exemple d'un filtre dans une chaîne d'acquisition

9.5 Les utilisations pratiques d'un filtre en électronique :

- Communications radio : Les filtres permettent à un récepteur radio de ne "voir" que le signal désiré, tout en rejetant tous les autres signaux (en supposant que les autres signaux aient un contenu de fréquence différent).
- Les alimentations en courant continu : Les filtres sont utilisés pour éliminer les hautes fréquences indésirables (c'est-à-dire le bruit) présentes sur la ligne d'entrée du courant alternatif. En outre, les filtres sont utilisés à la sortie de l'alimentation pour réduire l'ondulation.
- Électronique audio : Un réseau crossover est un réseau de filtres qui achemine les signaux audio basse fréquence vers le woofer, les signaux audio moyens fréquence vers les haut-parleurs moyenne fréquence et les sons haute fréquence vers les haut-parleurs d'aigus.
- Conversion analogique-numérique : filtre placé avant l'entrée ADC pour minimiser le repliement. [69]

9.6 Les types de filtre :

Les filtres les plus courants sont de l'un des quatre types suivants : passe-bas, passe-haut, passe-bande ou éjecteur de bande.

- A. Un filtre passe-haut** ne laisse passer que les fréquences au-dessus d'une fréquence déterminée, appelée fréquence de coupure. Il atténue les autres (basses fréquences). Autrement dit, il "laisse passer ce qui est haut". C'est un atténuateur de graves pour un signal audio. On pourrait aussi l'appeler coupe-bas.

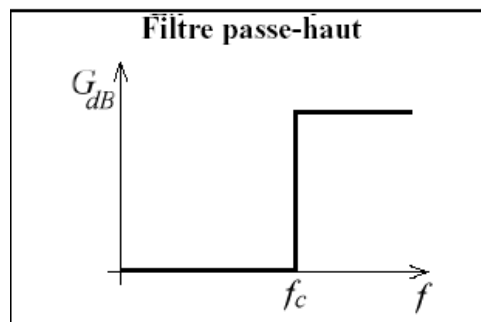


Figure III.30: filtre passe-haut [70]

- B. Un filtre passe-bas** ne laisse passer que les fréquences au-dessous de sa fréquence de coupure. C'est un atténuateur d'aigus pour un signal audio. On pourrait l'appeler coupe-haut.

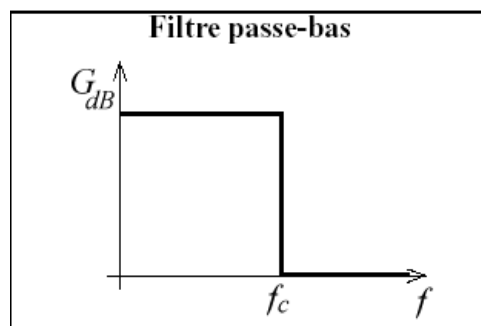


Figure III.31: filtre passe-bas [70]

C. Un filtre passe-bande ne laisse passer qu'une certaine bande de fréquences (et atténue tout ce qui est au-dessus ou en-dessous). Il est très utilisé dans les récepteurs radio, tv... pour isoler le signal que l'on désire capter.

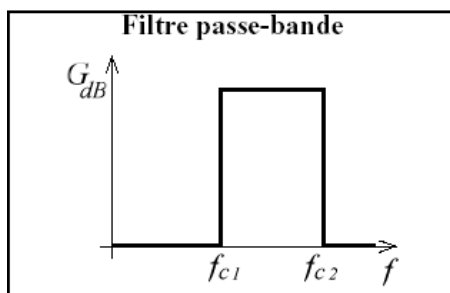


Figure III.32: filtre passe-bande [70]

D. Un filtre éjecteur, aussi appelé filtre trappe, cloche ou coupe-bande, est le complémentaire du passe-bande. Il atténue une plage de fréquences. Cela peut être utile pour diminuer certains parasites par exemple.

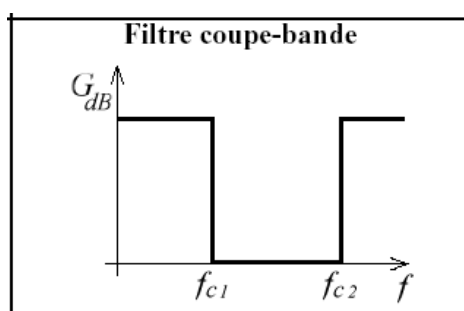


Figure III.33: filtre coupe-bande [70]

Techniquement, un filtre peut être réalisé de différentes manières : passive, active ou numérique.

9.3.1 Filtre passif :

- Les filtres passifs n'utilisent que des composants passifs tels que des résistances, des condensateurs et des inductances. Les filtres actifs, en revanche, utilisent des composants actifs tels que des amplificateurs opérationnels en plus des résistances et des condensateurs, et n'utilisent pas d'inductances.
- Les filtres passifs sont plus réactifs dans la gamme de fréquences comprise entre 100 Hz et 300 MHz environ. La limitation aux fréquences inférieures est due au fait que l'inductance et la capacité doivent être assez importante à ces fréquences. La limite des fréquences supérieures est due à la capacité et à l'inductance parasite. Avec une conception soignée, les circuits passifs peuvent être utilisés jusqu'à la bande des gigahertz. [71]

9.3.2 Filtre actif :

- Les filtres actifs peuvent traiter des fréquences très basses (proches de 0 Hz) et fournir un gain de tension (les filtres passifs ne le peuvent pas). Les inductances étant problématiques dans les techniques de fabrication des circuits intégrés, les filtres actifs sont importants car ils permettent de concevoir des filtres d'ordre supérieur sans utiliser d'inductances. Toutefois,

- Les filtres actifs ne conviennent pas aux applications à très haute fréquence en raison de la bande passante limitée de l'amplificateur. Les filtres passifs sont souvent utilisés dans les circuits à haute fréquence. [71]

9.3.3 Filtres analogiques et numériques

Dans le traitement des signaux, la fonction d'un filtre est :

- D'éliminer les parties indésirables d'un signal, telles que le bruit aléatoire ou le bruit de fond.
- Extraire des parties utiles du signal, telles que les composantes d'une certaine gamme de fréquences.

Il existe deux principaux types de filtres : les filtres analogiques et les filtres numériques. Ces deux types de filtres sont complètement différents dans leur configuration physique et leur fonctionnement, leurs mécanismes sont très différents. [71]

9.3.3.1 Les filtres analogiques :

- Utilisent des circuits électroniques analogiques constitués de composants tels que des résistances, des condensateurs et des amplificateurs opérationnels pour obtenir l'effet de filtrage requis. Ces circuits de filtrage sont largement utilisés pour la réduction du bruit, l'amélioration des signaux vidéo, l'égalisation graphique et d'autres applications.
- Les techniques standard de conception de circuits de filtrage analogiques sont bien établies.
- Il s'agit d'une tension ou d'un courant qui est un analogue direct d'une quantité physique (par exemple, un signal sonore ou vidéo, la sortie d'un transducteur, etc.) [71]

9.3.3.2 Le filtre numérique :

- Utilise un processeur numérique pour effectuer des calculs numériques sur les valeurs échantillonnées du signal. Ce processeur peut être un ordinateur polyvalent tel qu'un PC ou une puce DSP (Digital Signal Processor) spéciale.
- Les signaux d'entrée analogiques doivent d'abord être échantillonnés et numérisés par un convertisseur analogique-numérique (CAN). En conséquence, les signaux d'entrée analogiques
- Le nombre binaire résultant représentant les valeurs échantillonnées successives du signal d'entrée est transféré au processeur. Une fois transféré au processeur, un calcul numérique est effectué. Ce calcul consiste généralement à multiplier la valeur d'entrée par une constante ou à multiplier la valeur d'entrée par une constante et à ajouter le produit. Si nécessaire, les résultats de ce calcul sont également traités, puis transmis par un convertisseur numérique-analogique (DAC).
- La sortie est convertie en un signal analogique par l'intermédiaire d'un convertisseur numérique-analogique (CNA), qui traite également le résultat de ce calcul, si nécessaire.
- Notez que dans un filtre numérique, le signal est représenté par une série de nombres, et non par une tension ou un courant. [71]
- La mesure de la température et de l'humidité est largement utilisée dans les conceptions de nombreux fabricants d'électronique. Dans le secteur du bricolage, nous avons souvent besoin de mesurer ces paramètres afin de contrôler certains systèmes. Par exemple, pour pouvoir créer un système de refroidissement, de soin des plantes ou de climatisation qui s'allume lorsque la température ou l'humidité atteint une certaine valeur. Mais pour rendre cela possible, vous avez besoin d'un capteur comme le DHT11.

10. Les composants utilisés

10.1 Capteur DHT11 :

Le DHT11 est un capteur de température et d'humidité numérique de base très abordable. Il utilise un capteur d'humidité capacitif et une thermistance pour mesurer l'air ambiant et envoie un signal numérique à la broche de données (aucune broche d'entrée analogique n'est requise). Il est relativement facile à utiliser, mais nécessite un minutage minutieux lors de la saisie des données. Le seul véritable inconvénient de ce capteur est qu'il ne peut obtenir de nouvelles données que toutes les 2 secondes. [72]



Figure III.34: capture DHT11[73]

A. Caractéristique :

- Alimentation : 3,5v à 5v
- Consommation de courant de : 2,5 mA
- Signal de sortie numérique
- Plage de température de : 0 ° C à 50 ° C
- Précision pour mesurer la température : à 25 ° C d'une variation d'environ 2 ° C
- La résolution pour mesurer la température est : de 8 bits, 1 ° C
- L'humidité peut mesurer de : 20% HR à 90% HR
- Précisément pour une humidité de : 5% HR pour des températures comprises entre 0 et 50 ° C
- La résolution est de : 1% HR, il ne peut pas capter des variations inférieures à cela. [74]

B. Principe de fonctionnement :

- DHT11 utilise une technologie capacitive pour mesurer l'humidité relative dans l'air. Il comporte une électrode qui est exposée à l'air ambiant, qui est reliée à un circuit électronique intégré. Lorsque l'air est plus humide, l'électrode est recouverte d'une couche d'eau qui augmente la capacité de l'électrode. Le circuit électronique intégré mesure cette capacité et calcule l'humidité relative en fonction de cette mesure.
- Pour mesurer la température, le DHT11 utilise un thermistor, qui est un composant qui a une résistance qui varie en fonction de la température. Le circuit électronique intégré mesure la résistance du thermistor et calcule la température en utilisant une courbe de température calibrée.
- Les données de température et d'humidité sont ensuite transmises à l'Arduino via un signal numérique sur un seul fil, qui peut être lu par la bibliothèque DHT11 pour obtenir les lectures de température et d'humidité [74]

10.2 Capteur d'eau

Le capteur de niveau d'eau est conçu afin de détecter de l'eau, il peut être largement utilisé pour détecter les précipitations, le niveau de l'eau dans une cavité, voire la fuite de liquide. Le capteur est

Principalement composée de trois parties : Un connecteur électronique, une résistance 1 M Ω et plusieurs lignes de fils conducteurs nus [75]

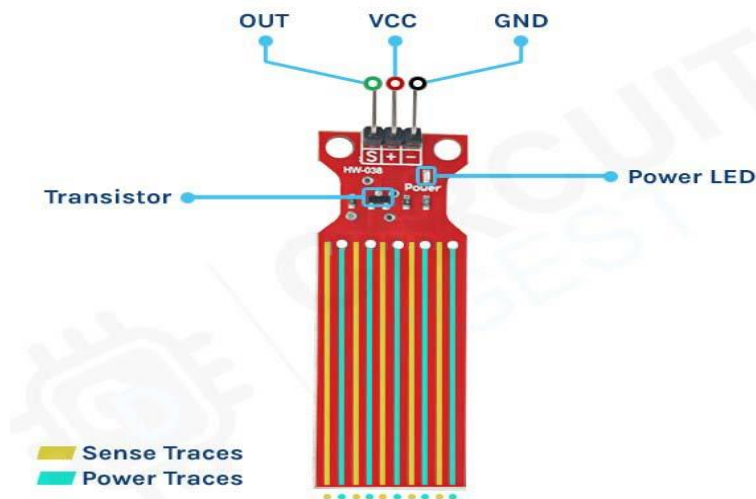


Figure III.35: Capteur de niveau d'Eau [75]

A. Principe de fonctionnement

Le capteur de niveau d'eau fonctionne grâce à une série de traces de cuivre exposées reliées à la terre entrelacée de traces de détection. Ces traces fonctionnent comme une résistance variable. La présence d'eau sur le capteur entraîne un court-circuit entre ces traces ce qui permet de détecter sa présence. Il convertit le niveau d'eau en sortie analogique directement exploitable par un microcontrôleur. La valeur du signal dépend du niveau d'immersion du capteur. [75]

B. Caractéristiques :

- Tension de fonctionnement : 3-5Vdc
- Courant en fonctionnement : moins de 20mA
- Type de capteur : analogique & digital
- Dimension de la zone de détection : 40 x 16mm
- Température de fonctionnement : 10-30°
- Humidité ambiante : 10-90% (Sans condensation)
- Taille de la carte : 62mmx20mmx8mm
- Vcc
- GND
- Signal [75]

10.3 Capture NTC (Thermistance)

Les thermistances, comme les capteurs de température à résistance (RTD), sont des conducteurs thermosensibles dont la résistance varie avec la température. Sont constituées d'un matériau semi-conducteur d'oxyde métallique encapsulé dans une petite bille d'époxy ou de verre. En outre, les thermistances présentent généralement des valeurs de résistance nominale plus élevées que les RTD (de 2 000 à 10 000 Ω) et peuvent être utilisées pour de plus faibles courants [76]

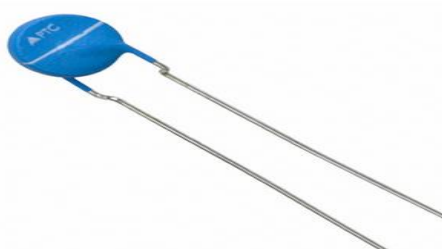


Figure III.36: Les thermistances. [76]

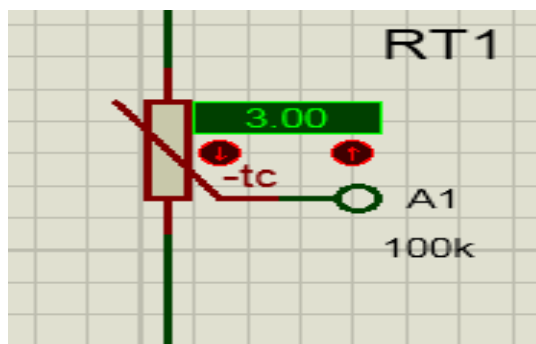


Figure III.37: Symbole communément utilisé pour représenter une thermistance [76]

10.4 La carte arduino :

L'Arduino Mega 2560 est une carte électronique, il dispose d'une grande capacité de stockage et d'un grand nombre d'entrées/sorties. Idéale pour le prototypage, en particulier pour les imprimantes 3D et la robotique, de contrôle de moteur, de jeux électronique de domotique, bien qu'elle soit un peu moins connue, plus rapide de la carte Uno. La carte Arduino Mega 2560 possède des fonctionnalités équivalentes à quatre cartes Uno combinées, comprend un microcontrôleur et est basée sur le puissant microprocesseur ATmega2560. [77]



Figure III.38: la carte arduino avec le câble USB [78]

A. Spécifications techniques :

Microcontrôleur	ATmega2560
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'entrée (recommandée)	7-12V
Tension d'entrée (limite)	6-20V
Broches d'E/S numériques	54 (dont 15 fournissent une sortie PWM)
Broches d'entrée analogique	16
Courant continu par broche d'E/S	20 mA
Courant continu pour la broche	3,3V 50 mA
Mémoire Flash	256 KB dont 8 KB utilisés par le boot loader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Vitesse d'horloge	16 MHz
Longueur	101,52 mm
Largeur	53,3 mm
Poids	37 g

Tableau III.3: caractéristique de la carte arduino mega 2560 [79]

B. L'alimentation :

- L'Arduino Mega peut être alimenté par USB (qui fournit 5V à 500mA) ou par une alimentation externe.
- La source d'alimentation est contrôlée automatiquement par le circuit imprimé. Une source d'alimentation externe (autre que USB) peut être un adaptateur AC-DC ou des piles.
- Le bloc d'alimentation peut être branché sur la prise 2.1 de la carte.
- Les câbles de la batterie se connectent aux broches de la carte étiquetées GND (masse ou 0V) et Vin (entrée de tension positive).
- La carte peut théoriquement fonctionner avec une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, il est possible que la carte soit alimentée avec moins de 7V, le 5V pouvant être instable. Plus de 12V pourrait endommager le régulateur de tension.
- La plage de tension idéale recommandée pour alimenter la carte est de 7V à 12V. [53]

C. Les entrées/ sorties :

Ces connexions permettent de connecter le microcontrôleur en mode externe. Une carte Arduino mega possède 16 entrées analogiques. 54 entrées/sorties numériques, dont 15 avec sortie PWM. Les entrées analogiques permettent la mesure de la tension alternative (de 0 à 5V) pouvant provenir de différents capteurs ou interfaces (potentiomètres, etc.). L'E/S numérique reçoit ou envoie des signaux avec translation "0" ou "1" de 0 ou 5 V. Le comportement de ces broches est généralement spécifié lors de l'initialisation du programme, mais peut également être modifié dans la partie principale du programme. [54]

D. Microcontrôleur :

La carte Arduino est basée sur un circuit intégré programmable (mini-ordinateur, aussi appelé microcontrôleur). La typologie de ce système varie d'une carte à l'autre. La carte dispose de plusieurs entrées/sorties qui permettent la connexion de différents types d'éléments externes. [54]

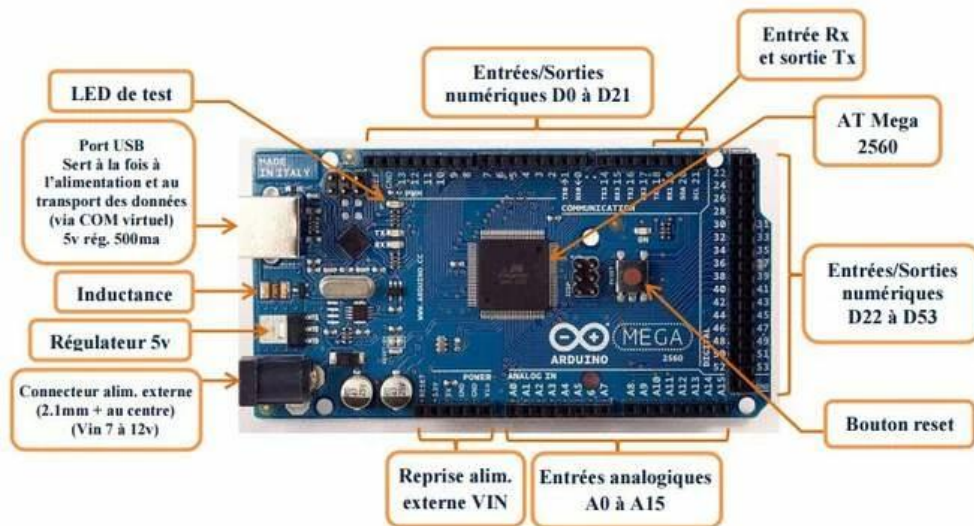


Figure III.39: Description de la carte arduino [54]

E. Les avantages de la carte arduino :

- Plus robuste, offre beaucoup plus de maniabilité et un montage plus poussé que les autres cartes Arduino.
- Représente le niveau supérieur : vous pouvez faire des choses qui ne peuvent pas être réalisées avec une carte plus classique.
- Vous permettez de contrôler disons 48 servomoteurs, tandis que la carte Uno ou Arduino Nano ne vous permet de contrôler que 12 à la fois.
- Peut-être connectée à un ordinateur via USB, permettant une programmation complète et facile via l'interface logicielle Arduino. C'est également possible sur le modèle Uno, mais pas sur le Nano, qui nécessite un câble mini-USB.
- Elle permet d'effectuer un maximum d'actions et délivre un potentiel tel qu'il est possible de se pencher sur les montages les plus lourds et gourmands en code.
- Peut-être utilisée par les amateurs confirmés, mais est principalement destinée aux experts qui pourront en faire un usage plus professionnel. [55]

10.5 Afficheur LCD :

Un écran LCD, également connu sous le nom d'écran à cristaux liquides, est un module intelligent et compact nécessite peu de composants externes pour fonctionner correctement. Il consomme relativement peu d'énergie (1 à 5 mA) et est relativement peu coûteux. Il est également très facile à utiliser. [56]

A. Schéma fonctionnelle :

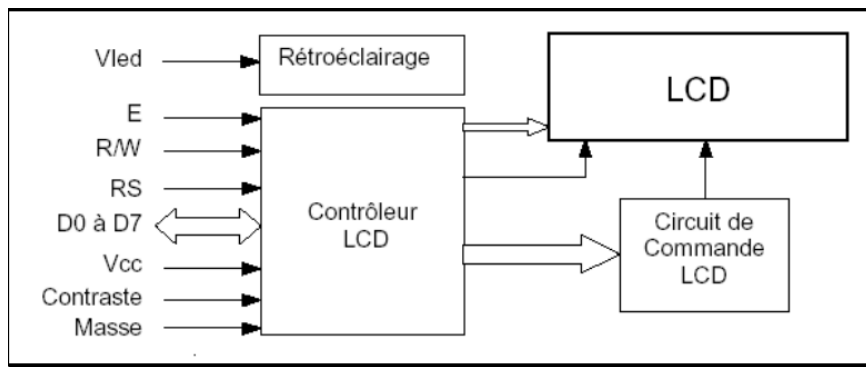


Figure III.40: [57]

B. Les différentes broches de l'afficheur :

- **VCC, Masse** : alimentation de l'afficheur LCD. Un afficheur LCD s'alimente en 0V5V.

Contraste : entrée permettant de régler le contraste de l'afficheur LCD. Il faut appliquer une tension continue réglable (entre 0V et 5V) à l'aide d'un potentiomètre.

- **Veld** : différence de potentiel permettant de commander le rétro éclairage.
- **E** : entrée de validation (ENABLE), elle permet de valider les données sur un front descendant. Lorsque E=0 alors le bus de données est à l'état haute impédance.
- **RS** : Register Select cette entrée permet d'indiquer à l'afficheur si l'on souhaite réaliser une commande (RS=0) par des instructions spécifiques ou écrire une donnée (envoi du code du caractère à afficher) sur le bus (RS=1).
- **R/W** : entrée de lecture (R/W=1) et d'écriture (R/W=0). Lorsqu'on commande l'afficheur LCD il faut se placer en écriture.
- **D7...D0** : bus de données bidirectionnel, il permet de transférer les instructions ou les données à l'afficheur LCD. [58]

C. Les types d'afficheur LCD :

Caractère LCD : il est utilisé pour afficher des lettres, et il a des formes différentes, chaque forme diffère de l'autre par le nombre de ligne et le nombre de caractère dans chaque ligne. [59]

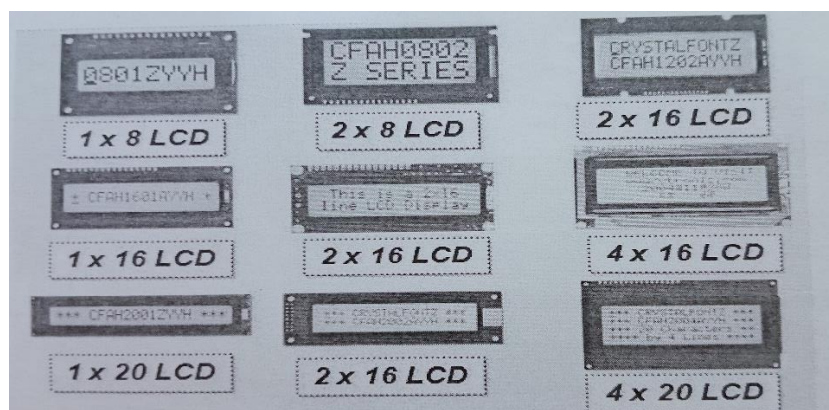


Figure III.41: Les modèles de Caractère LCD [59]

Graphique LCD : c'est un type qui est utilisé pour afficher des graphiques. Il n'est pas divisé en parties comme les types précédents, mais son fonctionnement est similaire à celui d'un écran d'ordinateur car il s'agit d'une seule unité avec un grand nombre de pixels disposés en lignes et

colonnes et vous pouvez afficher n'importe quelle forme qui vous voulez en contrôlant l'éclairage ou l'extinction de n'importe quel pixel et dans l'ordre des pixels allumés et des pixels éteints, nous obtenus la forme souhaitée. [59]

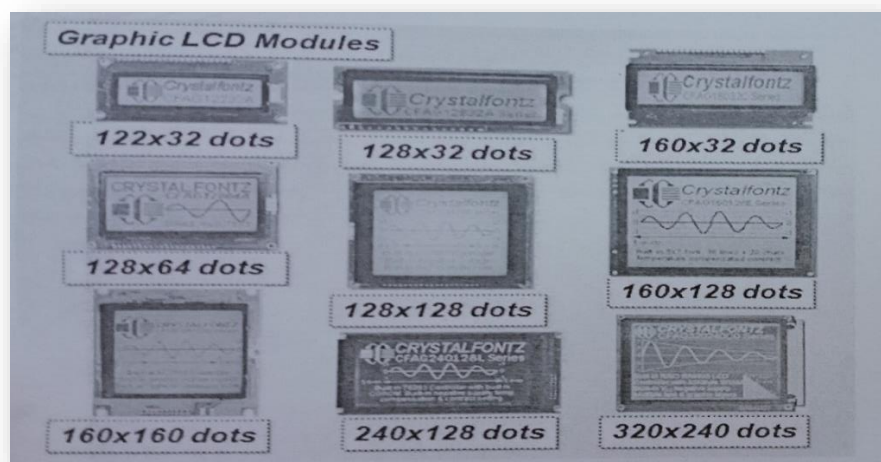


Figure III.42: Les modèles de Graphique LCD [59]

Dans ce projet on a utilisé l'afficheur de type caractère 4*16 LCD

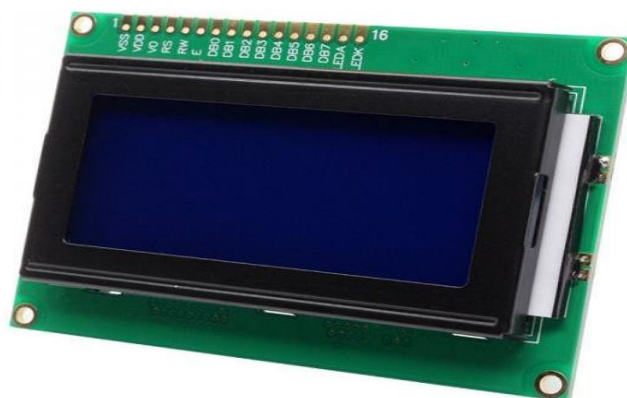


Figure III.43: afficheur Lcd 16*4 [59]

D. Description :

Il s'agit d'un grand écran LCD rétroéclairé jaune. C'est idéal pour un projet basé sur Arduino. Cet écran LCD parallèle 16×4 avec rétroéclairage jaune est très facile à interfacier avec Arduino ou d'autres microcontrôleurs. Les valeurs affichées à l'écran peuvent être à la fois de simples valeurs textuelles et numériques lues par les capteurs, telles que la température ou la pression, ainsi que le nombre de cycles effectués par l'Arduino. [60]

E. Caractéristique :

- 16 caractères de large, 4 rangées.
- Texte blanc sur fond bleu.

- Le rétroéclairage à LED unique inclus peut être facilement atténué avec une résistance ou un PWM.
- Peut être entièrement contrôlé avec seulement 6 lignes numériques (Toutes les broches analogiques/numériques peuvent être utilisées). [60]

10.6 Le ventilateur :

Différent des ventilateurs classiques qui prennent la forme d'une hélice, le ventilateur tangential se présente sous la forme d'une turbine, il permet l'admission et la distribution d'air pour assurer le bon fonctionnement de certains appareils.

On trouve essentiellement le ventilateur tangential dans des appareils qui disposent de peu de place puisque sa turbine ne fait que quelques centimètres. C'est par exemple le cas pour :

- Les climatiseurs
- Les ventilo-convecteurs
- Les rideaux d'air
- Les ventilateurs verticaux

En pratique, dans un ventilateur tangential, l'air tiré suit une trajectoire tangentielle, justement. Cela signifie que l'air passe autour du cylindre de la turbine sans traverser la turbine. En d'autres termes, la trajectoire de l'air est sensiblement normale à l'axe de la roue, que ce soit à l'entrée comme à la sortie de celle-ci. [61]



Figure III.44: ventilateur

A. Caractéristique :

Puissance électrique (w)	25
Tension (V)	230
Fréquence (HZ)	50/60
Sens	Droite

Tableau III.4: Caractéristique d'un ventilateur [71]

10.7 La résistance chauffante :

La résistance est un composant important de l'électronique. Il est principalement utilisé pour limiter le courant afin de protéger les autres composants du montage. Il sert également à convertir une tension

en une tension plus faible via un montage que l'on appelle le diviseur de tension, L'unité employée pour les résistances est l'Ohm et se note Ω . Les résistances sont disponibles en plusieurs valeurs et en plusieurs précisions. [62]



Figure III.45: la résistance chauffante

10.8 Les relais électromécaniques :

Un relais électromécanique est un organe électrotechnique permettant la commutation de liaisons électriques. Il a l'avantage de séparer les circuits de commande et puissance. Quelquefois remplacés par des composants électroniques, ils sont toujours présents dans de nombreux circuits de commande. [64]

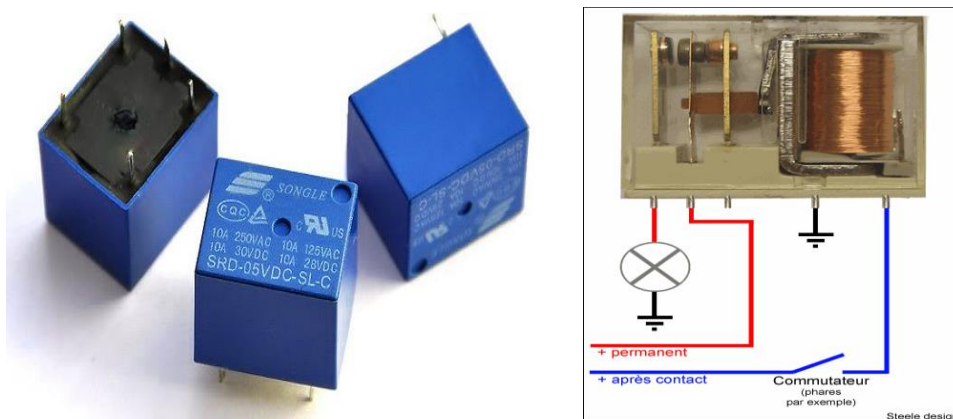


Figure III.46: les relais électronique [65]

A. Caractéristique technique :

Capacité	50A / 250Vac ou 30Vdc
Tension de commande	5V
Résistance de la bobine	400 Ω
Dimension	19 15 15mm

Tableau III.5: caractéristique technique des relais [66]

10.9 Thermostat régulateur

Dispositif régulateur permettant de maintenir, dans une enceinte fermée, la température entre deux valeurs prescrites. (Un thermostat comprend un organe détecteur des écarts de température [bilame, thermomètre] et un actionneur agissant sur le débit de chaleur.)[67]



Figure III.47: Thermostat régulateur

10.10 Régulateur de tension :

Le régulateur amorce la tension du générateur de sa tension résiduelle à sa tension nominale. Lorsque le générateur est chargé, la tension détectée diminue et génère un signal d'erreur, nécessaire au fonctionnement du système à boucle fermée. [68]

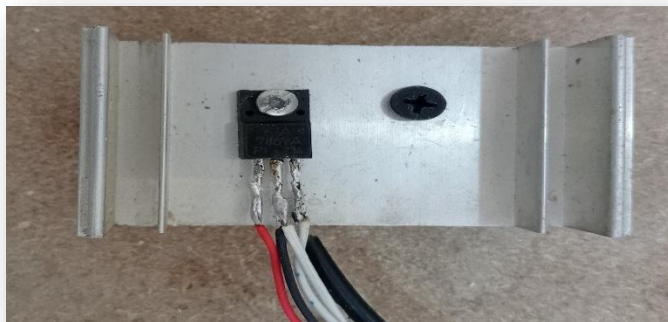


Figure III.48: régulateur de tension

10.11 Les Led's :

LED signifie diode électroluminescente. Une LED est un semi-conducteur (diode) qui est capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Les matériaux semi-conducteurs que les LED utilisent transforment l'énergie électrique en un rayonnement électromagnétique visible, c'est-à-dire en lumière. [69]

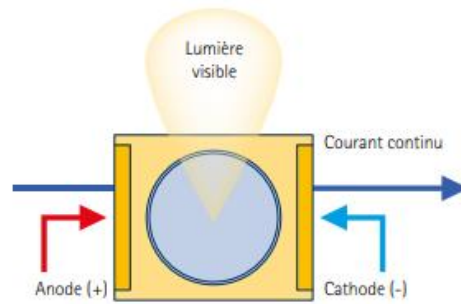
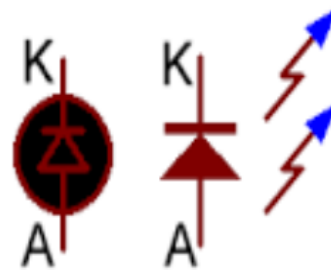
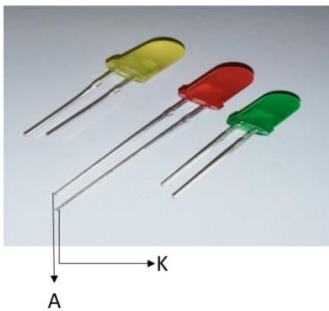


Figure III.49: Le fonctionnement d'une LED [70]



K :cathode A :anode

Figure III.50: Led's [70]

10.12Buzzer :

C'est un dispositif de signalisation audio peut être de type électromécanique ou piézoélectrique ou mécanique. la fonction principale de ceci est de convertir le signal audio en son. Généralement il est alimenté par une tension continue il est utilisé dans les minuteries les dispositifs d'alarme les imprimantes, les alarmes, les ordinateurs, etc.

Sur la base des différentes conceptions il peut générer différents sons comme l'alarme, la musique la cloche et la sirène. [71]

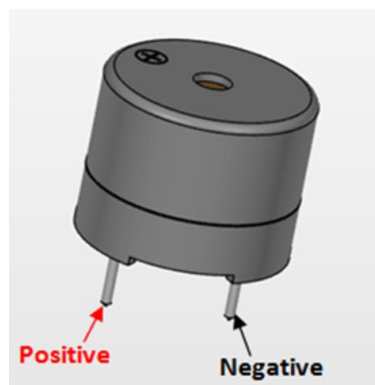


Figure III.51: Buzzer

A. Caractéristique :

La couleur	Noire
la gamme de fréquence	3300 Hz
La température de fonctionnement	-20 °C à +60 °C
Plage de tension	3v à 24v DC
Le niveau de pression sonore	85 dBa ou 10 cm
Le courant d'alimentation	Inférieur à 15mA

Tableau III.6: les caractéristiques de led [72]**10.13 Les résistances :**

Une résistance est un composant d'un circuit électrique ou électronique. Il a pour caractéristique de résister à la circulation du courant électrique. La valeur de cette résistance varie selon le type de composant. [73] Les résistances sont essentiellement de deux types :

**Figure III.52: type des résistances [73]****10.13.1 Résistance linéaire :**

Si la valeur de la résistance de la résistance ne change pas avec la tension appliquée et la température, la résistance est alors appelée résistance linéaire.

Les résistances linéaires sont de deux types :

- Résistances fixes (ce type de résistance a une valeur fixe qui signifie que la valeur ne peut pas être modifiée)

Types de résistances fixes :

- ✓ Résistances à couche épaisse (le film ou la couche de matériau de résistance est épais)
- ✓ Résistances à couche mince (le film ou la couche de matériau de résistance est mince)
- ✓ Résistances de composition de carbone
- ✓ Résistances bobinées
- ✓ Résistances variables (la valeur de ce type de résistances peut être modifiée)

Types de résistances variables :

- ✓ Potentiomètres
- ✓ Rhéostats
- ✓ Trimmers

10.13.2 Résistance non linéaire : Si la valeur de la résistance de la résistance change avec la tension appliquée, la température alors la résistance est appelée une résistance linéaire. Lorsque la résistance change, le courant traversant la résistance change également selon la loi d'OHM. [73]

Types de résistance non linéaire,

- ✓ Thermistères (les changements de valeur dépendent de la température)
- ✓ Résistance dépendante de la tension (VDR)
- ✓ La lumière dépendait des résistances (LDR) - c'est des changements valorisés avec l'intensité lumineuse.

10.14 Le potentiomètre de réglage :

Un potentiomètre est un type de résistance variable à trois bornes, dont une est reliée à un curseur se déplaçant sur une piste résistante terminée par les deux autres bornes. Les potentiomètres sont couramment employés dans les circuits électroniques. Les potentiomètres sont couramment employés dans les circuits électroniques. Ils servent par exemple à contrôler le volume d'une radio. Ils convertissent une position en une tension [74]

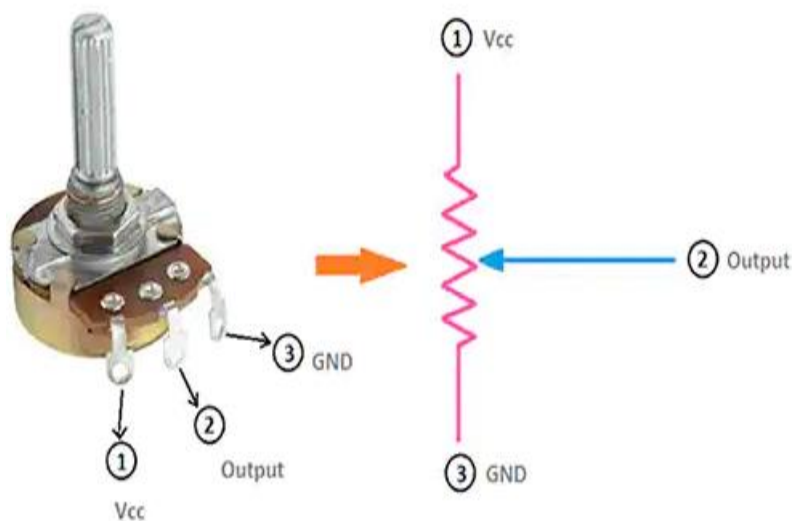


Figure III.53: potentiomètre [74]

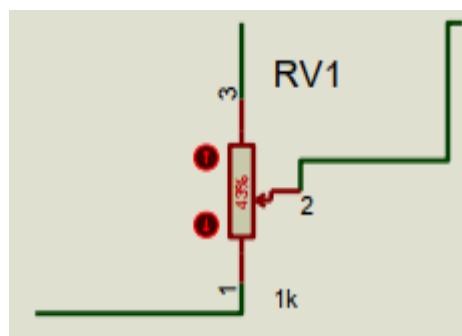


Figure III.54: Symbole communément utilisé pour représenter une thermistance

10.15 La platine expérimentale :

Une platine d'expérimentation (appelée breadboard) permet de réaliser des prototypes de montages électroniques sans soudure et donc de pouvoir réutiliser les composants.

Tous les connecteurs d'une rangée de 5 sont connectés les uns aux autres. Ainsi, si vous connectez deux éléments à un groupe de cinq connecteurs, ils seront connectés ensemble. [75]

- Les alignements de connecteurs rouges pour l'alimentation
- Les alignements de connecteurs bleus pour la terre

Les liens peuvent être schématisés par cette figure :

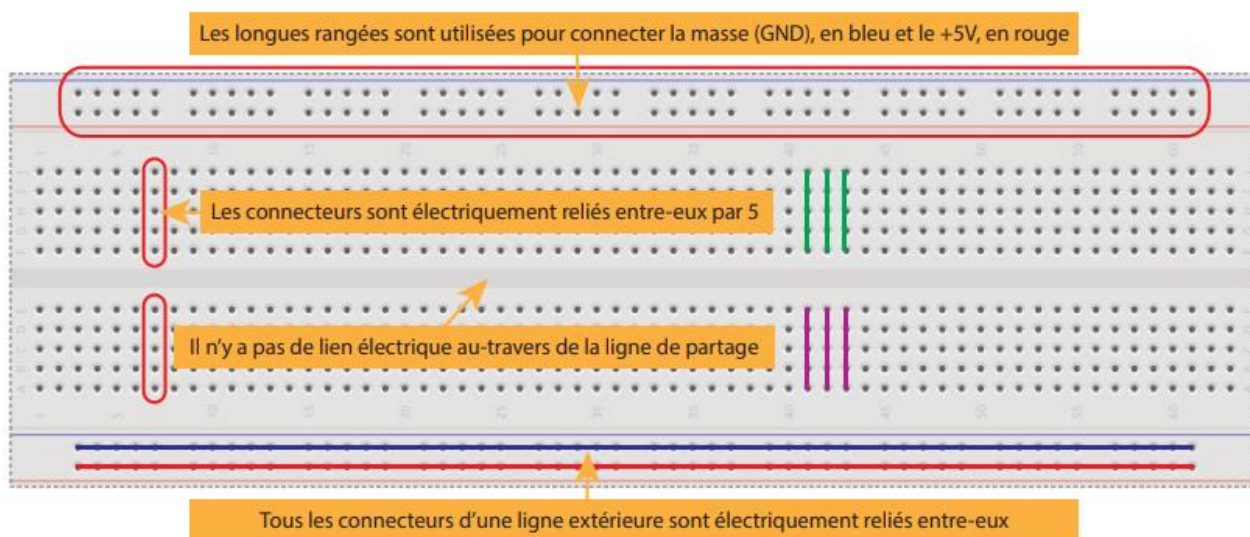


Figure III.55: schéma d'un breadboard [75]

Les connexions entre les composants sont réalisées par des jumpers, sortes de petits câbles.

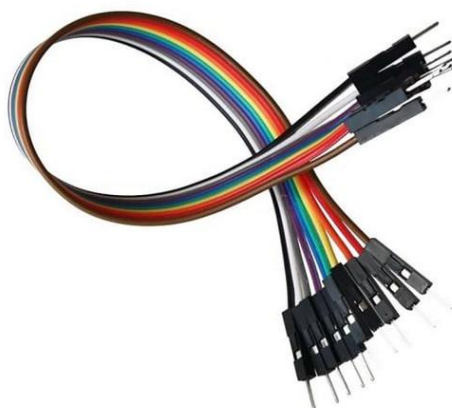


Figure III.56: les files de connexions [75]

11. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les outils de travail avec lesquels nous allons réaliser notre projet où toutes les fonctions et commandes décrites sont destinées à permettre le contrôle et la configuration de l'appareil.



Chapitre IV

*Programmation et
réalisation*

Partie software :**1. Logiciel Arduino :**

Est une plate-forme de prototypage d'objets interactifs à usage créatif constituée d'une carte électronique et d'un environnement de programmation.

Les créateurs d'Arduino ont développé un logiciel qui rend la programmation des cartes Arduino visuelle, simple et complète à la fois. C'est ce qu'on appelle un IDE qui signifie environnement de développement intégré.



Figure IV.1 : Commandes de configuration

Lors de la création d'un programme, nous devons utiliser un code minimal. Avec ce code, nous pouvons diviser le programme que nous allons créer en deux parties principales.

- A. La fonction setup :** est appelée une seule fois lors du lancement du programme. c'est dans cette fonction que l'on va écrire le code qui n'a besoin, cette partie est considérée comme une fonction d'initialisation.

```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
```

Figure IV.2: fonction setup

B. La fonction Loop : affiche le contenu du programme. Cette fonction est appelée en permanence, c'est-à-dire qu'elle est exécutée une fois, puis lorsque son exécution est terminée, on le ré-exécute, on parle de boucle.

```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Figure IV.3: fonction loop

2. Interface de logiciel

- **Barre de menus :** Regroupe les options de configuration du logiciel.
- **Onglets des fichiers ouverts :** affiche les noms des fichiers ouverts.
- **Fenêtre d'édition de programme :** Ce bloc contient le programme que l'on va créer (déclaration, initialisation et partie principale du programme).
- **Zone de message des actions en cours :** informe le manipulateur des actions en cours.
- **Console d'affichage des messages de compilation :** son rôle est dédié à l'erreur éventuelle présentée dans le programme. C'est le compilateur.

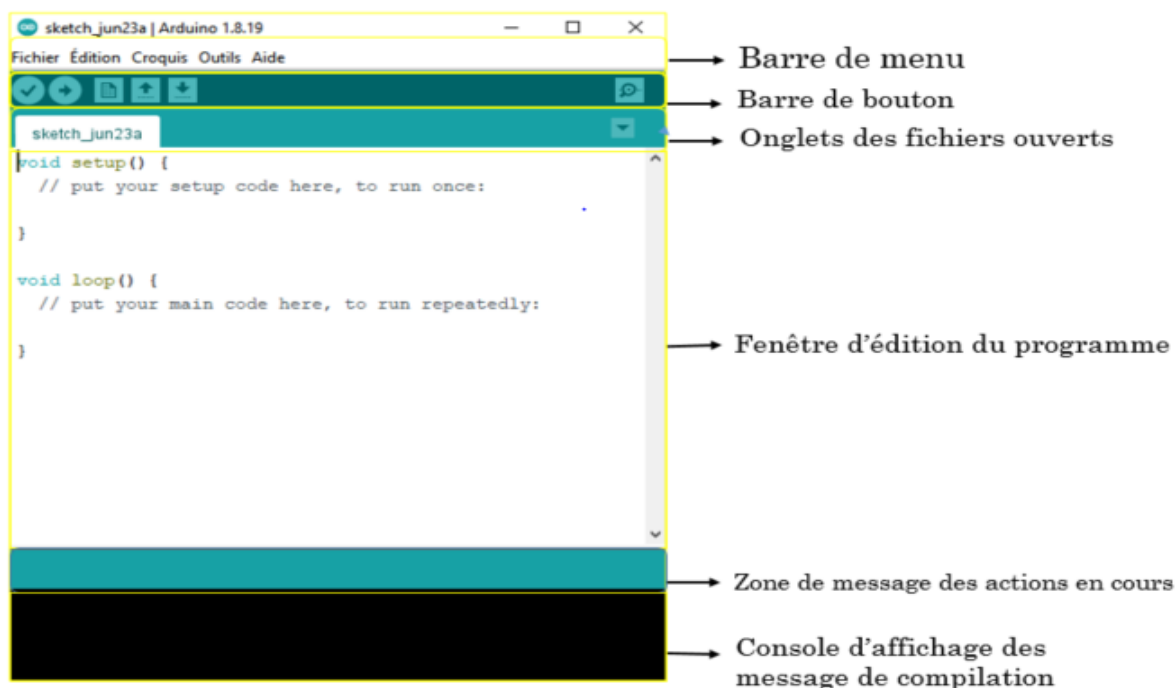


Figure IV.4 : Interface de logiciel

- **Barre de boutons** : contient les boutons de programmation de nos cartes, cette dernière se compose de :
 - Bouton 1 : Ce bouton permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans votre programme.
 - Bouton 2 : Charge (téléverse) le programme dans la carte Arduino.
 - Bouton 3 : Crée un nouveau fichier.
 - Bouton 4 : Ouvre un fichier.
 - Bouton 5 : Enregistre le fichier.
 - Bouton 6 : Ouvre le moniteur série

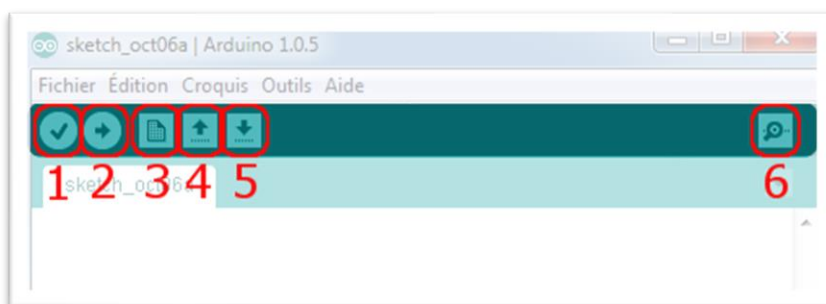


Figure IV.5: la barre d'outils

3. Proteus Professional :

3.1 Définition :

Proteus est une suite logicielle destinée à l'électronique. Il s'agit d'un logiciel de conception de circuits inventé par Labcenter Electronics. Il est utilisé pour concevoir différents circuits sur PCB (carte de circuit imprimé) et la simulation de différents circuits. L'utilisation de Proteus pour tout projet de circuit électronique rend ce projet rentable et moins erroné en raison de la construction schématique sur le Proteus.

En 1988, la première version de Proteus connue sous le nom de PCB-B a été créée par John Jameson, président de la société.

3.2 Caractéristiques de Proteus :

- Il y a 2 parties principales de Proteus, la première est utilisée pour concevoir et dessiner différents circuits et la seconde est pour la conception de la disposition des circuits imprimés.
- Le premier est ISIS qui a été utilisé pour concevoir et simuler des circuits. Et deuxièmement, ARES est utilisé pour la conception d'une carte de circuit imprimé.
- Il fournit également des fonctionnalités liées à la vue tridimensionnelle de la conception dans PCB.

ISIS

Le logiciel ISIS de Proteus Professional est principalement connue pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de détecter certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits

électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

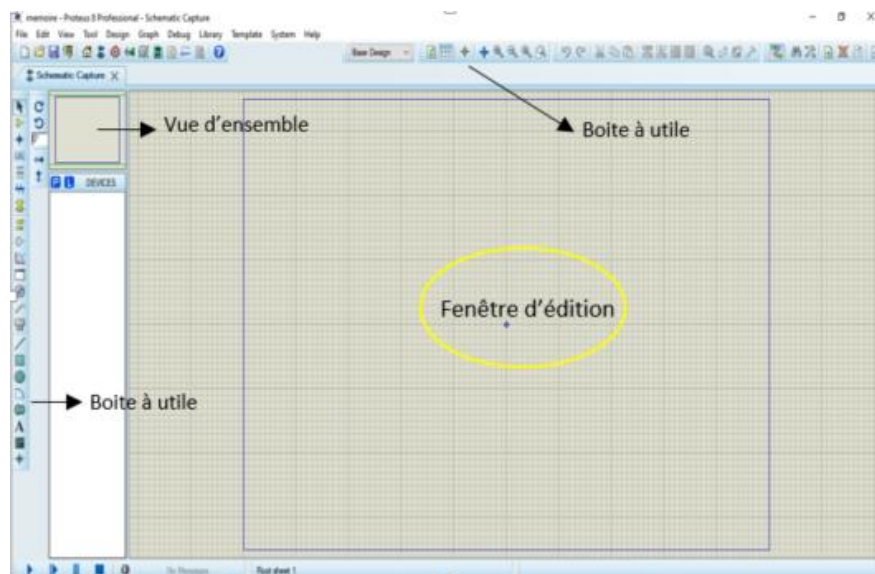


Figure IV.6: interface de logiciel ISIS

3.3 Description d'interface :

A. Fenêtre d'ensemble (Vue d'ensemble) :

Le cadre en bleu délimite l'espace de travail tel qu'il a été défini par la commande 'Définir taille des feuilles' du menu 'système'.

Le cadre en vert délimite la zone de travail, c'est à dire la partie du schéma visible dans la fenêtre principale.

- Vous pouvez déplacer cette zone de travail en pointant la souris sur la zone désirée de la fenêtre d'ensemble et en effectuant un clic gauche.
- Vous pouvez redéfinir la zone de travail dans la fenêtre d'ensemble en appuyant sur la touche majuscule 'shift' du clavier, associée au déplacement de la souris en maintenant appuyé le bouton gauche.

B. Fenêtre d'édition :

La surface la plus grande de l'écran s'appelle "Fenêtre d'édition" et se comporte comme une fenêtre de dessin. C'est là que vous placez et câblez les composants.

C. La boîte à outils :

Elle est composée d'un ensemble d'icônes dont les fonctions seront détaillées ultérieurement et d'un sélecteur d'objet utilisé pour choisir les boîtiers, le style des pastilles, des traces, des traversées, etc.

ARES

Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage qui complète parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le PCB (**Printed circuit board**) de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit

imprimé soit plus efficiente lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de Placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement.

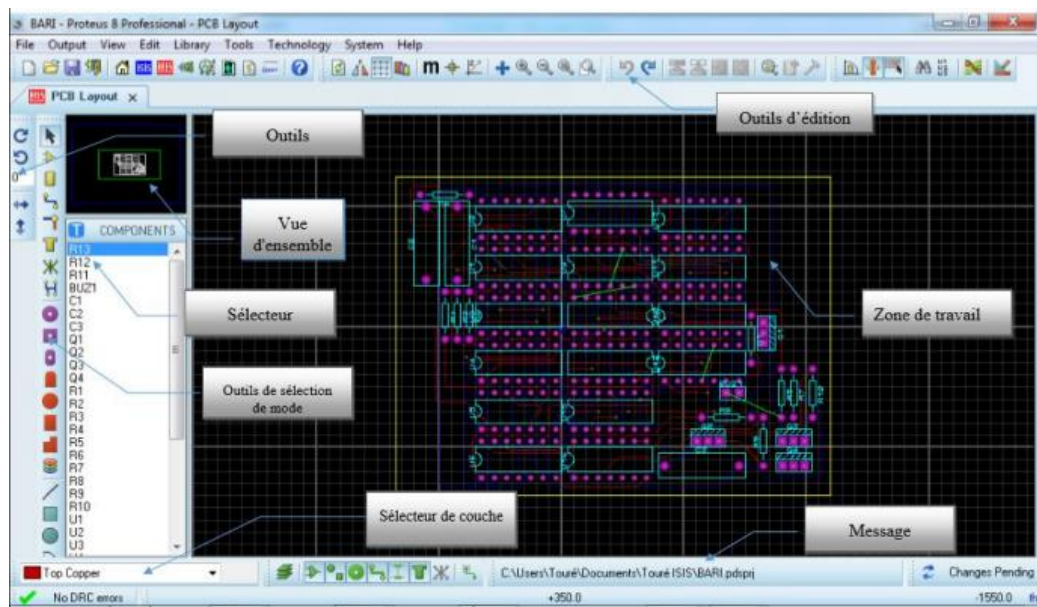


Figure IV.7 : interface Ares

4. Etude du schéma et réalisation pratique :

4.1 Schéma bloc :

Le schéma fonctionnel qui comprend tous les blocs de ce système est illustré dans la (figure). Il y a sept blocs principaux qui sont ;

- Système de contrôle : une carte Arduino est utilisée comme unité de contrôle principale. Elle est programmée pour lire les données des capteurs et contrôler les différents systèmes en fonction des valeurs mesurées
- Alimentation : Fournit l'alimentation électrique nécessaire à tous les composants de la couveuse.
- Circuit de chauffage : Génère et contrôle la chaleur à l'intérieur de la couveuse pour maintenir une température stable.
- Système de ventilation : Fournit un flux d'air régulé à l'intérieur de la couveuse pour maintenir une circulation d'air adéquate et éliminer les gaz indésirables. Il peut être équipé d'un ventilateur et de filtres pour assurer la qualité de l'air.
- Système d'humidification : Contrôle le taux d'humidité à l'intérieur de la couveuse. Il peut utiliser des réservoirs d'eau, des humidificateurs ou des dispositifs de nébulisation pour maintenir l'humidité nécessaire.
- Affichage et alarme : sont des éléments importants pour surveiller et réagir aux conditions de l'environnement de la couveuse et à l'état du bébé
- Capteurs : sont utilisés pour surveiller les paramètres vitaux du bébé ainsi que les conditions environnementales.

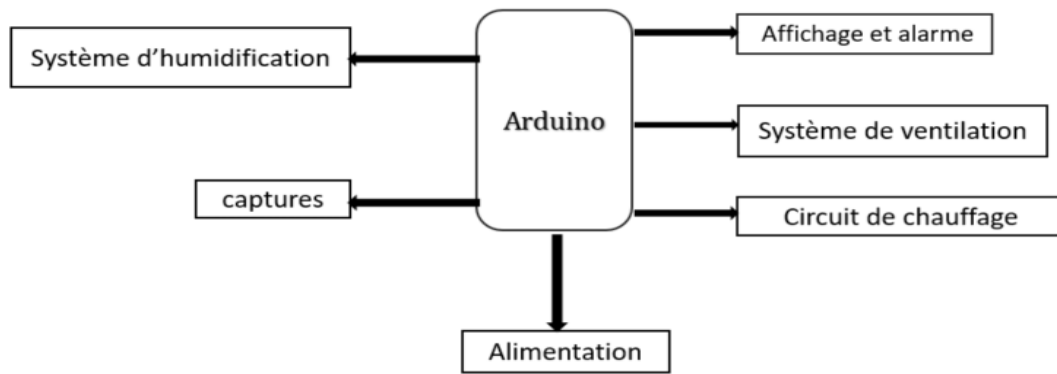


Figure IV.8: schéma bloc

5. Etude du schéma électronique d'une couveuse :

Le schéma électrique est réalisé sur le logiciel Proteus ISIS, est présenté sur la figure suivante :

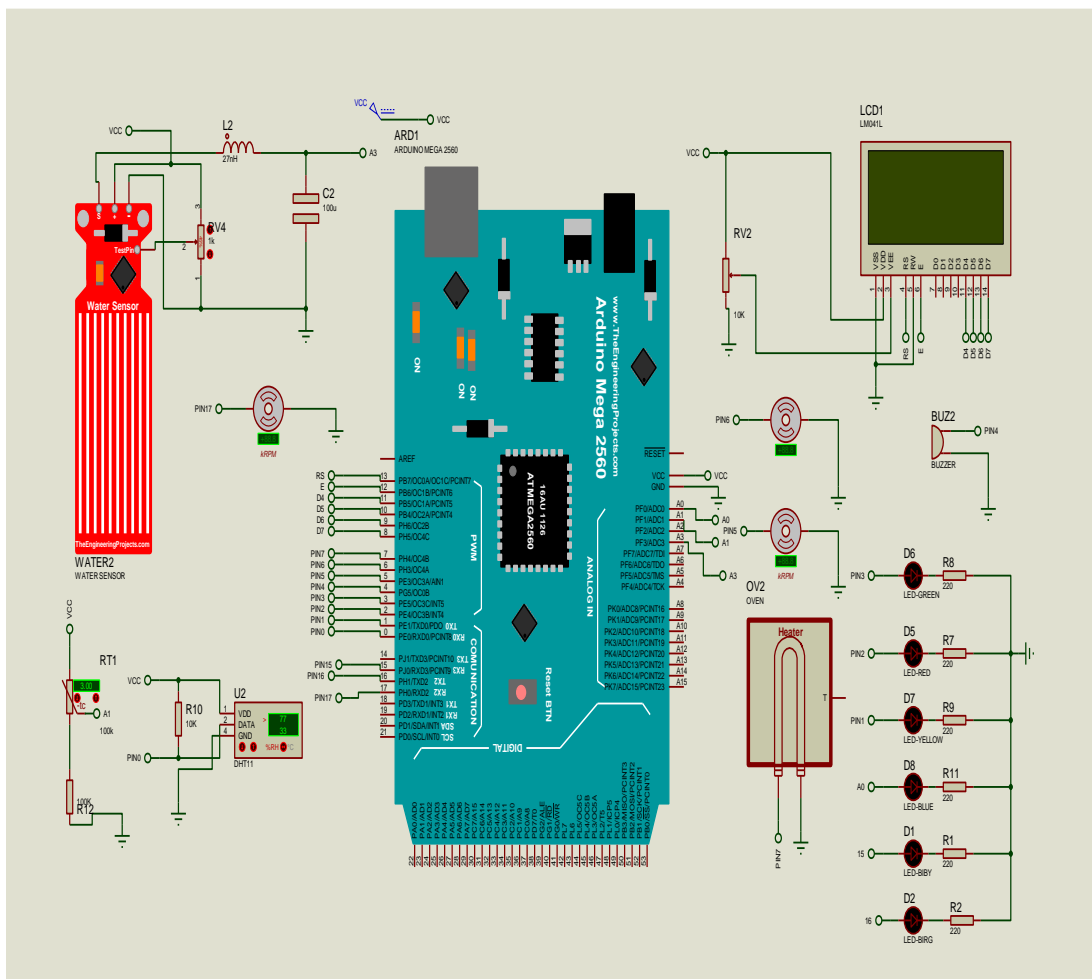
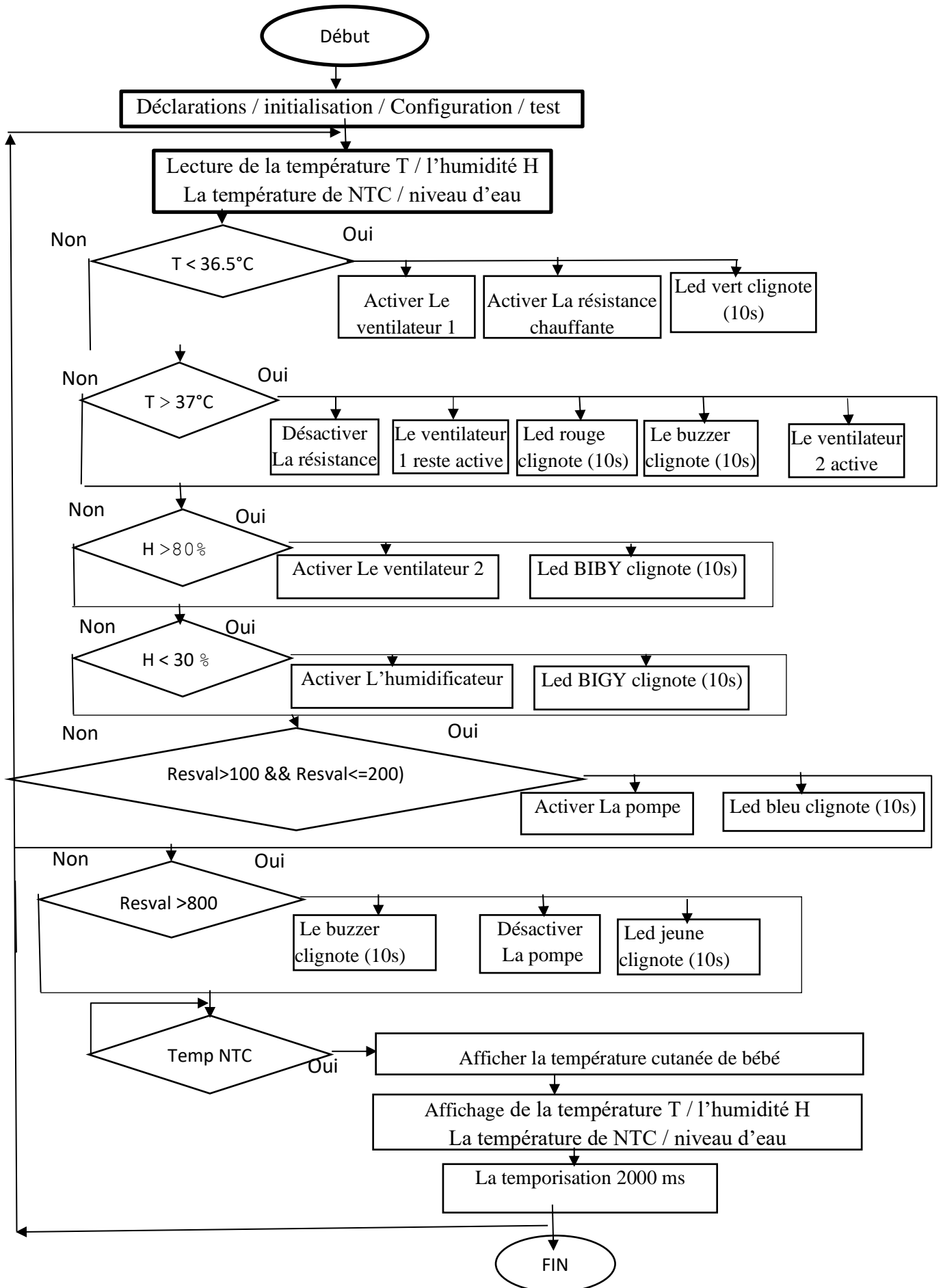


Figure IV.9: schéma électronique

6. Organigrammes de commande du système :



7. La partie mécanique :

L'architecture intérieure et extérieure de l'incubateur :

L'incubateur composé de deux parties :

- Habitable simple ou double à paroi en plexiglas comprenant des hublots et un module de mesure de la température. Le nouveau-né est placé dans cette partie.
- Bloc technique où se situent les systèmes de chauffage, d'humidification et de régulation de la température et de l'humidité.

La structure que nous avons adoptée est rectangulaire voir la figure suivante :

Matériaux utilisés :

Les matériaux utilisés pour construire l'incubateur sont l'aluminium et le PLEXIGLAS. Ce dernier est biocompatible, ce qui signifie qu'il ne réagit pas avec la température, il n'y a donc pas de gaz chimiques qui pourraient mettre en danger le bébé

Les propriétés de ces matériaux sont le maintien de la température ambiante à travers l'aluminium et la prévention du passage des rayonnements ultraviolets et infrarouges à travers le PLEXIGLAS. Cela fournit un environnement approprié pour les meilleures conditions de l'enfant.

a. Aluminium :

Est un matériau très léger mais extrêmement solide :

- ◆ Génère naturellement une couche d'oxyde qui le protège de la corrosion.
- ◆ Possède un pouvoir réfléchissant élevé de la lumière ainsi que de la chaleur.

b. Plexiglas :

Le plexiglas est un matériau semblable au verre et au plastique que l'on trouve dans de nombreux objets et espaces du quotidien. Solide, résistant, facile à travailler et isolant (densité de 1,19 g/cm³).

8. Test de circuit sous porteuse

8.1 Teste l'afficheur LCD

Dans ce test nous avons téléchargé le programme Arduino dans la carte Arduino, notre LCD affiche comme suite selon le programme suivant (**Figure IV.10**) :

```

void setup () {
  dht.begin();
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  // Serial.begin(9600); // Initialisation de la communication sér:
  lcd.begin(16, 4);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("dht11");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Humidity/Temp.");
  lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.print("niveau de l'eau");
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print("temp NTC");
  delay(50);
}

```

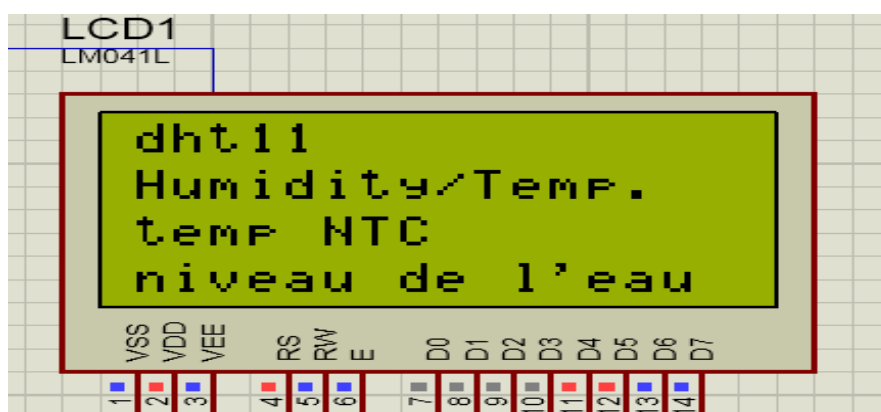


Figure IV.10: affichage des paramètres

Par suite la **Figure IV.11** montre que LCD afficher les valeurs des quatre paramètres de 'humidité, la température, la température NTC, et le niveau d'eau à chaque essai.

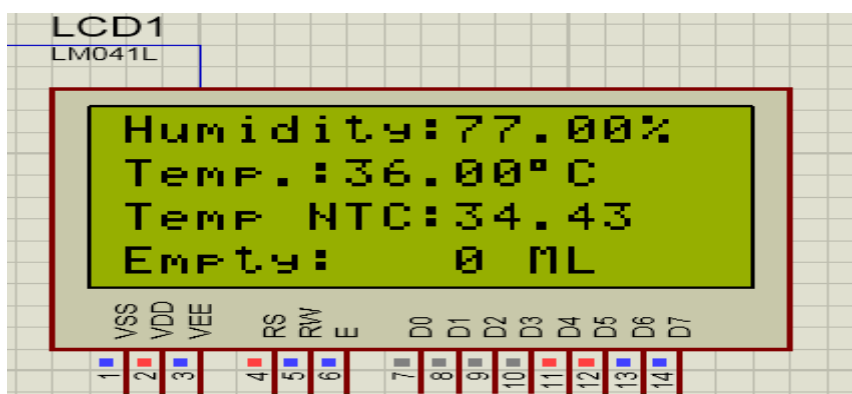
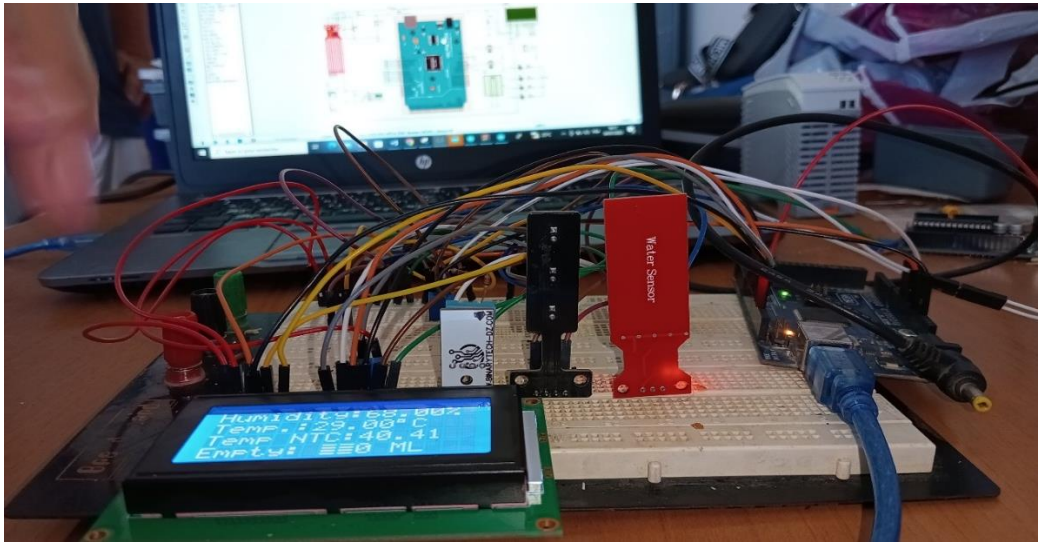


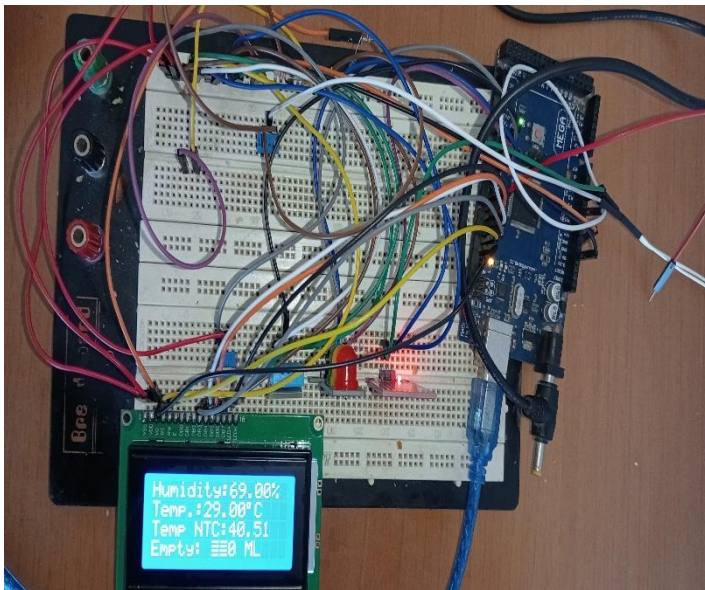
Figure IV.11 : affichage de l'humidité, température, température NTC et niveau d'eau

8.2 Le montage sur la plaque d'essai :

Les photos suivantes (**Figure IV.12**) illustrent l'essai fait sur notre montage de la couveuse pour assurer le bon fonctionnement de différentes parties.



La phase de la programmation



La phase d'affichage

Figure IV.12 : Etapes de réalisation de notre montage

➤ **Signalisation la partie de la température :**

Si la température est supérieur à 37 °C le led vert claire est t'allumé et le buzzer déclenché



Figure IV. 13 : signalisation de la partie de température

- Si la température est inférieure à 36.5 donc la led verte allumé

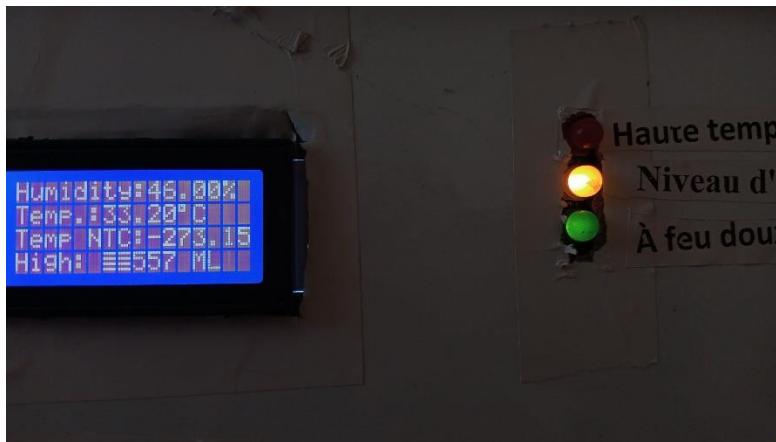


Figure IV.14 : Température bas

- **Signalisation de la partie niveau d'eau :**
Lorsque le niveau d'eau est supérieur à 650ml on remarque que le led jaune est t'allumé.

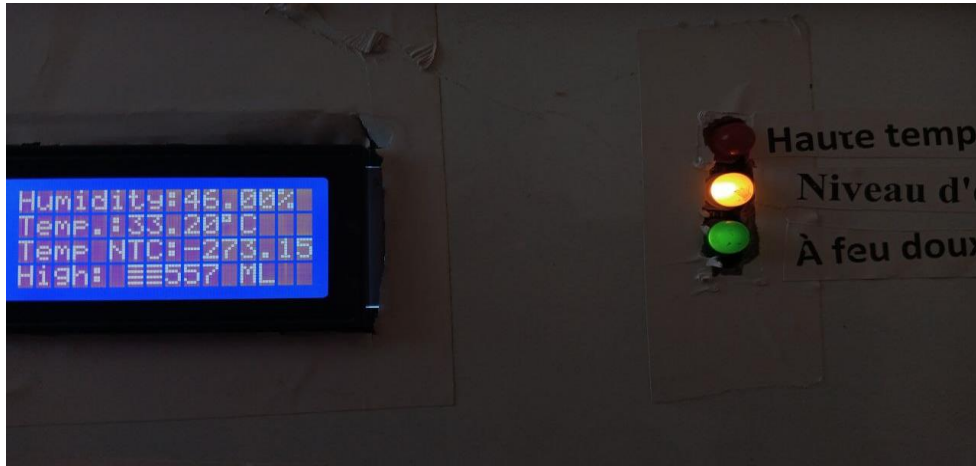


Figure IV.14 signalisation de la partie niveau d'eau

- Niveau d'eau bas implique que la led bleu allumé et le buzzer déclenché



Figure IV. 15 : Signalisation niveau d'eau bas



Figure IV.16: la réalisation finale de la couveuse

9. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étalé tous les aspects pratiques de la réalisation. Nous avons commencé par donner le schéma bloc, puis nous discuté des différentes connexions des périphériques et composants avec le Arduino et le mode de fonctionnement, ensuite, nous avons abordé l'aspect structurel avec ses aspects mécanique et circulation de l'air. En enfin, nous avons donné quelques résultats obtenus lors des essais sur la durée de préchauffage. Dans le chapitre suivant nous discuterons des aspects softwares ayant relation avec la mise en œuvre de cette réalisation.



Conclusion Générale



Conclusion Générale

Conclusion Générale

La réalisation d'une couveuse bébé est un projet crucial dans le domaine de la santé néonatale. Cette technologie médicale avancée joue un rôle vital dans la prise en charge des nourrissons prématurés ou malades. Les couveuses offrent un environnement contrôlé, sécurisé et adapté aux besoins spécifiques des bébés fragiles, favorisant leur croissance, leur développement et leur guérison.

Dans ce travail nous avons étudié l'environnement naturelle de développement de bébé qui se représente par l'utérus, nous avons fait une recherche approfondie afin de connaître toutes les conditions nécessaires vitales d'un embryon. Cela nous a permis de connaître le fonctionnement de l'appareil couveuse naturelle, ce savoir nous a permis de reproduire toutes les conditions en réalisant une couveuse artificielle avec nos propres moyens existant sur le marché. Le matériau de la couveuse a été bien choisi pour ne pas affecter la santé de bébé prématuré.

Pour maintenir une température constante nous avons utilisé un capteur DHT11 intégré également par un capteur d'humidité capacitif qui permet de mesurer l'humidité relative de l'environnement ainsi qu'une résistance chauffante pour obtenir une température constante à l'intérieur de la couveuse. Nous avons utilisé aussi la carte arduino mega 2650 qui est le cerveau de cette couveuse. Il collecte les données des capteurs, contrôle les actions des composants et assure le bon fonctionnement. Et permet également de programmer des fonctions de contrôle, de surveillance et d'affichage.

Le bac d'eau est utilisé pour maintenir un niveau d'humidité approprié à l'intérieur de la couveuse. En ajoutant de l'eau dans le bac, la surface de l'eau s'évapore et contribue à augmenter l'humidité relative dans l'enceinte de la couveuse. Cela est essentiel pour prévenir la déshydratation de la peau délicate du bébé prématuré.

Avec ces capteurs et outils, nous avons réussi à surveiller la température et à fournir un environnement approprié pour le bébé prématuré.

Ce travail que nous avons fait nous a fait sentir que nous contribuons vraiment ou faisons partie de cette spécialisation pour sauver la vie humaine.

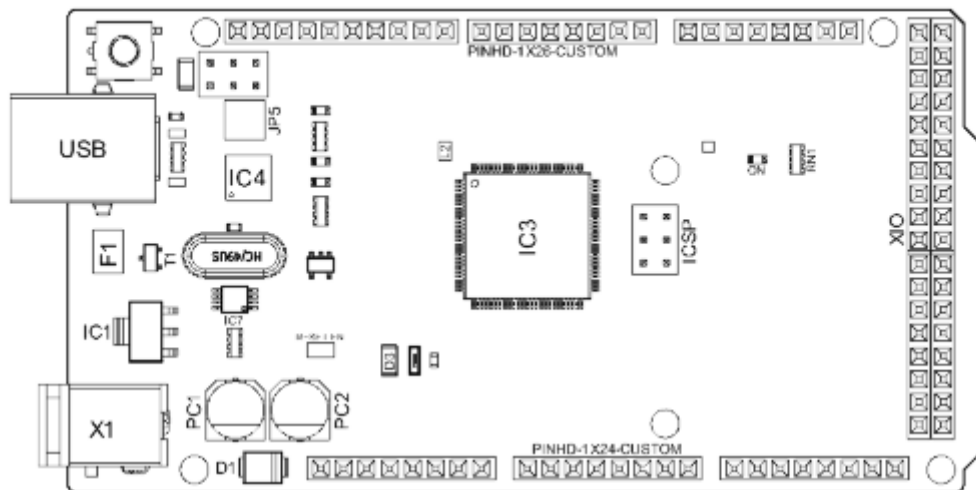
ANNEXE

ANNEXE A : Afficheur :



Figure A : Afficheur LCD 16*4

ANNEXE B :



Arduino MEGA Top View

Ref.	Description	Ref.	Description
USB	USB B Connector	F1	Chip Capacitor
IC1	5V Linear Regulator	X1	Power Jack Connector
JP5	Plated Holes	IC4	ATmega16U2 chip
PC1	Electrolytic Aluminum Capacitor	PC2	Electrolytic Aluminum Capacitor
D1	General Purpose Rectifier	D3	General Purpose Diode
L2	Fixed Inductor	IC3	ATmega2560 chip
ICSP	Connector Header	ON	Green LED
RN1	Resistor Array	XIO	Connector

Figure B : data sheet Arduino Mega2560REV3

ANNEXE C :

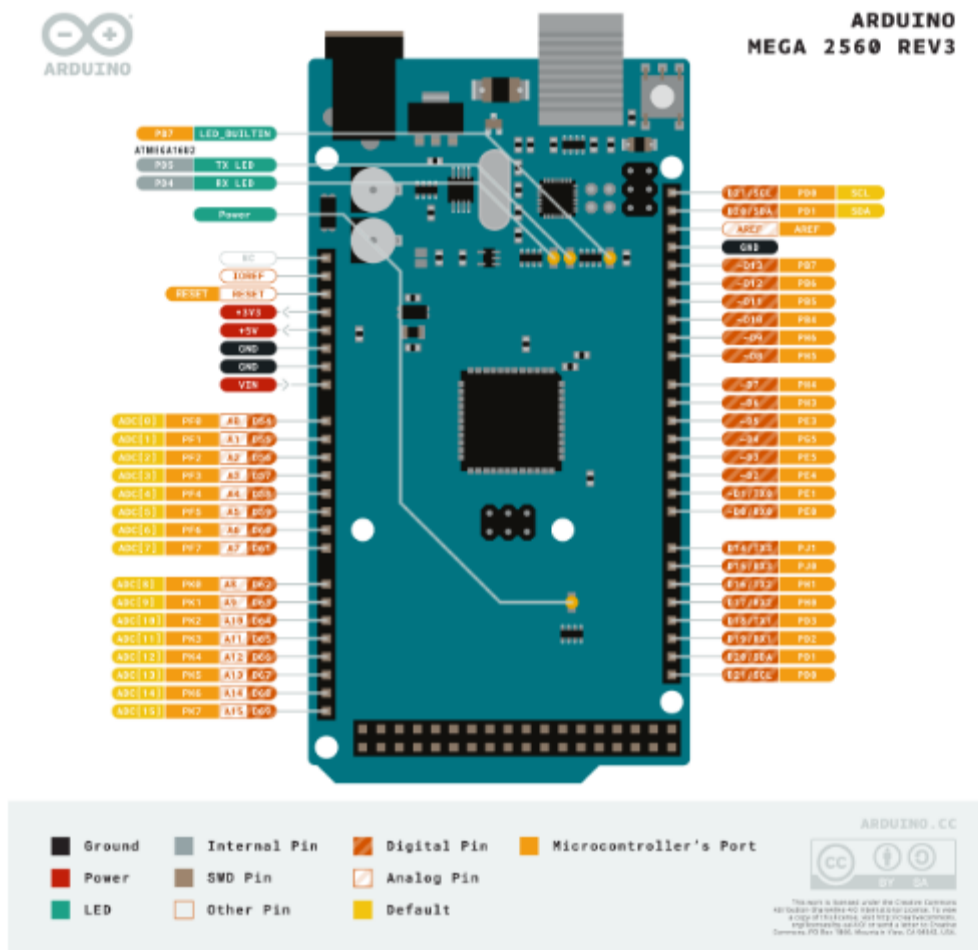


Figure C : la carte Arduino Mega2560 REV3

ANNEXE D :

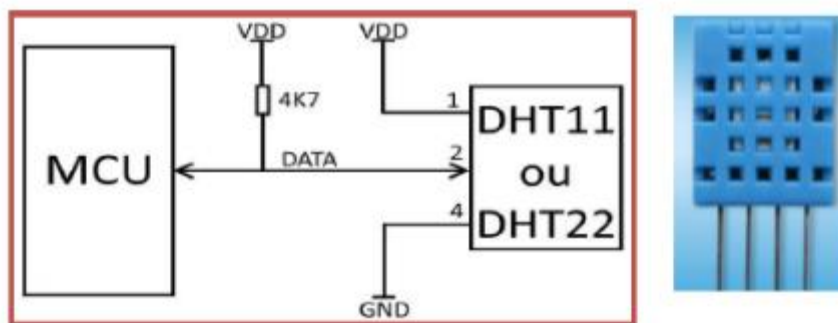


Figure D : capteur DHT11

ANNEXE E :



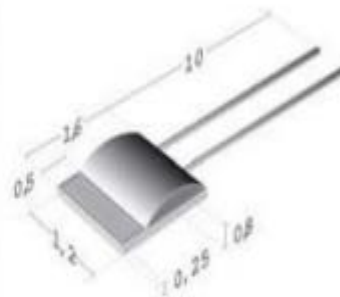
Platinum Temperature Sensors

6W – Product Series

Temperature Range: -200°C...+600°C

6W 161

Chip Dimensions, L x W:	1.6 x 1.2 mm	
Nominal Resistance at 0°C (ohm) :	100/500/1000	
Self Heating (mK):	Water (v= 0 m/s)	$\Delta T_{sh} = 8.3$ at 0°C
	Air (v= 0 m/s)	$\Delta T_{sh} = 56$ at 0°C
Response Time (s):	Water (v= 0.4 m/s)	$T_{0.5} = 0.05$
		$T_{0.01} = 0.06$
	Air (v= 1 m/s)	$T_{0.5} = 0.18$
		$T_{0.01} = 1.2$
Measuring Current (mA):	100 Ω : 1	$T_{0.5} = 2.5$
	500 Ω : 0.5	
	1000 Ω : 0.3	



7W 161

Chip Dimensions, L x W:	1.6 x 1.2 mm	
Nominal Resistance at 0°C (ohm) :	100/1000	
Self Heating (mK):	Water (v= 0 m/s)	$\Delta T_{sh} = 8.3$ at 0°C
	Air (v= 0 m/s)	$\Delta T_{sh} = 56$ at 0°C
Response Time (s):	Water (v= 0.4 m/s)	$T_{0.5} = 0.05$
		$T_{0.01} = 0.06$
	Air (v= 1 m/s)	$T_{0.5} = 0.18$
		$T_{0.01} = 1.2$
Measuring Current (mA):	100 Ω : 1	$T_{0.5} = 2.5$
	1000 Ω : 0.3	
	Note:	Pure platinum wire, 0.2 mm diameter

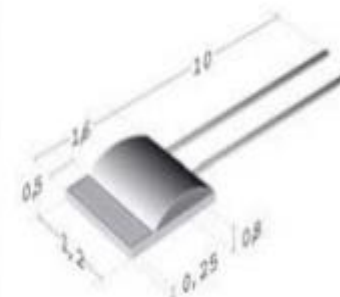


Figure A : data sheet capteur NTC

ANNEXE F: Capteur d'eau

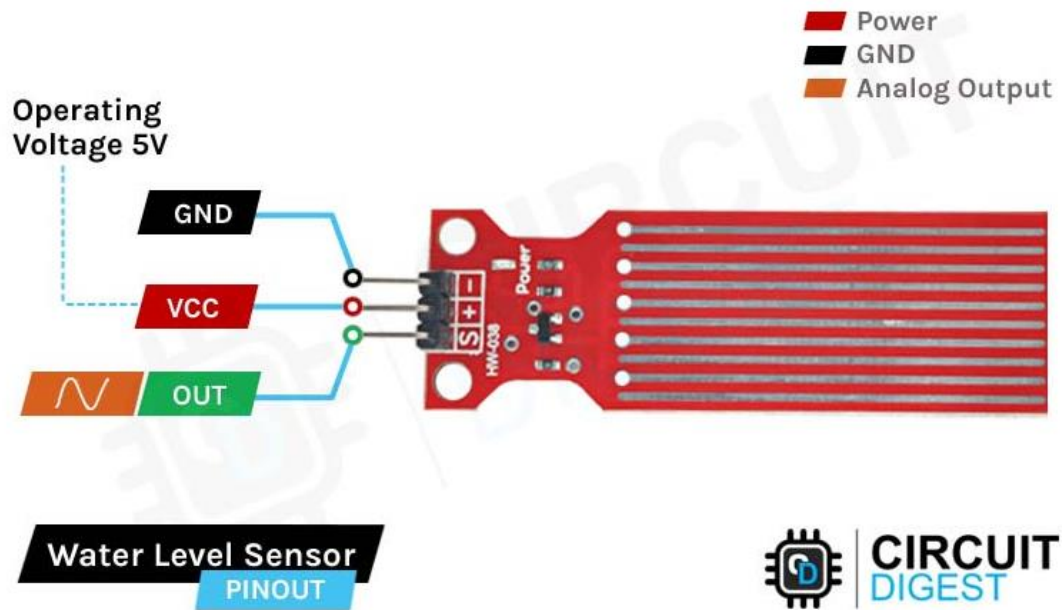


Figure F : data sheet capteur d'eau

Bibliographie

- [1] <https://omarqasmieh.files.wordpress.com/2012/05/anatomie-de-luterus.pdf>
- [2] <https://ishh.fr/cancer-col-uterus/les-symptomes-du-cancer-du-col-de-luterus/>
- [3] <https://omarqasmieh.files.wordpress.com/2012/05/anatomie-de-luterus.pdf>
- [4] https://naitreetgrandir.com/fr/etape/0_12_mois/soins/fiche.aspx?doc=bg-naitre-grandir-bebe-premature
- [5] <https://www.parents.fr/bebe/premature/sante-des-prematures/bebe-premature-3-niveaux-de-prematurite-304723>
- [6] https://koosh.co/fr_FR/konseils/la-prematurite
- [7] <https://www.passeportsante.net/fr/grossesse/Fiche.aspx?doc=accouchement-premature>
- [8] <https://www.parents.fr/bebe/premature/sante-des-prematures/bebe-premature-3-niveaux-de-prematurite-304723>
- [9] <https://www.msmanuals.com/fr/professional/p%C3%A9diatrie/probl%C3%A8mes-p%C3%A9rinataux/nourrissons-pr%C3%A9matur%C3%A9s>
- [10] <https://www.aboutkidshealth.ca/fr/article?contentid=1011&language=french>
- [11] <https://www.docteurlic.com/maladie/myopie.aspx>
- [12] <https://www.medway.com.br/conteudos/enterocolite-necrotizante-confira-achados-radiograficos/>
- [13] <https://www.aboutkidshealth.ca/fr/article?contentid=1798&language=french>
- [14] <https://www.msmanuals.com/fr/professional/p%C3%A9diatrie/probl%C3%A8mes-p%C3%A9rinataux/nourrissons-pr%C3%A9matur%C3%A9s>
- [15] **Mémoire de fin d'études << Etude d'un incubateur (couveuse) et réalisation d'une carte de surveillance de la température et d'humidité >> Mouloud MAMMARI DE TIZI- OUZOU**
https://www.ummtto.dz/dspace/bitstream/handle/ummtto/6681/MahrourHassina_KhemriFatma_Zohra.pdf?sequence=1
- [16] <https://www.rsunamurois.be/presentation-missions/presentation-du-relais/informations-importantes/>
- [17] <https://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiel-medical/article-la-couveuse---histoire-d-une-invention-9848.htm#:~:text=C'est%20un%20m%C3%A9decin%20fran%C3%A7ais,sans%20trouver%20de%20rem%C3%A8de%20efficace.>
- [18] <https://www.caminteresse.fr/histoire/comment-est-nee-la-couveuse-pour-bebes-11121733/>
- [19] <https://www.alamy.com/stock-photo/incubateur.html>

- [20] https://www.humatem.org/telecharger_fiche_info/13
- [21] Natal Care ST/LX.Intensive care incubator technical service manual
- [22] Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER ACADEMIQUE<< Etude d'un incubateur (couveuse) et réalisation d'une carte de surveillance de la température et d'humidité>>
- [23] Entretien des incubateurs. Guide de bonne pratique .Centre de coordination de la lutte contre les infections Nosocomiales de L'Inter Région Paris-Nord Ile-de-France, Haute-Normandie, Nord-Pas-de Calais, Picardie
- [24] Guide d'incubateur Drager.Isolette modèle C450 QT
- [25] Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER ACADEMIQUE. Système intelligent de supervision et contrôle d'un incubateur néonatal basé sur l'internet des objets
- [26]2019 Medix medical Device SRL.Todos los derchos reservado
- [27] Etude de couveuse bébé. Mesure physique et instrumentation 2 à faculté de science de gabes
- [28] « capteurs.pdf » TS IRIS (Physique Appliquée) Christian BISSIERES
<http://cbissprof.free.fr>
- [29] <https://e.educlever.com/img/5/9/7/8/597813.png>
- [30] [http://gatt.fr/CIRA/Cours/Instrum/CIRA1%20-%202\)%20Capteurs.pdf](http://gatt.fr/CIRA/Cours/Instrum/CIRA1%20-%202)%20Capteurs.pdf) [31] ACQUISITION D'UNE GRANDEUR PHYSIQUE (Capteurs).PDF
- [32] Généralités sur les capteurs « « Capteurs numériques, Capteurs analogiques » ».PDF
- [33] <https://si.blaisepascal.fr/1t-les-capteurs>
- [34] Dr. Aicha MEHIDI. « « CAPTEURS ET INSTRUMENTATION » » Université de Mostaganem Abdelhamid Ibn Badis (UMAB) POLYCOPIÉ PÉDAGOGIQUE2021-2022
- [35] DR. LAGHROUCHE.M « « conception et réalisation d'une carte d'acquisition pour la correction de l'influence des paramètres météorologiques (p, t et h) sur la mesure de la tension de décharge électrique » » mémoire de fin d'études P 15 ,16 université mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou année universitaire 2010/2011.
- [36] <https://blog.beamex.com/fr/les-thermocouples>
- [37] Mémoire de fin d'études <<Etude et Réalisation d'un thermomètre à diode>> Université Abou bekr Belkaid – Tlemcen (page9)
- [38] Microsoft Word - S2 cours Types de capteurs de température
- [39]<https://encryptedtbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRABiTKMhoQxrfsmjzi42jlrWYMv7xMWGUtFCP2aSaB2J2aC-F6>

- [40] <https://guide.directindustry.com/fr/bien-choisir-un-capteur-dhumidite/>
- [41] **Guide ALMEMO® 9ème édition révisée**
- [42] <https://bit.ly/3pQivMR>
- [43] https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQj1YYxIUFX2MT51-8qT3DwX7bIIsXFsNLxBHjrHDFhVYcBS2eVhq_vYeFkR9CaSBd6o9Q&usqp=CAU
- [44] <https://bit.ly/43bvAPd>
- [45] <https://boutique.semageek.com/fr/138-dht11-capteur-de-temperature-et-humidite-digital-3004931765998.html>
- [46] <https://shop4makers.com/wp-content/uploads/2016/09/0600px-DHT11.jpg>
- [47] <https://www.moussasoft.com/dht11-capteur-de-temperature-et-humidite-arduino>
- [48] <https://www.aranacorp.com/fr/utilisation-dun-capteur-de-niveau-deau-avec-arduino/>
- [49] **Proposition d'une séquence pédagogique BTS SN Option EC « Apport de connaissances sur les capteurs de température » » Lycée CHEVROLLIER BTS SN Séance 2 10/10/2014 1 / 10**
- [50] <https://www.cours-gratuit.com/cours-arduino/tutoriel-de-programmation-arduino-mega-2560-pdf>
- [51] https://www.cours-gratuit.com/images/remos_downloads/detail/105/id-10590-1.10590.pdf-000.webp
- [52] <http://tiptopboards.com/66-carte-arduino-mega-2560.html>
- [53] <https://youpilab.com/components/product/arduino-mega-2560>
- [54] **Arduino_cours_2018_en cours pdf**
- [55] <https://www.arduino-france.com/review/arduino-mega-utilisation-et-fonctionnement/>
- [56] https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT13p_dyfO2QFjMReeSmKRYBYP2IJX7EUMEVA&usqp=CAU
- [57] <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQI0w0aE4ywJu14ptDPyVM4B BMo1xScYaXK2Z3rmRnaW7IewqkR>
- [58] **Mémoire de fin d'étude <<Etude d'un incubateur (couveuse) et réalisation d'une carte de surveillance de la température et d'humidité>> (page 64)**
- [59] **micro Controller encyclopédie. (Page 137-138)**

[60] https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSl6qDuJh_SUxXZZcaOpNBqtlWUnnqOP63w5PzATvmEBg&s

[61] **education.youpilab**

[62] <https://www.totalenergies.fr/particuliers/parlons-energie/dossiers-energie/chauffage-et-climatisation/ventilateur-tangentiel-comment-ca-marche20turbine>.

[63] <https://www.refsas.com/tout-savoir-sur-les-resistances-electriques-chauffantes>

[64] **PDF. Relais électromécanique**

[65] https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRI-vz1PUq2h5JQom3qG0_VtkBIZS2s3kkXeRDJLwSKJ0PvMVOg_GGdRVZ0yPUJY_GT9NQ&usqp=CAU

[66] <https://sti2d.ecolelamache.org/relais01.gif>

[67] <https://www.larousse.fr/>

[68] <https://www.omega.fr/prodinfo/thermocouples.html>

[69] **led dossier update 2018_FR.pdf**

[70] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSALk56RCM3SEIan-cdj9hwDrutTgtlf8--IQ&usqp=CAU>

[71] **Lesson 2: Tutorial of the Buzzer.75-0166tut2.pdf**

[72] <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ9VbW9YFhWJhYSKqu43CyuD7Fwm9hUHNclRRkAoylsQg4EgXx1xLYZpAnjTwqRCmoaaYk&usqp=CAU>

[73] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/?q=tbn:ANd9GcRCO4f8VIBj1S3-lbN5B98ERzPyT-DV-prOZSX7w0nwWOKGXJI>

[74] **Mehalaine Nourelhouda “Étude et réalisation d’un système intelligent pour la commande d’éclairage publique et surveillance de quelques paramètres atmosphériques” Thème université arbi ben mhidi oum el bouaghi.P54 Juin 2018**

[78] **Arduino_cours_2018_en cours**

