

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté de Technologie

Département Ingénierie des Systèmes Electriques

Mémoire de Master

Présenté par

BEROUAKEN NESRINE

Filière : Electronique

Spécialité : Electronique des Systèmes Embarqués

Surveillance du niveau d'eau au niveau du Ballon Chaudière de récupération à base d'ARDUINO

Soutenu le 26/06/2022 devant le jury composé de :

KARIMA	DICHOU	MCB	UMBB	Encadreur
Mohamed	GAHAR	ingénieur	SONELGAZ	Co-Encadreur
Fayçal	RAHMOUNE	Professeur	UMBB	examineur
HAROUN	Radia	MAA	UMBB	président

Année Universitaire : 2021/2022.

Résumé :

Au niveau des turbines à vapeur on trouve plusieurs capteurs permet ces capteurs Ya capteur de la température. Ces derniers envoient des messages (normal ou alerte) vers la salle de commande.

Les ingénieurs sont obligé de passer par la salle de commande pour voir les messages et aussi sont oblige pour passer à la salle du turbine à vapeur pour la Surveillance du niveau d'eau au niveau du Ballon chaudière de récupération pour la nouvelle centrale à cycle combiné de ras-djinet. Et lorsque il y'a une anomalie, Les ingénieurs réagissent manuellement. Parfois les ingénieurs ne sont pas présent dans la salle ce qui les empêche de voir les alertes et de réagir tardivement.

L'objectif de ce mémoire est de concevoir un système permettant de récupérer les données des capteurs (ultrason et capteur de température) et de les afficher sur une application android présente au niveau de la tablette ou d'un téléphone portable et afficheur LCD. Le système permettra également de réagir automatiquement lors de la présence d'une anomalie pour régler le problème et aussi il peut réagir à distance.

Notre application se basera que sur 3 capteurs : Capteur ultrason, capteur de température et capteur wifi esp8266.

Mots clés : ARDUINO, capteur ultrason, capteur de température, application ANDROIDE RemoteXY, capteur wifi esp8266, afficher LCD 16*4, buzzer, pompe.

Abstract:

At the level of the steam turbines, there are several sensors. These send messages (normal or alert) to the control room,

The engineers are obligated to go through the control room to see the messages and they are obligated to go through turbines of vapor for water level monitoring at the recovery boiler tank for the new combined cycle power plant in ras-djinet.

In addition, when there is an anomaly, the engineers react manually.

Sometimes the engineers are not present in the room, which prevents them from seeing the alerts, and reacting late.

The objective of this thesis is to design a system to retrieve sensor data (ultrasonic sensor and temperature sensor) and display it on an Android application present on the tablet or a mobile phone and LCD display. The system will also react automatically when there is an anomaly to solve the problem it can also react remotely.

Our application based on only three sensors: Level sensor, temperature sensor and WIFI sensor ESP8266.

Key words: ARDUINO, ultrasonic sensor, temperature sensor, esp8266 WIFI sensor, buzzer,

Display LCD 16*4, pump, ANDROIDE RemoteXY.

الملخص:

يوجد على مستوى التوربينات البخارية عدة أجهزة استشعار، ترسل هاته الأجهزة رسائل (عادية أو تنبيهية) إلى غرفة التحكم. المهندسون ملزمون بالذهاب إلى هذه الغرفة لرؤية الرسائل، وأيضا ملزمون بالذهاب على غرفة التوربينات البخارية من أجل مراقبة مستوى الماء في خزان المرجل الاسترداد.

وعندما وجود خلل، يصحح المهندسون الأخطاء يدويا، وأحيانا يكونون غير متواجدين في هذه الغرفة، وهذا يعطل عملهم مما يمنعهم من رؤية التنبيهات ويصحونها متأخرين.

الهدف من هذه المذكرة هو تصميم نظام لاستيراد البيانات من أجهزة الاستشعار (مستشعر المستوى ومستشعر الحرارة) وعرضها في جهاز لوحي ذكي أو هاتف ذكي من خلال تطبيق مبرمج لذات العمل، وبالتالي يتفاعل النظام تلقائيا عند وجود مشكل لحله، كما أنه يمكنه التعامل مع المشاكل عن بعد من خلال هذا التطبيق.

تطبيقنا يعتمد في الأساس على 03 مستشعرات:

1- مستشعر الحرارة.

2- مستشعر المستوى.

3- مستشعر الوايفاي .

كلمات مفتاحية: أردوينو -مستشعر الحرارة -مستشعر المستوى -تطبيق محمول ريموت XY -مستشعر الوايفاي.

Remerciement :

Je remercie le Bon DIEU de m'avoir donné la force et le courage d'accomplir ce travail.

Je remercie infiniment mon promoteur Dr. K. DICHOU pour son aide, ses conseils, ces consultations et orientations ainsi que pour sa disponibilité et nous souhaitons le succès pour sa carrière.

Je tiens à remercier l'Université M'AHMED BOUGARRA de nous donner l'opportunité de vivre ces cinq ans et de sortir cultivées et surtout plus mature.

Je tiens à remercier notre Chef de département Dr. N.MESSAOUDI, ainsi que tous les enseignants du département Ingénierie des Systèmes Electriques.

Je tiens à remercier également Melle F.DICHOU pour son aide très précieuse et son soutien tout au long de mon stage.

Je tiens à remercier les membres du jury qui nous honorent de leurs présences.

Dédicace :

Ma chère Maman BAYA.

Vous étiez toujours à mes côtés, vous êtes ma maman, ma sœur et surtout ma meilleure amie. Merci pour tous vos sacrifices maman et grand merci d'être ma mère, Bien que le mot merci n'est pas suffisant pour exprimer ma gratitude envers toi.

Mon papa Mohamed.

Vous étiez toujours ma force, mon héros et mon soldat. Si ma mère m'a donnée la tendresse, vous m'avez offert la paix, merci infiniment mon cher papa.

Mon frère et mes sœurs.

Yucef, Amina, Soumia, Nassima merci mes bien-aimés de m'encourager, me soutenir et de me donner l'amour et à leurs enfants ses enfants Ahmed, Mohamed, Ishek et anas.

Mon fiancé, Je te remercie infiniment d'être toujours là pour moi, de me soutenir.

Mes amies.

Un grand merci à ma chérie Amel et Zahra avec lesquelles j'ai vécu des bons et mauvais moments.

A la fin.

Je dédie ce mémoire également à tous ceux qui me connaissent.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1 : présentation de l'organisme d'accueil	
1.1 Introduction	3
1.1.1 Présentation de l'entreprise SONALGAZ.....	3
1.2Description générale de la nouvelle centrale	4
1.2.1Localisation de la nouvelle centrale	4
1.2.2Les critères de choix de ce site	4
1.2.3L'historique de la nouvelle centrale.....	4
1.3 Organisation de la nouvelle centrale Cap-DJINET	5
1.4 Principaux éléments constituant une tranche de Production.....	6
1.4.1. Turbine à gaz.....	6
1.4.2. TURBINE À VAPEUR (ST)	6
1.4.3. L'alternateur.....	7
1.4.4. Générateur de vapeur	7
1.4.5. Le transformateur.....	7
1.4.6. Le poste d'eau.....	8
1.4.7. Condenseur.....	8
1.4.8. Bâche alimentaire.....	9
1.4.9. Réchauffeurs.....	9
1.4.10 Pompes.....	10
1.4.11. Éjecteur.....	10
1.5 La composition de la nouvelle centrale	10
1.5.1 Une chaudière	10
1.5.2Une salle des machines.....	11
1.5.3Auxiliaires communs.....	11

1.5.4 La station de pompage et de filtration d'eau de mer.....	11
1.5.5 Station de dessalement d'eau de mer.....	12
1.5.6 Station de déminéralisation	12
1.5.7 Station d'électro-chloration	12
1.5.8 Bâtiments des auxiliaires électriques et mécaniques	12
1.5.9 poste d'évacuation d'énergie.....	12
1.5.10 La salle de commande.....	12
1.6. Principe de fonctionnement du central électrique Cap-DJINET.....	13
1.7. Conclusion.....	14
Chapitre 2 l'étude de la turbine à vapeur	
2.1. Introduction.....	16
2.2. Définition de la Turbine à vapeur.....	16
2.3. Historique de la turbine à vapeur.....	16
2.4. Description de la turbine à vapeur.....	17
2.5. Les corps de la turbine.....	17
2.5.1. Corps HP.....	17
2.5.2. Corps MP.....	18
2.5.3. Corps BP.....	18
2.6. Spécification de la turbine à vapeur.....	18
2.7. Classification de la turbine à vapeur.....	18
2.7.1. Par le mode d'action.....	18
2.7.2. Selon la forme de la veine de vapeur	19
2.7. 3. Par le nombre d'étages de rotor	19
2.7.4. Selon le mode de construction	20
2.7. 5. Selon l'utilisation	20
2.8. Rôle de la turbine à vapeur.....	21

2.9. Modèle de la turbine à vapeur dans la nouvelle centrale électrique Cap-DJINET	21
2.10. Caractéristiques technique.....	22
2.11. Principe de fonctionnement d'une turbine à vapeur	22
2.12. Utilisation des turbines à vapeur dans l'industrie	23
2.13. Conclusion	23

Chapitre 3 : Description du Matériels Utilisés Et logiciel de la simulation et

L'application RemoteXY

3.1 .Introduction	25
3.1.1. Définition du module ARDUINO.....	25
3.1.2. Historique du I ARDUINO.....	25
3.1.3. Le rôle de L'ARDUINO.....	26
3.1.4. Les avantage d'ARDUINO.....	26
3.1.5. Les fonctionnalités D'ARDUINO.....	26
3.1.6. La carte ARDUINO UNO.....	27
3.1.7. Les caractéristiques d'ARDUINO UNO.....	28
3.2. L'Afficheur LCD 16*4.....	30
3.2.1. Rôle des différentes broches du l'afficheur LCD.....	30
3.2.2. Schéma fonctionnel de l'afficheur LCD	31
3.3. Module I2C	31
3.3.1. Connexion entre l'ARDUINO UNO et LCD AVEC I2C.....	32
3.3.2. Brochage ARDUINO UNO I2C module.....	32
3.4. CAPTEUR ULTRASON	33
3.4.1. Caractéristiques du Capteur HC-SR04.....	33
3.4.2. Broches de Connexion du HC-SR04.....	33
3.4.3. Connexion entre l'ARDUINO UNO et ultrason.....	34
3.4.4. Fonctionnement du HC-SR04.....	34

3.4.5. Choix d'un capteur ultrason	35
3.5. ALARME (Buzzer).....	35
3.5.1. Caractéristiques techniques du buzzer.....	35
3.5.2. Broches du BUZZER.....	35
3.6. Le capteur de température DS18B20.....	36
3.6.1. Brochage du DS18B20	36
3.6.2. Le bus One-Wire.....	36
3.6.3. Schémas du branchement du DS18B20.....	37
3.7. LED.....	37
3.7.1. Brochage du la LED.....	38
3.8. Les résistances.....	38
3.9. La Pompe à eau.....	39
3.9.1. La Fonctionnalité de la pompe.....	39
3.9. 2.Les Caractéristiques de la pompe.....	39
3.10. Module relais.....	39
3.10.1. Branchement du Module relais avec ARDUINO UNO.....	40
3.11. La carte wifi.....	40
3.11.1. L'Alimentation du module ESP8266.....	41
3.11.2. L'utilisation de l'ESP8266 comme module wifi.....	41
3.11.3. Les commandes AT.....	42
3.11.4. Connexion entre l'ARDUINO UNO et l'ESP8266.....	43
3.11.5. Les étapes à suivre pour utiliser la carte wifi ESP8266.....	43
3.12. Partie programme	44
3.12.1. Introduction.....	44
3.12.2. Structure générale du programme (IDE ARDUINO).....	45
3.13. L'application de contrôle « RemoteXY ».....	45

3.13.1. Le principe de fonctionnement de l'application RemoteXY.....	46
3.13.2. Le Panneau de la configuration de la plateforme RemoteXY.....	46
3.13.3. Les éléments de contrôle et les capteurs dans RemoteXY.....	47
3.13.3. Les indication et les éléments de décoration dans plateforme remotexy.....	47
3.13.4. La Configuration dans plateforme Remotexy.....	48
3.13.5. Les étapes à suivre pour Obtenir le code source.....	48
3.13.6. Les étapes à suivre pour utilise l'application Android Remotexy.....	49
3.14. Outil de simulation	50
3.14.1. Logiciel PROTEUS.....	50
3.15. Etude économique.....	51
3.16. Conclusion.....	51
Chapitre 04 : Conception simulation et réalisation de notre projet	
4.1. Introduction.....	53
4.2. DESCRIPTION DU SYSTEME A CONCEVOIR.....	53
4.3. ORGANIGRAMME DE NOTRE NOUVEAU SYSTEME.....	54
4.4. CIRCUIT DE LA SIMULATION.....	56
4.4.1. La Simulation d'un capteur ultrason et afficheur LCD 4*16 avec I2C et ARDUINO UNO....	56
4.4.2. La Simulation avec un BUZZER et LEDS.....	56
4.4.3. La Simulation un capteur de température.....	57
4.4.4. La simulation du notre projet.....	58
4.4.5. Circuit finale du notre projet sous fritzing.....	58
4.5. RESULTATS DE LA SIMULATION.....	59
4.5.1. Le capteur ultrason détecté le niveau d'eau une distance ≤ 5.5	59
4.5.2. Le Capteur Ultrason Détecte le niveau d'eau une distance ≥ 10.5	60
4.5.3. Le capteur ultrason détecté le niveau d'eau $10.5 < \text{distance} < 5.5$	61
4.6. DISCUSSION DES RESULTATS.....	63

4.7. REALISATION DU CIRCUIT63

4.7.1. Circuit de la Réalisation.....63

4.8. La Mise en Boite de Notre projet.....65

4.9. CONCLUSION.....65

CONCLUSION GENERALE.....66

Liste des figures

Chapitre 1 : présentation de l'organisme d'accueil

Figure 1.1 : Schéma organisationnelle du groupe SONALGAZ

Figure 1.2 : la localisation de la centrale (2 d)

Figure 1.3 : la nouvelle centrale électrique Cap-DJINET

Figure 1.4 : la nouvelle centrale électrique vue 3d

Figure 1.5 : Turbine à gaz

Figure 1.6 : la turbine à vapeur

Figure 1.7 : L'alternateur.

Figure 1.8 : Transformateur principal

Figure 1.9 : Bâche alimentaire.

Figure 1.10 : Réchauffeurs basse pression

Figure 1.11 : chaudières de récupération

Figure 1.12 : la station de pompage et de filtration d'eau

Figure 1.13 : la salle de commande de la nouvelle centrale CAP-DJINET

Figure 1.14 : centrale CAP-DJINET à cycle combine

Chapitre 2 : L'étude de La turbine à vapeur

Figure 2.1 : la Turbine à Vapeur

Figure.2.2 : Schéma d'une turbine à vapeur marine AEG vers 1905

Figure 2.3 : Aubages d'une turbine à vapeur

Figure 2.4 : turbines à vapeur corps HP, corps MP, corps BP

Figure.2.5 : Schéma décrivant la différence entre une turbine à action et une turbine à réaction

Figure.2.6 : les 2 types turbine axial et turbine radial

Figure 2.7 : les différents types de la turbine à vapeur selon l'utilisation

Figure 2.8 : Turbine à vapeur (modèle Siemens SST5-3000)

Figure 1.9 : tableau caractéristique technique de la turbine à vapeur.

Chapitre 3 : Description du Matériels Utilisés Et logiciel de la simulation et L'application RemoteXY

FIGURE 3.1 : La Carte ARDUINO UNO.

Figure 3.2 : Tableau Caractéristiques de la carte ARDUINO

Figure 3.3 : afficheur LCD 16*4.

Figure 3.4 : les différentes broches du LCD et leur rôle

Figure 3.5 : Schéma fonctionnel d'un afficheur LCD.

Figure 3.6 : module i2c

Figure 3.7 : connexion ARDUINO UNO et LCD I2C

Figure 3.8 : tableau qui représente brochage ARDUINO UNO I2C module

Figure.3.9 : Le Capteur Ultrason HC-SR04.

Tableau 3.10 : Caractéristiques du Capteur HC-SR04.

Figure 3.11 : Connexion entre l'ARDUINO UNO et ultrason.

Figure 3.12 : Un Piézo-électrique (Buzzer).

Figure 3.13 : Le Branchement du BUZZER.

Figure 3.14 : Le DS18B20.

Figure 3.15 : branchement du DS18B20

Figure 3.16 : LEDS de différente couleur.

Figure 3.17 : branchement des LED avec ARDUINO UNO.

Figure 3.19 : La Pompe à eau

Figure 3.18 : Une résistance.

Figure 3.20 : Module relais 1 Canal 5v

Figure 3.21 : Branchement du Module relais avec ARDUINO UNO

Figure 3.22 : la carte wifi ESP8266

Figure 3.23 : les broches du module ESP01

Figure 3.24 : ESP-01 avec un microcontrôleur.

Tableau 3.25 : Branchement de la carte UNO et l'ESP8266

Figure 3.26 : Branchement de la carte esp8266 avec la carte ARDUINO UNO.

Figure 3.27 : Environnement de programmation ARDUINO (IDE)

Figure 3.28 : l'interface de remotexy

Figure 3.29 : exemple d'interface de contrôle avec RemoteXY pour notre système.

Figure 3.30 : les éléments de contrôle et les capteurs dans plateforme remotexy.

Figure.3.31 : Les indications et les éléments de décoration dans plateforme Remotexy.

Figure 3.32 : Code source

Figure 3.33 : Les étapes à suivre pour utilise l'application Android Remotexy

Figure 3.34 : ISIS (PORTEUS).

Figure 3.35 : L'étude économique

Chapitre 04 : Conception simulation et réalisation de notre projet

Figure 4.1 : Logigramme du notre système.

Figure.4.2 : L'ORGANIGRAMME DE NOTRE NOUVEAU SYSTEME.

Figure.4.3 : La Simulation d'un capteur ultrason et afficheur LCD 4*16 avec I2C et ARDUINO UNO.

Figure.4.4 : La simulation du circuit avec buzzer et les leds.

Figure.4.5 : La simulation de notre projet avec capteur de température.

Figure.4.6 : Circuit finale du notre projet.

Figure 4.7 : Circuit finale du notre projet sous fritzing.

Figure.4.8 : Simulation du Le Capteur Ultrason Détecte le niveau d'eau à distance ≤ 5.5 .

Figure 4.9 : l'affichage sur la application RemoteXY distance ≤ 5.5 .

Figure 4.10 : Simulation Le Capteur Ultrason Détecte le niveau d'eau à distance ≥ 10.5 .

Figure 4.11 : l'affichage sur la application RemoteXY distance ≥ 10.5 .

Figure 4.12 : Simulation Le Capteur Ultrason Détecte le niveau d'eau à $10.5 < \text{distance} < 5.5$.

Figure 4.13 : l'affichage sur la application RemoteXY $10.5 < \text{distance} < 5.5$

Figure 4.14 : la Réalisation

Introduction générale :

Actuellement, la production d'électricité en Algérie dépend principalement par des centrales électriques fonctionnant au gaz naturel qui est utilisé dans des centrales électriques à vapeur, à gaz, ainsi que dans les centrales à cycle combiné. SONELGAS à deux façons de développer son plan de production par l'exploitation et le développement de ses centrales actuelles, ou par création de nouvelles centrales telle que la nouvelle centrale à cycle combiné de Cap DJINET.

Parmi les machines ayant un rôle primordial dans la nouvelle centrale de Cap DJINET on peut citer les turbines à vapeur.

Les ingénieurs sont obligés pour passer à la salle de turbine à vapeur pour la Surveillance du niveau d'eau au niveau du Ballon chaudière de récupération pour la nouvelle centrale à cycle combiné de Cap-djinet, et sont obligés de passer par la salle de commande pour voir les messages.

Et lorsque il y'a une anomalie, Les ingénieurs réagissent manuellement

Parfois les ingénieurs ne sont pas présents dans la salle ce qui les empêche de voir les alertes et de réagir tardivement.

Pour remédier à ce problème, nous avons décidé de développer une application mobile en exploitant le système Android permettant la surveillance à distance du niveau d'eau et qui mesure la température et réagit (automatiquement et à distance) lors de la présence d'une anomalie au niveau de turbine à vapeur dans la nouvelle centrale Cap DJINET.

Pour la réalisation de ce système, nous avons décidé d'utiliser le microcontrôleur ARDUINO qui est une plate-forme électronique ouverte pour la création des prototypes basés sur des logiciels et des matériels flexibles à utiliser. ARDUINO à l'avantage par rapport aux autres plateformes d'avoir un grand nombre d'accessoires à notre disposition, ceci nous donne la permission de mettre en œuvre un large éventail de fonctionnalités pour notre système.

Notre mémoire est composée des quatre chapitres suivants :

Dans le 1er chapitre nous présenterons l'organisme d'accueil de la nouvelle centrale CAP-JENNET.

Ensuite le 2ème chapitre compose de L'étude de la turbine à vapeur.

Par la suite on entame le 3ème chapitre qui sera consacré pour la description du matériel utilisé et logiciel de la simulation et l'application RemoteXY.

Et nous finissons par le chapitre 4 où on va présenter notre système simulation et réalisation après conclusion générale et perspectives.

Chapitre 1 :

L'organisme d'accueil

De la nouvelle

Centrale CAP-DJENNET

1.1. Introduction :

La production d'électricité en grandes quantités est un défi majeur en raison de l'augmentation continue de la consommation d'énergie, il est donc nécessaire d'assurer une production sûre, efficace et continue. L'être humain a développé plusieurs modes de production d'énergie électrique, dont les plus courants sont : les centrales nucléaires, les centrales à combustibles fossiles et les centrales hydroélectriques, et les centrales à cycle combiné.

Dans ce chapitre, on va faire une présentation générale de la nouvelle centrale électrique CAP DJINET.

1.2. Présentation de l'entreprise SONALGAZ :

SONALGAZ est l'opérateur historique dans le domaine de la fourniture des énergies électrique et gazière en Algérie. Créée en 1969, SONALGAZ, œuvre depuis un demi-siècle au service du citoyen algérien en lui apportant cette source énergétique essentielle à la vie quotidienne.

A la faveur de la promulgation de la loi sur l'électricité et la distribution du gaz par canalisations, SONALGAZ est passée d'une entreprise verticalement intégrée à une holding pilotant un Groupe industriel multi-sociétés et multi-métiers.

SONALGAZ a toujours joué un rôle majeur dans le développement économique et social du pays. Aujourd'hui, le groupe SONALGAZ est composé de 21 sociétés dont 02 Holding, dont 14 sociétés directement pilotées par la Holding, 02 sociétés contrôlées à hauteur de 50 et 51% et de 05 sociétés en participations avec des tiers.

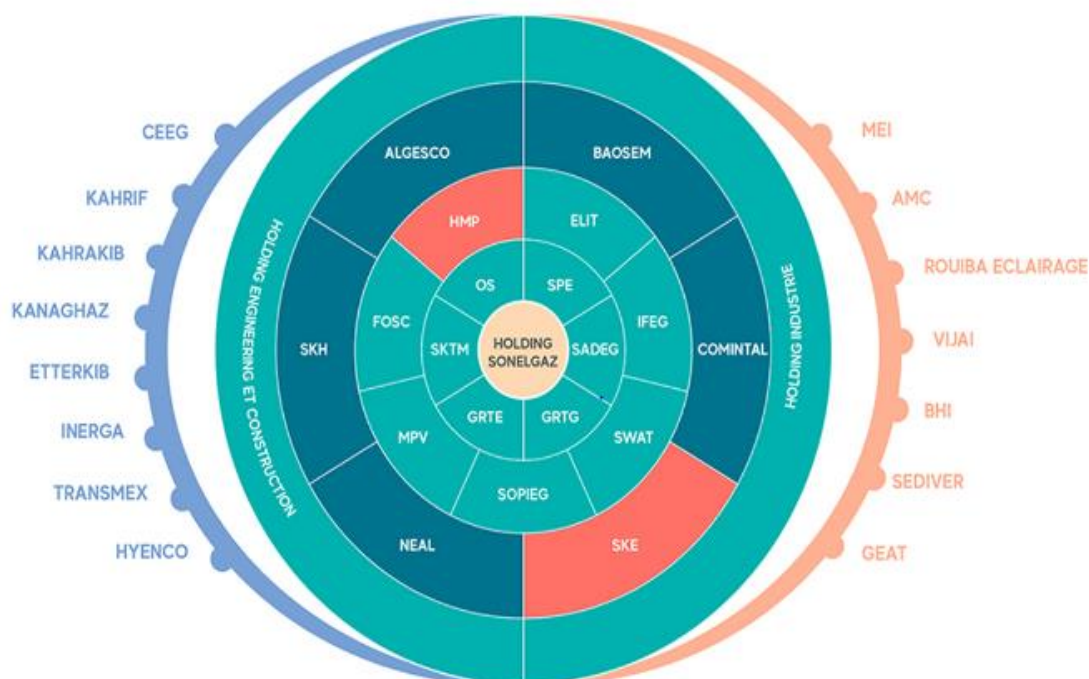


FIGURE 1.1 : Schéma organisationnelle du groupe SONALGAZ.

1.3. Description générale de la nouvelle centrale électrique :

Cap-DJINET est l'une des centrales électrique vise à la production de l'électricité en Algérie, c'est une Société de production, qui contient diverses stations, équipements et ses auxiliaires.

1.3.1.Localisation de la nouvelle centrale :

La centrale de Cap-DJINET est située à l'est de la capitale Alger dans la wilaya de BOUMERDES.

Elle occupe une superficie de 35 hectares.



Figure1.2 : la localisation de la centrale (2 d)

1.3.2.Les critères de choix de ce site :

- La proximité de la mer.
- La proximité d'importants consommateurs localisés notamment dans la zone industrielle de ROUIBA REGHAIA.
- Possibilité d'extension.
- Conditions favorables du sous-sol (souterrain) qui ne nécessitent pas de fondations profondes

1.3.3.L'historique de la nouvelle centrale :

La centrale a été construite par un consortium Austro-allemand : KZU « KRAFTWERKK-AG de RFA », SGP

« SIMMERING GRAZ PAUKER d'Autriche » et Siemens d'Autriche également qui avait la responsabilité des études, de la supervision du montage et de contrôle de l'ouvrage, ainsi que d'une entreprise Espagnole DRAGADOS à laquelle a été confiée la réalisation de la prise de l'eau de mer.

Les principales entreprises algériennes qui ont participées à la réalisation de la centrale sont les suivantes : GENISIDER ; INERGA, ENATUB, SNIC ; SONATRAM.

La centrale électrique à cycle combiné de Cap-DJINET d'une capacité de 1113 Mégawatt, entrée en production avec toutes ses capacités en juin 2019 et réceptionnée officiellement et définitivement, en mars 2020.



Figure 1.3 : la nouvelle centrale électrique Cap-DJINET

1.4 Organisation de la nouvelle centrale Cap-DJINET :

La nouvelle Centrale électrique de Cap-DJINET (relevant de la SONELGAS) est formée de trois turbines fonctionnant en cycle combiné (30% vapeur et 70 % gaz), dotée chacune d'une capacité de production de 400 mW d'électricité/Heure, soit un total de 1113mgt pour les trois.

A noter que l'énergie électrique produite au niveau de cette Centrale est transférée respectivement vers deux transformateurs (400 volt chacun) à Si Mustapha et El AFFROUNE (Blida), au moment ou un 3ème transformateur est prévu à l'avenir à AKBOU (BEJAIA), avant le transfert de cette électricité vers le réseau national de transport d'électricité.

La centrale électrique cap- DJINET est principalement composée de trois modules de centrale à cycle combiné (CCPP) à arbre unique et d'un système supportant l'équilibre des centrales électriques (BOP). Chaque module CCPP possède une (1) turbine à gaz (modèle : SIEMENS SGT5-4000F), un HRSG associé, une turbine à vapeur (modèle : SIEMENS SST5-3000 H-IL) et un A universel hydrogène- La génératrice refroidie (modèle : SIEMENS SGEN 5-2000 H) est située sur le même arbre entre la turbine à gaz et la turbine à vapeur.



Figure 1.4 : la nouvelle centrale électrique vue 3d.

1.5. Principaux éléments constituant une tranche de Production

La centrale thermique de Cap-DJINET est composée de plusieurs organes importants pour la production de l'électricité et qui influent directement sur le rendement global, ces organes sont :

1.4.1. Turbine à gaz :

La nouvelle centrale à cycle combiné cap-DJINET se compose de trois (3) turbines à gaz SGT54000F de Siemens.

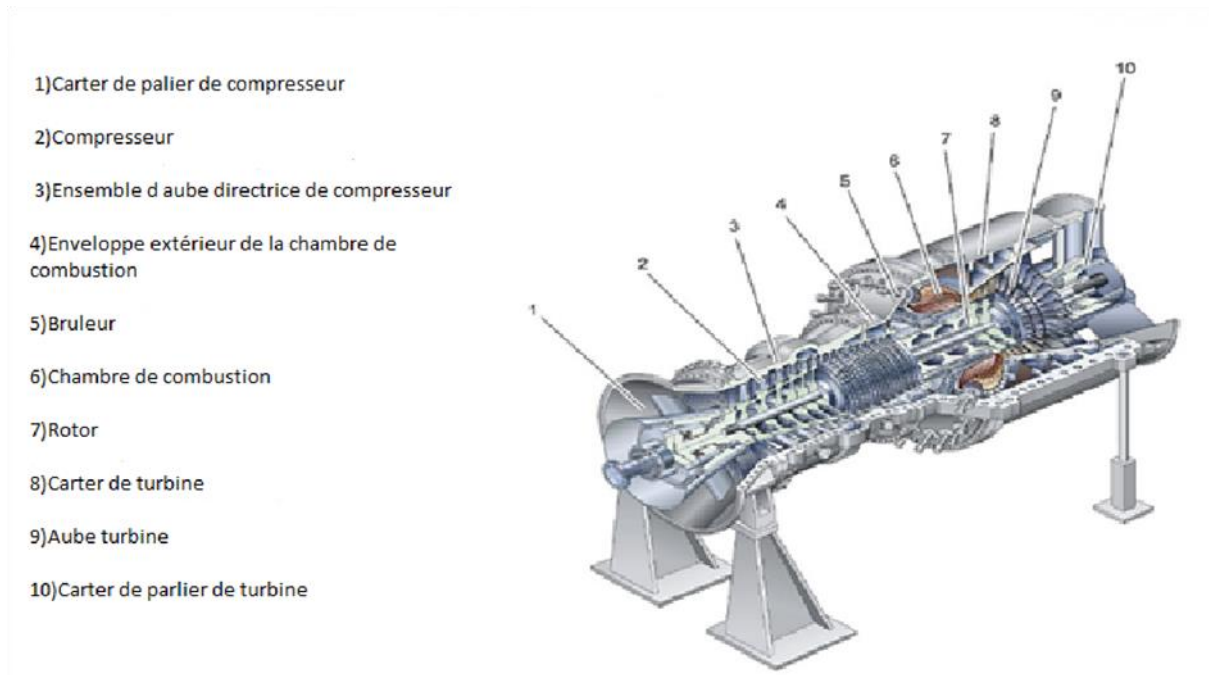


Figure 1.5 : Turbine à gaz.

1.4.2. TURBINE À VAPEUR (ST) :

La centrale à cycle combiné cap-DJINET se compose de trois Turbine à vapeur (ST) fournies par M / s Siemens.

Chaque module de la centrale à cycle combiné (CCPP) est fourni avec une turbine à vapeur (modèle Siemens SST5-3000) ainsi que tous les accessoires nécessaires.



Figure1.6 : la turbine à vapeur.

1.4.3. L'alternateur :

C'est un générateur d'électricité de type Siemens. Il sert à transformer l'énergie mécanique produite par l'arbre de la turbine en énergie électrique, il est l'équipement électrique le plus important de toute la centrale électrique. Le générateur est capable d'évacuer le courant de la sortie de la turbine (turbine à gaz + turbine à vapeur).



Figure 1.7 : L'alternateur.

1.4.4. Générateur de vapeur :

La chaudière de récupération (HRSG) appelée aussi générateur de vapeur, est la source chaude de la centrale elle permet de transformer l'eau en vapeur resurchauffée à haute pression alimenter le groupe turbo-alternateur.

1.4.5. Le transformateur :

Un transformateur électrique est un convertisseur permettant de modifier les valeurs de tension délivrées par une source d'énergie électrique alternative en un système de tension de valeurs différentes mais de même fréquence et de même forme.

Il existe deux transformateurs :

Le transformateur principal : il permet d'évacuer l'énergie électrique produite par l'alternateur vers le réseau en tant que élévateur de tension, et recevoir l'énergie électrique du réseau en tant que abaisseur de tension.

Transformateur de sous tirage : il sert à alimenter les différents jeux de barre de la tranche de production.

Le transformateur principal (GSUT) est connecté entre le générateur et le poste d'évacuation d'énergie principal de 400kV à isolation gazeuse.



Figure 1.8 : Transformateur principal.

1.4.6. Le poste d'eau (Condenseur, bêche alimentaire, pompes d'extraction et d'alimentation, éjecteur, réchauffeurs basse et haute pression).

1.4.7. Condenseur :

Le condensateur utilisé est un échangeur à échanger par surface il est placé sous le corps basse pression de la turbine. La vapeur se condense au contact des parois des tubes dans lesquelles passe l'eau de refroidissement de mer. L'échange de chaleur est de type fluide séparé à faisceaux tubulaires.

1.4.8. Bâche alimentaire :

Est un réservoir d'eau qui alimente une chaudière ; de forme cylindrique en position verticale ou horizontale.



Figure1.9 :Bâche alimentaire.

1.4.9. Réchauffeurs

Il Ya deux types :

1. Réchauffeurs basse pression BP :

Le rôle de ces trois réchauffeurs est de réchauffer le condensat lors de son transfert vers la bâche alimentaire. Ils sont alimentés par les trois sous tirages qui viennent du corps BP de la turbine.



Figure1.10 : Réchauffeurs basse pression.

2. Réchauffeurs haute pression HP :

Leurs est de réchauffer l'eau d'alimentation lors de son transfert dans la chaudière. Ils sont alimentés par les soutirages provenant respectivement du corps moyenne pression MP et basse pression HP de la turbine.

1.4.10. Pompes :

La principale fonction des pompes de circulation d'eau est d'alimenter en eau froide le condenseur à eau de mer pour absorber la chaleur du cycle. Chaque ligne de refoulement des pompes de circulation d'eau est équipée d'une vanne papillon motorisée. Deux pompes de circulation d'eau sont prévues pour chaque module de la centrale à cycle combiné (CC).

1.4.11. Éjecteur : Il Ya deux types

A/.Éjecteur D'AIR À JET DE VAPEUR ("HOGGING") La fonction de l'éjecteur est d'évacuer l'air et les autres gaz non condensables dans le condenseur lors de la mise en marche.

B/.Éjecteur D'AIR À JET DE VAPEUR ("HOLDING") La fonction de l'éjecteur d'air à jet de vapeur est d'évacuer l'air et les autres gaz non condensables dans le condenseur en fonctionnement normal.

La source de vapeur motrice pour l'éjecteur d'air à jet de vapeur doit provenir du collecteur auxiliaire.

1.5 La composition de la nouvelle centrale :

1.5.1 Une chaudière :

La principale fonction du générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG) est de générer la quantité et la qualité de vapeur requises en utilisant la chaleur perdue des gaz d'échappement du turbogénérateur à gaz.

Chaque module de la centrale à cycle combiné (CC) est fourni avec un générateur de vapeur à récupération de chaleur qui consiste un ensemble d'échangeurs tubulaires de chaleur par convection. La vapeur générée par le HRSG sera fournie à la turbine à vapeur.



Figure1.11 : chaudières de récupération

1.5.2 Une salle des machines (turbine, alternateur, pompes et différents circuits)

1.5.3 Auxiliaires communs (poste détente de gaz, poste de dépotage et transfert de fuel, station de production d'hydrogène)

1.5.4 La station de pompage et de filtration d'eau de mer :

La position de la station de pompage et de filtration d'eau de mer est basse sur une profondeur de 7 m environ de profondeur dans la mer méditerranée, la prise d'eau est située à 900 mètres de la côte, L'arrivée de l'eau à la station de pompage se fait par quatre tubes en béton d'un diamètre de 2,30 m .elle contient :

- Une grille à grappin, pour éliminer les gros déchets.
- Un tambour filtrant, à mailles fines, pour éliminer les petits déchets.
- Deux pompes de circulation d'eau de mer de 12000 m³/h chacune, qui refoulent l'eau de mer jusqu'au condenseur après sa traversée du condenseur, l'eau de réfrigération est rejetée vers le canal de rejet.

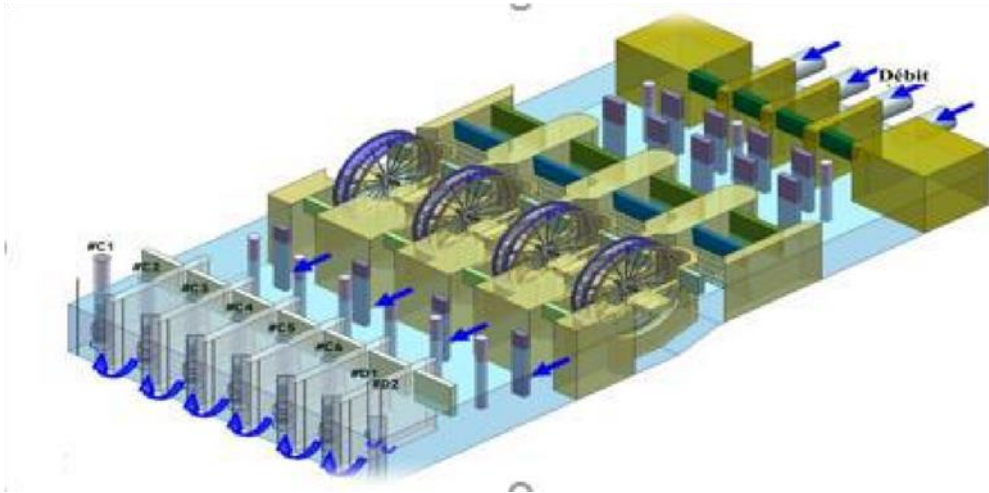


Figure 1.12 : la station de pompage et de filtration d'eau

1.5.5 .Station de dessalement d'eau de mer :

Les unités de dessalement de CAP-DJINET pour le rôle la production d'eau dessalée à partir de l'eau de mer.

1.5.6. Station de déminéralisation :

C'est la production d'eau déminéralisée à partir de l'eau dessalée produite dans l'usine de dessalement.

1.5.7 .Station d'électro-chloration :

Le système d'électro-chloration a pour fonction de générer de l'hypochlorite de sodium à partir de l'eau de mer. Cela empêchera la croissance biologique dans l'eau de mer. L'hypochlorite de sodium est généré par un procédé d'électrolyse.

Le système d'hypochlorite reçoit l'eau de mer des pompes à eau de refroidissement.

1.5.8. Bâtiments des auxiliaires électriques et mécaniques :

1.5.9. Poste d'évacuation d'énergie :

L'énergie électrique produite est évacuée par l'intermédiaire de lignes 225 KV sur le poste BOUDOUAOU et le poste de SI-MUSTAPHA.

1.5.10 La salle de commande :

C'est là où les ingénieurs viennent pour voir les messages et réagissent manuellement ; Lorsque il y'a une anomalie et aussi gérer l'état des machines.

Elle assure le contrôle et la commande sur le site.

C'est l'intermédiaire entre l'ingénieur et la machine.



Figure1.13 : la salle de commande de la nouvelle centrale CAP-DJINET.

1.6. Principe de fonctionnement du central électrique Cap-DJINET :

La nouvelle centrale de Cap-DJINET composée de trois blocs en ligne d'arbre qui comprend la turbine à Gaz qui entraîne l'alternateur. La turbine à vapeur est accouplée l'alternateur.

Il s'enclenche automatiquement à la vitesse nominale de la turbine lors du démarrage et se désengage automatiquement lors de l'arrêt de la turbine. Cela permet à la turbine à gaz de fonctionner indépendamment lors du démarrage de la turbine à vapeur ou lorsque la turbine à vapeur fonctionne en dérivation, éliminant ainsi la nécessité de la présence d'une chaudière auxiliaire, qui serait nécessaire si la turbine à vapeur était directement connectée à la turbine à gaz.

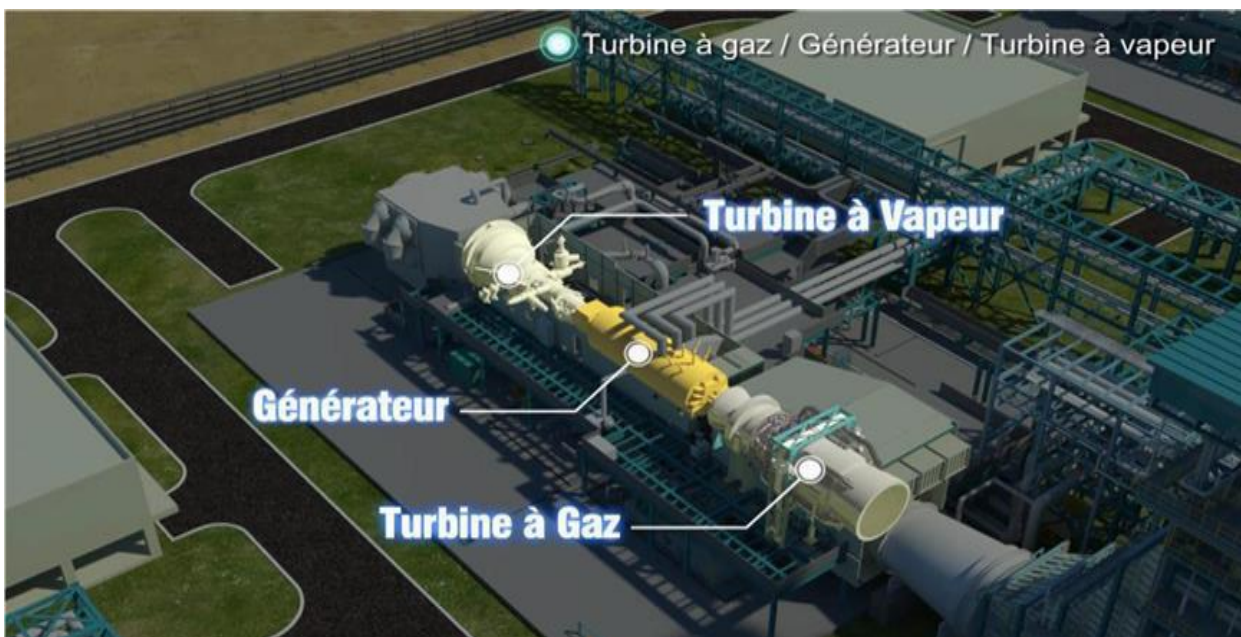


Figure1.14 : centrale CAP-DJINET à cycle combiné.

1.7. Conclusion :

Cette étude nous a permis de découvrir l'environnement industriel et d'enrichir notre théorique, pratique et surtout nous initier au processus de production de l'énergie électrique dans la nouvelle centrale électrique CAP-DJINET.

Dans ce chapitre nous avons donné une présentation générale de la nouvelle centrale Cap- DJINET et ses différents éléments Permet les principaux éléments d'une centrale électrique c'est la turbine à vapeur c'est ce que nous Intéresse dans notre étude et on va le parler en détail dans le prochain chapitre.

Chapitre 2 :

L'étude de

La turbine à vapeur

2.1. Introduction :

Nous allons définir turbine à vapeur après son rôle et spécification et description, après nous passons à présenter les Caractéristiques Technique par la suite le principe de la turbine à vapeur.

2.2. Définition de la Turbine à vapeur :

Une turbine est un dispositif rotatif destiné à utiliser la force d'un fluide (eau, vapeur, air, gaz de combustion), dont le couple est transmis au moyen d'un arbre. Il Ya deux types principales turbine à vapeur et turbine à gaz on s'intéresse dans notre étude sur turbine à vapeur.

Une turbine à vapeur est une machine qui extrait l'énergie thermique de la vapeur sous pression et l'utilise pour produire un travail mécanique de rotation de l'arbre de sortie.

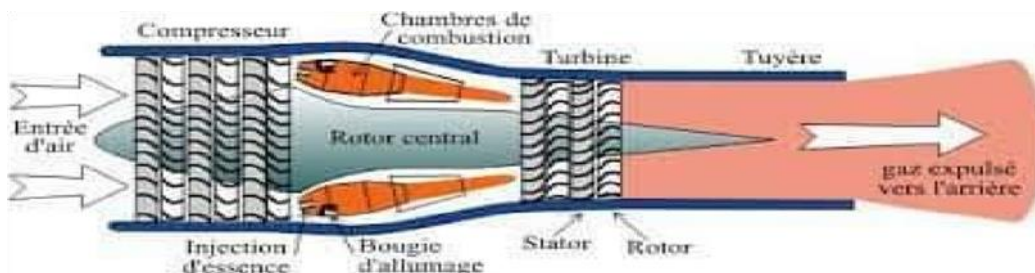


Figure2.1 : la Turbine à Vapeur

2.3. Historique de turbine à vapeur :

La turbine à vapeur est le fruit du travail de nombreux chercheurs et ingénieurs, à la fin du XIX^e siècle. Parmi les contributions notoires au développement de ce type de turbine, on peut mentionner celle du Britannique Charles Alternons Parsons et celles du Suédois Carl Gustav Parsons fut à l'origine du principe de la séparation des étages, selon lequel la vapeur se dilate dans un certain nombre d'étages, produisant à chaque fois de l'énergie. De Laval fut le premier à concevoir des jets et des augets adaptés à une utilisation efficace de la vapeur en expansion.

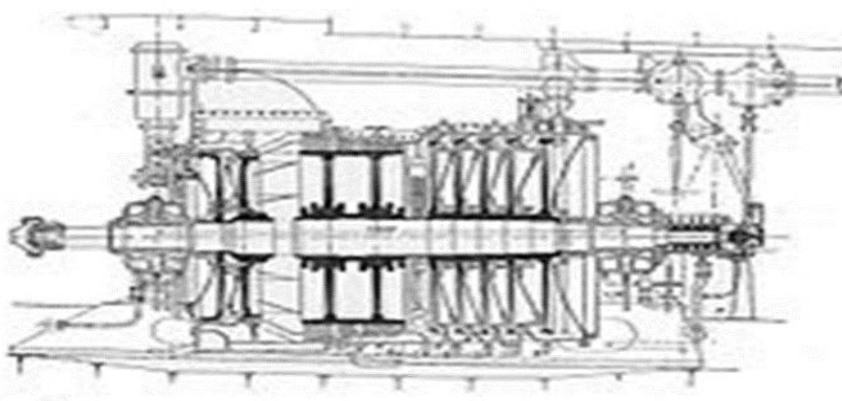
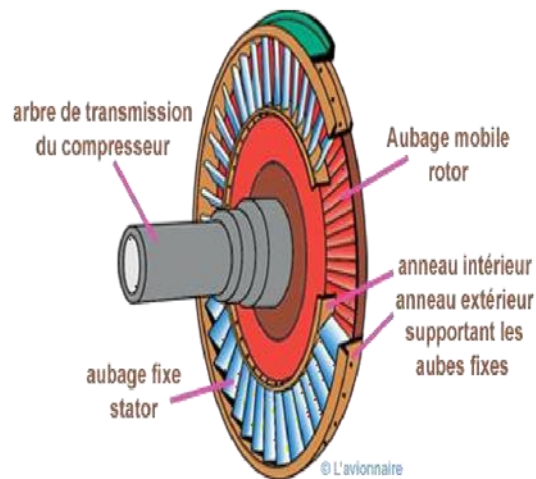


Figure.2.2 : Schéma d'une turbine à vapeur marine AEG vers 1905

2.4. Description de la turbine à vapeur :

C'est une machine avec une seule ligne d'arbre permettant de transformer l'énergie thermique contenue dans la vapeur provenant de la chaudière en un mouvement de rotation de l'arbre le travail mécanique obtenu sert à entraîner l'alternateur. La turbine est composée de trois corps : haut pression HP, moyenne pression MP, et basse pression BP. Elle comporte six soutirages qui alimentent 03 réchauffeurs BP, 02 réchauffeurs HP, et la bâche alimentaire. Le rotor de la turbine est accouplé avec l'alternateur et l'ensemble Tourne à une vitesse constante réglée à 3000 tr/mn.

La turbine à vapeur comprend une partie fixe appelée stator qui porte des aubages directeurs.



A

B

Figure 2.3 : a/Aubages d'une turbine à vapeur

b/Rotor d'une turbine à vapeur

2.5. Les corps de la turbine :

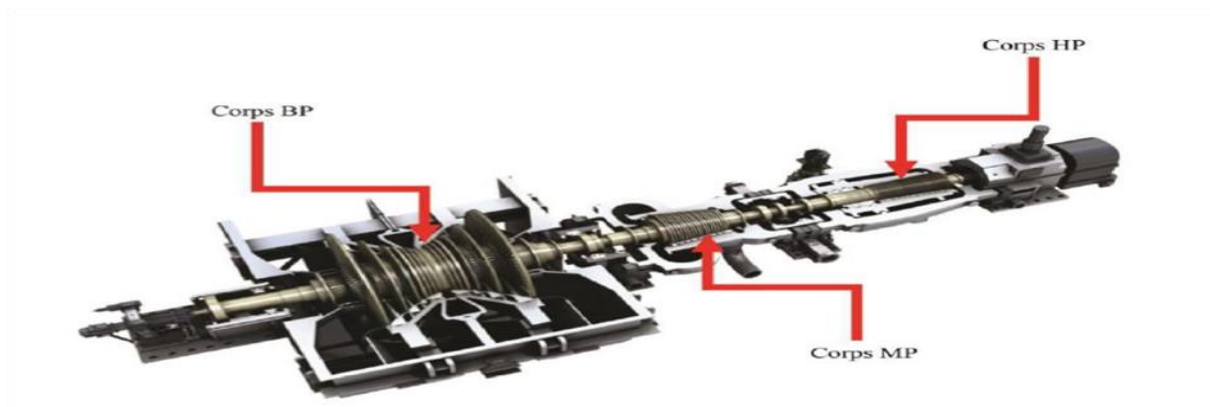


Figure 2.4 : turbines à vapeur corps HP, corps MP, corps BP

2.5.1. CORP HP :

Il est à simple flux avec un soutirage S6 qui alimente les réchauffeurs Haut pression

2.5.2. CORPS MP :

Ce corps est composé d'une enveloppe externe ; sous plan de joint horizontal et l'enveloppe interne a double flux ; la vapeur resurchauffée pénètre au milieu de l'enveloppe par le bas et par le haut

2.5.3. Corps BP :

Ce corps est composé de trois enveloppes à plan point horizontale ; le corps BP est de type de double flux composé d'une carcasse et une double enveloppe ; la vapeur qui sort du corps MP pénètre dans celui-ci pour empêcher la déformation des enveloppes sous l'effet des dilatations thermique

2.6. Spécification de la turbine à vapeur :

Longueur : 16.125m

Largeur : 13 mètres

Poids : $500 \cdot 10^3$ Kg

Puissance : 176 MW

Pression : 138,2 bars

Température vapeur : 535 °C

Vitesse : 3000 tr/min

2.7. Classification de la turbine à vapeur :

On a plusieurs critères pour la classification de la turbine à vapeur :

2.7.1. Par le mode d'action :

a/Turbine à action :

La vapeur se détend complètement au niveau du distributeur ou l'énergie thermique est totalement transformée en énergie de pression.

b/Turbine à réaction :

Une partie de la vapeur se détend au niveau de l'aubage fixe et l'autre continue pour se détendre dans l'aubage mobile qui suit. L'énergie thermique est transformée en énergie cinétique puis mécanique dans les canaux mobiles.

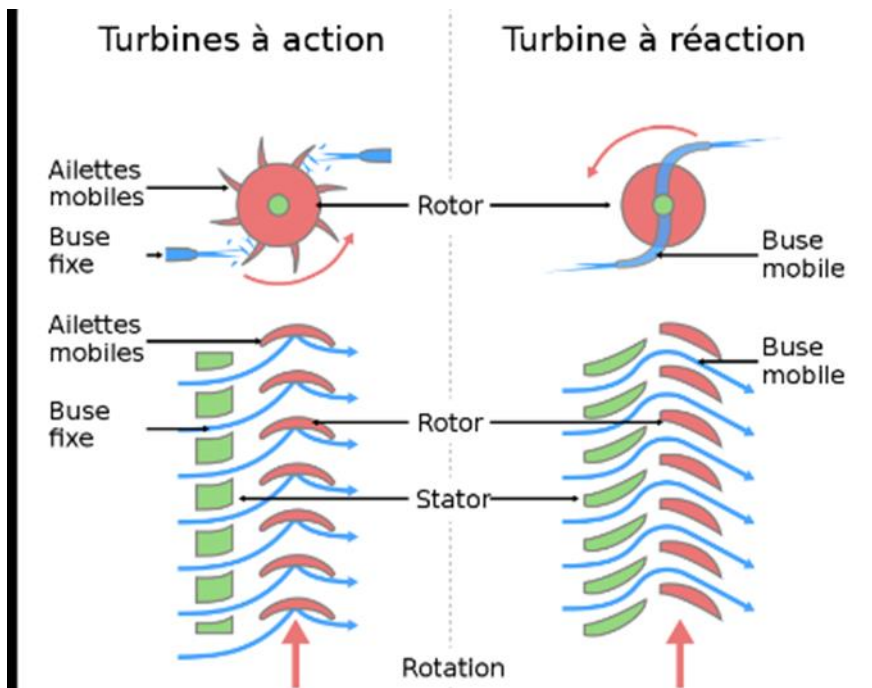


Figure.2.5 : Schéma décrivant la différence entre une turbine à action et une turbine à réaction.

2.7.2. Selon la forme de la veine de vapeur :

a/Turbine axiale :

L'écoulement de la vapeur se fait selon un cône ayant même axe que la turbine c'est les turbines les plus utilisées.

b/Turbine radiale :

L'écoulement de la vapeur se fait dans toutes les directions perpendiculaires à l'axe de la turbine.

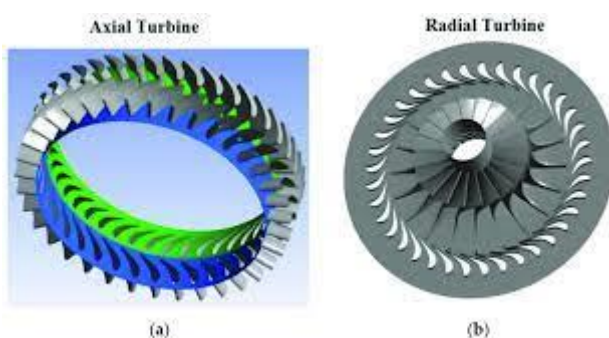


Figure.2.6 : les 2 types turbine axial et turbine radial

2.7.3. Par le nombre d'étages de rotor :

A/Turbine élémentaire ou à une seule roue ou mono étagée.

B/ Turbines à éléments multiples ou à plusieurs roues ou multi étagée

2.7. 4.Selon le mode de construction :

A/Turbine à un corps :

Est construite pour des puissances faibles ou moyennes jusqu'à 20 MW.

B/Turbine à plusieurs corps :

Ou de grande puissance pour les centrales thermiques à puissance élevée elle comprend deux ou trois corps (haute pression (HP), moyenne pression (MP), basse pression(BP)).

2.7. 5. Selon l'utilisation

A/ Turbine à condensation :

Dans laquelle la pression de la vapeur à la sortie est très proche de vide (0,03 à 0,055bars) cette pression correspond à la température de la vapeur saturée à la sortie de la turbine et elle dépend de la température de l'eau froide qui passe par le condenseur.

B/ Turbine à contre pression :

Dans laquelle la pression à la sortie est bien supérieur à la pression atmosphérique, produise de l'électricité.

C/ Les turbines à soutirage et condensation :

Dans les quelles la vapeur subit une détente partielle jusqu' à une moyenne pression (environ 2 bars) dans un corps haute pression. Ensuite une partie est dirigée vers un réseau d'utilisation, tandis que le reste de la vapeur est détendu dans un corps basse pression, comme dans une turbine à condensation.

D/ Les turbines à soutirage et contre-pression :

La seule différence par rapport à la précédente, est que la vapeur d'eau s'échappe à basse pression dans un réseau BP au lieu d'être condensée.

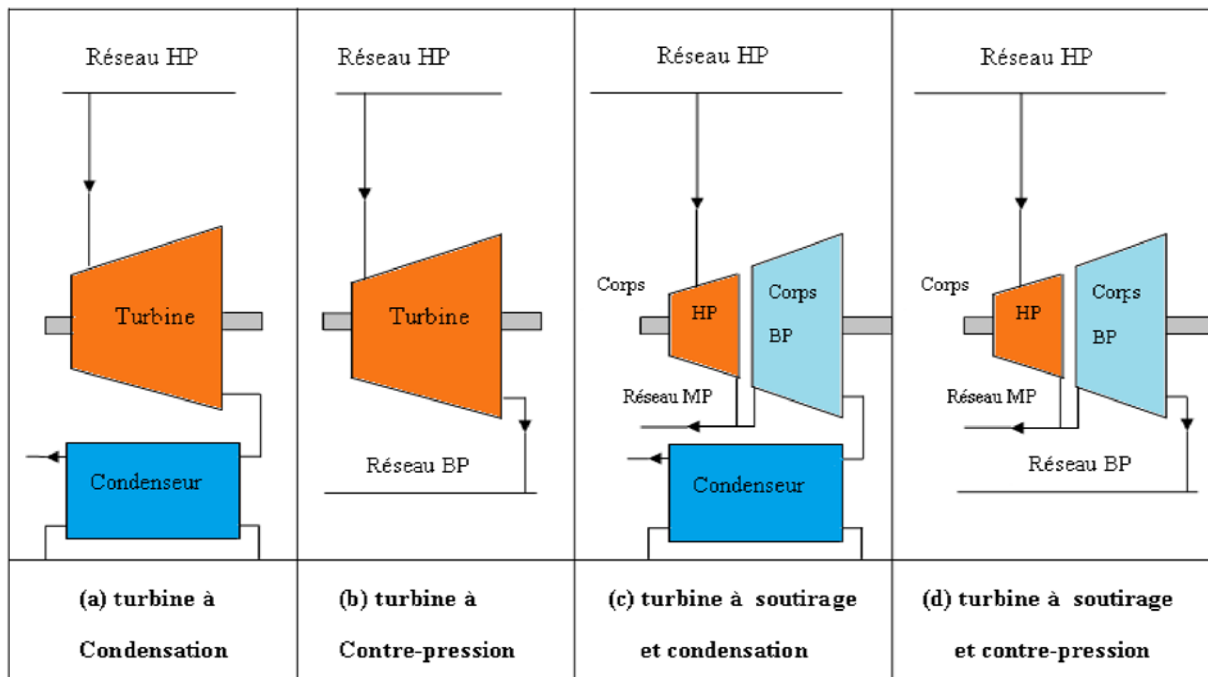


Figure2.7 : les différents types de la turbine à vapeur selon l'utilisation

2.8. Rôle de la turbine à vapeur :

La turbine transforme l'énergie thermique de la chaudière en un mouvement de rotation de l'arbre, le travail mécanique obtenu est utilisé pour entraîner l'alternateur.

2.9. Modèle de la turbine à vapeur dans la nouvelle centrale électrique Cap-DJINET :

La nouvelle centrale à cycle combiné DE se compose de trois Turbine à vapeur (ST) fournies par M /s Siemens.



Figure 2.8 : Turbine à vapeur (modèle Siemens SST5-3000)

Chaque module de la centrale à cycle combiné (CCPP) est fourni avec une turbine à vapeur (modèle Siemens SST5-3000) ainsi que tous les accessoires nécessaires. Le modèle de turbine à vapeur, ST SST5-3000, se compose d'un cylindre HP et d'un cylindre PI/BP s'écoulant dans le condenseur refroidi par eau.

La turbine HP est de construction à simple flux et à double paroi avec un porte-lame fixe et un carter externe. Elle est munie d'une vanne d'arrêt et de contrôle de vapeur principale, soudée, soutenue par des supports supplémentaires. Le carter extérieure est de type cylindrique.

Le carter extérieur IP/LP est divisé en deux sections, la section du carter d'entrée moulé et la section du carter d'échappement soudé.

2.10. Caractéristiques technique de la turbine à vapeur :

Description	Unités	allumage au gaz naturel	Allumage à l'huile
Puissance de sortie de la turbine à vapeur	mw	127,8	100,8
Consommation de combustible	kg/s	14,3	13,24
Pression d'entrée de la turbine à vapeur HP	Bar (a)	117,92	99,39
Température d'entrée de la turbine à vapeur HP	°C	565,02	528,27
Pression d'entrée de la turbine à vapeur IP	Bar (a)	29,10	25,20
Température de sortie de la turbine à vapeur IP	°C	564,94	524,99
Température d'échappement de turbine LP	°C	33,35	31,56

Figure1.9 : tableau caractéristique technique de la turbine à vapeur.

2.11. Principe de fonctionnement d'une turbine à vapeur :

Le cycle thermodynamique de la turbine à vapeur comprend les étapes suivantes :

L'eau liquide est comprimée par une pompe et envoyée vers la chaudière

L'eau est chauffée, vaporisée et surchauffée dans la chaudière.

La vapeur se détend dans la turbine en fournissant de l'énergie mécanique

La vapeur détendue est condensée au contact de la source froide sous vide partiel.¹

Bien que les turbines à vapeur soient construites selon deux principes différents (à action ou à réaction), leurs éléments essentiels sont similaires .Elles se composent de tuyères ou de jets, et d'ailettes.

La vapeur s'écoule dans les tuyères, dans lesquelles sa température diminue et son énergie cinétique augmente. La vapeur en mouvement exerce une pression contre les ailettes, entraînant leur rotation .La disposition des jets et des ailettes, fixes ou stationnaires, dépend du type de

turbine. À la sortie du dernier condenseur (échangeur thermique), l'eau peut être de nouveau vaporisée et surchauffée. L'eau ou la vapeur en sortie est alors ramenée vers la chaudière et la pompe, qui compresse de l'eau à l'état liquide.

Les turbines à vapeur sont des machines relativement simples dont la seule partie mobile importante est le rotor.

Enfin Un système d'étanchéité empêche la vapeur de s'échapper à l'extérieur de la turbine et l'air d'y entrer. La vitesse de rotation est commandée par des soupapes situées aux entrées d'admission de la machine et pilotées par des systèmes de régulation électronique ou mécanique. Les turbines à réaction développent une poussée axiale considérable du fait de la chute de pression sur les ailettes mobiles.

Cette poussée est généralement compensée par l'utilisation d'un piston d'équilibrage.

La turbine à vapeur utilise des principes thermodynamique. Lorsque la vapeur se dilate, sa température est donc son énergie interne diminue. Cette réduction de l'énergie interne s'accompagne d'une augmentation de l'énergie cinétique sous la forme d'une accélération des particules de vapeur.

2.12. Utilisation des turbines à vapeur dans l'industrie :

Du fait de leurs caractéristiques, les turbines à vapeur sont très employées dans les centrales électriques, Elles sont utilisées dans les applications de cogénération (incinérateur de déchets et chauffage urbain, procès industriel). Il faut également signaler leur usage dans les cycles combinés ou elles permettent de valoriser en électricité la chaleur d'échappement des turbines à gaz.

Les turbines à vapeur sont également employées dans le domaine de la propulsion navale, notamment pour les plus gros vaisseaux (pétroliers, porte-avions) mais elles sont de plus en plus souvent remplacées par des moteurs diesel ou des turbines à gaz. La fonction d'entraînement de machines est également en voie de disparition au profit des moteurs électriques.

2.13. CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous avons fait le fonctionnement de la turbine à vapeur et on a définis quelques constructions des turbines à vapeur qui est nécessaire tant que notre étude est au niveau de la turbine à vapeur du la nouvelle centrale cap-Djanet.

Chapitre 3 :

Description du

Matériels Utilisés

Et logiciel de la simulation et

L'application RemoteXY

3.1 Introduction :

ARDUINO qui l'apporte, celui-ci a été conçu pour être accessible à tous par sa simplicité. Mais il peut également être d'usage professionnel, tant les possibilités d'application sont nombreuses. Ces cartes polyvalentes sont donc parfaites pour nous, débutants, qui ne demandent qu'apprendre et progresser.

Grace à cette carte Ces fonctions sont réalisées par des capteurs, des actionneurs, des automates et plus généralement par des équipements électriques et/ou électroniques. Elle permet de contrôler en local ou à distance depuis un ordinateur, un téléphone, une tablette.

3.1.1 Définition du module ARDUINO :

Le module ARDUINO est un circuit imprimé en matériel libre (plateforme de contrôle) dont les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte : comme le microcontrôleur et les composants complémentaires qui ne sont pas en licence libre. Un microcontrôleur programmé peut analyser et produire des signaux électriques de manière à effectuer des tâches très diverses. ARDUINO est utilisé dans beaucoup d'applications comme l'électrotechnique industrielle et embarquée ; le modélisme, la domotique mais aussi dans des domaines différents comme l'art contemporain et le pilotage d'un robot, commande des moteurs et faire des jeux de lumières, communiquer avec l'ordinateur, commander des appareils mobiles (modélisme).



Chaque module d'ARDUINO possède un régulateur de tension +5 V et un oscillateur à quarte 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Pour programmer cette carte, on utilise l'logiciel IDE ARDUINO.

3.1.2. Historique :

Le projet ARDUINO est né en hiver 2005. Massimo BANZI enseigne dans une école de Design à IVREA en Italie, et souvent ses étudiants se plaignent de ne pas avoir accès à des solutions bas prix pour accomplir leurs projets de robotique. BANZI en discute avec David CUARTIELLES, un ingénieur Espagnol spécialisé sur les microcontrôleurs...Ils décident de créer leur propre carte en embarquant dans leur histoire un des étudiants de BANZI, David MELLIS qui sera chargé de créer le langage de programmation allant avec la carte. En deux jours, David écrira le code Trois jours de plus et la carte était créé...Ils décidèrent de l'appeler ARDUINO.

3.1.3. Le rôle de L'ARDUINO :

L'ARDUINO est une plateforme open-source d'électronique programmée qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur, et un logiciel, véritable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte à microcontrôleur. C'est un outil qui peut capter et contrôler d'avantage de choses du monde matériel que votre ordinateur de bureau. L'ARDUINO peut être utilisé pour développer des objets qui interagissent avec le milieu qui les entoure, pouvant recevoir des entrées d'une grande variété d'interrupteurs ou de capteurs, et pouvant contrôler une grande variété de lumières, moteurs ou toutes autres sorties matérielles. Les projets ARDUINO peuvent être autonomes, ou bien communiquer avec des logiciels tournant sur votre ordinateur.

3.1.4. Les avantages d'ARDUINO :

Le système ARDUINO simplifie la façon de travailler avec les microcontrôleurs tout en offrant plusieurs avantages pour les enseignants, les étudiants tel que :

***Le prix :** Les cartes ARDUINO sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plateformes.

***Le Multiplateforme :** Le logiciel ARDUINO, est écrit en Java et est disponible sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux, alors que La plupart des autres systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.

***Un environnement de programmation simple et clair :** L'environnement de programmation ARDUINO (le logiciel ARDUINO) est facile à utiliser pour les débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puissent en tirer profit également.

***Le logiciel est Open Source et extensible :** Le logiciel ARDUINO et le langage ARDUINO sont publiés sous licence open source, disponible pour être complété par des programmeurs expérimentés.

***Le matériel est Open source et extensible :** Les cartes ARDUINO sont basées sur les microcontrôleurs ATMEL ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA 328, ... Les schémas des modules sont publiés sous licence open source et les concepteurs de circuits expérimentés peuvent réaliser leur propre version des cartes ARDUINO, en les complétant et/ou en les améliorant

3.1.5. Les fonctionnalités D'ARDUINO :

De plus le système ARDUINO offre les fonctionnalités suivantes :

* Communication simple par le port USB

* Terminal texte côté PC qui permet d'afficher des nombres et du texte pendant l'exécution d'un programme permettant une mise au point efficace.

* Calculs sur valeur entière et sur les nombres à virgule. Fonctions math.

* L'utilisation simplifiée de chaînes de caractères.

- * Communication avec des modules externes.
- * La conversion analogique/numérique sur plusieurs voies qui va permettre d'utiliser des capteurs de mesure analogiques variés,
- * Utilisation possibles des interruptions.
- * Nombreuses cartes complémentaires, appelées SHIELDS, permettant d'ajouter des fonctions avancées au montage (Ethernet, LCD, écran TFT, GPS, SD-CARD, etc...).

3.1.6 La carte ARDUINO UNO :

La carte ARDUINO que nous avons utilisé est la carte ARDUINO UNO. Il est basé sur un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328. Ce dernier a une mémoire flash de 32Ko pour stocker le programme (dont 0.5Ko également utilisés par le bootloader). Il possède également 2ko de mémoire SRAM (volatile) et 1Ko d'EEPROM (non volatile mémoire qui peut être lue à l'aide de la librairie EEPROM).

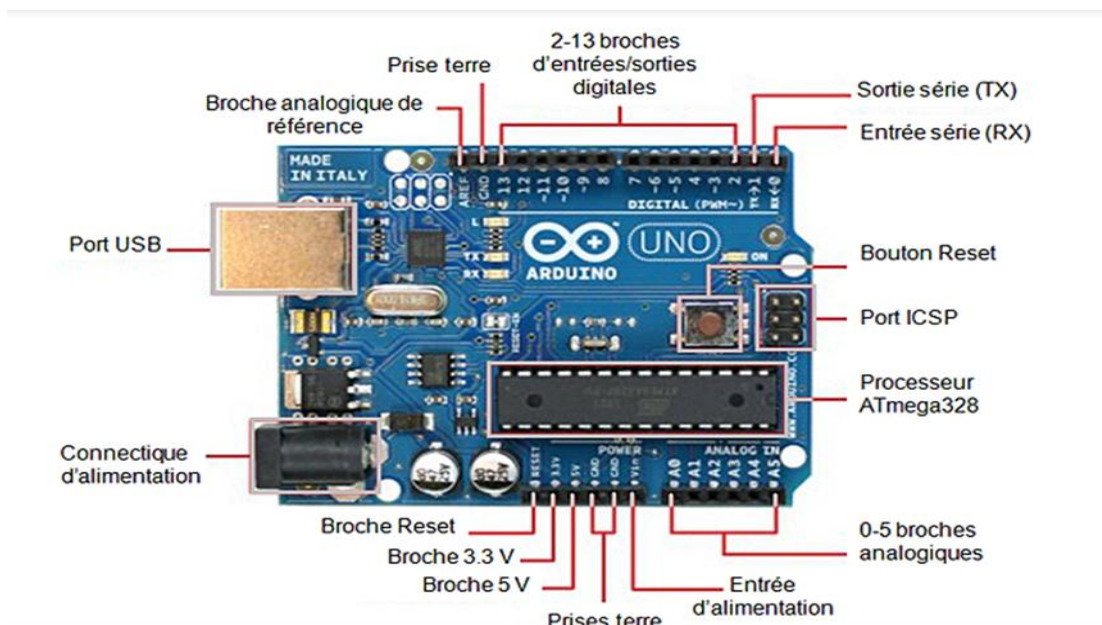


Figure 3.1 : La Carte ARDUINO UNO.

Cette carte dispose de :

- * 14 broches numériques d'entrées/sorties (dont 6 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée))
- * 6 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques),
- * Un quartz 16Mhz,
- * Une connexion USB,
- * Un connecteur d'alimentation jack,

* Un connecteur ICSP (programmation "in-circuit"),

* Et d'un bouton de réinitialisation (reset).

Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur ; Pour pouvoir l'utiliser et se lancer, il suffit simplement de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB ou de l'alimenter avec un adaptateur secteur ou une pile.

3.1.7. Les caractéristiques d'ARDUINO UNO :

Les caractéristiques de notre carte ARDUINO peuvent être regroupées dans le tableau suivant :

Microcontrôleur	ATmega328
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	14 (dont 6 disposent d'une sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	6 (utilisables en broches E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA (ATTENTION : 200mA cumulé pour l'ensemble des broches E/S)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	50 mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul
Mémoire Programme Flash	32 KB (ATmega328) dont 0.5 KB sont utilisés par le bootloader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	2 KB (ATmega328)
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	1 KB (ATmega328)
Vitesse d'horloge	16 MHz

Figure 3.2 : Tableau Caractéristiques de la carte ARDUINO

Concernant les broches numériques : Chacune des 14 broches numériques de la carte UNO (numérotées des 0 à 13) peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique, en utilisant les instructions `pinMode()`, `digitalWrite()` et `digitalRead()` du langage Arduino. Ces broches fonctionnent en 5V. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40mA d'intensité et dispose d'une résistance interne de "rappel au plus" (pull-up) (déconnectée par défaut) de 20-50 KOHms.

Cette résistance interne s'active sur une broche en entrée à l'aide de l'instruction `digitalWrite(broche, HIGH)`. De plus, certaines broches ont des fonctions spécialisées, tel que :

La communication Série : Broches 0 (RX) et 1 (TX).

Utilisées pour recevoir (RX) et transmettre (TX) les données sérielles de niveau TTL.

Ces broches sont connectées aux broches correspondantes du circuit intégré ATmega8U2 programmé en convertisseur USB-vers-série de la carte, composant qui assure l'interface entre les niveaux TTL et le port USB de l'ordinateur.

L'interruption Externe : Broches 2 et 3. Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur basse, sur un front montant ou descendant, ou sur un changement de valeur. Voir l'instruction `attachInterrupt()` pour plus de détails.

Impulsion PWM (largeur d'impulsion modulée) : Broches 3, 5, 6, 9, 10, et 11.

fournissent une impulsion PWM 8-bits à l'aide de l'instruction `analogWrite()`.

SPI (Interface Série Périphérique) : Broches 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).

Ces broches supportent la communication SPI (Interface Série Périphérique) disponible avec la librairie pour communication SPI. Les broches SPI sont également connectées sur le connecteur ICSP qui est mécaniquement compatible avec les cartes Mega.

I2C : Broches 4 (SDA) et 5 (SCL). Supportent les communications de protocole I2C (ou interface TWI (TWO WIRE Interface - Interface "2 fils"), disponible en utilisant la librairie WIRE/I2C (ou TWI - TWO-WIRE interface - interface "2 fils").

LED : Broche 13. Il y a une LED incluse dans la carte connectée à la broche 13.

Lorsque la broche est au niveau HAUT, la LED est allumée, lorsque la broche est au niveau BAS, la LED est éteinte.

Voir également : Correspondance entre les broches de l'ARDUINO et les ports de l'ATmega168.

Concernant les broches analogiques : La carte UNO dispose de 6 entrées analogiques (numérotées de 0 à 5), chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (c'est à dire sur 1024 niveaux soit de 0 à 1023) à l'aide de la très utile fonction `analogRead()` du langage ARDUINO.

Par défaut, ces broches mesurent entre 0V (valeur 0) et 5V (valeur 1023), mais il est possible de modifier la référence supérieure de la plage de mesure en utilisant la broche AREF et l'instruction **`analogReference ()`** du langage ARDUINO.

Ces broches analogiques peuvent être utilisées en tant que broches numériques si elles sont numérotées en tant que broches numériques de 14 à 19.

Concernant les autres broches : Il y a deux autres broches disponibles sur la carte, à savoir :

AREF : Tension de référence pour les entrées analogiques (si différent du 5V).

Utilisée avec l'instruction `analogReference ()`.

Reset : Mettre cette broche au niveau BAS entraîne la réinitialisation (= le redémarrage) du microcontrôleur. Typiquement, cette broche est utilisée pour ajouter un bouton de réinitialisation sur le circuit qui bloque celui présent sur la carte.

Concernant la PWM sur ARDUINO utilise une technique qui permet d'obtenir des effets d'allure analogique avec des broches numériques grâce à la fonction `analogWrite ()`.

3.2. Afficheur LCD 16*4 :

L'afficheur LCD de 4 lignes et 16 caractères (en Anglais « Liquid Crystal Display » et en français « Écran à cristaux liquides ») est une interface visuelle entre un système et l'être humain (utilisateur).

Son rôle est de transmettre les informations utiles d'un système à un utilisateur.

Donc il affichera des données susceptibles d'être exploitées par l'utilisateur d'un système.

L'écran à cristaux liquides ou LCD utilise un mode d'affichage numérique sur un écran plat à faible consommation d'électricité.



Figure 3.3 : l'afficheur LCD 16*4.

3. 2.1. Rôle des différentes broches de l'afficheur LCD :

N°	Nom	Rôle
1	VSS	Masse
2	Vdd	+5V
3	Vo	Réglage du contraste
4	RS	Sélection du registre (commande ou donnée)
5	R/W	Lecture ou écriture
6	E	Entrée de validation
7 à 14	Do à D7	Bits de données
15	A	Anode du rétroéclairage (+5V)
16	K	Cathode du rétroéclairage (masse)

Figure 3.4 : les différentes broches du LCD et leur rôle

3.2.2. Schéma fonctionnel de l'afficheur LCD :

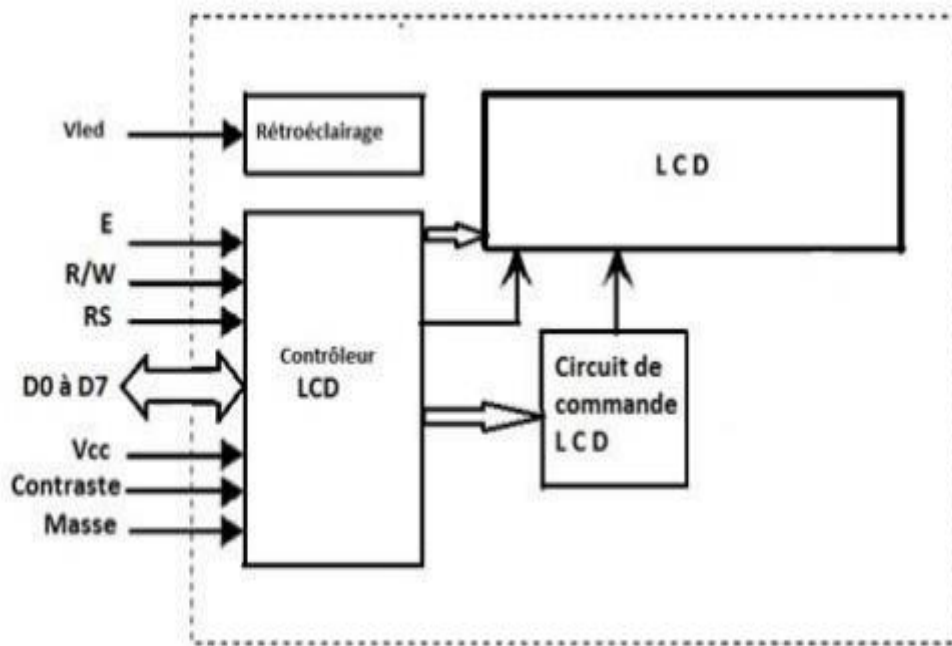


Figure3.5 : Schéma fonctionnel d'un afficheur LCD.

Une double fonction :

D'une part il commande l'affichage et de l'autre se charge de la communication avec l'extérieur

3.3. Module I2C :

Le bus I2C est une liaison en mode série réalisée à l'aide de 2 lignes :

- **SDA** : signal de données entre maître et esclave.
- **SCL** : signal d'horloge généré par le maître.

Pour simplifier notre travail nous utilisons cette liaison pour l'afficheur LCD, ceci permet d'utiliser seulement 4 fils de connexion au lieu de 11 fils pour un LCD qui n'utilise pas la liaison I2C.



Figure3.6 : module i2c

3.3.1. Connexion entre l'ARDUINO UNO et LCD AVEC I2C

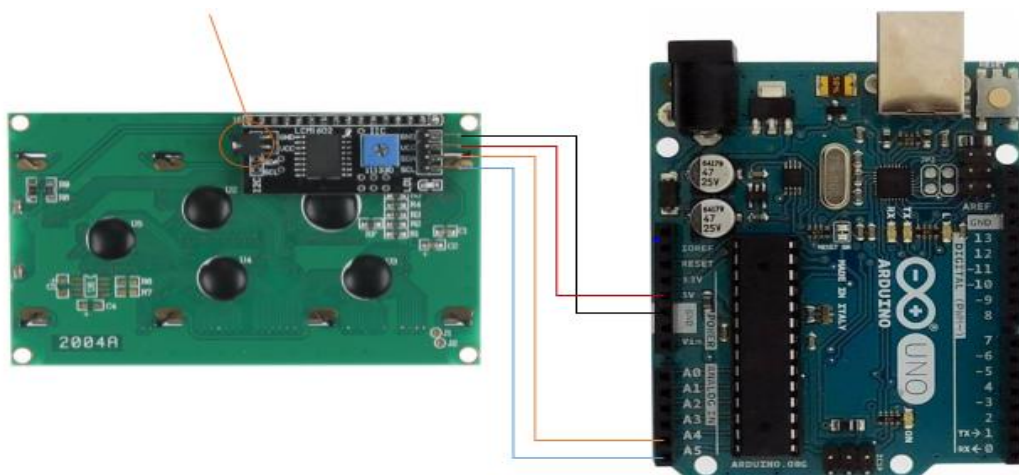


Figure3.7 : connexion ARDUINO UNO et LCD I2C

3.3.2. Brochage ARDUINO UNO I2C module:

Afficheur LCD I2C	Arduino
GND	GND
VCC	+5V
SDA	A4
SCL	A5

Figure 3.8 : tableau qui représente brochage ARDUINO UNO I2C module

Avec i2c on a utilisé juste 4 fils, donc nous simplifie notre branchement.

Après on trouve l'adresse de i2c dans moniteur série.

L'adressage d'i2c :

L'adresse de notre composant i2c LCD est 0x27.

3.4. CAPTEUR ULTRASON :

Le HC-SR04 est un capteur qui utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet.



Figure.3.9 : Le Capteur Ultrason HC-SR04.

3.4.1. Caractéristiques du Capteur HC-SR04 :

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques fondamentales du capteur HC-SR04 :

Alimentation	5 Vcc
Consommation	15 mA
Fréquence	40 kHz
Portée	de 2 cm à 4 m
Résolution de la mesure	0.3 cm
Angle de mesure efficace	15°
Déclenchement	Impulsion TTL positive de 10µs
Dimensions	45 x 21 x 18 mm

Tableau3.10 : Caractéristiques du Capteur HC-SR04.

3.4.2. Broches de Connexion du HC-SR04 :

Le capteur possède 4 broches :

- **Vcc** : Connecté à 5V.
- **TRIG (Trigger Pulse input)** : Cette broche est connectée à une broche d'entrée/sortie du microcontrôleur. Elle doit être configuré comme une broche de sortie (bits de TRIS est 0).
- **Echo (écho d'impulsion de sortie)** : Cette broche est connectée à une broche d'entrée/sortie du microcontrôleur. Elle doit être configuré comme une broche d'entrée (bits de TRIS est 1).

- **GND** : Connectée à la masse (0V).

3.4.3. Connexion entre l'ARDUINO UNO et ultrason :

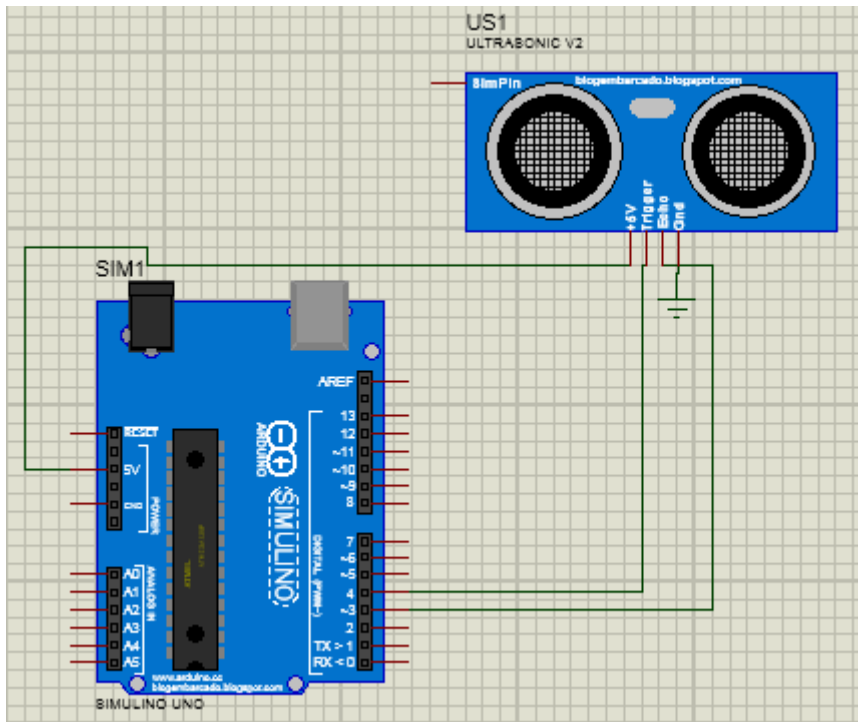


Figure 3.11 : Connexion entre l'ARDUINO UNO et ultrason.

3.4.4. Fonctionnement du HC-SR04 :

Pour déclencher une mesure, il faut présenter une impulsion niveau haut (5v), d'au moins 10 µs sur l'entrée trig.

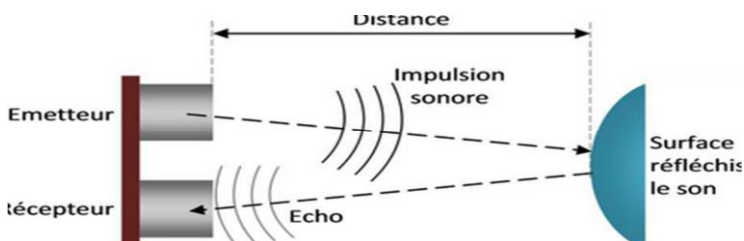
Le capteur émet une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40 kHz, puis il attend le signal réfléchi.

Lorsque celle-ci est détectée, il envoie un signal de niveau haut sur la sortie Echo, dont la durée est proportionnelle à la distance mesurée.

La distance parcourue par un son de calcul en multipliant la vitesse du son par le temps de propagation soit :

$$D = V \times T \quad (\text{Distance} = \text{Vitesse} \times \text{Temps})$$

$$D = 34000\text{cm} / 1\,000\,000\,\mu\text{s} \cdot 10\,\mu\text{s} \cdot \text{Valeur} / 2$$



3.4.5. Choix d'un capteur ultrason :

Le capteur ultrason Il offre une excellente plage de détection sans contact (une distance entre 3 cm et 3m), avec des mesures de haute précision et stables. Son fonctionnement n'est pas influencé par la lumière du soleil ou des matériaux sombres, bien que des matériaux comme les vêtements puissent être difficiles à détecter. Et il détecte le niveau d'eau sans contact avec précision et a une bonne distance.

Ce sont les raisons de le choisir.

3.5. ALARME(Buzzer) :

Notre projet dépend d'un système d'alarme, qui permet d'alerter lorsque niveau d'eau dépasse le seuil programmé. Une alarme va se déclenchée via le BUZZER.

Un bipeur (en anglais buzzer), comme le montré la figure, est un élément électromécanique ou piézoélectrique qui produit un son, quand on lui applique une tension : le bip. Certains nécessitent une tension continue, d'autres nécessitent une tension alternative.



Figure3.12 : Un Piézo-électrique (Buzzer).

3.5.1. Caractéristiques techniques du buzzer :

- Dimensions : diamètre approximatif de 12 mm, hauteur 9mm.
- Type de sonnerie : continue.
- Tension d'alimentation : 2V - 4V.
- Couleur du corps : noir.
- 2 broches : positive et négative

3.5.2. Broches du BUZZER :

La figure montre le bronchement du BUZZER avec la carte ARDUINO UNO.

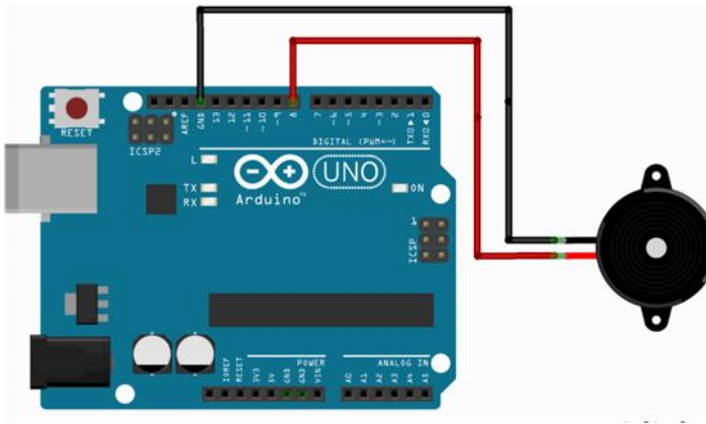


Figure3.13 : Le Branchement du BUZZER.

La correspondance des fils est la suivante :

- **Noir** : la masse.
- **Rouge** : commande.

3.6. Le capteur de température DS18B20 :

Le DS18B20 est capteur de température numérique du fabricant DALLAS.

Il communique via le bus 1-Wire du même fabricant.

Sa plage de fonctionnement se situe entre -55°C et $+125^{\circ}\text{C}$, il possède une résolution de 9, 10, 11 ou 12 bits, ce qui correspond à une précision de 0.5°C , 0.25°C , 0.125°C et 0.0625°C respectivement.

La conversion analogique -numérique prend un temps de conversion de 0.75 secondes.

Le DS18B20 peut fonctionner sans aucune alimentation externe. Le capteur peut aussi être alimenté de façon standard par la broche d'alimentation Vcc avec une tension variant entre 3 à 5.5 volts.

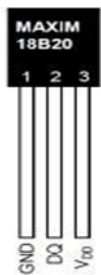


Figure 3.14 : Le DS18B20.

3.6.2. Le bus One-Wire :

Le bus One-Wire conçu par Dallas Semi-conducteur permet de connecter et de faire dialoguer des composants avec seulement un fil. Le fil unique du bus doit être tiré vers +Vcc par une résistance de $4.7\text{K}\Omega$.

3.6.3. Schémas du branchement du DS18B20 :

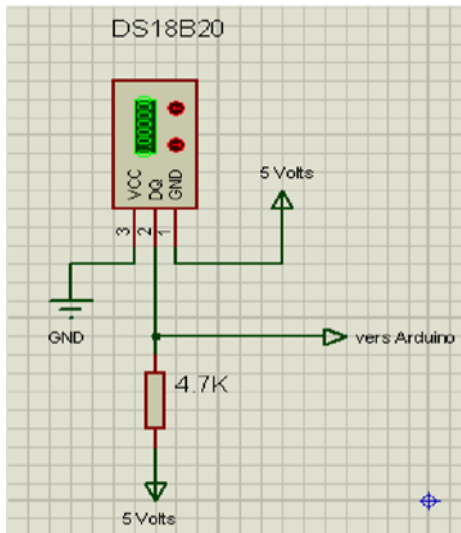


Figure3.15 : branchement du DS18B20

3.7. LED :

Une diode électroluminescente (DEL en français, ou LED), est un dispositif optoélectronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Une diode électroluminescente ne laisse passer le courant électrique que dans un seul sens (le sens passant, comme une diode classique, l'inverse étant le sens bloquant) et produit un rayonnement monochromatique ou polychromatique non cohérent à partir de conversion d'énergie électrique lorsque un courant la travers.



Figure3.16 : LEDS de différente couleur.

L'utilisation des diodes électroluminescentes dans notre projet a pour but d'ajouter des signalisations sur l'état d'eau.

3.7.1. Brochage du la LED :

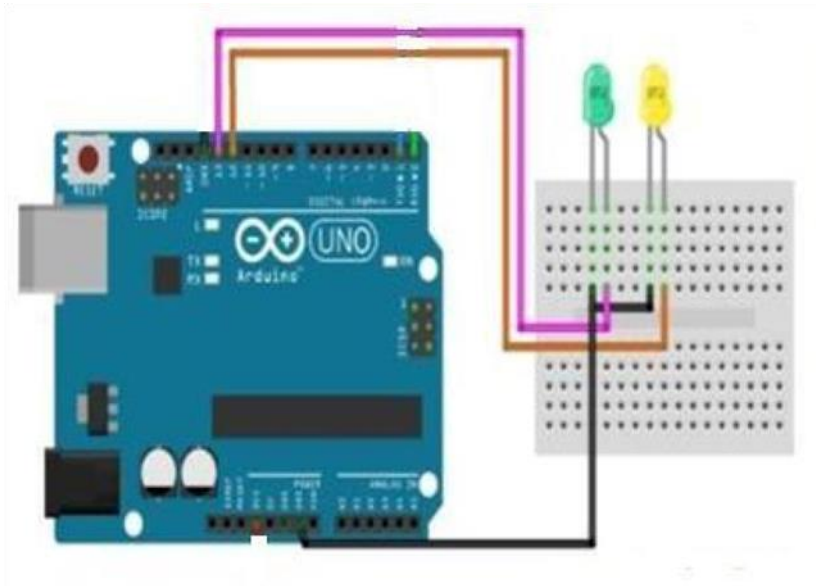


Figure3.17 : branchement des LED avec ARDUINO UNO.

La LED possède 2 broches :

- **Le long** : positive.
- **Le petit** : négative

3.8. Les résistances :

Dans les circuits électriques et électroniques, il faut parfois limiter l'intensité du courant afin d'éviter l'endommagement de certaines composantes. On utilise à ces fins des « résistances techniques » : ce sont des composantes électriques/électroniques dont la résistance a une valeur bien déterminée, elles sont de forme cylindrique comme présente la Figure, constituées d'un support en porcelaine et l'ensemble est recouvert d'une couche de vernis protecteur.

La résistance est réversible en branchement.



Figure3.18 : Une résistance.

3.9. La Pompe à eau :

Elle permet de remplir le réservoir avec de l'eau lorsque le niveau d'eau est faible. La pompe est mise en marche lorsque le niveau d'eau est atteint de niveau bas (B). Elle s'arrête lorsque le niveau d'eau arrive au niveau haut



Figure 3.19 : La Pompe à eau

3.9.1. La Fonctionnalité de la pompe :

Cette pompe va permettre de pomper de l'eau avec un débit de 70 à 120 l/h en fonction de l'alimentation de 3 à 5V.

3.9. 2.Les Caractéristiques de la pompe :

Alimentation : 3 à 5V.

Consommation : 100 à 200 mA.

Débit : 10 à 120 l/h.

3.10. Module relais :

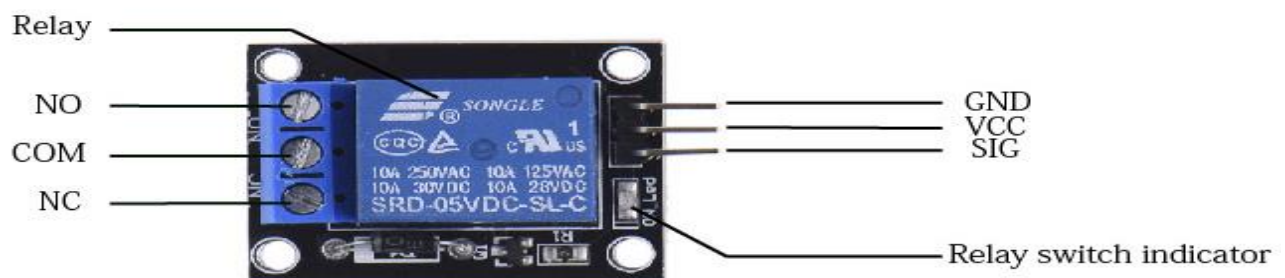


Figure 3.20 : Module relais 1 Canal 5v

Mise en marche/arrêt de la pompe. La carte relais contient un relais de puissance (AC/DC) qui assure la mise sous tension de la pompe.

Il y a trois broches d'entrée (Signal, Vcc, Gnd). Le relais se branche généralement sur une sortie digitale du microcontrôleur. Il y a un bornier 3 plots en sortie du module qui corresponde aux sorties Naturellement Ouvert (NO), commun (COM) et Naturellement fermé (NC). L'appareil en sortie sera relié à la borne COM et la borne NC ou NO selon l'utilisation.

3.10.1. Branchement du Module relais avec ARDUINO UNO

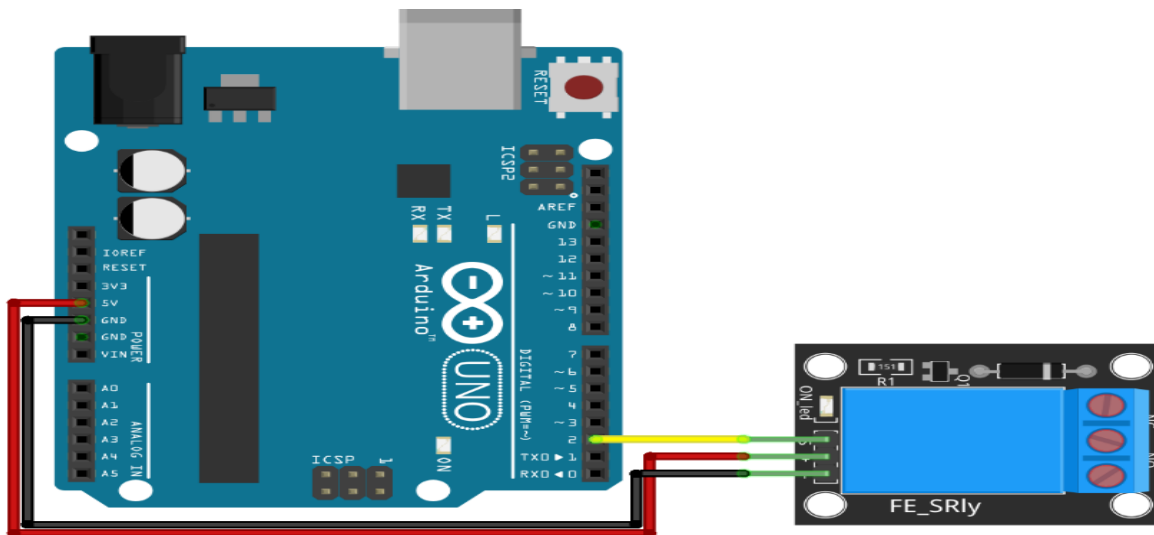


Figure 3.21 : Branchement du Module relais avec ARDUINO UNO

3.11. La carte wifi :

Est un composant électronique permettant de rajouter la communication Wifi. Il s'inscrit donc directement dans le domaine de l'IDO.

ESP (système sur puce) produit par Expressif Systems. C'est une puce hautement intégrée conçue pour fournir une connectivité internet complète dans un petit paquet. Il fonctionne à niveau logique de 3.3V pour cette raison, il faut prévoir une alimentation autonome. L'ESP 01 que nous allons utiliser dans notre travail est présenté dans la figure



Figure 3.22 : la carte wifi ESP8266

Le module WIFI ESP8266 est une carte réseau autonome. Chaque module ESP8266 est préprogrammé avec un microprogramme de configuration de commande AT, ce qui signifie que vous pouvez simplement le brancher sur votre appareil ARDUINO et obtenir autant de fonctionnalités WIFI.

3.11.1. L'Alimentation du module ESP8266 :

L'alimentation de ESP8266 à partir de la carte ARDUINO n'est pas toujours opérationnelle, d'une part le module est prévu pour fonctionner en 3.3V et un courant de fonctionnement moyenne 80 mA, et d'autre part les broches de la carte ARDUINO sortent 50 mA. Pour cela, nous sommes, parfois, obligés d'utiliser un régulateur AMS1117, ce régulateur permet de délivrer une tension fixe égale à 3.3 V et un courant jusqu'à 800 mA.

- **la broche GPIO 0** doit être maintenue à la masse (GND) pendant le téléversement du code. Elle doit être déconnectée si vous retirez le FTDI et que l'ESP est en mode d'exécution normal.
- **la broche CH_PD** doit toujours être maintenue à l'état haut.
- **la broche RESET** est tirée à l'état haut avec une résistance de pull-up 10kΩ, et est reliée à la masse GND sur appui du bouton RESET lorsqu'il faut redémarrer l'ESP. Pressez le bouton RESET à chaque fois avant de téléverser le code, et à chaque fois que vous connectez ou déconnectez la broche GPIO 0. Ce bouton RESET vous évitera bien des tracas.
- Quand vous alimentez le circuit, la LED rouge de l'ESP-01 doit s'allumer, et la LED bleue doit s'allumer brièvement.
- Plus tard, quand vous téléverserez le code dans l'ESP, la LED bleue devrait clignoter pendant le processus.

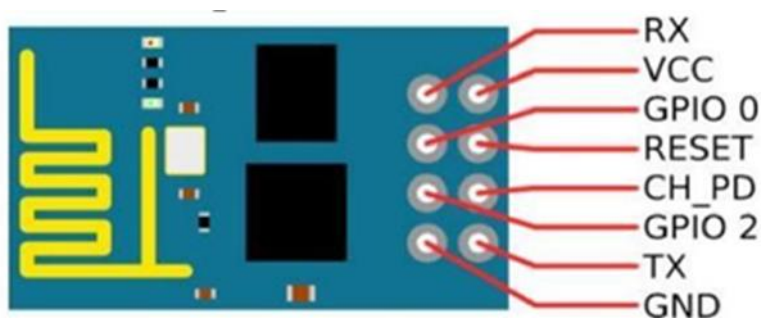


Figure3.23 : les broches du module ESP01

3.11.2. L'utilisation de l'ESP8266 comme module wifi :

L'utilisation de l'ESP-01 en module Wifi permet d'apporter une connectivité Wifi à un microcontrôleur (ARDUINO). Dans ce cas-là l'ESP est un périphérique du microcontrôleur.

Ce mode de fonctionnement utilise les bornes RX et TX. La connexion avec un microcontrôleur se fait comme indiqué ci-dessous. Les paramètres de configuration par défaut 115200.

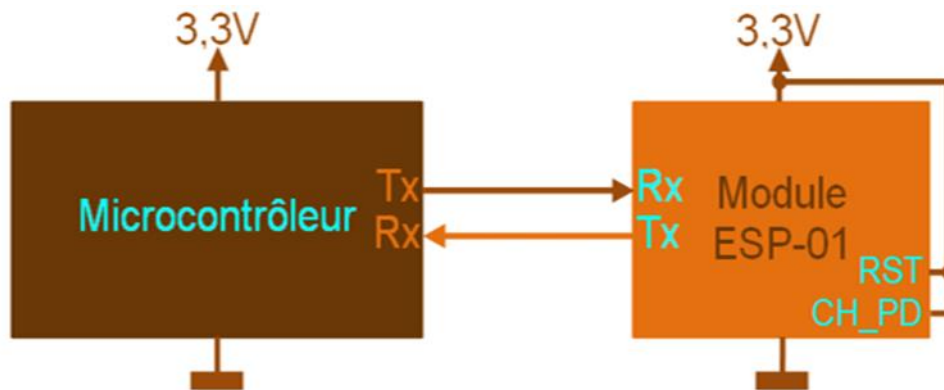


Figure 3.24 : ESP-01 avec un microcontrôleur.

Le TX du ARDUINO est connecté au RX de l'ESP et inversement, Ceci est logique : Ce qui est envoyé par le ARDUINO doit être reçu par l'ESP et ce qui est envoyé par l'ESP doit être reçu par le ARDUINO.

La commande se fait par l'intermédiaire de commandes AT.

3.11.3. Les commandes AT :

Pour pouvoir configurer l'ESP01 nous allons besoin d'ouvrir le terminal série puis nous saisissons les commandes AT. Une commande AT commence toujours par "AT+" suivi de la commande à envoyer. En retour le module renvoie "OK" pour indiquer le bon déroulement de la commande.

Voici quelques commandes AT avec la description qui correspond à chaque commande :

AT+RST Redémarrage du module AT+RST

AT+GMR Information sur la version AT+GMR

AT+GSLP Règle le temps du sommeil de l'ESP8266 en ms.

AT+CWMODE Le mode WIFI :

1 : Client

2 : Point d'accès

3 : Client et Point d'accès

AT+CWJAP Connexion au point d'accès

AT+CWQAP Déconnection AT+CWQAP

AT+CIPSTA Choisir l'adresse IP en mode client

AT+CIPAP Choisir l'adresse IP en mode point d'accès

AT+CIPSTATUS Informations sur la connexion

AT+CIPSEND Envoyer des données

3.11.4. Connexion entre l'ARDUINO UNO et l'ESP8266 :

Pour connecter notre ESP8266 avec ARDUINO UNO voici un tableau qui décrit les connexions entre la carte ARDUINO UNO et l'ESP8266 :

ARDUINO	ESP8266
RX	TX
TX	RX
3.3V	CH-PD
3.3V	VCC
GND	GND

Tableau3.25 : Branchement de la carte UNO et l'ESP8266

3.11.5. Les étapes à suivre pour utiliser la carte wifi ESP8266 :

Étape 1 : Configurez l'ESP8266

Le module ESP8266 doit être configuré. Votre module possède peut-être déjà les paramètres par défaut nécessaires, mais il est recommandé de le vérifier.

Vous devez vérifier les éléments suivants :

- Le module à un micro logiciel prenant en charge la version des commandes AT.
- Le module est configuré pour une vitesse de 115200.

Étape 2 : Connectez l'ESP8266 à l'ARDUINO UNO

Connectez l'ESP8266 à l'ARDUINO UNO selon le schéma ci-dessous. Notez que les contacts RX-TX sont connectés par un fil croisé.

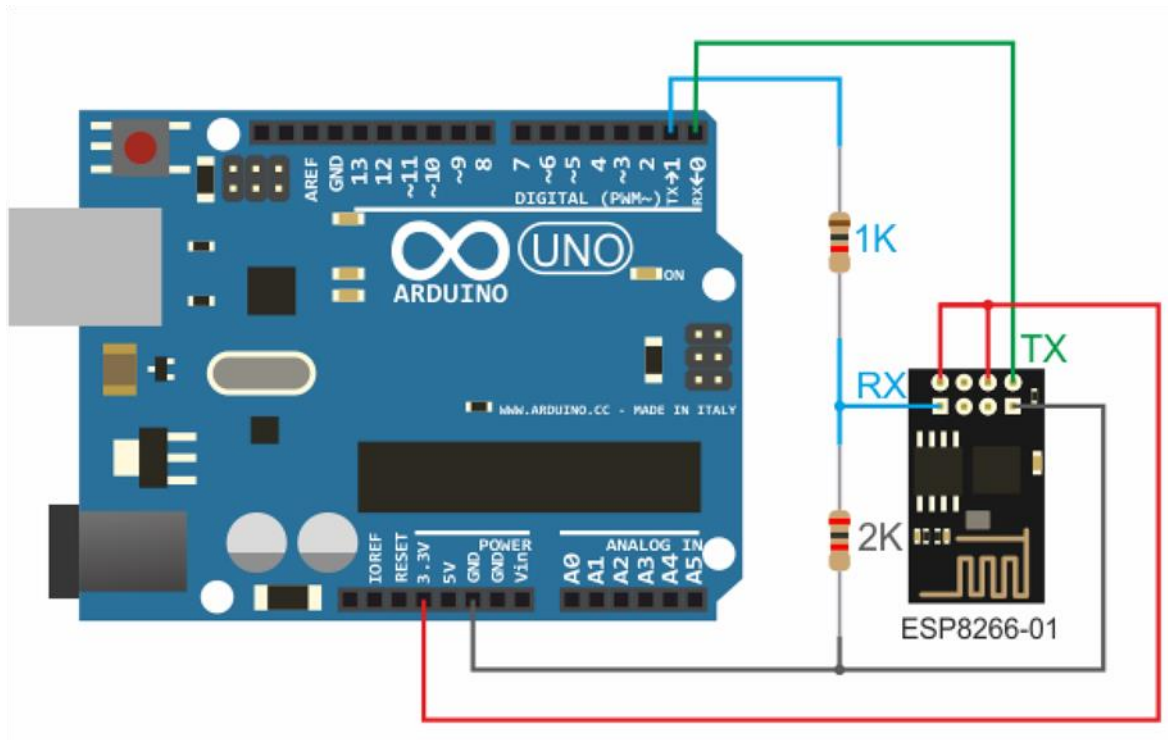


Figure3.26 : Branchement de la carte esp8266 avec la carte ARDUINO UNO.

Étant donné que les niveaux de signal du module ESP8266 sont de 3,3 V et que dans l'ARDUINO ils sont de 5 V, il est nécessaire d'utiliser un diviseur de tension résistif pour convertir le niveau du signal.

Étape 3 : Téléchargez le croquis dans l'ARDUINO

L'esquisse est chargée dans l'ARDUINO de la manière normale. Cependant, la programmation n'est pas possible car le module ESP8266 est connecté à la borne 0 et 1. Le compilateur affichera une erreur.

Avant la programmation, déconnectez les fils allant à l'ESP8266 des broches 0 et 1. Effectuez la programmation. Remettez ensuite les contacts en place. Appuyez sur le bouton de réinitialisation ARDUINO.

Étape 4 : Connectez-vous depuis l'application mobile

Installer l'application mobile RemoteXY sur votre smartphone.

3.12. Partie programme :

3.12.1. Introduction :

L'environnement de programmation ARDUINO (IDE en anglais) est une application écrite en Java inspirée du langage Processing. L'IDE permet d'écrire, de modifier un programme et de le convertir en une série d'instructions compréhensibles pour la carte. Le logiciel va nous permettre de programmer la carte ARDUINO. Il nous offre une multitude de fonctionnalités.

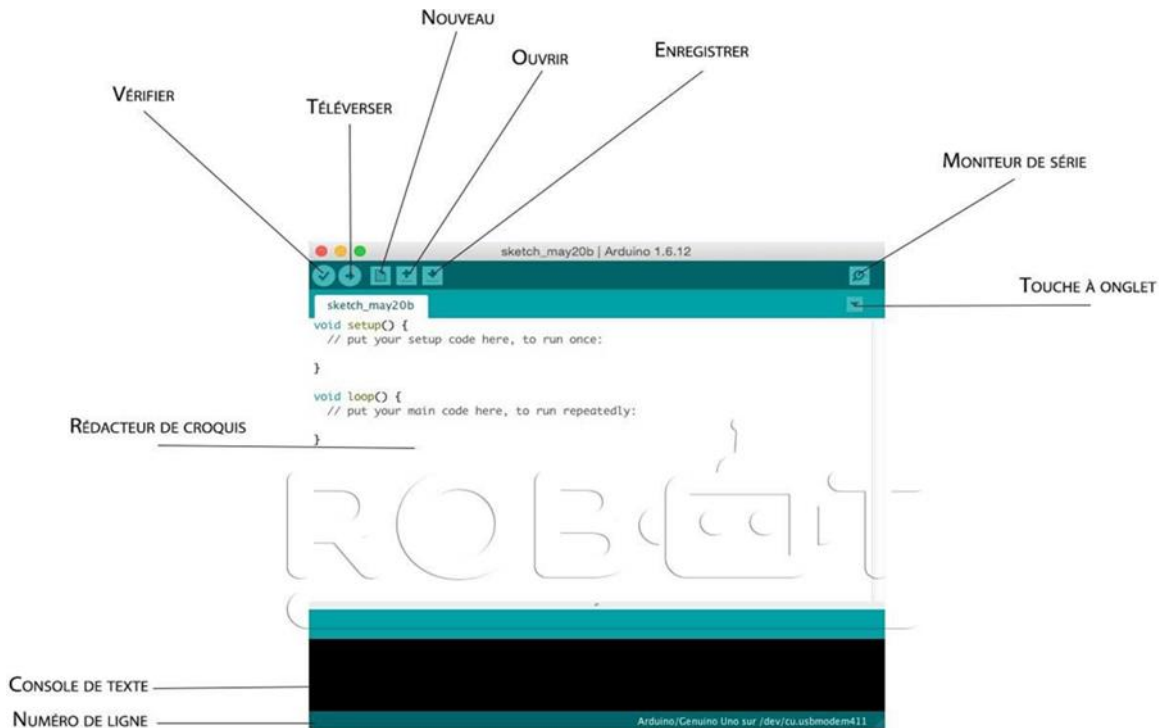


Figure 3.27 : Environnement de programmation ARDUINO (IDE)

3.12.2. Structure générale du programme (IDE ARDUINO) :

La structure des programmes ARDUINO est un peu particulier, en apparence, des structures habituelles du langage C. La syntaxe est la même qu'en langage C. Au début du programme, la déclaration des librairies utilisée par le programme et à compiler avec le programme.

3.13. L'application de contrôle « RemoteXY » :

Nous avons choisi de contrôler le système d'irrigation par le biais d'un smartphone on utilisant une application de contrôle. Pour cela nous avons opté pour l'application nommé « Remote XY ».

Remote XY est un moyen facile de créer et d'utiliser une interface utilisateur graphique mobile pour les cartes de contrôleur (comme les cartes Arduino) à contrôler via un smartphone ou une tablette. Le système comprend :

- Un éditeur d'interfaces graphiques mobiles pour des cartes de contrôle.
- Une application mobile Remote XY qui permet de se connecter à la carte de contrôle et de le contrôler via une interface graphique.

Remote XY permet de développer toute interface de gestion graphique, en utilisant des éléments de contrôle, d'affichage et de décoration ou toute combinaison de ceux-ci. Ces interfaces graphiques pour n'importe quelle tâche peuvent être développées, en plaçant les éléments à l'écran à l'aide d'un éditeur en ligne. Cet éditeur en ligne posté sur le site remotexy.com.

Après le développement de l'interface graphique, on obtient un code source à télé-verser, après modification, dans le microcontrôleur qui implémente l'interface graphique.

3.13.1. Le principe de fonctionnement de l'application RemoteXY :

- La structure de l'interface est stockée dans la carte de contrôle. Une fois connecté, il n'y a aucune interaction avec les serveurs lors du téléchargement de l'interface.
- Après le téléchargement de l'interface graphique, un protocole de communication s'établit entre l'application et la carte de contrôle, permettant ainsi la transmission de données et des ordres émis par les utilisateurs.
- Une application mobile peut gérer plusieurs cartes de contrôle.

Connexion entre le contrôleur et l'appareil mobile peut s'établir en utilisant les moyens suivants :

- Bluetooth.
- Wi-Fi.
- Ethernet par IP ou URL.
- Internet.
- USB.



Figure 3.28 : l'interface de remotexy

3.13.2. Le Panneau de la configuration de la plateforme RemoteXY :

En terme plus claire, RemoteXY vous permet de créer une interface simple avec des boutons, des variables, des LED en couleurs, des commentaires, des afficheurs, etc.

Le site RemoteXY vous donne le code à votre choix d'interface afin de simplifier la création.



Figure3.29 : exemple d'interface de contrôle avec RemoteXY pour notre système.

3.13.3. Les éléments de contrôle et les capteurs dans RemoteXY :

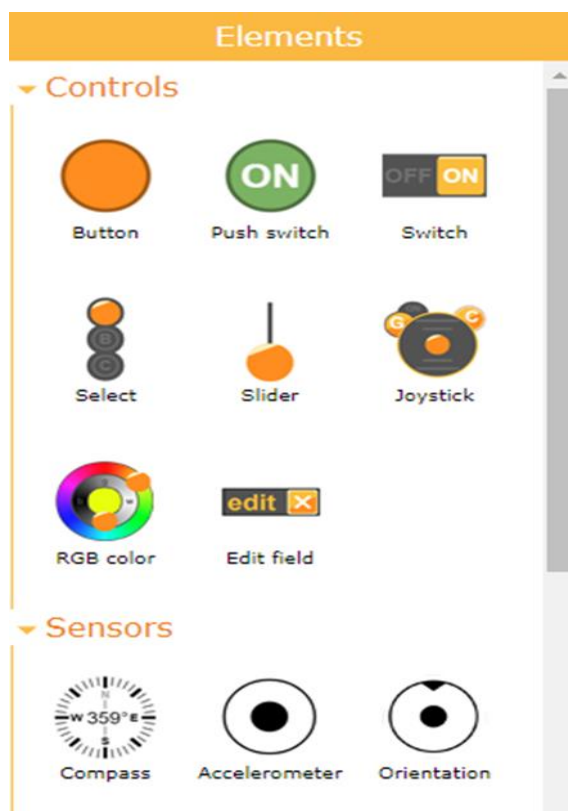


Figure3.30 : les éléments de contrôle et les capteurs dans plateforme remotexy.

3.13.3. Les indication et les éléments de décoration dans plateforme remotexy :

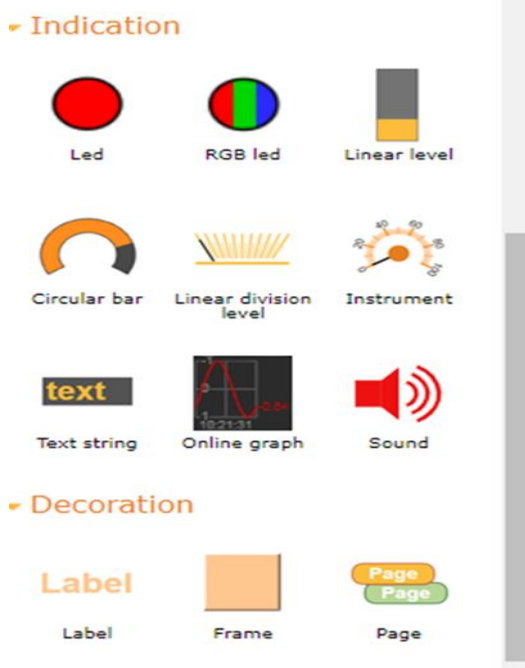


Figure.3.31 : Les indications et les éléments de décoration dans plateforme Remotexy.

3.13.4. La Configuration dans plateforme Remotexy :



Figure 3.32 : Le Code source

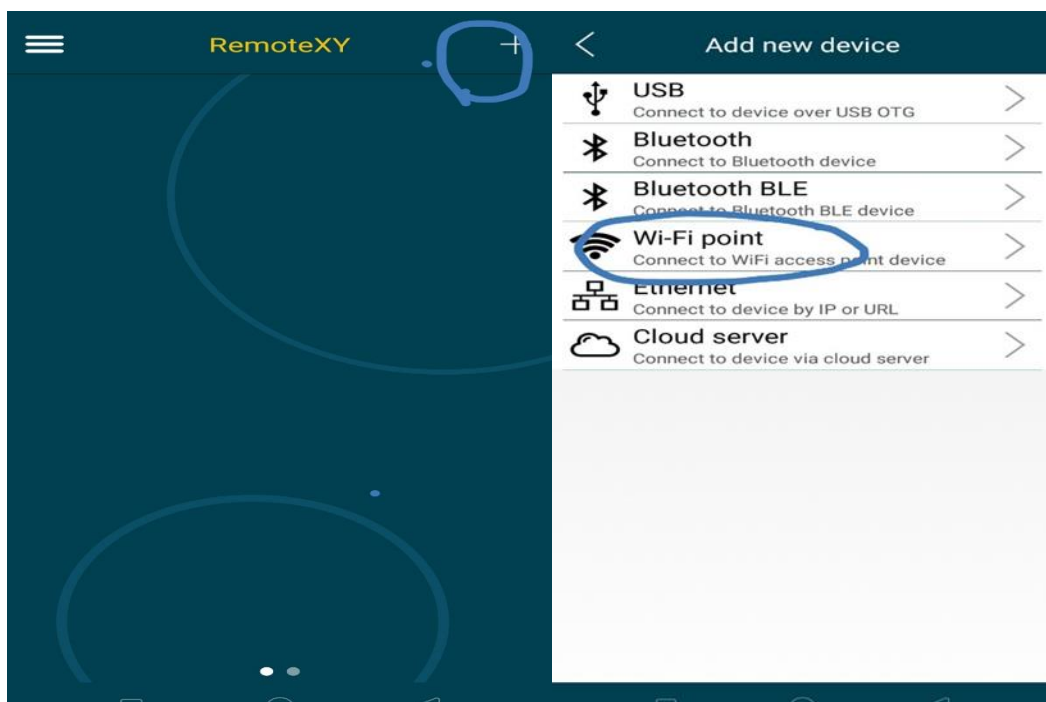
3.13.5. Les étapes à suivre pour Obtenir le code source :

Appuyez sur le bouton «Obtenir le code source». Comme montre la figure. Dans la page ouverte avec le code source du croquis, téléchargez-le sur votre ordinateur (le lien «Télécharger le code») et ouvrez-le dans l'IDE ARDUINO.

Téléchargez également la bibliothèque RemoteXY (lien «Télécharger la bibliothèque») depuis cette page. La bibliothèque étant correctement installée, le code source de l'esquisse doit être compilé sans erreur.

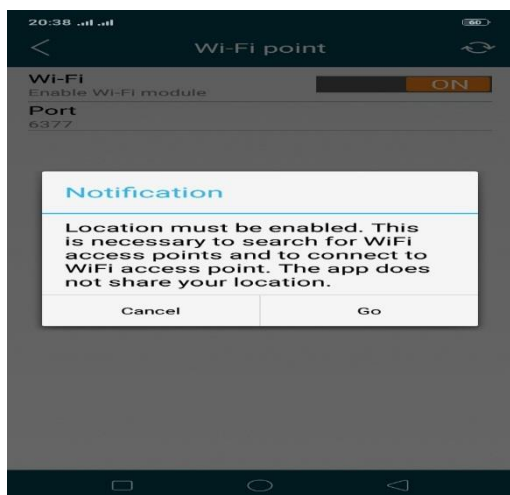
3.13.6. Les étapes à suivre pour utiliser l'application Android RemoteXY :

Dans l'application, appuyez sur le bouton de nouvelle connexion, sélectionnez la connexion WIFI POINT mais avant il faut activer la localisation. Dans la fenêtre qui s'ouvre, écrire le mot de passe. Cliquez sur le bouton "Connecter".



A

B



C

Figure 3.33 : Les étapes à suivre pour utiliser l'application Android RemoteXY.

3.14. Outil de simulation :

3.14.1. Logiciel PROTEUS :

ISIS (Intelligent Schematic Input System) est une unité de saisie de schéma électronique et de simulation de la suite logiciel Proteus qui nous permet de bien visualiser le bon déroulement du système, ARES c'est le module de routage et de conception de circuit imprimé de la suite de logiciel Proteus, le schéma électronique de notre montage est exposé sous ISIS .

Proteus est une suite de logiciels permettant la CAO électronique éditée par la société Labcenter Electronics. Proteus est composé de deux logiciels principaux : ISIS, permettant la création de schémas et la simulation électrique, et ARES, dédié à la création de circuits imprimés Grâce à des modules additionnels.

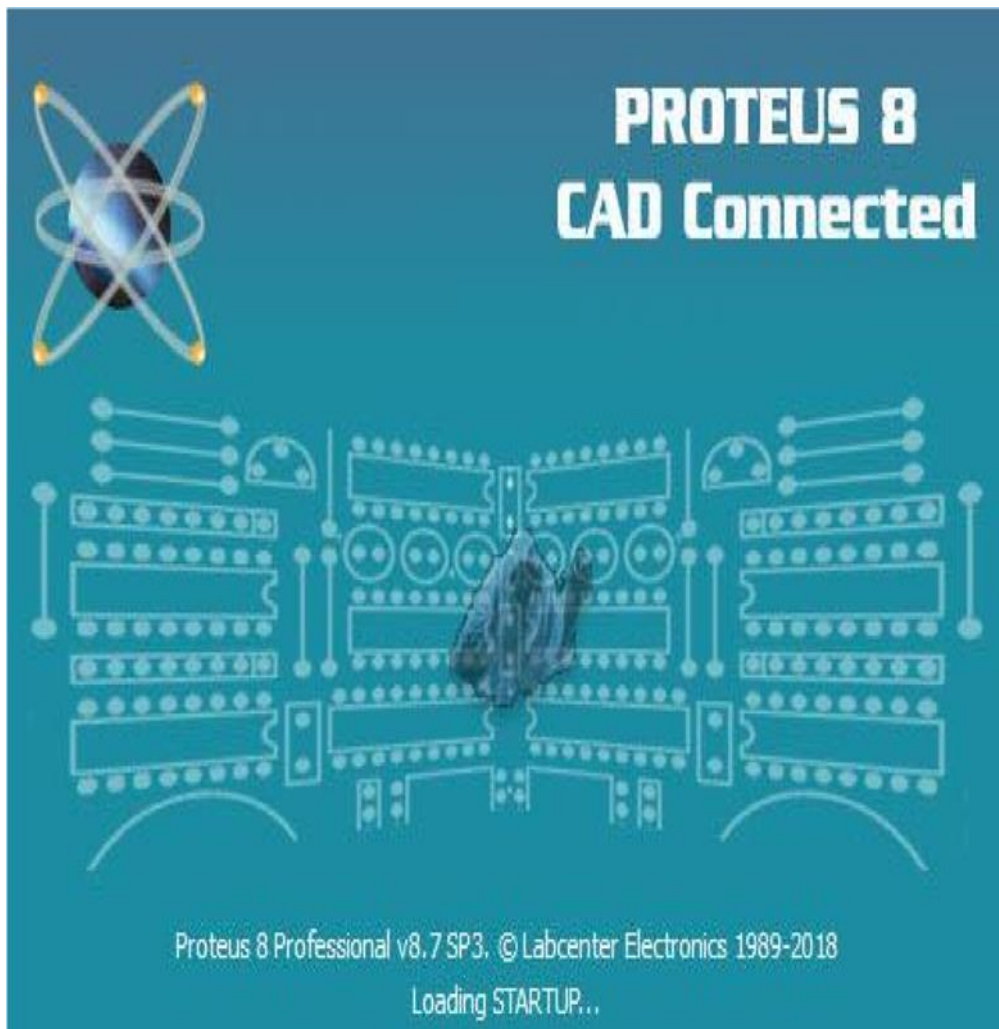


Figure 3.34 : ISIS (PORTEUS).

3.15. Étude économique :

Nous avons acheté nos composants, dont les prix sont présentés dans le tableau ci-dessous,

Composantes	Prix (da)
ARDUINO UNO	2400
ULTRASON	500
ESP8266	700
LCD 16*4	900
I2C	400
Plaque d'essai	700
BUZZER	100
fils	200
LEDS	100
2 pompes à eau	1600
2 Relais 5v	700
Le prix total	8300

Figure 3.35 : L'étude économique

5.16. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principaux composants que nous utiliserons pour la conception de notre nouveau système : une carte Arduino UNO, module wifi esp8266, le capteur Ultrason HCSR04, l'afficheur LCD 4*16 caractères avec module i2c, les leds et un buzzer la pompe d'eau et relais 5v.

Nous avons également montré les caractéristiques de la carte ARDUINO et précisément la carte ARDUINO UNO pour l'utiliser comme unité de commande pour notre système.

Le système ARDUINO permet de contrôler à distance depuis un ordinateur, un téléphone, c'est ça ce que on a besoin pour faire notre système.

Et les avantages d'utiliser capteur ultrason mieux que capteur de niveau, ainsi que le module wifi qui jouer un rôle très important dans notre projet permettant de rajouter la communication Wifi.

Et l'étude économique de notre projet.

Et logiciel de la simulation utilise PROTEUS et l'application RemoteXY.

Le chapitre suivant présentera les étapes de conception, simulation et réalisation de notre projet.

Chapitre 04 :

**Conception et simulation et
réalisation de notre projet.**

4.1. INTRODUCTION :

Nous aborderons dans ce chapitre la description de notre nouveau système, les détails de conception, simulation et réalisation ainsi que les résultats obtenus.

4.2. DESCRIPTION DU SYSTEME A CONCEVOIR :

Le principal composant que nous utiliserons pour la conception de notre travail est la carte ARDUINO UNO. Cette dernière communique avec tous les composants de notre système à savoir : carte wifi esp8266, le capteur de température, le capteur Ultrason, l'afficheur LCD et le BUZZER.

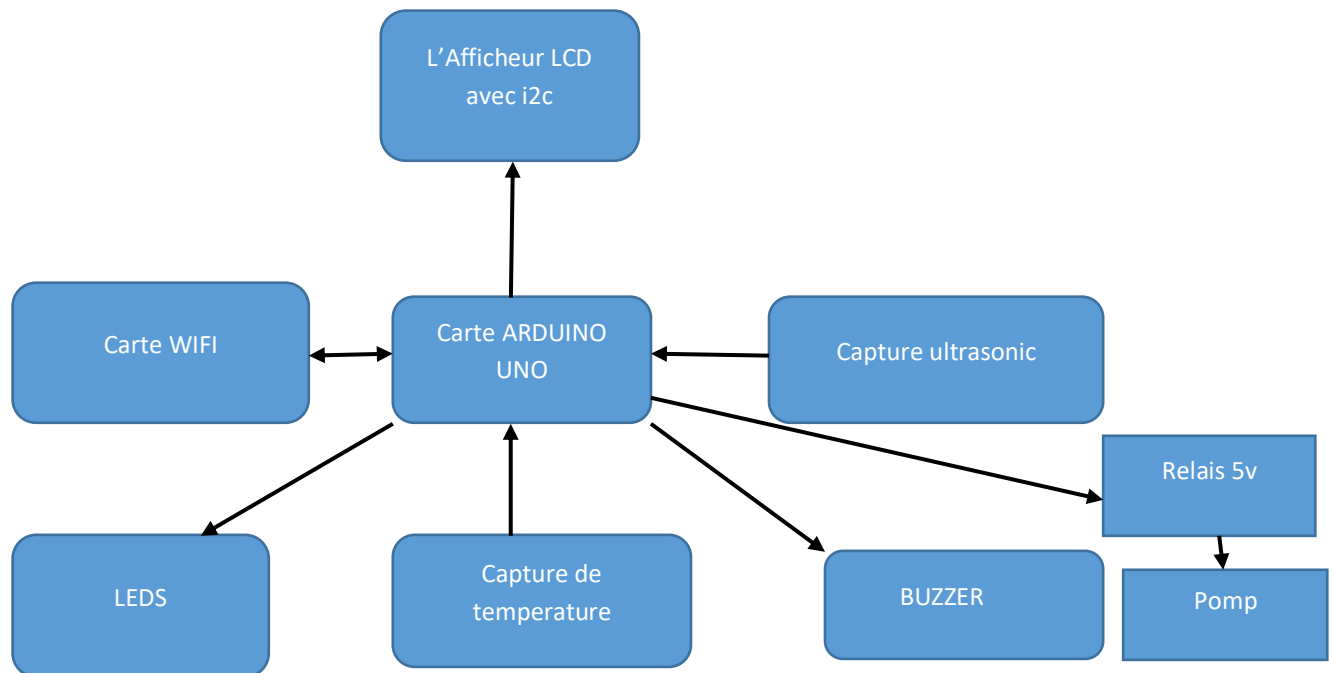


Figure 4.1 : Logigramme du notre système.

Le capteur ultrason sert à détecter le niveau d'eau et l'envoyer par un signal à la carte Arduino UNO qui par la suite affiche le résultat sur l'afficheur LCD en indiquant l'état d'eau normale ou alerte. Le capteur de Température détecte la température d'eau et l'envoi à la carte Arduino uno qui par la suite affiche le résultat sur l'afficheur LCD,

Et aussi sur l'application RemoteXY on affiche la température et le niveau d'eau.

Si le niveau d'eau $\geq 75\%$ le buzzer sonne et led orange allumer et pompe_2 ON pour vider le réservoir.

Et Si le niveau d'eau $\leq 25\%$ le Buzzer sonne et led rouge allumer et pompe_1 ON pour remplir le réservoir.

Si le niveau d'eau est dans l'état normal $25\% < \text{Niveau d'eau} < 75\%$ led vert allumer.

On a utilisé le capteur wifi pour connaître les niveaux d'eau et la température à distance tout dans une application Android qui affiche la température et niveau d'eau et l'état des pompes. et il peut réagir (automatiquement et à distance).

4.3. ORGANIGRAMME DE NOTRE SYSTEME :

L'organigramme du code source du microcontrôleur de notre carte Arduino uno.

Le capteur Ultrason détecte niveau d'eau et aussi capteur de température détecte température.

L'afficheur LCD et l'application RemoteXY affiche la température captée et le niveau d'eau et l'état des pompes.

Si le niveau d'eau $\geq 75\%$ le buzzer sonne et led orange allumer et pompe_2 ON pour remplir le réservoir c'est l'état d'alerte.

Et Si le niveau d'eau $\leq 25\%$ le Buzzer sonne et led rouge allumer et pompe_1 ON pour vider le réservoir c'est l'état d'alerte.

Si le niveau d'eau est dans l'état normal $25\% < \text{Niveau d'eau} < 75\%$ led vert allumer

Et les 2 pompes sont OFF.

A l'aide du capteur wifi on connaitre le niveau d'eau et la température à distance tout dans une application Android qui afficher la température et le niveau d'eau et réagir dans l'état d'alerte avec un bouton, La carte wifi est destiné à réaliser une liaison wifi entre le microcontrôleur et le téléphone afin d'avoir un affichage à distance des paramètres (la température et le niveau d'eau)

L'application RemoteXY qui sert à afficher les paramètres et réagir à distance si le niveau d'eau dans les deux cas suivantes :

On remplir si le niveau d'eau $\leq 25\%$ avec pompe_1 ON avec un bouton_1 à distance,

Et avec un bouton_2 on peut vidée à distance si le niveau d'eau $\geq 75\%$ avec la pompe_2.

Notre système réagir automatiquement lors de la présence d'une anomalie pour régler le problème.

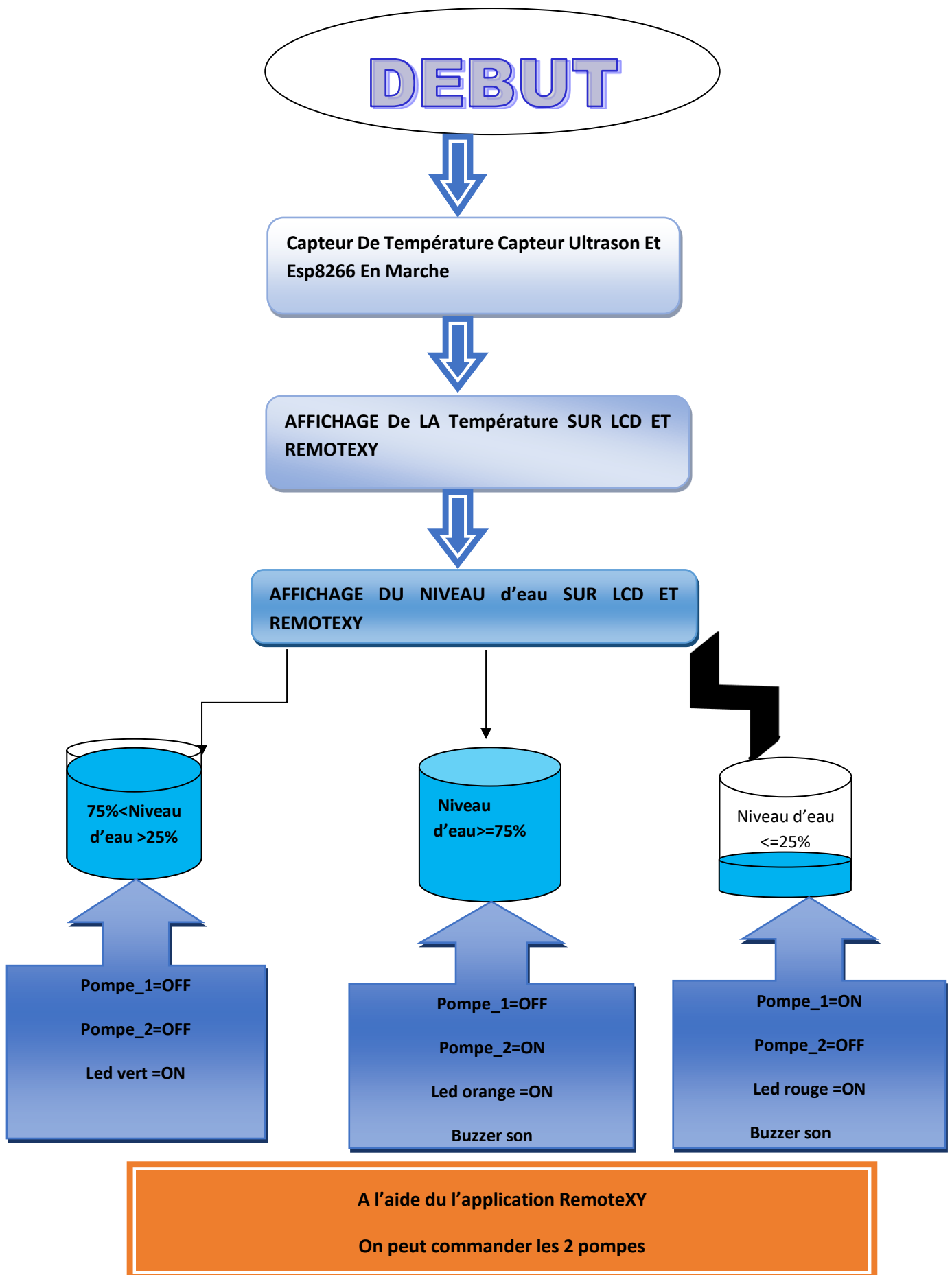


Figure.4.2 :L'ORGANIGRAMME DE NOTRE NOUVEAU SYSTEME.

4.4. CIRCUIT DE LA SIMULATION :

Nous avons simulé notre circuit sous la plateforme PROTEUS. Notre circuit de simulation est composé principalement d'une carte ARDUINO UNO, ESP8266, capteurs de température DS18B20, capteur Ultrason HC-SR04, afficheur LCD 4*16 caractères avec I2C et d'un buzzer et des leds et pompe et relais 5v (Voir la figure).

La bibliothèque du capteur ESP8266 n'est pas disponible ni sur le logiciel Proteus ni sur la plateforme Tinkercad.

4.4.1. La Simulation d'un capteur ultrason et afficheur LCD 4*16 avec I2C et ARDUINO UNO :

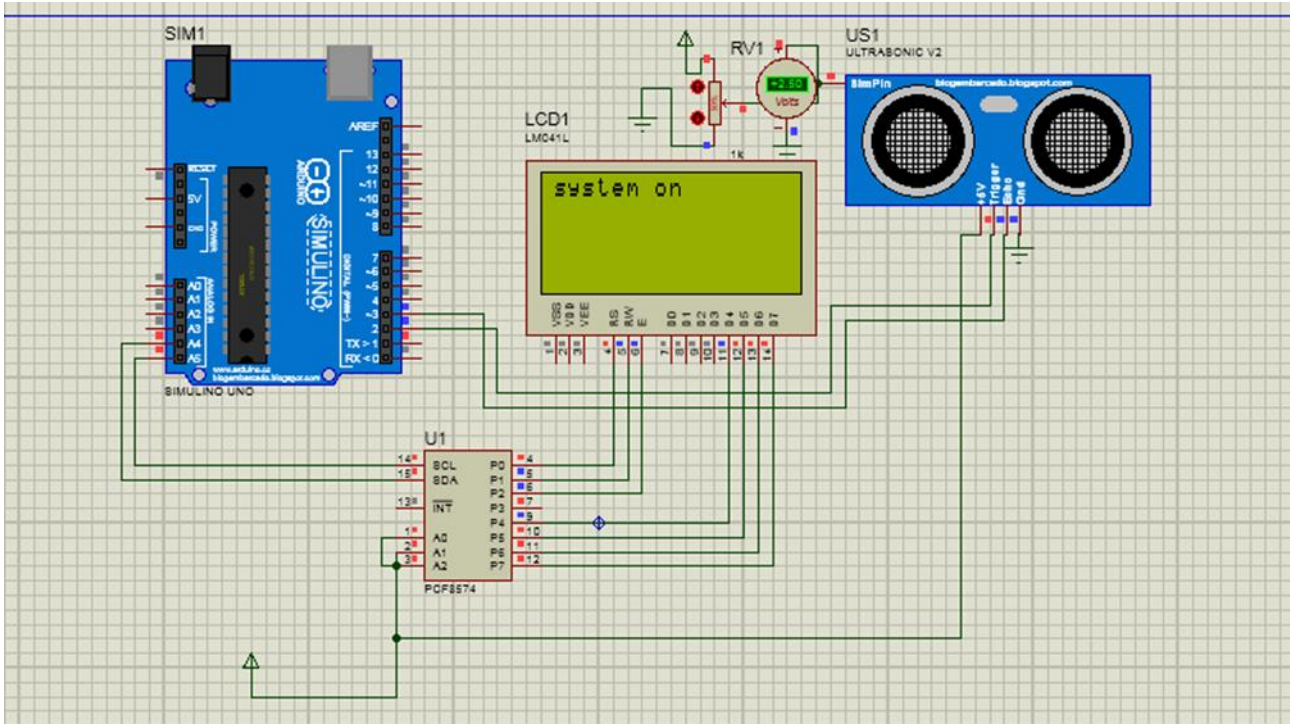


Figure.4.3 : La Simulation d'un capteur ultrason et afficheur LCD 4*16 avec I2C et ARDUINO UNO.

4.4.2. La Simulation avec un BUZZER et LEDS :

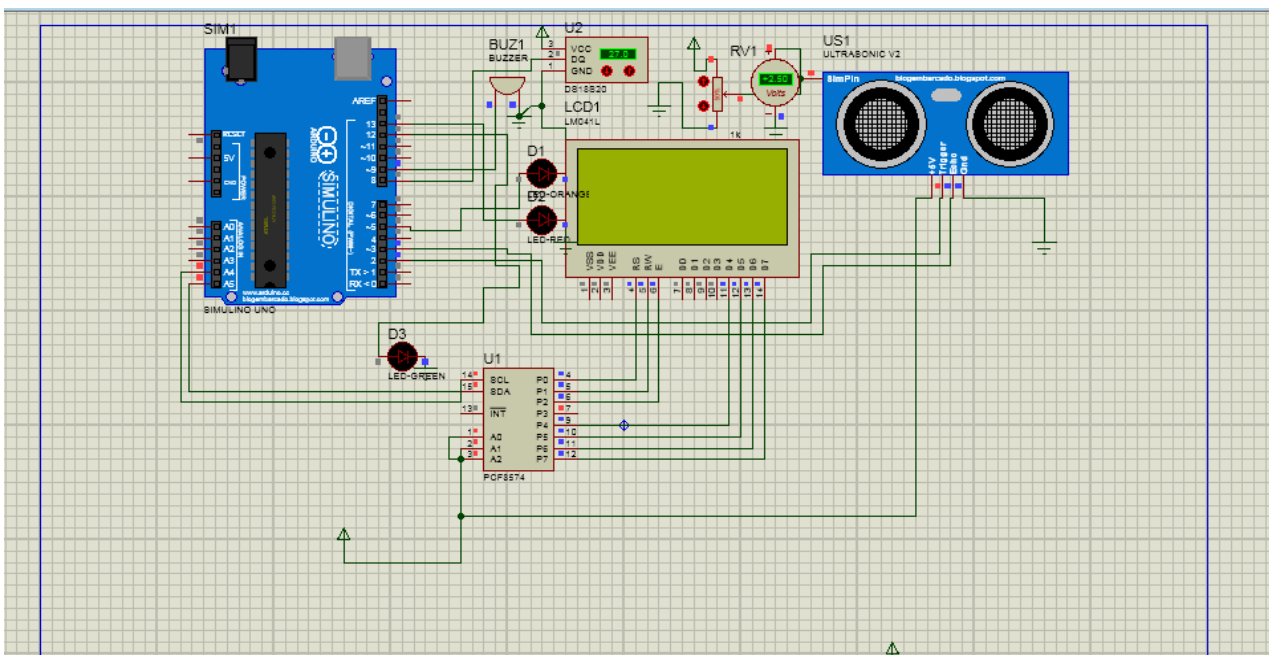


Figure.4.4: La simulation du circuit avec buzzer et les leds.

4.4.3. La Simulation un capteur de temperature :

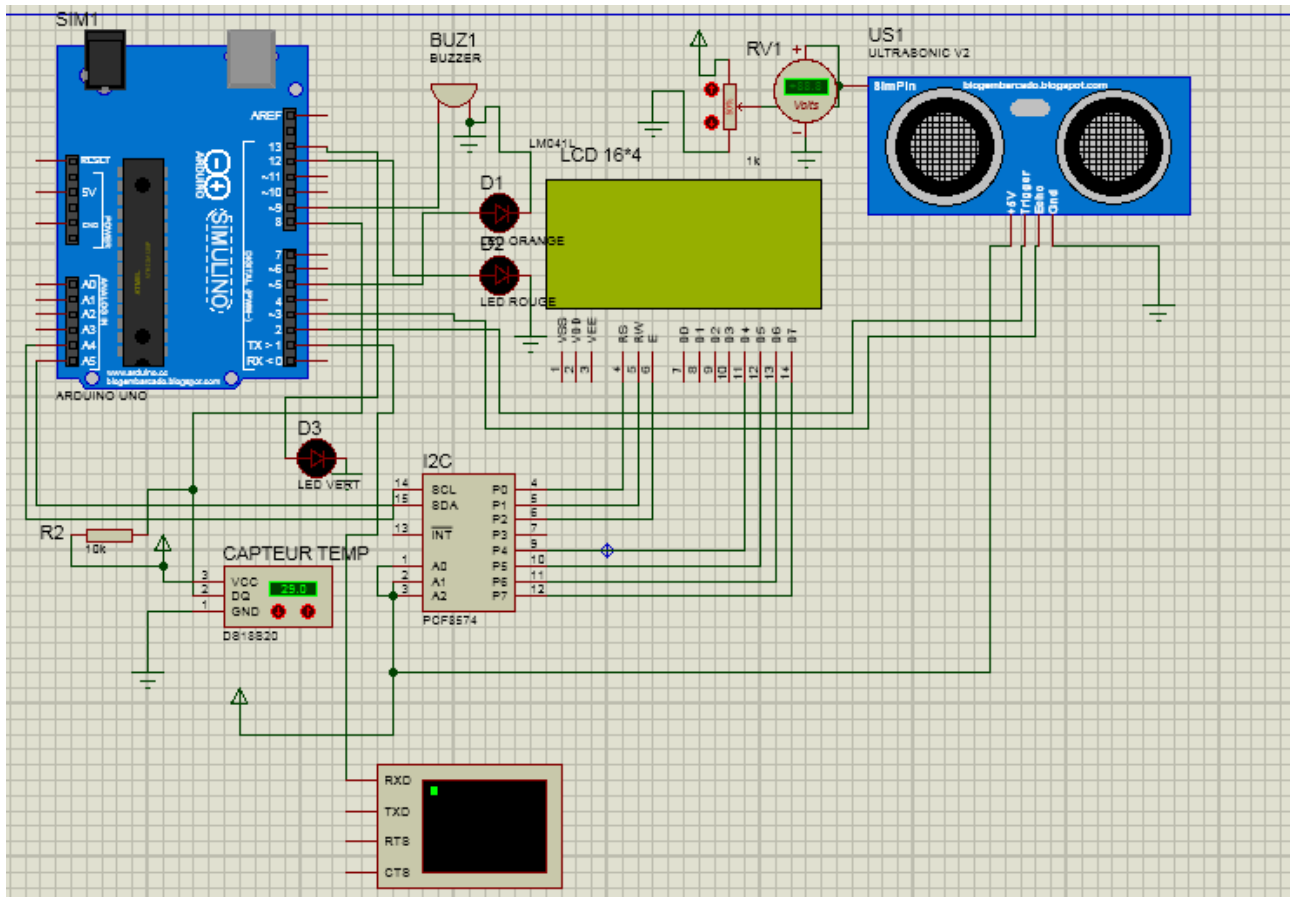


Figure.4.5 : La simulation de notre projet avec capteur de temperature.

4.4.4.La simulation du notre projet :

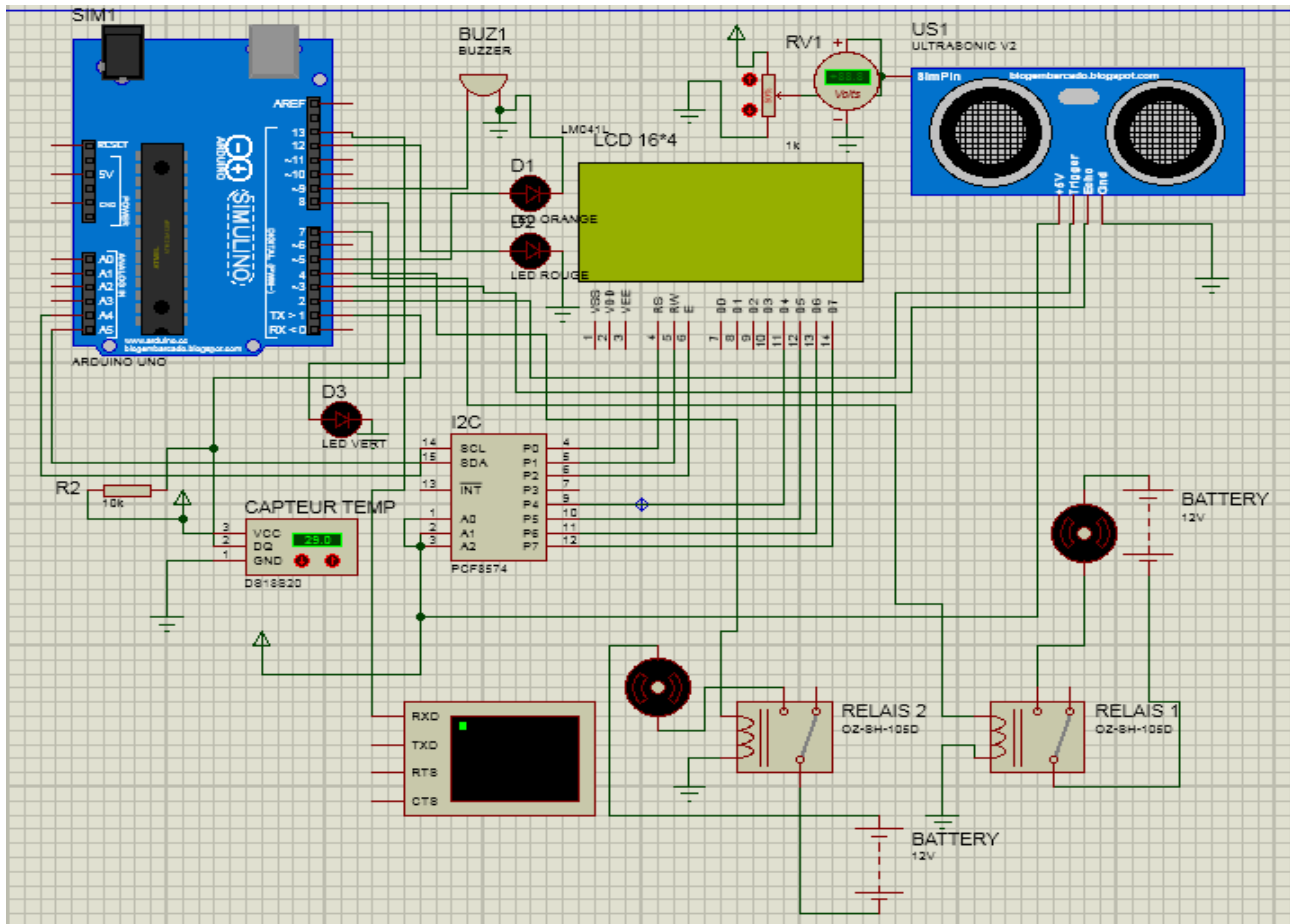


Figure.4.6 :Circuit finale du notre projet sous proteus .

4.4.5.Circuit finale du notre projet sous fritzing :

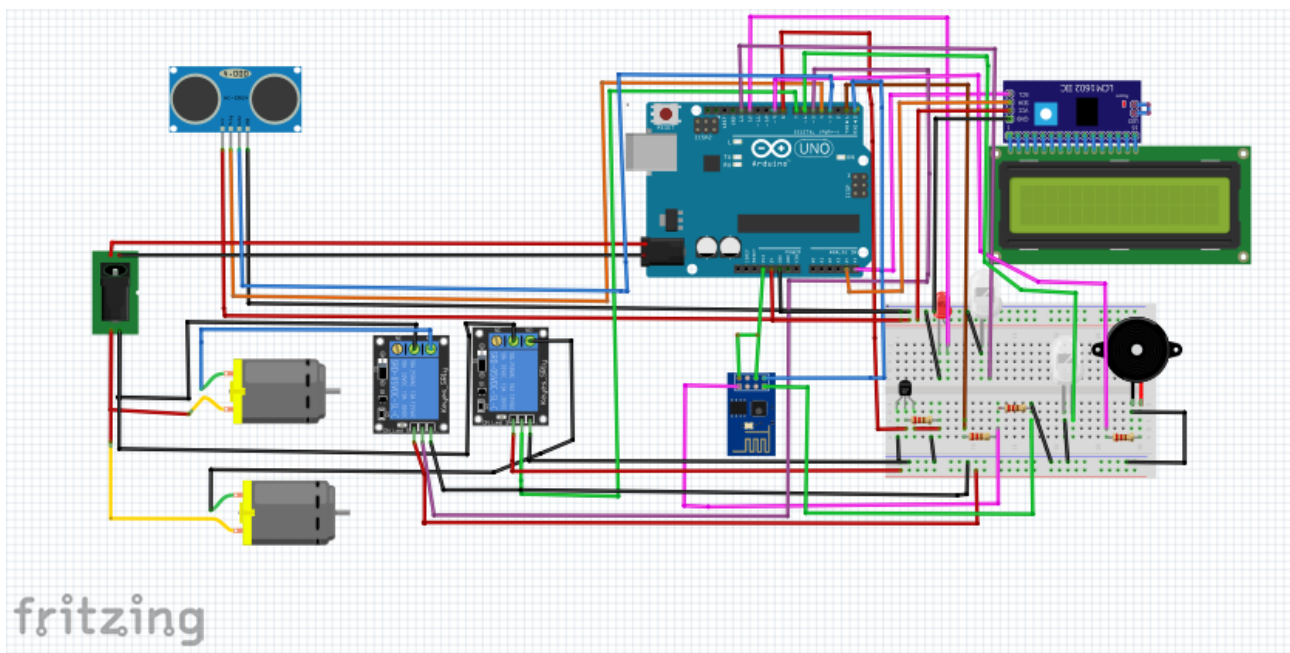


Figure 4.7:Circuit finale du notre projet sous fritzing.

4.5.RESULTATS DE LA SIMULATION :

La simulation de système de niveaux d'eau doté d'un capteur ultrason traite trois situations différentes.

4.5.1.Le capteur ultrason détecté le niveau d'eau a une distance ≤ 5.5 :

Lorsque le capteur ultrason détecte un objet à une distance ≤ 5.5 c'est à dire le niveau d'eau $\geq 75\%$.

le Capteur de température détecte une température en Celsius

l'afficheur LCD et l'application RemoteXY affiche le niveau d'eau et la température led orange allumee, buzzer son, pompe_2 ON pour video .

dans L'application RemoteXY affiche que la pompe_2 ON et la pompe_1 OF.

on peut aussi commande a distance Démarrage ou l'arrêt de la pompe avec un switch (ON/OFF).

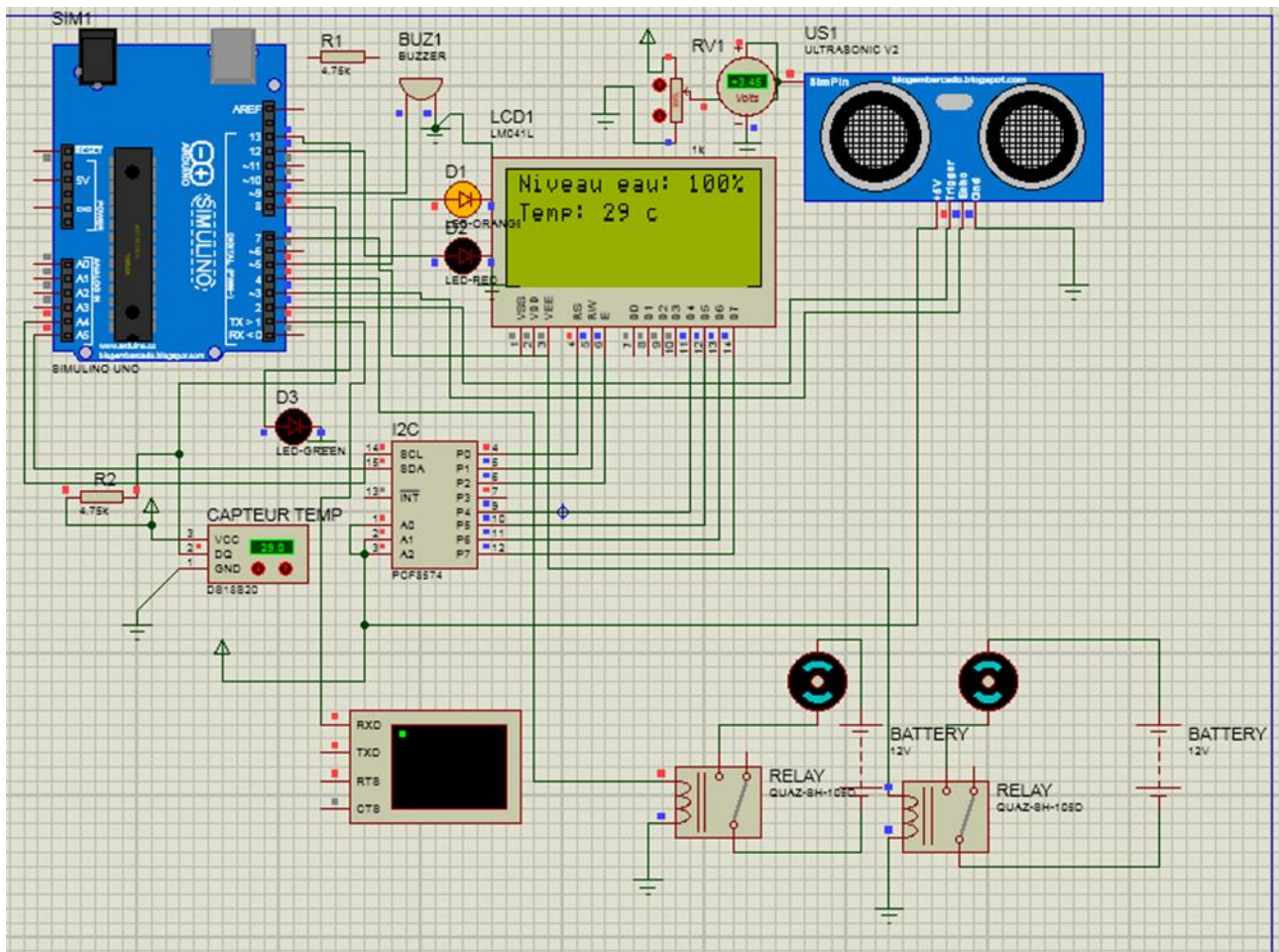


Figure.4.8:Simulation du Le Capteur Ultrason Détecte le niveau d'eau à distance ≤ 5.5 .



Figure 4.9 : l’affichage sur la application RemoteXYdistance ≤ 5.5 .

4.5.2. Le Capteur Ultrason Détecte le niveau d’eau à une distance ≥ 10.5 :

Lorsque le capteur ultrason détecte le niveau d’eau à une distance ≥ 10.5 , c’est à dire le niveau d’eau est $\leq 25\%$.

Le Capteur de température détecte une température en Celsius.

l’afficheur LCD et l’application RemoteXY affiche le niveau d’eau et la température led rouge allumée, buzzer son, pompe_1ON pour remplir le reservoir .

dans L’application RemoteXY affiche que la pompe_1 ON et pompe_2 OFF.

on peut aussi commande a distance Démarrage ou l’arrêt de la pompe avec un switch (ON/OFF).

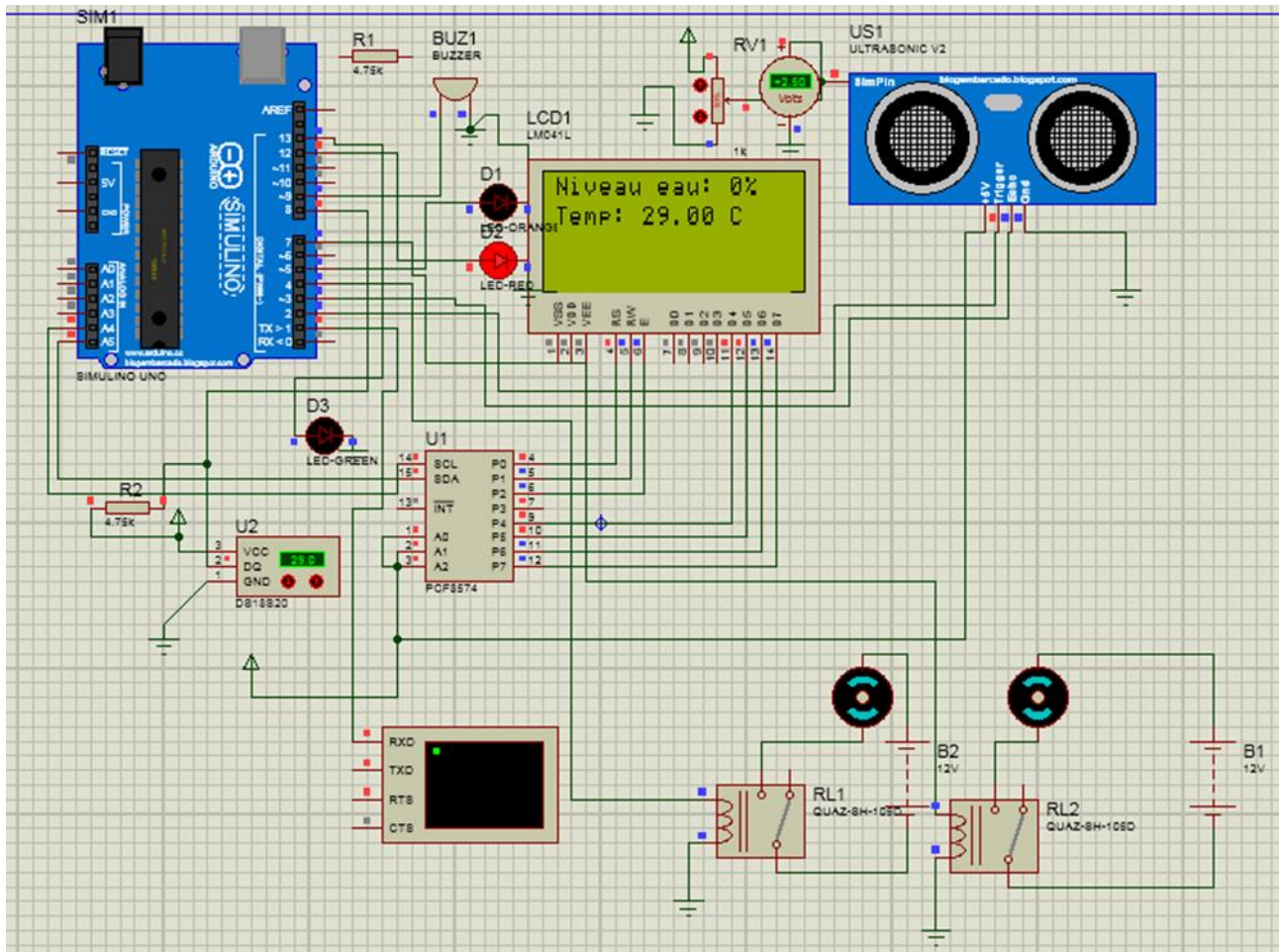


Figure4.10:Simulation Le Capteur Ultrason Détecte le niveau d'eau à distance ≥ 10.5 .



Figure 4.11 :l'affichage sur la application RemoteXY distance ≥ 10.5 .

4.5.3.Le capteur ultrason détecté le niveau d'eau $10.5 < \text{distance} < 5.5$:

Lorsque le capteur ultrason détecte le niveau d'eau à une $10.5 < \text{distance} < 5.5$

Le niveau deau 25% $< \text{distance} < 75\%$.

Le Capteur de température détecte une température en Celsius.

l'afficheur LCD et l'application RemoteXY affiche le niveau d'eau et la température, led vert allumée, les 2 pompes sont off c'est l'état normal.

dans L'application RemoteXY affiche que les 2 pompes sont off, on peut toujours commander à distance Démarrage ou l'arrêt de la pompe avec un switch (ON/OFF).

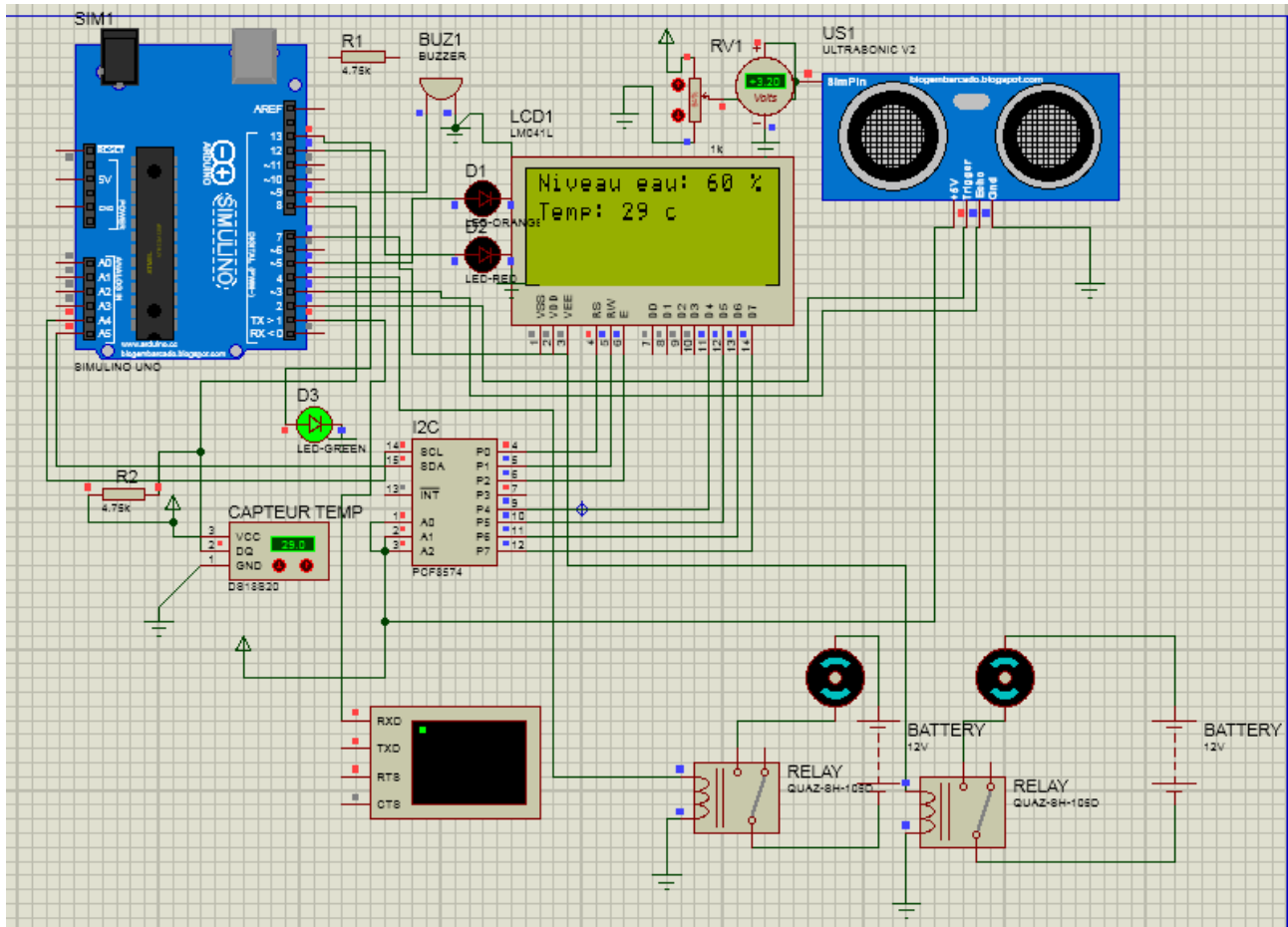


Figure 4.12 :Simulation Le Capteur Ultrason Détecte le niveau d'eau à $10.5 < \text{distance} < 5.5$.



Figure 4.13 : l'affichage sur la application RemoteXY $10.5 < \text{distance} < 5.5$.

4.6.DISCUTION DES RESULTATS :

La simulation de notre système fonctionne correctement, comme nous l'avons prévu dans l'organigramme. La simulation de notre système aurait été mieux avec le capteur wifi ESP8266 indisponible dans la bibliothèque de proteus.

Après la conception et la simulation du notre système nous passons à la réalisation.

4.7.REALISATION DU CIRCUIT :

4.7.1.Circuit de la Réalisation:

La réalisation est faite à base d'une carte Arduino UNO. Tous les composants sont reliés avec cette carte comme l'illustre la figure.

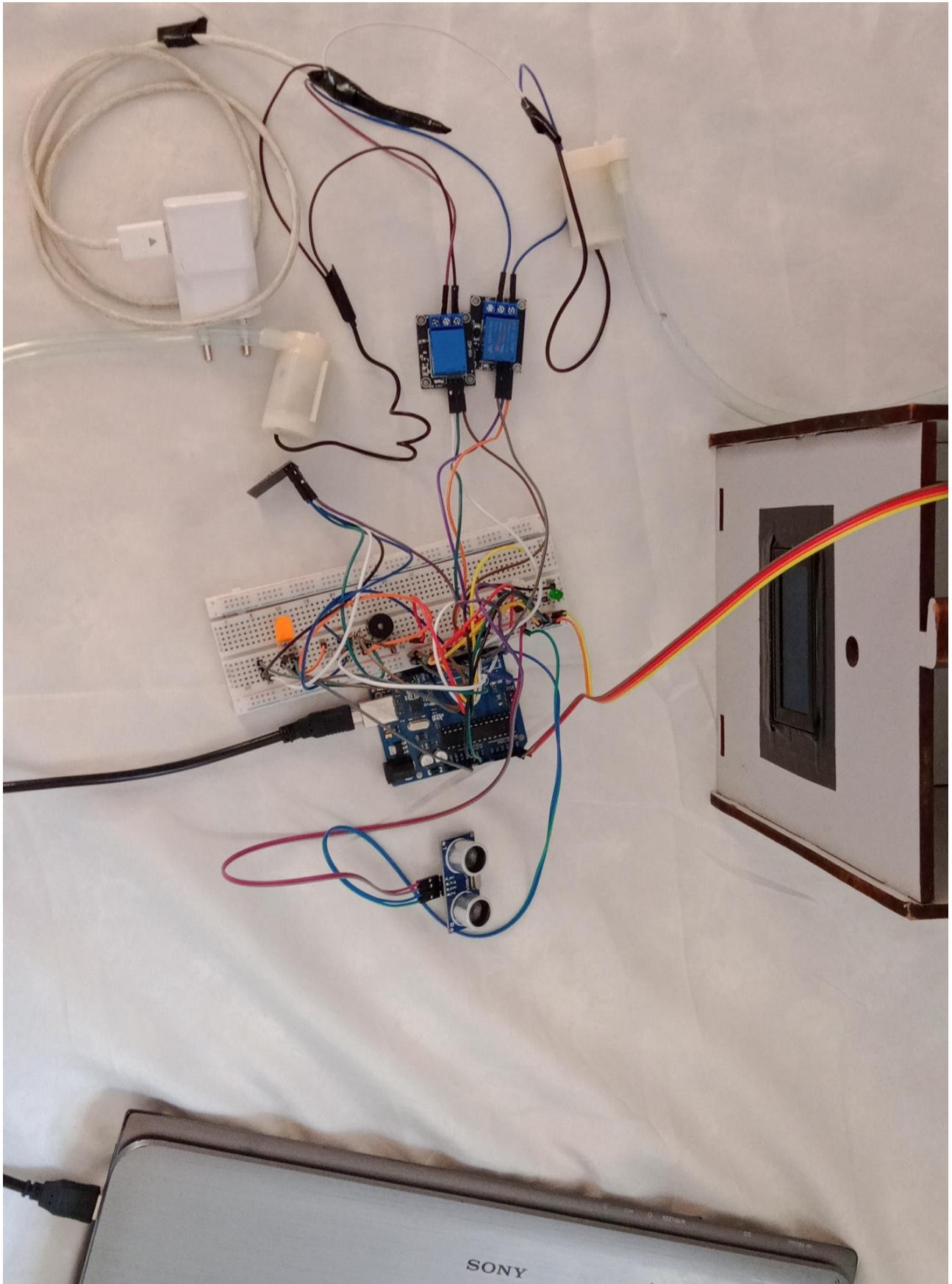


Figure 4.14 :la Réalisation

4.8. La Mise en Boite de Notre projet :

Nous avons mis notre circuit en boîtier, comme le montre la figure 4 .15.



Figure 4 .15 : La mise en boite de notre projet.

4.9. CONCLUSION :

Au cours de ce chapitre, nous avons conçu, simulé et réaliser notre système qui consisté à connaitre le niveau d'eau et la température et réagir à distance si le niveau d'eau dans l'état d'alerte pour le vidée ou bien pour le remplir. Nous avons testé et vérifié que notre système fonctionne correctement dans différentes situations.

Conclusion générale :

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, le travail élaboré est au terme bénéfique vu qu'il a permis à nos connaissances vers la conception d'une application.

En effet, notre projet se résume dans la découverte du domaine de contrôle d'objet connecter, qui est un domaine vaste et innovant et la familiarisation avec les techniques de développement qui nous ont permis d'améliorer nos compétences.

Nos stages à la centrale à cycle combiné CAP-DJINET sont très enrichissants à plusieurs niveaux, que ce soit pour apporter des connaissances pratiques ou travailler dans un environnement industriel.

Notre système permettant de récupérer les données de capteur de température et capteur ultrason et de les afficher sur une application androïde (RemoteXY) présente au niveau de la tablette ou d'un téléphone portable et aussi sur l'afficheur LCD. Et réagir automatiquement lors de la présence d'une anomalie pour régler le problème et il peut aussi réagir à distance si on veut atteint ou allumer les 2 pompes.

L'ensemble de ce nouveau système est composé d'une carte Arduino UNO, un capteur ultrason HC04, un capteur de température ds18b20, un buzzer et un afficheur LCD 4*16 caractères, relais 5v, pompe à eau immerge, les LEDs, module wifi esp8266,

Malheureusement, l'indisponibilité de module wifi esp8266 sur Tinkercad et proteus pour notre simulation.

Donc on a fait notre circuit final sous logiciel de la simulation firtzing.

Ce travail nous a permis d'acquérir un certain nombre d'information et une certaine expérience avec ce type de système, à travers des différents problèmes rencontrés lors de la réalisation de ce projet.

Enfin, nous espérons que notre projet simplifier le travail des ingénieurs.

Et permet également de gagner du temps et de réduire l'effort humain.

Bibliographique :

- [1] : Documentation de la centrale à cycle combiné de 'RAS-DJINET'
- [2] : Basic-01_Description générale de la centrale électrique Rev (documents interne de la centrale électrique)
- [3] : Basic 12 & 13 Description générale-Turbine à gaz SGT5 4000F et ses composants (documents interne de la centrale électrique)
- [4] : Documentation de la centrale à cycle combiné de Ras Djinet 2.
- [5] : Document pole TV-TG centre « Le caractéristique technique bloc de puissance + BOP centrale CC RDJ2 Ras Djinet » année 2017.
- [6]: Frederic Perrenoud « frederic@perrenoud.com ». Programmation de l'Arduino. De l'idée au concret, comment aboutir dans ses projets. Licence Creative Common CC BY-NC-SA. Version : 1.0.
- [7] : Astalaseven, Eskimon et olyte, Arduino pour bien commencer en électronique et en programmation, Licence Creative Commons, 04/08/2012.
- [8] : John Nussey, "Arduino pour les nuls ", 2ème édition, (2017).
- [9] : Introduction à Arduino, "VOUS AVEZ DIT ARDUINO ? ".
- [10] : François Pecquery, "L'ARDUINO UNO", 2016
- [11] : La carte Arduino UNO (C. Fréou et A. Grimault)
- [12] : F.boudoin, M.lavabre, (2008), capteurs : principes et utilisations, 2eme edition castella, paris [6]
- [13] : premiers pas en informatique embarquée Auteurs :simonlandraunt (eskimon) et Hippolyte Weisslinger (olyte)
- [14] : cours de proteus professionnel (M. TOURE Mohamed Lamine)
- [15] : BENIKHLEF, Meriem ET BENOTMANE, Ikram. Conception et réalisation d'un système d'acquisition de données d'un capteur ultrasons HC-SR04 en utilisant un algorithme de filtre de Kalman. Thèse de doctorat. (2019).
- [18] : LAB, "Mesure de température - DS18B20", 3 janvier 2016
- [19] : le site ARDUINO en français
www.arduino.cc.com(page consulté le 01/03/2022).
- [20] : Le site <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>(page consulté le 02/03/2022).
- [21] : Guide, quel module ESP8266 choisir, alimentation, programmé avec Arduino IDE

<http://sebdelaporte.fr/micro-controleur/esp8266/presentation-de-l-esp8266> (page consulté le 02/03/2022).

[22] : le site www.la_carte_arduino_Uno.pdf (page consulté le 03/03/2022).

[23] : le site www.arduinoCottenceau2016.pdf(page consulté le 03/03/2022).

[24] : le site <https://www.arduino.pdf>(page consulté le 04/03/2022).

[25] : [www.cour4handout\(1\).pdf](http://www.cour4handout(1).pdf)(page consulté le 06/03/2022).

[26] : Le site www.components101.com(page consulté le 11/03/2022).

[27] : HC-SR04 – Module de détection aux Ultrasons – gotronic.fr
<https://www.gotronic.fr/pj2-hc-sr04-utilisation-avec-picaxe-1343.pdf> (page consulte le 06/03/2022)

[28] : Les afficheurs à cristaux liquides
<https://www.aurel32.net/elec/lcd.php> (page consulté le 11/03/2022).

[29] : www.alldatasheet.com (page consulté le 11/03/2022).

[30] : <https://www.electronique-mixte.fr/microcontrolleurs> (page consulté le 12/03/2022).

[31] : <https://www.theengineeringprojects.com>(page consulté le 13/03/2022).

[32]: Definition application Remote (How it Works) <http://remotexy.com/en/help/> (page consulté le 07/04/2022).

[33] : <https://www.aranacorp.com/fr/utilisation-dun-module-relais-avec-arduino/amp/>(page consulté le 09/04/2022).

[34] : le site <https://arduino-france.site/module-relais/>(Page consulté le 09/04/2022).

[35] : <https://www.aranacorp.com/fr/utilisation-dun-module-relais-avec-arduino/amp/>(page consulté le 10/04/2022).

[36] : Wikipédia "Fritzing"(page consulté le 05/05/2022).

Annexe :

Le code source de notre projet surveillance à distance du niveau d'eau et la température:

```
*/

////////////////////////////////////
// RemoteXY include library      //
////////////////////////////////////

// RemoteXY select connection mode and include library
#define REMOTEXY_MODE__ESP8266_HARDSERIAL_POINT

#include <RemoteXY.h>

// RemoteXY connection settings
#define REMOTEXY_SERIAL Serial
#define REMOTEXY_SERIAL_SPEED 115200
#define REMOTEXY_WIFI_SSID "waterlevel"
#define REMOTEXY_WIFI_PASSWORD "12345678"
#define REMOTEXY_SERVER_PORT 6377

// RemoteXY configurate
#pragma pack(push, 1)
uint8_t RemoteXY_CONF[] = // 256 bytes
{ 255,5,0,44,0,249,0,16,178,0,1,0,10,51,12,12,130,31,0,1,
  0,37,51,12,12,2,31,0,1,0,61,51,12,12,1,31,0,129,0,7,
  13,59,6,24,84,101,109,112,195,169,114,97,116,117,114,101,40,194,176,67,
  41,32,0,129,0,8,7,55,6,24,78,105,118,101,97,117,32,100,39,101,
  97,117,40,37,41,0,67,4,65,14,20,5,36,26,11,67,4,65,7,20,
  5,36,26,11,67,4,9,28,20,5,36,26,11,2,0,63,24,22,11,36,
  26,31,31,79,78,0,79,70,70,0,129,0,8,45,53,6,24,76,69,68,
  115,32,105,110,116,101,108,108,105,103,101,110,116,101,115,32,0,129,0,8,
  19,68,6,24,115,121,115,116,195,168,109,101,32,100,101,32,115,117,114,118,
  101,105,108,108,97,110,99,101,0,129,0,22,1,18,6,17,0,129,0,4,
  1,90,6,24,83,85,82,86,69,73,76,76,65,78,67,69,32,78,73,86,
  69,65,85,32,68,39,69,65,85,0,2,0,63,36,22,11,6,26,31,31,
  79,78,0,79,70,70,0,67,4,9,36,20,5,36,26,11 };

// this structure defines all the variables and events of your control interface
struct {
```

```

// input variables
uint8_t led_vert; // =1 if button pressed, else =0
uint8_t button_2; // =1 if button pressed, else =0
uint8_t led_rouge; // =1 if button pressed, else =0
uint8_t switch_remplir; // =1 if switch ON and =0 if OFF
uint8_t switch_vidée; // =1 if switch ON and =0 if OFF

// output variables
char temp[11]; // string UTF8 end zero
char water[11]; // string UTF8 end zero
char pump1[11]; // string UTF8 end zero
char pump2[11]; // string UTF8 end zero

// other variable
uint8_t connect_flag; // =1 if wire connected, else =0

} RemoteXY;
#pragma pack(pop)

////////////////////////////////////
//      END RemoteXY include      //
////////////////////////////////////

#define PIN_LED_VERT 13
#define PIN_BUTTON_2 2
#define PIN_LED_ROUGE 5
#define PIN_SWITCH_REMPLIR 7
#define PIN_SWITCH_VIDEE 6
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define ONE_WIRE_BUS 8

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,4);
int trigPin =4;
int echoPin = 3;
#define PIN_LED_VERT 13

```

```

#define PIN_BUTTON_2 2
#define PIN_LED_ROUGE 5
#define PIN_SWITCH_1 7
#define buzzer 9
float speedOfSound = 776.5;
int duration ;
long distance ;
int percentage;

void setup()
{
    RemoteXY_Init ();

    pinMode (PIN_LED_VERT, OUTPUT);
    pinMode (PIN_BUTTON_2, OUTPUT);
    pinMode (PIN_LED_ROUGE, OUTPUT);
    pinMode (PIN_SWITCH_REMPLIR, OUTPUT);
    pinMode (PIN_SWITCH_VIDEE, OUTPUT);

    // TODO you setup code
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
    pinMode(ONE_WIRE_BUS, INPUT);
    pinMode(buzzer, OUTPUT);
    lcd.begin();

    sensors.begin();
}

void loop()
{
    RemoteXY_Handler ();

    digitalWrite(PIN_LED_VERT, (RemoteXY.led_vert==0)?LOW:HIGH);
    digitalWrite(PIN_BUTTON_2, (RemoteXY.button_2==0)?LOW:HIGH);
    digitalWrite(PIN_LED_ROUGE, (RemoteXY.led_rouge==0)?LOW:HIGH);
    digitalWrite(PIN_SWITCH_REMPLIR, (RemoteXY.switch_remplir==0)?LOW:HIGH);
    digitalWrite(PIN_SWITCH_VIDEE, (RemoteXY.switch_vidée==0)?LOW:HIGH);

    // TODO you loop code
    // use the RemoteXY structure for data transfer
    // do not call delay()
    digitalWrite(trigPin,LOW);

```

```

delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration=pulseIn(echoPin, HIGH);
distance =duration*0.034/2;
percentage = map(distance, 14, 3, 0, 100);
if (percentage<0)
{
    percentage=0;
}
else if (percentage>100)
{
    percentage=100;
}
sensors.requestTemperatures();

float temp = sensors.getTempCByIndex(0);
lcd.clear(); //effacer le LCD

lcd.setCursor (0, 0); //affichage du niveau d'eau sur le LCD
lcd.print("Niveau eau: ");
lcd.print(percentage);
lcd.print("%");

lcd.setCursor (0,1); //affichage de la température sur le LCD
lcd.print("Temp: ");
lcd.print(temp);
lcd.print(" C");
delay (1000);
dtostrf(temp,0, 2, RemoteXY.temp);
dtostrf(percentage, 0, 1, RemoteXY.water);
if (distance <=5.5) //Si le niveau d'eau est >= 75%
{
    digitalWrite(buzzer, HIGH); //Le buzzer sone
    tone(buzzer,600); // Send 1KHz sound signal...

    digitalWrite(PIN_LED_ROUGE,LOW); // LED rouge eteinte
    digitalWrite(PIN_BUTTON_2,HIGH); // LED orange allumee
    digitalWrite(PIN_LED_VERT,LOW); // LED verte eteinte

    digitalWrite(PIN_SWITCH_VIDEE,HIGH); // Mise en marche de la pompe_1

```

```

digitalWrite(PIN_SWITCH_REMPLIR,LOW); // Arret de la pompe_2
lcd.setCursor (0,2); //affichage de la température sur le LCD
lcd.print("Vider la vanne");
lcd.setCursor (0,3); //affichage de la température sur le LCD
lcd.print("pompe 2 ON");

//strcpy(RemoteXY.text_waterlevel,"SAFE");
strcpy(RemoteXY.pump1,"Pompe OF");
strcpy(RemoteXY.pump2,"Pompe ON");
}

else if (distance>=10.5) // si le niveau d'eau est <= 25%
{
digitalWrite(buzzer,HIGH); //Le buzzer sone
tone(buzzer,900); // Send 1KHz sound signal...

digitalWrite(PIN_LED_ROUGE,HIGH); // LED rouge allumee
digitalWrite(PIN_BUTTON_2,LOW); // LED orange eteinte
digitalWrite(PIN_LED_VERT,LOW); // LED verte eteinte

digitalWrite(PIN_SWITCH_VIDEE, LOW); // Arret de la pompe_1
digitalWrite(PIN_SWITCH_REMPLIR,HIGH); // Mise en marche de la pompe_2
lcd.setCursor (0,2); //affichage de la température sur le LCD
lcd.print("remplir la vanne");
lcd.setCursor (0,3); //affichage de la température sur le LCD
lcd.print("pompe 1 ON ");
//strcpy(RemoteXY.text_waterlevel,"MIDIUM");
strcpy(RemoteXY.pump1,"Pompe ON");
strcpy(RemoteXY.pump2,"Pompe OF");
}

else if (10.5<distance <5.5) // si le niveau d'eau est entre 25% et 75%
{
digitalWrite(buzzer,LOW); //Le buzzer ne sonne pas
noTone(buzzer);

digitalWrite(PIN_LED_ROUGE,LOW); // LED rouge eteinte
digitalWrite(PIN_BUTTON_2,LOW); // LED orange eteinte
digitalWrite(PIN_LED_VERT,HIGH); // LED verte allumée

digitalWrite(PIN_SWITCH_VIDEE,LOW);

```

```
digitalWrite(PIN_SWITCH_REEMPLIR,LOW);  
lcd.setCursor (0,2); //affichage de la température sur le LCD  
lcd.print("L'etat normale");  
lcd.setCursor (0,3); //affichage de la température sur le LCD  
lcd.print("les deux pompes OF");  
strcpy(RemoteXY.pump1,"Pompe OF");  
strcpy(RemoteXY.pump2,"Pompe OF");  
}  
delay(1000);  
}
```