



Mémoire

Présenté en vue d'obtenir
Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Le 02 juillet 2019

N° 1 /20

Spécialité :

Génie des Systèmes Electronique, Informatique et Réseaux

Sujet :

Supervision à distance des Niveau des bacs d'acide.

Présenté par :

M. Abdelkader Boughriba

Encadré par :

Pr. Mohamed Emharref (ENSAO)

M. Hamza Idrissi Azami (OCP/EMAPHOS)

Membres du jury :

Pr. Mohamed Emharref (ENSAO)

Pr. Rachid Malek (ENSAO)

Pr. Ahmed Benlghazi (ENSAO)

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

À mes chers parents ma mère et mon père

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

À mes frères et mes sœurs

À mes amis et mes camarades

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

AbdelKader Boughriba

Remerciement

En préambule à ce mémoire, je souhaite adresser mon remerciement le plus sincère à toute personne contribuant de près ou de loin à l'élaboration de ce projet, à tous ceux qui m'ont accueillie au sein du service EMAPHOS à L'OCP EL JADIDA, et qui m'ont fait bénéficier de leurs compétences et de leurs conseils enrichissants.

Je tiens à remercier avec gratitude **M. Hamza IDRISI AZAMI** mon encadrant au sein de service EMAPHOS à L'OCP EL JADIDA de m'avoir accordé sa confiance et pour l'opportunité qu'il m'a offert afin d'effectuer ce stage dans les meilleures conditions.

Je remercie très chaleureusement **M. AZIZ KENOSSI** responsable de l'instrumentation électrique à EMAPHOS, pour son soutien durable et ses conseils précieux et efficaces concernant la démarche du projet, ainsi ces remarques qui m'a prodigué et qui ont été très déterminants pour la réussite de ce travail.

Je remercie également toute l'équipe de régulation pour leur accueil, leur esprit d'équipe et en particulier M. RACHID SABRANE, pour sa gentillesse et pour son soutien de comprendre les problématiques au service EMAPHOS.

Je tiens à remercier vivement toute les membres d'équipe de l'instrumentation électrique, maintenance et production, pour leur accueil, le temps passé ensemble et le partage de leurs expertises au quotidien.

J'adresse également mes remerciements à **M. MONTASSIR ABDELLAH** qui m'a beaucoup aidé dans ma recherche de stage et m'a permis de postuler dans cette entreprise.

Au terme de ce projet de fin d'étude, j'exprime également mon profonde gratitude à « **M.MOHAMED EMHARREF**», mon encadrant pédagogique, pour ses efforts considérables, ses orientations professionnelles.

Que tous les membres du jury retrouvent ici l'expression de ma reconnaissance pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

Liste des figures

Figure 1 : Logo OCP	15
Figure 2 : Carte des principaux sites d'implantation d'OCP au Maroc	16
Figure 3 : Historique du groupe OCP.....	17
Figure 4 : OCP en chiffres	18
Figure 5 : Structure du capital EMAPHOS	20
Figure 6 : Schéma de principe de purification d'acide phosphorique	21
Figure 7 : Schéma Oxydation 1	23
Figure 8 : Schéma de la concentration 1	24
Figure 9 : Schéma de Dé-sulfatation	26
Figure 10 : Schéma d'extraction (solvant – acide)	28
Figure 11 : Schéma Lavage	29
Figure 12 : Schéma Réextraction	30
Figure 13 : Stripper d'acide sortie 71AD05.....	32
Figure 14 : Stripper ARP et EAU.....	32
Figure 15 : Condenseur des gaz	33
Figure 16 : Concentration.....	34
Figure 17 : Post de traitement.....	35
Figure 18 : Défluoration	35
Figure 19 : Schéma explicatif du projet réalisé.....	40
Figure 20 : GanttProject présente les tâches effectuées durant la période de stage	41
Figure 21 : Architecture détaillé présente notre système	43
Figure 22 : Capteur de niveau Prosonic	44
Figure 23 : Time-of-Flight	45
Figure 24 : conversion de courant en tension	46
Figure 25 : Arduino Mega2560	46
Figure 26 : Micro-Oridnateur Raspberry PI 3 b+	49
Figure 27 : Point d'accès WIFI.....	50
Figure 28 : logiciel Arduino IDE.....	52
Figure 29 : Interface Ide Arduino	52
Figure 30 : Interface de SDFormatter.....	55
Figure 31 : Interface du logiciel Etcher	55
Figure 32 : Interface de configuration Raspberry Pi	56
Figure 33 : LOGO HTML.....	57
Figure 34 :logo css	58
Figure 35 : logo php	59
Figure 36 : Logo JavaScript	59
Figure 37: Logo MySQL	60
Figure 38 : Logo chart.js	61
Figure 39 : Logo Python	62
Figure 40 : menu des applications sur Raspberry pi	62

Figure 41 : Emplacement des entrées analogiques d'une carte Arduino UNO	64
Figure 42 : Montage Arduino et le potentiomètre	65
Figure 43 : Organigramme de programme de Microcontrôleur	65
Figure 44 : Programme de Microcontrôleur ATMEGA2560.....	66
Figure 45 : Raspberry PI avec câble HDMI.....	66
Figure 46 : Résultat de la commande dmesg –s 1024	67
Figure 47 : Code Python pour lire les données de Microcontrôleur	68
Figure 48 : Résultat du lancement du programme	68
Figure 49 : Email envoyé d'après le changement du niveau de capteur	69
Figure 50 : données stocké dans un fichier texte chaque minute	69
Figure 51 : Tableau généré par la commande phpinfo sur une Raspberry.....	72
Figure 52: Installer mysqlDb	73
Figure 53 : Structure de la base de données	74
Figure 54 : code python pour insérer les données dans MySQL.....	75
Figure 55 : python insertDB.py.....	75
Figure 56 : Tableau TESTDB remplie par les données envoyé par Arduino	76
Figure 57 : page d'accueil pour notre interface	77
Figure 58 : page pour choisir quel bac vous voulez le contrôler	78
Figure 59 : exécution du code data.php.....	79
Figure 60 : Résultat final du graphe réalisé	80

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Paramètres de marche à surveiller	23
Tableau 2 : Paramètre de marche à surveiller.....	25
Tableau 3 : Paramètre de marche à surveiller.....	26
Tableau 4 : Paramètres de marche à surveiller	31
Tableau 5 : Paramètre de marche à surveiller.....	33
Tableau 6 : Paramètres de marche à surveiller	36
Tableau 7 : Tableau présent les caractéristiques Arduino mega2560	47

Liste des abréviations

OCP	Office chérifien des phosphates
EMAPHOS	Euro Maroc phosphorique
DAP	Le phosphate daïmonique
MAP	Mono-Ammonique Phosphate
ABB	ASEA Brown Boveri
DCS	Système de contrôle distribués
SRAM	Static Random Access Me
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

Résumé

Le présent travail constitue une synthèse de notre projet de fin d'études, mené dans le cadre du cycle d'ingénieur d'Etat spécialisé en Génie des Systèmes Electroniques, Informatiques et Réseaux à l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées Oujda, au cours de l'année 2019. Il s'agit d'une étude empirique effectuée au sein de l'Office chérifien des phosphates (OCP) à Jorf Lasfar .

L'objectif de ce projet consiste à réaliser un système de supervision à distance de niveau des bacs d'acide, qui permet aux responsables de contrôler, facilement, la variation de niveau d'acide en temps réel. Le projet est élaboré en cinq étapes majeures : la première étape représente le traitement de signal généré par le capteur qui mesure le niveau d'acide ; la deuxième étape consiste à transmettre les données vers une unité de traitement Raspberry Pi 3 B+ ; la troisième étape débouche sur le traitement des données, puis la création d'un code python qui permet d'envoyer des emails aux responsables lui indiquant la variation de niveau d'acide chaque deux heures . Pour la quatrième étape est matérialisée par l'enregistrement de données sur MySQL, puis la création d'une interface web facilite la supervision et le contrôle de niveau d'acide. Au final, la dernière étape met le focus sur la récupération des données vers l'interface web, pour visualiser la variation de niveau en temps réel.

Tout au long de ce document, nous allons décrire, d'une manière progressive et détaillée, chacune des parties de la réalisation d'un tel projet.

Mots clés : OCP, Supervision, Raspberry Pi 3 B+, MySQL , distance

Abstract

The present work is a synthesis of our end-of-studies project, carried out as part of the state engineering cycle specialized in Electronic, Computer Systems and Network Engineering at the National School of Applied Sciences Oujda, of the year 2019. This is an empirical study carried out at the Office Cherifien des phosphates (OCP) in Jorf Lasfar.

The goal of this project is the realisation of acid level supervision system , which allows the managers to control, easily, the variation of level of acid in real time. The project is developed in five major stages: the first stage is the signal processing generated by the sensor that measures the level of acid; the second stage is to transmit the data to a Raspberry Pi 3 B + processing unit; the third stage leads to the processing of data, then the creation of a python code that sends emails to managers indicating the change of acid level every two hours. For the fourth stage is materialized by data logging on MySQL, and then creating a web interface to facilitate the supervision and control of acid level. In the end, the last stage focuses on the recovery of data in the web interface, to view the level variation in real time.

Throughout this document, we will describe, in a progressive and detailed manner, each part of the realization of such a project.

Keywords: OCP, Supervision, Raspberry Pi 3 B +, MYSQL, distance

Sommaire

Introduction générale	12
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise d'accueil	14
1.1 Présentation de l'OCP (office chérifien des phosphores)	15
1.1.1 Introduction	15
1.1.2 Mission du Groupe OCP	18
1.1.3 Organisation au sein du groupe	19
1.2 Présentation EMAPHOS EURO MAROC PHOSPHORE	20
1.2.1 EMAPHOS	20
1.2.3 Procédé de purification d'acide phosphorique	21
Chapitre 2 : Etude de projet	38
2.1 Introduction	39
2.1.1 Cahier de charge	39
2.1.2 Etats des lieux :	39
2.1.3 Solution proposé	39
2.1.4 Méthodologie du travail:	40
Chapitre 3 : Mise en place la Solution Proposé	42
3.1 Principe de fonctionnement	43
3.2 La Partie Hardware.....	44
3.3 La Partie Software :	51
3.3.1 L'IDE Arduino.....	51
3.3.2 <i>Raspbian système d'exploitation pour LA Raspberry pi 3 :</i>	53
3.3.3 Langages de programmation :	57
Chapitre 4 : Réalisation et Test	63
4.1 Programmation de microcontrôleur.....	64
4.2 Programmes Python sur Raspberry Pi	66
4.3 Installation du serveur web sur la Raspberry pi 3 :	70
Conclusion générale	81
Bibliographie	83
Webographie	84
Annexe	85

Introduction générale

Le Groupe OCP porte en lui un héritage unique au Maroc ainsi que dans le reste du monde. De cet héritage découlent des responsabilités économiques, sociales et environnementales capitales. Celles-ci positionnent l'OCP en leader incontournable de l'acide phosphoriques et de ses dérivées. Avec plus du tiers du marché mondial des phosphates sous toutes leurs formes, la productivité joue un rôle de premier plan en tant que leadership. L'entretien des installations ainsi que le respect du quota de production nécessitent la supervision et la vigilance de milliers de techniciens.

La demande des clients est plus en plus exigeante en matière de la qualité des engrains et surtout les titres et la teneur en eau des produits fini. En effet, la qualité des titres constitue l'une des principales préoccupations de l'unité de production des engrains. Cette qualité demandée dépend des exigences des clients et une simple perturbation de la marche de production influe sur la qualité du produit fini. Il est donc primordial non seulement de maîtriser le procédé de fabrication pour satisfaire ces exigences, mais aussi il est essentiel que les lignes de production travaillent dans des conditions optimales pour une meilleure productivité et rentabilité

Pour garantir les qualités et les quantités du produit fabriqué, il est nécessaire de déployer des moyens d'observation, de supervision et de réflexion et d'action sur le procédé.

Sur le Service EMAPHOS (Euro Phosphorique Maroc) existe un système de contrôle distribués ABB 800XA DCS qui assure le contrôle est la supervision des instruments de mesures installés sur la groupe EMAPHOS. Le problème que ce système permet de contrôler juste les instruments installés sur le service et qui ont relié en câble avec l'unité de traitement ABB DCS. C'est donc le contrôle de Stockage d'acide qui se trouve loin de service nécessite un déplacement des responsables chaque jour pour garantir la qualité de contrôle de la température et la variation de niveau d'acide en états final.

Alors dans ce contexte que s'inscrit mon stage de fin d'étude et dont l'objectif est l'étude et la réalisation d'un Système de supervision à distance via une interface web avec un ensemble de fonctionnes imposées par le cahier des charges d'EMAPHOS.

Nous essayerons à travers ce rapport de mettre en évidence les étapes effectuées, pour la réalisation de système. Notre rapport est structuré comme suit :

- Le premier chapitre a été dédié à la présentation de l'organisme d'accueil et l'environnement du travail, ses missions, ses objectifs, sa structure organisationnelle et ses engagements socio-économiques.
- Le deuxième chapitre présente le contexte général du projet, en commençant par l'exposition de la problématique et la description et l'objectif de notre travail, ainsi la méthodologie que nous avons suivie pour la réalisation de ce système.
- Le troisième chapitre consiste une étude théorique de notre système, les matérielles utilisés, les langages de programmation utilisé, préparation du l'environnent de travail.
- Le quatrième chapitre consiste sur la démarche du travail, réalisation et test de notre système.

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise d'accueil

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'organisme d'accueil « l'OCP », particulièrement l'OCP Jorf Lasfar, son identité, ses activités, ses produits et son marché ainsi le service Emaphos, sa production et bien également sa structure de management.

1.1 Présentation de l'OCP (office chérifien des phosphores)

1.1.1 Introduction



Figure 1 : Logo OCP

Vers l'année 1917, la présence des phosphates « la première richesse minière nationale » a été confirmée dans la région d'Oued-Zem zone de Khouribga. Le dahir du 27/01/1920 réserve à l'état marocain le droit exclusif de la recherche de l'exploitation de phosphate dans l'ensemble des territoires.

Le Dahir 07/08/1920 porte sur la création de l'OCP, établissement public qui doit fonctionner dans les mêmes conditions qu'une entreprise privée à caractère industriel et commercial et par conséquent aux mêmes obligations telles aux impôts, droits et douanes.

Ce statut avantage par rapport aux autres établissements publics devra permettre à l'office d'agir de la même dynamique et de la même souplesse que des entreprises privées.

Le groupe OCP offre une large sélection de roche de phosphates de différentes qualités, destinée à divers usages. OCP est le premier exportateur de roche de phosphates et acide phosphorique dans le monde, et un des principaux exportateurs d'engrais phosphatés, avec un portefeuille composé de 130 clients et une présence sur les cinq continents.

En tant que première entreprise du Maroc avec un chiffre d'affaires de 43,513 milliards MAD, le groupe OCP est l'un des moteurs clé de l'économie du pays. Les phosphates et ses dérivés représentent en 2010, en valeur, approximativement 3,5% du PIB. La valeur des exportations d'OCP sont de près de 35,63 milliards MAD en 2010 soit 24% du total des exportations nationales. Ainsi que l'OCP emploie directement près de 20000 salariés.

Le groupe OCP a développé des relations durables avec plusieurs de ses clients qui vont au-delà de stricts arrangements commerciaux. Le groupe a, au fil des ans, mis en place plusieurs joint-ventures de transformation avec des usines au Maroc et à l'étranger avec des partenaires de premier plan venant du Brésil, de Belgique, d'Allemagne, d'Inde et du Pakistan.

OCP prévoit d'augmenter sa capacité de production de 30 à 50 millions de tonnes, ainsi que d'augmenter sa production d'engrais en aval à travers des partenariats stratégiques, spécialement à Jorf Phosphate Hub (JPH) où des infrastructures sont en train d'être développées pour accueillir 10 unités supplémentaires.

Cette plateforme Plug and Play offrira des infrastructures communes à bas coût, et sera connectée par un Slurry pipeline au plus grand gisement de phosphates au monde situé à Khouribga, ce qui assurera un approvisionnement sécurisé.

Présent dans cinq zones géographiques du pays (3 sites d'exploitation minières :

Khouribga / Youssoufia, Boucraâ/Laayoun et deux sites de transformation chimique : Safi et Jorf Lasfar), OCP constitue un vecteur de développement régional et national important.

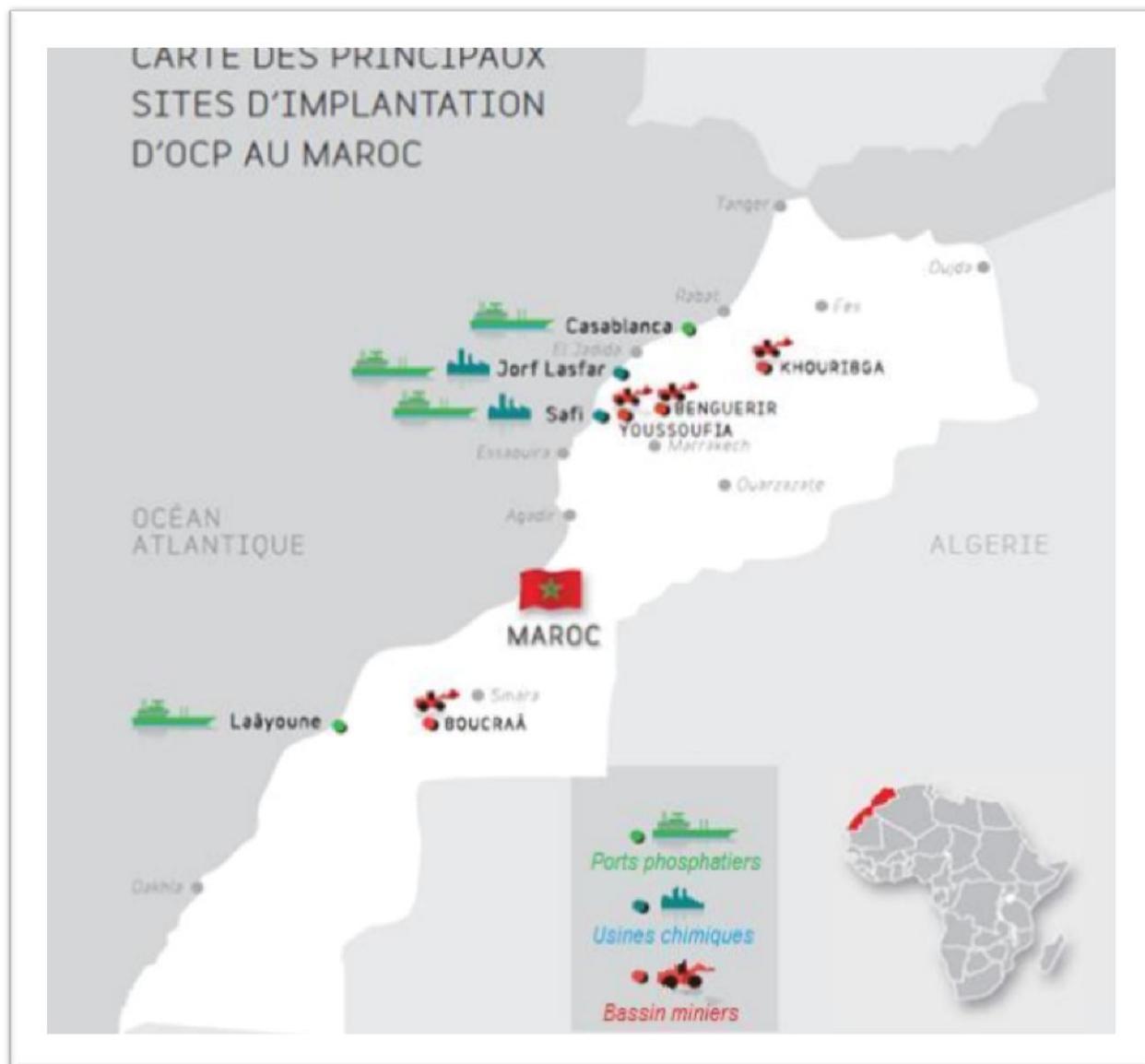


Figure 2 : Carte des principaux sites d'implantation d'OCP au Maroc

1) Historique

Plus de 90 années sont écoulées depuis la création de l'OCP, années jalonnées par des réalisations et des développements :

Année	Événement
7 Août 1920	Création de l'office chérifien de phosphate
1921	Début d'exploitation dans la région d'OUED ZEM.
23 juillet 1921	Première exportation de phosphate
1930	Ouverture d'un nouveau centre de production de phosphate : Youssoufia
1950-1952	Mise en œuvre de la méthode d'extraction en découverte à Khouribga.
1958	Création d'un centre de formation professionnelle à Khouribga, en renforçant des efforts menés, depuis des décennies sur ce plan ; puis, création par la suite d'autre unités de formation : école de maîtrise de Boujniba
1960-1965	Développement de la mécanisation du souterrain à Youssoufia. Démarrage de Maroc chimie à Safi.

1970-1975	Création du groupe OCP, structure organisationnelle Intégrant l'OCP et ces entreprises filiales
1980	Partenariat industriel en Belgique
1986	Démarrage du site de Jorf Lasfar avec Maroc phosphore III –IV.
1990	Exploration des nouveaux projets de partenariat industriels et de renforcement de capacités.
2000	Démarrage unité de flottation de phosphate à khouribga.
2002	Prise de participation dans la société indienne PPL en joint-venture avec le Groupe Birla.
2003	L'OCP est devenu le seul actionnaire de Phousboucraâ
2004	Création de la Société "Pakistan Maroc Phosphore" S.A en Joint-venture entre l'OCP et Fauji Fertilizer Bin Qasim Limited (Pakistan).

2008	Transformation du groupe OCP en SA (société anonyme).
le 18 mars 2009	Démarrage de l'exploitation de Bunge Maroc Phosphore (BMP)
juin 2010	Mise en service de la laverie de merah lahrach au niveau de la commune M'fassis.
Décembre 2010	Lancement du projet slurry pipeline reliant khouribga à Jorf Lasfar s'étendra sur une longueur totale de 235 Km et transporterera 38 Mt/an.
2012	Ouverture de la mine d'Al-hallassa l'une des trois nouvelles mines sur le site de khouribga s'étalant sur une surface de 1976 hectares d'une capacité de production 6,7 Mt/an

Figure 3 : Historique du groupe OCP

2) Le groupe OCP en chiffres

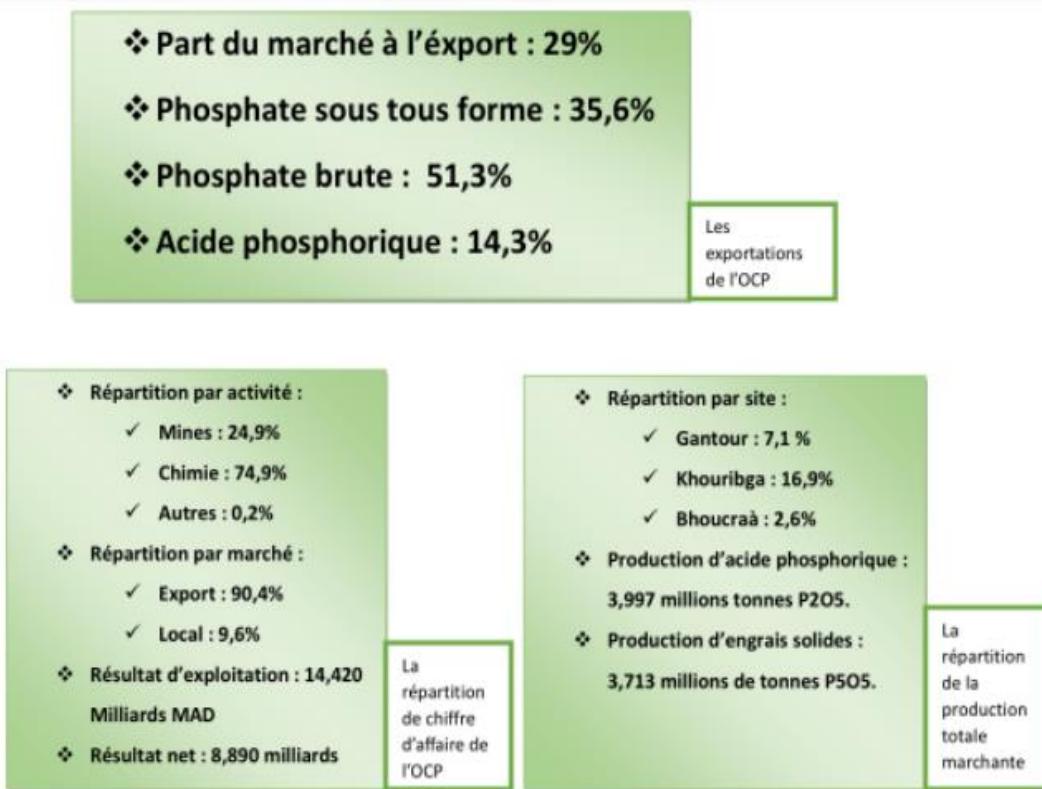


Figure 4 : OCP en chiffres

1.1.2 Mission du Groupe OCP

OCP maîtrise toute la chaîne de création de valeur de l'industrie phosphatée : extraction et traitement du minéral, transformation de cette matière première en un produit liquide intermédiaire, l'acide phosphorique, et fabrication des produits finis par concentration et granulation de cet acide ou par purification : engrains, acide phosphorique purifié.

- ➔ Le phosphate brut. Le phosphate brut est exploité pour son contenu en phosphore. La teneur du phosphate en phosphore, mesurée en pourcentage de P2O5 (pentoxyde de phosphore), détermine sa qualité. Elle varie de 5 % à 45 %. À moins de 30 %, le plus gros de la production, le minéral subit un premier traitement sous forme de lavage, séchage ou enrichissement à sec.
- ➔ L'acide phosphorique. Il est obtenu par réaction de l'acide sulfurique avec le calcium de phosphate. La teneur moyenne du produit intermédiaire ainsi obtenu après concentration est de 52 % de P2O5. L'acide phosphorique purifié est destiné à des applications alimentaires et industrielles
- ➔ Les engrains. OCP produit quatre types d'engrains à partir de l'acide phosphorique : le DAP (qui est l'engrain le plus courant), le TSP (engrain exclusivement phosphaté), le MAP (engrain binaire à deux

Éléments fertilisants : phosphore et azote) et le NPK (engrais ternaire à base d'azote, de phosphore et de potassium).

Pour ce faire, l'OCP s'est doté de :

2 centres de transformation chimique **Safi et Jorf Lasfar**.

4 ports d'embarquement **Casablanca, Safi, Jorf Lasfar et Laayoune**.

3) Les principales activités de l'OCP sont :

→ **La prospection** : Elle consiste à faire le forage pour délimiter le gisement, s'informer sur l'épaisseur des couches et leur teneur.

→ **La production :**

- **L'extraction** : Elle s'effectue de deux manières qui dépendent du site, puisque le phosphate se présente sous forme de couches quasi-horizontales séparés par des intercalaires stériles) soit par voie souterraine.
- **Le Traitement** : Le phosphate extrait subit un enrichissement de façon à éliminer la gangue et réduire la teneur de certaines impuretés.

La valorisation : Suivant l'évolution du continu du marché mondial des phosphates de la matière brut vers l'acide phosphorique et les engrais, le groupe OCP a Concentré ses efforts sur la transformation sur place des phosphates en produit semi-fini (acide phosphorique) ou fini (les engrais).

La commercialisation : Le phosphate est vendu selon la demande des clients aux cinq continents de la planète soit brut soit après traitement, les exportations représentent 15 à 30% du commerce international du phosphate et de ses dérivés.

1.1.3 Organisation au sein du groupe

C'est une organisation fondée sur une structure concentrée sur ses métiers de base qui lui permet de s'acquitter de sa mission.

Les activités du groupe sont structurées au sein de trois pôles d'activité : mines, chimie, et support logistique, à côté d'autres directions (SDG, DC, DRH, DRI, DSD...), la CIR, les entités Filiales et l'institut OCP. Un comité exécutif et des comités articulés s'inscrivent dans une démarche de travail collégial qui présente une assistance au Directeur Général et favorisent le transfert d'information et le développement de synergie entre les différentes entités.

Le pôle mine : englobe la direction des exploitations minières de Khouribga (PMK), la direction des exploitations minières des Gantour (PMG) et la direction de Phosboucraâ (PMB).)

Le pôle de chimie : englobe les directions Maroc Phosphore Safi (PCS) ; Maroc Phosphore Jorf-lasfar (PCJ) ; la société Imacid (PCI) et la société Emaphos (PCE).

Le pôle finance et support logistique : englobe la direction des systèmes d'informations (PFI) ; la Direction Financière (PFF), la Direction des Approvisionnements et des Marchés (PFM) et la Direction Partenariats Internationaux (PF/P).

J'ai effectué mon stage au sein d'EMAPHOS (EURO-MAROC PHOSPHORE) qui fait de produire et commercialiser l'acide phosphorique purifié de qualité alimentaire et technique.

1.2 Présentation EMAPHOS EURO MAROC PHOSPHORE

1.2.1 EMAPHOS

La société EURO MAROC PHOSPHOR S.A. de droit marocain a un capital de 180 millions de dirhams , créée le 25/01/96 entre: OCP s.a. , Prayon s.a. , Chemische fabrik budenheim (CFB). Environ 40 personnes sont employées sur le site de manière Permanente. La vocation de cette société est de produire et commercialiser l'acide phosphorique purifié de qualité alimentaire et technique. Ce produit dont les spécifications sont tenues à jour, est vendu en vrac, sous forme des matières premières destinés à plusieurs secteurs d'activités. La production moyenne journalière de cette société est de 450 tonnes de P2O5

A. Structure du capital EMAPHOS



Figure 5 : Structure du capital EMAPHOS

B. Système de management d'EMAPHOS

EMAPHOS est en possession des certificats ci-dessous:

- Certificat de système de management de qualité ISO 9001 version 2008.
- Certificat de système de management de l'environnement ISO 14001 version 2004.
- Certificat OHSAS 18001 version 2007.
- Certificat FSSC 22000 version 2011

1.2.3 Procédé de purification d'acide phosphorique

Procédé de purification d'acide phosphorique se compose de trois étapes principales:

- Epuration de l'acide
- Extraction liquide-liquide.
- Post traitement

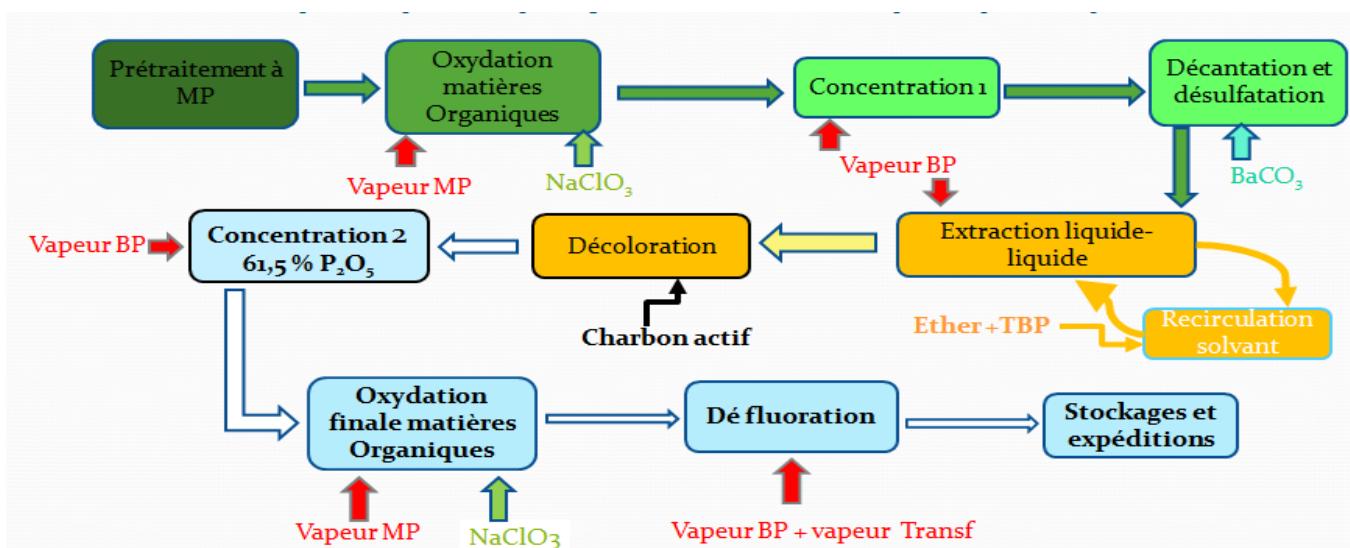


Figure 6 : Schéma de principe de purification d'acide phosphorique

1.2.3.1 Epuration de l'acide

L'épuration de l'acide phosphorique se compose de trois parties :

- Oxydation 1.
- Concentration 1.

- Dé-sulfatation.

a) Oxydation 1



- On oxyde l'acide phosphorique prétraité afin **d'enlever les matières organiques**.
- Cette opération est réalisée afin d'éviter l'apparition de particules solides à l'interface entre le solvant et la phase aqueuse des différents appareils de la section extraction.
- Elle permet également de diminuer la consommation de charbon actif lors de la décoloration de l'acide.

a.1 Chlorate de soude

- L'oxydant utilisé pour cette opération est du chlorate de soude sous forme de solution 30% w/w.
- Il réagit avec une partie des matières organiques présentes dans l'acide pour former du CO₂.
- Cette réaction, pour être efficace, doit s'effectuer à haute température.

a.2 Description concise de l'unité

- L'acide allant vers l'oxydation provient des installations de l'OCP.
- Cet acide contient des solides. Ils sont décantés dans le tank de stockage.
- L'acide clarifié est pompé vers l'échangeur de l'oxydation pour être chauffé à 160°C.
- À 160°C on ajoute le chlorate.
- L'ajout se fait avant un mélangeur statique.
- Afin d'éviter d'une part les risques d'ébullition de l'acide et d'autre part une mise sous vide du système, l'acide est maintenu sous pression.

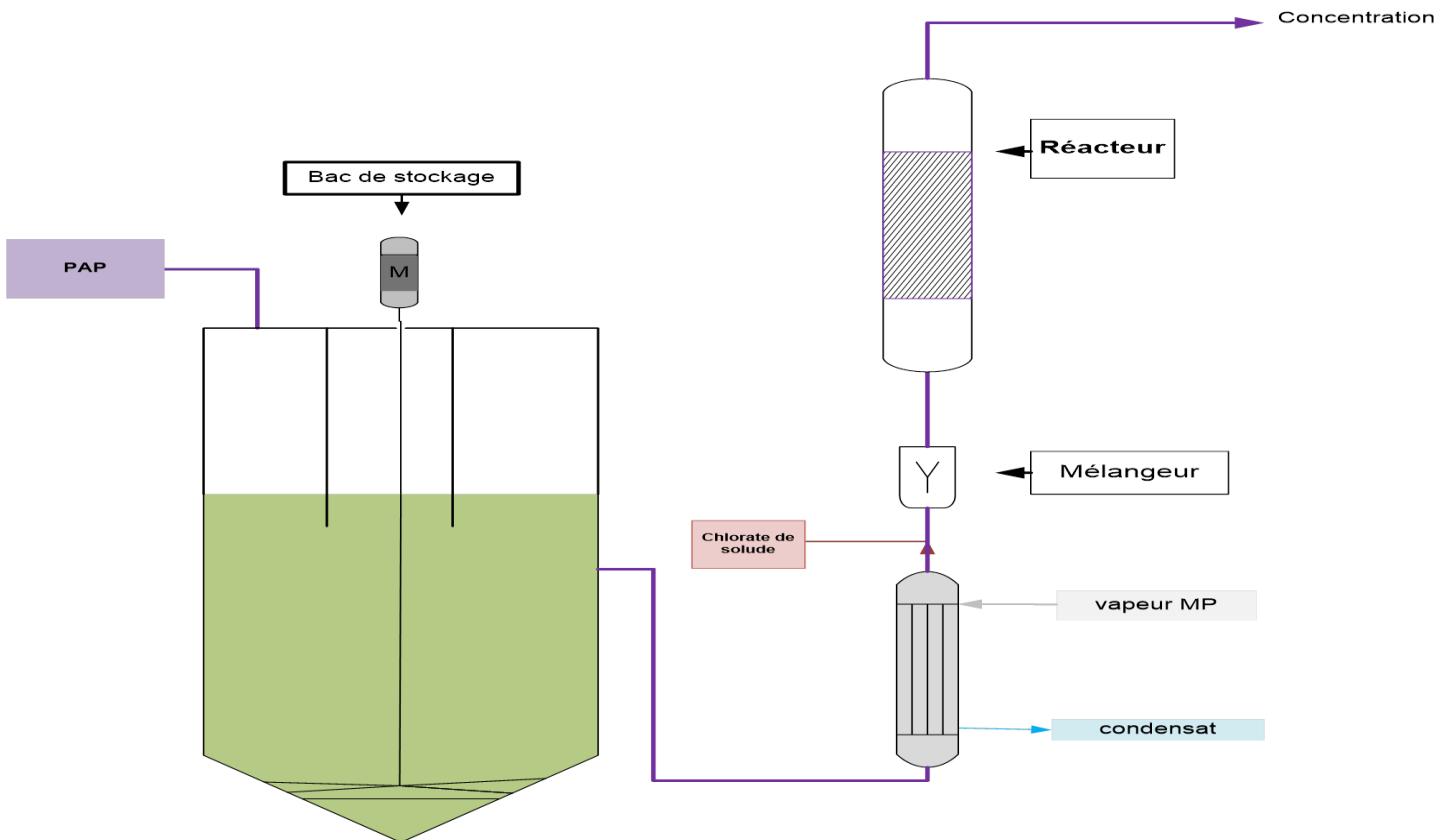


Figure 7 : Schéma Oxydation 1

a.3 Paramètres de marche à surveiller

	Densité chlorate	Température Acide (°C)	Test KI	Pression acide (BAR)	Ratio
Limite supérieur	1,255	162	positif	3	3,6
Limite inférieur	1,210	135	positif	1	2,5

Tableau 1 : Paramètres de marche à surveiller

b) Concentration 1

Ce traitement de l'acide a pour objet d'augmenter:

- la teneur en P₂O₅ de l'acide de 54 à 62%.
- la pureté de l'acide car certaines impuretés précipitent.
- le rendement en P₂O₅ de l'extraction.

B.1 Description concise de l'unité

- L'acide chauffée à 160°C est injecté dans l'évaporateur sur la nappe d'acide concentré contenu dans la boucle de circulation.
- Cette acide se mélange ensuite à l'acide de la boucle de circulation par la pompe (70.AP.02) à travers de l'échangeur 70.AE.03.
- L'apport calorifique nécessaire à cette opération est réalisé au travers de l'échangeur à tubes 70.AE.03 par la vapeur 4,5 Bars effectifs.
- L'ensemble de la boucle d'évaporation est maintenu sous un vide constant par une pompe à vide (70.AC.01).
- L'acide concentré produit est pompé par une pompe vers le bac de stockage intermédiaire 78.AR.14.

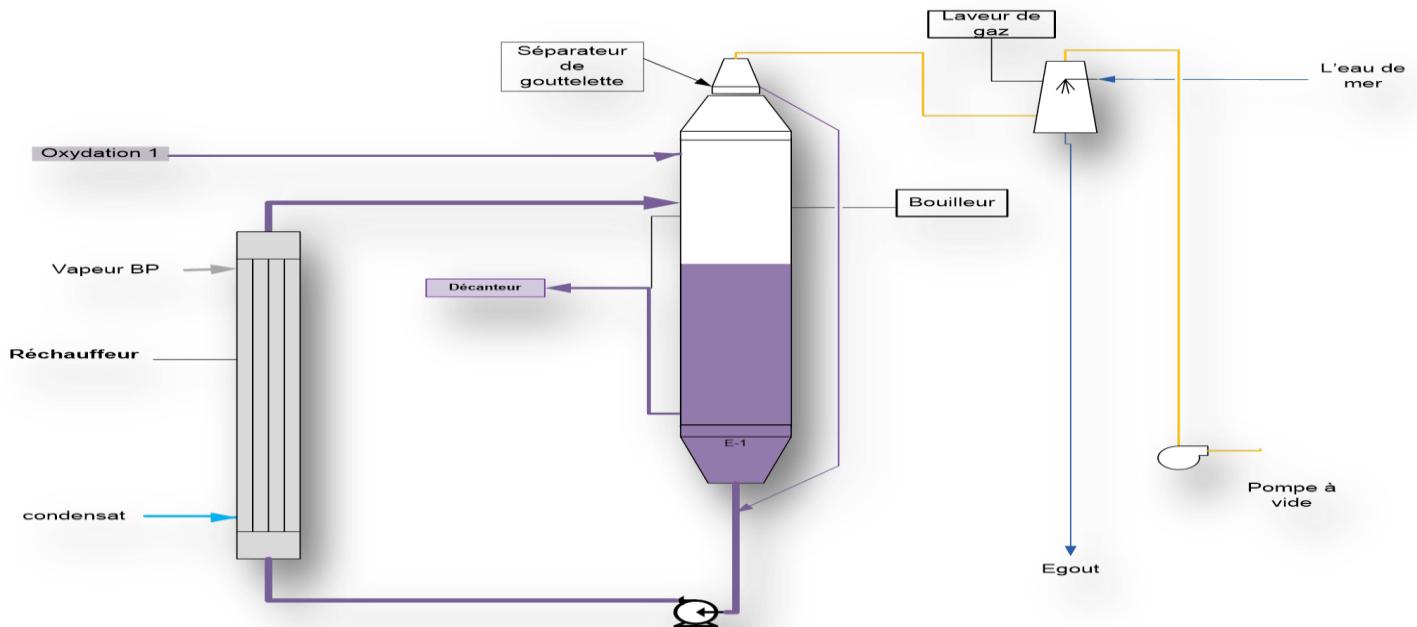


Figure 8 : Schéma de la concentration 1

B.2 Paramètres de marche à surveiller

	Vide (mm hg)	Température (°C)	Pression Echangeur (Bar)	Densité acide concentré	Température De l'eau de mer (°C)
Limite supérieur	60	94,5	3	1755	38
Limite inférieur	45	92,5	1	1700	-

Tableau 2 : Paramètre de marche à surveiller

c) Dé-sulfatation

L'objectif de la dé-sulfatation consiste à :

- Diminuer la teneur en SO₄ de l'acide.
- Augmenter la pureté de l'acide produit

C.1 Description succincte de l'unité

- Le carbonate de baryum stocké dans une trémie est dosé en continu dans le bac de mise en solution
- Le carbonate de baryum est mélangé dans ce bac à l'acide provenant du stockage intermédiaire.
- Le bac de mélange est muni d'un cône ainsi que d'une pompe de recirculation. Ces deux éléments permettent un bon mélange des produits.
- L'acide alimenté d'une part et celui provenant de la pompe de circulation d'autre part sont mélangés au carbonate de baryum dans le cône de mélange.
- Ce mélange est ensuite en partie pompé par la pompe de circulation pour être mélangé à une nouvelle quantité d'acide frais et de baryum.
- Le reste déborde vers le réacteur de dé-sulfatation.
- Il permet d'une part la réaction du Ba avec le SO₄, et d'autre part l'évacuation du CO₂ créé par l'introduction d'ions carbonate dans l'acide.
- Du réacteur l'acide est pompé au travers d'un échangeur pour être refroidi jusqu'à une température de 40°C.



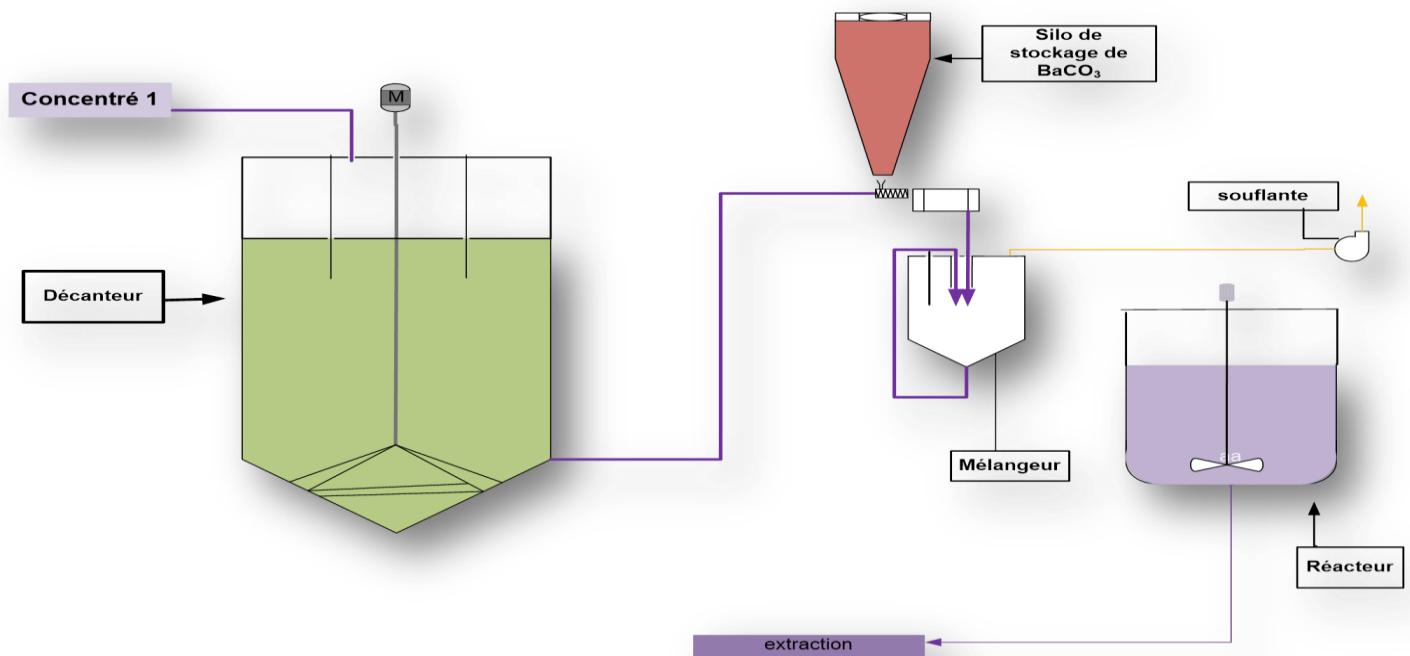


Figure 9 : Schéma de Dé-sulfatation

C.2 Paramètres de marche à surveiller

	Température entré pré mélangeur	Température sortie échangeur
Limite Supérieur	90 °C	45 °C
Limite inférieur	65 °C	-

Tableau 3 : Paramètre de marche à surveiller

1.2.3.2 Extraction liquide-liquide

- Extraction (solvant – acide).
- Acidification de l'acide sortant du premier extracteur (facultative).
- Lavage du solvant chargé.

- Réextraction.
- Facteurs favorisants l'extraction
- Cycle du solvant
- Stripage (APP-ARP)
- Décoloration.
- Concentration 2

D.1 Extraction (solvant – acide).

En général l'extraction liquide- liquide est basée sur la différence de solubilité entre deux ou plusieurs liquides peu ou pas miscibles entre eux et de densité différentes.

L'extraction s'effectue en deux étapes

- les liquides sont mélangés intimement ainsi la migration soluté (p2o5) du raffinat (phase aqueuses) vers le solvant.
- Les liquides mélangés se séparent en dehors des zones de turbulences en deux phases distinctes pouvant être soutirées séparément sans l'entrainement de l'autre.

Dans le cas de procédé Prayon le solvant utilisé est un mélange de DIPE et TBP, la phase aqueuse c'est l'acide phosphorique.

Extraction (solvant – acide).

- C'est le cœur du procédé.
- L'extraction est formée par un ensemble de 5 colonnes.
- Deux de ces colonnes servent à l'extraction.
- Deux servent au lavage.
- La dernière sert à la réextraction
- Dans les deux colonnes d'extraction l'acide prétraité oxydé est mélangé à du solvant.
- La majorité du H_3PO_4 contenu dans l'acide va migrer de la phase aqueuse vers le solvant.
- L'acide (ARI), appauvri en H_3PO_4 , est envoyé dans le deuxième extracteur afin de subir un nouveau cycle d'extraction.

- L'extraction est exothermique. Des systèmes de refroidissement sont prévus pour améliorer le rendement.

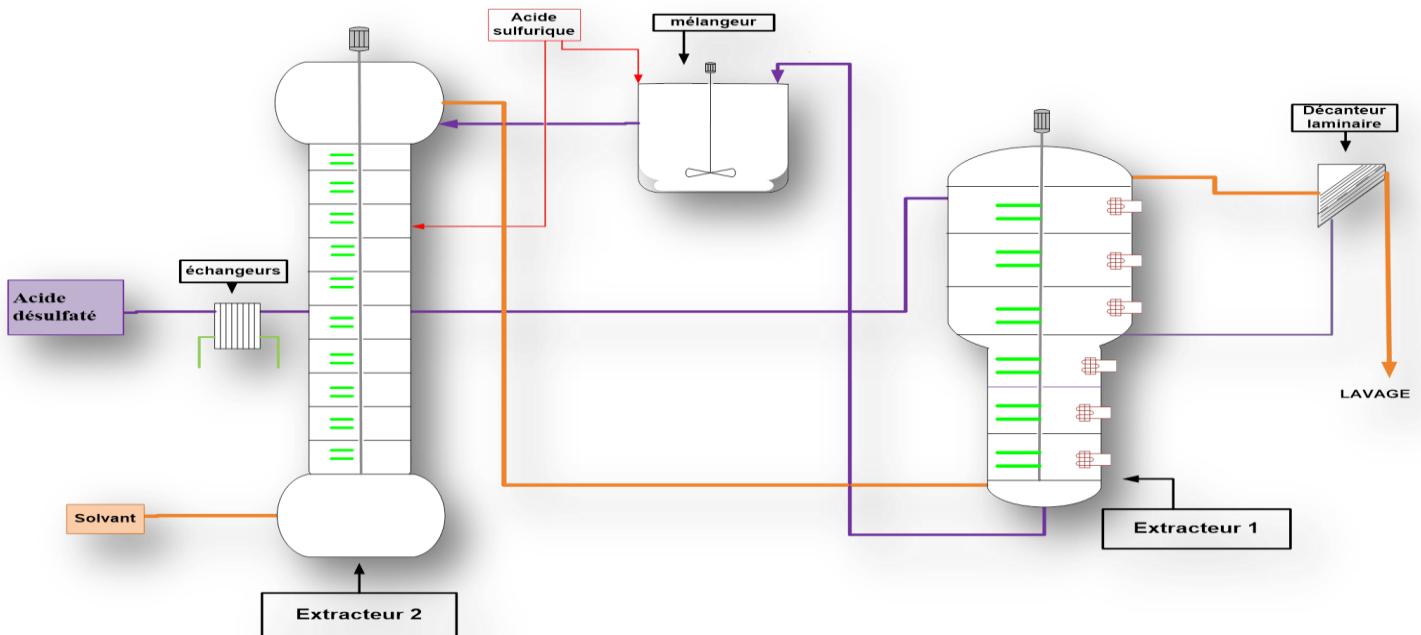


Figure 10 : Schéma d'extraction (solvant – acide)

D.2 Acidification

- L'acide phosphorique, pour pouvoir être extrait par le solvant, doit être sous forme d'H₃PO₄.
- Or une partie du P₂O₅ contenu dans l'ARI est sous forme de sel.
- Il est possible de pro-tonner ces sels par H₂SO₄ afin de rendre le P₂O₅ qu'ils contiennent disponible à l'extraction dans le deuxième
- Cette injection se fait d'une part dans l'**extracteur 2** et d'autre part dans le bac d'acidification (71.AM.01).

D.3 Lavage

- Lors de l'extraction, en plus de l'acide phosphorique, le solvant va se charger en diverses impuretés. Celles-ci sont, pour la plupart enlevées lors du lavage.
- Le lavage consiste en un mélange du solvant chargé avec une faible quantité d'eau.
- Il permet d'enlever du solvant les microgouttelettes d'acide qui ont été entraînées lors de l'extraction.

- Cette opération se fait dans deux colonnes. Si l'on suit le circuit solvant, l'eau est ajoutée dans le deuxième laveur
- Les phases aqueuses sortant de cet appareil. Est mélangée au solvant présent dans le premier laveur.
- Lors du passage dans ces appareils. l'eau est enrichie en impuretés et en H₃PO₄. afin de ne pas perdre ce P₂O₅, il est de nouveau injecté dans l'extracteur 1.

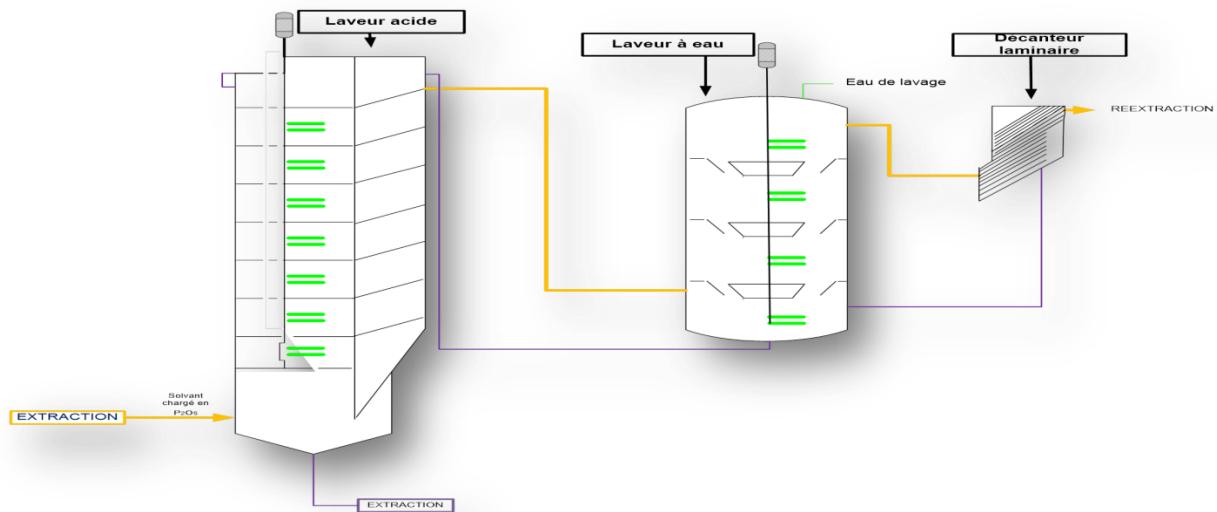


Figure 11 : Schéma Lavage

D.4 Réextraction

- Le principe de réextraction consiste (71.AD.05) également à mélanger de l'eau pure au solvant chargé en p₂o₅.
- L'objectif étant de faire migrer l'acide du solvant vers l'eau
- Cette opération est exothermique. Pour la favoriser, on augmente la température du solvant.
- Cette augmentation de température se fait par injection de vapeur vive dans le ré-extracteur.

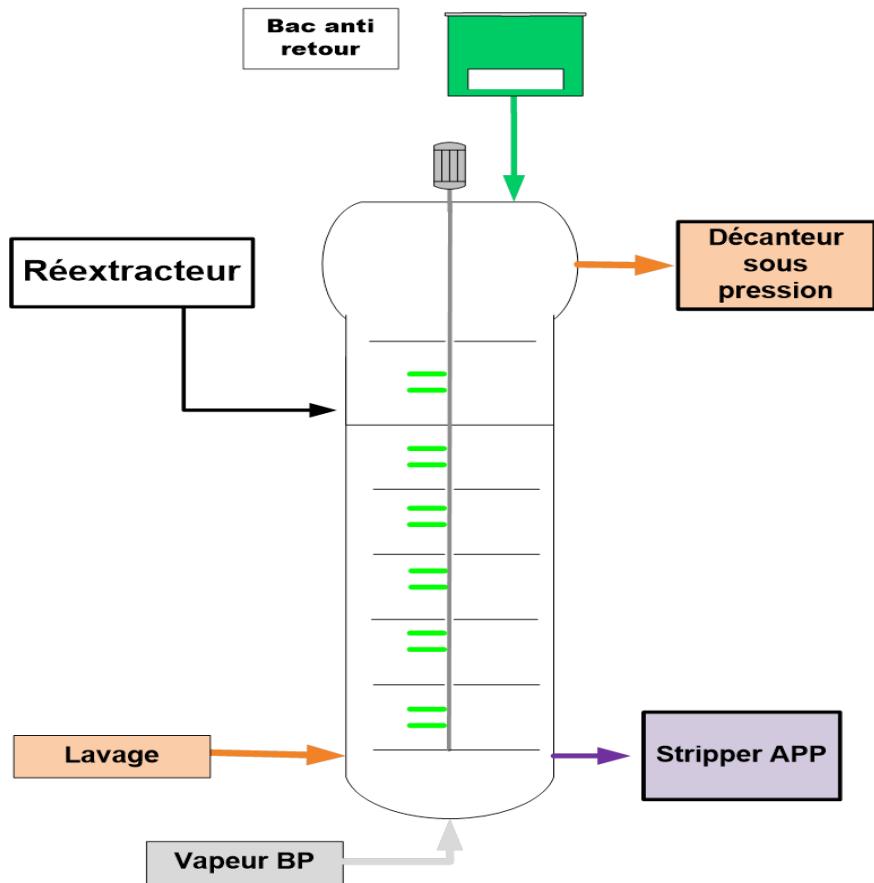


Figure 12 : Schéma Réextraction

D.5 Facteurs favorisant l'extraction

- Le choix du solvant
- La température
- L'agitation
- Le rapport O/A
- Le titre en P2O5 de l'acide vert
- la teneur en TBP du solvant

Paramètres de marche à surveiller

	Débordement D02	Interface D02	T Tête D02	Interface D01	T tete DO2	Interface D03	Interface D04	T SORTIE D04	ENTRAINEMENT SORTIE S03	Interface D05	Température D05
Limite supérieur	80%	90%	30	90%	42	90%	90%	35	15ml	90%	45
Limite inférieur	-	30%	-	30%	-	30%	90%	-	-	30%	38

Tableau 4 : Paramètres de marche à surveiller

D.6 Stripage (ARP et APP)

- Pour rappel le solvant est un mélange de TBP et de DIPE.
- Sa solubilité dans les phases aqueuses est faible.
- Les températures d'ébullition à 760 mm Hg sont:
 - ➔ 289 °C pour le TBP.
 - ➔ 68,5 °C pour le DIPE.
- Afin de diminuer les coûts d'exploitation et pour des raisons de sécurité, le solvant est en partie récupéré.
- Seul le DIPE est récupéré.
- Le fonctionnement de ces appareils est basé sur les différences de tension de vapeur des différents composés.
- Les phases aqueuses sont chauffées à environ 100 °C
- A cette température de l'acide sous forme vapeur.
- Ces vapeurs sont récupérés dans les condenseurs.

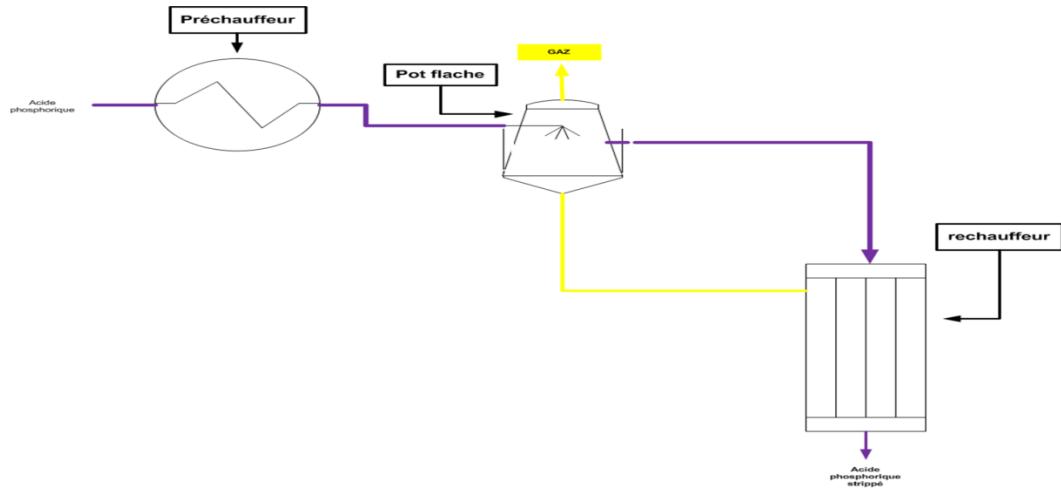


Figure 13 : Stripper d'acide sortie 71AD05

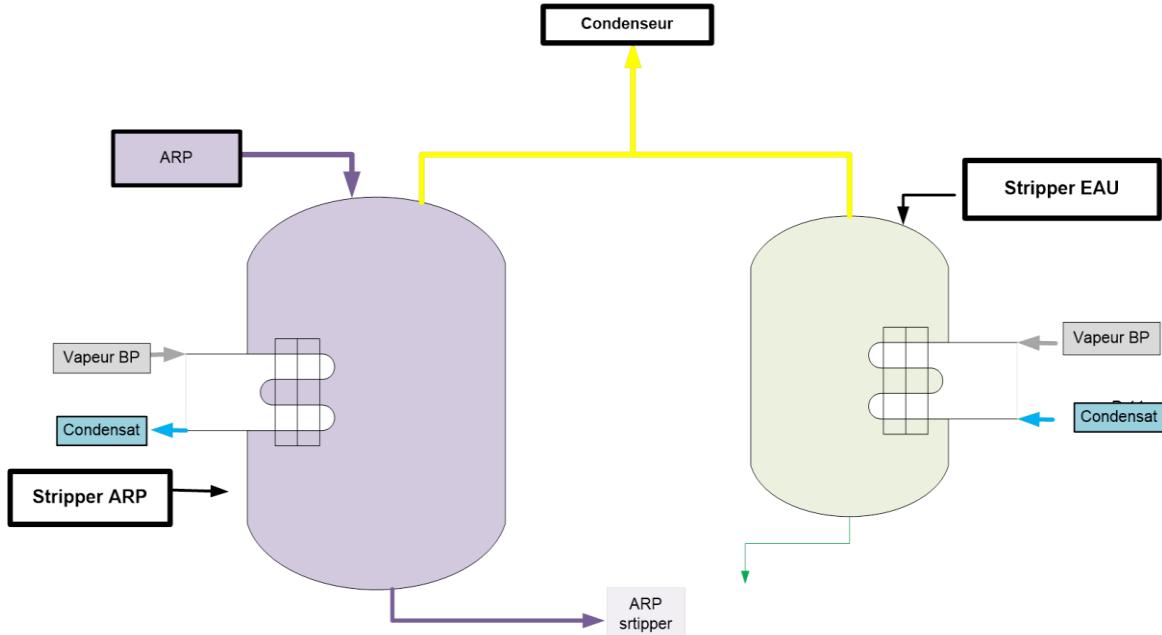


Figure 14 : Stripper ARP et EAU

Condenseurs

- Ces appareils permettent de récupérer les vapeurs de solvant s'échappant des différents appareils.
- Ils sont alimentés par de l'eau ou de l'eau glycolée.
- Ils refroidissent les vapeurs à la température de condensation.
- Les condensats sont reinjectés dans le circuit solvant.

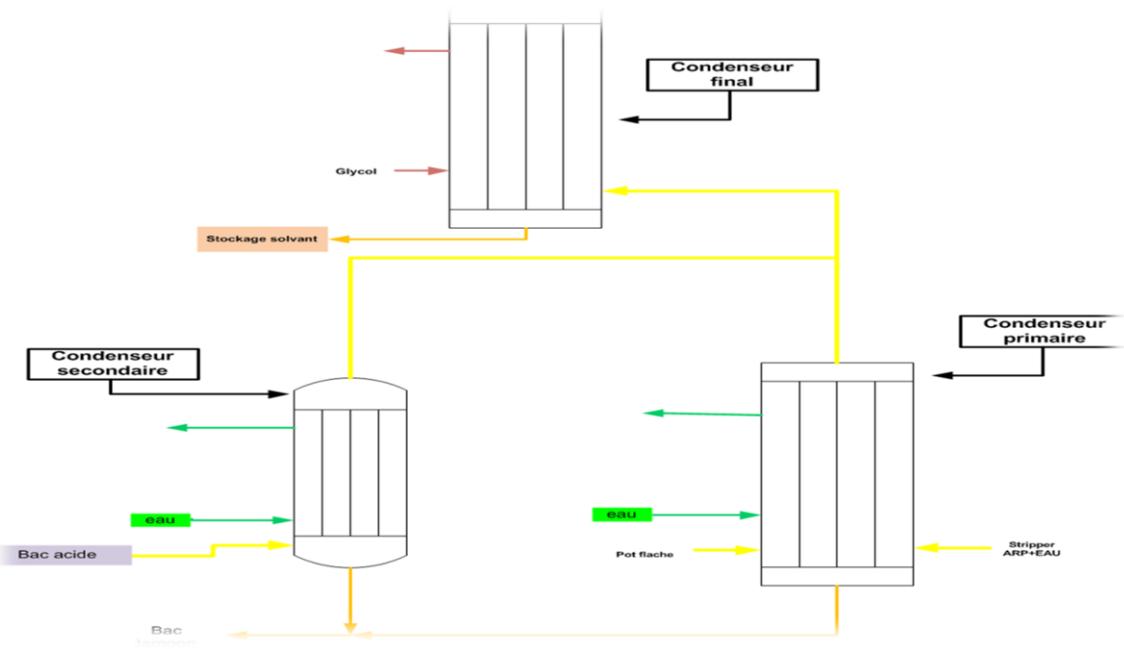


Figure 15 : Condenseur des gaz

D.7 Décoloration

- Après stripping l'APP est débarrassé de la majorité de son DIPE
- Il contient du TBP ainsi que d'autres matières organiques entraînées lors de l'extraction.
- Ces composés carbonés sont en partie éliminés par un passage au travers
- d'un substrat composé de charbon actif.
- Le charbon actif à une surface spécifique très élevée. cela permet l'adsorption de nombreux produits.

Paramètres de marche à surveiller

	Densité APP	Teneur de Fer	Teneur De SO4	Température Sortie préchauffeur	Température Sortie 78AD44	Température Stripper ARP	Température Stripper EAU	APHA APP décoloré
Limite Supérieur	1470	3,5	150	94	115	105	90	30
Limite inférieur	1435	-	*-	88	105	90	75	-

Tableau 5 : Paramètre de marche à surveiller

D.8 Concentration 2

- L'objectif est de concentrer l'acide sous vide, jusqu'au titre souhaité et produire de la vapeur pour la dé-fluoruration.
- Les appareils principaux utilisés sont un évaporateur multi-passes et un Transformateur de vapeur

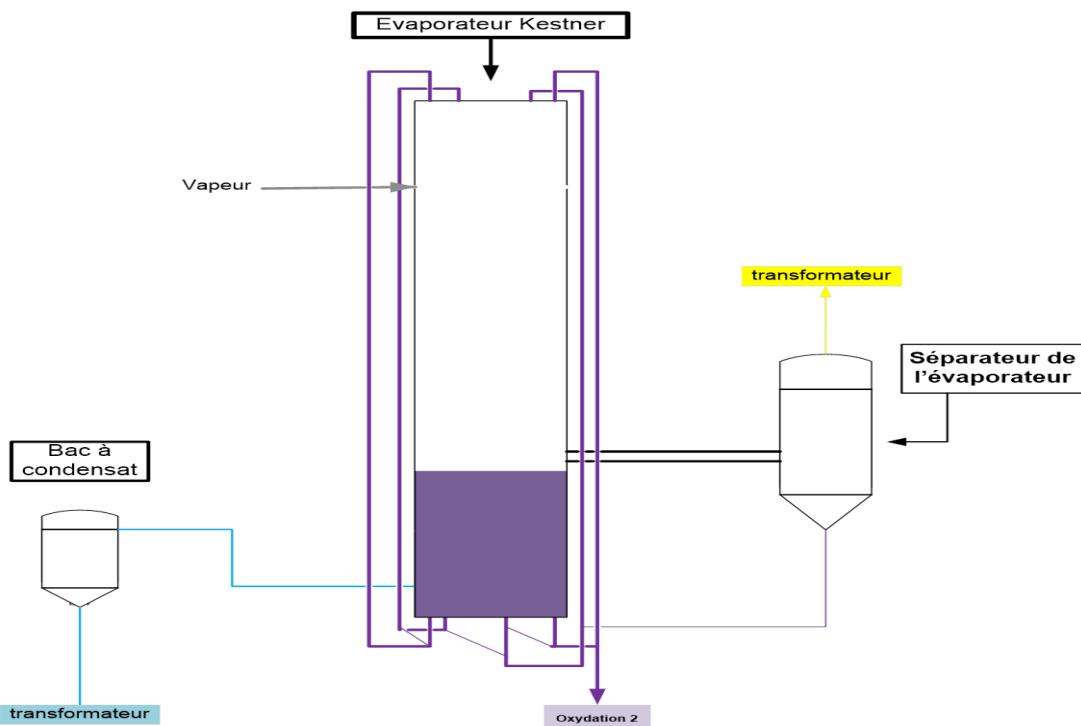


Figure 16 : Concentration

1.2.3.3 Post-traitement

a) Oxydation 2.

- Sert à enlever le reste des matières organiques de l'acide.
- Ce traitement de l'acide rend la couleur de l'acide compatible avec les spécifications.
- L'oxydant utilisé pour cette opération est le chlorate de soude sous forme de solution 30% w/w.
- La réaction de débit avec les matières organiques présentes dans l'acide. Il se forme du CO₂.
- Cette réaction, pour être efficace, doit s'effectuer à haute température.

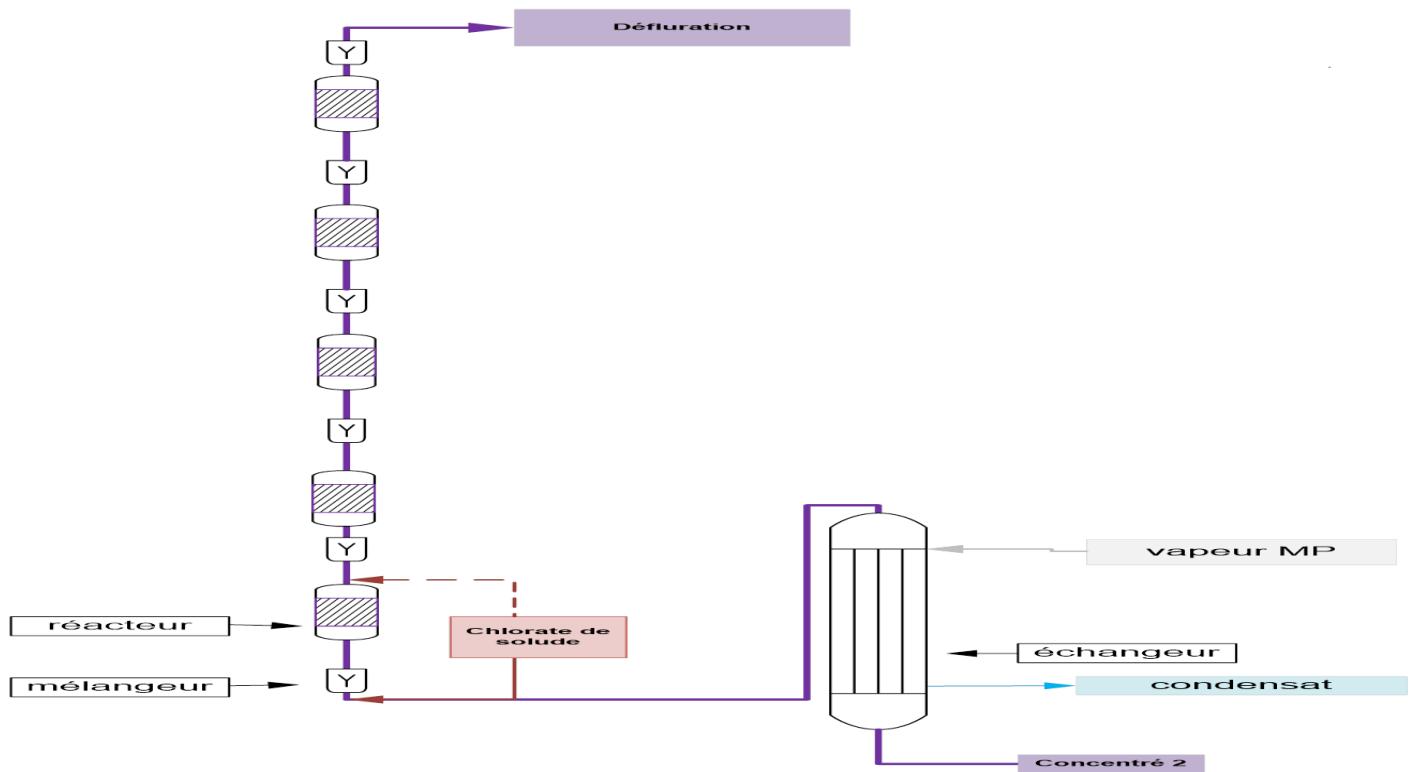


Figure 17 : Post de traitement

b) Défluoruration

- La défluoruration sert à diminuer la teneur en fluor de l'acide purifié.
- Elle s'effectue sous vide.
- Elle consiste en une injection de vapeur.

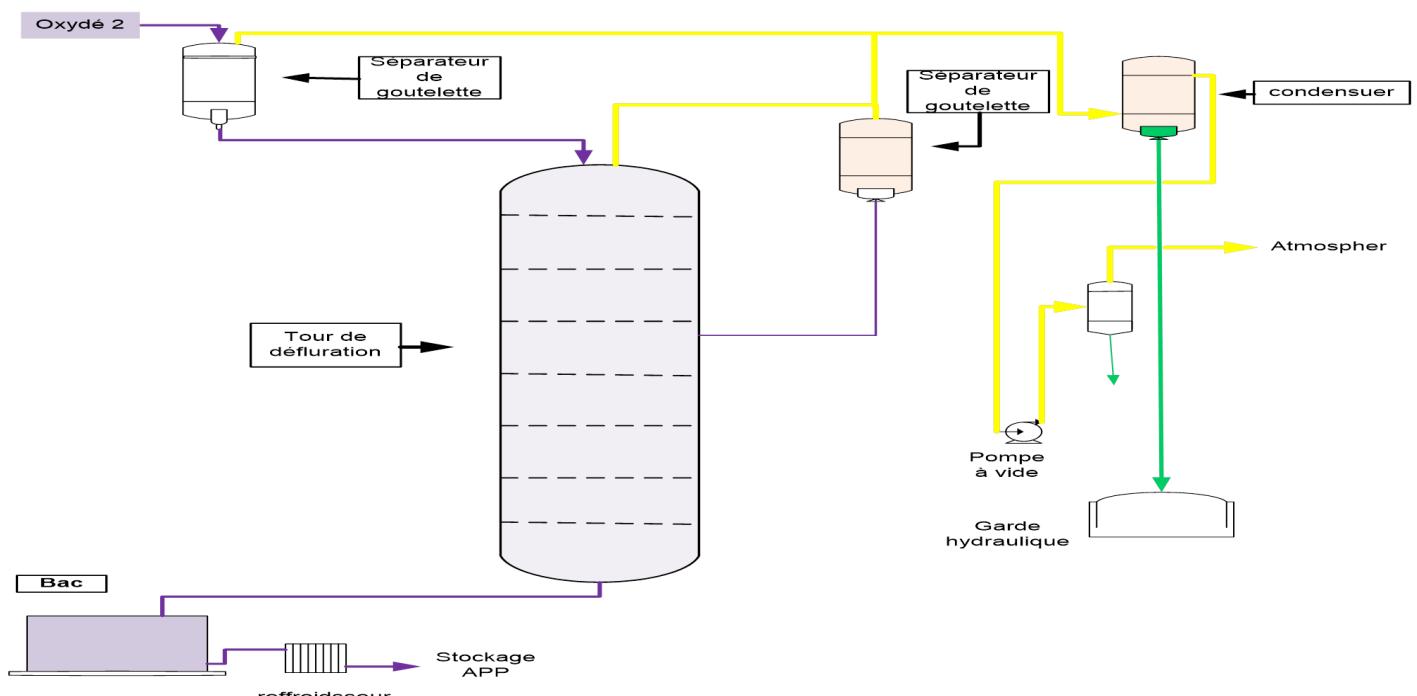


Figure 18 : Défluoruration

c) Transformateur de vapeur

- Dans cet appareil les buées d'évaporateur se condensent.
- La chaleur ainsi produite est transférée à des condensats propres qui vont en partie se vaporiser.
- Ces vapeurs sont envoyés vers la défluoruration.
- Les condensats qui sont vaporisés proviennent de la vapeur utilisée dans l'évaporateur ainsi que des condensats moyenne pression venant de l'oxydation de l'acide prétraité ainsi que de l'oxydation de l'acide final.
- Les incondensables accompagnant les buées de l'évaporation sont lavées à l'eau puis sont relâchés à l'atmosphère par l'intermédiaire d'une pompe à vide.
- Cette pompe maintient l'évaporation de l'acide ainsi que la condensation des buées d'évaporateur sous vide.
- Le vide de cette partie du procédé d'évaporation est assuré par la pompe à vide placée après la tour de dé fluoruration.

Paramètres de marche à surveiller

	Température acide	Pression acide	Test KI	Température Tour	Vide (mmHG)	Température Acide sortie tour	Température Acide sortie refroidisseur	Densité	Test KI	APHA	Teneur Fluor
Limite supérieur	162	2,5	positif	75	130	125	62	1,7	Négatif	10	1 ppm
Limite inférieur	140	1	positif	-	85	-	40	1,685	négatif	-	-

Tableau 6 : Paramètres de marche à surveiller

Ajustement du titre et contrôle de la qualité de l'acide

- Apres avoir été défloré, le titre de l'acide est ajusté.
- La qualité de l'acide est ensuite contrôlée.
- Suivant les résultats du contrôle, l'acide est envoyé vers les stockages ou est recyclé dans l'installation.

Description succincte du procédé

- L'acide est pompe du bac de garde, son titre est ajusté.
- Il est ensuite refroidi avant d'être envoyé vers les tanks de pause.
- Dans ces tanks, la qualité de l'acide est vérifiée.
- Si elle est correcte, l'acide est envoyé vers les stockages de 10 000 m³.
- Dans le cas contraire il est recyclé dans l'installation.

Chapitre 2 : Etude de projet

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'objectif de notre travail puis la méthodologie que nous avons suivi.

2.1 Introduction

L'objectif de l'entreprise est garanti le contrôle et la supervision des niveaux des bacs d'acide APP final. C'est dans ce cadre ou s'inscrit notre projet qui porte sur la supervision à distance de niveau d'acide en temps réel.

2.1.1 Cahier de charge

Pour réaliser un système de supervision de niveau des bacs d'acide le service EMAPHOS a proposé le cahier de charge suivant :

- Mesurer le niveau d'acide au bac.
- Transmettre les données vers une unité de traitements.
- Traiter les données et les envoyer vers une base de données chaque minute.
- Envoyer aux responsables la variation de niveau par email chaque deux heures en cas normal et en cas de problème.
- Créer une interface web pour faciliter le contrôle de niveau des bacs d'acide.
- Envoyer l'état des bacs vers l'interface chaque 3 secondes à fin de suivre la variation de niveau.

2.1.2 Etats des lieux :

Lors de mon arrivée à EMAPHOS, J'ai vu qu'il y'a un automate installé spécialement pour faire des mesures et envoyer des SMS, afin de garantir le contrôle des niveaux des bacs d'acide APP final quotidiennement d'EMAPHOS .Mais ce système présente beaucoup des inconvénients :

- Il est limité, il envoie juste 4 SMS chaque fois.
- Il ne détecte pas les erreurs au niveau des capteurs.
- Il ne donne pas le niveau de bac en temps réel.
- On ne peut pas faire la configuration du temps d'envoi.
- Il est très cher.

Alors cet ancien système crée toujours des problèmes. Donc j'ai essayé de trouver une structure qui aide à améliorer ce système avec le minimum cout.

2.1.3 Solution proposé

L'objectif principal de notre système est la création d'une application web permettant l'affichage de données exploitables. L'application devait être orientée vers l'exploitation de données de niveau. Le capteur joue le rôle de l'instrument qui va mesurer le niveau d'acide, puis on va transmettre les données vers une unité de traitements, enfin nous allons traiter les données et envoyer l'état de bac vers l'application créées.

Le projet était divisé en deux parties : partie software et partie hardware.

Pour la partie hardware j'ai essayé d'utiliser des cartes électroniques Arduino et Raspberry Pi 3 b + dans le but de traiter le signal générer par le capteur de niveau jusqu'à l'affichage des données.

Pour la partie software, j'ai essayé de créer une page web dynamique avec des langages de programmations simples HTML, CSS, et JAVASCRIPT, PHP pour faciliter le contrôle du niveau d'acide par les contrôleurs. Puis j'ai essayé d'envoyer des emails aux responsables des messages d'urgence, en cas d'erreur.

Un schéma explicatif de la solution proposé pour notre système :

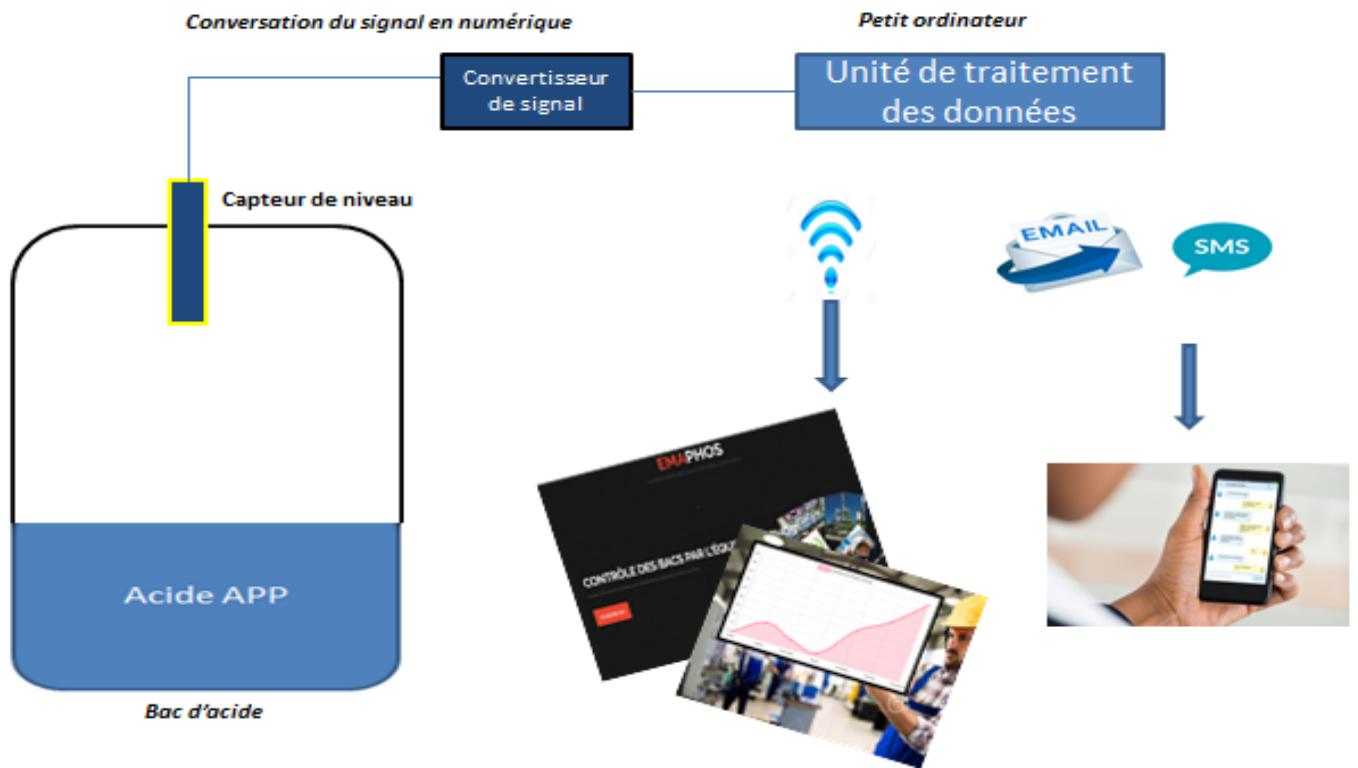


Figure 19 : Schéma explicatif du projet réalisé

2.1.4 Méthodologie du travail:

Après avoir défini la problématique, il est nécessaire d'élaborer un planning des tâches à réaliser, afin de maîtriser le temps alloué au projet. Au sein de service EMAPHOS, je fais une réunion chaque semaine avec mon encadrant pour discuter l'état d'avancement sur la tâche planifiée ainsi que les difficultés rencontrées pendant sa réalisation.

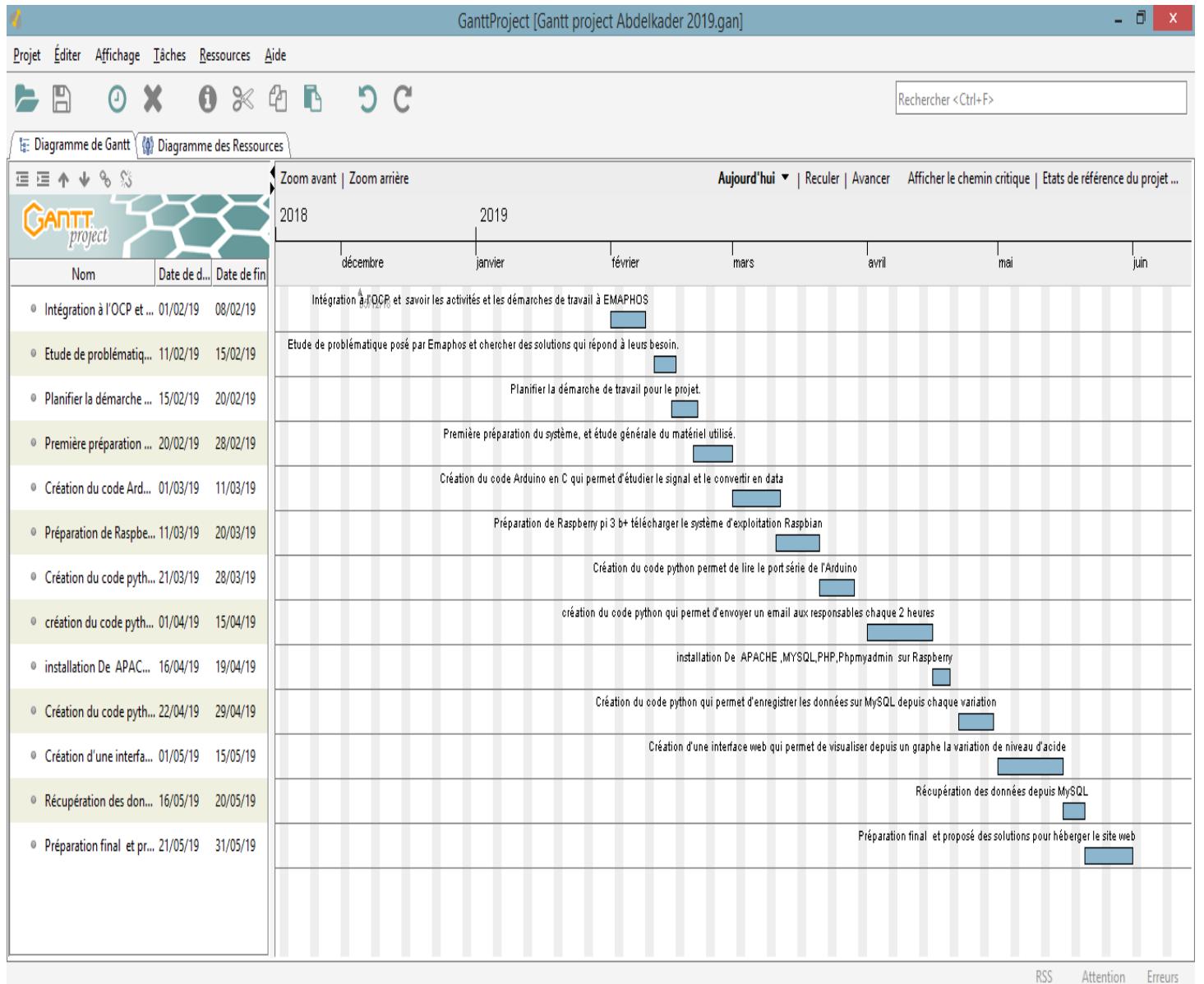


Figure 20 : GanttProject présente les tâches effectuées durant la période de stage

Chapitre 3 : Mise en place la Solution Proposé

Dans ce chapitre nous allons présenter les différents outils matériels et logiciels utilisés et le type de connexions utilisées.

Le système de supervision qu'on va réaliser est divisé en deux parties essentielles : une partie dédiée de choix des éléments utilisé et une partie dédiée à un développement informatique et programmation.

3.1 Principe de fonctionnement

- Notre système consiste à une mesure du niveau de bac avec un capteur industriel 4 à 20mA de type Prosonic FMU43.
- Un circuit de conversion pour convertir le signal 4-20 mA en signal 0-5V (passant par une résistance de 250Ω) exploitable par un Microcontrôleur ATMEGA 2560.
- Traitement du signal par un microcontrôleur est communiquer l'état de bac avec le petit ordinateur via une Communication Série (Tx, Rx)
- Lire les données par le petit ordinateur carte Raspberry PI 3 (utilisant un programme Python) et les envois vers les responsables via un mail.
- Un deuxième programme Python permet de lire les données par le petit ordinateur puis les envoyer vers MySQL avec un délai de temps précisé.
- Relier les données stockées dans MySQL avec l'application web créées.
- Définir un IP et un Nom de domaine spécifique à notre Raspberry pi 3

Architecture détaillé du système :

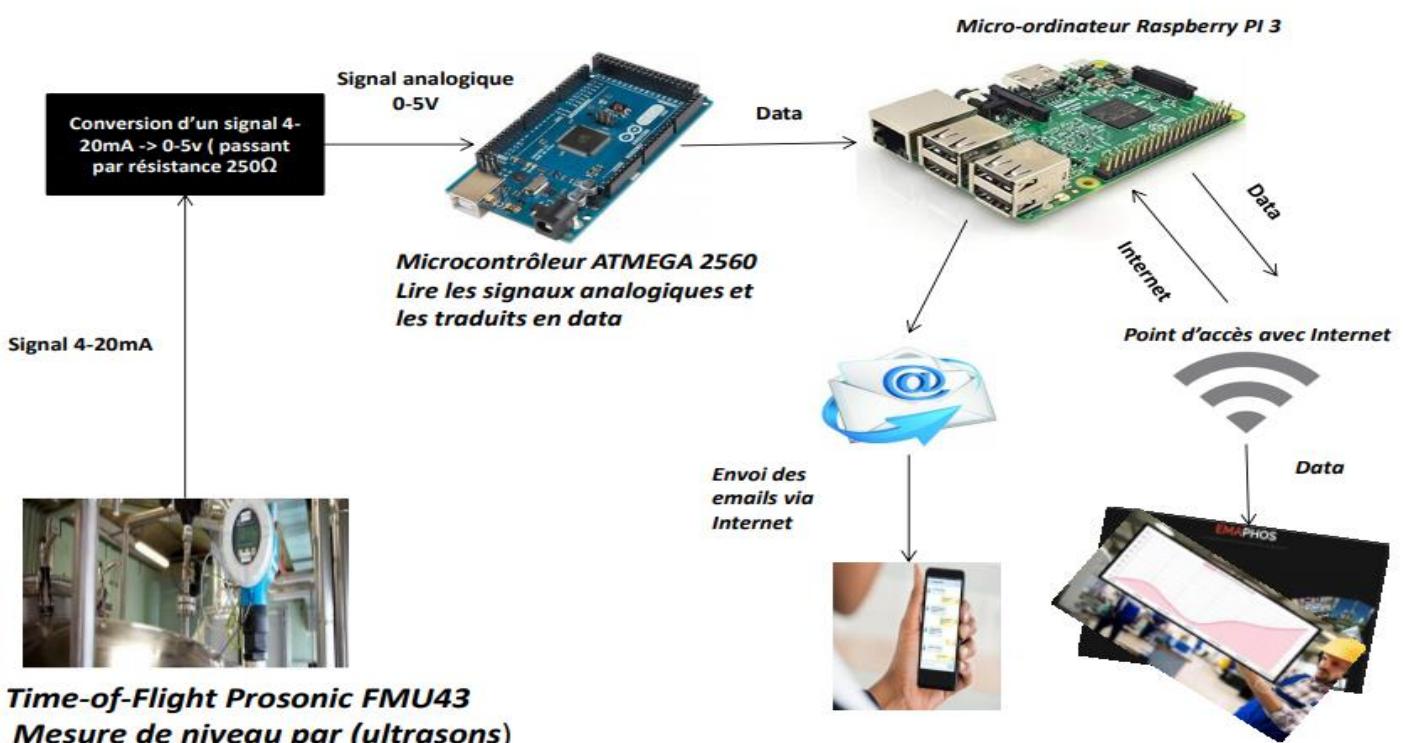


Figure 21 : Architecture détaillé présente notre système

3.2 La Partie Hardware

On va aborder dans cette partie les différents organes utilisés dans notre système :

- ➔ Capteur Ultrason : Time-of-Flight Prosonic FMU43
- ➔ Conversion d'un signal 4-20mA en 0-5V
- ➔ Microcontrôleur ATMEGA2560
- ➔ Micro-Ordinateur RASPBERRY PI 3
- ➔ Point d'accès internet WIFI

a) Capteur Ultrason Time-of-Flight Prosonic FMU43

Dans le groupe Emaphos on trouve plusieurs technologies qui aident à calculer le niveau d'acide tels que :

- *Mesure par Radar*
- *Mesure par Delta-p*
- *Mesure ultrasonic*
- *Mesure par méthode bulle à bulle*
- *Mesure ultrason*

Pour notre système nous avons travaillé avec un capteur de niveau ultrason Prosonic FMU43 :

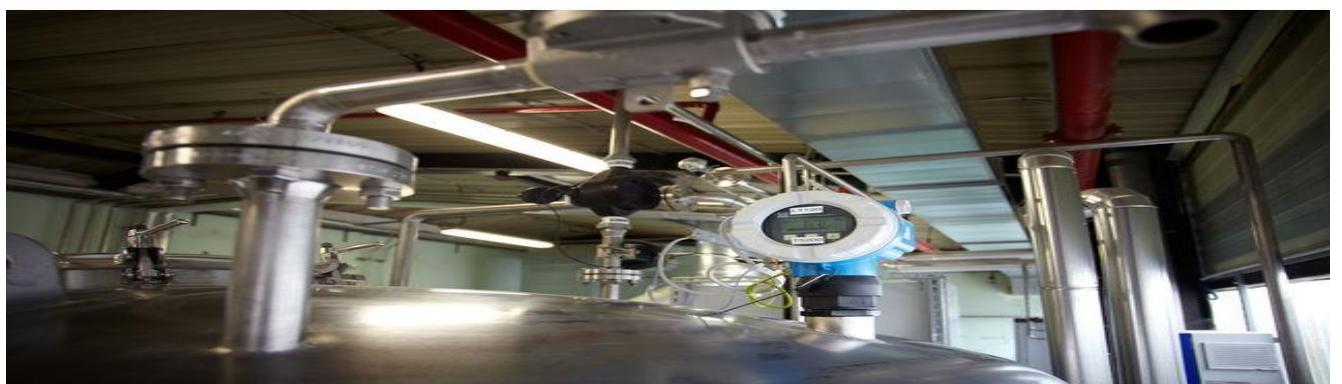


Figure 22 : Capteur de niveau Prosonic

La mesure de niveau par ultrasons avec capteurs Prosonic permet une mesure continue, sans contact et sans entretien, dans les liquides, pâtes, boues et solides en vrac pulvérulents ou à forte granulométrie. La mesure est insensible au coefficient diélectrique, à la densité ou à l'humidité et également au colmatage grâce à l'effet d'auto-nettoyage des sondes.

La méthode par ultrasons est une solution éprouvée et peu coûteuse pour la mesure de niveau sur liquides et solides en vrac. Les appareils sont disponibles en version compacte ou séparée.

Ce principe de mesure se caractérise par une planification et un montage simples, une mise en service rapide et sûre, une longue durée de vie et des coûts de maintenance réduits. Les applications typiques sont entre autres les produits abrasifs et agressifs, même dans des environnements hostiles.

a.1 Principe de fonctionnement

Le Prosonic se base sur le principe du temps de parcours. Un capteur émet des impulsions ultrasoniques, la surface externe du produit réfléchit le signal et le capteur le détecte à nouveau. Le temps de parcours du signal ultrasonique réfléchi est directement proportionnel à la distance parcourue. Si la forme de la cuve est connue, le niveau peut être calculé.

a.2 Avantage

- Mesure sans contact et sans maintenance
- Mesure insensible aux propriétés du produit, comme le coefficient diélectrique ou la densité
- Etalonnage sans remplissage ni vidange
- Effet d'auto-nettoyage dû aux vibrations de la membrane du capteur.

Le capteur Prosonic FMU43 est destiné à la mesure de niveau sans contact dans les liquides, pâtes, solides en vrac à forte granulométrie et à la mesure de débit sur canal ouvert ou déversoir. Le transmetteur compact 2 fils ou 4 fils peut être utilisé sur cuves de stockage, avec agitateurs, terrils et bandes transporteuses. La courbe enveloppe peut être affichée sur site. Fonction de linéarisation (jusqu'à 32 points) pour la conversion de la valeur mesurée en d'autres unités de longueur, volume ou débit



a.3 Caractéristiques

- Principe de mesure Ultrasonique
- Alimentation / Communication 4 fils (HART), PROFIBUS PA, FOUNDATION Field bus
- Précision +/- 4 mm ou +/- 0,2 % de la gamme de mesure réglée
- Température ambiante -40 °C ... 80 °C (-40 °F ... 176 °F)
- Pression process abs./Limite surpress. max. 0,7 bar ... 2,5 bar abs (10 psi ... 36 psi)
- Pièces en contact avec le produit Polyester non saturé, 316 Ti

Figure 23 : Time-of-Flight

b) Conversion d'un signal 4-20mA en 0-5V

Afin de conversion d'un signal 4-20mA en signal 0-5V exploitable par le microcontrôleur on aura besoin juste d'ajouter une résistance de 250Ω , parce que après la loi d'ohm

$$R = U / I \rightarrow R = 5 / 20 \times 10^{-3} = 250\Omega$$

Voilà un schéma qui explique comment on fait la conversion :



Figure 24 : conversion de courant en tension

Pour notre cas pour convertir un courant de 4-20mA to 0-5V il faut choisir une résistance **250 Ω**.

c) Microcontrôleur ATMEGA2560



Figure 25 : Arduino Mega2560

L'Arduino **Mega 2560** est une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega2560. Il est doté de 54 broches d'entrée/sortie numériques (dont 14 peuvent être utilisées comme sorties MDI), de 16 entrées analogiques, de 4 émetteurs-récepteurs universels asynchrones (UART, ports de série de matériel), d'un oscillateur en cristal de 16 MHz, d'une connexion USB, d'une prise de courant, d'une embase ICSP et d'un bouton de réinitialisation. Il contient tout ce qui est nécessaire pour prendre en charge le microcontrôleur. Pour cela, branchez-le à un ordinateur au moyen d'un câble USB ou allumez-le avec une batterie ou un adaptateur CC/CA pour le démarrer.

L'Arduino Mega peut être alimenté par la connexion USB ou par une alimentation électrique externe. Le Mega2560 diffère de toutes les cartes précédentes en ce qu'il n'utilise pas la puce pilote FTDI USB/série. Au lieu de cela, il dispose de l'Atmega8U2 programmé comme un convertisseur USB/série.

c.1 Description

- ***Convivialité du microcontrôleur Arduino programmable par USB***
- ***Conception en "Open Source" basée sur le très puissant ATMEGA2560***
- ***54 broches E/S numériques et 16 broches E/S analogiques***
- ***256 Ko de mémoire flash, 8 Ko de SRAM, et 4 ko d'EEPROM***
- ***Vitesse de l'horloge : 16 MH***

c.2 Dimensions

10,16 cm x 5,33 cm avec le connecteur USB et la prise d'alimentation ressortant de la dimension de la base.

c.3 Spécifications

Microcontrôleur	Atmega2560
Tension de fonctionnement	7 à 12 v
Tension d'entrée (recommandée)	7 à 20V
Tension d'entrée (limitée)	6 à 20V
Broches E/S numériques	54 (dont 4 fournissent la sortie md)
Broches d'entrée analogiques	16
Courant alternatif par broche d'E/S	40mA
Courant continu pour la broche 3,3V	50mA
Mémoire Flash	256Ko (dont 8Ko utilisé par le chargeur initial de programme)
SRAM	8Ko
EEPROM	4Ko
Vitesse de l'horloge	16 MHz

Tableau 7 : Tableau présent les caractéristiques Arduino mega2560

La carte Arduino Méga 2560 dispose de 16 entrées analogiques, 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 le 0V (valeur 0) et le 5V (valeur 1023). Note : les broches analogiques peuvent être utilisées en tant que broches numériques.

c.4 Avantages d'Arduino Mega 2560

L'Arduino Mega, en sa qualité de carte haut de gamme, présente des caractéristiques supplémentaires par rapport aux autres modèles Arduino :

- ➔ **Pas cher** : les cartes ARDUINO sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plateformes.
- ➔ **plus puissante** : permet une marge de manœuvre beaucoup plus importante et des montages plus poussés qu'avec d'autres cartes Arduino. En bref, cette carte représente le niveau supérieur : vous pourrez faire des choses que vous ne pouvez pas réaliser avec une carte plus classique.
- ➔ **Multi-plateforme** : Le logiciel ARDUINO, écrit en Java, tourne sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux. La plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.
- ➔ **Logiciel 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.
- ➔ **La carte Mega peut se connecter en USB à l'ordinateur**, ce qui permet une programmation complète et facile via l'interface du logiciel Arduino. Ce qui est également possible sur le modèle Uno mais pas sur le Nano, qui nécessitera d'un câble Mini USB.
- ➔ **Le langage peut être aussi étendu à l'aide de librairies C++,** et les personnes qui veulent comprendre les détails techniques peuvent reconstruire le passage du langage ARDUINO au langage C pour microcontrôleur AVR sur lequel il est basé.

Pour ces raisons on a mis notre choix sur l'ARDUINO et plus précisément sur l'ARDUINO Méga 2560 pour ses fortes caractéristiques matérielles décrites la description précédente de la carte.

d) Micro-Ordinateur RASPBERRY PI 3 b+



Figure 26 : Micro-Oridnateur Raspberry PI 3 b+

La célèbre carte mère de la fondation **Raspberry Pi** revient une nouvelle fois lancer un pavé dans la mare de l'informatique trop chère avec le **Raspberry Pi 3 Type B+**. Évolution matérielle du modèle 3 B, ce Raspberry Pi 3 permet de répondre à des contraintes et des besoins toujours plus importants. Au programme des nouveautés, un processeur en plus puissant et le support en natif du Wifi 802.11n et en double bande et du bluetooth 4.2.

Il est développé par la **Foundation Raspberry** et destiné à favoriser et encourager l'apprentissage de l'informatique et du développement en proposant sur le marché une machine simple, universelle, peu gourmande en énergie et très attractive en terme de prix !

Avec la **carte Raspberry Pi 3 type B+**, continuez le développement de vos systèmes miniatures autour d'une architecture ARMv7 et sur **une carte mère de la même taille que la précédente** mais améliorée. Plus pratique et plus complète, le modèle Raspberry Pi 3 B+ vous fera réaliser **des projets encore plus aboutis**.

Le modèle **Rapsberry Pi 3 type B+** est composé de composants fiables :

- ➔ un CPU 64 bit quad core ARM Cortex-A53 intégré et cadencé à 1,4 GHz
- ➔ un contrôleur graphique Broadcom Videocore IV
- ➔ 1 Go de mémoire vive pour assurer fluidité à votre système.
- ➔ 1 lecteur micro SD / SDHC
- ➔ 4 sorties USB 2.0
- ➔ 1 port RJ45 (Ethernet 10/100/300 Mbps)

- ➔ 1 port HDMI
- ➔ 1 audio Jack 3,5 mm
- ➔ GPIO 40 broches + 4 nouvelles broches pour le PoE
- ➔ Compatible Wifi 802.11 b/g/n/ac double bande 2,4 Ghz et 5 Ghz et Bluetooth 4.2 (Bluetooth Classique et LE)
- ➔ Une alimentation électrique d'au moins 2,5A est fortement recommandée

Ce **Raspberry Pi 3 Type B+** s'adresse aux **professionnels** qui recherchent une **plateforme matérielle stable** et riche pour leurs projets informatiques et les **applications industrielles** mais il s'adresse aussi aux initiés et bricoleurs n'ayant pas peur des **OS libres** et des lignes de commandes !

Mais ce **PC miniature** peut vite se révéler comme un formidable outil à un prix dérisoire comparé à un PC classique !

L'alimentation USB a également été améliorée sur ce Raspberry Pi 3. Si l'on retrouve toujours la norme USB 2.0, les ports alimenteront maintenant plus facilement vos disques durs externes. L'alimentation est également différente, la fondation Raspberry recommande 5V 2.5A pour la version 3 de son mini PC, contre 5V 2A pour le modèle Pi 2

- ➔ Dans notre système l'ordinateur RASPBERRY PI joue le rôle d'un serveur qui va envoyer les données vers les clients par un réseau local, et au même temps elle va envoyer les emails vers les portables de responsables et vers la plateforme réalisé.

e) Point d'accès Wifi :



Figure 27 : Point d'accès WIFI

Un **point d'accès** est un appareil qui créé un réseau local sans fil, ou WLAN, habituellement dans un bureau ou dans un grand bâtiment. Un point d'accès se connecte à un routeur filaire, commutateur ou hub par câble Ethernet et délivre un signal Wi-Fi à une zone dédiée. Si vous souhaitez par exemple activer le Wi-Fi dans le hall de réception de votre entreprise, mais vous ne disposez pas d'un routeur à portée de main, vous pouvez alors installer un point d'accès près de la réception en acheminant un câble Ethernet à travers le plafond vers à la salle des serveurs.

Les amplificateurs de signal représentent une solution adaptée pour les réseaux Wi-Fi domestiques, mais ils ne sont pas assez performants pour fonctionner avec les modems des réseaux professionnels. La raison étant qu'ils ne sont compatibles qu'avec un nombre limité d'appareils à la fois (généralement 20 max.). Les amplificateurs de signal amplifient la portée du signal Wi-Fi du routeur, mais ils n'augmentent pas le débit de la bande passante disponible. Et selon le nombre d'appareils connectés simultanément au réseau sans fil, l'amplificateur de signal peut ralentir **la connexion Wi-Fi**.

Les points d'accès peuvent, quant à eux, gérer plus de 60 connexions simultanées chacun. En installant des points d'accès un peu partout dans le bureau, tous vos employés peuvent se déplacer d'une pièce à l'autre sans risquer de perdre la connexion ou d'expérimenter des ralentissements au niveau du réseau sans fil. Tandis qu'ils se déplacent à travers le bâtiment, leurs appareils changent automatiquement de réseau en sélectionnant le point d'accès le plus proche. La connexion Wi-Fi se fait ainsi de manière transparente et sans coupure.

Pour notre cas à l'aide du wifi nous rendons notre site accessible depuis plusieurs postes connectées sur le même réseau local.

3.3 La Partie Software :

Cette partie est dédiée à la représentation des plateformes informatiques utilisées dans le développement de notre système, et aussi les langages informatiques pour la programmation de notre plateforme.

3.3.1 L'IDE Arduino

Plateforme dédié à la programmation de Microcontrôleur ATMEGA2560. Le logiciel Arduino Open Source (IDE) facilite l'écriture de code et son téléchargement sur le tableau. Il fonctionne sous Windows, Mac OS X et Linux. L'environnement est écrit en Java et basé sur Processing et d'autres logiciels à code source ouvert. Ce logiciel peut être utilisé avec n'importe quelle carte Arduino.

L'IDE Arduino permet :

- d'**éditer un programme** : des croquis (*sketch* en Anglais),
- de compiler ce programme dans le langage « machine » de l'Arduino,
- de téléverser le programme dans la mémoire de l'Arduino,
- de communiquer avec la carte Arduino grâce au terminal.



Figure 28 : logiciel Arduino IDE

Le langage ARDUINO est inspiré de plusieurs langages. On retrouve notamment des similarités avec le C, le C++, le Java et le Processing. Le langage impose une structure particulière typique de l'informatique embarquée.

- La fonction « **setup** » contiendra toutes les opérations nécessaires à la configuration de la carte (directions des entrées sorties, débits de communications série, etc.).
- La fonction « **loop** » elle, est exécutée en boucle après l'exécution de la fonction setup. Elle continuera de boucler tant que la carte n'est pas mise hors tension, redémarrée (par le bouton reset). Cette boucle est absolument nécessaire sur les microcontrôleurs étant donné qu'ils n'ont pas de système d'exploitât.

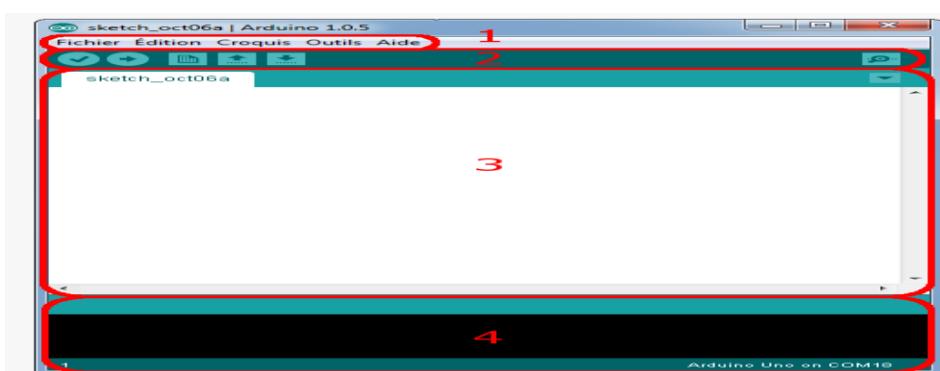
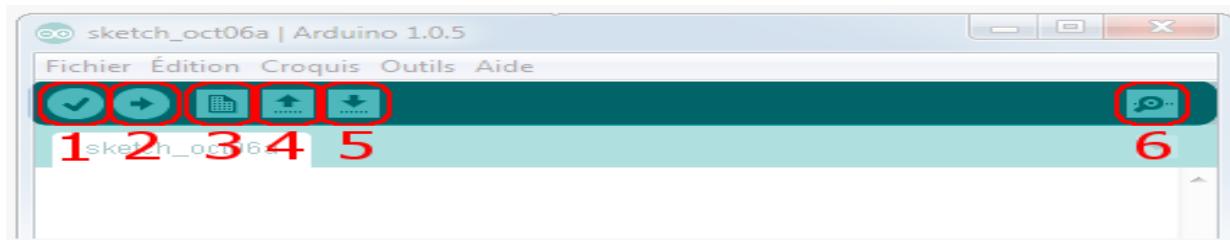


Figure 29 : Interface Ide Arduino

- Le cadre numéro 1** : ce sont les options de configuration du logiciel
- Le cadre numéro 2** : il contient les boutons qui vont nous servir lorsque l'on va programmer nos cartes.
- Le cadre numéro 3** : ce bloc va contenir le programme que nous allons créer
- Le cadre numéro 4** : celui-ci est important, car il va nous aider à corriger les fautes dans notre programme. C'est le débogueur.



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

3.3.2 Raspbian système d'exploitation pour LA Raspberry pi 3 :

Dans les grandes lignes, un ordinateur est généralement constitué :

- Un ou plusieurs processeurs, qui effectuent tous les traitements de calcul.
- Mémoire vive, où sont stockées les instructions que le ou les processeurs doivent exécuter, et les données qu'ils doivent manipuler ;
- Unités de stockage de masse telle que les disques durs, permettant de stocker les données et les programmes de manière permanente (c'est-à-dire même après extinction de l'ordinateur) ;
- Carte mère, sur laquelle on connecte tous ces éléments. À ces composants de base s'ajoutent des composants annexes, que l'on appelle «périphériques» (i.e. Le clavier, la souris, les cartes graphiques, son et réseau).

Le Raspberry pi possède la même architecture des ordinateurs standards, la seule différence réside dans le module GPIO tenu dans le Raspberry Pi et qui n'est pas disponible dans l'ordinateur standard, par la suite, le Raspberry pi supporte l'installation **d'un Système d'exploitation**.

→ Raspbian

Raspbian est un système d'exploitation libre et gratuit basé sur Debian optimisé pour fonctionner sur un Raspberry Pi .C'est la distribution Linux officielle proposée par la fondation Raspberry. Raspbian intègre toutes les ressources et de nombreux logiciels pour faire fonctionner et exploiter le Raspberry Pi. Elle est mise à jour très régulièrement. Nous aurons pas à gérer l'installation et la configuration du WiFi, du Bluetooth, du GPIO, de la caméra...tout est déjà prêt.

Il existe deux méthodes d'installation

→ **Noobs (pour les débutants) est un installateur qui va se lancer au démarrage. Après s'être connecté au réseau WiFi (ou Ethernet), on pourra choisir la distribution que l'on souhaite installer :**

- ➔ Raspbian
- ➔ Raspbian Lite (sans bureau graphique)
- ➔ Open Elec ou OSMC (media center)
- ➔ Windows 10 IoT pour transformer votre Raspberry Pi en passerelle et piloter ou faire des mesures depuis Windows 10

➔ **Installer directement l'image complète d'un système d'exploitation (OS) sur la carte SD. Avec l'habitude, c'est le plus simple**

En plus des deux méthodes d'installation, on pourra choisir d'installer un système avec (version Desktop) ou sans interface graphique (version Lite).

Pour notre cas j'ai essayé de travailler avec la deuxième méthode puisque c'était pas la première fois que j'utilise la carte Raspberry pi 3 .

C'est donc pour instaler le Raspbian sur la carte Raspberry pi faut-il suivre ces étapes :

1. Préparer la carte SD

Il est donc conseillé de choisir une carte SD de bonne qualité et très performante pour ne pas ralentir votre Pi. L'idéal est d'avoir une carte au standard SDHC (classe 10) pouvant atteindre au maximum 80 Mo/s. Même si le système d'exploitation peut s'accommoder de 2Go, compte tenu du prix des cartes SD, autant opté pour une carte de 16Go ou 32 Go directement.

2. Formater la carte SD

Même si votre **carte SD** est neuve, le mieux est de la formater avant de copier les fichiers d'installation. Il est recommandé d'utiliser le logiciel de formatage développé par la SD Association

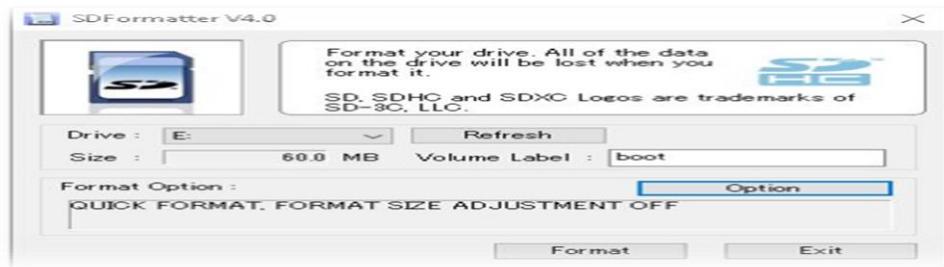


Figure 30 : Interface de SDFormatter

3. Installer Raspbian

On doit installer directement l'image complète d'un système d'exploitation (OS) de format Zip. Puis extraire le fichier et Quel que soit votre environnement (PC ou Mac), et pour Flasher l'image Raspbian sur la SD nous avons utilisé le logiciel Open Source Etcher.

La carte SD est automatiquement éjectée après la vérification de la copie.



Figure 31 : Interface du logiciel Etcher

Premier démarrage du Raspberry Pi

Insérez la carte SD dans le lecteur et mettez le sous tension.

Au premier démarrage du Raspberry Pi 3, vous avez du vous rendre compte qu'aucun utilitaire de configuration n'est proposé pour configurer le système (clavier, heure...). Il faut donc nous falloir procéder aux réglages uns à uns et mettre à jour le système pour profiter de toutes les nouveautés du Pi 3.

Configurer l'interface et le clavier en français

Au premier démarrage, votre Pi est configuré en anglais et le clavier en qwerty ce qui n'est pas très pratique. Pour tout mettre en français, ouvrez le Menu puis **Preferences -> Raspberry Pi Configuration** et allez dans l'onglet Localisation.

Cliquez sur **Set Locale...**.

Choisissez fr (French) en face de Language et Fr (France) en face de Country.

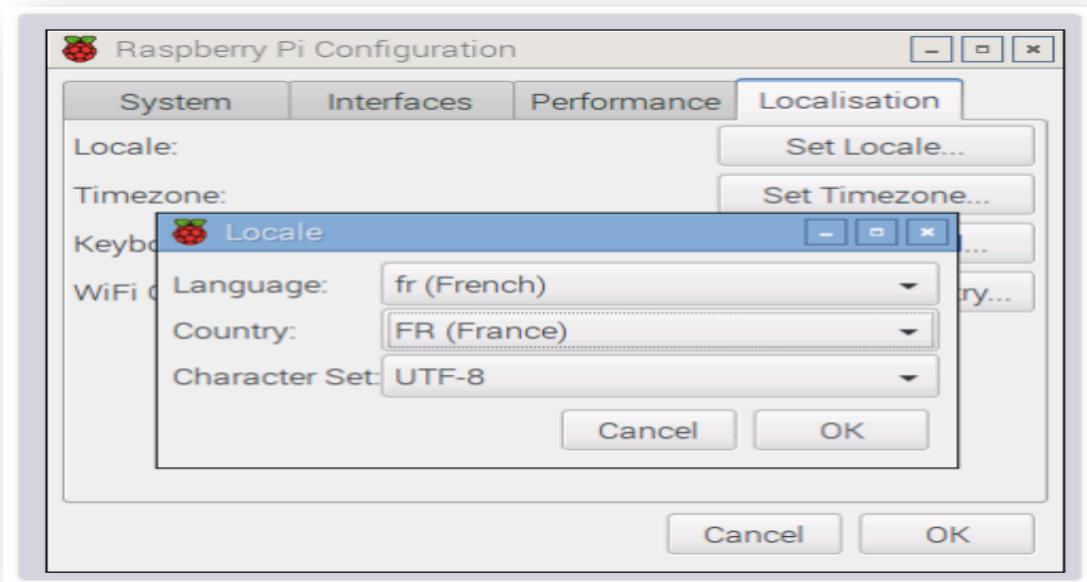


Figure 32 : Interface de configuration Raspberry Pi

Notre Pi doit être redémarré pour prendre en compte les modifications.

Maintenant que notre Raspberry Pi est prêt, nous pouvons lancer ! Le Raspberry Pi 3 est un mini-PC puissant et polyvalent. Au quotidien il pourra prendre place derrière un moniteur et vous servir d'ordinateur d'appoint pour surfer sur internet, consulter nos emails et les réseaux sociaux mais aussi regarder des vidéos sur YouTube.

3.3.3 Langages de programmation :

3.3.3.1 HTML

L'*HyperText Markup Language*, généralement abrégé **HTML**, est le langage de balisage conçu pour représenter les pages web. C'est un langage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom. HTML permet également de structurer sémantiquement et logiquement et de mettre en forme le contenu des pages, d'inclure des ressources multimédias dont des images, des formulaires de saisie et des programmes informatiques. Il permet de créer des documents interopérables avec des équipements très variés de manière conforme aux exigences de l'accessibilité du web. Il est souvent utilisé conjointement avec le langage de programmation JavaScript et des feuilles de style en cascade (CSS). HTML est inspiré du *Standard Generalized Markup Language* (SGML). Il s'agit d'un format ouvert.



Figure 33 : LOGO HTML

Structure d'un document HTML



3.3.3.2 CSSS

Les feuilles de styles (en anglais "*Cascading Style Sheets*", abrégé CSS) sont un langage qui permet de gérer la présentation d'une page Web. Le langage CSS est une recommandation du World Wide Web Consortium (W3C), au même titre que HTML ou XML.

Les styles permettent de définir des règles appliquées à un ou plusieurs documents HTML. Ces règles portent sur le positionnement des éléments, l'alignement, les polices de caractères, les couleurs, les marges et espacements, les bordures, les images de fond, etc.

Le but de CSS est séparer la structure d'un document HTML et sa présentation. En effet, avec HTML, on peut définir à la fois la structure (le contenu et la hiérarchie entre les différentes parties d'un document) et la présentation. Mais cela pose quelques problèmes. Avec le couple HTML/CSS, on peut créer des pages web où la structure du document se trouve dans le fichier HTML tandis que la présentation se situe dans un fichier CSS.

Avec CSS on peut par exemple définir un ensemble de règles stylistiques communes à toutes les pages d'un site internet. Cela facilite ainsi la modification de la présentation d'un site entier. CSS permet aussi de définir des règles différentes pour chaque support d'affichage (un navigateur classique, une télévision, un support mobile, un lecteur braille...). CSS permet aussi d'améliorer l'accessibilité des documents web.



Figure 34 :logo css

3.3.3.3 PHP

PHP: Hypertext Preprocessor, plus connu sous son sigle **PHP** (acronyme récursif), est un langage de programmation libre, principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques via un serveur HTTP, mais pouvant également fonctionner comme n'importe quel langage interprété de façon locale. PHP est un langage impératif orienté objet.

PHP a permis de créer un grand nombre de sites web célèbres, comme Facebook, Wikipédia. Il est considéré comme une des bases de la création de sites web dits dynamiques mais également des applications web.



Figure 35 : logo php

3.3.3.4 JavaScript

JavaScript est un langage de programmation de scripts principalement employé dans les pages web interactives mais aussi pour les serveurs avec l'utilisation (par exemple) de **Node.js**. C'est un langage orienté objet à prototype, c'est-à-dire que les bases du langage et ses principales interfaces sont fournies par des objets qui ne sont pas des instances de classes, mais qui sont chacun équipés de constructeurs permettant de créer leurs propriétés, et notamment une propriété de prototypage qui permet d'en créer des objets héritiers personnalisés. En outre, les fonctions sont des objets de première classe. Le langage supporte le paradigme objet, impératif et fonctionnel. **JavaScript** est le langage possédant le plus large écosystème grâce à son gestionnaire de dépendances **npm**, avec environ 500 000 paquets en août 2017.



Figure 36 : Logo JavaScript

3.3.3.5 MySQL

MySQL est un serveur de bases de données relationnelles Open Source. Un serveur de bases de données stocke les données dans des tables séparées plutôt que de tout rassembler dans une seule table. Cela améliore la rapidité et la souplesse de l'ensemble. Les tables sont reliées par des relations définies, qui rendent possible la combinaison de données entre plusieurs tables durant une requête. Le SQL dans "MySQL" signifie "Structured Query Language" : **le langage standard pour les traitements de bases de données.**

Il est un système de gestion de bases de données relationnelles (**SGBDR**). Il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec **Oracle, PostgreSQL et Microsoft SQL Server**. Il est, la plupart du temps, intégré dans la suite de logiciels LAMP qui comprend un système d'exploitation (Linux), un serveur web (Apache) et un langage de script (PHP).



Figure 37: Logo MySQL

Dans la pratique, le serveur **MySQL** peut se résumer à un lieu de stockage et d'enregistrement des données, que celles-ci soient ou non cryptées. Il est alors ensuite possible, via une requête SQL, d'aller récupérer des informations sur ce serveur très rapidement. C'est le cas, par exemple, avec les mots de passe enregistrés sur des sites web. Si le serveur détecte la présence du mot de passe entré dans un formulaire dans ses données, il autorise la connexion. S'il ne trouve pas le mot de passe, la connexion sera refusée.

3.3.3.6 Chart.js

Chart.js est une bibliothèque open source maintenue par la communauté (disponible sur GitHub) qui vous aide à visualiser facilement les données à l'aide de JavaScript. C'est similaire à Chartist et Google Charts . Il prend en charge 8 types de graphiques différents (y compris les barres, les lignes et les secteurs) et ils sont tous réactifs. En d'autres termes, vous configurez votre graphique une fois, et Chart.js se chargera de la tâche lourde et veillera à ce qu'elle soit toujours lisible.

Pour dessiner un graphique avec Chart.js:

- ➔ Définissez où sur votre page pour dessiner le graphique.
- ➔ Définissez le type de graphique que vous voulez dessiner.
- ➔ Fournissez Chart.js avec des données, des étiquettes et d'autres options.



Figure 38 : Logo chart.js

Les graphiques Chart.js sont hautement personnalisables. En règle générale, tout ce que vous voyez que vous pouvez voir peut affecter et, bien que les graphiques aient fière allure sans grande personnalisation, vous serez probablement en mesure de concrétiser votre vision du design (ou celle de quelqu'un d'autre) avec un effort supplémentaire.

3.3.3.7 Python

Python est un langage de programmation interprété, multi-paradigme et multiplateformes. Il favorise la programmation impérative structurée, fonctionnelle et orientée objet. Il est doté d'un typage dynamique fort, d'une gestion automatique de la mémoire par ramasse-miettes et d'un système de gestion d'exceptions ,il est ainsi similaire à Perl, Ruby, Scheme, Smalltalk et Tcl.

Le langage Python est placé sous une licence libre proche de la licence BSD et fonctionne sur la plupart des plates-formes informatiques, des smartphones aux ordinateurs centraux, de Windows à Unix avec notamment GNU/Linux en passant par macOS, ou encore Android, iOS, et peut aussi être traduit

en Java ou .NET. Il est conçu pour optimiser la productivité des programmeurs en offrant des outils de haut niveau et une syntaxe simple à utiliser.



Figure 39 : Logo Python

Python sur Raspberry Pi 3

Python est un langage de programmation merveilleux et puissant, facile à utiliser (facile à lire **et à écrire**) et qui, avec **Raspberry Pi**, vous permet de connecter votre projet au monde réel. La syntaxe Python est très propre, met l'accent sur la lisibilité et utilise des mots-clés anglais standards.

L'introduction la plus simple à Python se fait par l'intermédiaire d'**IDLE**, un environnement de développement Python. Qui se trouve au menu des applications sur Raspberry pi.



Figure 40 : menu des applications sur Raspberry pi.

→ On va utiliser cette plateforme pour exécuter les programmes qu'on a préparés pour traiter les données arrivent de Microcontrôleur et les envoyés vers les destinataires.

Chapitre 4 :

Réalisation et Test

Dans ce chapitre nous allons vous montrer tous les étapes de réalisation de ce système.

4.1 Programmation de microcontrôleur

Le capteur de niveau génère un courant de 4-20mA à l'aide d'une résistance 250 Ω nous avons convertir ce signal à 0 -5V. Mais pour la démarche de travail nous avons utilisé **un potentiomètre** qui est un type de résistance variable à trois bornes, dont une est reliée à un curseur se déplaçant sur une piste résistante terminée par les deux autres bornes. Ce système permet de recueillir, entre la borne reliée au curseur et une des deux autres bornes, une tension qui dépend de la position du curseur et de la tension à laquelle est soumise la résistance.

- Les microcontrôleurs modernes – comme ceux utilisés dans les cartes Arduino – disposent d'un convertisseur analogique / numérique intégré.

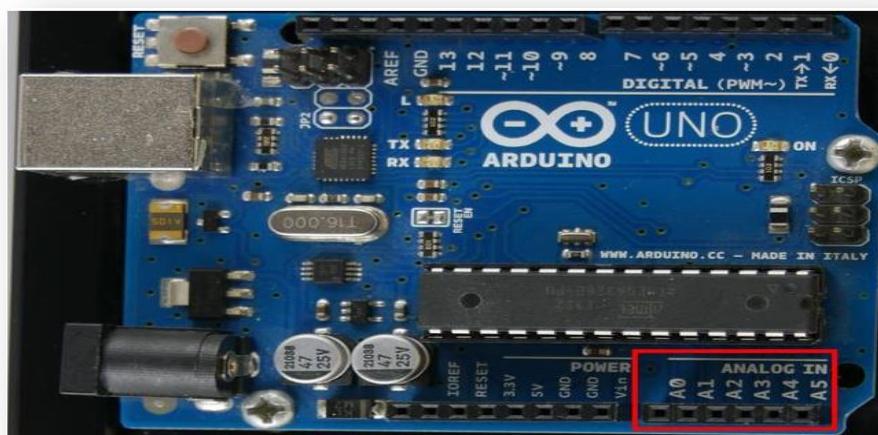


Figure 41 : Emplacement des entrées analogiques d'une carte Arduino UNO

Afin de comprendre comment mesurer la tension avec une carte Arduino, nous allons faire un petit montage de démonstration très simple.

Pour réaliser ce montage, il va nous falloir :

- Une carte Arduino UNO (et son câble USB),
- Un potentiomètre (la valeur de celui-ci n'a pas d'importance).
- Une plaque d'essai et des fils pour câbler notre montage.

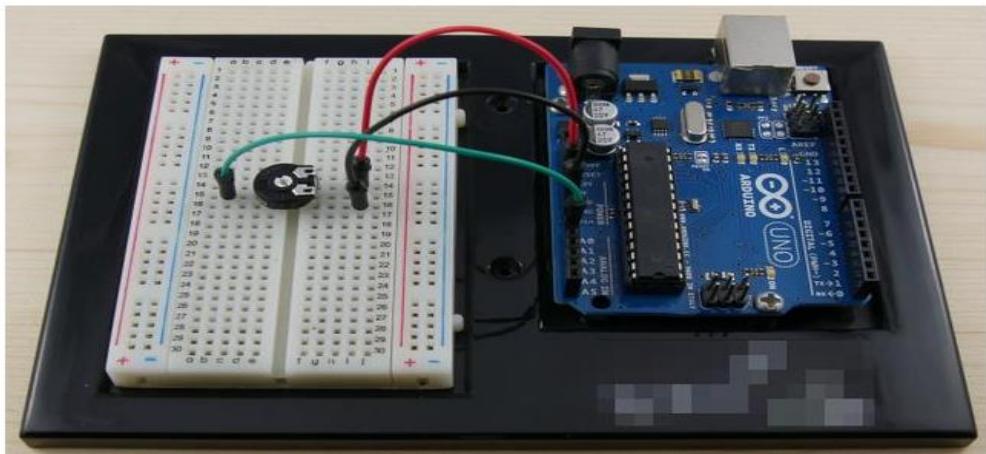


Figure 42 : Montage Arduino et le potentiomètre

Pour commencer notre montage, nous allons câbler les deux broches de la résistance fixe du potentiomètre respectivement aux broches 5V et GND de la carte Arduino.

On achève ensuite le circuit en reliant le curseur du potentiomètre à la broche A0 de la carte Arduino avec un fil.

Maintenant que nous avons notre montage, passons au code.

Le but de notre code est :

- Lire le signal Analogique arrive au microcontrôleur sur la broche A0 et le met en variable.
- Comparer ce signal est ce qu'il est supérieur à 1V ou non, si il est inférieur à 1V c'est à dire que le capteur ne donne pas une courant entre 4-20mA (il y a un problème au niveau de capteur).
- Si la valeur du signal est supérieur à 1V en le traduit en pourcentage.
- Et en fin on envoie le data vers le Raspberry pi

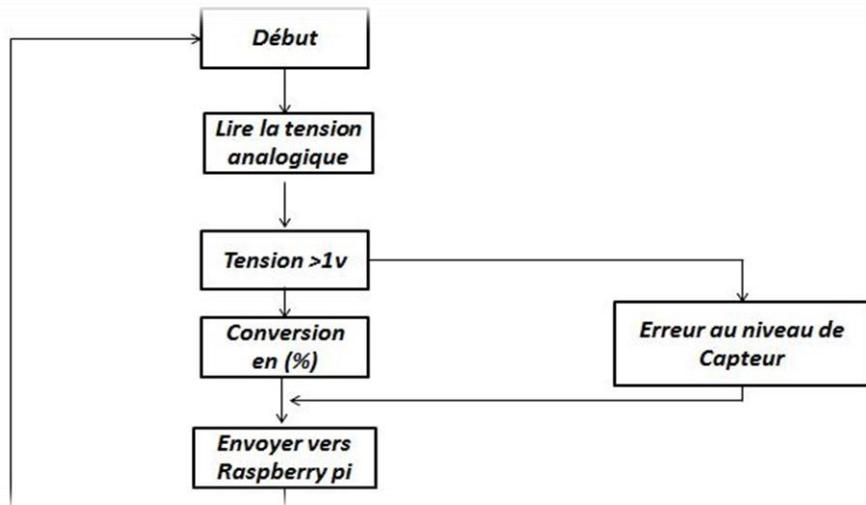


Figure 43 : Organigramme de programme de Microcontrôleur

Programme microcontrôleur

```
void setup()
{
Serial.begin(9600);      //Débits de transmission série
pinMode(13,OUTPUT);      //Déclaration des variables
digitalWrite(13,LOW);
pinMode(10,OUTPUT);
digitalWrite(10,LOW);
}
void loop() {
    delay(1000);
    double sensorValue1 = analogRead(A0);           // la valeur Analogique codé sur 10 bits
    double sensorValue2 = map(sensorValue1, 0, 1023, 0,5000);      // converture e tension 0-5v
    if(sensorValue2<1000)                         // comparaison avec 1 V
    {   digitalWrite(13,HIGH);          // led red s'allume high ça veut dire il y'a une erreur
        digitalWrite(10,LOW);
        Serial.print("Erreur Coupure de ligne\n"); // message envoyé vers Raspberry pi en cas d'erreur
    }
    else
    {   digitalWrite(13,LOW);          // led green s'allume Low ca veut dire qu'il y'a pas d'erreur
        digitalWrite(10,HIGH);
        float sensorValue3 = map(sensorValue2, 1000,5000, 0,100); // mise à l'échelle conversion en pourcentage
        Serial.print("Level is (%): ");    // Message envoyé vers Raspberry pi via une communication série
        Serial.println(sensorValue3);
    }
    delay(200);
}
```

Figure 44 : Programme de Microcontrôleur ATMEGA2560

→ Après l'envoie du programme dans la carte Arduino on relie ce dernier avec la Raspberry pi en câble série puis on la prépare pour qu'elle puisse lire les données sur le port serial.

4.2 Programmes Python sur Raspberry Pi

Après l'installation du Raspbian sur la carte SD on insère la carte sur la Raspberry pi on relie notre câble HDMI avec la Raspberry pi et notre écran puis on alimente la carte. En fin on voit l'interface de notre Raspberry pi sur l'écran.



Figure 45 : Raspberry PI avec câble HDMI

On connecte notre Raspberry pi 3 avec le wifi puis on ouvre le terminal puis on tape les commandes suivantes :

→ sudo apt-get update

Télécharge les listes de paquets depuis les référentiels et les "met à jour" pour obtenir des informations sur les versions les plus récentes des paquets et leurs dépendances. Il le fera pour tous les référentiels et les PPA.

→ sudo apt-get upgrade

Récupérer les nouvelles versions des packages existants sur la machine si APT est au courant de ces nouvelles versions

Maintenant pour lire le port série sur la carte Raspberry pi via Python il faut l'installer c'est donc on **Installer pyserial sur Raspbian :**

→ sudo apt-get install python-serial python3-serial

En fonction de la version de python, il existe d'autre commande pour installer pyserial sur Raspbian :

→ **python –version** (pour savoir la version de votre python installer)

→ sudo pip3 install pyserial

Il existe plusieurs moyens pour déterminer le port USB sur lequel l'appareil est connecté. Le plus rapide est de brancher l'appareil sur le port USB puis d'exécutez immédiatement la commande :

→ dmesg -s 1024.

On obtient ainsi directement le port **tty** qui sur lequel il est connecté.

```
[ 2629.751670] ch341-uart ttyUSB0: ch341-uart converter now disconnected from tt  
yUSB0  
[ 2629.751729] ch341 1-1.2:1.0: device disconnected  
[ 2632.549233] usb 1-1.2: new full-speed USB device number 7 using dwc_otg  
[ 2632.652369] usb 1-1.2: New USB device found, idVendor=1a86, idProduct=7523  
[ 2632.652389] usb 1-1.2: New USB device strings: Mfr=0, Product=2, SerialNumber  
=0  
[ 2632.652402] usb 1-1.2: Product: USB2.0-Serial  
[ 2632.654094] ch341 1-1.2:1.0: ch341-uart converter detected  
[ 2632.657914] usb 1-1.2: ch341-uart converter now attached to ttyUSB0  
pi@raspberrypi:~$ █
```

Figure 46 : Résultat de la commande dmesg -s 1024

Maintenant notre Raspberry pi est prête on ouvre le terminal on part sur le Desktop puis on tape nano liredonne.py et on écrit le code qui permet de lire les données envoyés par Arduino via le port série :

```
#!/usr/bin/env python
import time
import serial

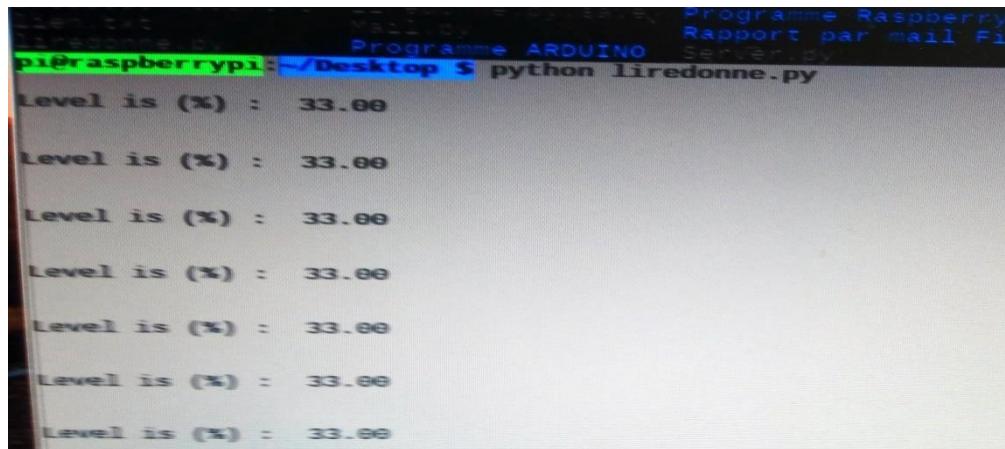
ser = serial.Serial(
    port='/dev/ttyUSB0',
    baudrate = 9600,
    parity=serial.PARITY_NONE,
    stopbits=serial.STOPBITS_ONE,
    bytesize=serial.EIGHTBITS,
    timeout=1
)
counter=0

while 1:
    x=ser.readline()
    print x |
```

Figure 47 : Code Python pour lire les données de Microcontrôleur

Enregistrez avec la combinaison Ctrl+X puis O. Maintenant, on lance le programme pour lire les messages envoyés sur le port série par Arduino :

➔ **sudo python liredonne.py**



```
pi@raspberrypi:~/Desktop $ python liredonne.py
Level is (%) : 33.00
```

Figure 48 : Résultat du lancement du programme

Maintenant on écrit un script permet l'envoi de mail de façon plus "propre" (avec l'expéditeur, le destinataire, et l'objet spécifié).

Pour ce code, on aura besoin des modules **smtplib**, **email.MIMEMultipart**, et **email.MIMEText**(nativs avec Python).

→ SmtpLib :

Le smtplib module définit un objet de session client SMTP pouvant être utilisé pour envoyer des messages à n'importe quel ordinateur Internet doté d'un démon écouteur SMTP ou ESMTP.

Le code python pour envoyer les emails (Voir Annexe)

→ Résultat

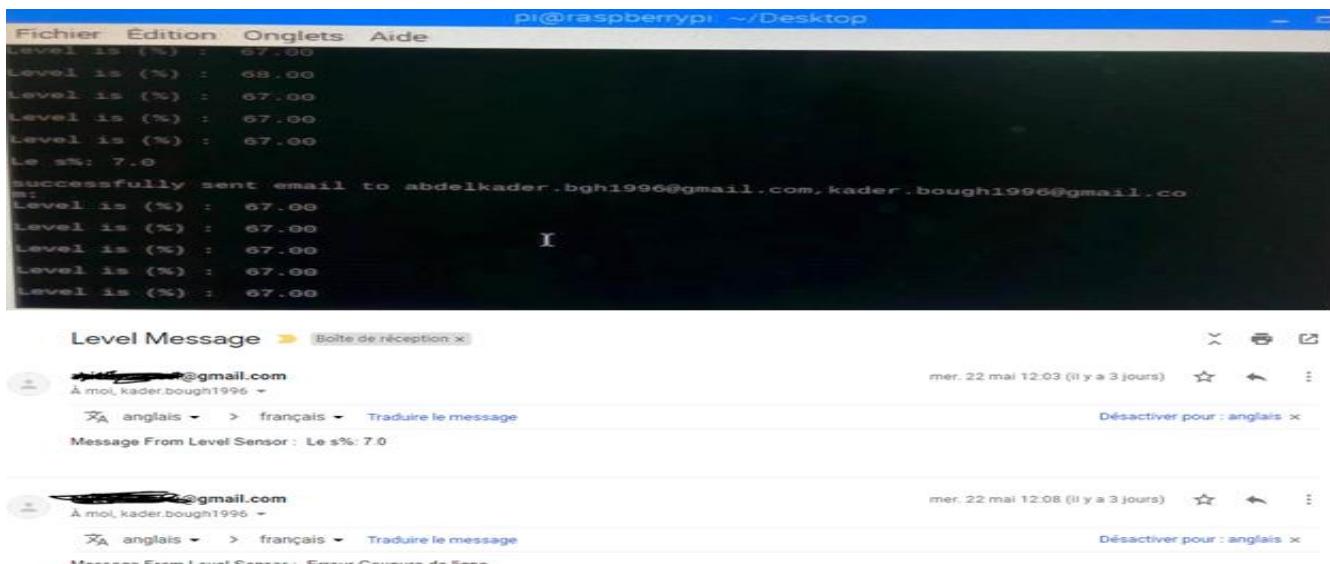


Figure 49 : Email envoyé d'après le changement du niveau de capteur

Donc Le programme permet de faire les fonctionnes suivantes

→ Lire les données de port USB

→ Enregistrer les donnes chaque minute dans une base de donnees

Fichier	Édition	Format	Affichage	?	Basededonnees.txt
22/05/19-13:54	:	Level is (%) :	100.00		
22/05/19-13:55	:	Level is (%) :	100.00		
22/05/19-13:55	:	Level is (%) :	34.00		
22/05/19-14:00	:	Erreur Coupure de ligne			
22/05/19-14:01	:	Level is (%) :	100.00		
22/05/19-14:02	:	Level is (%) :	100.00		

Figure 50 : donnés stocké dans un fichier texte chaque minute

→ Envoyer chaque 2 heures un message mail aux responsables

→ Envoyer un mail où cas de problèmes.

Programme 2 c'est pour envoyer les données chaque minute vers la base de données MySQL puis les récupérer et les afficher sur un site web

4.3 Installation du serveur web sur la Raspberry pi 3 :

Tout d'abord, il faut savoir que les services d'hébergement web ne sont pas gratuits et qu'il faut sortir le porte-monnaie tous les mois/ans. Contrairement à la Raspberry qui demande juste une connexion.

De plus, en choisissant la Raspberry, vous avez la possibilité de modifier vos services à souhait (exemples : la taille du disque, l'hébergement de Database, etc.), ce qui n'est en général pas le cas chez les hébergeurs spécialisés, qui vendent souvent des hébergements mutualisés avec une faible capacité de configuration. C'est donc la meilleure solution est de **rendre notre Raspberry un serveur web pour héberger notre site**.

Quand on parle de serveur web, on pense souvent à la machine, mais ce terme désigne aussi le logiciel qui permet à la machine d'analyser les requêtes d'un utilisateur (sous forme http), et de retourner le fichier correspondant à la requête (ou une erreur si le fichier n'est pas trouvé, ou la requête mal formulée).

À l'heure actuelle, Apache est le serveur web le plus utilisé, avec environ 60 % de parts de marché. Apache possède même sa propre licence, utilisée par de nombreux autres projets. De plus, l'utilisation massive d'Apache (devenu le standard des serveurs web), couplée à sa forte popularité, à amener à une formidable abondance **de documentation, de cours, et autres livres traitant de son utilisation, depuis l'installation jusqu'à la sécurisation**.

Que ce soit pour la Raspberry Pi et Raspbian, ou pour une machine plus généraliste, Apache **est donc un choix sûr**.

A. Installation d'Apache :

Avant d'installer le serveur, assurons nous d'avoir une machine bien à jour par les commandes ("sudo apt-get update ", "sudo apt-get upgrade") . Pour ce faire nous devons posséder les droits administrateur, soit en étant connecté en root, soit via la commande sudo.

Alors on tape cette commande pour l'installer :

➔ sudo apt install apache2

Une fois l'installation est terminé nous pouvons tester qu'il fonctionne correctement. Pour cela, il faut tenter d'accéder à la Raspberry depuis le port 80, il vous suffit d'ouvrir le navigateur web de la Raspberry et d'aller à l'adresse « <http://127.0.0.1> » ou taper « **localhost :80** ».

 **Pour le port 80 n'étant pas encore ouvert depuis l'extérieur, il faudra faire le test depuis la Raspberry elle-même sur le navigateur installé sur la carte.**

Si jamais vous ne possédez pas d'interface graphique sur votre Raspbian, ou que vous utilisez le SSH pour vous connecter à votre Raspberry, vous pouvez utiliser la commande suivante :

➔ wget -O verif_apache.html http://127.0.0.1

Cette commande va enregistrer le code HTML de la page dans le fichier « **verif_apache.html** » dans le répertoire courant.

Apache utilise le répertoire /var/www/html comme racine pour notre site. Cela signifie que quand on appelle notre Raspberry sur le port 80 (http), Apache cherche notre application web (tous les fichiers html) dans /var/www/html.

➔ Parfois on peut tomber dans un problème est que nous ne sommes pas autorisé à **enregistrer / écrire des fichiers dans / var / www /html**.

Permission non accordé sur /var/www/html

Alors on essaye de pour donner des droits au dossier d'apache qui vous permettra de facilement administrer les sites. Pour cela, lancez les commandes suivantes :

➔ **sudo chown -R pi:www-data /var/www/html/**

➔ **sudo chmod -R 770 /var/www/html/**

B. Installation de PHP

Pour notre site on est besoin d'installer le PHP pour récupérer les données enregistrées sur la base de données MySQL donc :

Ici, quand nous parlons d'installer PHP, cela signifie que nous allons installer l'interpréteur, afin d'utiliser le langage.

Alors on tape :

→ **sudo apt install php php-mbstring**

Quand l'installation est terminée on peut vérifier si PHP fonctionne correctement

A. Nous allons en premier lieu supprimer le fichier « index.html » dans le répertoire « /var/www/html ».

→ **sudo rm /var/www/html/index.html**

B. Puis on crée un fichier « index.php » dans ce répertoire, avec cette ligne de commande.

→ **echo "<?php phpinfo(); ?>" > /var/www/html/index.php**

Puis on accède à notre page, depuis le navigateur web on tape « localhost:80 ». Alors nous devrions avoir un résultat proche de cette image :

System		Linux ajaniserveur 3.2.0-4-amd64 #1 SMP Debian 3.2.54-2 x86_64
Build Date		Dec 12 2013 08:42:50
Server API		Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support		disabled
Configuration File (php.ini) Path		/etc/php5/apache2
Loaded Configuration File		/etc/php5/apache2/php.ini
Scan this dir for additional .ini files		/etc/php5/apache2/conf.d
Additional .ini files parsed		/etc/php5/apache2/conf.d/10-pdo.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-gd.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-mysqli.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-pdo_mysqli.ini
PHP API		20100412
PHP Extension		20100525
Zend Extension		220100525

Figure 51 : Tableau généré par la commande phpinfo sur une Raspberry

C. Installation de MySQL :

Maintenant nous voulons stocker nos informations envoyées par Arduino pour les utiliser dans notre site. Pour cela, on utilise le plus souvent des bases de données.

C'est donc on doit installer MySQL sur notre carte par la commande

→ **sudo apt-get install mysql-server**

Puis on fait cette commande pour donner un mot de passe pour le root :

➔ **sudo mysql_secure_installation**

Maintenant quand MySQL est bien installé on peut vérifier son fonctionnement avec cette commande :

➔ **sudo mysql -u root -p**

Pour que notre base de donnée MySQL fonctionne avec Python il faut installer MySQL sur Python c'est donc on utilise cette commande :

➔ **sudo apt-get install python-mysqldb**

```
... ~ $ sudo apt-get install python-mysqldb
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
Suggested packages:
  python-egenix-mxdatetime python-mysqldb-dbg
The following NEW packages will be installed:
  python-mysqldb
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 48.8 kB of archives.
After this operation, 156 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://mirror.ossplanet.net/raspbian/raspbian stretch/main armhf python-my
sqldb armhf 1.3.7-1.1 [48.8 kB]
23% [1 python-mysqldb 14.2 kB/48.8 kB 29%]
```

Figure 52: Installer mysqldb

Une fois l'installation est terminé nous connectons sur notre base de donné par la commande (**sudo mysql -u root -p**) puis on tape une ligne de commande pour changer l'utilisateur et l'identifier par un mot de passe de notre choix.

Pour mon cas j'ai remplacé username par pi , et password par 123 .

Maintenant notre serveur web est relié avec PHP et MySQL .Mais nous avons besoin d'une interface peu plus simple pour administrer notre base de donne qu'une simple console MySQL.

C'est pour cela nous avons installé **Phpmyadmin** qui est une application développée en PHP et permet aussi de voir rapidement et de façon lisible le contenu de notre base de données, ou de la manipuler sans avoir besoin de faire nous-mêmes nos requêtes **MySQL**

D. Installation de phpmyadmin

➔ **Sudo apt-get install phpmyadmin**

Pour vérifier le bon fonctionnement de PHPMyAdmin, nous allons simple tenter d'y accéder, en utilisant l'adresse de notre Raspberry suivi de /phpmyadmin. Par exemple, en local ce sera « <http://127.0.0.1/phpmyadmin> ». Si jamais nous avons une erreur, cela peut venir du fait que PHPMyAdmin se soit installé dans un autre dossier. Dans ce cas, nous devons faire cette commande :

→ **`sudo ln -s /usr/share/phpmyadmin /var/www/html/phpmyadmin`**

Pour que le dossier de Phpmyadmin soit en **/var/www/html**.

Alors maintenant on peut créer notre base de données depuis la plateforme **phpmyadmin** plus simple que les commandes. C'est donc j'ai créé une table TESTDB avec 3 colonnes (ID, niveau et date) pour enregistrer les données de ports série Arduino sur cette base chaque minute.

The screenshot shows the phpMyAdmin interface with the following details:

- Serveur:** localhost:3306
- Base de données:** mydb
- Table:** TESTDB
- Structure de table:** Selected tab.
- Columns:** ID (int(11), Primary Key, AUTO_INCREMENT), niveau (double), date (datetime).
- Action:** Buttons for Modify, Delete, Primary key, Unique constraint, and Plus.

Figure 53 : Structure de la base de données

Maintenant nous devons créer un code python qui sert à insérer les données viennent de l'Arduino sur le port série sur notre base de données chaque minute.

E. Insérer les données vers MySQL

On ouvre le terminal du Raspberry pi 3 b+ puis on écrit :

→ **Nano insertDB.py**

Alors on écrit le code python qui permet de lire le port série de l'Arduino et insert les données sur la base de données.

```

import serial
import time
import datetime          ##importer le package du temps
import MySQLdb as mdb      ## importer MySQL

arduino=serial.Serial("/dev/ttyUSB0")    ## lire les données du port série
arduino.baudrate= 9600

data=arduino.readline()

time.sleep(1)

data=arduino.readline()
pieces= data.split(",")
niveau= pieces[0]
dt=datetime.datetime.now().strftime("%y/%m/%d-%H:%M :")    ## ajouter la date à notre base de données avec chaque changement

con=mdb.connect('localhost','pi','123','mydb');           ## connecter à la bse de donnée
with con:
    cursor= con.cursor()
    cursor.execute("""INSERT INTO TESTDB VALUES('',%s,%s)""", (niveau,dt))    ## insérer dans la base de donnée |
    con.commit()
    cursor.close()

```

Figure 54 : code python pour insérer les données dans MySQL

Puis on tape Ctrl+x on tape o pour enregistrer le code sur insertDB.py , puis on tape cette commande pour envoyer les données vers MySQL.

```

pi@raspberrypi:~ $ python insertDB.py
insertDB.py:22: Warning: Incorrect integer value: '' for column 'ID' at row 1
  cursor.execute("""INSERT INTO TESTDB VALUES('',%s,%s)""", (niveau,dt))
insertDB.py:22: Warning: Data truncated for column 'niveau' at row 1
  cursor.execute("""INSERT INTO TESTDB VALUES('',%s,%s)""", (niveau,dt))
insertDB.py:22: Warning: Data truncated for column 'date' at row 1
  cursor.execute("""INSERT INTO TESTDB VALUES('',%s,%s)""", (niveau,dt))
pi@raspberrypi:~ $

```

Figure 55 : python insertDB.py

Maintenant d'après l'exécution du code on ouvre **phpmyadmin** et on voit que dès l'arrivée d'une nouvelle donnée .Elle se stocke directement à la base de données.

The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a MySQL database named 'mydb'. The left sidebar lists databases: 'information_schema', 'mydb' (selected), and 'TESTDB'. The main area displays the 'TESTDB' table with 12 rows of data. The table has columns: ID, niveau, and date. Each row includes edit, copy, and delete buttons.

	ID	niveau	date
<input type="checkbox"/>	1	70	2019-05-23 13:58:00
<input type="checkbox"/>	2	9	2019-05-23 13:58:00
<input type="checkbox"/>	3	9900	2019-05-23 13:58:00
<input type="checkbox"/>	4	800	2019-05-23 13:58:00
<input type="checkbox"/>	5	7	2019-05-23 13:59:00
<input type="checkbox"/>	6	79	2019-05-23 13:59:00
<input type="checkbox"/>	7	79	2019-05-23 13:59:00
<input type="checkbox"/>	8	79	2019-05-23 13:59:00
<input type="checkbox"/>	9	100	2019-05-23 14:00:00
<input type="checkbox"/>	10	34	2019-05-23 14:00:00
<input type="checkbox"/>	11	73	2019-05-23 14:01:00
<input type="checkbox"/>	12	74	2019-05-23 14:02:00

Figure 56 : Tableau TESTDB remplie par les données envoyé par Arduino

F. Création de l'interface web :

J'ai essayé de créer une interface web simple en HTML et CSS permet de visualiser la supervision de la variation du niveau de capteur.

EMAPHOS

SUPERVISION DES BACS D'ACIDE À DISTANCE

CONTRÔLE DES BACS PAR L'ÉQUIPE EMAPHOS

Voulez-vous savoir le niveau et la température des bacs à distance ? Donc

[CLIQUEZ-ICI](#)



VOULEZ-VOUS SAVOIR LES CORDONNÉES DE NOS
RESPONSABLES ALORS CLIQUEZ SUR LE LIEN SUIVANT !!

[ICI !!!](#)

Contact

ENVIE DE SAVOIR PLUS
SUR NOS SERVICES ET
NOS MÉTIERS ? N'HESITEZ
PAS À CONSULTER LES
PAGES SUIVANTES



Figure 57 : page d'accueil pour notre interface

➔ Sur la première page en cliquant sur le bouton **cliquez- ici** et on trouve cette page.

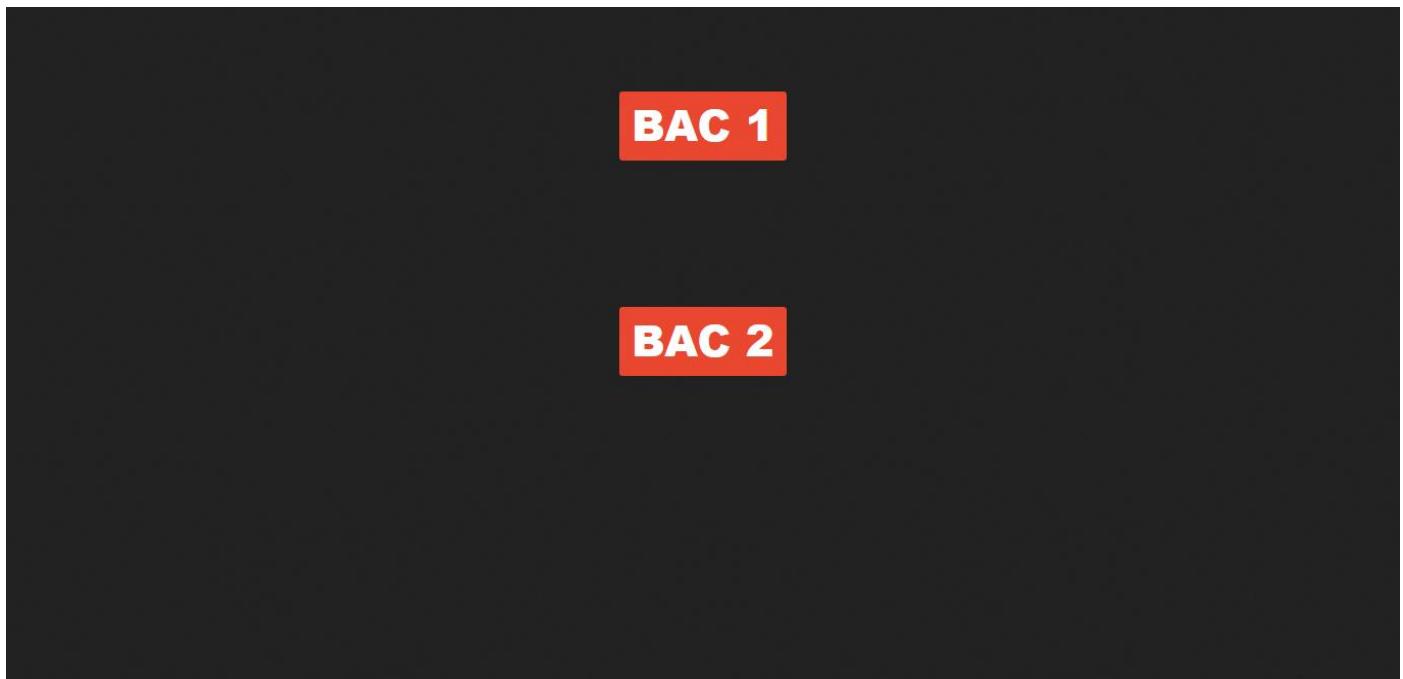


Figure 58 : page pour choisir quel bac vous voulez le contrôler

Nous avons normalement 2 capteurs de niveaux sur 2 bacs à contrôler Mais J'ai consacré mon étude sur un seul bac, puisque le travail est pareil pour l'autre bac.

Pour l'interface de supervision nous avons utilisé une bibliothèque très utilisée et connue par ces modèles graphiques (line, bar) qui est chart.js . Ce modèle a besoin des données pour générer la courbe, c'est donc j'ai besoin de créer un code en PHP pour lire notre base de données depuis l'interface et un code JS pour relier cette base avec le graphe.

➔ **Code data.php (voir Annexe)**

Ce fichier va contenir du code PHP qui va récupérer les données de la table TESTDB et les afficher au format JSON.

Pour le test on tape « **localhost/data.php** » ou « **adresseip raspberry/data.php** » sur le navigateur pour tester si la date on voit :

Le **data.php** est bien exécuter et il a lit les données depuis MySQL.

```
[{"niveau": "49", "date": "2019-05-06 02:20:00"}, {"niveau": "50", "date": "2019-05-06 02:21:00"}, {"niveau": "49", "date": "2019-05-06 02:22:00"}, {"niveau": "50", "date": "2019-05-06 02:23:00"}, {"niveau": "50", "date": "2019-05-06 02:24:00"}, {"niveau": "49", "date": "2019-05-06 02:25:00"}, {"niveau": "50", "date": "2019-05-06 02:26:00"}, {"niveau": "49", "date": "2019-05-06 02:27:00"}, {"niveau": "50", "date": "2019-05-06 02:28:00"}, {"niveau": "96", "date": "2019-05-06 02:29:00"}, {"niveau": "27", "date": "2019-05-06 02:30:00"}, {"niveau": "67", "date": "2019-05-06 14:27:00"}, {"niveau": "66", "date": "2019-05-06 14:28:00"}, {"niveau": "69", "date": "2019-05-06 14:29:00"}, {"niveau": "66", "date": "2019-05-06 14:30:00"}, {"niveau": "67", "date": "2019-05-06 14:31:00"}, {"niveau": "64", "date": "2019-05-06 15:19:00"}, {"niveau": "64", "date": "2019-05-06 15:20:00"}, {"niveau": "64", "date": "2019-05-06 15:21:00"}, {"niveau": "65", "date": "2019-05-06 15:22:00"}, {"niveau": "69", "date": "2019-05-06 15:23:00"}, {"niveau": "72", "date": "2019-05-06 15:24:00"}, {"niveau": "72", "date": "2019-05-06 15:25:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:26:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:27:00"}, {"niveau": "76", "date": "2019-05-06 15:28:00"}, {"niveau": "76", "date": "2019-05-06 15:29:00"}, {"niveau": "76", "date": "2019-05-06 15:30:00"}, {"niveau": "76", "date": "2019-05-06 15:31:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:32:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:33:00"}, {"niveau": "76", "date": "2019-05-06 15:34:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:35:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:36:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:37:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:38:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:39:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:40:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:41:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:42:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:43:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:44:00"}, {"niveau": "76", "date": "2019-05-06 15:45:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:46:00"}, {"niveau": "76", "date": "2019-05-06 15:47:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:48:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:49:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:50:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:51:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:52:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-06 15:53:00"}, {"niveau": "74", "date": "2019-05-06 15:54:00"}, {"niveau": "74", "date": "2019-05-06 15:55:00"}, {"niveau": "74", "date": "2019-05-06 15:56:00"}, {"niveau": "74", "date": "2019-05-06 15:57:00"}, {"niveau": "85", "date": "2019-05-07 12:51:00"}, {"niveau": "85", "date": "2019-05-07 12:52:00"}, {"niveau": "84", "date": "2019-05-07 12:53:00"}, {"niveau": "84", "date": "2019-05-07 12:54:00"}, {"niveau": "77", "date": "2019-05-07 12:55:00"}, {"niveau": "4", "date": "2019-05-07 12:56:00"}, {"niveau": "100", "date": "2019-05-07 12:57:00"}, {"niveau": "34", "date": "2019-05-07 12:58:00"}, {"niveau": "34", "date": "2019-05-07 12:59:00"}, {"niveau": "34", "date": "2019-05-07 13:00:00"}, {"niveau": "52", "date": "2019-05-07 13:02:00"}, {"niveau": "440", "date": "2019-05-07 13:03:00"}, {"niveau": "440", "date": "2019-05-07 13:04:00"}, {"niveau": "95", "date": "2019-05-07 13:05:00"}, {"niveau": "66", "date": "2019-05-07 13:06:00"}, {"niveau": "30", "date": "2019-05-07 13:07:00"}, {"niveau": "30", "date": "2019-05-07 13:08:00"}]
```

Figure 59 : exécution du code data.php

→ Code app.js (voir Annexe)

J'ai effectué un appel AJAX du fichier **app.js** au fichier **data.php** pour récupérer les données JSON qui seront utilisées pour dessiner le graphique à barres.

→ Code bac1.html

Ce code est pour afficher le graphique à barres. (Voir Annexe)

Maintenant mon graphe est relié avec ma base de donné et quand une donnée s'ajoute à la base j'actualise mon graphe et je vois une nouvelle donnée qui s'affiche. De cela je peux contrôler la variation de niveau depuis le graphe en temps réel (3 seconds).

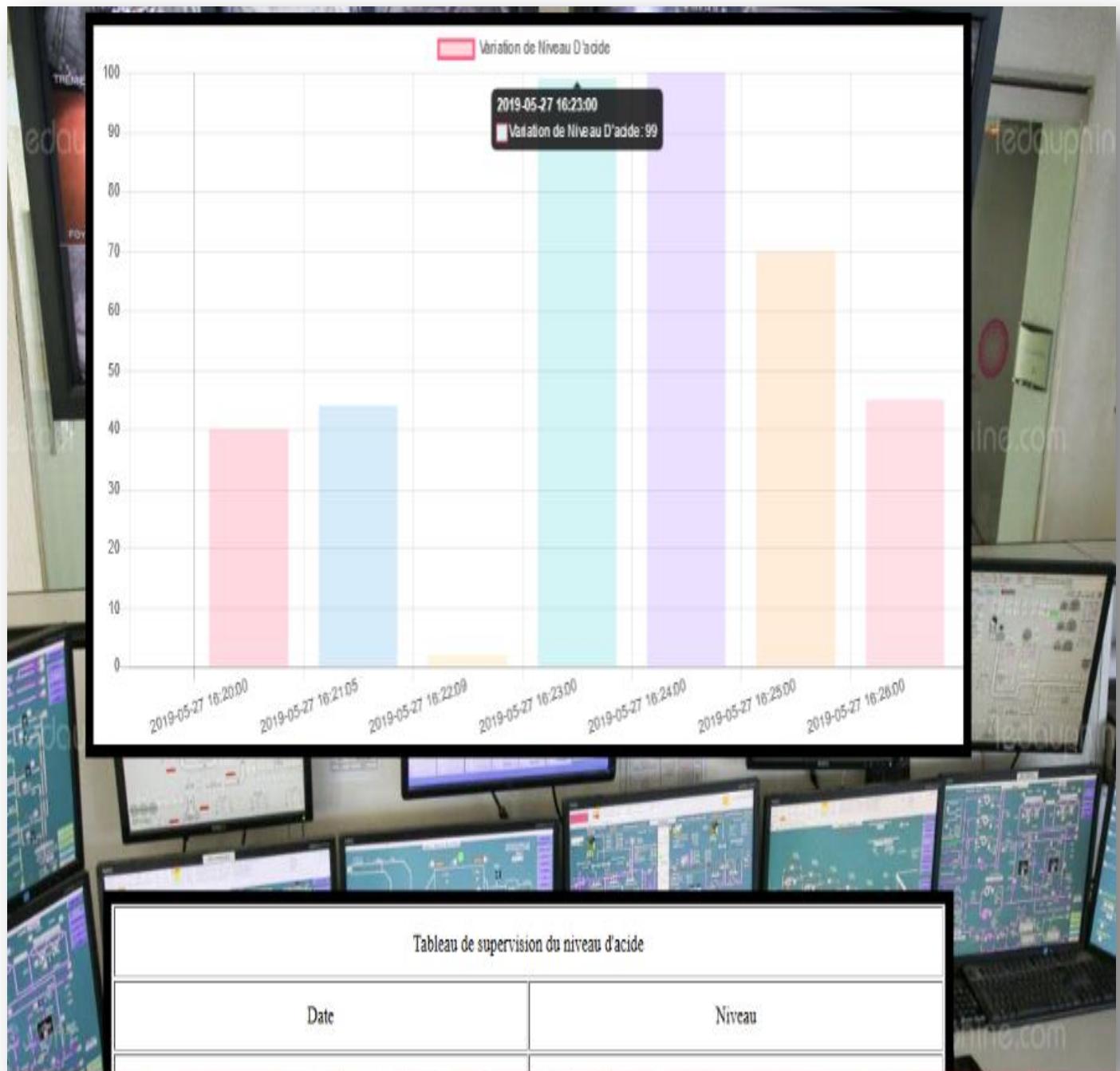


Figure 60 : Résultat final du graphe réalisé

D'après la réalisation du projet en local nous avons proposé aux responsables pour héberger notre site pour quels soit accessible depuis un réseau externe. Ils ont décidé de contacter le service réseau pour élargir la surface d'accès à cette interface ou utiliser un serveur web en ligne pour rendre la Raspberry pi accessible depuis l'internet.

Conclusion générale

Notre projet de Fin d'étude de cycle d'ingénieur d'Etat en génie électronique ,informatique et réseaux à l'Ecole nationale des Sciences Appliquées Oujda s'inscrit dans le cadre des projets que L'OCP Jorf Lasfar propose pour améliorer la supervision et le contrôle de sa production et garder la bonne image de l'entreprise .

Durant les quatre mois de stage, nous avons pu appliquer nos connaissances pour le traitement d'un sujet électronique, informatique .Il s'agit de créer un système de supervision à distance qui facilite le contrôle de niveau d'acide à l'état final de sa production. A travers ce projet nous avons eu la chance de travailler avec des outils électroniques : Arduino Atmega 2560 , Raspberry pi 3 b+ , potentiomètre , résistance ..., bien également des langages informatiques , afin d'obtenir notre objectif .

En premier lieu, nous avons identifié la problématique, et bien également nous avons fixé les objectifs à atteindre par ce projet.

En deuxième lieu une étude approfondie a été réalisé, afin de connaitre le matériel et comment fonctionnent, puis les langages utilisés pour la programmation des cartes et aussi le site web.

En troisième lieu nous avons mis notre plan sur table et commencer la réalisation du système. On a réussi à l'aide de mon encadrant à atteindre les objectifs : Mesure de niveau de bac par un capteur industriel, traiter les donnes arrivent de capteur, envoyer l'état de bac vers une page web pour la visualisation chaque 3 seconds, envoyer un mail aux responsables chaque unité de temps ou où cas d'un problème au niveau de capteur et enregistre les données dans une base de donnees.

Notre projet entre dans le concept de la digitalisation industriel (industrie 4.0/ IOT), qui s'affirme comme la convergence du monde virtuel, de la conception numérique, de la gestion avec les produits et objets du monde réel.

Pour appliquer notre projet dans l'industrie il faut juste préparer une petite armoire avec un Ventilateur qui va garder une température stable de micro-ordinateur aussi le microcontrôleur.

Pour la carte Raspberry et le microcontrôleur sont capable de travaillé 24/24 sans aucune problèmes.

Ce Stage de Fin d'étude a été une opportunité incontournable à travers lequel nous avons appliqué nos connaissances académique acquises durant ces cinq ans de formation. C'était aussi une occasion pour découvrir la plus grande zone industriel au Maroc et ses activités.

Bibliographie

- PID EMAPHOS (Document OCP)
- LR01_LevelWave_DataSheet_en_(HA032011)_Datenblatt (Document OCP)

Webographie

- <https://www.raspberrypi.org/> Consulté le 15 Février 2019 et la dernière consultation est 05 Avril 2019.
- <https://www.arduino.cc/> Consulté le 27 Avril 2019
- <https://www.chartjs.org/> Consulté le 01 Mars 2019 et la dernière consultation est 10 Avril 2019
- <http://www.ocpgroup.ma/fr> Consulté le 05 May 2019

Annexe

→ Code pour envoyer un mail aux responsables

```
from email.mime.multipart import MIME_Multipart
from email.mime.text import MIMEText
import smtplib
import serial
import time
import datetime
try :
    mkfifo("temp.txt")
except :
    pass

h=2;          #nombre d'heures apres l'envoi de chaque Mail vers les responsables
t=120;

portserie = serial.Serial('/dev/serial/by-id/usb-1a86_USB2.0-Serial-if00-port0',9600, timeout=3.0)      ## Definition de port serie
a=0;
b=0;
k=0;
while True:
    data = portserie.readline()  ##Lire Data from port serie USB
    file=open("temp.txt","w")    ## Envoi de donnees vers le deuxeme programme vers un fichier Txt
    file.write(data)
    file.close()
    #####
    if(k>=300):                ## save data chaque 300 seconde [5 min]
        k=0;
        f = open('Basededonnees.txt','a')
        f.write(datetime.datetime.now().strftime("%d/%m/%y-%H:%M   :"))
        f.write(data)
        f.close()
    k=k+1;
    #####
    msg = MIME_Multipart()
    message = "Message From Level Sensor : %s" %data
    #####
    if ('Level' in data) and a<t :           ## Envoyer un mail si ( on a passe 2 heures ou ou cas d'erreur)
```

```

print data
time.sleep(1)
a=a+1;
b=0;
else :
    print data
    if(a>=t) :
        reception =['abdelkader.bgh1996@gmail.com','bough.kader1996@gmail.com']      ##les mail des responsables

        password = "0610467696"                      ##mon password
        msg['From'] = "abdelkader.bgh1996@gmail.com"      ##mon mail
        msg['To'] = ','.join(reception)
        msg['Subject'] = "Level Message"

        msg.attach(MIMEText(message, 'plain'))

server = smtplib.SMTP('smtp.gmail.com: 587')
server.starttls()
server.login(msg['From'], password)

server.sendmail(msg['From'], reception, msg.as_string())
server.quit()
print "successfully sent email to %s:" % (msg['To'])
time.sleep(1)
a=0
else :
    if(b==0) :
        reception =['kader.bough1996@gmail.com','bough.kader1996@gmail.com']
        password = "0610467696"
        msg['From'] = "abdelkader.bgh1996@gmail.com"

```

```

msg['To'] = ','.join(reception)
msg['Subject'] = "Level Message"

msg.attach(MIMEText(message, 'plain'))
server = smtplib.SMTP('smtp.gmail.com: 587')
server.starttls()
server.login(msg['From'], password)

server.sendmail(msg['From'], reception, msg.as_string())
server.quit()
print "successfully sent email to %s:" % (msg['To'])
time.sleep(1)
b=b+1
a=a+1
else :
    time.sleep(1)

```

➔ Code app.js

```
$(document).ready(function ChartJS(){

$.ajax({
    url : "http://localhost/data.php",
    type: "GET",
    success: function(data) {
        console.log(data);
        var niv = [];
        var dat= [];
        for(var i in data) {
            niv.push(data[i].niveau);
            dat.push(data[i].date);
        }
        var chartdata = {
            labels: dat,
            datasets : [
                {
                    label: "variation du niveau",
                    backgroundColor: ['rgba(255, 99, 132, 0.2)',
                        'rgba(54, 162, 235, 0.2)',
                        'rgba(255, 206, 86, 0.2)',
                        'rgba(75, 192, 192, 0.2)',
                        'rgba(153, 102, 255, 0.2)',
                        'rgba(255, 159, 64, 0.2)',
                        'rgba(255, 99, 132, 0.2)',
                        'rgba(54, 162, 235, 0.2)',
                        'rgba(255, 206, 86, 0.2),
                        'rgba(75, 192, 192, 0.2)',
                        'rgba(153, 102, 255, 0.2)',
                        'rgba(255, 159, 64, 0.2)'],
                    
```

```

borderColor: 'rgba(200, 200, 200, 0.75)',

hoverBackgroundColor: 'rgba(200, 200, 200, 2)',

hoverBorderColor: 'rgba(200, 200, 200, 1)',

data: niv

}

]

};

var ctx = $("#mycanvas");

var barGraph = new Chart(ctx, {

type: 'bar',

data: chartdata

});

setInterval(ChartJS, 3000);

},

error: function(data) {

console.log(data);

}

});

});

}

```

→ Code Data.php

```
<?php

//setting header to json
header('Content-Type: application/json');

//database
define('DB_HOST', '127.0.0.1');
define('DB_USERNAME', 'pi');
define('DB_PASSWORD', '123');
define('DB_NAME', 'mydb');

//get connection
$mysqli = new mysqli(DB_HOST, DB_USERNAME, DB_PASSWORD, DB_NAME);

if(!$mysqli){
    die("Connection failed: " . $mysqli->error);
}

//query to get data from the table
$query = sprintf("SELECT niveau, date FROM TESTDB ORDER BY id desc limit 7");

//execute query
$result = $mysqli->query($query);

//loop through the returned data
$data = array();
foreach ($result as $row) {
    $data[] = $row;
}

//free memory associated with result
```

```

$result->close();

//close connection
$mysqli->close();

//now print the data
print json_encode($data);

```

→ Code bac1.html

```

<html>

    <head>
        <link rel="icon" type="image/x-icon" href="ocp.jpg">
        <title>BAC 1</title>
        <meta charset="UTF-8">
        <link href="bac11.css" rel="stylesheet" type="text/css" media="all" />
    </head>

    <body background ="niveau.jpg" style : width= 100% >
        <div class="new1" id="chart-contrainer">
            <canvas id="mycanvas"></canvas> </div>
            <!-- javascript -->
            <script type="text/javascript" src="js/jquery.min.js"></script>
            <script type="text/javascript" src="js/Chart.min.js"></script>
            <script type="text/javascript" src="js/app.js"></script>
        <div class="new2">
            <table bordercolorlight="black" border cellpadding="10" height="100%">
                <tr>
                    <td colspan="5" align="center"> Tableau de supervision du niveau d'acide</td>
                </tr>
                <tr>
                    <td align="center" width="16%" height="..."> Date </td>
                    <td align="center" width="16%" height="..."> Niveau</td>

```

```
</tr><tr>

<td>

<label for="start"></label>

<input type="date" id="start" name="trip-start"
      value="2019-07-22"
      min="2019-06-01" max="2025-06-02">      </td>

<td>      </td>

</tr>

</table>

</div>

</center>

</body>

</html>
```

