

Département Génie Informatique

Mémoire de Stage de Fin d'Etudes

Présenté pour l'obtention du

Diplôme Universitaire de Technologie

Filière : Génie Informatique

Entreprise

ATMOSTECH Engineering & Solutions

Présenté Par :

Assia BENGHDAIF

Titre

**Développement d'une application desktop de
dimensionnement d'un système pompage solaire**

Encadré par

Oussama LAAYATI

Ali EL ALAOUI

Soutenu le 24/06/2021 devant le jury

Pr. Y. GHANOU

UMI-EST-Meknès

Examineur

Pr. M. BERRADA

UMI-EST-Meknès

Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

Dédicaces

Ma très chère mère, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

Mon cher père, Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

Mes sœurs et frère, je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Mes chers amis, Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des frères, sœurs et des amis sur qui je peux compter.

Remerciement

« La reconnaissance est la mémoire du cœur. »

[Hans Christian Andersen]

Au terme de la rédaction de ce mémoire, c'est un devoir agréable d'exprimer en quelques lignes la reconnaissance que je dois à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici mes vifs respects et notre profonde gratitude.

Mes remerciements vont particulièrement à mon encadrant au sein d'*ATMOSTECH Engineering and Solutions* Monsieur **LAAYATI Oussama** ingénieur électrique pour son soutien, sa disponibilité, ses encouragements et ses conseils précieux au jour le jour durant toute la période de ce stage.

Je tiens aussi à remercier Monsieur **EL ALAOUI Ali** qui m'a donné l'opportunité d'effectuer mon stage de fin d'études et d'exploiter mes compétences et pour sa coopération, et ses précieuses recommandations

Très grands sont les sentiments de gratitude et de considération que j'éprouve à l'égard de mon encadrant académique Monsieur **GHANOU Youssef** pour son soutien inconditionnel, ses conseils, et l'aide permanente qu'il m'a prodiguée.

Je remercie finalement le corps professoral du département Génie Informatique ainsi qu'au corps administratif de l'EST Meknès pour le grand effort fourni afin de nous assurer une très bonne formation.

Résumé

Le dimensionnement d'un système pompage solaire, est l'objectif de ce stage par un développement d'une application desktop avec Java, par donner l'opportunité à l'utilisateur a entre les données qui convient avec son système pour bien choisi la pompe et les générateurs PV pour les installer, comme le débit journalier requis, le nombre d'heures d'ensoleillement crête, la hauteur de pompage...etc. à partir de calculer HMT et débit de la pompe et puissance crête du générateur PV. Enfin elle génère un rapport sous format PDF des résultats obtenus.

La réalisation de cette application a connu plusieurs phases ;

La phase de cadrer le projet dans la période de stage pour profiter le maximum possible.

La phase de conception a été pour faire modéliser la structure du projet.

Et la dernière pour la développer tout en s'appuyant sur nos connaissances dans les domaines à la fois électrique et au développement informatique et en découvrant de nouveaux concepts et technologies qui nous en aider à accomplir ce travaille et répondre à tous les besoins.

Et à partir de ce rapport en va voir les tous ses phases pas par pas.

Mots clés : système pompage solaire ; pompe ; générateur PV ; HMT ; débit ; puissance crête ;

Table des matières

Dédicaces.....	2
Remerciement.....	3
Résumé	4
Table des matières	5
Liste des Figures.....	8
Liste des tableaux	8
Liste des Equations.....	9
Nomenclature	9
Introduction générale.....	10
Chapitre I : Présentation de l'entreprise	12
1. Introduction :	12
2. Présentation de l'environnement du projet :	12
2.1. Présentation du groupe ATMOSTECH :	12
2.2. Domaines d'activités	12
Chapitre II : Contexte et modélisation du projet	13
1. Contexte du projet	13
1.1 Introduction	13
1.2 Cadre général du projet : (QQOQCP)	13
1.3 Mise en situation :	13
1.4 Cahier de charge.....	14
1.5 Planning de projet.....	14

1.5.1	Cycle en V :	14
1.5.2	Gestion de projet : Diagramme de Gantt	14
2.	Modélisation du projet.....	16
a.	Diagramme de cas d'utilisation :.....	16
b.	Diagramme de séquence :	16
3.	Conclusion.....	17
Chapitre III : dimensionnement d'un système pompage solaire		18
1.	Introduction	18
2.	Récapitulatif sur l'architecture du système pompage solaire	18
2.1	Le générateur photovoltaïque	18
2.2	Comment fonctionne le pompage solaire :	20
3.	Comment dimensionner un système de pompage solaire ?.....	20
3.1	Estimation des besoins en eau	20
3.2	Détermination de la hauteur manométrique totale (HMT).....	21
3.3	Détermination de l'énergie solaire disponible.....	24
3.4	Choix des composants	25
3.4.1	CHOIX DE LA POMPE.....	25
3.4.2	CHOIX DU CONVERTISSEUR	26
4.	Conclusion.....	26
Chapitre IV : Etude technique et réalisation du projet		27
1.	Introduction	27
2.	Etude technique	27

2.1	Environnement de développement :	27
a.	IntelliJ IDEA :	27
b.	Oracle database :	27
2.2	Technologies utilisées :	27
a.	Java :	27
b.	JavaFX :	28
c.	Itexpdf :	28
3.	Réalisation du projet.....	28
a.	HOME.....	28
o	Vue sur le site ' <i>meteomaroc</i> '	29
b.	CHOICE OF LOCATION	29
c.	CHOICE OF SOLAR PUMPING SYSTEM.....	30
4.	Conclusion.....	33
Conclusion et perspectives		34
Bibliographie et Webographie.....		35

Liste des Figures

Figure 1 : logo ATMOSTECH Engineering & Solutions	12
Figure 2: diagramme de Gantt	15
Figure 3: diagramme de cas d'utilisation	16
Figure 4 : diagramme de séquence	17
Figure 5 : Configuration générale d'un système de pompage photovoltaïque au fil du soleil	18
Figure 6:générateur PV	19
Figure 7: fonctionnement du pompage solaire	20
Figure 8: Paramètres de base d'une pompe pour calculer HMT	21
Figure 9: Classification des pompes selon la HMT et le Débit demandé	26
Figure 10: interface HOME	28
Figure 11: site meateomaroc	29
Figure 12: interface CHOICE OF LOCATION	30
Figure 13: exemple de recherche de localisation	30
Figure 14: interface CHOICE OF SOLAR PUMPING SYSTEM : Choice of pump	31
Figure 15: interface CHOICE OF SOLAR PUMPING SYSTEM : Photovoltaic Fields	31
Figure 16: exemple de clique sur un TextField	32
Figure 17: page 2 du PDF générer	32
Figure 18: page 1 du PDF générer	32
Figure 19:page 3 du PDF générer	33

Liste des tableaux

Tableau 1:Méthode QQQQCP	13
Tableau 2 : Analyse QQQQCP du projet	13
Tableau 3:Caractéristique courant tension des modules montés en parallèle ou en série	19
Tableau 4: les grandeurs pour calculer les pertes de charges	22
Tableau 5: les symboles d'équation de Pertes régulières	23
Tableau 6 : les symboles d'équation Pertes singulières	23
Tableau 7 : les symboles de calculer la Puissance Crête	24
Tableau 8 : les symboles pour calculer le Nombre des PV	25
Tableau 9 : les symboles pour le calcul de nombre PV en parallèle	25

Liste des Equations

<i>Equation 1: Dit</i>	22
<i>Equation 2: vitesse</i>	22
<i>Equation 3: nombre de Reynolds.....</i>	22
<i>Equation 4: Coefficient blasuis</i>	22
<i>Equation 5: Coefficient Colebrook</i>	22
<i>Equation 6: erreur</i>	22
<i>Equation 7: Coefficient a prendre</i>	23
<i>Equation 8: Coefficient a prendre</i>	23
<i>Equation 9: Perte reguliere</i>	23
<i>Equation 10: Perte singuliere.....</i>	23
<i>Equation 11: HMT</i>	24
<i>Equation 12: Energie electrique</i>	24
<i>Equation 13: Puissance Crete</i>	24
<i>Equation 14: Nombre totale des panneaux pv</i>	25
<i>Equation 15: Nombre de chaine en parallele</i>	25

Nomenclature

PV - Photovoltaïque
HMT - Hauteur Manométrique Totale
MCD - Model Conceptuel de Données
MLD - Model Logique de Données

Introduction générale

Une grande partie de l'énergie utilisée aujourd'hui dans le monde (plus de 80%) provient de gisements de combustibles fossiles carbonés (charbon, pétrole, gaz). Ces gisements constitués au fil des âges sont évidemment en quantité limitée ; ils sont épuisables.

Pour assurer l'approvisionnement en eau dans toutes ces régions désertiques et isolées, les autorités marocaines ont fourni des grands efforts à chercher d'autres ressources en eau. La solution est donc d'utiliser l'énergie solaire photovoltaïque (PV) pour pomper de l'eau car les ressources non renouvelables comme le charbon, les hydrocarbures et l'uranium, aisément exploitables mais épuisables, ne cessent de diminuer. D'autre part, cette consommation rapide des combustibles fossiles engendre des effets secondaires (augmentation de la pollution, dérèglement climatique ...) pouvant hypothéquer l'avenir de l'humanité. Ce constat associé au souci croissant de protection de notre environnement entraîne une montée en puissance des énergies renouvelables, en particulier solaires et éoliennes, justement pour la production d'électricité renouvelable.

L'énergie solaire est disponible en abondance sur toute la surface de la terre, malgré une diminution importante à la traversée de l'atmosphère ; la quantité qui arrive au sol reste assez importante. On peut ainsi compter sur 1000 W/m² crête dans les zones tempérées et jusqu'à 1400 W/m² lorsque l'atmosphère est faiblement polluée. Actuellement, la technologie photovoltaïque devient de plus en plus avancée, les éléments de base sont des cellules ou des panneaux photovoltaïques qui convertissent le rayonnement solaire en courant électrique contenu ; on parle alors de l'effet photovoltaïque, et à partir d'un contrôleur, le courant devient alternatif pour alimenter la pompe.

Dans ce contexte, le travail présenté dans ce rapport, porte sur le développement d'une application pour le dimensionnement d'un système pompage solaire qui permet de choisir la pompe par rapport au débit et le Hauteur Manométrique Totale (HMT) et les modules PV.

Ce présent travail a pour objectif principal, la modélisation, le contrôle et la gestion énergétique d'une installation destinée à pomper l'eau avec des modules PV.

Mon travail est subdivisé en quatre chapitres :

Première chapitre est pour la présentation du société ATMOSTECH Engineering & Solutions.

Puis, le deuxième chapitre comprendra une brève présentation du contexte du projet où nous allons traiter la situation étudiée et présenter la démarche à suivre pour la traiter et les méthodes utilisées pour l'analyse. Puis la modélisation de la structure du projet.

Ensuite, le troisième chapitre sera dédié à l'analyse détailler de dimensionnement d'un système pompage PV.

Enfin, dans le dernier chapitre, nous allons entamer l'étude technique sur les technologies utilisées pour développer l'application, puis une présentation des interfaces à partir des captures d'écran commenter.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

1. Introduction :

Ce premier chapitre fera l'objet d'une présentation du groupe ATMOSTECH en tant qu'organisme d'accueil à travers son site « atmostech.ma »

2. Présentation de l'environnement du projet :

2.1. Présentation du groupe ATMOSTECH :

L'entreprise ATMOSTECH Engineering & Solutions a été fondée en 2019, dynamique, née d'une véritable passion pour la conception et la réalisation des bancs d'essai. Votre savoir-faire et vos compétences reposent sur un bureau d'étude, vos compétences terrain et des personnels expérimentés et motivés. Quel que soit votre projet, l'entreprise ATMOSTECH Engineering & Solutions accompagne, identifie l'ensemble des besoins et propose une solution répondant à l'attente et l'offre un accompagnement judicieux.



Figure 1 : logo ATMOSTECH Engineering & Solutions

2.2. Domaines d'activités

- Distribution, vente, installation et réalisation de matériel pour l'industrie, l'enseignement et la formation.
- Ingénierie en :
 - Automatismes industriels et systèmes informatiques industriels.
 - Maintenance industrielle : électrique, mécanique, hydraulique, pneumatique et électronique.
- Importation de tout type de matériel didactique et industriel.
- Divers travaux dans le domaine d'ingénierie d'automatismes industriels, agriculture, apiculture.

Chapitre II : Contexte et modélisation du projet

1. Contexte du projet

1.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation de l'ensemble de paramètres définissant notre projet à savoir la problématique en employant l'outil QQQQCP ainsi que le périmètre de projet en utilisant le diagramme Gantt et le cycle en V, plus à décrire le sujet du projet et le cahier de charge de ce dernier. Puis la conception de l'architecture du projet.

1.2 Cadre général du projet : (QQQQCP)

Le QQQQCP (Quoi, Qui, Ou, Quand, Comment, Pourquoi) appelé aussi méthode de questionnement est un outil d'aide à la résolution de problèmes comportant une liste exhaustive d'information sur la situation.

Tableau 1: Méthode QQQQCP

QQQQCP	Description
Qui ?	Qui est concerné ?
Quoi ?	De quoi s'agit-il ?
Où ?	Où se produit la situation ?
Quand ?	Quand se produit la situation ?
Comment ?	Comment se déroule la situation ? Selon quelle procédure ?
Pourquoi ?	Pourquoi la situation apparaît-elle ?

Dans le but de maîtriser la problématique et les objectifs attendus, l'outil QQQQCP (Qui, Quoi, Ou, Quand, Comment, Pourquoi) s'avère nécessaire pour ressortir toutes les informations nécessaires.

Tableau 2 : Analyse QQQQCP du projet

QQQQCP	Description
Qui ?	Atmostech Engineering and Solutions.
Quoi ?	Développement d'une application de dimensionnement d'un système pompage solaire.
Où ?	Atelier de développement d'Atmostech Engineering and Solutions.
Quand ?	Du 20/05/2021 à 20/07/2021.
Comment ?	Par l'étude des données entrées par le client.
Pourquoi ?	Pour faciliter le choix de pompe et les modules PV.

1.3 Mise en situation :

Le pompage solaire est un moyen facile, efficace et fiable de vous apporter la quantité d'eau nécessaire à votre quotidien. L'énergie solaire des panneaux photovoltaïques fournit

l'alimentation électrique nécessaire à la pompe à eau. Ce système est économique, sans pollution et peut s'installer n'importe où.

Pour ça il faut bien dimensionner le système pompage solaire, pour choisir les bons matériels (pompe, panneaux PV...). Mon projet de stage se focalise alors sur le développement d'une **application de dimensionnement d'un système pompage solaire** qui choisit automatiquement les matériels qui conviennent avec les données demandées par le client.

1.4 Cahier de charge

En donnant la localisation géographique de l'installation, puis on entre les données concernant l'installation. Vient ensuite une partie résultats où l'on choisit les données qui nous intéressent. Le logiciel permet de définir la pompe, la puissance de panneaux et les accessoires dans toutes les configurations en tout lieu de la planète. Créer une base de données pour le matériel. Accès à toutes les fiches commerciales, manuels de tous les produits. Possibilité d'ajouter des graphes interactifs. Générer un rapport PDF des résultats obtenus...

1.5 Planning de projet

1.5.1 Cycle en V :

L'application sera développée suivant le cycle en V sur 8 semaines :

- Semaine 1 : Etat de l'art (Méthode, concept, idées et benchmark des applications existantes).
- Semaine 2 : Benchmark des technologies (langage de programmation, base de données).
- Semaine 3 : Préparation des équations données/résultats : Validation de la recette.
- Semaine 4 : Spécifications (draft des interfaces) : Validation des interfaces.
- Semaine 5 : Conception architecturale (SysML (UML) et Base de données) : Test et intégration.
- Semaine 6 : Conception détaillée (Développement par bloc et fonction) : Test unitaire.
- Semaine 7 : Codage : Test.
- Semaine 8 : Rapport et Présentation, Conclusion et perspectives.

1.5.2 Gestion de projet : Diagramme de Gantt

Le projet s'étale sur une période de 2 mois à compter de 20 de mai 2021. Durant cette période je vais effectuer plusieurs tâches afin de mener à bien mon projet.

Pour permettre une meilleure gestion du stage, j'ai adopté une démarche de gestion de projet illustrée dans le diagramme prévisionnel de Gantt élaboré par le logiciel MS Project.

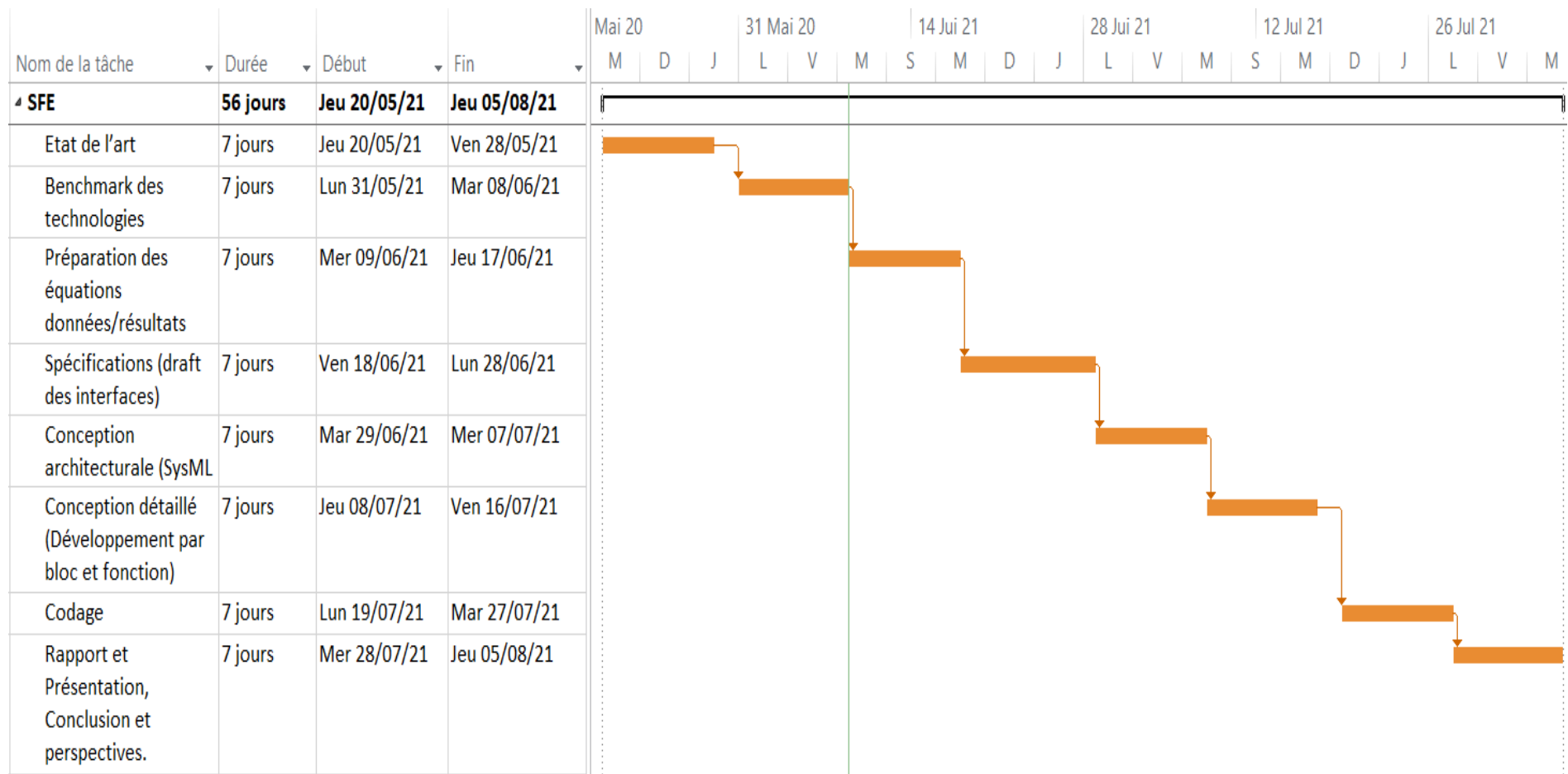


Figure 2: diagramme de Gantt

2. Modélisation du projet

a. Diagramme de cas d'utilisation :

Les diagrammes de cas d'utilisation sont des diagrammes UML utilisés pour une représentation du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet.

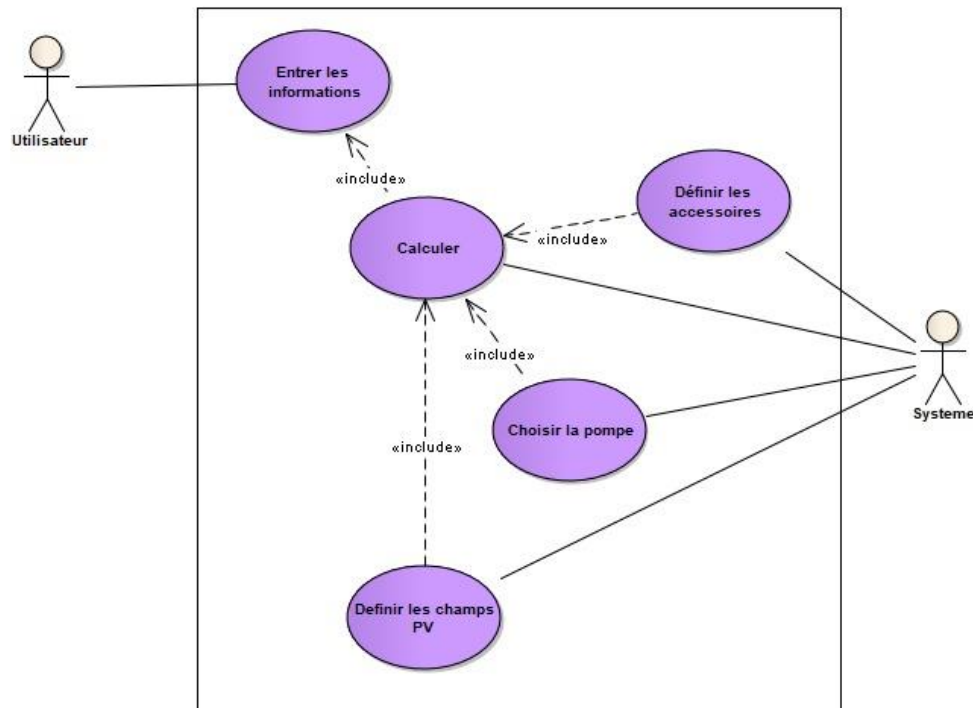


Figure 3: diagramme de cas d'utilisation

L'utilisateur entre des informations pour avoir que le système fasse des calculs en arrière pour choisir les composants du système pompage solaire (choix de la pompe, choix des panneaux PV et choix des accessoires).

b. Diagramme de séquence :

Les diagrammes de séquences sont la représentation graphique des interactions entre les acteurs et le système selon un ordre chronologique.

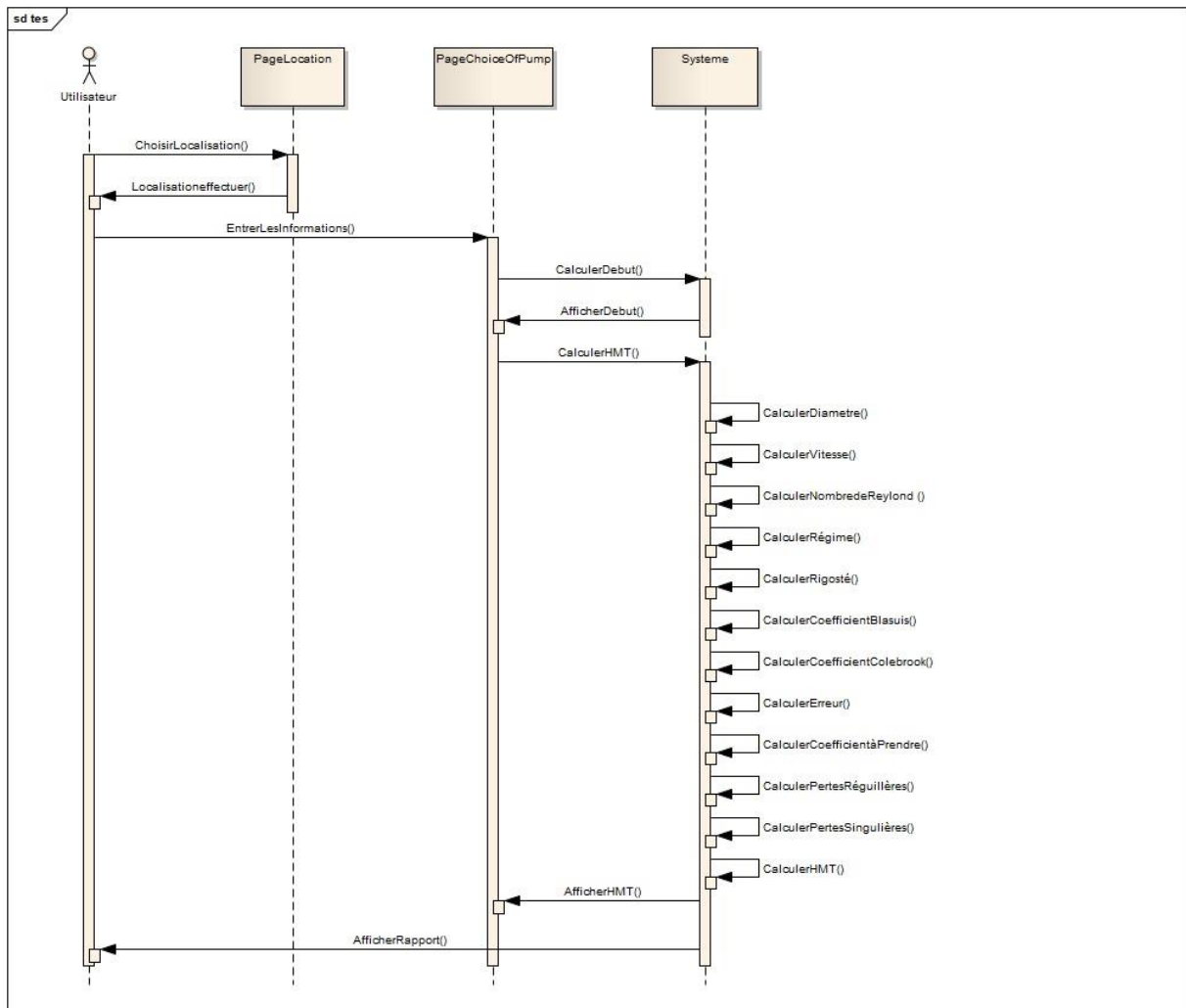


Figure 4 : diagramme de séquence

3. Conclusion

Le choix de la méthodologie de résolution de problèmes représente une décision stratégique qui dépend principalement de la nature du problème à résoudre. Alors, nous avons choisis la méthode Cycle en V pour traiter la problématique de notre projet. Cette démarche nous a permis d'encadrer la résolution de notre problème afin de garantir qu'il ne se reproduira pas ; plus à structurer l'architecture du projet par détaille les différents éléments de conception.

Le chapitre suivant aura pour objectif de mener une étude sur les technologies et la réalisation de projet.

Chapitre III : dimensionnement d'un système pompage solaire

1. Introduction

Ce chapitre présente les méthodes de dimensionnement des systèmes de pompage PV. Ces méthodes permettent de déterminer la taille de l'installation de pompage photovoltaïque et sont fondamentales pour l'évaluation des besoins en eau, le calcul de la puissance requise et la détermination de la charge automatique.

2. Récapitulatif sur l'architecture du système pompage solaire

Généralement, un système de pompage photovoltaïque est constitué d'un générateur photovoltaïque (PV), un convertisseur, un sous-système de pompage (moteur et pompe), la tuyauterie et accessoires et enfin un système de stockage (batteries ou réservoir d'eau). Pour les systèmes de pompes photovoltaïques fonctionnent au fil du soleil, le stockage de l'eau dans les réservoirs est la solution la plus adoptée par rapport au stockage électrochimique dans les batteries.

Architecture de la chaîne d'extraction de l'eau à partir d'un panneau solaire :

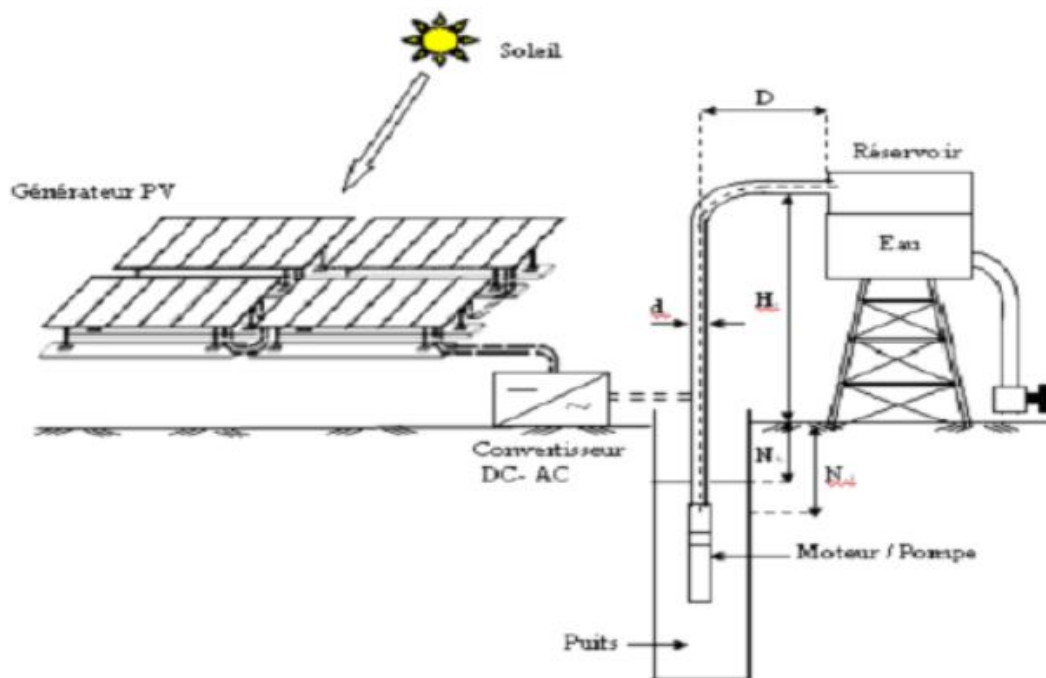


Figure 5 : Configuration générale d'un système de pompage photovoltaïque au fil du soleil

2.1 Le générateur photovoltaïque

Le générateur photovoltaïque est composé par des cellules photovoltaïques qui servent à convertir l'énergie lumineuse du Soleil en énergie électrique. Les cellules photovoltaïques sont des dispositifs à semi-conducteurs, généralement faits de silicone. Elles ne mettent en œuvre

aucun fluide et ne contiennent pas de substances corrosives, ni aucune pièce mobile. Elles produisent de l'électricité du moment qu'elles sont exposées au rayonnement solaire. Elles ne nécessitent pratiquement aucun entretien ; elles ne polluent pas et ne produisent aucun bruit. Les cellules photovoltaïques sont donc la façon la plus sûre et la plus écologique de produire de l'énergie.



Figure 6: générateur PV

○ **Montage des modules photovoltaïques :**

Tableau 3: Caractéristique courant tension des modules montés en parallèle ou en série

	Tension	Courant
En série	Les tensions s'ajoutent	Le courant reste celui d'un seul module
En parallèle	La tension reste constante	Les courants de chaque module s'ajoutent

2.2 Comment fonctionne le pompage solaire :

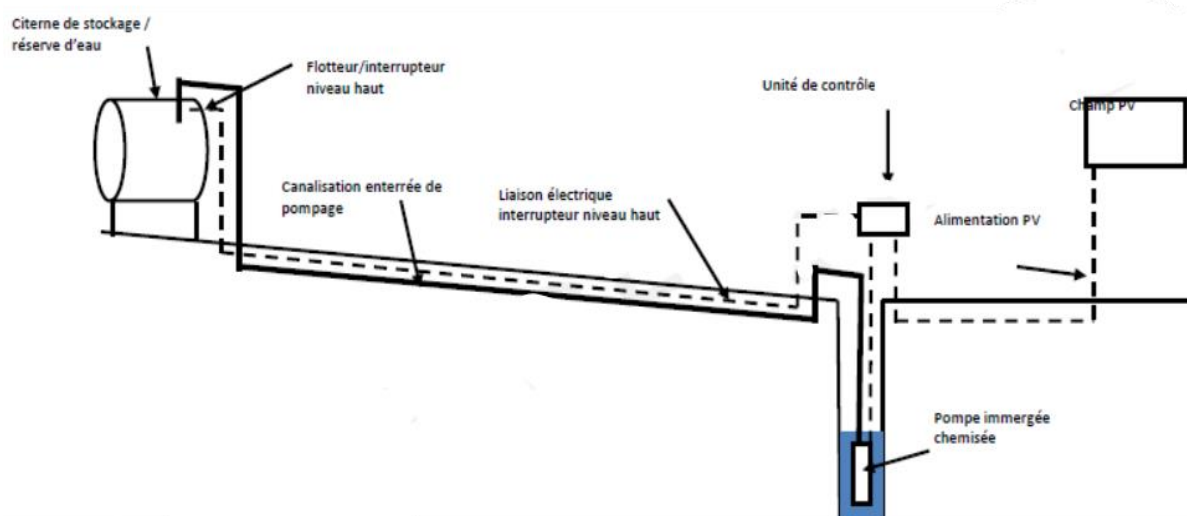


Figure 7: fonctionnement du pompage solaire

Lorsque l'éclairement solaire est suffisant, la pompe remonte l'eau de la nappe vers la citerne de stockage.

- Le pompage s'arrête :
 - Lorsque l'éclairement solaire est trop faible
 - Lorsque la citerne est pleine (flotteur/interrupteur de niveau)
- Le pompage ne s'arrête pas s'il y a un trop plein hydraulique (ex. eau récupérée pour le bétail ou maraichage) (cas des systèmes sans interrupteur de niveau haut)

3. Comment dimensionner un système de pompage solaire ?

Le dimensionnement est une méthode générale qui permet de dimensionner approximativement les éléments d'un système de pompage photovoltaïque et de définir ses paramètres, se base sur 3 facteurs : les besoins en eau, les données d'ensoleillement (la ressource solaire), et la disponibilité de l'eau.

Afin d'obtenir un dimensionnement satisfaisant, il est essentiel que ces trois facteurs soient estimés le plus précisément possible.

3.1 Estimation des besoins en eau

La détermination des besoins en eau pour la consommation d'une population donnée dépend essentiellement de son mode de vie.

Les besoins d'eau pour l'irrigation dépendent du type de culture, des facteurs météorologiques comme la température, l'humidité, la vitesse du vent, l'évapotranspiration du sol, la saison de l'année considérée et de la méthode de l'irrigation. Cependant, il est important de se baser sur la pratique et l'expérience locale.

La capacité du réservoir sera déterminée selon les besoins en eau journalières et l'autonomie requise du système.

3.2 Détermination de la hauteur manométrique totale (HMT)

HMT est le sigle de Hauteur Manométrique Totale. La Hauteur Manométrique Totale est un calcul qui permet de déterminer la pompe à eau qui correspondra le mieux à vos besoins.

En effet, HMT est la pression totale que doit fournir votre pompe à eau pour votre projet de pompage. Celle-ci prendra en compte la hauteur entre le niveau de l'eau et la pompe ce qui correspond à la **hauteur manométrique d'aspiration**, mais également la hauteur entre la pompe et le point d'utilisation le plus haut ce qui correspond à la **hauteur de refoulement**.

La HMT est exprimée en mètres.

Ci-dessous une figure qui illustre cette hauteur d'une manière simplifiée :

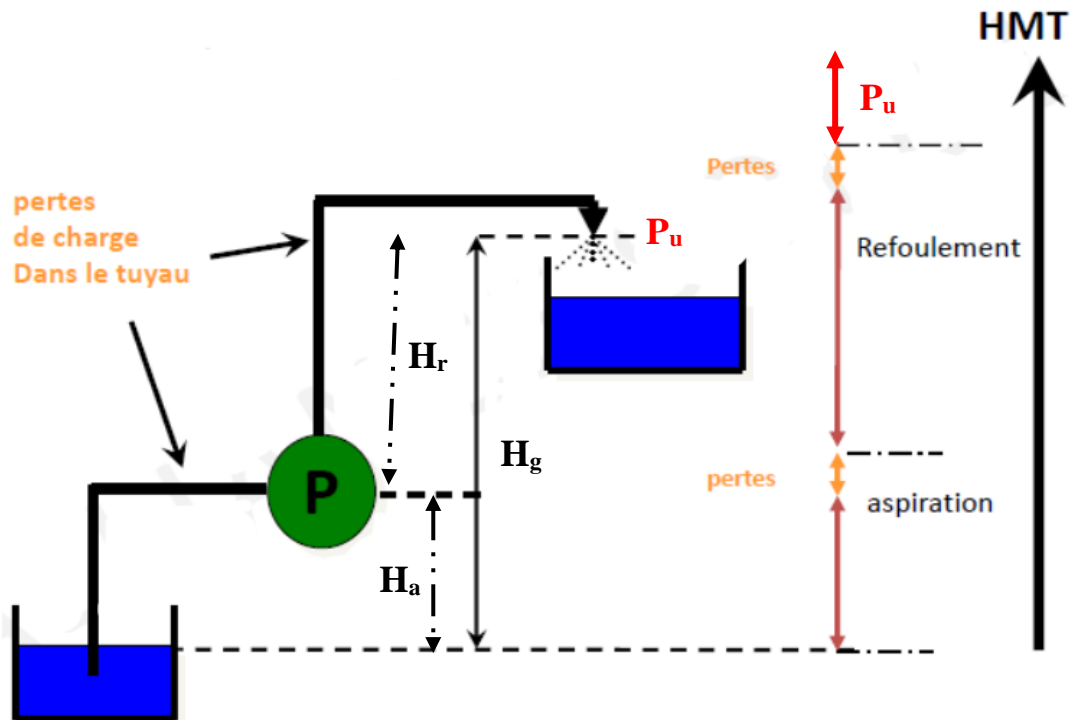


Figure 8: Paramètres de base d'une pompe pour calculer HMT

Elle prend en compte les composantes suivantes :

- La hauteur totale ou hauteur géométrique ($H_g = H_a + H_r$) entre le point de pompage et le point le plus haut de refoulement ; Exprimé en mètres (m).
 - H_a : correspond à la **hauteur manométrique d'aspiration** c'est-à-dire à la hauteur entre le niveau de l'eau et de votre pompe.
 - H_r : correspond à la **hauteur de refoulement** c'est-à-dire à la hauteur entre la pompe et le point d'utilisation de l'eau le plus haut.

- **Pu** : Correspond à la **pression de refoulement** souhaitée à l'ouverture du robinet.
- Les pertes de charges (**P_c = P_r + P_s**) :

Tableau 4: les grandeurs pour calculer les pertes de charges

Symbole	Désignation	Unité
D_b	Débit	m ³ /h
D_j	Débit journalier requis/Daily flow required	m ³ /j
N_h	Nombre d'heures d'ensoleillement crête	h
v	Vitesse d'écoulement du fluide dans la canalisation	m/s
R	Nombre de Reynolds	
C_b	Coefficient (Blasius)	
C_c	Coefficient (Colebrook)	
D	Diamètre de la canalisation circulaire	mm
π	$\pi = 3,141592$	
T_c	Type de conduites (PE : polyéthylène /AC : acier)	
R_c	Rugosité conduite Si $T_c=PE \Rightarrow R_c=0,03$ Sinon $R_c=0,09$	

➤ **Débit**

$$D_b = \frac{D_j}{N_h}$$

➤ **Vitesse**

$$v = \frac{4 \times D_b}{\pi \times D^2 \times 3600}$$

➤ **Nombre de Reynolds**

$$R = \frac{1000 \times v \times D}{10^{-3}}$$

➤ **Coefficient (blasius)**

$$C_b = \pi \times R^{-0,25}$$

➤ **Coefficient (Colebrook)**

$$C_c = \frac{1}{(-2 \log(\frac{2,51 \times \sqrt{C_b}}{R} + \frac{R_c \times 10^{-3}}{D \times 3,71}))^2}$$

➤ **Erreur**

$$e = |C_b - C_c|$$

➤ Coefficient (à prendre)

Si $e > 0,001$:

$$C = \frac{1}{(-2 \log(\frac{2,51 \times \sqrt{C_c}}{R} + \frac{R_c \times 10^{-3}}{D \times 3,71}))^2}$$

Sinon :

$$C = C_c$$

- **Pertes régulières (P_r)** : représentent les pertes d'énergies dues aux frottements du fluide dans une conduite de section constante.

$$P_r = \frac{C \times L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Tableau 5: les symboles d'équation de Pertes régulières

Symbole	Désignation	Unité
L	Longueur de la tuyauterie	m
C	Coefficient à prendre	
D	Diamètre de la canalisation circulaire	mm
v	Vitesse d'écoulement du fluide dans la canalisation	m/s
g	=9,81 Constante d'accélération	m/s ²

- **Pertes singulières (P_s)** : sont des pertes de pression provoquées par le passage du fluide dans des obstacles et accessoires comme des vannes, raccords, élargissement, sortie de réservoir, hotte aspirante etc....

$$P_s = \frac{(N_c \times 1,13 + N_v \times 1,7 + N \times K_s) \times v^2}{2g}$$

Tableau 6 : les symboles d'équation Pertes singulières

Symbole	Désignation	Unité
N_c	Nombre de coudes 90°	
N_v	Nombre de vannes	
N	Nombre d'autre sources de pertes de charge singulières	
K_s		
v	Vitesse d'écoulement de l'eau dans la canalisation	m/s
g	=9,81 Constante d'accélération	m/s ²

La hauteur manométrique totale se détermine donc comme suit :

$$HMT = (H_g + P_c) + P_u$$

3.3 Détermination de l'énergie solaire disponible

Cette méthode de dimensionnement est basée sur des calculs de valeurs moyennes journalières de l'irradiation solaire et l'énergie hydraulique nécessaire.

1. Inclinaison et dimensionnement du générateur photovoltaïque

Pour déterminer l'énergie solaire nécessaire par jour (E_{elec}) le calcul se fera comme suit :

$$E_{elec} = \text{constante hydraulique} \times Q \times HMT/R$$

Avec :

- **Constante hydraulique = 2,725**
- **$R = R_m \times R_p$**
 - **R** : rendement de groupe de pompage
 - **R_m** : rendement moteur entre 75% et 85% ;
 - **R_p** : rendement pompe de 45% à 65%
- **Quantité d'eau souhaitée (Q)** : en m³/jour (Débit journalier requis D_j).

2. Estimation de l'ensoleillement

Généralement, il est préférable de choisir la période la moins ensoleillée. L'irradiation solaire s'exprime pour la plupart du temps en kWh/m²/j. Équivalent à l'énergie d'ensoleillement sur une journée.

3. Dimensionnement des panneaux photovoltaïques (puissance crête)

L'énergie fournie par les panneaux solaires en une journée doit être égale à l'énergie journalière consommée par la pompe (Wh/j).

Pour déterminer la puissance crête (P_c) le calcul se fera comme suit :

$$P_c = \frac{2,725 \times v \times HMT}{E_j \times \eta_{global}}$$

Tableau 7 : les symboles de calculer la Puissance Crête

Symbole	Désignation	Unité
P_c	Puissance crête nécessaire	Wc
HMT	Hauteur manométrique totale	m
v	Besoins maximums en eau	m ³ /j
E_j	Irradiation moyenne du mois le plus défavorable	kWh/m ² .j
η_{global}	Rendement global	%

Pour avoir nombre totale des panneau PV à installer P_{pv} :

$$N_{pv} = \frac{(P_p \times 1000)}{P_c \times 0,9 \times E \times 0,01 \times (1 - 0,01 \times P)}$$

Tableau 8 : les symboles pour calculer le Nombre des PV

Symbole	Désignation	Unité
P_c	Puissance crête nécessaire	Wc
E	Efficacité	%
P	Pertes	%
P_p	Puissance de pompe	KW

Et pour avoir le nombre de chaines en parallèle :

$$N_{cp} = \frac{N_{pv}}{N_{ms}}$$

Tableau 9 : les symboles pour le calcul de nombre PV en parallèle

Symbole	Désignation	Unité
N_{pv}	Nombre totale des panneau pv à installer	
N_{ms}	Nombre de modules en série	

3.4 Choix des composants

3.4.1 CHOIX DE LA POMPE

a. Type de pompes

Les pompes à eau sont habituellement classées selon leur principe de fonctionnement : elles sont soit de type volumétrique ou bien de type centrifuge. Outre ces deux classifications que nous décrirons plus loin, on distingue également deux autres types de pompes en fonction de l'emplacement physique de la pompe par rapport à l'eau pompée : pompe à aspiration et pompe à refoulement :

- **Pompe centrifuge** : La pompe centrifuge transmet l'énergie cinétique du moteur au fluide par un mouvement de rotation de roues à aubes ou d'ailettes. L'eau entre au centre de la pompe et est poussée vers l'extérieur et vers le haut grâce à la force centrifuge des aubages. On utilise habituellement les pompes centrifuges pour les gros débits et les profondeurs moyennes ou faibles (10 à 100 mètres).
- **Pompe volumétrique** : La pompe volumétrique transmet l'énergie cinétique du moteur en mouvement de va-et-vient permettant au fluide de vaincre la gravité par variations successives d'un volume raccordé alternativement à l'orifice d'aspiration et à l'orifice de refoulement.

- **Pompe de surface** : La hauteur d'aspiration de n'importe quelle pompe est limitée à une valeur théorique de 9,8 mètres et dans la pratique à 6 ou 7 mètres. Les pompes de surface sont donc toujours installées à une hauteur inférieure à celle-ci.

b. Choix de la pompe

Le choix de la pompe se fera en fonction des caractéristiques hydrauliques de l'installation envisagée (débit, HMT). La figure I-2 montre une classification des pompes selon la hauteur manométrique totale et le débit demandé.

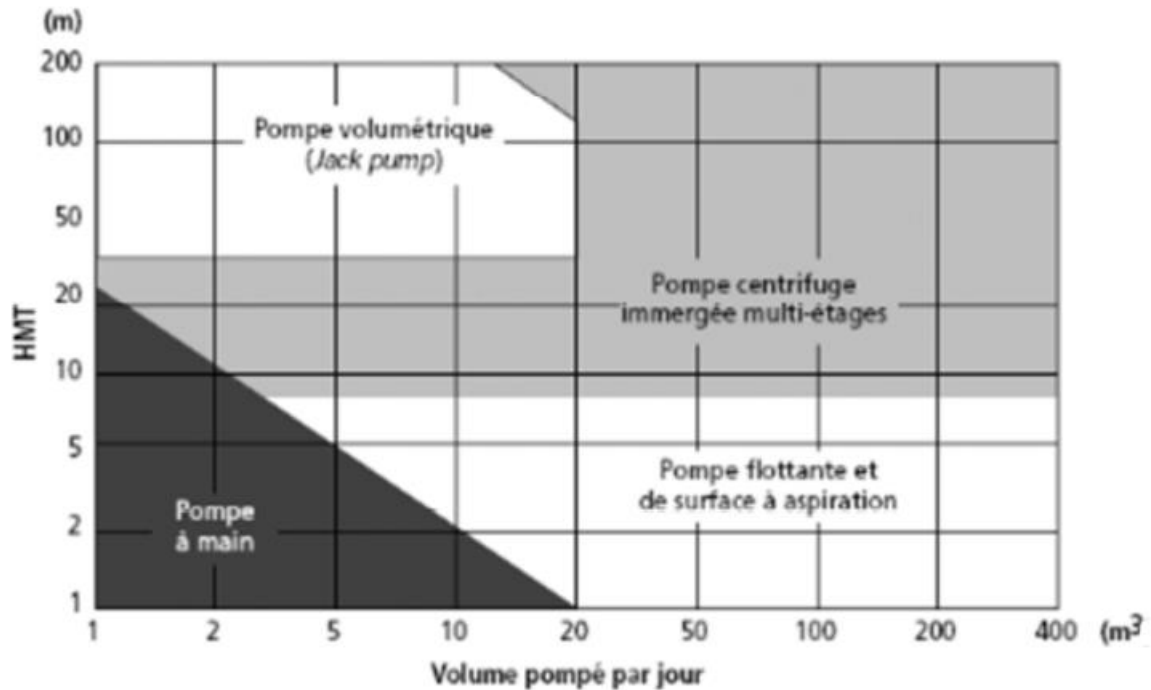


Figure 9: Classification des pompes selon la HMT et le Débit demandé

3.4.2 CHOIX DU CONVERTISSEUR

Les pompes avec moteur à courant continu ont un convertisseur électronique permettant d'obtenir en permanence le maximum de débit malgré les variations de l'ensoleillement.

Quant aux pompes à courant alternatif monophasé ou triphasé, leur convertisseur électronique converti le courant continu produit en courant alternatif avec une amplitude et une fréquence, contrôlées puis ajustées en fonction de l'ensoleillement.

4. Conclusion

La méthode analytique ou simple de dimensionnement d'une installation à pompage tient compte de certains paramètres comme par exemple l'évaluation des besoins en eau, le calcul de l'énergie hydraulique nécessaire, la détermination de l'énergie solaire disponible et le choix des composants.

Chapitre IV : Etude technique et réalisation du projet

1. Introduction

Après l'étape de conception de l'application, nous allons dans ce chapitre, décrire la phase de réalisation. Je vais présenter, en premier lieu, l'ensemble des technologies, des outils et des choix techniques de ce projet afin d'avoir développé m'application.

Ensuite, on poursuit par une illustration des différents processus de fonctionnement du système à travers des captures d'écran commentées.

2. Etude technique

2.1 Environnement de développement :

a. IntelliJ IDEA :



Un environnement de développement intégré destiné au développement de logiciels informatiques reposant sur la technologie Java. Il est développé par JetBrains et disponible en deux versions, l'une communautaire, open source, sous licence Apache 2 et l'autre propriétaire, protégée par une licence commerciale. Tous deux supportent les langages de programmation Java, Kotlin, Groovy et Scala. J'ai adopté la version IntelliJ IDEA 2021.1.1 (Community Edition).

b. Oracle database :



Oracle est un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) qui depuis l'introduction du support du modèle objet dans sa version 8 peut être aussi qualifié de système de gestion de base de données relationnel-objet (SGBDRO). Fourni par Oracle Corporation, Il a été développé par Larry Ellison 16 juin 1977 avec C, C++ et l'assembleur.

2.2 Technologies utilisées :

a. Java :



Java est un langage de programmation orienté objet créé par James Gosling et Patrick Naughton, employés de Sun Microsystems, avec le soutien de Bill Joy, présenté officiellement le 23 mai 1995 au SunWorld.

b. JavaFX :

JavaFX est un ensemble de packages graphiques et multimédias qui permet aux développeurs de concevoir, créer, tester, déboguer et déployer des applications clientes riches qui fonctionnent de manière cohérente sur diverses plates-formes.

c. Itextpdf :

iText est une bibliothèque logicielle qui fournit une interface de programmation partiellement à code source ouvert servant à créer et manipuler des documents PDF. Écrit en langage Java, en .NET ainsi qu'en Java compatible avec Android. Il est distribué sous licence AGPL et propriétaire pour certaines parties.

3. Réalisation du projet

En s'appuyant sur les outils décrits ci-dessus, nous avons pu réaliser notre application desktop. Cette partie présente l'interface *HOME* et l'interface *CHOICE OF SOLAR PUMPING SYSTEM* du projet.

a. HOME

L'interface *HOME* c'est la porte pour avoir faire les choix des composants.

Elle est composée d'un bouton *START* au milieu du vieux entourer par des *ImageView* (réservoir, générateur PV et pompe), et en bas le titre de la compagnie *ATMOSTECH Engineering & Solutions*, plus à un bouton qui rediriger l'utilisateur vers le site web '*meteomaroc*'.

En haut de la page en voir le logo de notre application plus a les boutons de contrôles reduce (réduire) et close (fermer) comme illustrer dans l'image suivante :

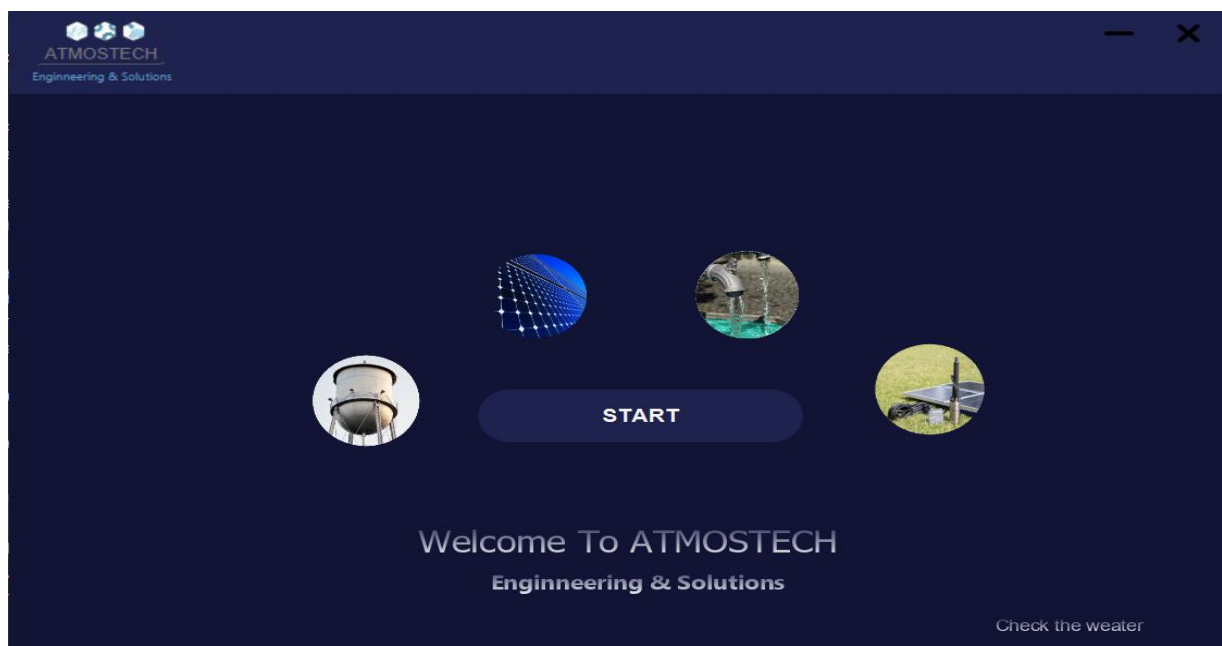


Figure 10: interface *HOME*

- **Vue sur le site 'meteomaroc'**



Figure 11: site meateomaroc

b. CHOICE OF LOCATION

Cette interface est la deuxième interface après la clique sur le bouton *START*, c'est une interface MAP qui contient un ComboBox avec les villes de Maroc pour choisir la zone géométrique de l'installation, et au milieu un MAP.

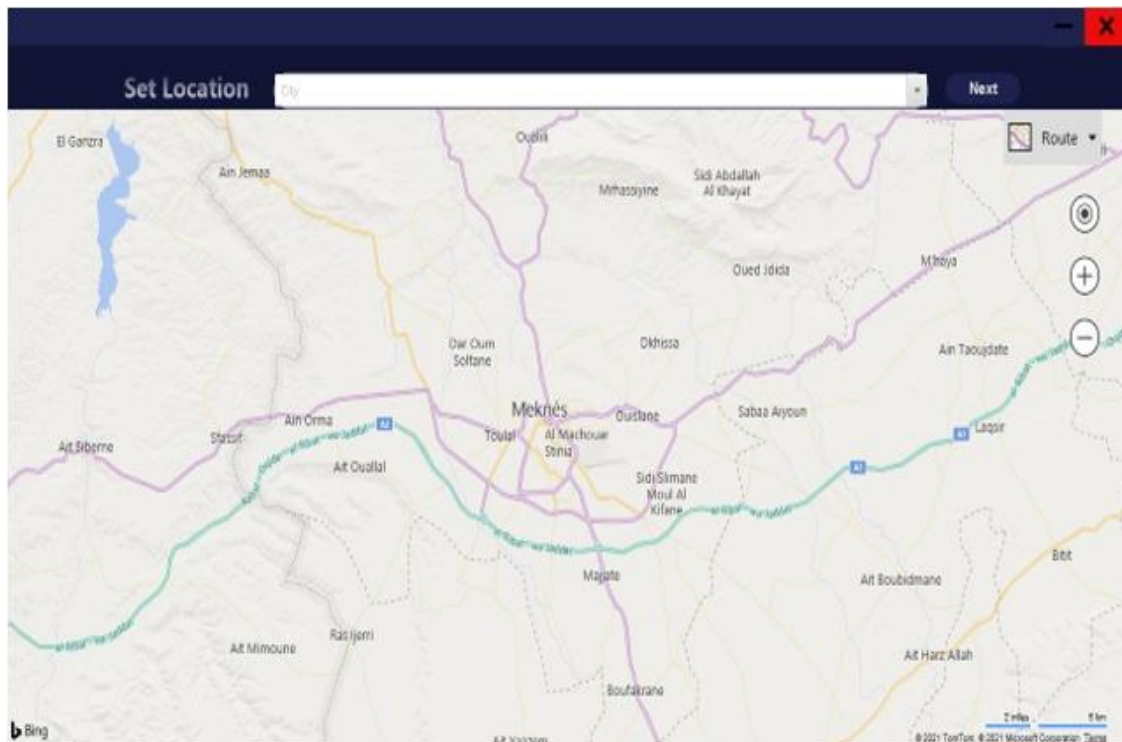


Figure 12: interface CHOICE OF LOCATION

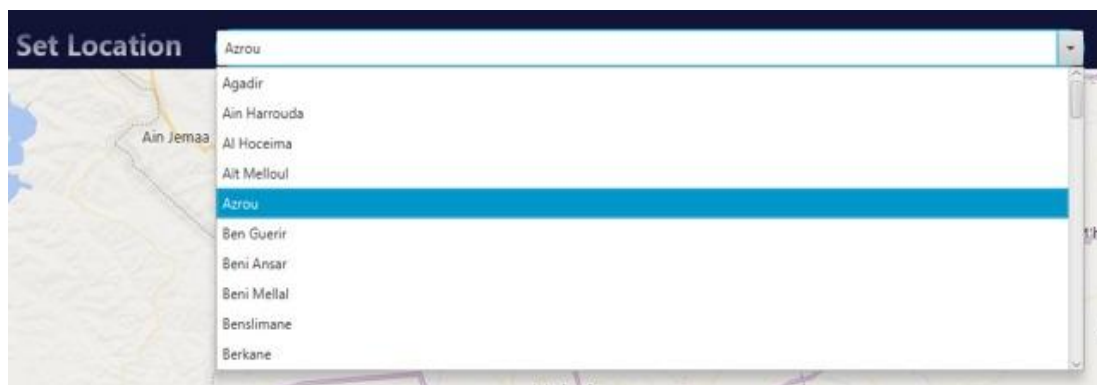


Figure 13: exemple de recherche de localisation

c. CHOICE OF SOLAR PUMPING SYSTEM

La figure ci-dessous montre partie de l'interface de notre application. Il s'agit de l'interface de travail qui permet à l'utilisateur de spécifier certaines valeurs importantes pour bien dimensionner son système PV ;



Figure 14: interface CHOICE OF SOLAR PUMPING SYSTEM : Choice of pump



Figure 15: interface CHOICE OF SOLAR PUMPING SYSTEM : Photovoltaic Fields

Cette interface est composée de

- A gauche d'un Pane avec une liste déroulante contient deux parties, partie pour le choix de la pompe (*Choice of pump* ; figure14) et partie pour le choix des panneaux PV (*Photovoltaic Fields* ; figure15), plus à un bouton *VALIDATE* pour faire en arrière les calculs qui convient.

- En centre il y'a une ImageView qui permet de mise en remarque chaque composant après la clique sur un champs TextField.



Figure 16: exemple de clique sur un TextField

- Après l'utilisateur clique sur le bouton *VALIDATE* un rapport PDF sera générer avec les sonnes entres de la part de l'utilisateur et aussi les résultats obtenus par le calcul fait derrière.



Report of a solar pumping system

This document presents the values entered and the results of the calculations



Author :
BOUALOUL Amina
BENGHDAIF Assia

Figure 18: page 1 du PDF générer

1. Choice of components

1.1. Choice of pump

DATA	VALUES
Geographic location	Ben Guerir
Daily flow required	18
Number of peak hours of sunshine	6
Pumping height	200
Pipe diameter	15
Type of pipes	polyethylene
Pipe length	20
Number of elbows 90 °	7
Number of valves	4
other sources of singular pressure drops: Number	1
other sources of singular pressure drops: ks	1

Results

DATA	VALUES
Pipe diameter (m)	0.015
Speed	4.715702228345955
Reynolds number	70735.53184412693
Flow regime	turbulent lisse
Driving rigidity	0.03
Coefficient (blasius)	0.019401131933812887
Coefficient (Colebrook)	0.0016737948686296542
Error	0.017727337267183233
Coefficient (to be taken)	0.0013861489887284227
Regular losses	4.7132980341802585E8
Singular losses	4.0063826686755958E9
Debit	3.0
HMT	214.

Figure 17: page 2 du PDF générer

1.2. Photovoltaic fields

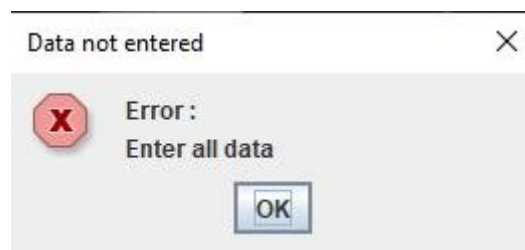
DATA	VALUES
The pump power	20
Voltage Ump	24
Current ISC	10
Peak power	300
Max voltage in	20
Min voltage in	18
Max current in	20
Efficiency	100
Losses	1
Number of modules in series	37

Results

DATA	VALUES
Total number of pv panels to install	74
Number of channels in parallel	2

Figure 19:page 3 du PDF générer

NB : si l'utilisateur ignore de saisir un champ une exception sera déclencher, et le système va afficher une boîte d'erreur.



4. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté l'environnement matériel et logiciel du projet. Nous avons par la suite, élaboré quelques aperçus du fruit de notre travail à travers des interfaces résultant des jeux de tests effectués.

Conclusion et perspectives

Le présent projet est le fruit d'un effort considérable que nous avons pu investir grâce au désir intense du société *ATMOSTECH Engineering and Solutions* lui-même d'améliorer le dimensionnement d'un pompage solaire.

En fait, notre travail s'inscrit dans le domaine électrique pour le but de fiabiliser et bien maintenir le dimensionnement d'un système PV par choisir la pompe et les modules PV qui convient.

Dans ce rapport j'ai exposé les étapes que m'a aidé à développer m'application desktop :

Premièrement, j'ai présenté le cadre général de l'application avec la méthode QQQQCP, et la planification du projet durant la période du stage par le Cycle en V et le diagramme de Gantt plus à la modélisation et la conception du projet.

Deuxièmes, j'ai présente une présentation sur le dimensionnement d'un système pompage PV.

Et finalement, la présentation des choix technique pour développer l'application puis la présentation des interfaces.

Bibliographie et Webographie

<https://www.solaris-store.com/content/50-principe-de-fonctionnement-d-une-pompe-solaire>

<https://openjfx.io/> ➔ pour avoir comment travailler avec JavaFX

<https://atmostech.ma/> ➔ site officiel de la société ATMOSTECH

<https://www.jetbrains.com/fr-fr/idea/> ➔ télécharger IntelliJ

<https://fr.wikipedia.org/>

<https://itextpdf.com/fr>

<https://fr.slideshare.net/MohamedLahmer3/cours-java-v14> ➔ cours java