

**Institut de Formation Aux Métiers Des Energies
Renouvelables et de l'Efficacité Energétique
Tanger**

Rapport de

STAGE D'INITIATION

Filière :

Systèmes d'énergie solaire

Dimensionnement de Systèmes de Pompage Photovoltaïque

Lieu De Stage : SWS ENERGIE KENITRA

Réalisé par :

Aymane EL AGHZAOU

Encadré par :

Mme. EL MOUJAHED Hanae

Soutenu le :20/07/2022

Année de formation 2021-2022

Dédicaces

J'aime bien dédier ce travail

Mes parents, qui m'ont encouragé à aller de l'avant et qui m'ont donné tout leur amour pour prendre mes études. Aux quels je dois ce que je suis. Que dieu les protège. Mon chère frère et sœurs pour leur dévouement, leur compréhension et leur grande tendresse, qui en plus de m'avoir encouragé tout le long de mes études, m'ont consacré beaucoup de temps et disponibilité, et qui par leur soutien, leurs conseils et leur amour, m'ont permis d'arriver jusqu'à ici car ils ont toujours cru en moi, Merci d'avoir toujours soutenu et merci pour tout les bons moments passé ensemble, et ce n'est pas fini. A ma famille et toutes les personnes que j'aime.

A mes Professeurs

Les plus grandes leçons ne sont pas tirées d'un livre, mais des enseignants tels que vous. Merci d'avoir pris le temps de nous aider au cours de cette année et de nous avoir accompagnés dans la maîtrise de nos connaissances, de nous avoir montré les clés du succès.

Remerciements

Je remercie tout d'abord Allah le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté de mener à terme ce présent travail.

Je témoigne ma profonde gratitude à mon encadrant: M. Driss Sahlouf directeur technique ainsi que tous ses assistants pour leurs soutiens, leurs conseils judicieux et pour la coopération et l'aide inestimable qu'ils m'ont présenté.

Je remercie également Mme. Hanae El moujahid professeur et mon encadrant pour son aide et son encouragement précieuse au long de la durée, soit de formation ou d'encadrement.

Un grand merci à ma mère et mon père, pour leurs conseils, ainsi que pour leur soutien inconditionnel, à la fois moral et économique.

Enfin, je tiens également à adresser mes affectueux remerciements à l'ensemble du corps professoral et administratif de l'IFMEREE Tanger., de m'avoir donné toutes les connaissances nécessaires durant cette année d'étude, et ce dans un cadre agréable de complicité et de respect.

Table des matières

Dédicaces	2
Remerciements	3
Introduction générale :	9
I) Chapitre : Présentation de l'entreprise d'accueil.....	10
1) Définition et historique de la société :	10
2) Structure et organisation de la société :	10
3) Activités et Produits :	10
II) Chapitre : étude et dimensionnement d'un système de pompage solaire.	11
1) Principe de fonctionnement :	11
2) Étude du projet :	12
3) Dimensionnement du projet :	13
b) Evaluation des besoins en eau :	13
4) Calcul de l'énergie hydraulique nécessaire :	14
c) HMT :	14
d) l'énergie hydraulique nécessaire :	14
5) Détermination de l'énergie solaire disponible :	15
e) inclinaison & orientation optimales :	16
f) Le mois de dimensionnement :	17
6) Calcul de puissance crête des panneaux photovoltaïques :	17
g) Énergie électrique de pompage:	17
h) la puissance crête	17
III) Chapitre : Choix des composants	18
1) Le module solaire photovoltaïque :	18
a) Caractéristiques électriques :	19
b) Caractéristiques mécaniques :	19
c) Schémas de module :	20
2) L'électropompe :	20
a) PERFORMANCES HYDRAULIQUES À 50 Hz :	21
i) DIMENSIONS ET POIDS :	21

4) Variateur	22
a) comment choisir un variateur:.....	22
b) Dimensionnement de variateur :	22
5) Coffret électrique:.....	23
j) les composants de coffret :	23
IV) Chapitre : Installation d'un système de pompage solaire	26
1) Association des supports métalliques et emplacement des panneaux photovoltaïques :	26
2) Installation de variateur:.....	26
a) Compatibilité en tension	26
b) Compatibilité en courant	26
c) Compatibilité en puissance :	26
3) Quelques photos montrent les étapes de l'installation :	27
V) Conclusion :	34

Liste des figures

Figure 1: Organigramme de la société SWS ENERGIES	10
Figure 2:Pompage solaire	12
Figure 3: Base de données de radiation solaire employée: PVGIS-CMSAF.....	12
Figure 4: Ratios de consommation établis par l'OMS	13
Figure 5: Calcul de la HMT	14
Figure 6: L'irradiation solaire au MAROC	16
Figure 7: Panneau solaire	18
Figure 8: Fiche singalitique LONGI	19
Figure 9: Dimensions d'un module photovoltaïque LONGI	20
Figure 10: Caractéristique generale	20
Figure 11: Dimensions de la pompe choisie	21
Figure 12: Variateur INVT Goodrive100-PV	23
Figure 13: Coffret	24
Figure 14: Disjoncteur moteur	24
Figure 15: disjoncteur AC	25
Figure 16: Relais de niveau	25
Figure 17: Disjoncteur DC.....	25
Figure 18: Ferme de lavoca	27
Figure 19: l'arbre de lavocat.....	28
Figure 20 : Puit	29
Figure 21: Pompe immergée	30
Figure 22: tuyaux.....	31
Figure 23: les panneaux solaire.....	32
Figure 24: COffret de protection.....	33

Liste des abréviations

Ee : Énergie Électrique.

Eh : Énergie hydraulique.

g : gravité terrestre.

Hg : hauteur géométrique.

HMT : Hauteur Manométrique Totale.

Hr : Hauteur de refoulement.

Irjmin : Irradiation journalier minimal. MPPT: Maximum Power Point Tracker.

N : Nombre total de module photovoltaïque.

Np, max : Nombre maximum de module en parallèle.

Ns, min : Nombre minimum de module en série.

Np, max : Nombre maximum de module en série.

Nd : Niveau dynamique.

Ns : Niveau statique.

Pc : Puissance crête.

PM : Puissance de module photovoltaïque.

PV : Photovoltaïque.

PVGIS : Photovoltaic Geographical Information System.

Rm : Rabattement maximal.

Liste des tableaux

Tableau 1:L'inclinaison et l'orientation au MAROC	16
Tableau 2:Caractéristiques électriques du module photovoltaïque choisi	19
Tableau 3: Caractéristiques mécaniques du module photovoltaïque choisi	19
Tableau 4:Liste des pompes de types PEDROLLO	21
Tableau 5:Liste des moteurs associé à l'électropompe	21
Tableau 6:Caractéristiques électrique du module photovoltaïque	22
Tableau 7:Caractéristiques électriques du variateur de fréquence	22

Introduction générale :

Les systèmes de pompage solaire photovoltaïque utilisent la conversion du rayonnement solaire en électricité pour alimenter une pompe dans un forage ou un puits. La différence qui existe entre un système de pompage solaire et un système de pompage classique est l'utilisation de panneaux solaires photovoltaïques, d'un convertisseur et d'une pompe adéquate. Les pompes utilisées peuvent être immergées, centrifuges ou volumétriques, selon les conditions d'utilisation. Le pompage solaire présente des avantages indéniables. Outre le fait d'être une énergie propre et durable, le pompage solaire est devenu compétitif aux systèmes conventionnels. D'une part, les coûts d'exploitation et de maintenance sont faibles. D'autre part, l'évolution technologique, durant ces dernières années, a permis de baisser les coûts des modules et d'augmenter leur production pour offrir une technologie performante, fiable avec un bon rapport coût- efficacité, mettant à disposition un large choix de modèles et capacités selon le besoin, ce système peut être utilisées pour plusieurs exploitations.

I) Chapitre : Présentation de l'entreprise d'accueil.

1) Définition et historique de la société :

La société d'accueil de mon stage SWS Energies, a commencé ses activités en 2009, dont la principale mission est la vente et l'installation des produits énergétiques à l'échelle nationale tels que les pompes solaires, les variateurs de fréquences, les chauffe-eaux solaires et divers, et tout cela avec un meilleur rapport prix qualité afin de renforcer et encourager l'utilisation des produits énergétiques.

SWS Energies est une société à responsabilité limitée (S.A.R.L), c.à.d. c'est une société commerciale dans laquelle la responsabilité financière des associés est limitée au montant de leurs apports respectifs. Les associés ne sont tenus au passif social que dans la limite du montant de leurs apports. Cette entreprise est installée à Kenitra, avec un chiffre d'affaire de 40 000 DH. Elle est fondée par M. Driss Sahlouf, le directeur général et technique qui s'occupe de mettre en route les chantiers et dirige les équipes ainsi que réalise les commandes de matériels.

2) Structure et organisation de la société :

La société SWS Energies repose sur une architecture solide, la direction au sein du site est changée d'une façon qui lui permettra d'améliorer l'activité de l'entreprise. La figure ci-après nous donne un aperçu général sur les différentes directions de la société :

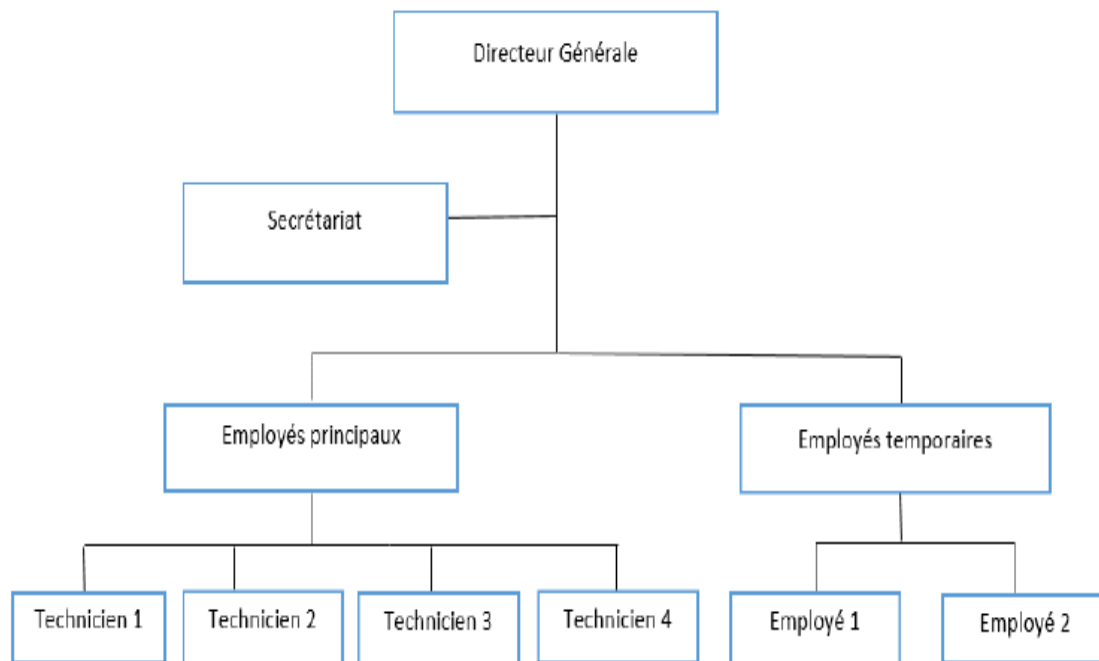


Figure 1: Organigramme de la société SWS ENERGIES

3) Activités et Produits :

Les activités de la société mènent à une solution énergétique durable et rentable qui est l'un des soucis majeurs de tout consommateur d'énergie électrique. Elle livre les services suivants :

Étude et Réalisation des projets solaires photovoltaïques et thermiques :

- **Pompage solaire**
- **Eclairage**
- **Chauffage solaire**
- **Chauffage solaire**
- **Vente, maintenance et installation**
- **Climatisation centrale**
- **Les chauffe-eaux solaires**

II) Chapitre : étude et dimensionnement d'un système de pompage solaire.

1) Principe de fonctionnement :

Sous l'effet des rayonnements solaires les modules PV génèrent un courant continu, et pour qu'il soit utilisé pour l'alimentation de la pompe, le variateur de fréquence intervient et transforme le courant continu généré en courant alternatif, il fait également varier la fréquence et la tension en fonction de l'énergie disponible. Ainsi la pompe alimentée en courant alternatif de source solaire pompe l'eau d'une hauteur basse (puit, forage) à une hauteur élevée de la surface de la terre (réservoir d'eau) pour que cette eau soit exploitée pour diverses applications, il s'agit d'un pompage au fil du soleil dont le fonctionnement dépend que de la disponibilité d'une bonne intensité solaire.

Le dimensionnement et l'estimation du coût d'investissement est la base de tout projet, c'est ce qui par la suite permet de détecter le point de fonctionnement de chacun des éléments de la pompe et des panneaux pour pouvoir en tirer le maximum. La puissance des panneaux à installer correspond à la puissance de pompe à alimenter, et pour dimensionner cette dernière on a besoin de connaître deux grandeurs majeurs : le débit et la hauteur manométrique totale.

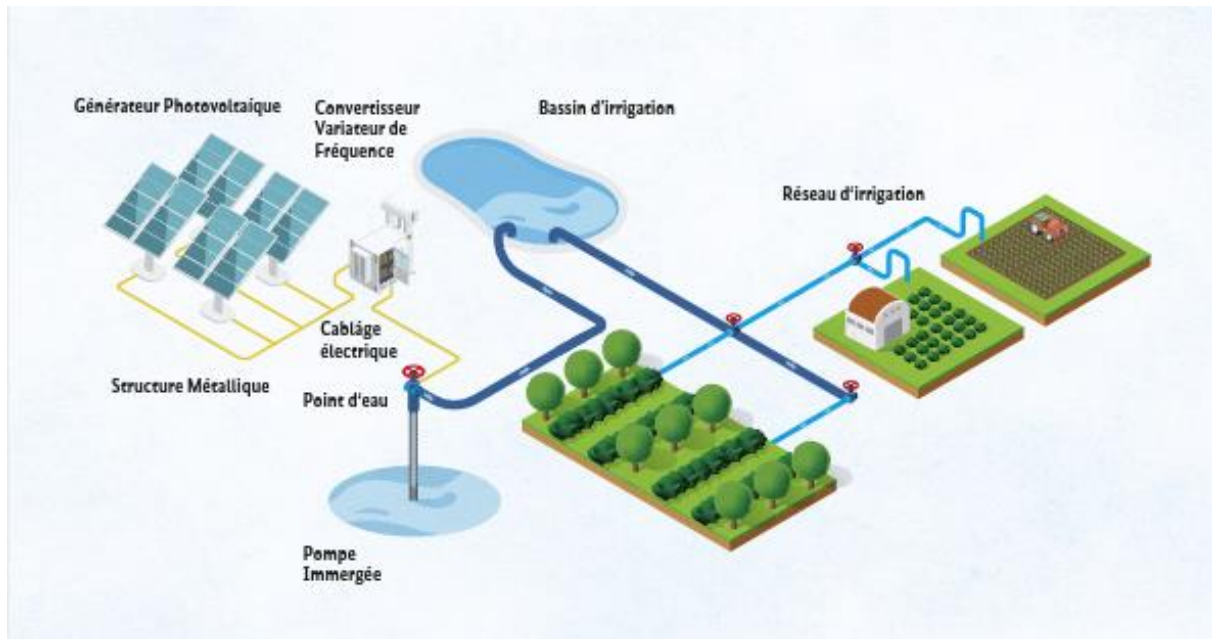


Figure 2: Pompage solaire

2) Étude du projet :

Dans un village près de la ville de KENITRA (c'est une ville du Maroc, c'est une commune urbaine de la province de Rabat-Salé), une ferme constitue d'un 750 arbre d'avocats de trois hectares à la recherche d'une technologie efficace de pompage d'eau. À cause de la hausse des coûts énergétiques et des problèmes de disponibilité, il était nécessaire de trouver une source énergétique alternative.

Le pompage solaire photovoltaïque et précisément au fil du soleil est la meilleure solution pour ce problème.

L'eau de cette ferme vient d'un forage de 60 m de profondeur avec une disponibilité et qualité de l'eau apte au besoin.

Les données de site (obtenus en utilisant le logiciel PVG) ;

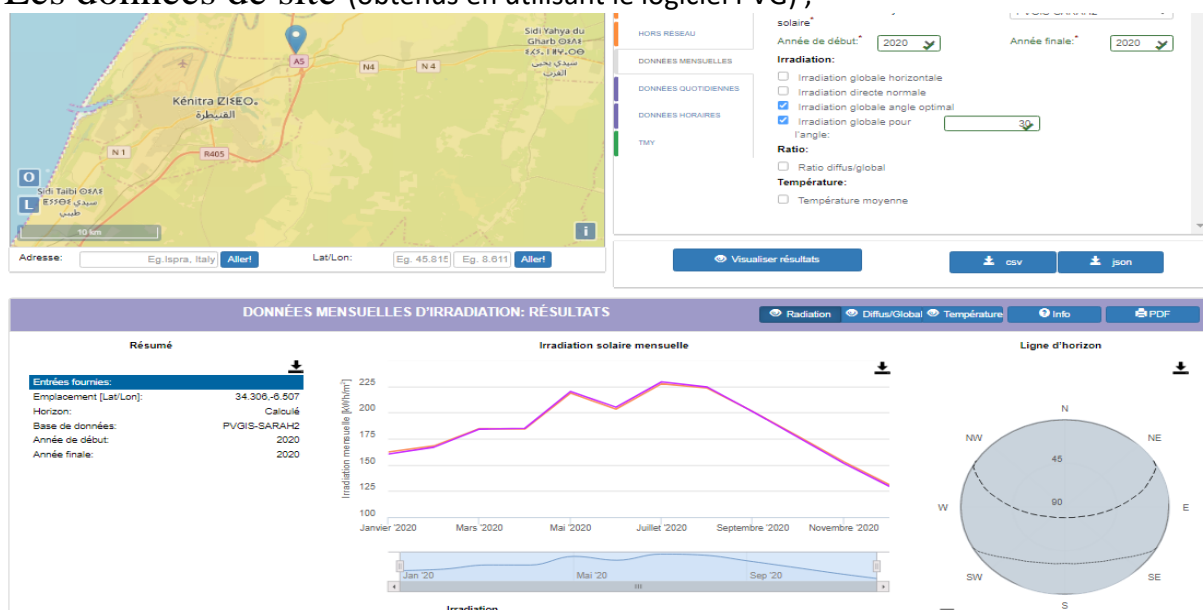


Figure 3: Base de données de radiation solaire employée: PVGIS-CMSAF

3) Dimensionnement du projet :

b) Evaluation des besoins en eau :

L'estimation des besoins en eau constitue la base du dimensionnement de système de pompage solaire photovoltaïque. Elle correspond au débit total nécessaire pour satisfaire les besoins de l'ensemble de la population et du cheptel. La détermination des besoins en eau pour la consommation d'une population donnée dépend essentiellement de son mode de vie. Ainsi les besoins peuvent être estimés sur la base des enquêtes socioéconomiques ou en se basant sur des ratios de consommation établis par des organismes internationaux tels que l'OMS.

Humain	
5 l/jour	Survie
10 l/jour	Minimum admissible
30 l/jour	Condition de vie normale en Afrique
Animaux	
Bœuf	40 l/jour
Mouton- Chèvre	5l/jour
Cheval	40 l/jour
Âne	20 l/jour
Chameau	20 l/jour (réserve de 8 jours)
Irrigation	
Riz	100 m ³ /jour/ha
Graines	45 m ³ /jour/ha
Canne à sucre	65 m ³ /jour/ha
Coton	55 m ³ /jour/ha

Figure 4: Ratios de consommation établis par l'OMS

Besoin journalier :

On a :

- 1 arbre d'avocatier → 65 L /j
- 750 arbres d'avocatiers → 48750 L /j

Donc on a besoin de **48750 L** d'eau par jour.

Besoin horaire :

- Le débit journalier maximal requis est 48.75 m³/j ;
- Le nombre d'heures maximal d'ensoleillement pendant toute l'année est : h = 11 heures.

Donc :

$$Q_h = 48,75 / 11 = 4.43 \text{ m}^3/\text{h}$$

4) Calcul de l'énergie hydraulique nécessaire :

c) HMT :

La hauteur manométrique totale dépend de la hauteur géométrique d'élévation et des pertes de charge. Les pertes de charge dites de friction dépendent du diamètre, de la longueur, de la rugosité de la conduite, et du débit, tandis que les pertes de charge singulières sont dues à la présence d'accidents sur la canalisation tels que les vannes, les coudes, clapet, les filtres, les débitmètres, etc.

Cette hauteur peut être calculée comme suit :

$$HMT = H_{\text{géo}} + \Sigma P_{dc}$$

Où

ΣP_{dc} : Pertes de charges (linéaires et singulières).

$H_{\text{géo}}$: Hauteur géométrique = Niveau dynamique (Nd) + Plan d'utilisation (Hr)

Le niveau statique (Ns) est la distance du sol à la surface de l'eau avant pompage.

Le niveau dynamique (Nd) est la distance du sol à la surface de l'eau pour un pompage à un débit donné.

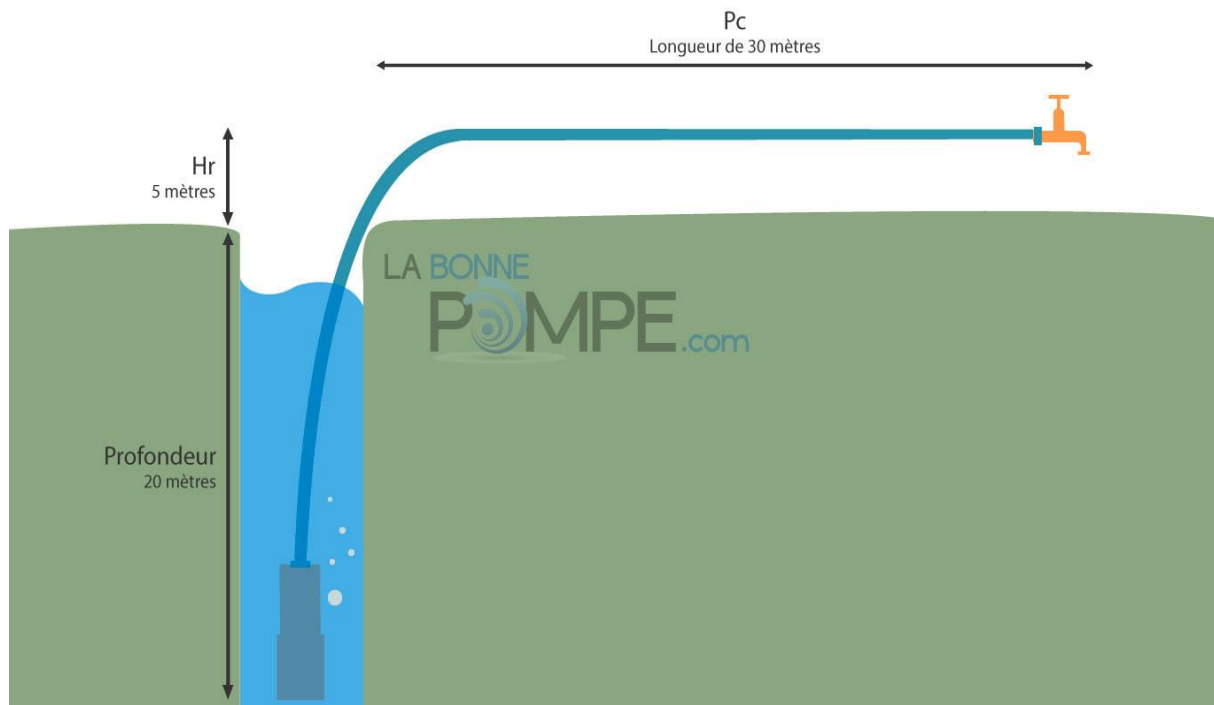


Figure 5: Calcul de la HMT

d) l'énergie hydraulique nécessaire :

Une fois définies les besoins nécessaires en volume d'eau pour chaque mois de l'année et

les caractéristiques du puits, nous pouvons calculer l'énergie hydraulique moyenne journalière et mensuelle nécessaire à partir de la relation :

$$E_h = g \rho_a V_a h / 3600$$

Où

E_h : énergie hydraulique (Wh/jour)

h : hauteur totale (m)

V_a : volume d'eau (m³/jour)

ρ_a : densité de l'eau (1000 kg/m³)

g : accélération de la pesanteur (9,81m/s²)

• Application de la formule :

-Hauteur totale HMT (Hauteur Manométrique Totale) : 65m .

-Volume journalier d'eau : 97500L ou 97.5m³.

$$\begin{aligned} E_h &= (9.81 \times 1000 \times 97.5 \times 65) / 3600 \\ &= 8634.84 \text{ Wh/jour} \end{aligned}$$

5) Détermination de l'énergie solaire disponible :

Le Maroc est doté d'un gisement solaire important avec une moyenne annuelle de 5,5 kWh/m²/jour. Ce potentiel est symbolisé sur la carte dessous.

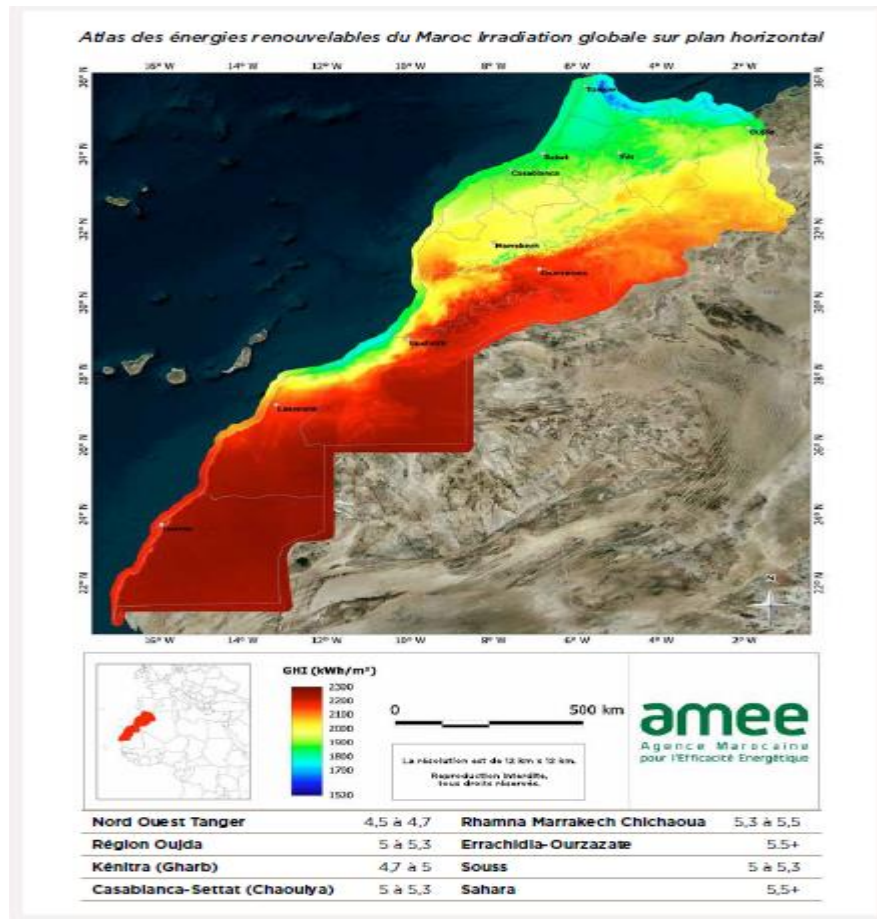


Figure 6:L'irradiation solaire au MAROC

e) inclinaison & orientation optimales :

la meilleure inclinaison du panneau solaire est un angle entre 30° et 35° qui permet aux capteurs d'être perpendiculaires aux rayons solaires. il est conseillé d'orienter ses panneaux solaires au Sud (Sud-Est ou Sud-Ouest éventuellement).

Tableau 1:L'inclinaison et l'orientation au MAROC

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNEES				
INCLINAISON ORIENTATION	☀ 0°	☀ 30°	☀ 60°	☀ 90°
	—	↗	↘	↓
Est →	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est ↘	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud ↓	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest ↙	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest ←	0,93	0,90	0,78	0,55

f) Le mois de dimensionnement :

Le mois de dimensionnement sera le mois le plus défavorable qui est le mois d'août, C'est à ce mois que le rapport entre l'irradiation solaire et l'énergie hydraulique nécessaire est minimum.

Dans notre cas, le mois le plus défavorable est celui de Novembre et nous prendrons comme irradiation **solaire 4 kWh / m² / jour**, et 31° comme inclinaison.

6) Calcul de puissance crête des panneaux photovoltaïques :

g) Énergie électrique de pompage:

L'énergie électrique journalière nécessaire E_{elc} (kWh/j) pour soulever une certaine quantité d'eau sur une certaine hauteur donnée pendant une journée est calculée par la formule suivante :

$$E_e = \frac{E_h}{\eta_M \times \eta_n}$$

Avec :

E_e : Énergie électrique exprimé en [Wh/j] ;

η_M : Rendement de moteur de 75% à 85%

η_P : Rendement de la pompe de 45% à 65%

Application :

$$E_e = \frac{17269.68}{0,73 \times 0,5} = \mathbf{23657.10Wh/j}$$

h) la puissance crête

Le générateur photovoltaïque doit être dimensionné de façon à satisfaire la demande quotidienne E_{elec} . La puissance du générateur (PG) est déterminée par la formule :

$$P_c = \frac{E_e}{I_{r_{min}} \times k}$$

Avec :

- ✓ $I_{r_{min}}$: Irradiation journalier minimal en [KWh/m²/j] ;
- ✓ K : Rendement du système d'alimentation (panneaux solaires, chaleur, poussière, chute de tension en ligne....) de 0,7 à 0,9.

On prendra $K = 0,8$.

Application :

$$P_c = \frac{723657.10}{4 \times 0.8} = \underline{\underline{7392.84 \text{ Wc}}}$$

III) Chapitre : Choix des composants .

une installation bien faite doit être conforme aux normes de qualité des produits et aux règles d'installation.

Les produits concernés par les normes de qualité sont : les panneaux solaires, les supports métalliques, le contrôleur solaire, les protections électriques, les câbles courant continu (DC) et alternatif (AC), la pompe électrique .

1) Le module solaire photovoltaïque :

Pour réussir l'installation, il faut avoir une espace suffisant pour générateur et il faut éviter le maximum possible les facteurs qui contribuent à la diminution de rendement des panneaux tel l'ombrage.

Les panneaux photovoltaïques choisis pour cette installation sont de type monocristalline de marque LONGI (Figure). Chacun est caractérisé par une puissance de 415 W,

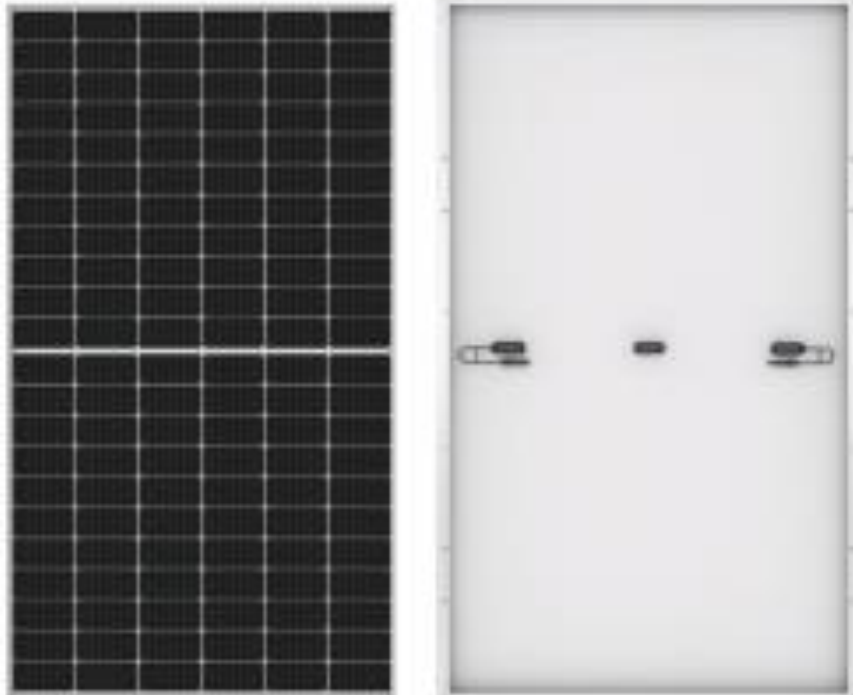


Figure 7:Panneau solaire



Figure 8:Fiche singalitque LONGI

a) Caractéristiques électriques :

Tableau 2:Caractéristiques électriques du module photovoltaïque choisi

Electrical Characteristics	STC: AM1.5 1000W/m² 25°C		NOCT: AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s		Test uncertainty for Pmax: ±3%					
Module Type	LR4-66HPH-405M		LR4-66HPH-410M		LR4-66HPH-415M		LR4-66HPH-420M		LR4-66HPH-425M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	405	304.2	410	308.0	415	311.7	420	315.5	425	319.3
Open Circuit Voltage (Voc/V)	45.00	42.32	45.20	42.50	45.40	42.69	45.60	42.88	45.80	43.07
Short Circuit Current (Isc/A)	11.50	9.33	11.57	9.38	11.65	9.44	11.73	9.52	11.81	9.57
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	37.80	35.19	38.00	35.37	38.20	35.56	38.40	35.74	38.60	35.93
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.72	8.65	10.79	8.71	10.87	8.77	10.94	8.83	11.02	8.89
Module Efficiency(%)	20.3		20.5		20.8		21.0		21.3	

b) Caractéristiques mécaniques :

Tableau 3: Caractéristiques mécaniques du module photovoltaïque choisi

Mechanical Parameters	
Cell Orientation	132 (6×22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm², 1200mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	22.0kg
Dimension	1924×1038×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 744pcs per 40' HC

c) Schémas de module :

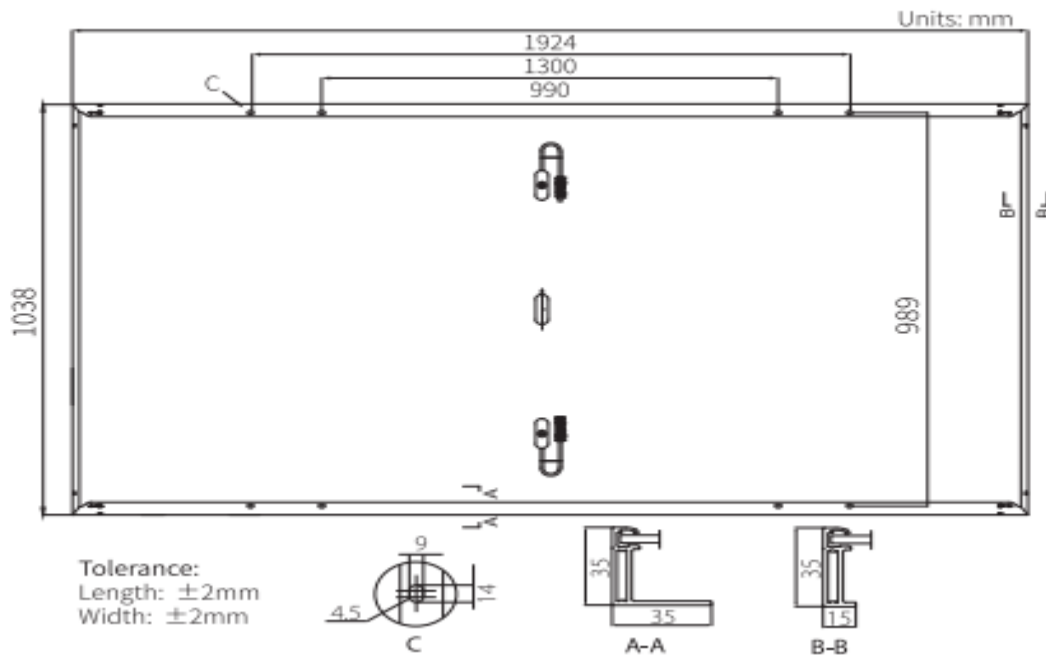


Figure 9: Dimensions d'un module photovoltaïque LONGI

2) L'électropompe :

Le débit nécessaire que doit fournir la pompe est de $8,86 \text{ m}^3/\text{h}$. De ce fait, nous devons trouver une pompe capable de fournir un tel débit.

Selon le catalogue PEDROLLO la pompe immergée de type pompe immergée 6SR18/6 est capable de refouler ce débit nécessaire. Les caractéristiques techniques se trouve dans le tableau ci-après :

PLAGE DES PERFORMANCES

- Débit jusqu'à **1000 l/min** ($60 \text{ m}^3/\text{h}$)
- Hauteur manométrique totale jusqu'à **390 m**

LIMITES D'UTILISATION

- Température du liquide jusqu'à **+35 °C**
- Contenu de sable maximum **100 g/m³**
- Profondeur d'utilisation jusqu'à **100 m** sous le niveau de l'eau
- Fonctionnement:
 - vertical
 - horizontal avec les limites suivantes: jusqu'à **12 étages** ou jusqu'à **11 kW**
- Démarrages/heure: **20** à intervalles réguliers
- Flux de refroidissement minimum **16 cm/s** (50 cm/s pour 30 kW)
- Service continu **S1**

EXÉCUTION ET NORMES DE SÉCURITÉ

MOTEUR ÉLECTRIQUE

– Triphasé 400 V - 50 Hz

Câble d'alimentation de **4 m**

EN 60335-1
IEC 60335-1
CEI 61-150

EN 60034-1
IEC 60034-1
CEI 2-3



REGLEMENT (UE) N. 547/2012

Figure 10:Caractéristique generale

a) PERFORMANCES HYDRAULIQUES À 50 Hz :

Tableau 4: Liste des pompes de types PEDROLLO

TYPE	PUISSANCE (P ₂)		Q m³/h l/min	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
Triphasé	kW	HP		0	50	100	150	200	250	300	350	400	450
6SR18/4	4	5.5	H mètres	54	53.8	53	51	49	46	42	37	30	22
6SR18/6	5.5	7.5		81	80.5	79	77	74	69	63	55	45	32
6SR18/9	7.5	10		122	121	119	116	111	103	94	83	68	48
6SR18/11	9.2	12.5		149	148	145.5	141	135	126	115	101	83	59
6SR18/13	11	15		176	175	172	167	160	149	136	120	98	70
6SR18/15	13	17.5		203	202	199	193	185	172	157	138	113	80
6SR18/18	15	20		244	242	238	231	221	206	188	165	135	96
6SR18/22	18.5	25		298	296	291	282	270	252	230	202	165	118
6SR18/26	22	30		352	350	344	334	320	298	272	239	195	139

Q = Débit H = Hauteur manométrique totale

Tolérance des courbes de prestation selon EN ISO 9906 Degré 3B.

i) DIMENSIONS ET POIDS :

Tableau 5: Liste des moteurs associé à l'électropompe

TYPE	ORIFICE	DIMENSIONS mm				kg
Triphasé	DN	Ø	h1	h2	h	3~
6SR 12/8 - PD			719	633	1352	53.8
6SR 12/11 - PD			849	667	1516	60.9
6SR 12/15 - PD			1068	698	1766	66.8
6SR 12/18 - PD			1198	731	1929	73.0
6SR 12/21 - PD			1328	826	2154	83.9
6SR 12/25 - PD			1502	894	2396	96.0
6SR 12/28 - PD			1632	894	2526	98.1
6SR 18/4 - PD			545	633	1178	49.6
6SR 18/6 - PD			632	667	1299	53.6
6SR 18/9 - PD			762	698	1460	60.3
6SR 18/11 - PD			849	731	1580	67.0

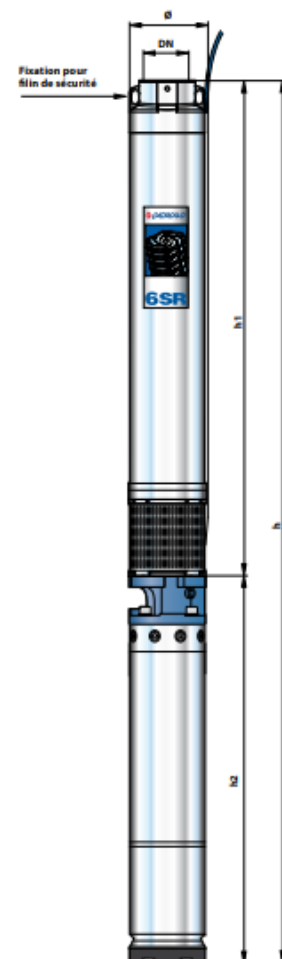


Figure 11: Dimensions de la pompe choisie

3)Variateur

a) comment choisir un variateur:

La variateur solaire est la liaison entre les deux sources d'énergie auxquelles votre installation photovoltaïque est reliée : votre électropompe qui fonctionne avec un moteur à courant alternatif triphasé et vos panneaux solaires qui produisent un courant continu. Le choix d'un variateur approprié est donc très important.

1. La tension d'entrée en courant continu doit être supérieure à celle du générateur (panneaux solaires). La tension de sortie doit correspondre à celle des appareils à utiliser.
2. Le courant débité par le groupe photovoltaïque ne dépasse pas la valeur du courant maximal admissible par le variateur.
3. La puissance nominale totale des appareils électriques susceptible de fonctionner en même temps ne doit pas dépasser la puissance nominale de la variateur.
4. Il faut encore prévoir une marge de 20%. C'est-à-dire sur-dimensionner le variateur. (Au cas où vous auriez par la suite relié d'autres consommateurs, mais il ne faut pas exagérer afin d'optimiser votre rendement).
5. La puissance de la variateur doit être comprise entre 0.85 et 1.25 fois la puissance du champ photovoltaïque.

b) Dimensionnement de variateur :

Tableau 6:Caractéristiques électrique du module photovoltaïque

Puissance du panneau PV	415 Wc
La tension de circuit ouvert, U_{oc}	42.69 V
La tension MPP, U_{mpp}	35.56 V
Courant de court-circuit	9.44 A
Puissance nominale de charge	7.5 KW
Tension de fonctionnement de la charge	400 V

Tableau 7:Caractéristiques électriques du variateur de fréquence

Modèle	INVT Goodrive-100PV
Puissance de sortie nominale, P_{max}	7.5 KW
Plage de tension photovoltaïque, MPPT, ($U_{mppt, min} - U_{mppt, max}$)	300 – 750V
Tension d'entrée maximale, U_{max}	800V
Courant d'entrée maximal, I_{max}	30.6 A



Figure 12: Variateur INVT Goodrive100-PV

4) Coffret électrique:

Le coffret électrique est l'organe qui permet de gérer électriquement votre pompe immergée, forage/puits. Il est généralement équipé de capteurs, flotteurs, électrodes, qui permettent d'enclencher et d'arrêter la pompe en fonction du niveau d'eau dans votre puits, forage, citerne, mais aussi de la demande. Il assure également la protection manque d'eau, protégeant ainsi votre pompe contre la marche à sec.

j) les composants de coffret :

* Coffrets :

Un coffret de sécurité pour pompage solaire, est un coffre de métal conçu pour mettre en lieu sûr un système visant à protéger la pompe en utilisant une gamme de composants.



Figure 13:Coffret

* Disjoncteur moteur

un disjoncteur moteur est un module de protection qui vise à assurer la protection du moteur électrique en cas de surcharge ou de court-circuit. C'est lui qui va couper le courant électrique en cas de danger potentiel pour le moteur.



Figure 14:Disjoncteur moteur

* Un disjoncteur de protection AC :

Ces deux appareillages servent à couper le courant en cas de surcharge ou de court-circuit. Chaque disjoncteur divisionnaire est installé au départ d'un circuit. Dès qu'il détecte un problème, le disjoncteur coupe tout de suite le courant afin d'éviter échauffements et risques d'incendie



Figure 15:disjoncteur AC

* Relais de niveau :

Le relais de contrôle de niveau permet de contrôler le niveau d'eau d'un puits ou d'un réservoir en fixant un niveau maximum et minimum à ne pas dépasser. Il vous permet ainsi d'éviter la marche à sec de la pompe ou les débordements d'un réservoir.



Figure 16:Relais de niveau

* Disjoncteur DC :

Destiné à établir, supporter et interrompre des courants continus sous sa tension assignée.



Figure 17:Disjoncteur DC

IV) Chapitre : Installation d'un système de pompage solaire

1) Association du supports métalliques et emplacement des panneaux photovoltaïques :

Les panneaux photovoltaïques choisis pour cette installation sont de type monocristallin de marque LONGI. Chacun est caractérisé par une puissance de 415 Wc, une tension de 42.69 V et un courant de 9.44 A. Tous ces modules sont couplés en séries. Le générateur équivalent est caractérisé par une puissance de 7470 Wc, une tension de 393 V et un courant de 18.88 A.

-Le nombre de modules en série : $S = 18$.

-Le nombre de chaine en parallèle : $P = 2$.

2) Installation de variateur:

Dans cette installation nous avons utilisé un variateur de vitesse de marque INVT dont la tension d'entrée est 800 V en continu et de sortie 380 V en alternatif.

a) Compatibilité en tension

$$U_{max} = N_{s, Max} \times U_{co} \times 1.15$$

$$U_{max} = 9 \times 42.69 \times 1.15$$

$$U_{max} = 441 \text{ V} < 800 \text{ V}$$

la tension maximale admissible par la variateur.

b) Compatibilité en courant

$$I_{max} = I_{sc} \times N_{p, Max} \times 1.25$$

$$I_{max} = 9.44 \times 2 \times 1.25$$

$$I_{max} = 23.6 < 30.6 \text{ A}$$

Il en résulte que la compatibilité en courant est assurée.

c) Compatibilité en puissance :

$$P_{max} = N_{p, Max} \times N_{s, Max} \times P_n$$

$$P_{max} = 2 \times 9 \times 415$$

$$P_{max} = 7470 \text{ W} = 7.50 \text{ kw}$$

$$\frac{P_v}{P_c} = \frac{7.5}{7.5} = 1$$

$$0.85 \leq 1 \leq 1$$

Donc, la puissance délivrée par le groupe photovoltaïque est compatible avec la puissance maximale admissible par la variateur.

3) Quelques photos montrent les étapes de l'installation :

Ramasser les données sur le projet



Figure 18: Ferme de lavoca



Figure 19:l'arbre de lavocat

La hauteur de puit

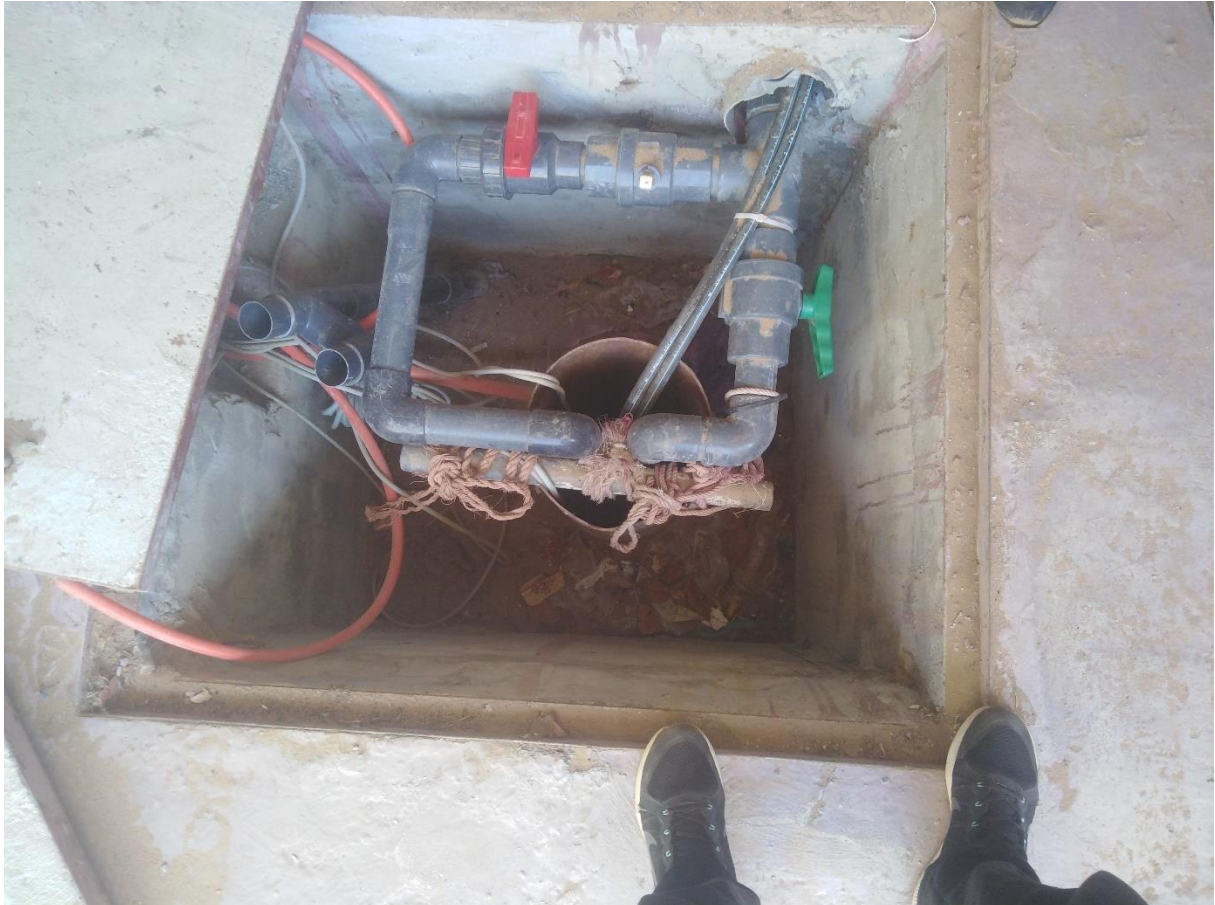


Figure 20 :Puit



Figure 21: Pompe immergée



Figure 22:tuyaux



Figure 23:les panneaux solaire



Figure 24:COffret de protection

V) Conclusion :

Au terme de ce travail, force a été pour nous de constater que la conception d'un système de pompage PV nécessite, une bonne connaissance des principes de fonctionnement des différentes composantes du système. Ainsi, les études menées dans le cadre de ce projet nous ont permis de procéder dans un premier temps au dimensionnement d'un système de pompage PV au fil du soleil.