

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

**Faculté des hydrocarbures, des énergies renouvelables, et des sciences
et la terre et de l'univers**

Département de Forage et Mécanique des chantiers pétroliers



Mémoire de

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologie Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Mécanique de chantier pétrolière

Présenté par :

Mekki Fateh

Abidallah Abdarrahman

Thème

***Contribution à la pompe solaire pour l'alimentation en eau
industrielle les chantiers de forage pétrolier***

Soutenu publiquement Le : 21/06/2018

Devant le jury :

Président	Mr. FROUHAT Rachid	MCB	Univ. KM Ouargla
Encadreur	TOUMI Nabil	MCA	Univ. KM Ouargla
Examineur	REZAIGUIA Issam	MCA	Univ. KM Ouargla

Année Universitaire : 2017 / 2018

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail aux deux être qui n'ont cessé de se
Sacrifier pour que je réussisse.*

*A ma mère mon père pour les sacrifices dont ils ont fait preuve
et mon égard.*

A mes chères frères et sœurs.

*A tous les membres de ma famille qui m'ont aidé durant toutes
mes études.*

A la promotion des hydrocarbures (2013) (2018) en générale.

A tous mes amis

A tout les étudiants de OVARGLA

Merci à tous.

MEKKI FATEH

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail aux deux être qui n'ont cessé de se
Sacrifice pour que je réussisse.*

*A ma mère mon père pour les sacrifices dont ils ont fait preuve et mon
égard.*

A mes chères frères et sœurs.

*Atouts les membres de ma famille qui m'ont aidé durant toutes mes
études.*

A la promotion des hydrocarbures (2013) (2018) en générale.

A tous mes amis

A tout les étudiants de ouargla

Merci à tous

abderahmen

REMERCIEMENTS

Nous remercions, en premier lieu, notre encadreur Monsieur TOUMI NABIL pour sa disponibilité, son sérieux et ses conseils judicieux.

Nous tenons par cette occasion à présenter nos vifs remerciements à tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Nous remercions tous les enseignants du département de Hydrocarbures ,qui ont assurés notre formation durant tout le cycle d'étude.

Fateh & abdarrahman



Sommaire :

Introduction générale	1
Chapitre I : Les groupes motopompes	
I.1: Introduction.....	3
I.2: Les pompes.....	3
I.3: Le groupe motopompe.....	3
I.3.1: Classification selon la conception de la pompe.....	3
I.3.1.1: La pompe volumétrique.....	3
I.3.1.2: La pompe centrifuge.....	4
I.3.1.2.1: Constitution d'une pompe centrifuge.....	4
I.3.1.2.2: Fonctionnement d'une pompe centrifuge.....	5
I.3.2: Classification selon le moteur utilisé.....	5
I.3.2.1: Moteur à courant continu.....	5
I.3.2.2: Moteur à courant alternatif.....	6
I.3.2.3: Le convertisseur DC/AC (onduleur).....	6
I.3.3: Classification selon la position de pompe.....	6
I.3.3.1: Pompes de surface.....	6
I.3.3.2: Pompes immergées.....	7
I.4: Caractéristiques de La Pompe Centrifuge Immergée.....	7
I.5: Installation du groupe motopompe (Pompes immergées).....	7
I.6: L'hydraulique de pompage.....	9
I.7: Caractéristique électrique.....	11
I.8: Conclusion.....	12
Chapitre II: Les groupes électrogènes	
II. 1: Introduction.....	13
II. 2: Le Groupe électrogène.....	13
II. 2.1: Démarrage du groupe électrogène.....	13
II. 2.2: Régulation du groupe électrogène.....	13
II. 3: L'alternateur.....	14
II. 3.1: Le stator.....	14

II. 3.2: Le rotor.....	14
II. 4: Le moteur diesel.....	15
II. 4.1: Description du fonctionnement du cycle moteur	16
II. 4.2: Pannes du moteur et leurs remèdes.....	16
II. 5: Conclusion.....	21
Chapitre III : Les générateurs photovoltaïque	
III. 1: Introduction.....	22
III .2: La Ressource Solaire.....	22
III. 2.1: Mesure de Rayonnement Solaire.....	25
III. 3: Le système photovoltaïque.....	26
III. 3.1: Historique de l'énergie photovoltaïque.....	26
III. 3.2: La cellule solaire.....	26
III. 3.3: Principe de Conversion photovoltaïque.....	26
III. 3.4: Les types des cellules.....	27
III. 3.4.1: Les cellules monocristallines.....	27
III. 3.4.2: Les cellules poly-cristallines.....	27
III. 3.4.3: Les cellules amorphes.....	28
III. 3.5: Modélisation d'une cellule photovoltaïque.....	28
III. 3.5.1: Cellule photovoltaïque idéal.....	28
III. 3.5.2: Cellule photovoltaïque réel.....	29
III. 3.6: Caractéristiques d'une cellule photovoltaïque.....	30
III. 3.6.1: Courant de court- circuit (I_{cc}).....	30
III. 3.6.2: Tension de circuit ouvert (V_{co}).....	30
III. 3.6.3: Facteur de forme.....	30
III 3.6.4: Le rendement.....	30
III. 3.7: Le Module (panneau) Photovoltaïque.....	31
III. 3.7.1: Regroupement en série.....	31
III .3.7.2: Regroupement en parallèle.....	31
III. 3.8: Le générateur photovoltaïque.....	32
III. 4: Conclusion.....	32
Chapitre IV: Dimensionnement d'une pompe photovoltaïque	
IV. 1: Introduction.....	33

IV. 2: Méthodes de pompages.....	33
IV. 2.1 : Pompage « au fil du soleil ».....	33
IV. 3 : Méthode simple de dimensionnement.....	33
IV. 3.1: Estimation des besoins en eau.....	34
IV. 3.2: Estimation de la charge.....	34
IV. 4: Choix d'une pompe électrique immergée.....	35
IV. 4.1: La hauteur manométrique totale.....	35
IV. 4.2 : Calcul de La puissance absorbée sur l'arbre de la pompe.....	41
IV. 5: L'alimentation Électrique de La Pompe.....	41
IV. 5.1: Calcul de la puissance électrique.....	41
IV. 6 : Dimensionnement d'un générateur.....	42
IV. 6.1: Calcul théorique des puissances	42
IV. 6.2: Puissance consommée par le moteur de la pompe.....	42
IV. 6.3: Puissance requise par le générateur en Volt-Ampère.....	42
IV. 6.4: Puissance requise par le générateur au démarrage.....	42
IV. 7: Dimensionnement du générateur photovoltaïque.....	43
IV. 7.1: Calcul de l'énergie quotidienne requise.....	43
IV. 7.1.1: Énergie requise pour la pompe.....	43
V. 7.1.2: Les conditions du site.....	43
IV. 7.2: Dimensionnement du champ.....	45
IV. 7.2.1: Nombres de modules.....	45
IV. 7.2.1.1: Nombre de modules en série.....	46
IV. 7.2.1.2: Nombre de modules en parallèle.....	46
IV. 7.3: Correction de la puissance crête.....	46
IV. 8: Conclusion.....	47
Conclusion générale	48
Références bibliographiques	50

Liste des figures

Figure I. 1: Classification des pompes..... 3

Figure I. 2:Caractéristiques d’une pompe centrifuge..... 4

Figure I. 3:Constitution d’une pompe centrifuge..... 5

Figure I. 4: Moteur à courant continu avec balais..... 6

Figure I. 5: Descente de la pompe dans le forage..... 8

Figure I. 6 : Données de base d’une pompe..... 9

Figure II. 1: Constitution d’un groupe électrogène..... 13

Figure II. 2: Structure de la machine synchrone..... 14

Figure II. 3:Les éléments du moteur diesel..... 15

Figure II. 4: Principe de fonctionnement du moteur diesel..... 16

Figure III . 1: Réponse spectrale d’une cellule (PV)..... 22

Figure III. 2: Trajectoire du Soleil..... 23

Figure III. 3: Courbes d’ensoleillement typique par mois pour différentes latitudes..... 24

Figure III. 4: Un plan incliné capte plus de rayonnement..... 24

Figure III. 5: Effet de l’inclinaison sur le rayonnement..... 25

Figure III. 6: Principe de conversion de l’énergie par cellule photovoltaïque..... 27

Figure III. 7: Cellule monocristalline..... 27

Figure III. 8: Cellule poly-cristalline..... 28

Figure III. 9: Cellule amorphe..... 28

Figure III. 10: Modèle de cellule photovoltaïque idéal..... 29

Figure III. 11: Modèle de la cellule photovoltaïque réel..... 30

Figure III. 12: Caractéristique courant tension de N_s cellule en série..... 31

Figure III. 13: Caractéristique courant tension de (N_p) cellule en parallèle..... 32

Figure III . 14: Composantes d'un champ de modules photovoltaïques..... 32

Figure IV. 1: Données de base d’une pompe..... 35

Figure IV. 2:Hauteur géométrique..... 36

Figure IV. 3:Choix d’une pompe selon la HMT et le débit demandé..... 37

Figure IV. 4: Gamme des Grundfos..... 38

Figure IV. 5: Abaque de détermination du nombre d'étages..... 39

Liste des figures

Figure IV. 6: Abaque de détermination rendement d'une pomp.....	39
Figure IV. 7: : Situation géographique de la région.....	44
Figure IV. 8: Dimensions des panneaux solaires.....	47

Liste des tableaux

Tableau II.1 Différentes panne du moteur et leurs remèdes.....	16
Tableau IV. 1 : Besoins en eau du chantier de forag.....	34
Tableau IV. 2: Le coefficient de pertes de charge par $\frac{cm}{m}$	36
Tableau IV. 3: Caractéristiques techniques d'une pompe SP 30-11.....	40
Tableau IV. 4: Les Caractéristiques électriques d'un moteur MS.....	40
Tableau IV. 5: La section de câble.....	40
Tableau IV. 6: Fiche technique de pompe immergée Grundfos	41
Tableau IV. 7: Spécifications du site d'Ouargla.....	44
Tableau IV. 8: Valeurs moyenne d'insolation mensuelle.....	45
Tableau IV. 9: Caractéristiques électriques du module PV.....	45
TableauIV. 10: Caractéristiques du champ.....	47

Notation et Symboles

Ns	Le niveau statique
Nd	Le niveau dynamique
Rm	La Rabattement
HMT	Hauteur manométrique totale (mCE)
P	Puissance en kw
Q	Débit (m^3/h)
η	Rendement
Hg	Hauteur géométrique
Pr	Pression résiduelle (mCE)
J	Perte de charge (m)
ΔH_1	Pertes de charges linéaires
f	Coefficient de pertes de charges linéaires.
D	Diamètre de la tuyauterie (m).
L	Longueur de la tuyauterie (m).
g	Accélération de la pesanteur (m/s^2).
v	Vitesse moyenne du fluide (m/s)
ΔH_2	Pertes de charges singulières (locale)
ε	Coefficient de pertes de charges locales
Cc	courant continu
Ca	courant alternatif
I	Intensité (A)
U	Tension nominale (Volt)
Id	Intensité de démarrage
I_n	Intensité nominale donné en (A)
Cos φ	facteur de puissance réactive
P_n	Puissance nominale du moteur de la pompe en KW
C	Coefficient fonction de l'alimentation
A	Section du câble (mm^2)
ρ	Résistance du cable ($\Omega \cdot mm^2m$)

MPPT	maximum power point tracking)
G	L'enseillement
DSSC	Dey-Sensitized Solar Cell ou cellule Gratzel
PV	photovoltaïque
P	dopée au bore
N	dopée au phosphore
V _{co}	tension de circuit ouvert
I _{cc}	courant de court-circuit
I _o	Le courant de saturation inverse de la diode.
V _d	la tension au borne de diode
V _t	Potentielle thermique
K	constantes de Boltzmann joule/Kelvin
q	charge d'électron (C)
n	Le facteur de qualité de diode
T	La température de cellule en kelvin
I	Le courant fourni par la cellule
I _{ph}	Courant photonique de la diode
R _s	résistance série de la cellule(Ω)
FF	Facteur de forme
P _{in}	Puissance lumineuse incidente
P _{max}	Puissance électrique optimale délivrée
E _{ele}	Énergie requise pour la pompe kWh
g	Constante de la gravité(m/s^2)
d	La densité de l'eau ($\frac{kg}{m^3}$)
W _p	La puissance crête du générateur
P _n	La puissance du module PV
V _{Ch}	La tension nominale de la charge (l'onduleur)
V _M	La tension nominale du module

Introduction

Introduction générale

La consommation mondiale d'électricité observée durant ces dernières décennies est fortement liée au développement de l'industrie, du transport et des moyens de communications.

De nos jours, une grande partie de la production électrique est produite à partir de ressources non renouvelables comme le charbon, le gaz naturel, le pétrole et l'uranium. Leur vitesse de régénération est extrêmement lente à l'échelle humaine. Ce qui entraînera à plus ou moins courte échéance un risque non nul d'épuisement de ces ressources. D'autant plus que la demande ne cesse de croître et tend dès à présent à être supérieure à l'offre, se traduisant par exemple par une forte fluctuation du prix mondial du pétrole.

D'autre part, ce type de consommation énergétique n'est pas neutre sur l'impact environnemental. Pour les hydrocarbures et le charbon par exemple, d'importantes émissions de gaz à effet de serre sont générées quotidiennement jouant un rôle prépondérant au niveau du dérèglement climatique et de l'augmentation de la pollution.

À ce jour, le photovoltaïque a trouvé son utilité dans des applications à petites échelles et pour des systèmes de transmissions isolés. L'énergie photovoltaïque est une source d'énergie intéressante. Elle est renouvelable, inépuisable et non polluante. Pour qu'elle soit utilisée sur une large plage d'applications et pour satisfaire les contraintes du coût, le système devrait présenter une bonne exploitation des cellules photovoltaïques.

Dans le souci d'éviter les arrêts de l'activité pétrolière par rupture de l'alimentation en eau industrielle suite aux pannes répétées des groupes électrogènes, nous proposons une étude de mise en place d'une station de pompage solaire au niveau des chantiers pétroliers, la rupture de l'alimentation en eau peut engendrer des conséquences très graves au niveau du puits pétrolier notamment les éruptions en d'une perte de circulation.

L'étude consiste à éviter les arrêts de l'activité pétrolière par la rupture de l'approvisionnement en eau industrielle d'une part et de minimiser le coût de l'activité hydraulique au niveau des chantiers pétroliers d'autre part: Cas-chantier de forage pétrolier.

L'étude est composée de (05) cinq chapitres:

Chapitre I

Ce chapitre donne un aperçu sur les différents types des systèmes de pompage, ses propriétés technologiques, ses composants principaux, ses accessoires et ses types de moteurs ont été traités dans ce chapitre, aussi, une étude hydraulique a été donnée afin de choisir le type de pompe et le nombre d'étages en fonction des manuels des fabricants.

Chapitre II

Dans cette partie un bref aperçu a été donné sur les points suivants :

La description du groupe électrogène, Les problèmes liés à l'exploitation des groupes électrogènes, l'Impact environnemental

Chapitre III

La troisième partie a été consacrée à l'étude des caractéristiques générales des cellules photovoltaïques, gisement Solaire, mesures de rayonnement Solaire, estimation de l'énergie disponible.

Chapitre IV

Dans le quatrième chapitre, le dimensionnement d'une pompe photovoltaïque, estimation des besoins en eau, estimation de la charge énergétique, Choix de la pompe électrique immergée, le dimensionnement du générateur photovoltaïque, Calcul de l'énergie quotidienne requise,

Chapitre I

LE GROUPE MOTOPOMPE

I.1: Introduction:

Le choix du système de pompage doit être fait en tenant compte non seulement les contraintes techniques (type de pompe, énergie, la hauteur manométrique totale, débit, régime d'écoulement), mais aussi les contraintes liées au contexte socio-économique (système de pompage accepté, disponibilité des pièces détachées, facilité de maintenance des pompes). [1]

I.2: Les pompes:

Les pompes sont des machines servant à élever les liquides ou les mélanges des liquides d'un niveau inférieur à un niveau supérieur, ou refouler les liquides d'une région à faible pression vers une région à haute pression Le fonctionnement d'une pompe consiste à produire une différence de pression entre la région d'aspiration et la région de refoulement au moyen de l'organe actif (piston, roue,...etc.) de la pompe. Du point de vue physique, la pompe transforme l'énergie mécanique de son moteur d'entraînement en énergie hydraulique. [4]

I.3: Le groupe de motopompe :

La classification des pompes peut se faire selon différents critères : conception de la pompe, sa position dans le système et le type du moteur utilisé. [2]

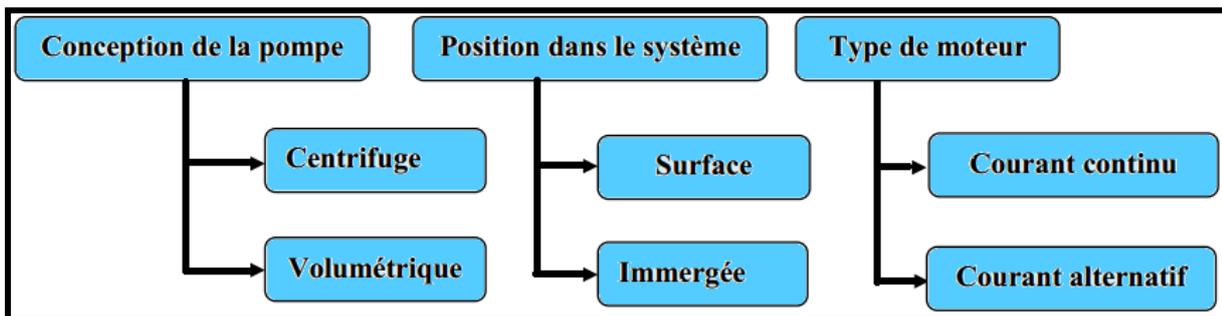


Figure I.1: Classification des pompes

I.3.1: Classification selon la conception de la pompe :

Il existe différentes pompes qui peuvent se classer en deux grandes familles :

- Les pompes centrifuges
- Les pompes volumétriques

L'utilisation d'un type de pompes ou d'un autre dépend des conditions d'écoulement du fluide. De manière générale, si on veut augmenter la pression d'un fluide on utilisera plutôt les pompes volumétriques, tandis que si on veut augmenter le débit on utilisera plutôt les pompes centrifuges. [4]

I.3.1.1: La 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. [3]

Une pompe volumétrique comporte toujours une pièce mobile dans une pièce creuse qui déplace le liquide en variant le volume contenu dans la pièce creuse. Le principal intérêt des pompes volumétriques est de pouvoir véhiculer un fluide sous de très fortes pressions. [4]

Les pompes volumétriques incluent les pompes à vis, les pompes à palettes, les pompes à piston et les pompes à diaphragme. Les deux derniers types sont utilisés dans les puits ou les forages profonds (plus de 100 mètres). L'entraînement est habituellement assuré par un arbre de transmission très long, à partir d'un moteur électrique monté en surface. [5]

I. 3. 1. 2: La pompe centrifuge:

La pompe centrifuge est conçue pour une hauteur manométrique totale (HMT) relativement fixe. Le débit de cette pompe varie en proportion de la vitesse de rotation du moteur. Son couple augmente très rapidement en fonction de cette vitesse et la hauteur de refoulement est fonction du carré de la vitesse du moteur. La vitesse de rotation du moteur devra donc être très rapide pour assurer un bon débit. La puissance consommée, proportionnelle à $Q \cdot HMT$, variera donc dans le rapport du cube de la vitesse. On utilisera habituellement les pompes centrifuges pour les gros débits et les profondeurs moyennes ou faibles (10 à 100 mètres), [3].

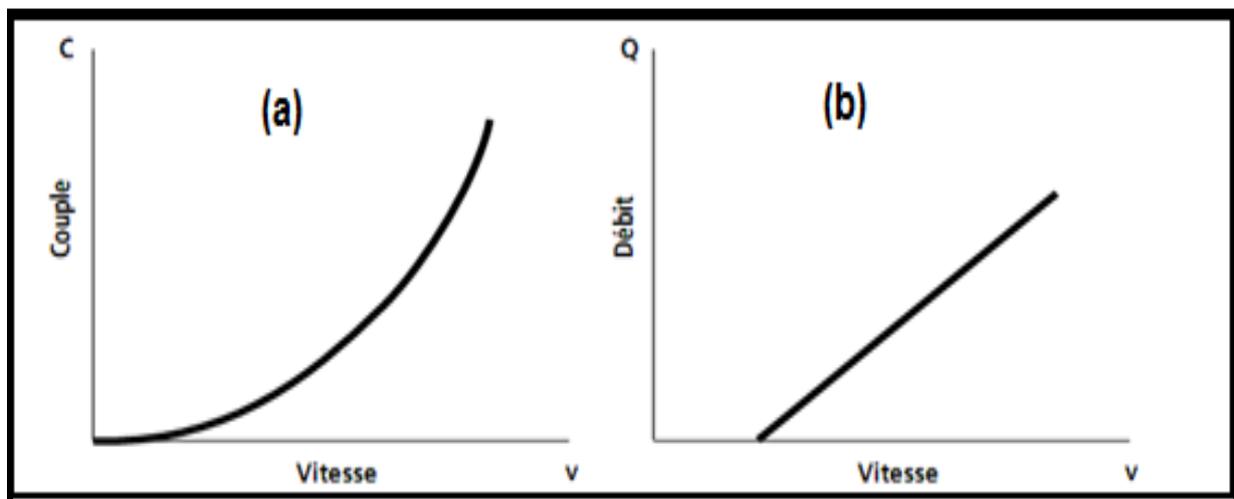


Figure I. 2:Caractéristiques d'une pompe centrifuge

I. 3. 1. 2. 1: Constitution d'une pompe centrifuge :

Les pompes se composent de deux éléments essentiels :

- Une roue qui impose au liquide un mouvement de rotation. Celle-ci est montée sur un arbre porté par des paliers et entraîné par un moteur.
- Un corps de pompe qui dirige l'écoulement vers la roue et l'en éloigne à nouveau sous plus haute pression. Le corps de pompe comprend une tubulure d'aspiration et une tubulure de refoulement, supporte les paliers et l'ensemble du rotor. [6].

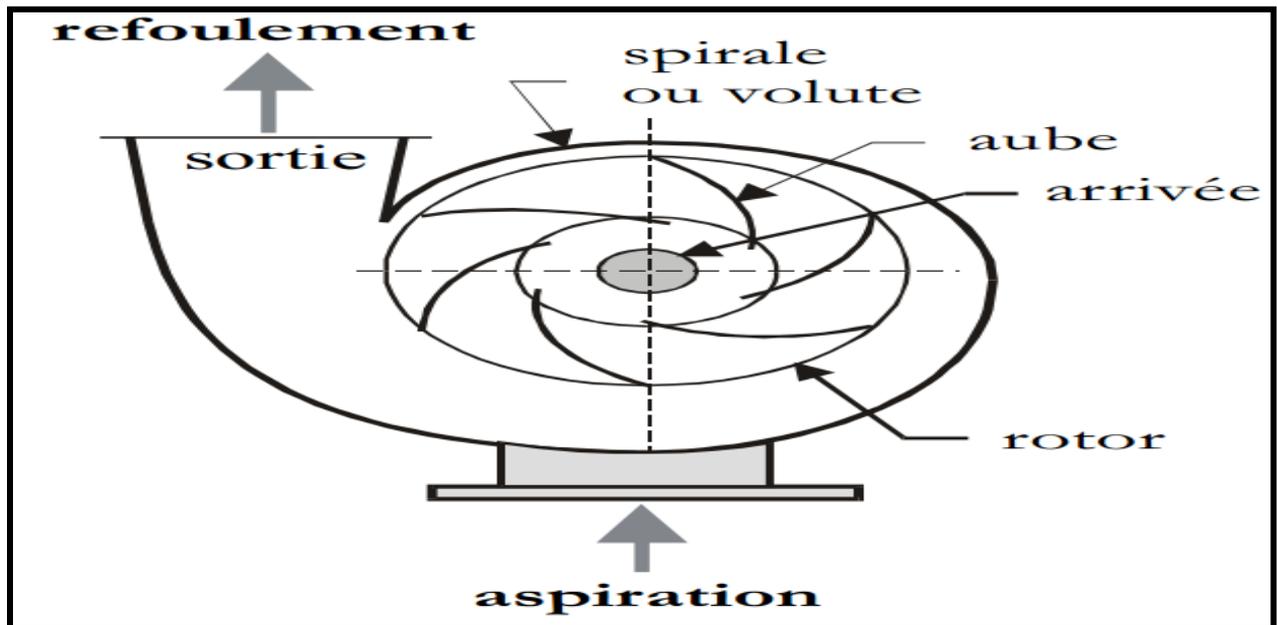


Figure I. 3: Constitution d'une pompe centrifuge

I.3.1.2.2: Fonctionnement d'une pompe centrifuge:

La théorie du fonctionnement des pompes centrifuges montre qu'entre l'entrée et la sortie de la roue, l'énergie mécanique totale de la veine fluide est augmentée, cette augmentation provient d'une part d'un accroissement de l'énergie de pression et aussi d'un accroissement de l'énergie cinétique, cette dernière est transformée en énergie de pression par ralentissement progressif qui est obtenu dans une pièce placée à l'intérieur de la roue appelée limaçon, celle-ci se termine par un cône divergent.

Les pompes centrifuges sont très utilisées pour les applications avec énergie photovoltaïque parce que le moteur peut fournir une vitesse de rotation rapide à peu près constante. [4]

I.3.2: Classification selon le moteur utilisé :

Un moteur électrique est un dispositif électromécanique permettant la conversion d'énergie électrique en énergie mécanique. La plupart des machines électriques fonctionnent grâce au magnétisme, il existe deux types de moteurs : à courants continus et alternatifs. [2]

I.3.2.1: Moteur à courant continu:

L'énergie électrique appliquée à un moteur est transformée en énergie mécanique en variant le sens du courant circulant dans un induit (habituellement le rotor) soumis à un champ magnétique produit par un inducteur (habituellement le stator). La commutation du courant dans le rotor d'un moteur à courant continu est effectuée à l'aide de balais composés de charbon et de graphite ou par commutation électronique. [7]

Le couplage est direct ou avec adaptation du générateur par un convertisseur DC / DC (hacheur) adaptateur de puissance.

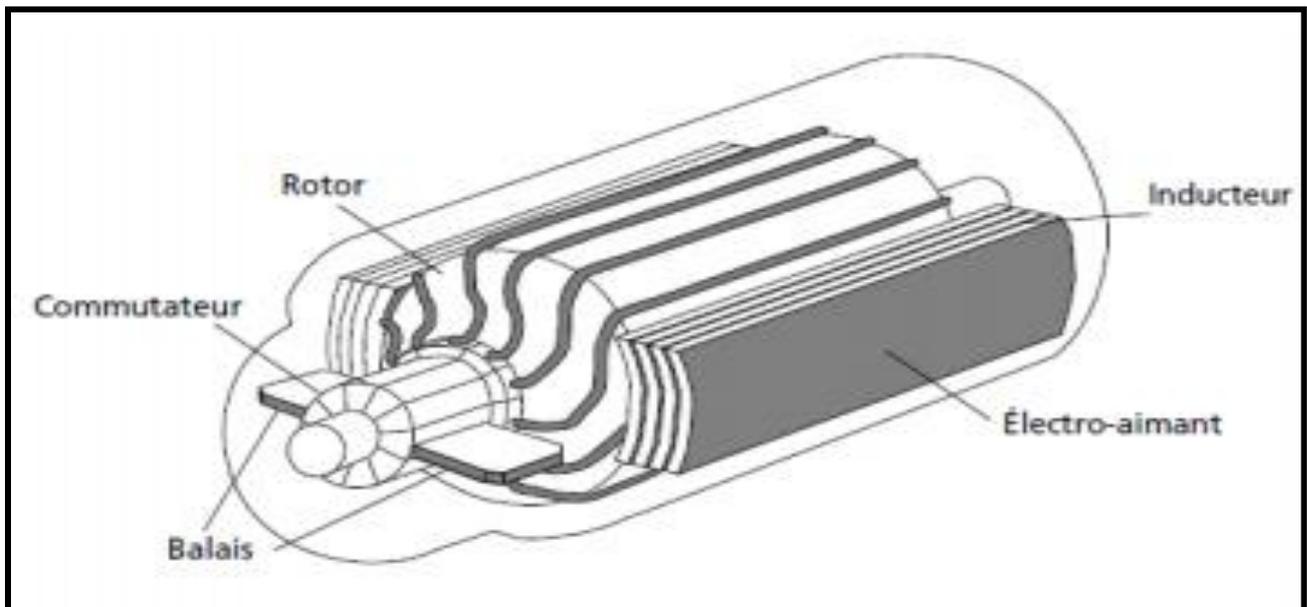


Figure I. 4: Moteur à courant continu avec balais.

I.3.2.2: Moteur à courant alternatif:

Les moteurs alternatifs asynchrones (rotor à cage) sont les plus couramment employés pour une gamme variée d'applications industrielles. Il est utilisé particulièrement pour le pompage immergé dans les forages et les puits ouverts.

L'arrivée d'onduleurs efficaces a permis l'utilisation de ce type de moteurs dans les applications de pompage solaire. [7]

I.3.2.3: Le convertisseur DC/AC (onduleur) : [9]

- Transformer le courant continu, produit par le générateur solaire, en courant alternatif monophasé ou triphasé.
- Adapter le point de fonctionnement (courant-tension) au générateur (Recherche du point de puissance maximale du générateur /MPPT, maximum power point tracking)
- Gérer et protéger l'installation (Protection: surchauffe, surcharge, sous-charge, surtension, sous-tension, défaut à la terre, court-circuit fonctionnement à sec, blocage groupe moto pompe, inversion de polarité, réservoir plein, Contrôle de mise en marche et indication de pannes par voyants lumineux.)

I.3.3: Classification selon la position de pompe :

En fonction de l'emplacement physique de la pompe, nous distinguons : Les pompes de surface, et les pompes immergées. [5]

I.3.3.1: Pompes de surface :

Le terme surface définit la position d'une pompe par rapport au liquide à pomper.

Elle est dite pompe de surface, car prévue pour être posée en dehors du liquide à aspirer. [5]

I.3.3.2: Pompes immergées :

Les pompes de refoulement sont immergées dans l'eau et ont soit leur moteur immergé avec la pompe (pompe monobloc), soit le moteur en surface. La transmission de puissance se fait alors par un long arbre reliant la pompe au moteur. Dans les deux cas, une conduite de refoulement après la pompe permet des élévations de plusieurs dizaines de mètres, selon la puissance du moteur.[5]

I. 4: Caractéristiques de La Pompe Centrifuge Immergée :

Son diamètre 4" , 6" ,8" ,10" ,12". Le corps de pompe est en acier inoxydable, les roues et les diffuseurs étant soit en acier inoxydable, soit en matériaux synthétique. Ces matériaux présentent une très bonne résistance à l'abrasion. Le corps d'aspiration est protégé par une crépine contre les grosses impuretés (> à 3mm). Un clapet anti-retour est intégré à la tête de pompe, qui est taraudée pour le raccordement au tuyau de refoulement. La lubrification est assurée par l'eau pompée.

- ✓ Le nombre d'étages est lié à la hauteur manométrique totale de refoulement.
- ✓ Le type d'aubage de chaque étage est lié à la puissance hydraulique à fournir pour la HMT nominale.

Les rendements hydrauliques des pompes solaires sont élevés (utilisation de technologies de pointe). Ils sont de l'ordre de 55% à 60% au point de fonctionnement nominal.

- ✓ La durée de vie peut être estimée entre 5 et 7 ans (elle est fortement liée à la qualité de l'eau).
- ✓ L'entretien courant consiste au nettoyage des étages (boue, sable, déchets si la pompe est installée dans un puits). La fréquence de celui-ci dépend de la qualité de l'eau pompée. [30]

I. 5: Installation du groupe moto-pompe (Pompes immergées):

Pour faciliter la descente dans le forage (ou le puits) ou lors de la remontée en surface de la pompe, un câble en acier inoxydable, appelé élingue, est fixé dans les trous prévus à cet effet, à la tête de la pompe. En aucun cas, on ne doit se servir du corps de la pompe ou du moteur pour fixer ce câble. Pour les pompes installées dans un forage profond, un treuil peut être utilisé pour bien centrer la pompe dans le forage et la descendre plus facilement. La conduite d'eau est habituellement faite en tube de polyéthylène ou en acier inoxydable.

Le tube de polyéthylène est déroulé à mesure que la pompe est descendue dans le puits ou le forage.

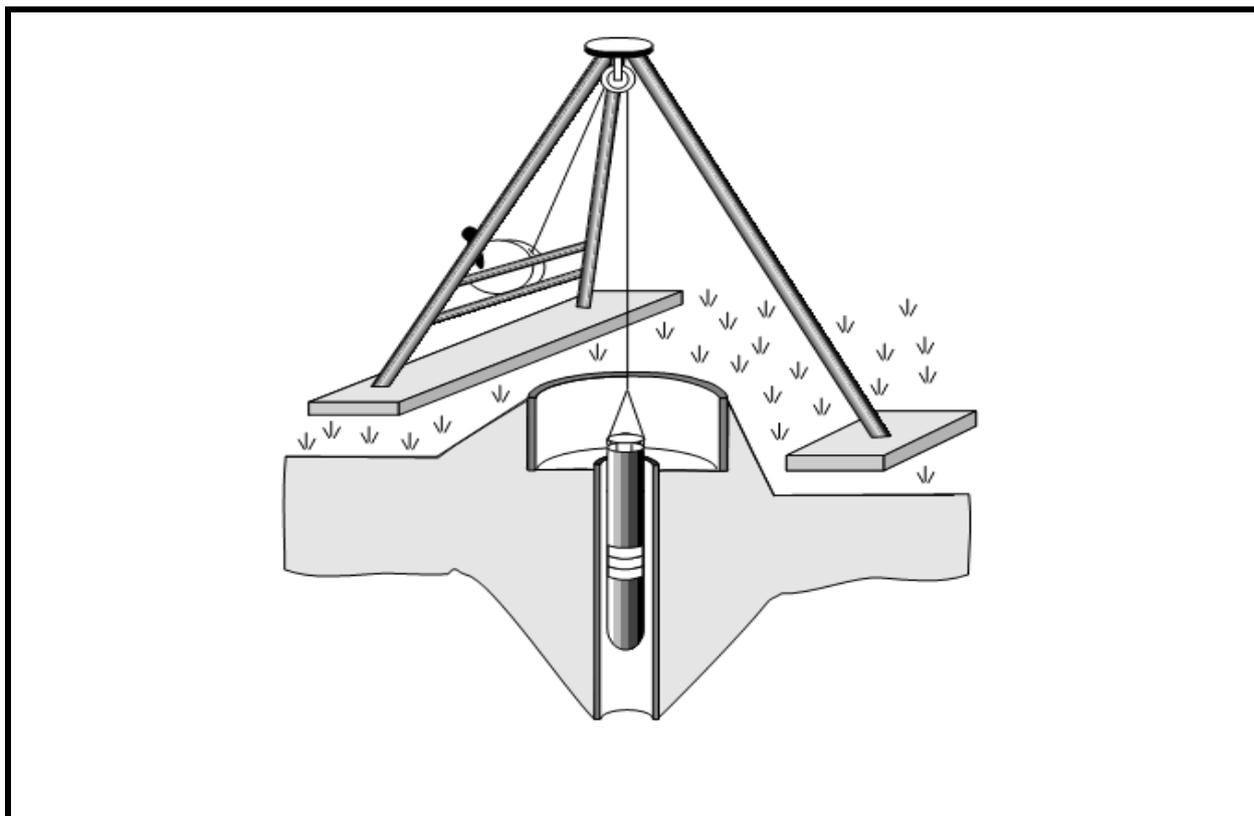


Figure I. 5: Descente de la pompe dans le forage

Les conduites en acier inoxydable sont assemblées entre elles par brides ou manchons. Pour mieux résister au couple de torsions à l'arrêt et au démarrage du moteur, tous les filets des conduits devront être très fins. Il est recommandé d'utiliser un produit adhésif commercial comme frein-filet.

Pour permettre à la pompe et au conduit d'eau de prendre leur position verticale, le câble doit être relâché après le montage du dernier tube de colonne. Pour pouvoir retirer ultérieurement la pompe du forage, il est recommandé de fixer le câble en acier inoxydable au socle en béton au niveau de la tête du forage.

Le câble électrique sera fixé à la colonne montante à l'aide de colliers astiques du type attache-câbles. Une fixation sera prévue juste au-dessus en dessous de la jonction du câble provenant du moteur et du câble submersible. Le câble sera ensuite attaché tous les 3mètres. Les tubes en polyéthylène peuvent s'allonger d'environ 2% durant leur durée de vie utile. il faut donc prévoir un jeu d'environ 6 centimètres pour chaque fixation distante de 3 mètres.

Lorsque la pompe est descendue à la profondeur désirée, il est recommandé de terminer sa fixation par un joint ou des colliers de fer reposant sur le socle en béton. Noter que, pour une pompe équipée de tubes en polyéthylène, la profondeur d'installation de la pompe devra tenir compte de l'allongement éventuel du tube. [30]

I. 6: L'hydraulique de pompage:

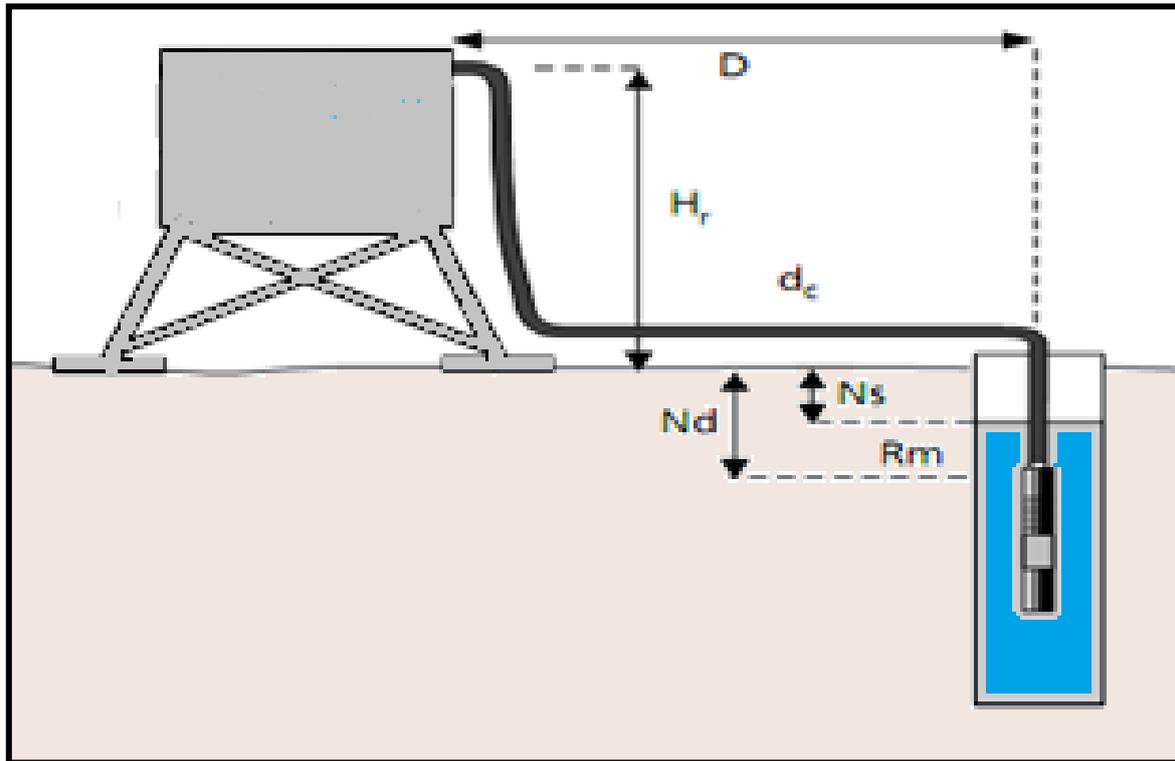


Figure I. 6 : Données de base d'une pompe

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

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

La Rabattement (R_m): est le rabattement maximal acceptable avant de stopper la pompe.

I. 6. 1: Puissance d'une pompe:

Pour véhiculer d'un point à un autre une certaine quantité d'eau, la pompe doit transmettre au liquide de l'énergie. Cette quantité d'énergie sera la même quelle que soit la technologie et est donnée par la puissance de la pompe.

Cette puissance se calcule à l'aide du théorème de Bernoulli avec le bilan énergétique du système en considérant tous les paramètres tels que l'altitude de pompage, l'altitude de refoulement, la longueur et le diamètre des tuyaux. [9]

La puissance absorbée sur l'arbre de la pompe est alors donnée par la formule suivante :(cas de l'eau, poids spécifique égale à 1): [11]

$$P_{kw} = \frac{Q \times HMT}{367 \times \eta_{pompe}} \quad (I. 1)$$

P : Puissance en kw,

HMT : Hauteur manométrique totale (mCE)

Q : Débit (m^3/h)

η_{pompe} : Rendement de la pompe

I. 6. 2:Rendement de Groupe Motopompe :

Le rendement de la pompe c'est le rapport entre la puissance hydraulique (reçue par le liquide) et la puissance mécanique fournie à la pompe. Ce rendement varie en fonction du débit. Ce rendement peut être calculé comme suit :

$$\eta_{pompe} = \frac{P_{utile}}{P_{absorbée}} \quad (I. 2)$$

I. 6. 3: La hauteur d'aspiration:

La hauteur d'aspiration est la distance verticale entre le niveau d'eau en cours de pompage et l'orifice d'aspiration de la pompe. [4]

I. 6. 4:Le débit Q :

Le débit fourni par une pompe est la quantité d'eau qu'elle refoule durant un intervalle de temps donné. En pompage solaire, le débit est souvent exprimé en m^3 par jour. [4]

I. 6. 5: La Hauteur Manométrique Totale :

C'est la différence de pression en mètres de colonne d'eau entre les orifices d'aspiration et de refoulement. Cette hauteur peut être calculée comme suit :

$$HMT = H_g + J + P_r \text{ (mCE)} \quad (I. 3)$$

$$H_g = \text{hauteur d'aspiration} + \text{hauteur de refoulement (m)} \quad (I. 4)$$

H_g : La hauteur géométrique

J : Perte de charge (m)

P_r : Pression résiduelle(mètre colonne d'eau) pression à la sortie du tube de refoulement

I. 6. 6:Les pertes de charge J : pertes de charge produites par le frottement de l'eau sur les parois des conduites. Ces pertes sont fonction de la distance des conduites, de leur diamètre et du débit de la pompe. Elle s'exprime en mètres d'eau.

ΔH_1 : Pertes de charges linéaires: Se sont des pertes d'eau dans la tuyauterie est donnée par la formule de Cole brook: [6]

$$\Delta H_1 = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (I. 5)$$

f : Coefficient de pertes de charges linéaires.

D : Diamètre de la tuyauterie (m).

L : Longueur de la tuyauterie (m).

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2).

v : Vitesse moyenne du fluide (m/s)

ΔH_2 : **Pertes de charges singulières (locale)** : Sont dues essentiellement aux divers changements de section est donnée par l'expression suivante : [6]

$$\Delta H_1 = \varepsilon \frac{V^2}{2g} \quad (I. 6)$$

ε : Coefficient de pertes de charges locales

$$J = \Delta H_1 + \Delta H_2 \quad (I. 7)$$

Permet de calculer les pertes de charge linéaire et singulière, ces dernières peuvent être estimées à 10% des pertes de charge linéaires. [4]

I. 7: Caractéristique électrique:

I. 7. 1: Puissance électrique:

$$P = U \times I \quad \text{en KVA} \quad (I. 8)$$

La puissance apparente: en KVA ; c'est la puissance utilisée pour désigner les générateurs.

$$P = U \times I \times \cos \varnothing \quad \text{en KW} \quad (I. 9)$$

La puissance réelle: en KW; c'est la puissance qui sert au calcul de la consommation des moteurs. Elle tient compte du facteur de puissance réactive $\cos \varnothing$, éga à 0.8. [8]

I. 7. 1. 1: Intensité et tension :

Sur les plaques signalétiques des moteurs, sont notées 2 termes d'intensités: intensité nominale I_n : c'est l'intensité en marche normale.

Intensité de démarrage I_d : c'est l'intensité absorbée lors du démarrage du moteur, supérieure à I_n . [8]

I. 7. 1. 2: Intensité nominale absorbée par le moteur:

- en courant continu:

$$I = \frac{P_n}{U \times \rho} \quad (I. 10)$$

-en courant alternatif monophasé:

$$I = \frac{P_n \times 1000}{U \times \rho \times \cos \varnothing} \quad (I. 11)$$

-en courant alternatif triphasé:

$$I = \frac{P_n \times 1000}{U \times \sqrt{3} \times \rho \times \cos \varnothing} \quad (I. 12)$$

P_n : Puissance nominale du moteur de la pompe en KW

ρ : Rendement du moteur

I_n : Intensité nominale donné en (A)

U: Tension nominale (Volt)

I. 7. 1. 3: Intensité et de démarrage I_d puissance nécessaire:

Lors du démarrage du moteur la puissance absorbée est très nettement supérieure à la puissance nominale (couple de la pompe importante pour démarrer le moteur électrique et sa partie hydraulique de 0 à 3000tr/mn). La tension étant fixe, c'est l'intensité qui s'accroît.

Les constructeurs donnent généralement le rapport $\frac{I_d}{I_{NOMINAL}}$ qui permet de connaître l'intensité absorbée lors du démarrage direct de la pompe. La valeur réelle est notée sur la plaque du moteur de la pompe.

La puissance du générateur ou du secteur sur lequel est branchée la pompe doit pouvoir supporter cette intensité I_d . C'est donc avec ce terme I_d que sera calculée la puissance du générateur nécessaire au fonctionnement d'une pompe à partir de la formule. [5]

$$P(\text{KVA}) = U \times I_d \quad (\text{I.13})$$

I. 7. 2: Chute de tension :

Le moteur fonctionnera de manière optimale à une tension précise. La section des câbles d'alimentation doit être calculée pour ne pas subir une chute de tension aux bornes du moteur supérieure à 5%. La section des câbles est donnée par la formule suivante: [8]

$$A = \frac{L \times I \times C \times \rho}{U \times \Delta U} \quad (\text{I.14})$$

A: Section du câble (mm^2)

L: Longueur du câble (m)

ρ : Résistance du câble ($\cong 0.02\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}$)

I: Intensité (A)

C: Coefficient d'alimentation

U: Tension nominale (Volt)

ΔU : Pertes maxi de tension (5%)

$$C = 2 \times \cos \phi \times 100 \quad \text{Démarrage direct; monophasé} \quad (\text{I.15})$$

$$C = \sqrt{3} \times \cos \phi \times 100 \quad \text{Démarrage direct; triphasé} \quad (\text{I.16})$$

I. 8 .Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons présenté La typologies et les types des pompes les plus utilisées et aussi (Principe de fonctionnement, caractéristiques hydraulique et mécanique, rendement...) pour déterminer la marge admissible pour le fonctionnement du groupe motopompe.

Chapitre II

LES GROUPE SÉLECTROGÈNES

II. 1: Introduction

Dans les chantiers de forage, le système de production d'énergie électrique est assuré par des groupes électrogènes diesel, la force motrice sur un appareil de forage fournit l'énergie nécessaire aux différents fonctionnement de l'appareil (levage, rotation, Pompage, équipements de traitement de la boue, éclairage et autres). cette force motrice est constituée d'un ensemble d'alternateurs entraînés par des moteurs thermiques, les alternateurs produisent un courant alternatif, une partie de l'énergie produite sera redressée en énergie continue pour alimenter les moteurs électriques à courant continu. L'ensemble des moteurs thermiques (Diesel) et alternateurs sont gérés par un système appelé Silicium Control Rectifier SCR.

II. 2: Groupe électrogène

Un groupe électrogène est destiné à transformer une énergie primaire (telle que le fioul ou le gaz) en électricité. Pour ce faire, un groupe électrogène est constitué d'un moteur thermique transformant l'énergie primaire en énergie mécanique et d'un alternateur (génératrice) transformant l'énergie mécanique développée par le moteur en énergie électrique. [12]

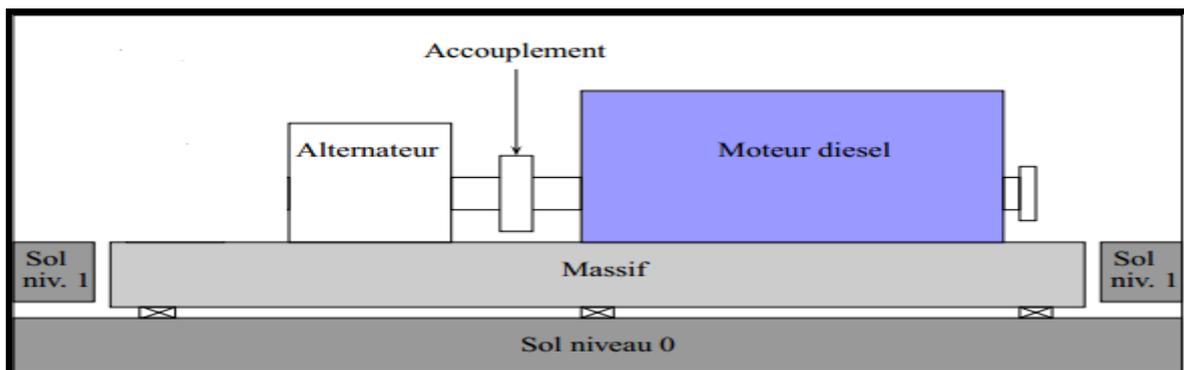


Figure II. 1: Constitution d'un groupe électrogène.

II. 2. 1: Démarrage du groupe électrogène

Pour le démarrage du groupe, les deux techniques généralement utilisées sont d'une part un démarrage sur batterie et d'autre part un démarrage à l'air comprimé. La majeure partie des groupes démarrent via une batterie ; le démarrage à l'air comprimé est quant à lui moins fréquent et généralement réservé aux groupes électrogènes de forte puissance. [12]

II. 2. 2: Régulation du groupe électrogène

Un groupe électrogène moderne est équipé de deux régulations. La tension de sortie est stabilisée (par exemple : 230V) par un dispositif électronique qui agit sur l'alternateur. La vitesse de rotation du moteur et donc de l'alternateur doit aussi rester constante afin de garantir constantes la fréquence et la tension de sortie (50 Hz en Europe). Cette régulation se fait grâce à un dispositif centrifuge analogue au régulateur à boules de James Watt qui commande directement le carburateur ou la pompe d'injection. Un dispositif à

induction fondé sur les courants de Foucault tel que celui qui équipe les anciens indicateurs de vitesse des automobiles, ou un système électronique peuvent encore remplir cette fonction. [12]

II. 3: L'alternateur

L'alternateur est une machine synchrone qui permet de générer le courant électrique dont la vitesse de rotation du rotor est égale à la vitesse du champ tournant qui ne dépend pas de la charge. Les alternateurs sont utilisés dans les centrales électriques aux niveaux des chantiers pétroliers pour la production d'un courant alternatif. L'alternateur est un dispositif électromécanique qui comprend un stator et un rotor [13].

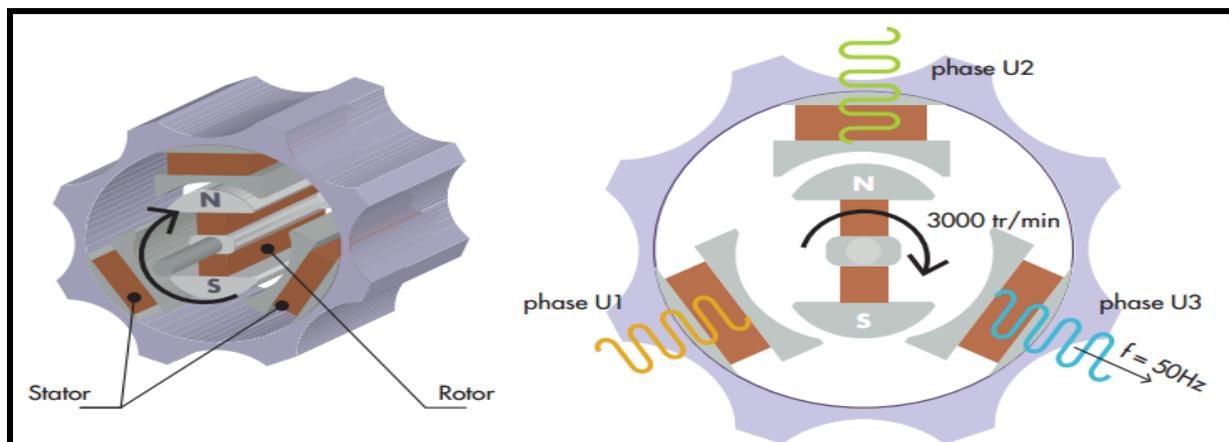


Figure II. 2: Structure de la machine synchrone

II. 3. 1: Le stator :

Le stator est constitué d'un certain nombre de bobines réparties dans des encoches qui constituent trois bobinages indépendants. Elles sont destinées à créer un champ magnétique tournant lorsqu'on les alimente par un système de tensions ou de courants triphasés. Les topologies rencontrées dans les bobinages des machines tournantes à courants alternatifs sont nombreuses. On distingue deux grandes catégories de bobinage, les bobinages dits réguliers, parmi lesquels on trouve les bobinages à pas diamétral, les bobinages à pas raccourcis, les bobinages répartis et les bobinages non réguliers, comme les bobinages à trous ou à nombre fractionnaire d'encoches par pôle et par phase.[14]

II. 3. 2: Le rotor :

Le rotor est l'élément le plus important dans la constitution de la machine, il est constitué d'un noyau de fer sur lequel sont disposés des aimants permanents qui servent à générer une excitation permanente. Les aimants permanents sont des matériaux magnétiques durs aimantés, ils conservent leur aimantation à la température d'utilisation ; leurs propriétés magnétiques sont déterminées tout d'abord par les propriétés intrinsèques des composés qui

les constituent. Elles dépendent aussi fortement de la microstructure du matériau liée au procédé de fabrication. Les aimants permanents peuvent être montés en surface ou insérés dans le rotor. La perméabilité des aimants permanents étant voisine de la perméabilité de l'air, on peut considérer que cette machine possède un entrefer large et constant. Dans ces conditions, la machine peut être considérée à pôles lisses. [14]

II. 4: Le moteur diesel :

L'élément principal dans la construction du groupe diesel est le moteur diesel. On peut se considérer que les premières automobiles furent créées en 1890 construit avec un moteur allemand de Daimler. Mais en 1892 que M. Rudolf Diesel invente le moteur diesel [15].

Ils 'agit d'un moteur à allumage par compression ayant un rendement plus élevé que les machines à vapeur et les moteurs à essence à l'époque. Les premiers moteurs diesel rejoignent le monde de l'industrie sont reliés plus précisément avec le marché d'automobile dans les années 1920.

La combustion dans les moteurs diesel s'effectue avec un mélange hétérogène composé d'air et de carburant diesel. Ce mélange est favorable à l'auto-inflammation et n'a donc pas besoin d'étincelle pour s'enflammer. Au début, le diesel est injecté dans le cylindre au moyen d'une pompe à air mais avec les évolutions de la technologie, le carburant est injecté au moyen d'un système haut pression qui pulvérise le carburant [16].

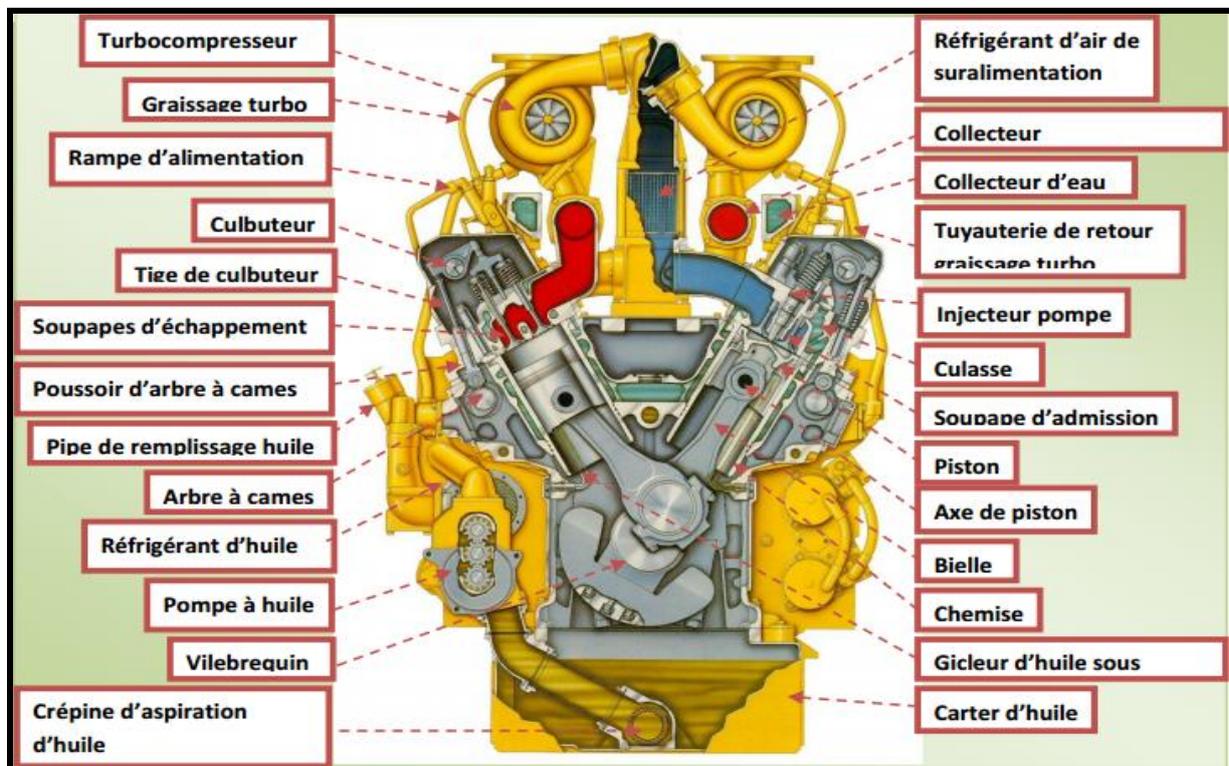


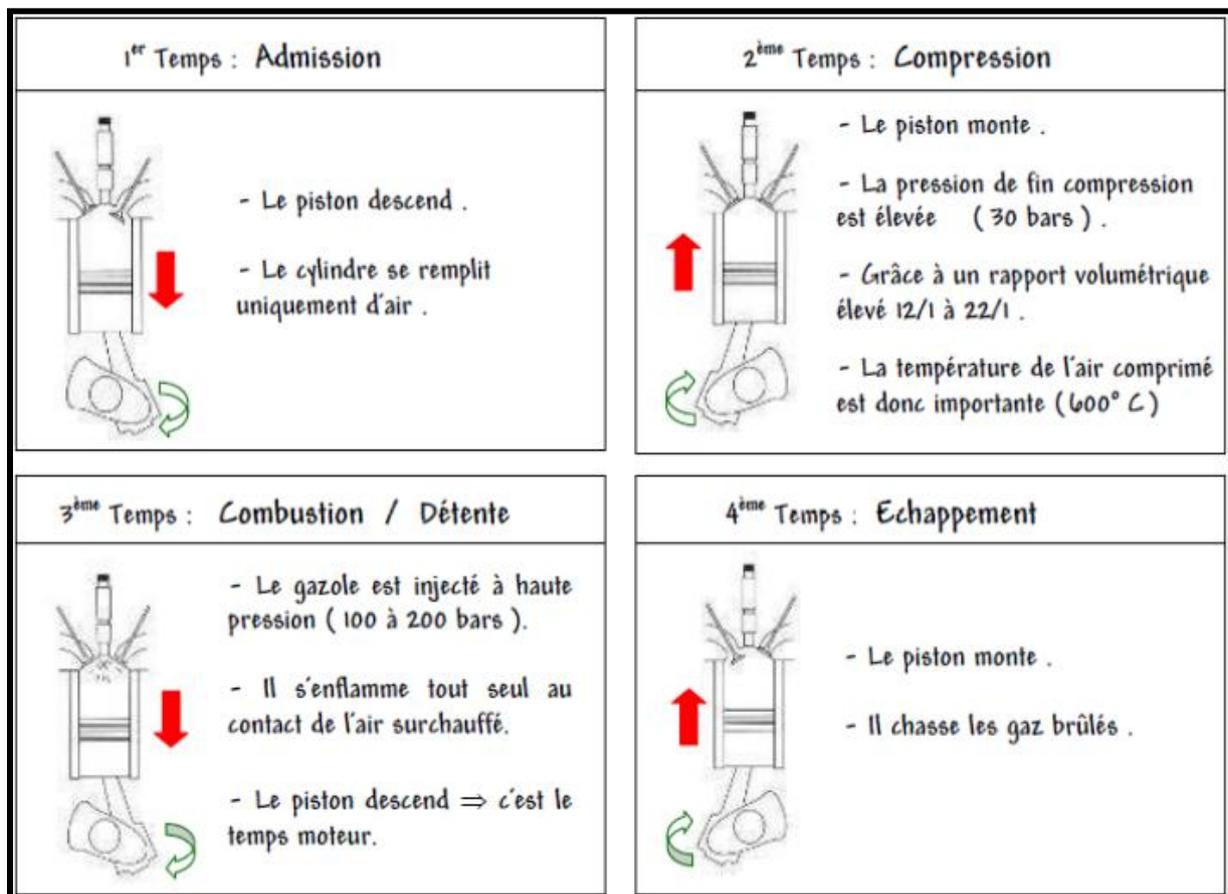
Figure II. 3: Les éléments du moteur diesel

II. 4. 1:Description du fonctionnement du cycle moteur :

Au début, le cylindre est rempli d'air aspiré par le piston, cette charge est ensuite compressée jusqu'à une position déterminée.

La température de l'air étant suffisamment élevée, le combustible est injecté dans le cylindre où se forme le mélange gazeux. Grâce à la haute température, ce mélange gazeux brûle en provoquant une brusque augmentation de température.

Sous les forces de pression thermique importante dans le cylindre le piston redescend dans le cylindre et fait tourner le vilebrequin par l'intermédiaire de système bielle manivelle. Dans cette étape le moteur fournit une énergie mécanique au niveau du vilebrequin. En fin et sous l'effet des forces d'inerties, le piston refoule les gaz brûlés dans l'atmosphère à travers les collecteurs d'échappements. [17]



FigureII. 4: Principe de fonctionnement du moteur diesel à 4 temps

II. 4. 2: Pannes du moteur et leurs remèdes : [32]

Le tableau suivant montre les différentes pannes du moteur et leurs remèdes.

INCIDENTS	CAUSE	REMEDE
Ne démarre pas et fume noir	<ol style="list-style-type: none"> 1) Filtre à air colmaté ; 2) Vitesse de rotation de démarrage insuffisant ; 3) Calage de pompe ; 4) Injecteur défectueux. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Remplacez la cartouche du filtre à air ; ✓ Vérifiez le compresseur, le circuit d'air de démarrage, la qualité de l'huile moteur ; ✓ Contrôlez et réglez le calage de la pompe d'injection ; ✓ Déposez l'injecteur,
Ne démarre pas et fume blanc	<ol style="list-style-type: none"> 1) Joint de culasse claqué ; 2) Préchauffage défectueux ; 3) Calage de pompe. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Changez le joint de culasse, vérifiez le circuit de refroidissement ; ✓ Vérifiez le circuit électrique, les bougies de préchauffage ; ✓ Contrôlez, réglez le calage de la pompe d'injection.
Ne démarre pas et ne fume pas	<ol style="list-style-type: none"> 1) Réservoir vide ; 2) Filtre à carburant colmaté. 3) Présence d'air dans le circuit d'alimentation. 4) L'arrêt moteur reste enclenché 5) Compression insuffisante. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Faites le plein en carburant, purgez le circuit d'alimentation ; ✓ Changez les filtres, ✓ Vérifier l'étanchéité, ✓ Vérifier le circuit d'arrêt; ✓ Contrôlez l'état des soupapes,
Démarre puis s'arrête	<ol style="list-style-type: none"> 1) Filtre à carburant colmaté; 2) Filtre à air colmaté ; 3) Présence d'air dans le circuit d'alimentation. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Changez les filtres, purgez le circuit d'alimentation ; ✓ Changez la cartouche du filtre à air; ✓ Vérifier l'étanchéité, purgez le circuit d'alimentation.

<p>Manque de puissance</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Commande d'accélérateur mal réglée ; 2) Pompe d'injection déréglée; 3) Echappement partiellement colmaté ; 4) Filtre à carburant colmaté ; 5) Compression insuffisante ; 6) Injecteur défectueux. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Réglez le câble de commande ✓ Faites contrôler la pompe par un centre agréé ✓ Vérifiez le circuit d'échappement ✓ Changez les filtres, purgez le circuit d'alimentation ✓ Contrôlez l'état des soupapes, de la segmentation, du joint de culasse. ✓ Déposez l'injecteur, réglez ou changez si nécessaire
<p>A des ratés</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ralenti trop bas; 2) Piston grippé ou segments gommés ; 3) Défaut d'étanchéité aux soupapes (soupapes grillées, sièges détériorés) ; 4) Filtre à carburant colmaté; 5) Présence d'air dans le circuit d'alimentation ; 6) Injecteur défectueux. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Réglez le régime de ralenti ; ✓ Vérifiez les compressions, remettez en route le moteur ; ✓ Déposez, puis remettez la culasse en conformité ; ✓ Changez les filtres, purgez le circuit d'alimentation; ✓ Vérifier l'étanchéité, purgez le circuit d'alimentation ; ✓ Déposez l'injecteur, réglez ou changez si nécessaire.
<p>N'atteint pas son régime maxi</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Carburant de mauvaise qualité; 2) Commande d'accélérateur; mal réglée 3) Niveau d'huile trop élevé; 4) Viscosité d'huile; inappropriée. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vidangez le réservoir, utilisez un carburant conforme aux exigences du constructeur ; ✓ Réglez le câble de commande; ✓ Rétablissez le niveau ; ✓ Vidangez, utilisez une huile dont l'indice de viscosité est préconisé par le constructeur.
<p>Vibre et cogne</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Hélice endommagée; 2) Silent bloc desserré; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Déposez, changez ou faites réparer l'hélice ;

	<p>3) Jeu sur la chaise arrière. de la chaise;</p> <p>4) Jeu sur le palier arrière de la ligne d'arbre;</p>	<p>✓ Resserrez le silent bloc, contrôlez l'alignement de l'arbre d'hélice;</p> <p>✓ Contrôlez le jeu, vérifiez la bonne fixation;</p> <p>✓ Changez la bague hydrolube (bague hydrolube usée).</p>
Chouffe	<p>1) Vanne d'eau fermée;</p> <p>2) Filtre à eau de mer colmaté;</p> <p>3) Débit d'eau de mer insuffisant ;</p> <p>4) Tuyauterie percée ou pincée</p> <p>5) Courroie de pompe à eau détendue ou cassée ;</p> <p>6) Chambres d'eau colmatées;</p> <p>7) Faisceau d'échangeur; colmaté ;</p> <p>8) Pompe de circulation défectueuse;</p> <p>9) Thermostat défectueux.</p>	<p>✓ Ouvrez la vanne d'eau;</p> <p>✓ Nettoyez le filtre;</p> <p>✓ Contrôlez le circuit de refroidissement (pompe, thermostat...);</p> <p>✓ Changez la tuyauterie;</p> <p>✓ Retendez ou remplacez la courroie;</p> <p>✓ Nettoyez le bloc, détartrez les chambres d'eau;</p> <p>✓ Déposez, nettoyez le faisceau de l'échangeur;</p> <p>✓ Changez la pompe de circulation;</p> <p>✓ Contrôlez, changez le thermostat.</p>
Consomme de l'huile	<p>1) Filtre à air colmaté ;</p> <p>2) Niveau d'huile trop élevé ;</p> <p>3) Fuites d'huile;</p> <p>4) Moteur usé (guides de soupape, segmentation).</p>	<p>✓ Changez la cartouche du filtre à air ;</p> <p>✓ Rétablissez le niveau ;</p> <p>✓ Vérifiez l'étanchéité, changez les joints, contrôlez les plans de joints ;</p> <p>✓ Remettez le moteur en conformité.</p>
La pression de l'huile	<p>1) Manque d'huile dans le carter;</p>	<p>✓ Rétablir le niveau ;</p> <p>✓ Remplacez le capteur ;</p>

<p>insuffisante.</p>	<p>2) Capteur de pression d'huile défectueux; 3) Crépine d'aspiration colmatée ; 4) Filtre de l'huile colmatée; 5) Pompe à huile usagée ; 6) Jeu important dans les coussinets de bielle ; 7) Viscosité d'huile inappropriée ;</p>	<p>✓ Changez le filtre ; ✓ nettoyez la crépine ; ✓ Remplacez la pompe à huile ✓ Remettez le moteur en conformité et la ligne d'arbre ; ✓ Vidangez, utilisez une huile dont l'indice de viscosité est préconisé par le constructeur.</p>
<p>consomme de l'eau</p>	<p>1) Joint de culasse claqué; 2) Fuites aux joints de culasse; 3) Bouchon du vase d'expansion ou de l'échangeur défectueux ; 4) Fuites diverses aux durits; 5) Etanchéité défectueuse du faisceau de l'échangeur.</p>	<p>✓ Changez le joint de culasse. Vérifiez le circuit de refroidissement ✓ Déposez la culasse, changez les joints, contrôlez le circuit de refroidissement ; ✓ Contrôlez le tarage du bouchon ; ✓ Contrôlez l'étanchéité de la circulation ; ✓ Déposez l'changeur, faites contrôler par une mise sous pression.</p>
<p>Fume blanc</p>	<p>1) Joint de culasse claqué 2) Vaporisation de l'eau de refroidissement dans le coude ou le pot mélangeur.</p>	<p>✓ Changez le joint de culasse. vérifiez le circuit de refroidissement; ✓ Contrôlez le circuit d'eau (entartrage).</p>
<p>Fume bleu</p>	<p>1) compression insuffisant 2) Niveau d'huile trop élevé 3) Usure des guides de soupape ; 4) Combustion incomplète,</p>	<p>✓ Contrôlez l'état des soupapes, de la segmentation, du joint de culasse ✓ Rétablissez le niveau ✓ Changez les guides, révisez la</p>

	<p>avance a l'injection insuffisant</p> <p>5) Usure des cylindres et de la segmentation</p> <p>6) Clapet de régulation de pression d'huile défectueux.</p>	<p>culasse</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Réglez l'avance a l'injection ✓ Remettez le moteur en conformité ; ✓ Contrôlez la pression d'huile, réglez si nécessaire .
<p>Fume noir</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Carburant de mauvaise qualité ; 2) Filtre à air colmaté ; 3) Compression insuffisante ; 4) Injecteur défectueux ; 5) Pompe d'injection dérégulée ; 6) Echappement partiellement colmaté ; 7) Température de fonctionnement du moteur trop basse ; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vidangez le réservoir, utilisez un carburant conforme aux exigences du constructeur; ✓ Changez la cartouche du filtre à air ; ✓ Contrôlez l'état des soupapes, de la segmentation, du joint de culasse ; ✓ Déposez l'injecteur, réglez ou changez si nécessaire ✓ Faites contrôler la pompe par un centre agréé ; ✓ Vérifiez le circuit d'échappement ; ✓ Vérifiez le circuit de refroidissement (thermostat).

Tableau II.1 : les différentes pannes et leurs traitement

II. 6:Conclusion:

Le groupe électrogène présente un impact important lié à l'environnement. Ces systèmes d'énergie polluent l'atmosphère avec des poussières, des gaz, tels que le dioxyde de carbone, les oxydes d'azote et de soufre, déclarés comme étant les plus dangereux pour la santé humaine.

Le problème d'énergie est encore plus sensible dans les sites isolés où l'utilisation des ressources classiques s'avère souvent très coûteuse. En effet, plusieurs contraintes, comme le transport du combustible et les entretiens périodiques des moteurs diesels, rendent la recherche d'une source d'énergie alternative indispensable pour ce type de sites.

Chapitre III

LE SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE

III. 1: Introduction:

L'énergie photovoltaïque résulte de la transformation directe de la lumière du soleil en énergie électrique aux moyens des cellules généralement à base de silicium cristallin qui reste la filière la plus avancées sur le plan technologiques et industriel, en effet le silicium et l'un des éléments les plus abondants sur terre sous forme de silice non toxique.

En effet le mot "photovoltaïque" vient du grec "photo" qui signifie lumière et de "voltaïque" qui tire son origine du nom d'un physicien italien Alessandro Volta (1754 -1827) qui a beaucoup contribué à la découverte de l'électricité, alors le photovoltaïque signifie littérairement la « lumière électricité ». [19]

III . 2: La Ressource Solaire:

Malgré la distance considérable qui sépare le soleil de la terre 150.10^6 Km, la couche terrestre reçoit une quantité d'énergie importante 180.10^6 GW ,c'est pour ça que l'énergie solaire se présente bien comme une alternative aux autre sources d'énergie. Cette quantité d'énergie quittera sa surface sous forme de rayonnement électromagnétique compris dans une longueur variant de 0.22 à $10\mu\text{m}$, l'énergie associe à ce rayonnement solaire se décompose approximativement comme suit: [3]

- 9% dans la bande des ultraviolets ($< 0.4 \mu\text{m}$).
- 47% dans la bande visibles (0.4 à $0.8 \mu\text{m}$).
- 44% dans la bande des infrarouges ($> 0.8 \mu\text{m}$).

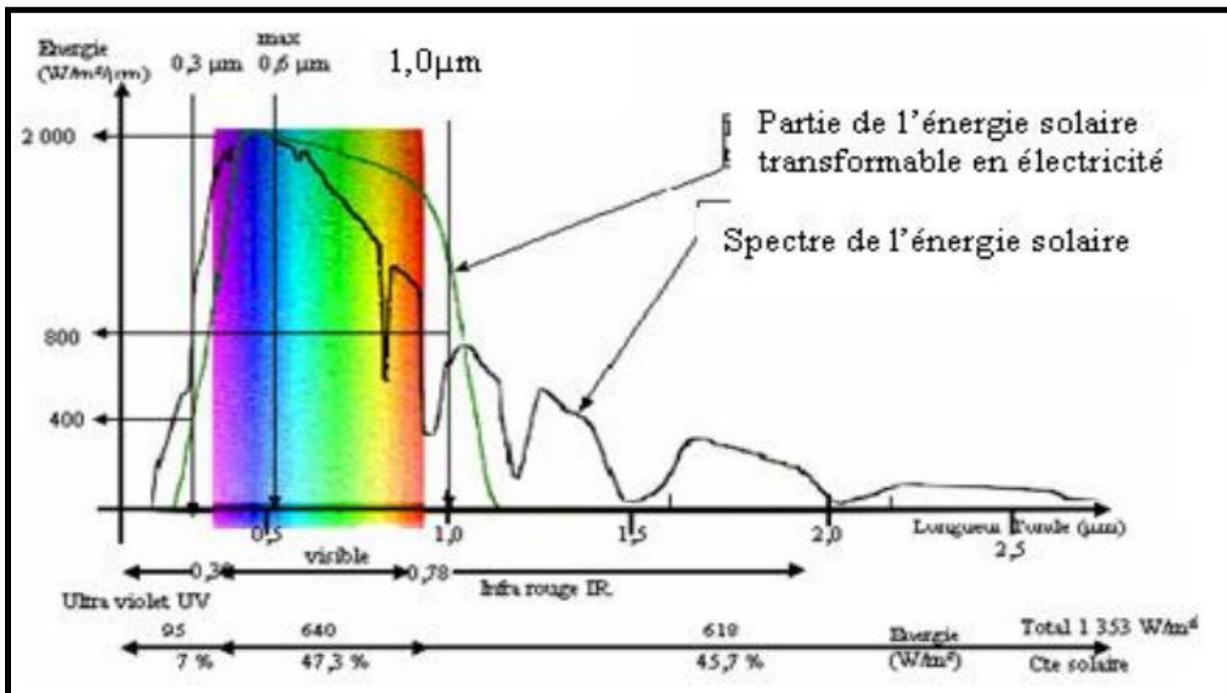


Figure III . 1: Réponse spectrale d'une cellule (PV),

L'utilisation du rayonnement solaire comme source d'énergie pose donc un problème bien particulier. En effet, le rayonnement solaire n'est pas toujours disponible ; en outre, on ne peut l'emmagasiner ni le transporter. Le concepteur d'un système qui emploie le rayonnement solaire comme source d'énergie doit donc déterminer la quantité d'énergie solaire disponible à l'endroit visé et le moment où cette énergie est disponible. Il faut d'abord comprendre l'effet de la rotation (moment de la journée) et de l'inclinaison (saison de l'année) de la Terre sur le rayonnement solaire. [5]

L'absorption atmosphérique est plus faible lorsque le Soleil se trouve à son point le plus haut dans le ciel, c'est-à-dire plein sud dans l'hémisphère nord et plein nord dans l'hémisphère sud. En effet, la distance que doit parcourir le rayonnement dans l'atmosphère est plus courte lorsque le Soleil est directement au-dessus de l'endroit visé.

C'est le « midi solaire », moment où le rayonnement solaire direct est le plus intense. Comme le Soleil est plus haut et que les journées sont plus longues en été, la quantité totale d'énergie reçue sur un plan horizontal y est plus grande qu'en hiver. La figure III.2 illustre ce phénomène, en reproduisant la trajectoire du Soleil dans le ciel au cours des saisons. La latitude a aussi un effet important : les journées estivales allongent à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, et le Soleil est plus bas au midi solaire.

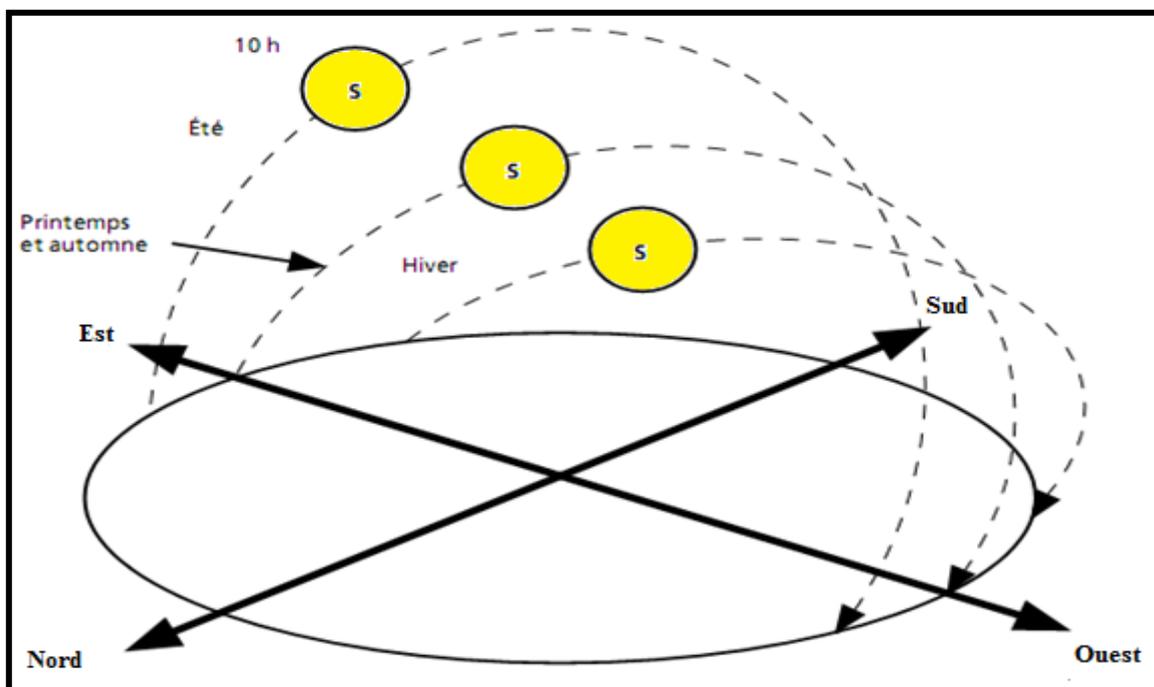


Figure III.2: Trajectoire du Soleil selon les saisons pour une latitude

Les journées d'hiver sont également plus courtes, et le Soleil encore plus bas qu'à l'équateur. Autrement dit, l'intensité maximale (à midi) et la quantité totale de rayonnement solaire (G) sur un plan horizontal diminuent à mesure qu'augmente la latitude (figure III.3) [3]

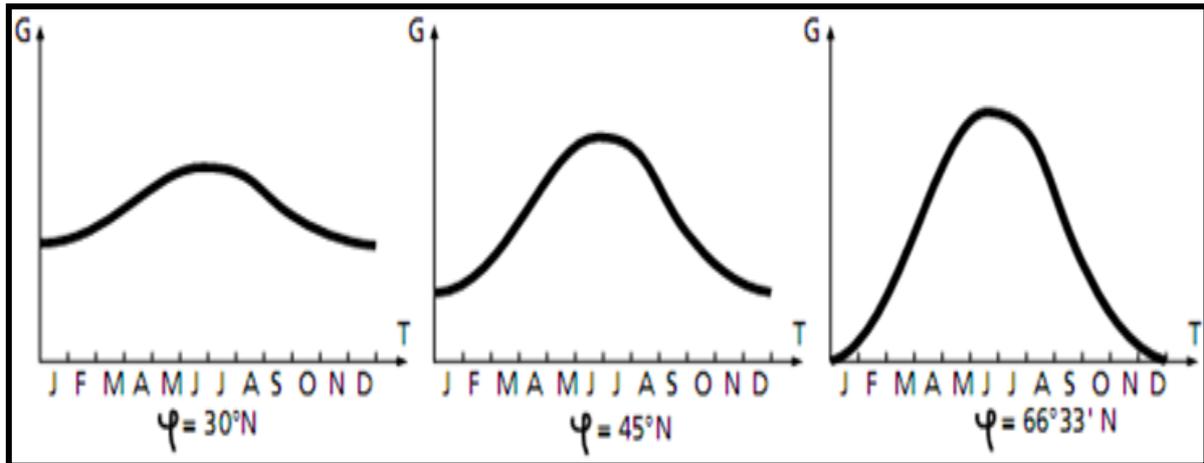


Figure III. 3: Courbes d'ensoleillement typique par mois pour différentes latitudes
Inversement, le rayonnement atteint son intensité maximale lorsque le plan est perpendiculaire aux rayons du Soleil, donc l'intensité du rayonnement solaire sur un plan quelconque augmente quand on l'incline vers le Soleil (figure III. 4). [5]

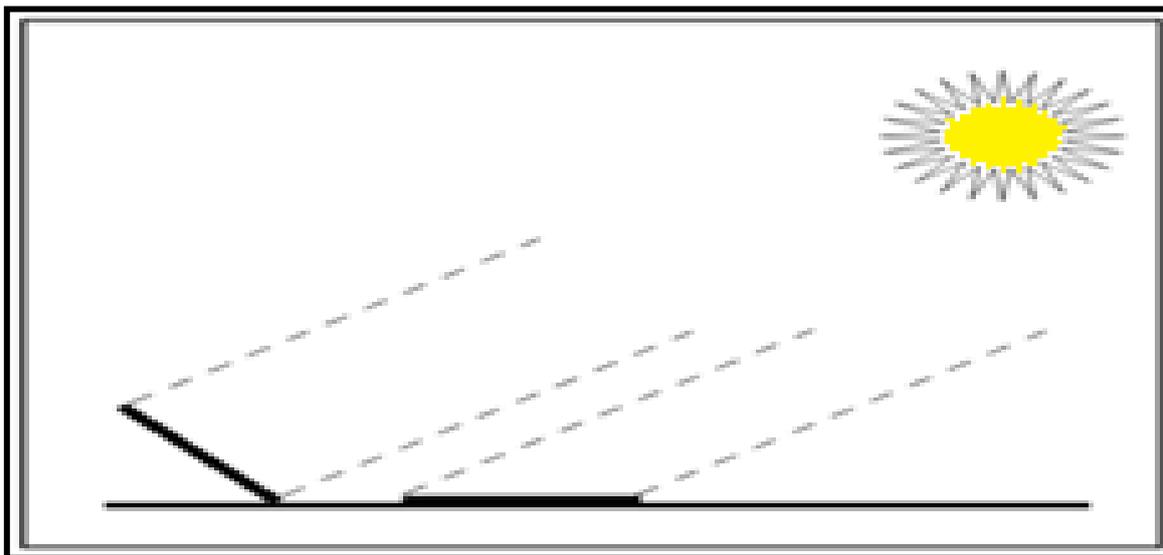


Figure III. 4: Un plan incliné capte plus de rayonnement qu'un plan horizontal

On maximise par conséquent la quantité d'énergie solaire directe captée quand on change constamment l'inclinaison du plan pour le maintenir à angle droit avec les rayons du Soleil. Si le plan est fixe, la quantité d'énergie reçue sera moindre, car les rayons du Soleil le frapperont de biais la majorité du temps.

La figure III. 5: montre l'effet de l'angle d'inclinaison sur le rayonnement direct frappant un plan, de mois en mois, à 45° de latitude. Lorsque l'inclinaison est égale à environ 35° par rapport à l'horizontale, le plan capte à peu près la même quantité d'énergie solaire toute l'année. Le rayonnement annuel capté est au maximum lorsque le plan est incliné à un angle égal à la latitude. [5]

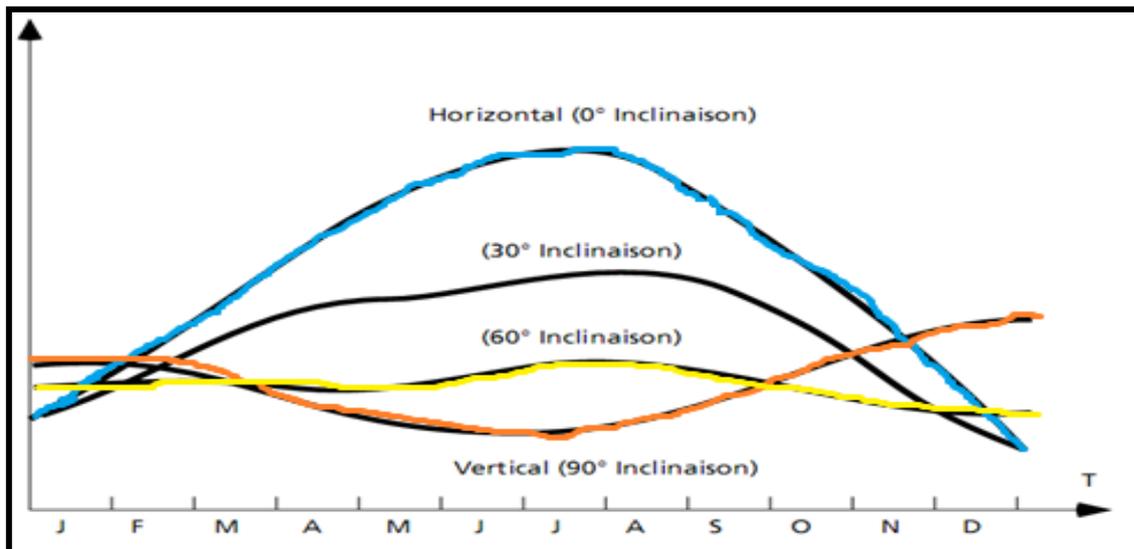


Figure III. 5: Effet de l'inclinaison sur le rayonnement, de mois en mois, à 45° de latitude

III. 2. 1: Mesure de Rayonnement Solaire:

L'ensoleillement (G) correspond à l'intensité du rayonnement solaire reçu sur un plan à un moment donné. Il s'exprime habituellement en watts par mètre carré (W/m^2). Comme on l'explique à la section La ressource solaire, l'ensoleillement varie de zéro, au lever du Soleil, à sa valeur maximale, typiquement au midi solaire.

L'ensoleillement peut également exprimer la quantité d'énergie solaire captée sur un plan pendant un intervalle déterminé. Il s'exprime habituellement en kilowatt heure par mètre carré (kWh/m^2), en «heure de soleil maximum», en mégajoule par mètre carré (MJ/m^2) ou en calorie par centimètre carré (cal/cm^2) pour l'intervalle déterminé une journée ou une heure

Différents types de rayonnement: En traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire est absorbé et diffusé. Au sol, on distingue plusieurs composantes : [3]

a) Le rayonnement direct : Le rayonnement direct est le rayonnement solaire incident sur un plan donné et provenant d'un angle solide centré sur le disque solaire.

b) Le rayonnement diffus : Le rayonnement diffus est le rayonnement émis par des obstacles (nuages, sol, bâtiments) et provient de toutes les directions.

La conversion photovoltaïque utilisant les modules utilise aussi bien le rayonnement direct que le rayonnement diffus

c) L'albédo : C'est la fraction d'un rayonnement incident diffusée ou réfléchi par un obstacle. Ce terme étant généralement réservé au sol aux nuages, c'est une valeur moyenne de leur réflectance pour le rayonnement considérée et pour tous les angles d'incidences possible. Par définition, le corps noir possède un albédo nul.

III. 3: Le système photovoltaïque

III. 3. 1: Historique de l'énergie photovoltaïque:

Quelques dates importantes dans l'énergie photovoltaïque

1839 : Le physicien Edmond Becquerel découvre l'effet photovoltaïque.

1954 : Trois chercheurs américains, Chapin, Pearson et Prince, mettent au point une cellule photovoltaïque à rendement acceptable au moment où l'industrie spatiale naissante cherche des solutions nouvelles pour alimenter ses satellites.

1959 : Une cellule avec un rendement de 9 % est mise au point. Les premiers satellites alimentés par des cellules solaires sont envoyés dans l'espace.

1973 : La première maison alimentée par des cellules photovoltaïques est construite à l'Université de Delaware.

1983 : La première voiture alimentée par énergie photovoltaïque parcourt une distance de 4000 km en Australie [19].

En 2001, Schmidt-Mende réalisèrent une cellule solaire auto-assemblée à base de cristaux liquides de hexabenzocoronene et pérylène, et quelques années plus tard, les avancées Scientifiques et technologiques sont telles qu'en 2008, l'entreprise Fuji Kura (fabriquant de composés électroniques) est parvenue à faire fonctionner une cellule photovoltaïque organique de type DSSC (Dye-Sensitized Solar Cell ou cellule Gratzel) en continu à une température et à un taux d'humidité de 85% pendant 1000 heures [20].

III. 3. 2: La cellule solaire :

On appelle cellule solaire un convertisseur qui permet la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique. La photopile ou cellule solaire est l'élément de base d'un générateur photovoltaïque

III. 3. 3: Principe de Conversion photovoltaïque:

Une cellule photovoltaïque est basée sur le phénomène physique appelé effet photovoltaïque qui consiste à établir un force électromotrice lorsque la surface de cette cellule est exposée à la lumière. La tension générée peut varier entre 0.3V à 0.7V en fonction du matériau utilisé et de sa disposition ainsi que de la température de la cellule et du vieillissement de la cellule.

Une cellule PV est réalisée à partir de deux couches de silicium, une dopée P (dopée au bore) et l'autre dopée N (dopée au phosphore) créant ainsi une jonction PN avec une barrière de potentiel. Lorsque les photons sont absorbés par le semi-conducteur, ils transmettent leur énergie aux atomes de la jonction PN de telle sorte que les électrons de ces atomes se libèrent et créent des électrons (charges N) et des trous (charges P). Ceci crée alors une différence de potentiel entre les deux couches. Cette différence de potentiel est mesurable entre connexions

des bornes positives et négatives de la cellule. La tension maximale de la cellule est d'environ 0.6V pour un courant nul. Cette tension est nommée tension de circuit ouvert (V_{co}) Le courant maximal se produit lorsque les bornes de la cellule sont court-circuitées, il est appelé courant de court-circuit (I_{cc}) et dépend fortement du niveau d'éclairement [21].

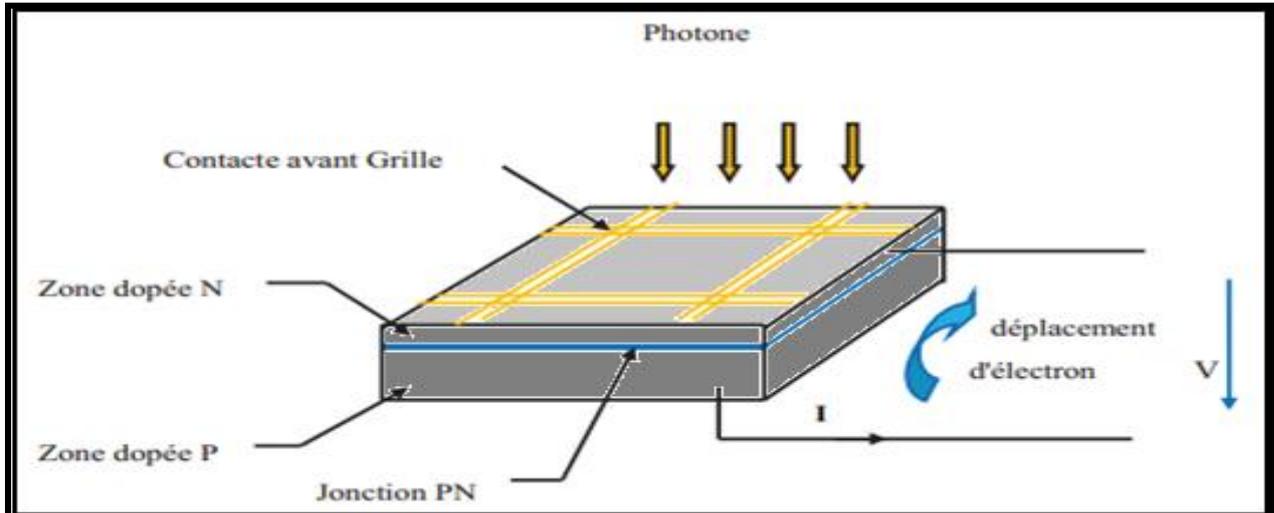


Figure III. 6: Principe de conversion de l'énergie par cellule photovoltaïque

III. 3. 4: Les types des cellules :

Il existe différents types de cellules photovoltaïques, et chaque type possède un rendement et un coût qui lui est propre. Cependant, quel que soit leur type, leur rendement reste assez faible : de 8 à 23% de l'énergie qu'elles reçoivent.

Il existe trois grands types de silicium : mono cristallin, poly cristallin et amorphe. [22]

III. 3. 4. 1: Les cellules monocristallines : Elles ont le meilleur rendement (de 12 à 18% voir jusqu'à 24.7 % en laboratoire). Mais aussi le coût le plus élevé. [22]

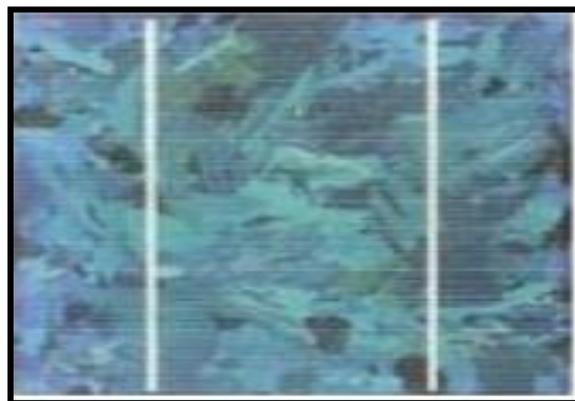


Figure III. 7: Cellule monocristalline.

III. 3. 4. 2: Les cellules poly-cristallines :

Leur conception est plus facile et leur coût de fabrication est moins important. Cependant leur rendement est plus faible : de 11% à 15% jusqu'à 19.8% en laboratoire). [22]



Figure III. 8: Cellule poly-cristalline.

III. 3. 4. 3: Les cellules amorphes Elles ont un faible rendement (5% à 8%, 13% en laboratoire), mais ne nécessitent que de très faibles épaisseurs de silicium et ont un coût peu élevé. Elles sont utilisées couramment dans de petits produits de consommation telle que des calculatrices solaires ou encore des montres.

L'avantage de ce dernier type est le fonctionnement avec un éclairage faible (même par temps couvert ou à l'intérieur d'un bâtiment). [22]



Figure III. 9: Cellule amorphe.

III. 3. 5: Modélisation d'une cellule photovoltaïque:

III. 3. 5. 1: Cellule photovoltaïque idéal: [23]

Une cellule photovoltaïque peut être décrite de manière simple comme une source idéale de courant qui produit un courant I_{ph} proportionnel à la puissance lumineuse incidente, en parallèle avec une diode Figure(III. 10) qui correspond à l'aire de transition p-n de la cellule.

Après la loi de nœuds:

$$I = I_{ph} - I_d \quad (III. 1)$$

Pour un générateur PV idéal, la tension aux bornes de la résistance est égale à celle aux bornes de la diode :

$$V = V_d \quad (III. 2)$$

La diode étant un élément non linéaire, sa caractéristique I-V est donnée par la relation :

$$I_d = I_o \left(\exp\left(\frac{V_d}{V_t}\right) - 1 \right) \quad (III. 3)$$

Avec:

I_0 : Le courant de saturation inverse de la diode.

V_d la tension au borne de diode

$V_t = n \cdot k \cdot T / q$: Potentielle thermique

K : constante de Boltzmann ($1,381 \cdot 10^{-23}$ joule/Kelvin).

q :charge d'électron ($1,602 \cdot 10^{-19}$ C).

n : Le facteur de qualité de diode.

T : La température de cellule en kelvin.

Donc la relation (III. 1) sera :

$$I = I_{ph} - I_0 \left(\exp\left(\frac{q \cdot V}{n \cdot K \cdot T}\right) - 1 \right) \quad (III. 4)$$

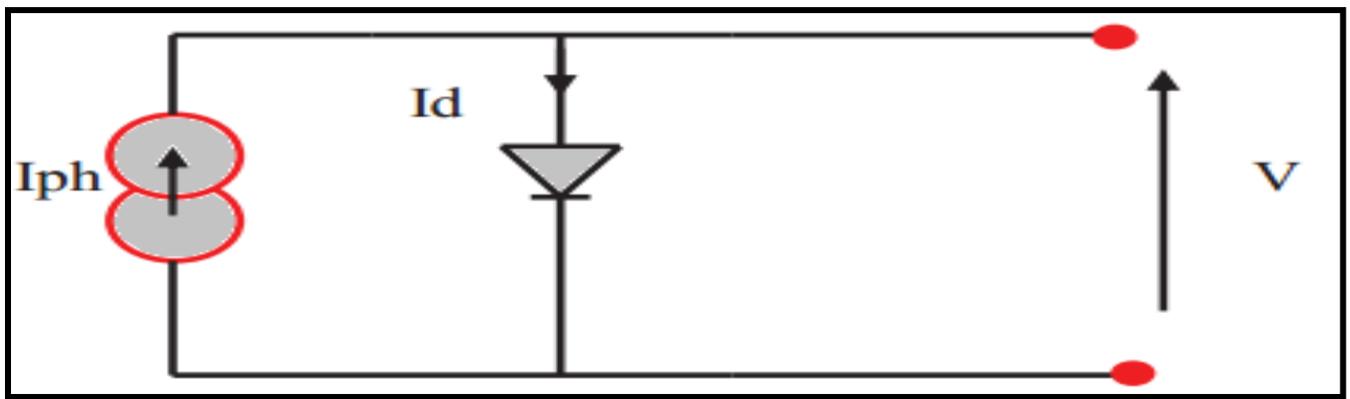


Figure III. 10: Modèle de cellule photovoltaïque idéal

III. 3. 5. 2: Cellule photovoltaïque réel

Le model photovoltaïque précédent ne rendait pas compte de tous les phénomènes présents lors de la conversion d'énergie lumineuse. En effet, dans le cas réel, on observe une perte de tension en sortie ainsi que des courants de fuite. On modélise donc cette perte de tension par une résistance en série R_s et les courants de fuite par une résistance en parallèle R_p [23]. Donc on a :

$$I = I_{ph} - I_d - I_p \quad (III. 5)$$

$$I_d = I_0 \left(\exp\left(\frac{V + I \cdot R_s}{V_t}\right) - 1 \right) \quad (III. 6)$$

$$I_p = \left(\frac{V + I \cdot R_s}{R_p} \right) \quad (III. 7)$$

$$I_{ph} = I_{sc} \cdot \left(\frac{G}{1000} \right) = I_0 \cdot \exp\left(\frac{q \cdot V}{K \cdot T}\right) \cdot \left(\frac{G}{1000} \right) \quad (III. 8)$$

Avec:

I : Le courant fourni par la cellule

I_{ph} : Courant photonique de la diode.

I_0 : Le courant de saturation de la diode.

R_s : résistance série de la cellule(Ω).

Donc (III. 5) sera:

$$I = I_{ph} - I_0 \left(\exp\left(\frac{V + I \cdot R_s}{V_t}\right) - 1 \right) - \left(\frac{V + I \cdot R_s}{R_p}\right) \quad (\text{III. 9})$$

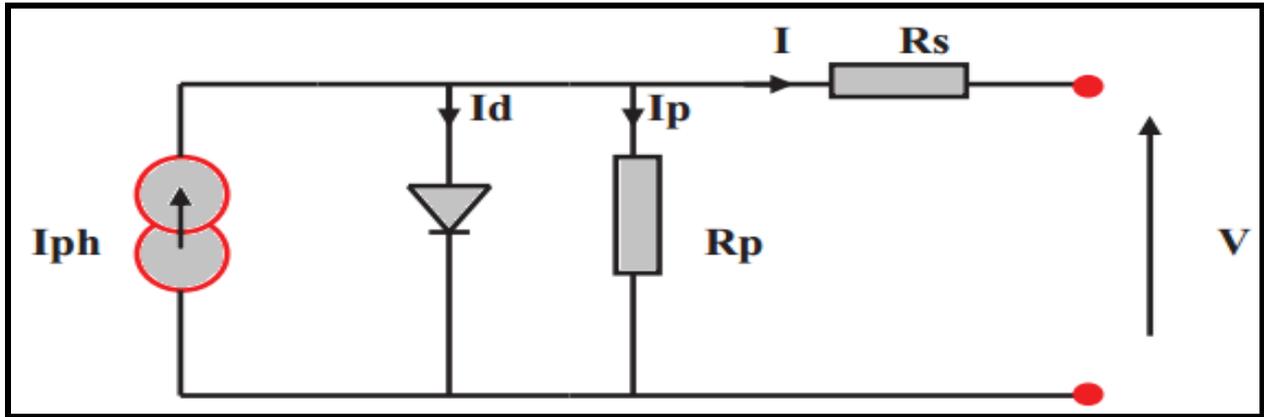


Figure III. 11: Modèle de la cellule photovoltaïque réel

III. 3. 6: Caractéristiques d'une cellule photovoltaïque

III. 3. 6. 1: Courant de court- circuit (I_{cc}) :

D'après l'équation (I.1) on court- circuit, $V = 0$ on a

$$I_{cc} = I_{ph} \quad (\text{III. 10})$$

III. 3. 6. 2: Tension de circuit ouvert (V_{co}) :

Cette tension est obtenue pour $I = 0$, donc :

$$V_{co} = \frac{n \cdot K \cdot T}{q} \times \ln\left(\frac{I_{ph}}{I_0}\right) \quad (\text{III. 11})$$

III. 3. 6. 3: Facteur de forme : [24]

On appelle facteur de forme FF le rapport entre la valeur maximale de la puissance pouvant être extraite ($I_m \times V_m$) de la photopile sous les conditions de mesures standardisées, et le produit ($I_{cc} \times V_{co}$). Il est défini par la relation suivante : [24]

$$F. F. = \frac{P_{max}}{I_{cc} \times V_{CO}} \quad (\text{III. 12})$$

Pour une cellule de fabrication industrielle, le facteur de forme est de l'ordre de 70%

III 3. 6. 4: Le rendement:

C'est la grandeur la plus importante dans l'étude d'une cellule solaire. Il donne le rapport entre la puissance électrique optimale délivrée et la puissance solaire reçue par la cellule (puissance lumineuse incidente) à une température donnée. [24] Il est définie par :

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{FF \cdot V_{co} \cdot I_{cc}}{E \cdot S_m} \quad (\text{III. 13})$$

Ce rendement peut être amélioré en augmentant le facteur de forme, le courant de court circuit et la tension à circuit ouvert. [24]

III. 3. 7: Le Module (panneau) Photovoltaïque

Un générateur photovoltaïque ou module est constitué d'un ensemble de cellules photovoltaïques élémentaires montées en série et /ou parallèle afin d'obtenir des caractéristiques électrique désirées tels que la puissance, le courant de court circuit et la tension en circuit ouvert [21].

III. 3. 7. 1: Regroupement en série

Une association de (N_s) cellule en série figure (1.4) permet d'augmenter la tension du générateur photovoltaïque. Les cellules sont alors traversées par le même courant et la Caractéristique résultant du groupement série est obtenues par addition des tensions élémentaires de chaque cellule. L'équation résume les caractéristique électrique d'une association série de (N_s) cellules [23].

$$V_{CON_s} = N_s \times V_{CO} \quad (III. 14)$$

$$I_{CCN_s} = I_{CC} \quad (III. 15)$$

V_{CON_s} : La somme des tensions en circuit ouvert de N_s cellules en série.

I_{CCN_s} : Courant de court circuit de N_s cellules en série.

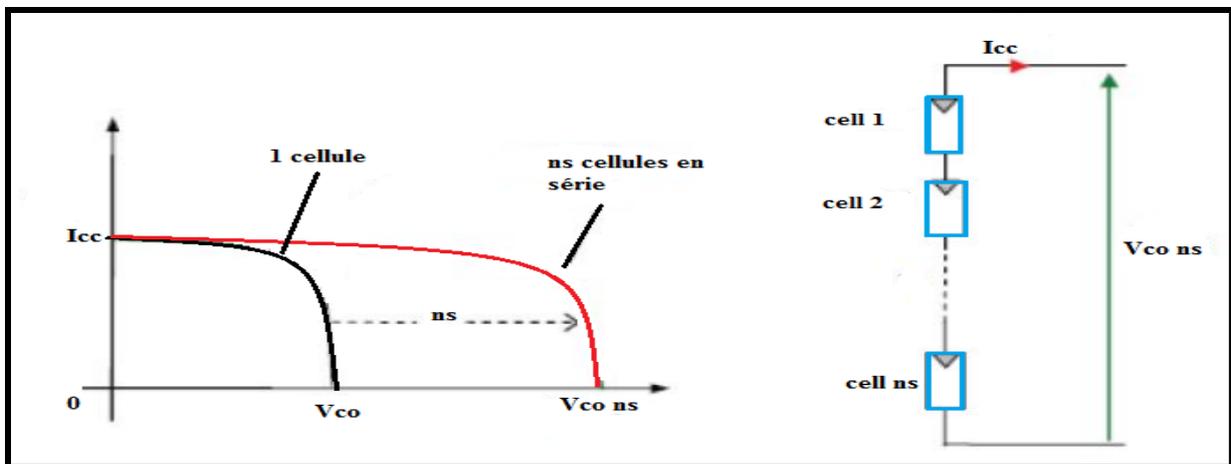


Figure III. 12: Caractéristique courant tension de N_s cellule en série

III . 3. 7. 2: Regroupement en parallèle

Une association parallèle de (N_p) cellule figure (1.5) est possible et permet d'accroître le courant de sortie du générateur ainsi créé. Dans un groupement de cellules identiques connectées en parallèle, les cellules sont soumises à la même tension et la caractéristique résultante du groupement est obtenue par addition des courants [24].

Avec: $I_{CCN_p} = N_p \times I_{CC} \quad (III. 16)$

$$V_{CO} = V_{CON_p} \quad (III. 17)$$

I_{CCNp} : La somme des courants de court circuit de (Np) cellule en parallèle

V_{CONp} : Tension du circuit ouvert de (Np) cellules en parallèle

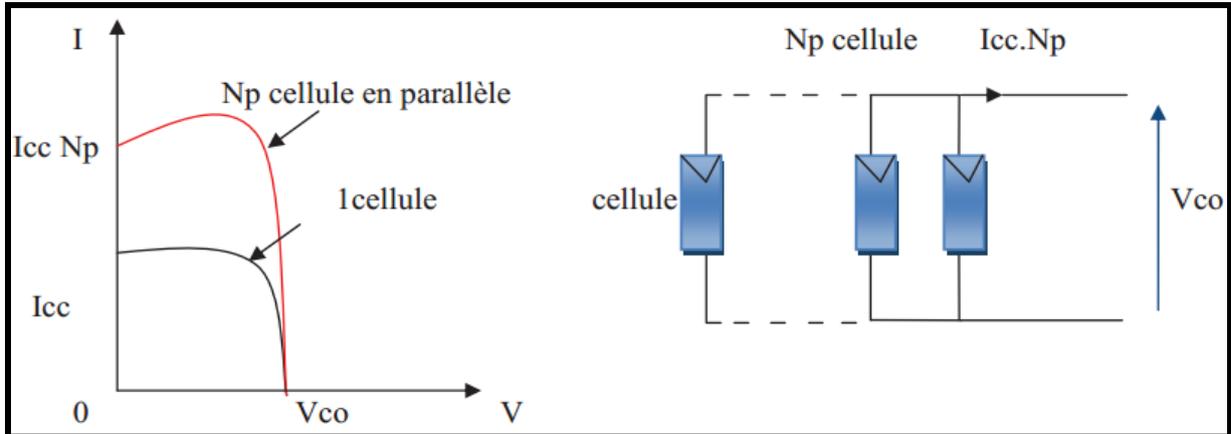


Figure III. 13: Caractéristique courant tension de (Np) cellule en parallèle

III. 3. 8: Le générateur photovoltaïque :

L'interconnexion de plusieurs modules, en série ou en parallèle, permet d'obtenir une puissance plus grande, formant ainsi un générateur photovoltaïque (appelé aussi champ Photovoltaïque).

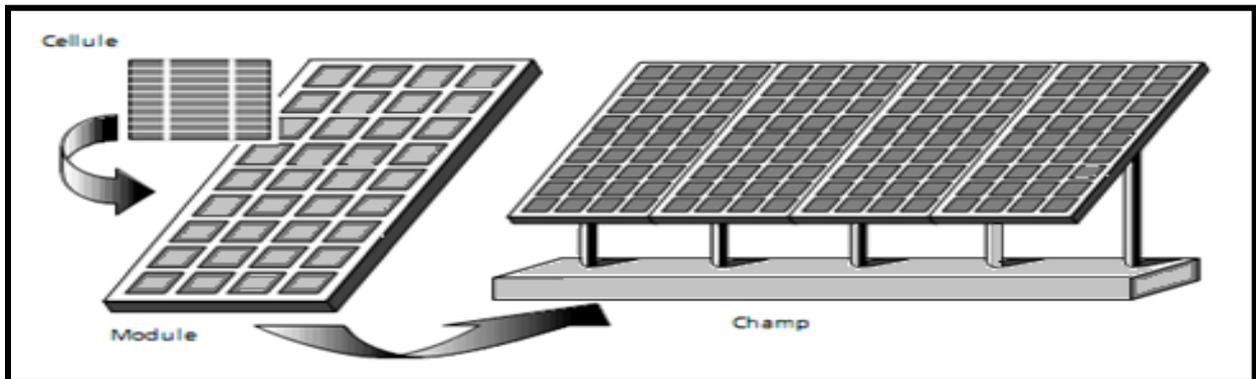


Figure III. 14: Composantes d'un champ de modules photovoltaïques

III. 4: Conclusion:

Lorsque nous concevons une installation photovoltaïque, nous devons assurer la protection électrique de cette installation afin d'augmenter sa durée de vie en évitant notamment des pannes destructrices liées à l'association des cellules et de leurs fonctionnement. Pour cela, deux types de protection sont classiquement utilisés dans les installations actuelles :

- la protection en cas de connexions en parallèle de modules PV pour éviter les courants négatifs dans les GPV (diode anti-retour).
- La protection lors de la mise en série de modules PV permettant de ne pas perdre la totalité de la chaîne (diode by-pass).

Chapitre IV

DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE POMPAGE PHOTOVOLTAÏQUE

IV. 1: Introduction :

Dans nos jours, la demande d'eau est plus en plus importante. Le problème se multiplie en particulier dans les zones rurales et les sites isolés où l'accès à l'énergie classique est difficile. Ce phénomène a fait qu'un intérêt grandissant est porté sur l'utilisation des générateurs photovoltaïque comme nouvelle source d'énergie. La réalisation d'un système de pompage photovoltaïque autonome, fiable et à bon rendement, constitue une solution pratique et économique au problème du manque d'eau, en particulier dans les régions désertique. En effet, un système photovoltaïque devient intéressant lorsqu'il est facile à installer avec une autonomie acceptable et une excellente fiabilité de service. Dans ce chapitre on traite plus particulièrement les éléments nécessaires qui consistent une station de pompage solaire.

IV. 2: Méthodes de pompages

Pour pomper l'eau avec un système photovoltaïque, deux techniques sont possibles :

Dans la première technique, l'énergie solaire est consommée en « temps réel » ; On parle alors d'un « pompage au fil du soleil ».

La deuxième méthode consiste à utiliser un stockage de l'énergie, cette fois-ci, via des batteries. L'énergie stockée la journée peut être utilisée plus tard pour pomper l'eau [25].

IV. 2. 1 :Pompage « au fil du soleil »

Comme on va le constater, la méthode de pompage « au fil du soleil » permet d'avoir un système photovoltaïque plus simple, plus fiable et moins coûteux qu'un système utilisant des batteries pour stocker de l'énergie d'abord. En effet, dans cette première technique, c'est l'eau elle-même qui est pompée et stockée lorsqu'il y a suffisamment d'ensoleillement. On parle alors d'un stockage hydraulique. L'eau est stockée dans un réservoir à une hauteur au-dessus du sol pour qu'elle soit, au besoin ensuite, distribuée par gravité. Il faut bien signaler ici que le réservoir d'eau peut souvent être construit localement. En plus, il ne requiert pas un entretien complexe et peut être réparé localement. La capacité de stockage peut varier d'un à plusieurs jours selon les modèles. [25].

IV. 3 : Méthode simple de dimensionnement

Les différentes étapes pour le dimensionnement d'un système de pompage sont :

- Evaluation des besoins en eau
- Calcul de l'énergie hydraulique nécessaire
- Détermination de l'énergie solaire disponible
- Choix des composants. [9]

IV. 3. 1. 1: Estimation des besoins en eau

La boue de forage, les systèmes de refroidissement, la cuisine, la lessive et les sanitaires constituent les principaux usages de l'eau pour les besoins au niveau du chantier pétrolier.

Le concept de la quantité d'eau requise n'est parfois même pas valide parce qu'en plusieurs occasions le facteur limitant sera la capacité de production d'eau d'un puits ou d'un forage.

Afin de déterminer la disponibilité de l'eau dans un puits ou un forage, il faut obtenir ou mesurer le diamètre du puits ou du forage, son niveau statique et le niveau dynamique à plusieurs débits pendant une journée. À partir d'informations sur la nappe aquifère concernée, il est possible d'estimer les conditions maximales de débit et de rabattement pour l'année.[5]

Tableau IV. 1 : Besoins en eau du chantier de forage

Humains:50 personne	
30 l/jour/personne	Conditions de vie normale
Forage	
123500 l/jour	Cas de forage Perte partielle en phase 26"

$$\text{besoins en eau} = (50 \times 30) + 123500 = 125\text{m}^3$$

IV. 3. 1. 2: Estimation de la charge

Il s'agit de choisir ou de définir la charge, c'est-à-dire déterminer le débit requis et la Hauteur manométrique totale(HMT) (m^3/h)

Débit: déterminer les besoins journaliers en eau durant la période de besoin maximal (perte partielle). [26]

Il est à noter que le forage doit être capable de remplir ces conditions d'exploitation;

- ✓ HMT: mesurer le niveau dynamique, la hauteur du réservoir et les pertes de charge dues à la tuyauterie.
- ✓ Arrêter la configuration du système (type de pompe, moteur, etc.).
- ✓ Choisir la tension nominale à la sortie du générateur.
- ✓ Choisir le genre de conditionnement de l'énergie électrique nécessaire et en estimer l'efficacité.
- ✓ Réajuster la charge aux fins d'optimisation de l'efficacité et la convertir en ampères-heures par jour.

IV. 4: Choix d'une pompe électrique immergée

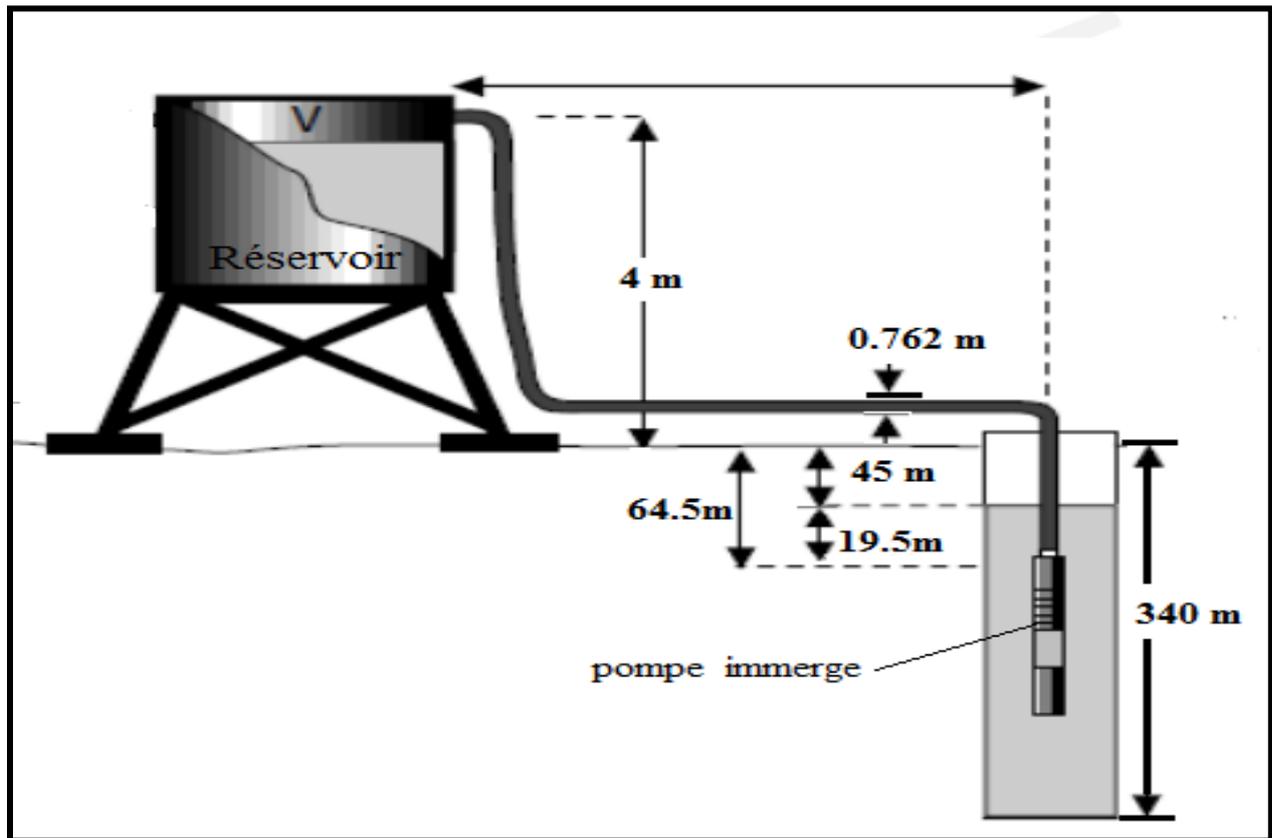


Figure IV. 1: Données de base d'une pompe

Les données d'un puits d'eau dans La région de HAUD BERKAOUI

- ✓ la profondeur de puits (340m).
- ✓ hauteur statique(45m).
- ✓ hauteur dynamique (64.5m).
- ✓ Débit de formation (72m³/h)
- ✓ Débit de pompe (30m³/h)
- ✓ La conduite utilisée a un diamètre intérieur de 76.2 mm.
- ✓ La longueur totale au sol de la conduite de refoulement de(92 m).
- ✓ On désire une pression résiduelle de 1 bar soit 10.33 mètres colonne d'eau.

IV. 4. 1: La hauteur manométrique totale

$$\text{HMT} = H_g + J_{\text{linéaires}} + P_r + J_{\text{singulières}} \quad (\text{IV. 1})$$

Avec : 1 bar = 10.33 mCE dans les conditions normales de température et de pression.

En toute logique, les pertes de charge singulières doivent être calculées. Dans le cas d'une pompe immergée refoulant (pas de hauteur d'aspiration limitée), ce terme sera négligé à ce niveau.

mCE : mètre colonne d'eau

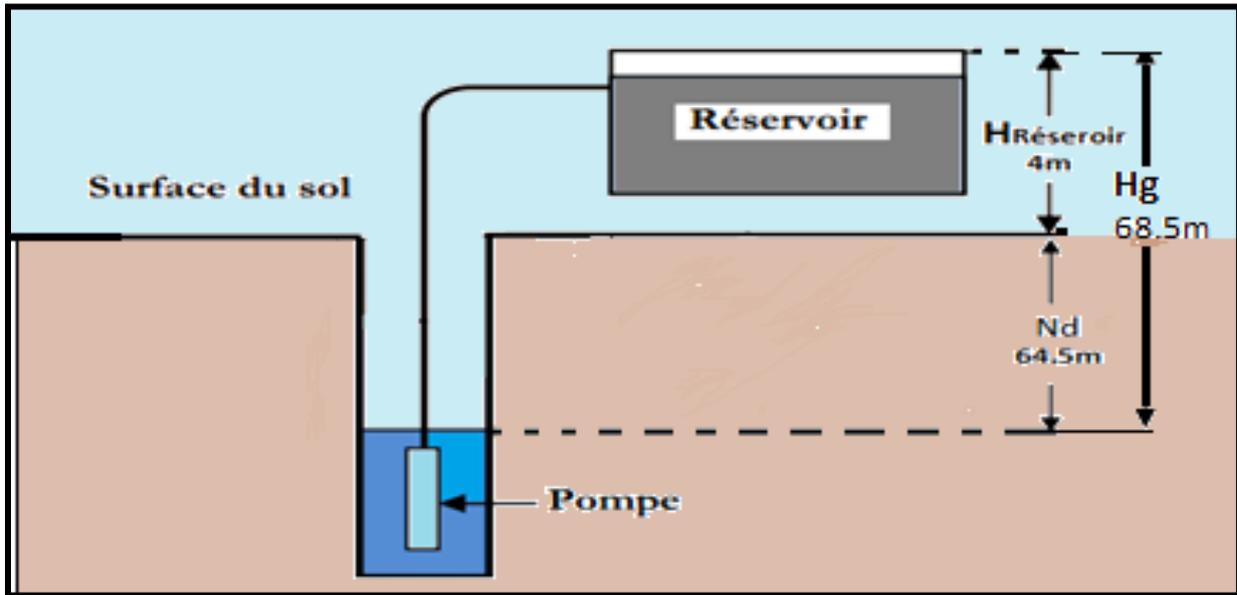


Figure IV. 2:Hauteur géométrique.

6.3est le coefficient de pertes de charge par $\frac{cm}{m}$ de tuyau pour les conditions énoncées (tuyau de 76mm, débit de $30m^3/h$) à partir de la table de détermination des pertes de charge.

Tableau IV. 2: le coefficient de pertes de charge par $\frac{cm}{m}$

Débit	Diamètre nominal en mm															
	m^3	l/s	15	20	25	32	40	50	60	70	80	100	125	150	175	
0,5	0,14	10	2	0,5	0,1											
0,7	0,2	20	4	1	0,2											
1	0,28	40	8	2,1	0,5	0,2										
1,5	0,42		17	5	1	0,5	0,1									
2	0,55		33	9	2	0,9	0,3									
2,5	0,7			16	3,5	1,7	0,5									
3	0,83			21	4,5	2,2	0,6	0,3	0,1							
4	1,11			32	7,6	3,5	1	0,6	0,2	0,1						
5	1,39				13	6	1,8	0,9	0,4	0,2						
6	1,67				17	8	2,5	1,3	0,5	0,3						
8	2,22				33	14	4,5	2,3	1	0,5	0,1					
10	2,78					23	7	3,5	1,5	0,7	0,2					
12	3,34					33	10	5	2,2	1	0,3	0,1				
15	4,17						15	7,9	3,4	1,6	0,5	0,2				
20	5,55						26	14	6	2,8	0,8	0,3	0,1			
25	6,95						40	22	9,4	4,4	1,3	0,4	0,2			
30	8,35							31,5	13,5	6,3	1,9	0,6	0,2	0,1		
40	11,1								24	11,2	3,3	1,1	0,4	0,2		
50	13,9								37,5	17,5	5,2	1,7	0,7	0,3		
60	16,7									25	7,6	2,4	1	0,4		
70	19,5									34	10,2	3,3	1,3	0,5		
80	22,2										13,4	4,3	1,7	0,6		
100	27,8											21	6,8	2,6	1	
150	41,6												15,3	5,8	2,2	
200	55,5													27	10,4	4
300	83,3														21	9,3

$$\text{HMT} = (64.5 + 4) + 10.33 + ((156.5 \times 6.3) + (10\%) \times (156.5 \times 6.3))/100 = 89.67\text{m}$$

Pour la HMT 89.67 mètres et débits journaliers 125m^3 l'emploi d'une pompe centrifuge immergée multi-étages est souvent le seul choix possible à partir de la Figure I. 3

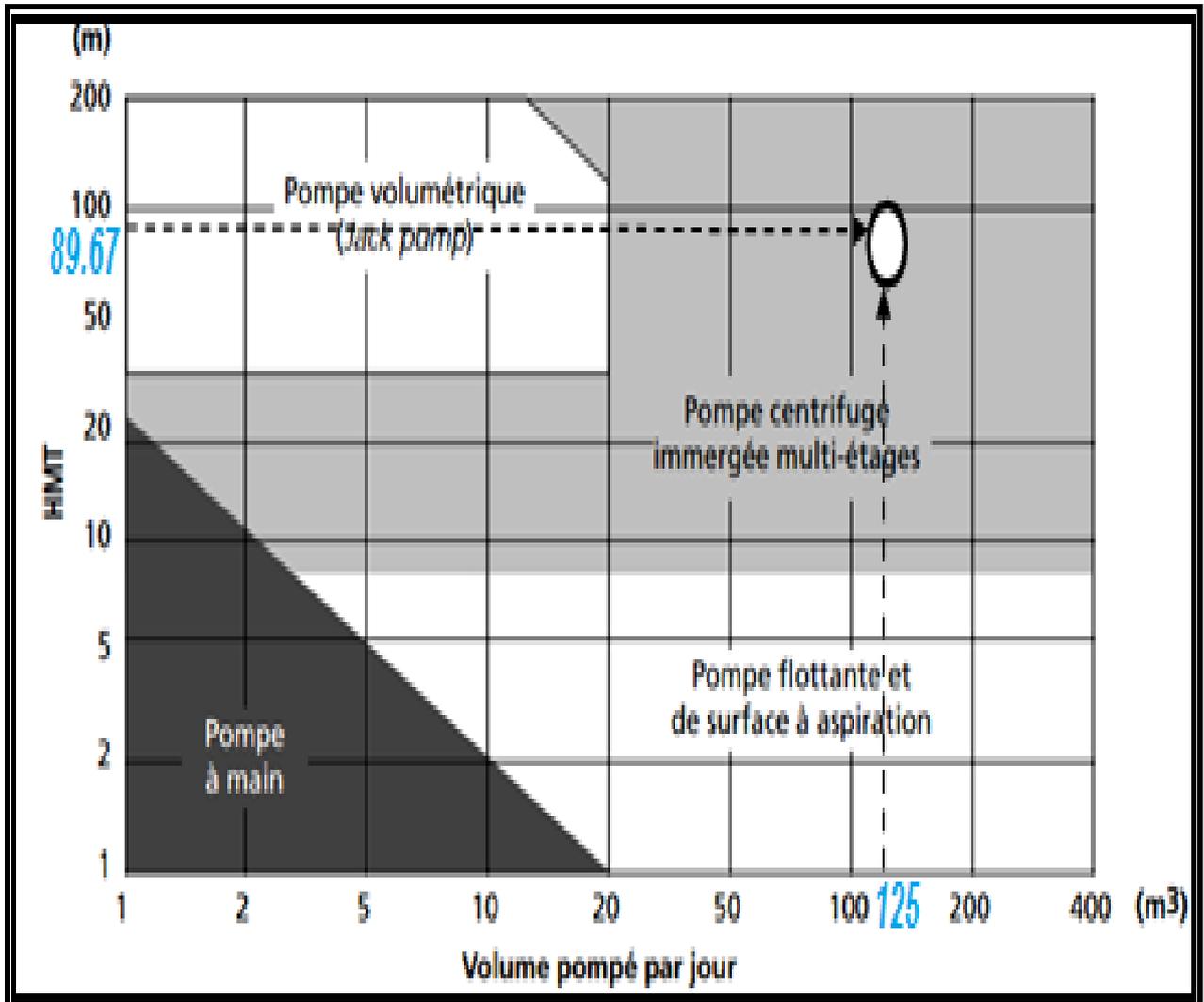


Figure IV. 3: Choix d'une pompe selon et le débit demandé

Le calcul de la HMT permet de déterminer le couple HMT, débit (89.67mCE , $30\text{m}^3/\text{h}$) afin de choisir la pompe appropriée par rapport aux courbes caractéristiques des pompes. Ici, on recherche une pompe capable de débiter une hauteur manométrique totale HMT, ($30\text{m}^3/\text{h}$ à 89.67mCE). Il faut donc choisir la série SP30 à partir de la Figure IV. 4

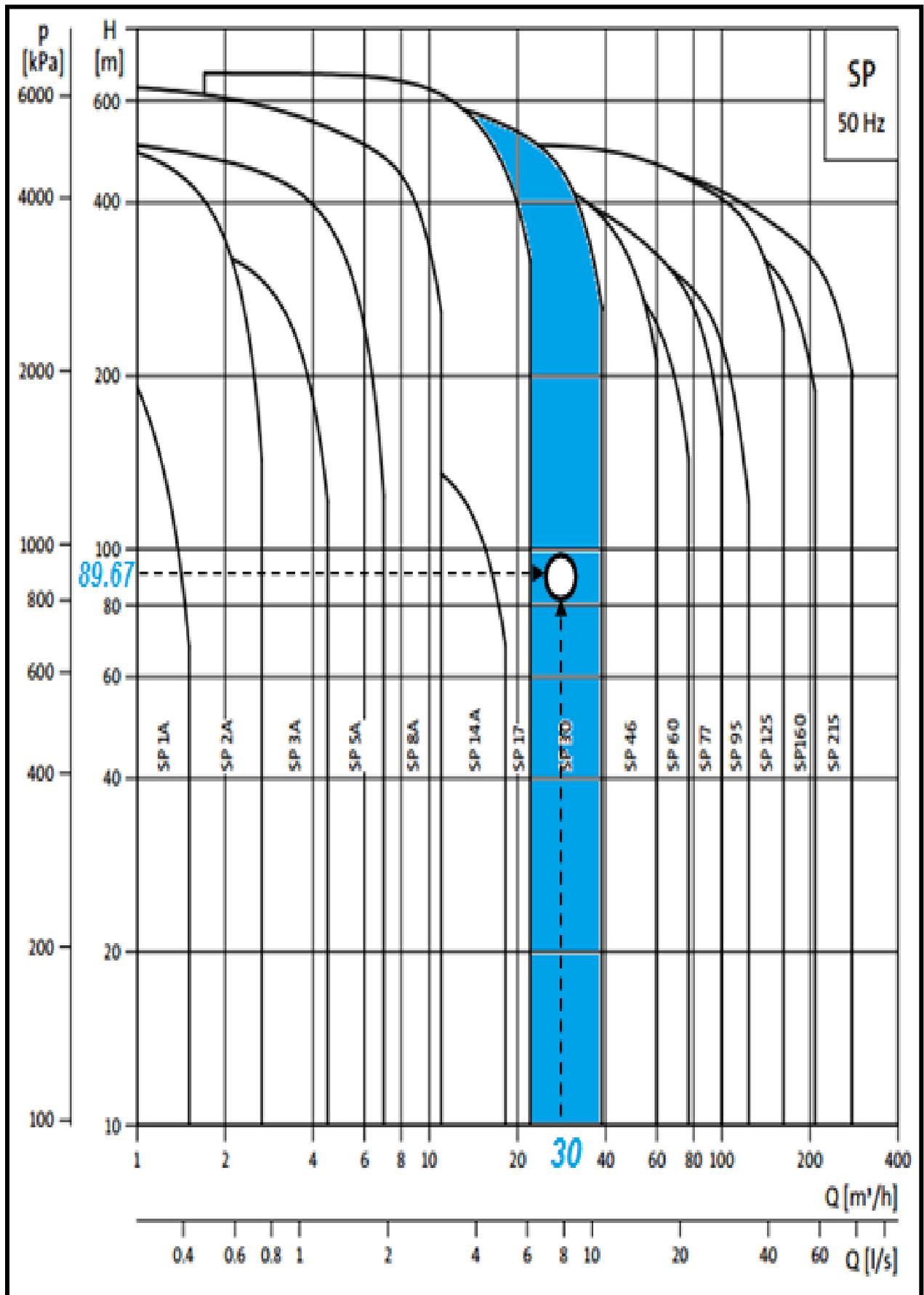


Figure IV. 4: Gamme des Grundfos. [30]

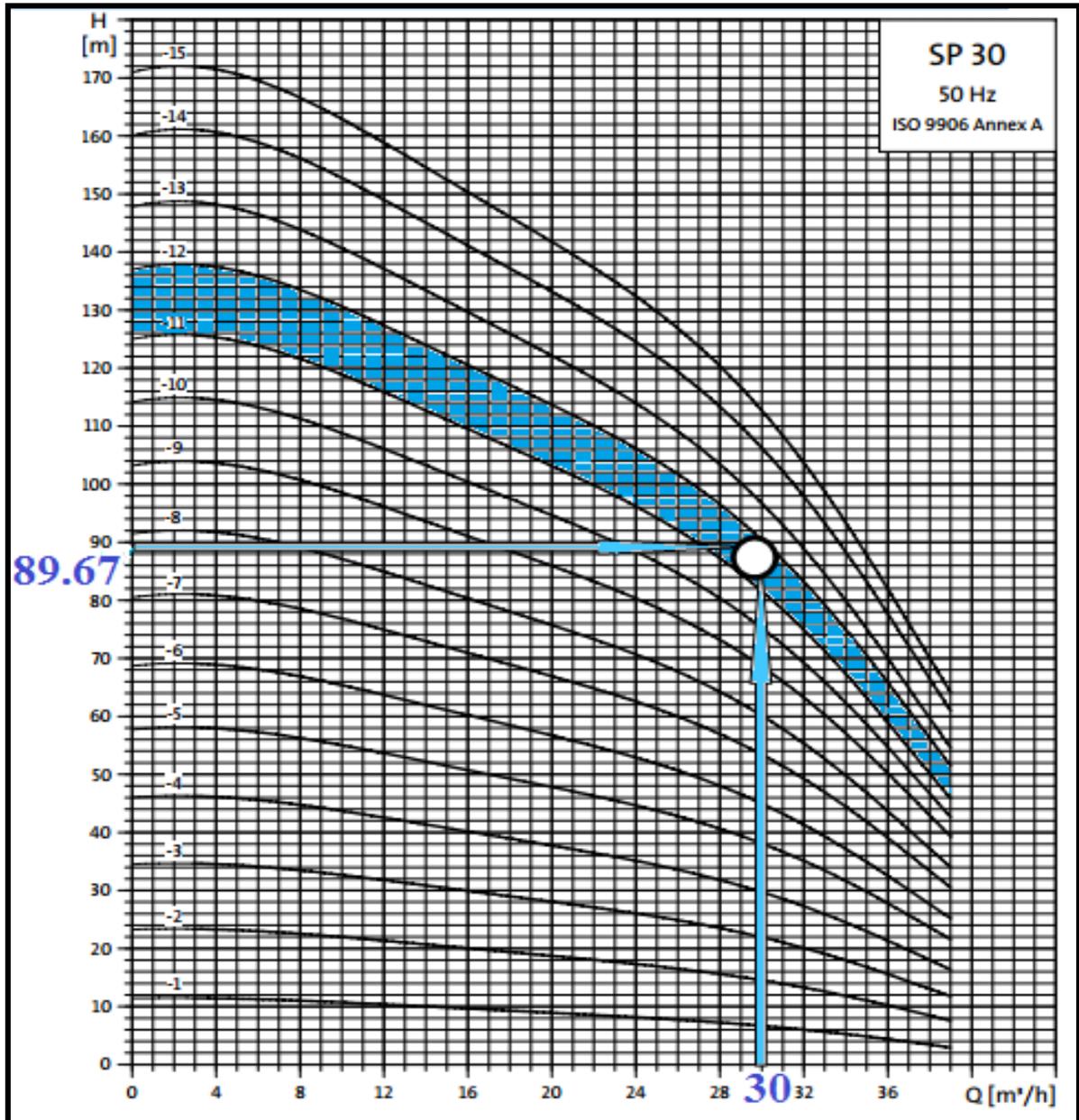


Figure IV. 5: Abaque de détermination du nombre d'étages d'une pompe pour une série donnée. [30]

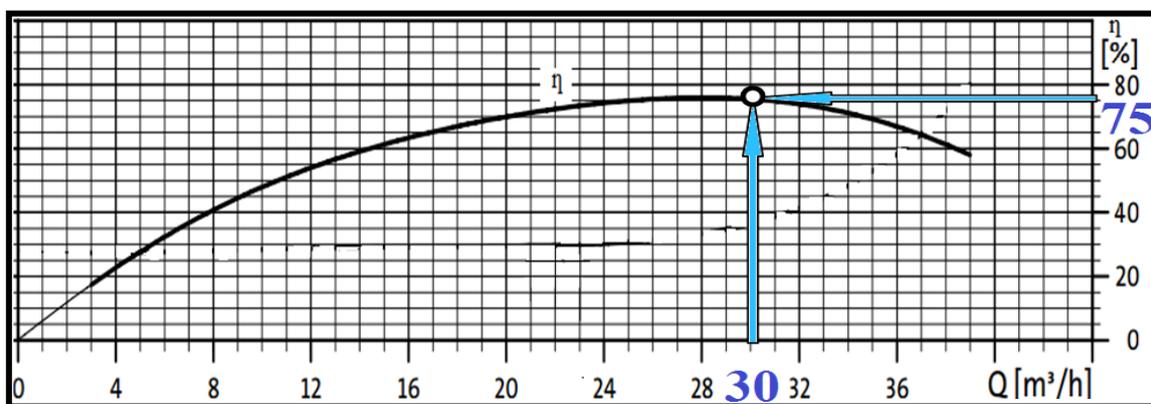
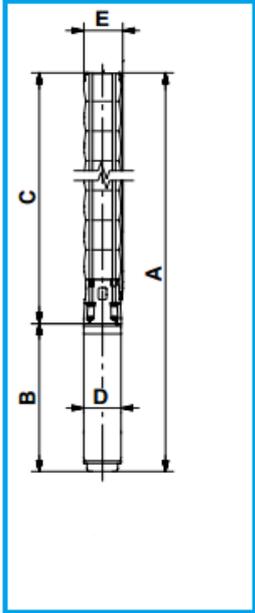


Figure IV. 6: Abaque de détermination le rendement d'une pompe pour une série donnée[30]

Tableau IV. 3: Représente les caractéristiques techniques d'une pompe SP 30-11. [30]



Type de pompe	Moteur		Dimensions [mm]								Poids Net [kg]	
	Type	Puissance [kW]	C	B		A		D	E'	E**	1x230V	3x230V 3x400V
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V					
SP 30-1	MS 402	1,1	349	346	306	695	655	95	131		16	14
SP 30-1 N (R)	MS 4000 R	2,2	349	573		922		95	131		26	
SP 30-2	MS 402	2,2	445		346		791	95	131			19
SP 30-2 N (R)	MS 4000 R	2,2	445	573	453	1018	898	95	131		28	23
SP 30-3	MS 4000	3,0	541		494		1035	95	131			25
SP 30-4	MS 4000	4,0	637		574		1211	95	131			31
SP 30-5	MS 4000	5,5	733		674		1407	95	131			38
SP 30-6	MS 4000	5,5	829		674		1503	95	131			39
SP 30-7	MS 4000	7,5	925		773		1698	95	131			46
SP 30-8	MS 4000	7,5	1021		773		1794	95	131			48
SP 30-5	MS 6000	5,5	749		544		1293	138	142	142		49
SP 30-6	MS 6000	5,5	845		544		1389	138	142	142		51
SP 30-7	MS 6000	7,5	941		574		1515	138	142	142		53
SP 30-8	MS 6000	7,5	1037		574		1611	138	142	142		55
SP 30-9	MS 6000	9,2	1133		604		1737	138	142	142		62
SP 30-10	MS 6000	9,2	1229		604		1833	138	142	142		64
SP 30-11	MS 6000	9,2	1325		604		1929	138	142	142		65
SP 30-12	MS 6000	11	1421		634		2055	138	142	142		70

Tableau IV. 4: Représente le Caractéristiques électriques d'un moteur MS 6000. [30]

Moteur							Caractéristiques électriques			Dimensions	
Type	Diamètre	Puissance [kW]	Intensité à pleine charge I [A]	intensité nominale In [A]	rendement	Cos φ	Id In	Longueur [mm]	Poids [kg]		
MS 4000	4"	2,2	6,05	5,9	77,0	0,80	5,0	496	17,0		
MS 4000	4"	3,0	7,85	7,5	80,0	0,79	5,4	576	21,0		
MS 4000	4"	4,0	9,60	9,75	79,5	0,84	5,3	676	26,0		
MS 4000	4"	5,5	13,0	14,4	79,8	0,79	5,0	776	42,5		
MS 6000	6"	5,5	13,6	13,2	80,0	0,80	6,0	604	42,5		
MS 6000	6"	7,5	17,6	17,0	81,5	0,84	4,9	634	45,5		
MS 6000	6"	9,2	21,8	20,2	82,5	0,85	5,5	664	48,5		
MS 6000	6"	11	24,8	24,2	83,0	0,86	5,0	699	52,5		
MS 6000	6"	13	30,0	28,5	84,0	0,84	5,4	754	58,0		
MS 6000	6"	15	34,0	33,0	84,0	0,84	5,9	814	64,0		
MS 6000	6"	18,5	42,0	39,5	85,0	0,85	5,8	874	69,5		
MS 6000	6"	22	48,8	48,0	84,5	0,85	5,6	944	77,5		

Tableau IV. 5: Représente la section câble. [30]

TENSION (50 Hz)	Puissance moteur kW	SECTION CÂBLE en mm ²							
		4 x 2,5	4 x 4	4 x 6	4 x 10	4 x 16	4 x 25	4 x 35	4 x 50
		LONGUEUR MAXI CÂBLE en mètres							
3 - 400 V	4	140	220	350	600	-	-	-	-
	5,5	120	170	270	440	740	-	-	-
	7,5	80	125	200	300	550	800	-	-
	9,2	70	100	170	250	450	700	850	-
	11	-	80	130	210	350	590	750	-
	15	-	-	100	160	270	400	600	700
	18,5	-	-	-	120	220	350	500	600
	22	-	-	-	120	200	300	400	500
	26	-	-	-	-	170	250	350	450
30	-	-	-	-	150	220	300	400	

La figure IV. 5 et dans cette série Celle qui comporte 11 étages.

les constructeurs présentent les caractéristiques des pompes (SP30 – 11) Par Une fiche technique sera réalisée pour éviter les confusions au niveau du Traitement de la commande (choix des conduites, marquage, type de Carburant etc.).

Suivant les données du fabricant (catalogue Grundfos) la pompe choisie possède les caractéristiques suivantes.

Tableau IV. 6 : fiche technique de pompe immergée Grundfos (SP30 – 11)

DN refoulement mm	76.2
Débit max. m ³ /h	38
HMT max. m	600
point fonctionnement	
débit m ³	30
HMT m	89.67
Rendement (%)	75
type de moteur	IP58 FRANKLIN
moteur	3 X 400V
intensité nominale	20.2A
intensité a pleine charge	21.8 A
puissance	9.2 kw
rendement (%)	82.5%

IV. 4. 2 : Calcul de La puissance absorbée sur l'arbre de la pompe

$$P_{kw} = \frac{Q \times HMT}{367 \times \eta_{Pompe}} \quad (IV. 2)$$

$$p = \frac{30 \times 89.67}{367 \times 0.75}$$

$$P = 9.77 \text{ kw}$$

IV. 5: L'alimentation Électrique de La Pompe

IV. 5. 1: Calcul de la puissance électrique

$$\text{La puissance apparente: } P = U \times I \text{ en KVA} \quad (IV. 3)$$

C'est la puissance utilisée pour désigner les générateurs.

$$P = 400 \times 21.8$$

$$p = 8.72 \text{ KW}$$

La puissance réelle: $P = U \times I \times \text{Cos}\varphi$ en KW (IV. 4)

La puissance réelle sert au calcul de la consommation des moteurs, elle tient compte du facteur de puissance réactive $\text{Cos}\varphi$, égal à 0.85. [8]

$$P = 400 \times 21.8 \times 0.85$$

$$P = 7.41 \text{ KW}$$

IV. 6 : Dimensionnement d'un générateur

Le générateur sera choisi en fonction des caractéristiques du moteur de la pompe. Une pompe triphasée sera toujours alimentée par un groupe fournissant du courant triphasé. Une pompe monophasée, pourra être alimentée par un groupe monophasé ou triphasé de préférence pour réduire les problèmes d'intensité de démarrage. Un boîtier de démarrage sera nécessaire pour les pompes monophasées. [8].

IV. 6. 1: Calcul théorique des puissances (moteur et groupe)

Les caractéristiques de la pompe (SP 30 – 11) sont données par le constructeur:

$$I_{\text{nominal}} = 20.2 \text{ A}$$

$$\frac{I_d}{I_n} = 5.5 \quad (\text{IV. 5})$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.85$$

$$U = 400 \text{ V}$$

$$I_d = 20.2 \times 5.5$$

$$I_d = 111.1 \text{ A}$$

IV. 6. 2: Puissance consommée par le moteur de la pompe:

$$P(w) = U \times I_{\text{nom}} \times \text{Cos}\varphi \quad (\text{IV. 6})$$

$$P(w) = 400 \times 20.2 \times 0.85$$

$$P(w) = 6.87 \text{ KW}$$

IV. 6. 3: Puissance requise par le générateur en Volt-Ampère

$$P(\text{VA}) = U \times I_{\text{nom}} \quad (\text{IV. 7})$$

$$P(\text{VA}) = 400 \times 20.2$$

$$P(\text{VA}) = 8.08 \text{ KVA}$$

IV. 6. 4: Puissance requise par le générateur au démarrage:

$$P (\text{kVA}) = U \times I_d \quad (\text{IV. 8})$$

$$P (\text{kVA}) = 400 \times 111.1$$

$$P (\text{kVA}) = 44.44 \text{ KVA}$$

La puissance du groupe requise, alimentant cette pompe d'après les calculs devrait être de 44.44 KVA

IV. 7: Dimensionnement du générateur photovoltaïque

IV. 7 . 1: Calcul de l'énergie quotidienne requise

L'énergie nécessaire pour déplacer une certaine quantité d'eau sur une certaine hauteur pendant une journée est calculée à partir des données de débit et de HMT requises, elle est exprimée en watt – heure. Ce calcul est fonction d'une constante hydraulique (C_H) et est inversement proportionnel au rendement du groupe motopompe utilisé. [5]

IV. 7. 1. 1: Énergie requise pour la pompe

$$E_{ele} = \frac{C_H \cdot Q \text{ (m}^3\text{/j)} \cdot \text{HMT (m)}}{R_p} \quad (\text{IV. 9})$$

$$E_{ele} = \frac{\text{Constante hydraulique} \times \text{le débit journalier} \times \text{la HMT}}{\text{Rendement du groupe motopompe}}$$

Où

E_{ele} est habituellement exprimé en kWh

$$C_H = g \cdot d = \frac{9.81 \text{ (m/s}^2\text{)} \times 10^3 \text{ (kg/m}^3\text{)}}{3600 \text{ (s/h)}} = 2.725 \frac{\text{kg}\cdot\text{h}}{\text{s}^3\cdot\text{m}^2} \quad (\text{IV. 10})$$

Où

g = Constante de la gravité (9,81 m/s²)

d = La densité de l'eau (1000 kg/m³)

Selon notre fiche de dimensionnement, pour un chantier pétrolier, le débit journalier requis sera de 125 m³ par jour. La HMT de la station a été calculée à 89.67 mètres. La pompe sera utilisée dans les limites de hauteur recommandées et les tuyaux auront un diamètre suffisant pour minimiser les pertes de charge.

Dans ces conditions, nous avons choisi, pour notre exemple, une pompe immergée avec un moteur à courant alternatif, Ce choix a été déterminé par les courbes fournies par le constructeur, l'efficacité de la pompe choisie est près de 75% et l'efficacité du moteur à courant alternatif est d'environ 82.5% au point de fonctionnement nominal. Le total de l'efficacité du groupe motopompe sera donc de 61.8 % [5,8]

$$\eta_{motopompe} = \eta_{moteur} \times \eta_{pompe} \quad (\text{I. 3})$$

$$\eta_{motopompe} = 75 \times 82.5 = 61.8$$

$$E_{ele} = \frac{2.725 \times 125 \times 89.67}{0.618} = 49423.7$$

V. 7. 1. 2: Les conditions du site

La région de HAoud BERKAoui représente l'une des dix (10) principales zones productrices d'hydrocarbures du Sahara algérien.

Sur la route RN° 49 dite des pétroliers reliant Ghardaïa à Hassi Messaoud, et à 35Km au sud-ouest d'Ouargla, un carrefour indique la présence d'un champ pétrolier, il s'agit de la région de HAUD BERKAOUI. Cette région est située à 142Km de HASSI Messaoud, à 770Km au sud de la capitale (ALGER), elle est importante en raison de sa part de production des hydrocarbures du pays. Elle s'étend du sud est de Ghardaïa jusqu'au champ extrême de Boukhzana, près de la route de Touggourt.

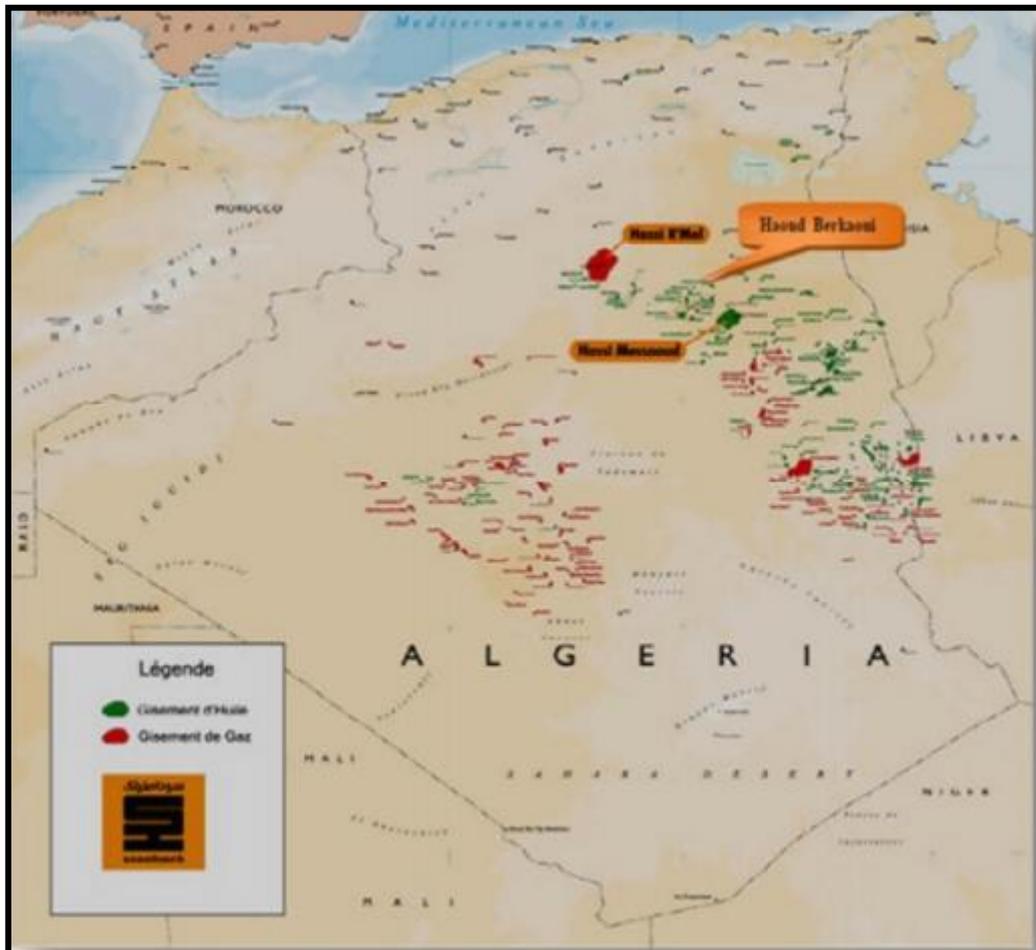


Figure IV. 7 : : Situation géographique de la région

Tableau IV. 7: Spécifications du site d'Ouargla

Latitude : 31N	Longitude : 5°24'E
Altitude : 141m	Albédo : 0.35

.Choisir le mois où l'ensoleillement maximal est le plus faible .On se basant sur les données mesurées durant les années 2006 à 2010 par la station météo de

Ouargla [27], on obtient :

Tableau IV. 8: Valeurs moyenne d'insolation mensuelle. [28]

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sep	Oct	Nov.	Déc.
S(h)	8,2	8,9	8,4	9,6	9,2	10,2	10,8	10,4	8,6	8,2	8,0	6,3

Ensoleillement = 6.3 heures

IV. 7. 2: Dimensionnement du champ:

Comme le système fonctionne en toute saison, on incline le champ à un angle égal à la latitude, soit 31° , on constate que c'est en décembre que le nombre moyen d'heures de soleil est minimal, c'est-à-dire un maximum de 6.3 heures de soleil par jour. En supposant des pertes de 20% attribuables à la température et à la poussière, la dimension théorique de celui ci sera de

$$W_p = \frac{E_{ele}}{\text{Ensoleil.} (1 - \text{Pertes})} \quad (\text{IV. 11})$$

$$W_p = \frac{49423.7}{6.3 (1 - 0.2)} = 9806.29 \text{ W}$$

IV. 7. 2. 1: Nombres de modules :

Nous avons choisi le modèle photovoltaïque BP SX 150 de chez BP Solaire. La série SX de BP Solaire fournit une puissance photovoltaïque rentable destinée à un usage général par exploitation directe de charges courant continu, ou de charges courant alternatif sur les systèmes munis d'onduleur. Le module est composé de 72 cellules solaires multi cristallines en silicone connectées en série pour produire une puissance maximale de 150 W. [29]

Tableau IV. 9: Caractéristiques électriques du module photovoltaïque BP SX 150

Puissance maximale (P_{max})	150 W
Tension à P_{max} (V_{mp})	34.5 V
Courant à P_{max} (I_{mp})	4.35 A
Courant de court-circuit (I_{cc})	4.75 A
Tension à circuit ouvert (V_{oc})	43.5 V

Le choix de l'onduleur dépend des caractéristiques électriques de la pompe alimentée (puissance, tension).

Le nombre total de modules constituant le générateur PV est calculé par la formule suivante :

$$N_M = \frac{W_p}{P_n} = \frac{9806.29}{150} = 65.38 \cong 66 \quad (\text{IV. 12})$$

Avec :

W_p : La puissance crête du générateur.

P_n : La puissance du module PV.

IV. 7. 2. 1. 1: Nombre de modules en série :

Pour trouver la tension convenable à l'alimentation d'une charge donnée par la mise en série de plusieurs modules PV, le nombre de ces modules est calculé par l'expression suivante :

[10]

$$N_{MS} = \frac{V_{Ch}}{V_M} = \frac{400}{34.5} = 11.59 \cong 12 \quad (\text{IV. 13})$$

Avec :

V_{Ch} La tension nominale de la charge (l'onduleur).

V_M La tension nominale du module.

IV. 7. 2. 1. 2: Nombre de modules en parallèle : La mise en parallèle de modules donne l'intensité nécessaire à la charge. Le nombre de branches est calculé par l'équation suivante :

[3]

$$N_{MP} = \frac{N_M}{N_{MS}} = \frac{66}{12} = 5.5 \cong 6 \quad (\text{IV. 14})$$

IV. 7. 3: Correction de la puissance crête :

Dans la plus part des cas, les nombres de modules (en séries et/ou en parallèles) calculés ne sont pas des entiers ; il faut donc les arrondir pour trouver la nouvelle puissance corrigée.

[10]

$$N_M = N_{MS} \times N_{MP} = 12 \times 6 = 72 \text{ modules}$$

$$W_p = P_n \times N_M = 72 \times 150 = 10800 \text{ W}$$

$$W_p = I(N_{MP}) \times V(N_{MP}) = 26.1 \times 414 = 10800 \text{ W}$$

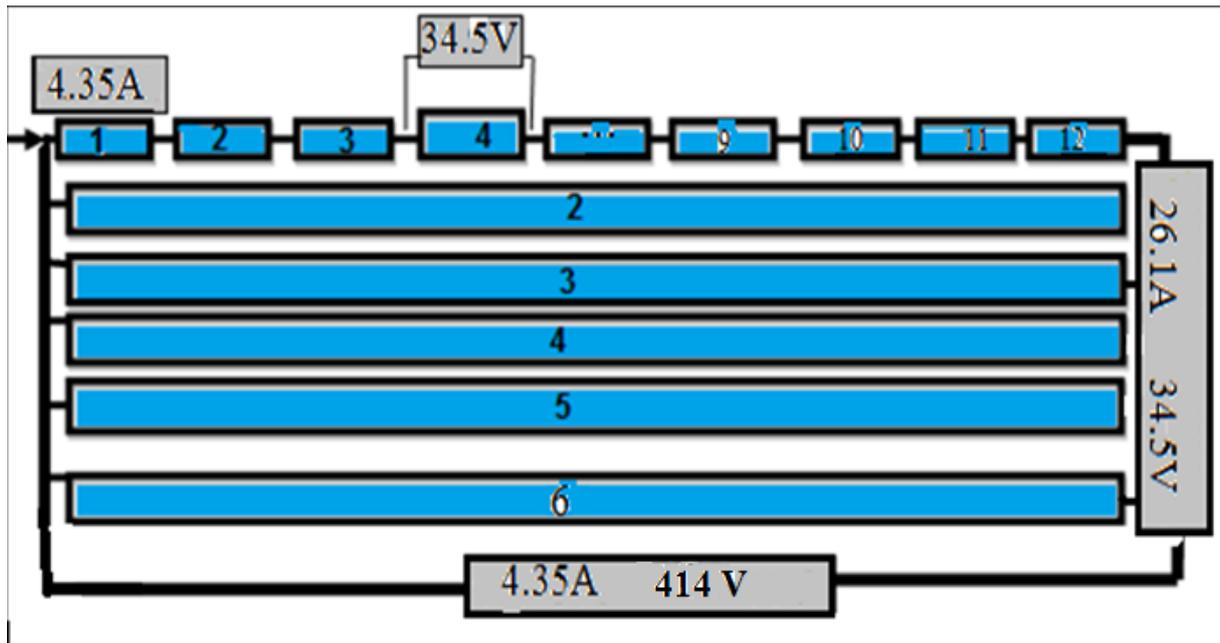


Figure IV. 8: Dimensions des panneaux solaires

TableauIV. 10: Caractéristiques du champ

Eelec	Ensoleillement	Pertes	P champ	Tension	Intensité	Config.
Wh	Heures	%	Wp	V	I	S x P
69417.83	6.3	20	10800	400	26.1	12 x 6

IV. 8:Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons présenté les résultats d'une étude qui a conduit au dimensionnement d'une installation de pompage photovoltaïque pour alimenter un chantier de forage pétrolier en eau dans la région de HAOUD BERKAOUI

Nous avons présenté les différents éléments de ce système photovoltaïque qui sont: un générateur photovoltaïque, une électropompe et un onduleur. Selon l'étude, le générateur photovoltaïque adéquat est constitué de 72 modules photovoltaïques en silicium poly cristallin d'une puissance crête de 150 WC chacun. Ainsi, la puissance crête du générateur PV est de 10800 WC. Il est cependant important de signaler que, souvent, le calcul de la taille du générateur comporte un certain degré d'incertitude. Cette incertitude est principalement due à deux raisons essentielles :

La première est liée au caractère aléatoire du rayonnement solaire qui est souvent peu connu. La deuxième est liée à l'estimation difficile des besoins d'eau demandés. Il est ainsi conseillé de prendre des précautions quant au choix du type de pompe et de la taille du générateur.

CONCLUSION

Conclusion générale

Dans ce travail, on a étudié le système de pompage solaire. On a traité un exemple réel situé à la Champ de HAOUD BERKAOUI. On peut rapidement comprendre et justifier l'intéressement à l'énergie solaire pour pomper l'eau. D'abord, l'énergie solaire photovoltaïque est une énergie propre, silencieuse, disponible et gratuite. C'est d'ailleurs ce explique que son utilisation connaît une croissance significative dans le monde. D'autre part, la demande d'énergie électrique, essentiellement pour les besoins des zones rurales et les sites isolés, ne cessent d'augmenter, en particulier, les systèmes de pompage d'eau. Classiquement sur ce type de site, on utilise l'énergie conventionnelle par groupe électrogène. Mais cette énergie présente plusieurs contraintes, comme le transport du combustible et les entretiens périodiques pour les moteurs diesels.

En générale, la problématique posée lors de la conception d'un système de pompage, par énergie solaire photovoltaïque. L'amélioration du rendement de captation par l'orientation de la surface des modules du champ photovoltaïque permet d'obtenir une utilisation rationnelle du système. Autrement dit, un bon rendement donc un coût réduit, deux conditions doivent être étudiés soigneusement :

Premièrement, l'amélioration de la captation d'ensoleillement par les panneaux solaires afin récupérer le maximum d'énergie possible.

Les résultats nous ont bien confirmé que la meilleure inclinaison des panneaux solaires photovoltaïques pour un usage à longueur d'année est celle de la latitude de l'endroit où sont installés les capteurs. Environ 31° pour notre site d'application de Ouargla. Une inclinaison optimale mensuelle représente la solution idéale. Encore plus pratique et plus intéressant, nous avons montré que l'énergie reste maximale en changement l'inclinaison des panneaux que quatre fois par an ; c'est que nous avons proposé comme étant l'angle optimale saisonnière.

La deuxième condition concerne le dimensionnement optimal du système de pompage. Nous avons montré que dans un souci de simplification et de minimisation des coûts, il est plus intéressant d'utiliser un stockage de l'eau dans des réservoirs hydrauliques. Le système obtenu est alors avec un fonctionnement naturel, et donc à priori très fiable et à coût minimum.

Ce système de pompage solaire est conçu pour un approvisionnement en eau dit « au fil du soleil ». C'est à dire une durée de pompage tout au long de la journée.

Pour mieux analyser les contraintes de l'exploitation d'un système de pompage d'eau,

Nous avons présenté résultats obtenus d'une étude qui a conduit au dimensionnement d'une installation de pompage photovoltaïque pour alimenter un chantier de forage pétrolier en eau dans Champ de HAUD BERKAOUI. Nous avons montré que le site de Ouargla présente un climat favorable à ce type d'énergie nouvelle ; la vallée de Ouargla est étendue sur une surface de plus de 163 233 km² avec un ensoleillement de plus de 5 kWh/m²/ jour. Une autre coïncidence très importante favorise encore l'utilisation de ce type d'énergie pour le pompage d'eau à Ouargla est que la demande d'eau, atteint son maximum par temps chaud et sec où c'est justement le moment où l'on a accès au maximum d'énergie solaire.

Enfin, bien qu'il soit plus claire maintenant que ce n'est pas toujours facile de choisir La quelle des deux techniques de pompage d'eau est la meilleure, il semble que l'avenir est pour l'énergie solaire photovoltaïque. En effet, l'augmentation incontrôlée des prix des carburants et l'épuisement inévitable de ce type de ressources classiques favorisent considérablement l'utilisation des énergies renouvelables. Par conséquent, le développement de ce type d'énergie décentralisé, en particulier dans le sud de notre pays, est très recommandé puisqu'il permet l'accès à l'eau facilement et à moindre coût dans n'importe quel endroit.

Résumé :

Nous avons présenté les résultats d'une étude qui a conduit au dimensionnement d'une installation de **pompage photovoltaïque** pour alimenter **un chantier de forage pétrolier** en eau dans la région de **HAOUD BERKAOUI**.

Les résultats obtenus montrent que les deux systèmes de pompage étudiés présentent, chacun, des avantages et des inconvénients. **Le système photovoltaïque** présente un coût d'investissement important, **un entretien** très réduit et un faible coût d'exploitation. Par contre, le **système groupe électrogène** présente un coût d'investissement relativement faible, mais un **coût d'exploitation**, d'entretien et de maintenance relativement important. Sans oublier le coût rattaché à **l'environnement**.

Ce travail s'appuie principalement sur la récompense de la rupture dans la situation où il y a un en panne dans un producteur de l'énergie, et aussi s'il ya un autre producteur pour redémarrer la pompe de temps en temps .

Cette récompense peut être tout-entière ou bien selon la commande . pour éviter la déminassions dans le chantier pétrolier par l'eau industrielle employée afin de construire les puits de forage. Notamment dans la situation des pertes partielles.

Donc le recours à l'énergie solaire sera essentiellement pour pallier au déficit d'approvisionnement qui peut surgir durant le forage du puits pour minimiser les risques liés à la rupture de l'alimentation, ces risques peuvent mettre en danger la vie du personnel et l'endommagement du puits et du matériel.

La recherche dans cet axe reste quasiment absente dans la littérature scientifique, l'utilisation combinée de l'énergie solaire photovoltaïque et photo-thermique peut contribuer à minimiser l'écart entre l'énergie solaire et **l'énergie d'origine fossile** pour alimenter un chantier pétrolier en eau.

Abstract :

We presented the results of a study that led to the design of a photovoltaic pumping system to supply an oil drilling site in the region of HAOUD BERKAOUI.

The results obtained show that the two pumping systems studied each have advantages and disadvantages. The photovoltaic system has a high investment cost, a very low maintenance and a low operating cost. On the other hand, the generator system has a relatively low investment cost, but a relatively high cost of operation, maintenance and maintenance. Not to mention the cost attached to the environment



This work relies mainly on the reward of breaking up in the situation where there is a breakdown in an energy producer, and also if there is another producer to restart the pump from time to time.

This reward can be all-in or according to the order. to avoid the demining of the oil yard by the industrial water used to build the boreholes. Especially in the situation of partial losses.

Therefore, the use of solar energy will be essentially to overcome the supply deficit that may arise during the drilling of the well to minimize the risks related to the power failure, these risks may endanger the lives of staff and the damage to the well and equipment.

Research in this area remains virtually absent in the scientific literature, the combined use of solar photovoltaic and photo-thermal energy can help to minimize the gap between solar energy and fossil energy to power a planet. oil tankyard in water.

ملخص :

قدمنا نتائج دراسة أدت إلى تصميم نظام ضخ كهربائي ضوئي لتزويد موقع حفر نפט في منطقة هود بركاوي كنتيجة أخيرة معطاة في هذا العمل ان نظامي الضخ المدروسين يقدمان سلبيات وإيجابيات نذكر على سبيل الحصر نظام الضخ باستعمال الطاقة الشمسية(الألواح الكهروضوئية) يقدم ثمن شراء كبير و ثمن صيانة واستغلال متوسط نوع ما في المقابل نظام الضخ باستعمال مولد الطاقة الكهربائية يقدم ثمن شراء متوسط نوعا ما لكن ثمن صيانة واستغلال مرتفع أيضا في هذه الحالة لا يمكن تجاهل ثمن المحيط وصحة الإنسان هذا العمل يقوم أساسا على تعويض النقص في حالة وجود عطل في مولد الطاقة وعدم وجود مولد بديل(إضافي) لتشغيل المضخة في أوقات غير معرفة هذا تعويض قد يكون كلي او جزئي حسب كمية الطلب قصد تفادي النقص في تموين الورشة بالمياه الموجهة طين الفر للبئر البترولية خاصة في حالة وجود ضياع جزئي ان الاعتماد على الطاقة الشمسية في بحثنا هذا هو من اجل تغطية و توفير كمية من المياه الصناعية لعملية الحفر في الورشة البترولية وذلك لتقليل الأخطار الناجمة عن ضياع طين الحفر ان البحث في مجال الطاقة الشمسية بنوعها سواء تعلق الأمر بالكهروضوئية أو الكهروحرارية لا يزال حتى اليوم غائب من اجل تضيق الفارق بينهما و بين الطاقات الكلاسيكية(الطاقة الحفرية) من تغذية ورشة ببتروولية بالمياه الصناعية

Bibliographiques :

- [1] Exposé de la série immeuble "Installation Utilitaire-pompages " Version du (16.05.2003).
- [2] B. Multon, H. B. Ahmed, N. Bernard, « les moteurs électriques pour applications de grande série », Pierre-Emmanuel CAVAREC Antenne de Bretagne de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan, Revue 3EI juin 2000.
- [3] B. Equer « Le Pompage Photovoltaïque Manuel de cours », énergie solaire photovoltaïque ellipses 1993
- [4] Guide technique Systèmes de pompage "Les économies d'énergie électrique dans les Systèmes de pompage" Bibliothèque nationale Québec ISBN 2 – 550 – 27191 – 2 (1993).
- [5] Jimmy Royer; Thomas Djiako ;Eric Schiller ;Bocar Sada Sy" le pompage photovoltaïque Manuel de cours à l'intention des ingénieurs et des techniciens «Institut de l'énergie des pays ayant en commun l'usage français(1998)
- [6] - J. M. Hirtz « Les stations de Pompage D'eau », Lavoisier TEC & DOC 1991
- [7] : B. Azoui et M. Djarallah, « Dimensionnement et expérimentation d'un système photovoltaïque de pompage d'eau utilisant un moteur à aimants permanents sans balais collecteur », Journée d'Etude sur l'Energie Solaire, Mardi 01 mars 2005, Bejaia.
- [8] B. Flèche - D. Délignes "Energie solaire photovoltaïque.doc"(Juin 2007)
- [9]M. T. Boukadoum, A. Hamidat et N. Ourabia "Le pompage photovoltaïque" Rev. Energ. Ren. : Zones Arides p. 69 – 73.
Centre de Développement des Energies Renouvelables Bouzaréah Alger. (2002)
- [10] B. Chikh-Bled, B. Benyoucef, F. Benyarou et I. Sari-Ali "Etude technico-économique d'un système de pompage photovoltaïque appliqué à un site saharien"Rev. Enger .Ren. ICPWE p.61 – 65
- [11] Hadj Arab, M. Benghanem et A. Gharbi, " Dimensionnement de systèmes de pompage photovoltaïque". Rev. Enger . Ren. Vol 8p.19 – 26
Faculté de Génie Electrique U.S.T.H.B. Bouzaréah, Alger (2005).

- [12] «Génération électrique intégrée aux sites industriels et bâtiments commerciaux»,
T. Hazel. Schneider Electric, 2000.
- [13] Caterpillar parts and technical information via Service Information Systems SIS. Logiciel
Caterpillar 2016.
- [14] M. Khov, “ Surveillance et Diagnostic des Machines Synchrones à Aimants Permanents
: Détection des courts-circuits par suivi paramétrique ”, Thèse de Doctorat, Université de
Toulouse, Décembre 2009.
- [15] H. Nordin, “ System Reliability, Dimensioning and Environmental Impact of Diesel Engine
Generator Sets used in Telecom Applications ”, Lindemark, Ericsson Components, Sweden.
- [16] F. Boudy, “ Etude du Systeme d'Injection d'un Moteur Diesel a Rampe d'Injection
Commune ”, Mémoire présenté à l'École de Technologie Supérieur, Montréal 208.
- [17] Site internet wikipedia.org, le moteur diesel, mai 2017
- [18] - Encarta 2005.
- [19]" Les pompe solaires : Dimensionnement d'une station de pompage en zone maraîcher ".DOC.
Thème d'ingéniorat de l'univ de Bechar.
- [20]" Etude de l'effet de la température sur les paramètres d'une cellule solaire org anique ".DOC
thème d'ingéniorat de l'univ de Bechar
- [21] M. Angel, “ Conception et Realisation de Modules Photovoltaïques Electroniques ”,
Thèse de Doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, Septembre
2006.
- [22] : Djarallah, Mohamed, "Contribution a l'étude des systèmes photovoltaïques résidentiels
couples au réseau électrique," université de Batna, Thèse de Doctorat en Science, 2008.
- [23] A. T.SINGO ‘ Système d'alimentation photovoltaïque avec stockage hybride
pour l'habitat énergétiquement autonome’ Thèse de doctorats, université Henri
Poincaré, Nancy-I,2010.

[24] S. Belakehal, “ Conception & Commande des Machines à Aimants Permanents Dédiées aux Energies Renouvelables ”, Thèse de Doctorat, Université de Constantine, Juin 2010.

[25] A. Labonne, « Alimentation d’une pompe à Burkina Faso »,2004

[26] B. Bouzidi, A. Malek et M. Haddadi, "Rentabilité économique des systèmes de pompage photovoltaïque"Rev. Eneger. Ren. Vol p.187 – 197

Centre de Développement des Energies Renouvelables , Bouzaréah, Alger (2006)

[27] M. Capderou, « Atlas solaire de l’Algérie », Office des publications universitaire Tome 1’ Tome 2, Algérie 1986.

[28]« station Météo Ouargla

[29] BP Solar BP SX150-150W Multi-crystalline photovoltaic Module Data sheet.

[30] www.grundfos.fr

[31] www.solarex.com

[32] Coure université ourgla-Abassa Hadje Abasse