MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE
N° : . . . . . .

DOMAINE : Génie électrique
FILIERE : Electrotechnique
OPTION : Energies Renouvelables en Electrotechnique

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Intitulé

ETUDE TECHNICO ÉCONOMIQUE D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAIQUE EN SITE ISOLE PAR PVSYST

Proposé et dirigé par :
Dr. BOUCHELAGHEM. A

Présenté par :
BELMEBROUK Mohammed
BERAHAL Zakaria

Soutenu devant le jury composé de :

. . .	Université Mohamed Boudiaf de M'Sila	Président
Dr. BOUCHELAGHEM. A	Université Mohamed Boudiaf de M'Sila	Rapporteur
. . .	Université Mohamed Boudiaf de M'Sila	Examinateur

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2020 /2021

بسم الله الرحمن الرحيم

Remercie

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu de m'avoir donné l'effort pour achever mes études supérieures.

Je tiens à remercier en premier lieu mon promoteur Dr. BOUCHLAGHEM AHMED pour ses remarques, ses conseils considérables.

Je tiens à remercier Mr Dr DRIF MAHMOUD pour sa volonté.

J'adresse mes remerciements à mes enseignants qui m'ont encadré durant mon cursus universitaire. Ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A ma très chère Mère et mon très cher Père.

A ceux qui m'ont toujours encouragé pour que je réussisse dans mes études.

A ceux qui ont veillé pour mon bienêtre.

A ceux qui m'ont soutenu dans les moments les plus difficiles de ma vie.

A ce que je l'aime et je respecte infiniment

Le jour est venu pour leur dire Merci…

A toute la famille BELMEBROUK et BERRAHAL.

A tous mes amis qui ont toujours été présents sur tout Mon collegue TITRAOUI BILAL et à tous mes camarades du Groupe ER.

BELEMEBROUK ET BERRAHAL

Sommaire I
ListedesFigures… II
Listedes Tableaux III
Listedes notations etsymboles… IV
Introductiongénérale 1

ChapitreI:

Généralitéssurl'énergiephotovoltaïque

I.1. Introduction 3
I.2. Descriptiondes systèmes photovoltaïques 3
I.3. Le générateurphotovoltaïque GPV 4
I.3.1. La cellule PV 4
I.3.2. Effetphotovoltaïque 4
I.3.3. Principedefonctionnement d'une cellule photovoltaïque 5
I.3.4. Type et rendementdes cellules photovoltaïques 6
I.3.5. Modules photovoltaïques 7
I.3.6. Caractéristiques d'un module 8
I.4. L'unitédestockage 9
I.4.1. Batteriesd'accumulateurs 9
I.5. Régulateurs 9
I.5.1. Principedefonctionnement des régulateurs 10
I.5.2. Régulateurparallèle 11
I.5.3. Régulateursérie 11
I.6. Onduleurs 12
I.7. ConvertisseurDC/DC… 12
I.8. Charge(utilisateurs) 13
I.9. Miseen placedu système 13
I.12. Idéesur lecoût dusystème 13
Conclusion 14

ChapitreII:

Conceptiond'uninstallationphotovoltaïqueauto nome

II.1. Introduction… 15
II.2. Etape1:L'estimationdesbesoinsjournaliersdel'utilisateurenélectricité 16
II.2.1. Evaluationdes besoins..... 16
II.2.2. Choix desappareilsélectriquesetleuradaptationausystèmePV..... 17
II.2.3. Présentationdel'habitat..... 17
II.2.4. Descriptiondemaison..... 17
II.2.6. Présentationdusite– Cahierdescharges..... 18
II.3. Etape 2:Estimationde l'ensoleillementsur lesitede l'installationdugénérateurPV 19
II.3.1. Orientationetinclinaisondesmodules..... 20
II.4. Etape3:Estimationduchamppphotovoltaïque(tensionetpuissancecrêteinstal léenombredemodules).....21
II.4.1. Choixdelatensiondusystème..... 21
II.4.2. Compositionduchamppphotovoltaïque..... 21
II.4.3. Nombredespanneaux..... 21
II.5. Etape4:EstimationdelacapacitédestockagedelabatterieetchoixdelaTechn ologie 23
II.5.1. Calculela capacitédestockage..... 23
II.6. Etape5: Dimensionnementdes câbleset plan decâblage 24
II.7. Etape6:Choixderégulateuretdel'onduleur..... 24
II.7.1. Choix durégulateur..... 24
II.7.2. Choixdel'onduleur..... 26
II.8. Choix descomposantsdusystème 27
II.9. Caractéristiquesdescomposantsutilisentpourledimensionnementdessystèm esPV.....28
II.10. Systèmed'éclairagepublicphotovoltaïqueautonome 28

II.10.1. Descriptiondu système.....29
II.10.2. Descriptiontechnique..... 29
Conclusion..... 30

ChapitreIII:

SimulationparPVsystd'uneinstallation photovoltaïqueautonome

III.1. Présentationde PVsyst..... 31
III.2. Menuprincipal..... 31
III.2.1. La conception préliminaire(pré-dimensionnement)..... 32
III.2.2. Conceptiondu projet..... 32
III.2.3. Outil..... 33
III.3. Présentationde projet..... 33
III.3.1. Donnéesgéographique..... 33
III.3.3. Données météorologiques..... 35
III.4. Conceptiondu projet..... 35
III.4.1. Lesétapes pouruneconception duprojet (isoleavecbatteries)..... 36
III.5. Résultatset discussions dela simulation numérique..... 44
III.5.1. Paramètresdu système(Isolé avecbatteries)..... 44
III.5.1.1. Caractéristiquesdu champ de capteurs..... 44
III.5.1.2. Caractéristiquesdu Batterie..... 44
III.5.2. Profiledecharge..... 44
III.5.3. performanceratio..... 45
III.5.4. Lesproductions normalisées..... 46
III.5.5. Bilanénergétique..... 47
Diagrammedespertessurl'annéeentière 48
Conclusion… 49

ChapitreVI:
Etudetechnico-*é*conomique

IV.1. Introduction 50
IV.2. Tableaux del'étudetechnico-économiquedessystèmesPV 51
IV.3. Installationetmaintenance 52
IV.4. Installationmécaniqueetélectrique 52
IV.4.1. InstallationdugénérateurPV 52
IV.4.2. Installationdesbatteriesdestockage 54
IV.5. Maintenance 55
IV.6. Miseàla terredu système 56
Conclusion… 56
Conclusion générale 57

Listedes Figures

ChapitreI

FigureI-1:Schémasynoptiqued'unsystèmephotovoltaïqueautonome *3*

FigureI-2:Schémaélectriqued'unecellulephotovoltaïque) *4*

FigureI-3:principedeconversiondel'énergiesolaireenénergieélectriqueparcellulePhoto voltaïque. *5*

FigureI-4:Typesdecellulesphotovoltaïques.(a)siliciummonocristallin,(b)siliciumpolycristallin,(c)siliciumamorphe *6*

FigureI-5:Modulephotovoltaïque *7*

FigureI-6:Schémasynoptiqued'ungénérateurPV *8*

FigureI-7:Schéma de principed'un régulateurdecharge *10*

FigureI-8:Régulateur parallèle *11*

FigureI-9:Régulateursérie *12*

FigureI-10: Onduleur *12*

FigureI-11:Convertisseur Continu-Continu *13*

ChapitreII

FigureII-1: Définitionde l'orientationetdel'inclinaisond'un panneauénergies *20*

FigureII-2:Rendementd'onduleur photovoltaïqueen fonctiondetauxde charge *26*

FigureII-3:systèmed'éclairagepublicautonomephotovoltaïque *30*

ChapitreIII

FigureIII-1:menuprincipal delogicielPVsyst *31*

FigureIII-2:sitedeMetarfa *33*

FigureIII-3:coordonnéegéographiquedeMetarfa *34*

FigureIII-4:ParamètresclimatiquedeMetarfa *35*

FigureIII-5:Conception duprojet *36*

FigureIII.6:horizon duMetarfa *37*

FigureIII-7: angled'orientation *38*

FigureIII-8:(a) la profile dechargeet (b) letempsd'utilisation *39*

Listedes Figures

FigureIII-9:la définition desystem autonome *40*
FigureIII-10:les paramètres pour choisirle typedebatterie *41*
FigureIII-11: les paramètres dela batterie *41*
FigureIII-12:les paramètres du champ PV *42*
FigureIII-13:le choix du régulateur *42*
Figure 111-14 : le schéma simplifié *43*
FigureIII-15:paramètres des pertes *43*
FigureIII-16:profiledecharge *44*
FigureIII-17: indicedeperformance *45*
FigureIII-18: Les productions normalisées *46*
FigureIII-19: Le diagrammedes pertes danslessytemePV *48*

Listedestableaux

ChapitreI

Tableau I-1:*Lesdifférentstypesdescellulesavecleurrendement.* 6

ChapitreII

Tableau II- 1:*Lapièce etL'équipement électrique dansl'appartement.* 17
Tableau II-2:*L'équipementélectriqueetleurpuissancedanscetteappartement*.....18
Tableau II-3:*Consommationd'uneappartement*.....19
TableauII-4:*Lestensionsdusystèmecorrespondantesàchaqueintervalledepuissancecrête*.....21
Tableau II- 5:*CaractéristiquetechniquedescomposantsdusystèmepV*..... 28

ChapitreIII

TableauIII-1: *Tableau desdonnéesgéographiquedusite deMetarfa*..... 33

ChapitreIV

TableauIV.1: *Etudetechnico-économiquedu systèmePValimentant 36 appartement*..... 51

Listedesnotationsetsymboles

Indice	Motclé	Unité
PV	photovoltaïque	/
GPV	générateurphotovoltaïque	/
MPPT	Lemaximum du pointdepuissance	/
Ei	L'énergiejournalièreconsomméd'unequipment	[Wh]
P_i	Lapuissance crêted'unequipment	[W]
t_i	Letempsd'utilisation	[h]
Pc	Lapuissancedecrête	[WC]
V_{OC}	Tensionauxbornesdumoduleenl'absencedetoutcourant	[V]
Icc	Courantdébitéparunmoduleencourtcircui	[A]
Ib	Courantdelabatterie	[A]
PR	PerformanceRation	[%]
Pg	Lapuissance crêtedeGPV auSTC	[W]
Hgh	L'irradiationjournalièremensuellemoyennesurleplacedeGPV	[Wh/m2/j]
Et	ÉnergieconsoméeramenéeauGVP	[Wh/j]
Ntm	Nombretotaledes modulesPV	/
NmS	Nombredemodules disposés en série	/
NBP	Nombredebranches enparallèle desmodules	/
Vm	Tensionnominald'unmodule	[V]
VDc	TensionDCnominaldusystème	[V]
VAc	Tensionnominald'unmodule	[V]
DODmax	Leniveau dedéchargeàatteindreavant ladéconnexion del'utilisation	/
Naut	Lesjoursd'autonomies	/
C(Wh)	Lacapacitédustockage	[Wh]
C(Ah)	CapacitédestockageenAmpèreheure	[Ah]
Nbs	Nombred'élémentsensérie	/
Ve	Tensiondel'élémentbatterie	[V]
VDC	LatensionDCnominaldusystème.	[V]
Nbp	Nombredebranches enparallèledesélémentsbatteries	/

Ce	Capacitéd'un élémentbatterie	[Ah]
Ne	Lenombretotal d'élémentsbatterie	/
$I_{G'}$	Le courantquiproduitparleGPV	[A]
I_{br}	Lecourantdebranchede moduleparallèle	[A]
I_l	Lecourantdel'utilisation	[A]
P_{DC}	Lapuissancedecharge DC	[W]
P_{AC}	Lapuissancedecharge AC	[W]
V_{AC}	LatensionACàlasortie del'onduleur	[V]
V_{DC}	LatensionDCnominaldusystème.	[V]
Pon	Lapuissancedel'onduleur	[W]

INTRODUCTIONGENERALE

L'Algérie, pays du soleil et de l'espace, peut s'inspirer de ces programmes pour uneexploitation à grande échelle de l'énergie solaire. Elle a les moyens humains et financiers àla mesure de ces programmes. L'enjeu est grand, et vital. L'Algérie est dans le monde l'undespaysde fortpotentiel d'exportation del'énergieélectriquesolaire[1].

Le soleil fournit une énergie lumineuse grandiose à la Terre. Mais le problème résidedans le fait que la forme sous laquelle nous recevons l'énergie n'est pas nécessairementcelle sous laquelle cette énergie est utilisable. C'est pourquoi, nous devons utiliser desprocessus de conversion de l'énergie. [2] La technologie qui permet la conversion de cetteformed'énergie(énergiesolaire)enénergieélectriqueestappeléeconversionphotovoltaïque.

L'électricitéphotovoltaïqueprésenteuneoptiontechniqueetéconomiqueintéressante pour des sites non raccordés au réseau de distribution centralisée. Lorsque lesbesoins à couvrir sont faibles où l'absence d'une maintenance lourde (diesel) constitue unavantageévident-lessystèmesphotovoltaïquestrouventleurpleinejustification,encomparaisondu servicerendu.

Cette transformation s'effectue sans bruit, sans émission de gaz, elle est donc uneénergie totalement propre. Par ailleurs, l'absence et le manque en mouvement des piècesmécaniques lui confèrent un niveau de fiabilité inégalable (la durée de vie d'un modulephotovoltaïqueest estimé généralement par lesexperts à30 ans).

L'énergie photovoltaïque est une possibilité de développement efficace et durable.C'est pour cela que les recherches scientifiques se développent dans le sens de généraliser,améliorer et optimiser l'exploitation des systèmes solaires. L'optimisation des systèmessolaires est basée sur des critères de dimensionnement et de maximisation de la puissancegénéréepouravoir un bonrendement [3].

L'énergiesolairen'étantpasdisponiblelanuit,ilestnécessaired'équiperlessystèmes photovoltaïques autonomes par des batteries d'accumulateurs qui permettent destocker l'énergie et de la restituer en temps voulu. Pour les systèmes raccordés au réseau dedistributionélectrique, lestockagedel'énergieetbien évidemment pasindispensable[4].

C'estuneénergiedécentraliséeetpeutêtreutiliséeaumomentmêmeoùelleestproduite.Elleperme tdecouvrirlesbesoinsd'unehabitationenélectricitételsquel'éclairage,le pompagedel'eauetlaproductiondu froid.

INTRODUCTIONGENERALE

Dansnotretravail,nousproposonsl'étudedudimensionnementd'unsystèmephotovoltaïque pour l'alimentation d'une agglomération d'un ensemble d'habitation quecettecomportevillagede36 maison et l'éclairagepublic.

Lepremierchapitreestconsacréauxgénéralitéssurl'énergiesolaire.Nousprésentonstoutd'abord ,unétatdel'artl'énergiesolairephotovoltaïquequinousprésentonsles systèmesquisont actuellement établis dansla pratique.

Dans le deuxième chapitre, nous nous sommes intéressés au dimensionnement et deconceptiond'installationphotovoltaïqueauseinde**METARFA WILAYA DE MSILA**,àsavoirlesdifférentsélémentsconstituantslegénérateurPV(batterie, régulateur,onduleur…).

Dans le troisième chapitre nous consacrons a l'étude par simulation numérique : nousprésentons le logiciel que nous avons utilisé **PV SYSYT** .Ensuite, nous représentons lesrésultatsobtenusdel'installationPV,dernièrementferal'objetdelarentabilitééconomique et de l'investissement par rapport au prix de la consommation électrique duréseauélectrique.

Généralitéssurlessystèmes PV autonomes

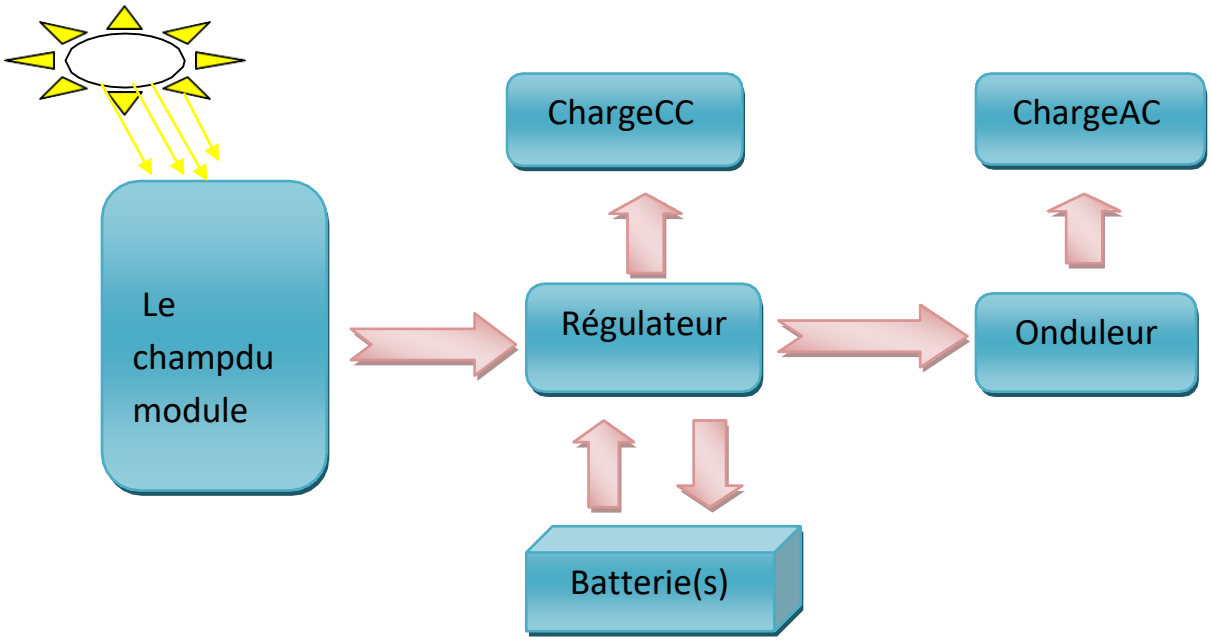
I.1. Introduction

L'énergie photovoltaïque résulte de la transformation directe de la lumière du soleilen énergie électrique aux moyens des cellules généralement à base de silicium cristallin quireste la filière la plus avancées sur le plan technologiques et industriel, en effet le siliciumetl'un deséléments lesplusabondants surterresous formedesilicenon toxique.

Pourdéfinition le mot " photovoltaïque " vient de la grec " photo " qui signifielumière et de "voltaïque" qui tire son origine du nom d'un physicien italien AlessandroVolta (1754 -1827) qui a beaucoup contribué à la découverte de l'électricité, alors lephotovoltaïquesignifielittérairement la lumièreélectricité[5, 6].

I.2. Descriptiondessystèmesphotovoltaïques:

Le système photovoltaïque se compose d'un champ de modules et d'un ensemble decomposantes quiadaptent l'électricité produitepar lesmodules auxspécifications desrécepteurs.Lafiguresuivantereprésenteleschémasynoptiqued'unsystèmephotovoltaïqueautonome [7].



FigureI.1:*Schémasynoptiqued'unsystèmephotovoltaïqueautonome*

I.3. Le générateurphotovoltaïqueGPV

I.3.1. Effetphotovoltaïque

L'énergiephotovoltaïque(PV)estlatransformationdirectedelalumièreenélectricité. A l'encontre de l'énergie solaire passive, qui utilise les éléments structurauxd'un bâtiment pour mieux le chauffer (ou le refroidir), et de l'énergie solaire active, quiutilise un caloporteur (liquide ougazeux) pourtransporteret stockerlachaleurdu soleil(onpenseauchauffe-eau),l'énergiephotovoltaïquen'estpasuneformed'énergiethermique. Elle utilise une cellule PVpour transformer directement l'énergie solaire enélectricité.

L'effetphotovoltaïque,c'est-à-direlaproductiond'électricitédirectementdelalumière,futobservéelapremièrefois,en1839,parlephysicienfrançaisEdmondBecquerel.Toutefois, ce n'est qu'au cours des années 1950 que les chercheurs de la compagnie BellTéléphone, aux États-Unis, parvinrent à fabriquer la première photopile, l'élément primaired'unsystèmephotovoltaïque [11]

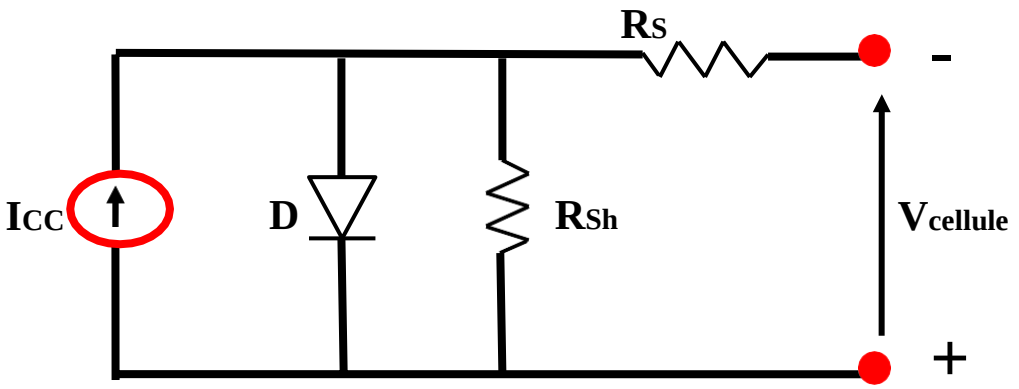
I.3.2. LacellulePV

Lescellulesphotovoltaïquesoulesplaquessolairessontdescomposantsquitransforment directement la lumière solaire en électricité par un processus appelé « effetphotovoltaïque». [8].

Elles sont réalisées à l'aide de matériaux semi-conducteurs, c'est à dire ayant despropriétésintermédiairesentreles conducteurset les isolants.

La taille de chaque cellule va de quelques centimètres carrés jusqu' à 100 cm^2 ou plussaforme estcirculaire, carréeou dérivéedes deuxgéométries.

Lescellules sebranchenten série,ce quipermet auxélectronsgénérés par unecelluled'êtrereprisparlasuivante.Lebutestd'avoirunedifférencedepotentielnormalement entre6 et 24 V.la figure (I.2) suivante représente le schéma électrique d'unecellule photovoltaïque [9].



FigureI.2:*Schémaélectriqued'unecellulephotovoltaïque*

Les résistances Rs et Rsh permettent de tenir en compte des pertes liées aux défautsde fabrication .Rs représente les diverses résistances de contact et de connexion tandis queRshcaractériseles courants de fuitedus àdiodeetauxeffets de borddelajonction [10].

I.3.3. Principedefonctionnementd'unecellulephotovoltaïque

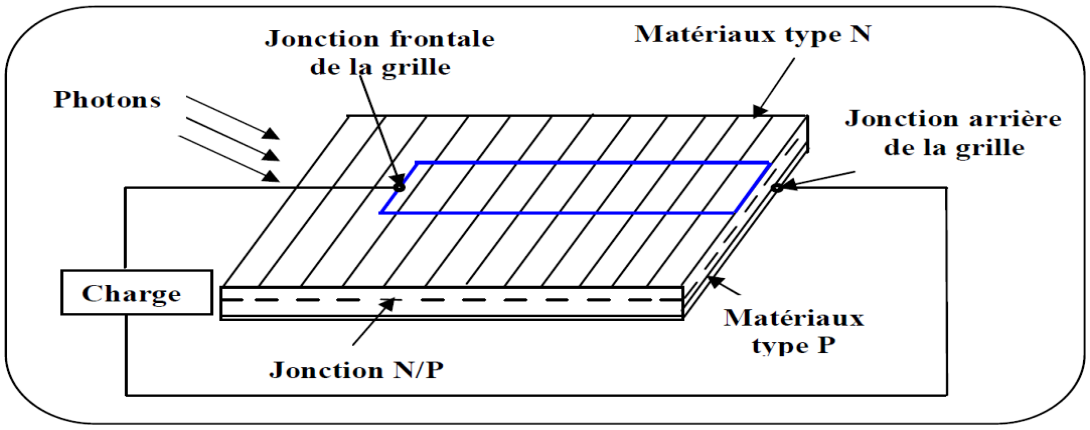


Figure I.3 : *principe de conversion de l'énergie solaire en énergie électrique par cellulePhotovoltaïque.*

Unecellulephotovoltaïqueestbaséesurlephénomènephysiqueappelé«effetphotovoltaïque»qui consiste à établir une force électromotrice lorsque la surface de cettecellule est exposée à la lumière. La tension générée peut varier entre 0.3 V et 0.7 V enfonction du matériau utilisé, de sa disposition, de la température de la cellule ainsi que levieillissementdela cellule[12].

La figure I.3 illustre une cellule PV typique. Elle montre clairement sa constitutiondétaillée. Une cellule PV est réalisée à partir de deux couches de silicium, une dopée P(dopée au bore) et l'autre couche dopée N (dopée au phosphore) créant ainsi une jonctionPNavecunebarrièredepotentiel.Lorsquelesphotonssontabsorbésparlesemi-conducteur, ils transmettent leur énergie aux atomes de la jonction PN de telle sorte que lesélectrons de ces atomes se libèrent et créent des électrons (charges N) et des trous (chargesP). Ceci crée alors une différence de potentiel entre les deux couches. Cette différence depotentielestmesurableentrelesconnexions desbornespositivesetnégativesde lacellule.

I.3.4. Typeetrendementdescellulesphotovoltaïques

Il existe différents types de cellules solaires (ou cellules photovoltaïques), et chaquetype de cellules a un rendement et un coût qui lui est propre. Cependant, quel que soit leurtype, leur rendement reste assez faible: de 8 à 23% de l'énergie qu'elles reçoivent. Il existetroisprincipauxtypes decellules àl'heureactuelle[13].

- **Les cellules monocristallines:** Ce sont celles qui ont le meilleur rendement maisaussicellequi ontle coutle plusélevé, dufait d'unefabrication compliquée.
- **Lescellulespolycristallines**:Leurconceptionétantplusfacile,leurcoûtdefabricationst moins important,cependant leurrendementest plus faible.
- **Les cellules amorphes**: Elles ont un faible rendement, mais ne nécessitent que detrès faibles épaisseurs de silicium et ont un coût peu élevé. Elles sont utiliséescouramment dans de petits produits de consommation telle que des calculatricessolairesou encoredes montres.

Rendementd'unecellule:

Letableausuivant(I.1)présentelesdifférentstypesdescellulesavecleurrendement.

Technologiedecellules	Rendementenlaboratoire(%)	Rendementproduction(%)
Siliciumamorphe(a-Si)	**13**	**5 à 9**
Siliciumpolycristallin(p-Si)	**19,8**	**11 à 15**
Siliciummonocristallin(m-Si)	**24,7**	**13 à 17**

TableauI.1 : *Lesdifférentstypesdescellulesavec leurrendement.*

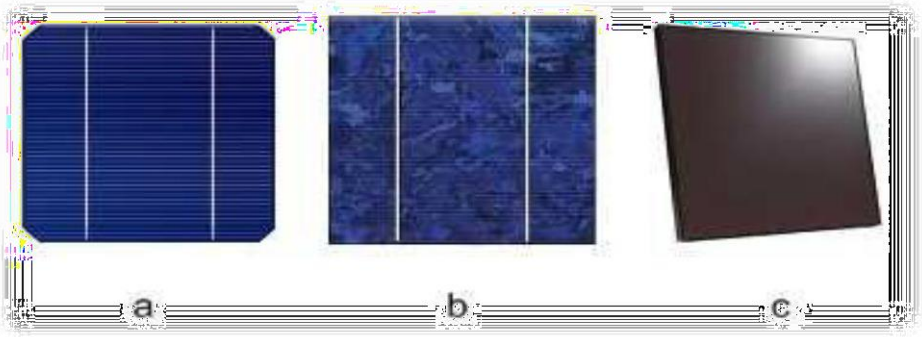
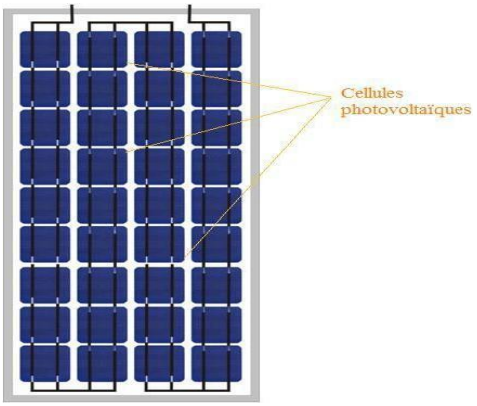


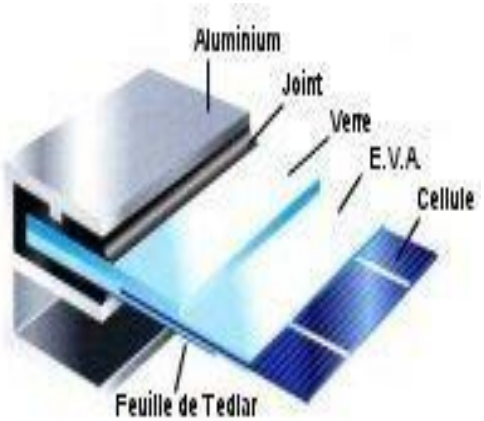
Figure I.4 : *Types de cellules photovoltaïques. (a) silicium monocristallin,(b) siliciumpolycristallin,(c)silicium amorphe*

I.3.5 Modulesphotovoltaïques:

Pour produire plus de puissance, les cellules solaires sont assemblées pour former unmodule figure (I.4.a). Les connections en série de plusieurs cellules augmentent la tensionpour un même courant, tandis que la mise en parallèle accroît le courant en conservant

latension.Cescellulessontprotégéesdel'humiditéparencapsulationdansunpolymèreEVA (éthylène-vynil- acétate) figure (I.4.b) et protégé sur la surface avant d'un verre,trempéàhautetransmissionetdebonnerésistancemécanique,etsurlasurfacearrière





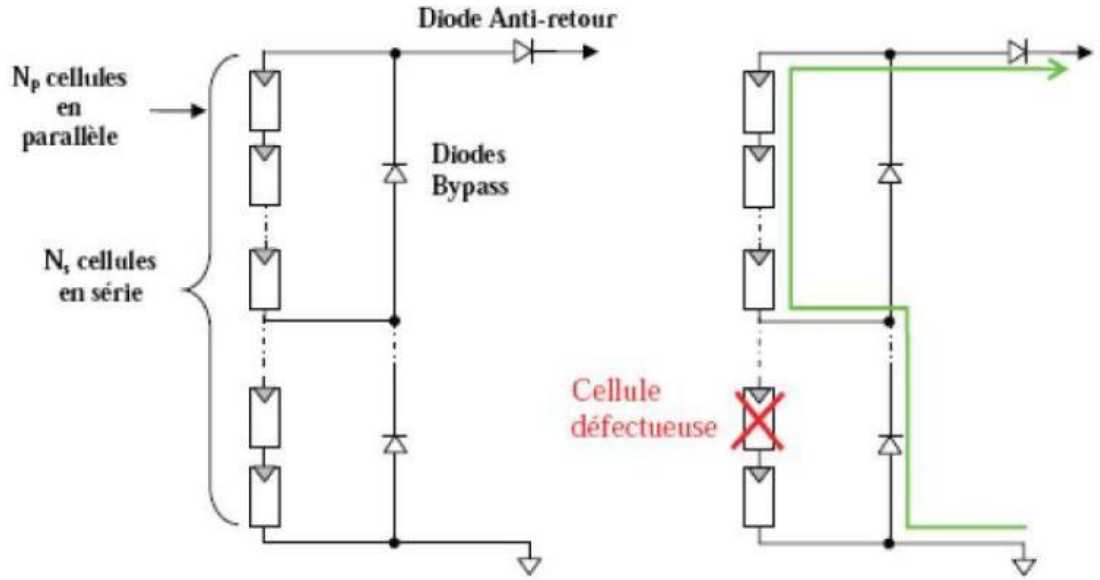
d'uneou de polyéthylène[14].

(a) **(b)**

FigureI.5:*Modulephotovoltaïque.*

Actuellement la puissance d'un module estdequelques watts crêtes àquelquesdizainesdewattscrêtes.Pourobtenirdespuissancessupérieures,ilestnécessaired'asso cierensérie-parallèledesmodulesFigure(I-5)pouravoirungénérateurPV.Pour

des déséquilibres importants dus à l'occultation d'une ou plusieurs cellules, les modulespeuvent être amenés à travailler en récepteur. Pour remédier à ces problèmes, des diodespeuventêtreplacées en parallèle et en sérieavecles modules[15, 16, 17,12].



FigureI.6:*Schémasynoptiqued'ungénérateurPV*

- **Lesdiodesensérie:**

Pour empêcher la batterie de se décharger la nuit dans les cellules PV ou pourempêcher une série de modules contenant un module défaillant ou masqué de devenirréceptrice du courant fourni par les autres séries, qui ont alors une tension plus élevéequ'elle, une diode est intégrée dans chaque série. On l'appelle aussi diode anti-retour etelleest situéeen sérieavecles modules.

- **Lesdiodesenparallèles:**

Auseind'unesérieunmodulequinepeutplusproduired'énergie(masque,défaillance),doit êtreprotégépournepasdevenirrécepteurets'endommagerirrémédiablement;desdiodessontdon cplacéesenparallèlesurchacundesmodulesdu

générateur.Ellespermettentdedévierlecourantproduitparlesautresmodulesdelasérieetsont placéesen parallèle avecles modules[16, 18,19]

I.3.6. Caractéristiquesd'unmodule[20]

- Lapuissancedecrête,Pc:Puissanceélectriquemaximumquepeutfournirlemoduleda nslesconditions standards(25°Cet unéclairementde1000 W/m²).
- LacaractéristiqueI/V:CourbereprésentantlecourantIdébitéparlemoduleenfonction dela tension auxbornes decelui-ci.
- Tensionàvide,V_{OC}:Tensionauxbornesdumoduleenl'absencedetoutcourant,pourun éclairement "plein soleil ".
- Courantdecourt-circuit,Icc:Courantdébitéparunmoduleencourt-circuitpourun éclairement"plein soleil ".
- Pointdefonctionnementoptimum,(Um,Im):Lorsquelapuissancedecrêteestmaximu men plein soleil,Pm = Um *Im.
- Rendement:Rapportdelapuissanceélectriqueoptimaleàlapuissancederadiationi ncidente.
- Facteurdeforme:RapportentrelapuissanceoptimalePmetlapuissancemaximaleq uepeut avoirla cellule : V_{OC}*Icc.

I.4. L'unitédestockage:

Dans un système photovoltaïque, la puissance délivrée par le GPV est imprévisible etvarie indépendamment de la demande. Ainsi, pour une installation PV autonome, l'unité destockage est requise pour assurer un approvisionnement continu en énergie électrique.Parmi les nombreuses technologies de stockage, la batterie au plomb est la plus utiliséedans les installations PV autonomes. Ce type de batterie est connu pour son coût faible,

sonrendement(environ85%),sesperformancesentempérature(fonctionnemententempératures extrêmes), sa longue vie et sa grande disponibilité. Dans ce qui suit, certainesnotionssur les batteries seront définies [21][22][23].

I.4.1. Batteriesd'accumulateurs :

Le fait que l'énergie solaire ne soit pas disponible sur l'ensemble d'une période defonctionnement du système alimenté impose l'utilisation de batteries dans les installationsautonomespour stocker l'énergie.

Danslessystèmes solairesautonomeson utiliseprincipalement:

- Lesbatteriesauplomb:Ellesconstituentl'écrasantemajoritédumarchédesaccumulateur s.Sabonnemaîtrisetechnologique,sonbascoûtderevient,sonbon

rendementénergétiquedecharge/décharge.Sesconditionsd'utilisationnondifficilesàsa tisfairemilitent en faveurdesa largeutilisation.

- Les batteries au Nickel Cadmium: Elles sont les plus chers, mais aussi très résistantaux surchargeset auxdécharges,etrésistentbien auxbassestempératures.

I.5. Régulateurs

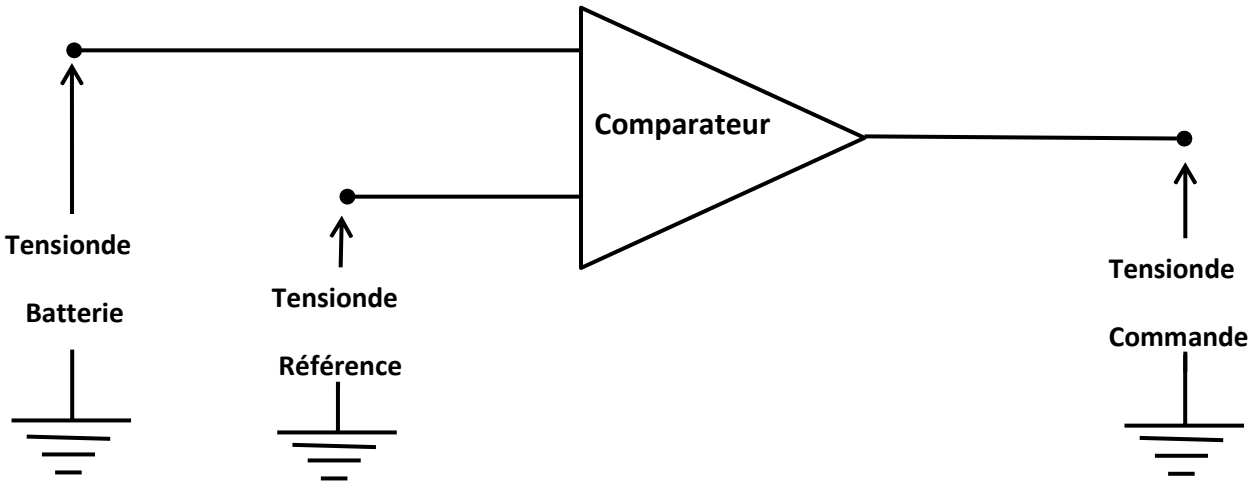
Danstoutsystèmephotovoltaïqueautonome,onintercaleunsystèmeditderégulation, qui sert à contrôler l'intensité de courant qui passe par les accumulateurs, lesprotégeant ainsi contre les surcharges et les décharges profondes, afin de maximiser sadurée de vie.Le régulateur permet aussi d'effectuer un transfert optimal d'énergie duchamppphotovoltaïque àl'utilisation[24].

I.5.1Principedefonctionnementdesrégulateurs

Informationsurl'étatdecharge:Ladensitédel'électrolytedelabatterieestthéoriquement un excellent indicateur d'état de charge, mais souvent cet indicateur neprend sa valeur caractéristique que plusieurs jours après sa charge. De plus, il faudraitagiter l'électrolytepourfaireunebonnemesure.Enfin,cettemesureestdifficileàautomatiser.

Finalementl'indicateurutiliséestlatensionauxbornesdelabatterie.Cettegrandeurestlaseulefa cilementmesurable capablededonneruneestimationdel'étatdecharge.

Lafigure(I.7)représenteunschémaélectroniquedeprincipequitraduitlefonctionnementd 'un régulateurbasésur un comparateur detension[24].



FigureI.7:*Schémadeprincipied'unrégulateur de charge.*

Le régulateur doit maintenir l'état de charge des batteries entre deux seuils, un seuilhaut et un seuil bas. Pour éviter tout phénomène de battement de la régulation, ces deuxseuils sont doublés de seuils de réenclenchement qui peuvent être ou non confondus. Lechoix des seuils de régulation dépend des caractéristiques des batteries et des conditionsd'utilisation(régimedecharge, décharge,température,….).

Il existe plusieurs types de régulateur, on peut citer deux types, le régulateur série etlerégulateur parallèle.

I.5.2. Régulateurparallèle

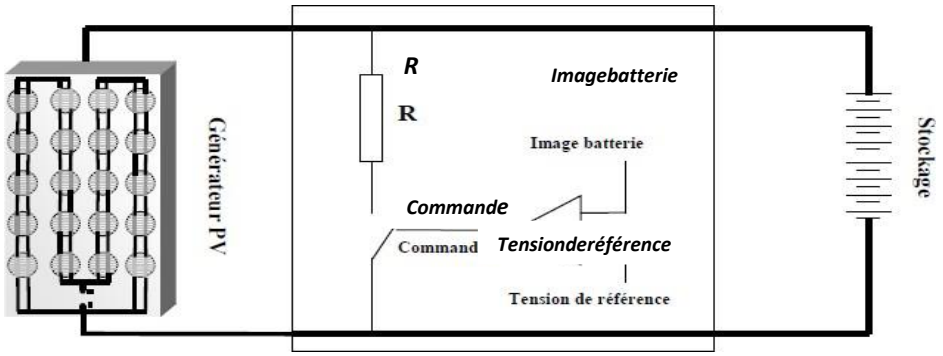
Le circuit de débordement est connecté en parallèle sur le générateur pour dissiperl'énergie en excès. Le principe est décrit sur la figure 1.5, où la tension de fin de charge estajustableparlatensionderéférence appliquéeàl'entréed'unamplificateur opérationnel.

Lesprincipaux avantagesdecetypederégulateursont:

- La régulationdetypeproportionnel
- L'absencedela chutedetensiondans le circuitsérie
- Laconsommationdurégulateurnégligeable
- Undéfautdurégulateurn'interrompepaslachargeLep

rincipal inconvénient est le suivant :

- Les composantsdoiventdissiperlapuissancetotaledugénérateur



FigureI.8:*Régulateurparallèle*

I.5.3. Régulateursérie

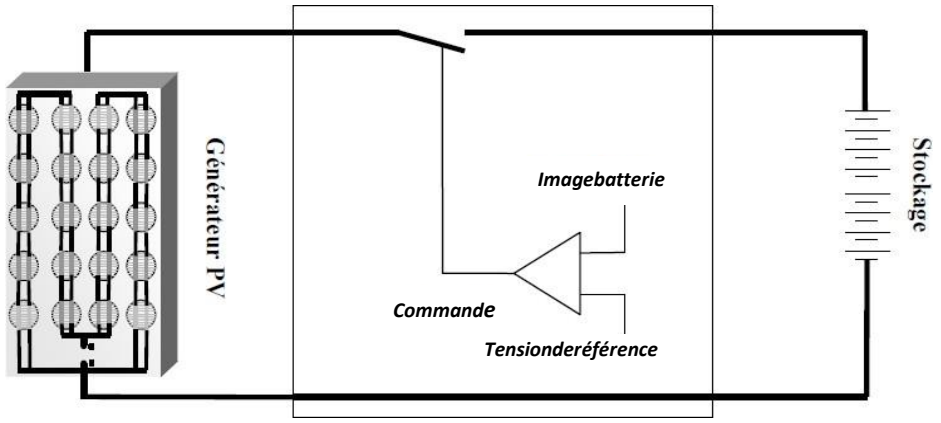
Le principe de la régulation série est décrit sur la figure 1.6. C'est un composantélectronique de puissance en série dans le circuit de charge dont la commande est assuréepar une tension de référence. Le schéma ci-dessous donne un exemple possible de circuitsérie.Lecomposantélectroniquesérie(parexemple:untransistordepuissance)secomporte comme une résistance dont la valeur augmente au fur et à mesure qu'augmentel'étatdechargedela batterie.

Lesprincipauxavantagesensont:

- La régulationdetypeproportionnel
- LapuissancefaibledissipéedanslecircuitsériecomparéeàlapuissancedugénérateurPV

Lesprincipaux inconvénientsensont

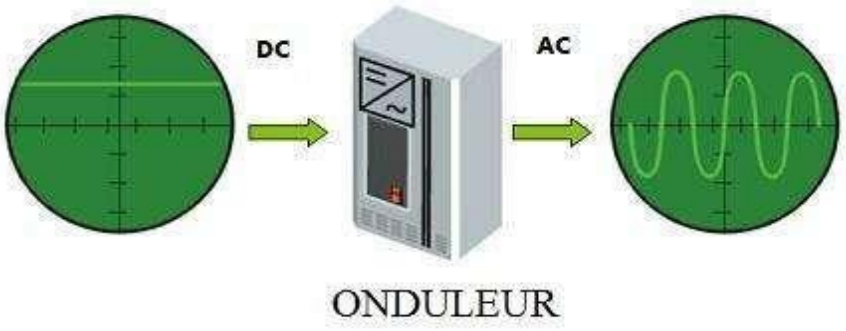
- Le circuit sérieintroduit unechute detension
- Ladéfaillanceducircuit sérieentraînel'arrêtdela charge



FigureI.9:*Régulateursérie*

I.6. Onduleurs

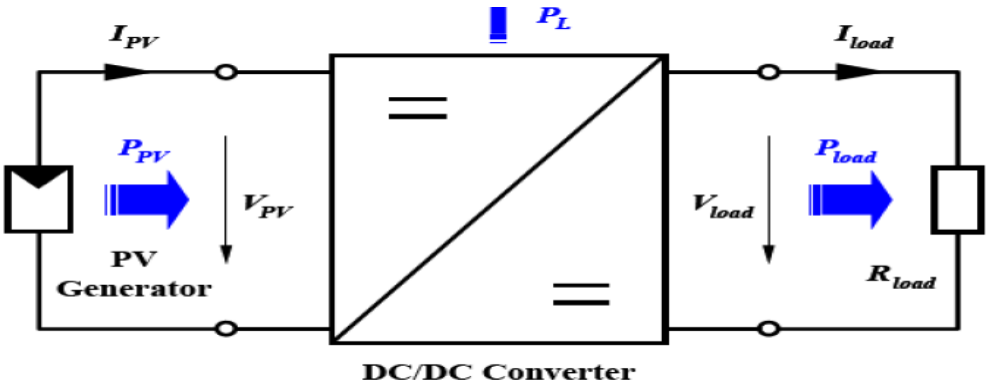
Pouralimenterdeséquipementsfonctionnantencourantalternatif,undispositifélectroniquestatiquedeconversionouconvertisseurDC/ACestutilisépourlatransformationdu courant continu en courant alternatif.



FigureI.10:*Onduleur*

I.7. ConvertisseurDC/DC

La figure I.11 montre la représentation d'un convertisseur DC/DC, qui peut êtreutilisécommeinterfaceentrela sourceet lacharge[25].



FigureI.11:*ConvertisseurDC/DC*

Le rôle du convertisseur DC/DC (dans le cadre du PV) est de faire l'adaptation entrela source (GPV) et la charge pour un transfert de puissance maximal. Ceci est fait enmaintenantlePFsurouassezprocheduMPPpourn'importequellesconditionsdefonctionneme nt(rayonnement, température,caractéristiquedecharge,etc.).

I.8. Charge(utilisateurs):

Il existe deux types d'appareils alimentés par le système, celles qui fonctionnent encourant continu comme des équipements de télécommunications, le pompage d'eau, etcellesencourantalternatif danslescasd'usagedomestique,cecasnécessiteun onduleur.

L'utilisation de l'énergie photovoltaïque doit être pensée en termes d'économie del'énergie. Il est donc plus avantageux de chercher des consommateurs fonctionnant encourantcontinu plutôt qued'ajouter un onduleuret un consommateuren 220Vac[7].

I.9. Miseenplacedusystème

Pour que le dimensionnement soit raisonnable, il faut qu'on assure une mise en placemeilleure de notre système. Il est donc indispensable que le générateur puisse capter le plusd'énergie solaire possible. Pour les accumulateurs, leur fonctionnement et leur durée de viedépendentautant de leurinstallation quedesconditions d'utilisation.

I.12.Idéesurlecoût dusystème

Pour le calcul du prix de revient de l'installation, on fait la somme des prix de chaqueéquipementouaccessoire utiliser, etcela quandonterminera le dimensionnementdusystème pour savoir le nombre de modules etcelui des batteries ainsique les diversappareillagesintervenant lorsde lamiseen placedel'installation.

Conclusion:

Danscechapitrenousavonsprésentéleprincipedeconversiondel'énergiesolaireen énergie électrique par cellule photovoltaïque, ainsi que les différentes configurations dessystèmesphotovoltaïquesetlesélémentsdebased'unsystèmephotovoltaïqueautonome.

Conceptionetdimensionnementdel'installationautonome

II.1. Introduction

La conception et le dimensionnement d'un champ photovoltaïque précis est en réalitéun processus relativement complexe car ily a de nombreuxparamètres à prendre enconsidération, une certaine dose d'impondérable (la météorologie), et surtout de multiplesinteractions entre les choix. Par exemple, la consommation du régulateur de charge,
del'onduleur,delabatterie,doiventêtreajoutéàcelledesrécepteurspourdéfinirlaconsommation totale du système. Or, le choix de ces paramètres dépend de la taille duchamp photovoltaïque, lui-même déterminé par la consommation…Donc la conceptiond'unsystèmephotovoltaïqueestlerésultatd'une optimisationréaliséepar itérations.

Les étapes ci-dessous nous présentent de façon détaillée la démarche à suivre pourconcevoirun systèmephotovoltaïqueautonome.

- Etape1:L'estimationdesbesoinsjournaliersdel'utilisateurenélectricité(enWh/j)
- Etape2: Evaluationdugisement solairelocal
- Etape 3 : Estimation du champ photovoltaïque (tension et puissance crête installéenombredemodules)
- Etape 4: Estimation de la capacité de stockage de la batterie et choix de laTechnologie
- Etape5:Dimensionnementdes câblesetplandecâblage
- Etape6:Choixdu régulateuretdel'onduleur

II.2. Etape 1 : L'estimation des besoins journaliers de l'utilisateur enélectricité

Il s'agit d'estimer la consommation d'équipements supposés connus. L'objectif estd'obtenir la consommation totale moyenne par jour et par période (été, hivers, vacances...)L'énergietotalemoyennenécessairechaquejour*E(Wh/j)*estlasommedesconsommations énergétiques des divers équipements constituant le système à étudier, àsavoirla télévision,les lampesd'éclairage, lesappareilsélectroniques,etc...;

Elle estdonnéepar laloi suivante[26]:

$$E=\sum_i Ei \quad \text{(II.1)}$$

Letempsmoyend'utilisationestplusdélicatàcerner;ilfautlerapporter à :

- Lasaison ;
- Lenombred'occupants ;
- Lemoded'utilisation.

Pourleséquipementsquinesontpasutilisésquotidiennementetpourtousleséquipements à forte consommation, partez de la durée du cycle de fonctionnement de latâche.Ainsi, la consommationdechaqueéquipement peutêtre calculéecommesuit[26]:

$$Ei=Pi\times ti \quad \text{(II.2)}$$

$$L'énergiejournalièreconsomméed'unéquipementW\text{h}/j=lapuissancedecet\ équipementW\times l\text{etemps}d'utilisation(\text{h})$$

II.2.1. Evaluationdesbesoins

Le kWh solaire est cher, il faut procéder à une économie d'énergie au niveau desrécepteurs par une technologie de basse consommation ou remplacer le parc existant par unautre sous tension continue. Même s'ils sont onéreux à l'achat, le coût global sera bienmoindrecaril faudramoins demodulesphotovoltaïques etde batteriespourles alimenter.

II.2.2. ChoixdesappareilsélectriquesetleuradaptationausystèmePV

Le système PV peut s'adapter à tout, mais il sera souvent rentable d'y adapter desappareilsquiconsommentparticulièrementpeuouquisontcapablesdefonctionnerdirecteme nt en basse tension. Par exemple: les sources lumineuses les plus adéquates sontdes luminaires à tubes fluorescents de petite puissance, 8 à 20W. Leur efficacité est trèsbonneet leurutilisation très satisfaisante.

II.2.3. Présentationdel'habitat

L'ensemble d'habitations située dans la ville de METARFAqui se trouvedanslawillayadeM'silla.

II.2.4. Descriptionde l'appartement

Nombre de pièce: cette appartement est constituée à 2 chambres est un salon et la cuisineetsalle debain, hall.

Lapièce	**L'équipementélectrique**
Salon	- TV - Dèmo - 2lampes (20w) - Climatiseur
Chamber01	- TV - Dèmo - Unelampe(20w)
Chamber02	- Unelampe (20w) - PC
Cuisine	- Unelampe (20w) - Refrigerateur - Four electrique
Hall	- 2lampes(20w)
Salledebain	- Unelampe(9w) - Machinealaver - Pomped'eau
Water-closet	-Unelampe(9w)

TableauII-1:*Lapièceet L'équipementélectriquedansl'appartement*

Typed'Equipments	Equipments	Puissance(w)
Eclairage	-2lampes(9w)	18
	- 7lampes(20w)	140
Electroménager	- Machineàlave	700
	-Refrigerateur	200
	-four electric	300
Electroniques	-Télévision	60
	-Démo	20
	- PC	60
	-climatiseur	1200
Divers	-Pomped'eau	600

TableauII-2:*L'équipementélectriqueetleurpuissancedanscette appartement*

II.2.6.Cahierdes charges

Bilan des puissances de notre appartement (tableau II-1) ci-dessous pour optimiser laconsommationjournalière,nousprenonsparcomptetouteslespertesdesystem(lesrendements des composants) pour présenté le cahier des charges. Les récepteurs serontalimentés par un onduleur. On considère que l'onduleur est bien utilisé (rendement deconversion est alors de95%, le rendement de régulateur est 98%, le rendement de batterieest 90%). Ainsi la puissance à fournir à l'onduleur pour disposer à sa sortie de l'énergienécessaireauxrécepteurs AC.

Estimationdelaconsommationd'énergie électrique:

Equipments	Nomber	Puissance (W)	Durée(h)	Rendement de B .O.S	Consommation Journalière (Wh/j)
Lamp(20w)	7	20	4	0.8	560
Lamp(9w)	2	9	3	0.8	54
Machine laver	1	700	1.5	0.8	1050
Refregirateur	1	200	24	0.8	4800
TV	2	60	5	0.8	600
Démo	2	20	5	0.8	600
Pc	1	60	5	0.8	300
Foure electric	1	300	1.5	0.8	450
Climatiseur	1	1200	4	0.8	4800
Pompe a eau	1	600	1.5	0.8	900
Consommationjournalièremoyen(Wh/j)					*14 114*

TableauII-3 : *Consommationd'unappartement*

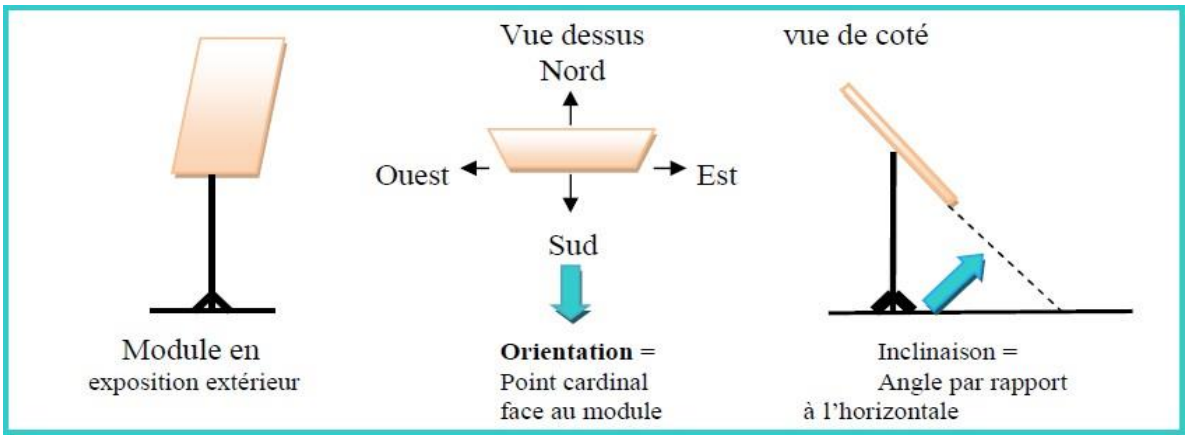
II.3. Etape2:Estimationdel'ensoleillementsurlesitedel'installationdugénérateur PV

Les données de l'ensoleillement (exprimé en KWh /m²/j) peuvent être relevées sur lesite ou enregistrées sur la carte de l'ensoleillement de la région ou encore obtenues auniveaudela station météo la plus prochedelazone.

Pouravoiruneautonomiecomplèteetéviterunevariationsaisonnièredelaconsommation,il faut prendrecomme référencel'ensoleillementdu moisensoleillé[27].

II.3.1. Orientationetinclinaison desmodules

La position des modules photovoltaïques par rapport au soleil influe directement surleur production énergétique. Il est très important de bien les placer pour les utiliser aumaximum de leur possibilité. On appelle orientation, le pointcardinalvers lequelesttournée la face active du panneau (Sud, Nord, Sud-ouest…). L'inclinaison indique l'anglequefait lepanneau avecleplan horizontal, ellesecomptedoncen degrés,figure(II-2).



FigureII.1*:Définitionde l'orientationetdel'inclinaison d'unpanneau*

L'orientationidéaled'unmodulephotovoltaïqueobéitàunerèglevers l'équateur:

- Orientation*verslesud*dansl'hémisphère*Nord*;
- Orientation*verslenord* dansl'hémisphère*Sud*.

En ce qui concerne l'inclinaison, c'est un peu plus compliqué. Si on prend le casd'une application autonome qui consomme une énergie quasi constante tout au long del'année.L'hiverétantla période la moinsensoleillée,c'estàcette période qu'ilfautoptimiser la production. Les panneaux doivent donc pouvoir récupérer l'énergie d'un soleildontlahauteurestfaible.Ilenrésultequ'enAlgériepouruneutilisationannuelle,l'inclinaiso nidéale estenvironégale àlalatitudedu lieu +10° (pouruneorientationsud).

Cela donne à M'silaplus exactement dans le site qu'on étudie' METARFA,l'orientationsudet inclinaison à 56° par rapport àl'horizontale[28].

II.4. Etape 3 : Estimation du champ photovoltaïque (tension et puissancecrêteinstallée nombre demodules)

II.4.1Choixdelatensiondusystème

C'esttrèsimportantdechoisirlatensiondetravaildusystèmeencourantcontinu,car cette tension en fonction de la charge influe directement sur le choix des systèmes deconversion et de régulation, ainsi que sur le câblage et aussi sur les appareils à usagedomestique. On peut citer un exemple de choix de la tension suivant la puissance de lacharge[29]:

Puissancecrête(W_C)	**<500W_C**	**500W_C-2KW_C**	**>2KW_C**
Tensiondu système(V)	12VDC	24VDC	48VDC

TableauII.4:*Lestensionsdusystèmecorrespondantesàchaqueintervalledepuissancecrête*

II.4.2. Compositionduchamppphotovoltaïque

Puisque notre puissance photovoltaïque nécessaire est bien établie, on compose unchampdemodulesensérie/parallèle.Bienentendu,ilfautarrondirlenombredemodulesà la valeur entière supérieure, et parfois au nombre pair supérieur quand il faut les câblerdeuxàdeux.[28].

II.4.3. Nombredespanneaux

Onutilisantl'indicedeperformance(**P**erformance**R**ation)estlerendementdeglobale dusystèmedéfini par le rapport de rendement réel du système par le rendementnominaledu systèmetel que :

$$PR=\frac{rendemenetréeldusystéme}{rendemenetnominaledu\ systéme}$$

Alors:

$$PR=\frac{Et/(H_{Gh}*A)}{P_g/(G_t*A)} \quad \text{(II.3)}$$

$$PR=\frac{Et}{\frac{HGh}{Gt}*Pg} \quad \text{(II.4)}$$

P_g:Lapuissance crête de GPVau STC.

G_t:1000w/m².

H_{Gh}:L'irradiationjournalièremensuellemoyennesurleplacedeGPV(Wh/m2/j).

Et: Énergieconsommée ramenée auGVP (Wh/j).

OnpeutcalculerlenombretotaldesmodulesPVàinstaller(onsebasesurlapuissancenominale du module P_m)

Ona:

$$Pg=N_{Tm}*Pm \quad \text{(II.5)}$$

N_{Tm}:NombretotaledesmodulesPV.

Alors:

$$N_{Tm}=\frac{Et}{\frac{HGh}{Gt}*PR*Pm} \quad \text{(II.6)}$$

Calcul de nombre de modules en série et

parallèleOn a

$$Nms=\frac{Vdc}{Vm} \quad \text{(II.7)}$$

Vdc: Tension DC nominaldu système.

Vm:Tension nominal d'un module.

$$N=\frac{N_{Tm}}{Nms} \quad \text{(II.8)}$$

II.5. Etape 4:Estimationdelacapacité destockagedelabatterieetchoixdelaTechnologie

Pourdéterminerlacapacitédestockageondoittrouveparcomptelesparamètressuivant :

- Laprofondeurmaximalededécharge**DODmax:**leniveaudedéchargeàatteindreavantla déconnexion del'utilisation par larégulateurpourprotégerlabatterie;
- lesjoursd'autonomies.

Ilestdeluspossibled'apporterlescorrectionssuivantes:

- Correctiondueàlaprofondeurdedéchargelimitéeentre50%et75%selonleconstructeur.
- Correctiondueaurendementénergétiquedelabatterie(~ 80 %).

II.5.1.Calculelacapacitédestockage

La capacitédu stockage (Wh)est égaleà:

$$C_{(\mathrm{W}h)} = \frac{Et^{*}Naut}{DODmax} \qquad \text{(II.9)}$$

$DODmax$:Laprofondeurmaximalededécharge.

$Naut$**:**Lesjoursd'autonomies.Capacitéen

(Ah)(ampèreheure):

$$(Ah) = \frac{C(\mathrm{W}h)}{Vdc} \qquad \text{(II.10)}$$

Calculdenombred'élémentsensérie:

Nombred'élémentsensérieestégalà:

$$Nbs = \frac{Vdc}{Ve} \qquad \text{(II.11)}$$

Ve:Tensiondel'élémentbatterie(V),donnéepar le constructeur.

Vdc:tensionDCnominaldu système.

Calculdenombredebranchesenparallèle

Nombredebranchesd'élémentsenparallèleestégal à:

$$Nbp=\frac{(Ah)}{Ce} \quad \text{(II.12)}$$

Ce:Capacitéd'unélémentbatterie(Ah),donnéeparleconstructeur.Lenombr

etotald'élémentsbatterieestdécritpar larelation suivante:

$$Ne=Nbp*Nms \quad \text{(II.13)}$$

II.6. Etape5:Dimensionnementdescâblesetplandecâblage

Laconditionprimordialeestquelachutedetensiondanslescâblesnedoitpasdépasser3%

Onobtient la chute detension enpourcentagedelamanièresuivante :

- Le réseauiciestconsidérécommebifilaire(02fils)
- courantd'emploiducircuit,
- longueurducâble (Km),
- résistancelinéiquedu conducteur,
- tensionnominale(V).

Onpourrautiliseraussilesabaquespourdéterminergraphiquementlasectionducâbleàutiliser pour notreétude.

II.7. Etape6:Choixderégulateuretdel'onduleur

II.7.1. Choixdurégulateur

Le régulateur photovoltaïque, pièce centrale de l'installation, doit être compatibleavec les autres éléments (champ photovoltaïque et parc de batteries), que contrôle la chargeetdéchargepourprotégéles batteries.

Charge:GPV ⟹

batteriesDéharge ⟹

:batteries l'utilisation

Pourdimensionnéunrégulateurdechargeendoitcalculerlecourantmaximalquicirculerd'un l'installation desystèmePV.

CotéGPV/Batterie:

LecourantquiproduitparleGPVestégalelasommedescourantdebranchedemoduleparallèle

Alors:

$$I_{G'}=(Ibr*Np)*1{,}25 \qquad \text{(II-14)}$$

$I_{G'}$:LecourantquiproduitparleGPV(A).

Ibr:Lecourantdebranchedemoduleparallèle(A).

Np:Lenombrebranchedemoduleparallèle.

1,25:Facteurde sécuritépourévitél'endommagementderégulateur.

CotéBatterie/utilisation :

Lecourantdel'utilisationdéterminéenprendreparcomptetoutlespuissancesenmêmetemps

$$Il=(\frac{PDC}{VDC}+)*\frac{1{,}25}{VAC} \qquad \text{(II.15)}$$

Il:Lecourantdel'utilisation(A).

P_{DC}**:**LapuissancedechargeDC(W).

V_{DC}**:**La tensionDCnominale desystème(V).

P_{AC}**:**LapuissancedechargeAC(W).

V_{AC}**:**LatensionAC à la sortie del'onduleur(V).

Lecourantderégulateur :

$$IG=(I_{G'},Il) \quad \text{(II.16)}$$

II.7.2. Choixdel'onduleur

Lechoixdel'onduleurpourL'alimentationdeséquipementsfonctionnantencourantalternatifon doit se référés auxparamètressuivants :

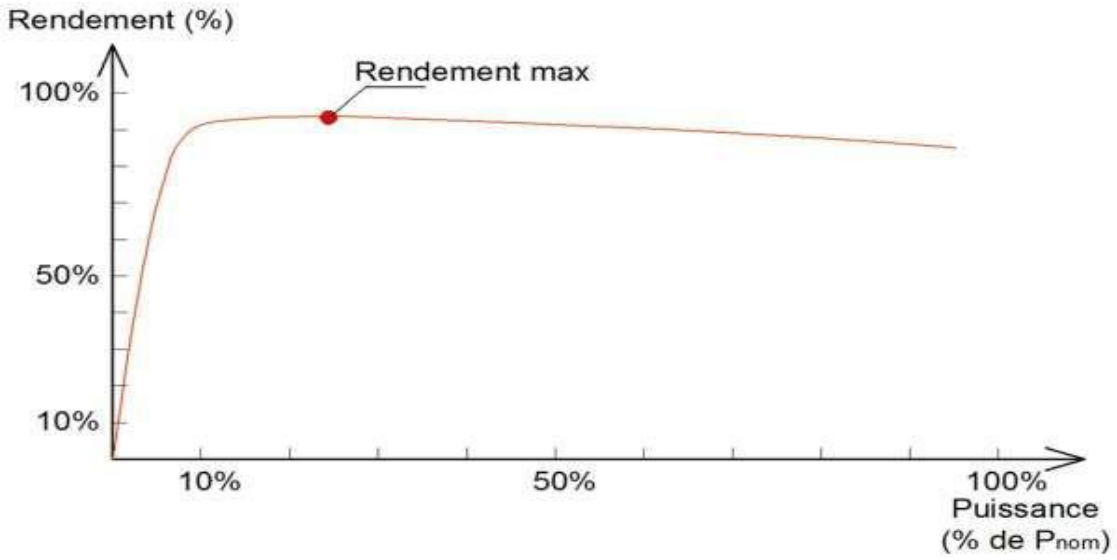
- Lapuissancenominal(W) :

Elleestlargementinférieureà PAC,(ilestconseillédesurdimensionnéd'onduleurpours'assurerqu'il fonctionneassesrendement élevées).

- Tensionnominald'entrée(VDC)

C'estlatensiondelabatterieplusunecertainemarge(enrecevoirdelavariantedelatensiondebatterie).

- TensionnominaldesortiesVAC:c'estlatensionefficace.
- Fréquencedefonctionnement (HTZ)=50HTZ
- Rendement:c'estlacourbedonnantlerendementenfonctiondetauxdecharge[30].



FigureII.2:*Rendement d'onduleurphotovoltaïque enfonction detauxdecharge*

Donc pour lechoix de notre onduleur nous devonsrespecterles étapes suivant

:Etape01:

Calcule La puissance totalede toutes lescharges à courant

alternatif.Etape02 :

Ondistingue 3cas:

- Sitoutesles chargesACnefonctionnementpas le mêmetemps:
  $Pon \geq 0{,}75\ P_{Ac.}$
- SitoutesleschargesACfonctionnementlemêmetemps:$Pon \geq P_{Ac.}$
- SitoutesleschargesACàuneduréeimportant:$Pon \geq P_{Ac}$(point). Alors:

L'onduleurutilisédans notresystèmeestsupérieurouégalelapuissance depoint

$$Pon \geq 2387\text{W(Point)}.$$

II.8. Choixdescomposantsdusystème

En tenant compte des caractéristiques des différents éléments dimensionnées pourchaque système PV et des catalogues des constructeurs, nous pourrons choisir aisément demanière spécifique les équipements adéquats à utiliser en tenant compte des couts et de laqualité[5].

II.9. Caractéristiquesdescomposantsutilisentpourledimensionnementdes systèmesPV

Les caractéristiques des composants de base utilisés pour la conception des systèmesphotovoltaïquessont présentées dans le tableau suivant :

Désignation ducomposant	*Caractéristiquestechniques*	*Puissance Installée (KWc)*	*Quantité*
Module	**Monocristalin 250 Wp Twin, 120 half-cells** **Umpp=275V** **Impp=262 A**	**2.3**	**320**
Régulateur	**Typederégulateur: MPPT Converter;** **La tension PV max: 120 V** **Courant de charge nominale: 733 A** **La puissance PV (max) en 120V : 1000 W**	2.3	**1**
Batterie	**Tension =2V;** **Capacité=1700Ah.**	**2.3**	**240**

TableauII-5:*Caractéristiquetechniquedes composantsdusystèmePV*

II.10.Systèmed'éclairagepublicphotovoltaïqueautonome

L'éclairage public solaire n'utilise pas l'énergie du réseau électrique, seulement ilutilise l'énergie électrique produite naturellement par la conversion des rayons du soleil encourantélectriqueàpartirdumodulephotovoltaïque,cetteénergiestockéedansdes

batteries puis restituée la nuit pour assurer l'éclairage, c'est pour çanous avons proposésl'éclairagepublicphotovoltaïqueautonomecommesolution pourlessitesisolés.

II.10.1.Descriptiondusystème

Le système d'éclairage public autonome photovoltaïque a été conçu et dimensionné pourfonctionner durant 12 heures chaque nuit avec une réduction du flux lumineux si celas'avère nécessaire. Le système possède une autonomie d'environ 2 jours en cas de périodesanssoleilprolongée.

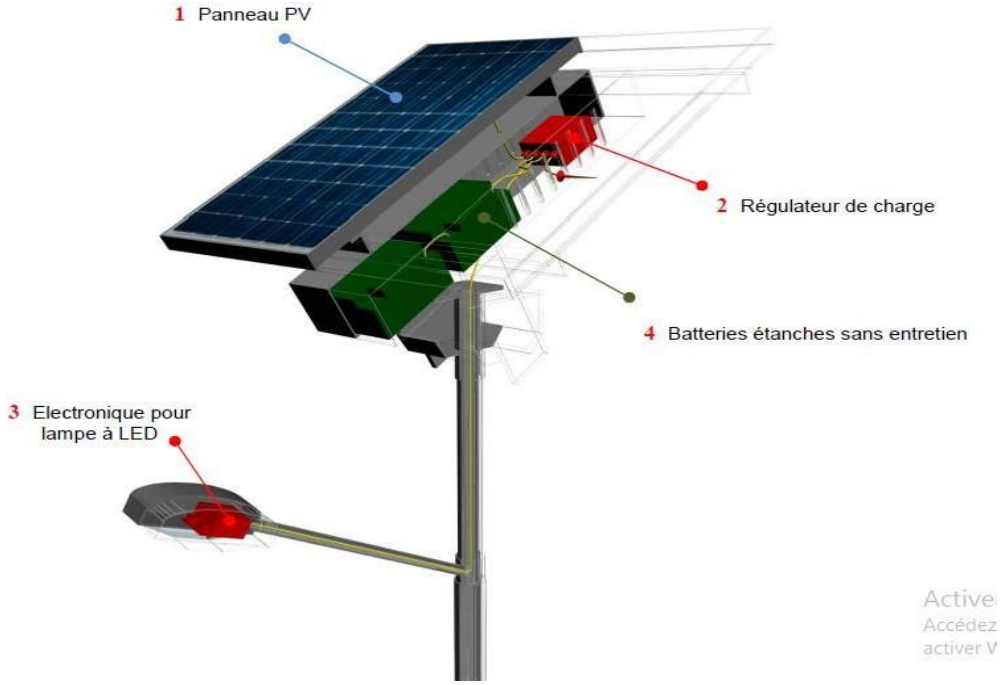
Le circuit électronique fonctionne sous une tension nominale de 12V ou 24V et intègre unrégulateur de charge detype PWMéquipé de la technologie MPPT(Maximum PowerPoint Tracking). Le régulateur possède aussi un système avancé de gestion de l'énergie(algorithmed'autogestion)destinéàrégulerdynamiquementetautomatiquementl'inte nsitédufluxlumineuxdelalanterneenfonctiondelaprogrammationhorairesouhaitée et de la quantité d'énergie produite durant la journée (variation du coefficientd'irradiationsolaire selonles périodes de l'année etvariation de la durée des journées etdes nuits selon lessaisons)[31].

II.10.2.Descriptiontechnique

Lesystèmed'éclairagepublicphotovoltaïquecompletcomprend:

- Unoudeuxmodule(s)photovoltaïque(s)monocristallinoupolycristallindontlapuissancetot ale est calculéespécifiquement en fonction :
  - L'irradiationsolaire.
  - Lenombred'heuresdefonctionnement.
  - Le mode de fonctionnement (automatique, pleine puissance, réduction de flux,etc.)
- Un système de régulation de charge et de contrôle électronique du dispositif intégrantunedétection crépusculaireet une programmationpar plagehoraire.
- Undispositifélectroniquedegestiond'alimentationdesLEDs.
- Deux batteries stationnaires au plomb sans entretien d'une capacité de 100Ah chacune,soitunecapacitétotalede200Ah.
- Unkitcompletcomprenanttouslescâblesnécessairesauraccordementdesdifférentscompos antsdu système.
- UnelanterneéquipéedeLEDsultrapuissantesàhautrendementlumineux.Lalanterneexistee n puissancede48W.

- Unecrossedefixationdelalanterne.
- Unmâtfuselégalvaniséd'unehauteurtotalede7,8mètresetd'unehauteurde7mètres au dessus du sol. Section cylindrique de l'embase du mât168 mm. Sectioncylindriquedela tête demat102 mm. Epaisseurdumétal 4 mm.



FigureII.3:*systèmed'éclairagepublicautonomephotovoltaïque*

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté Les étapes nécessaires pour concevoir unsystème photovoltaïque autonome. Ainsi, le dimensionnement de chaque élément de lachainephotovoltaïque.

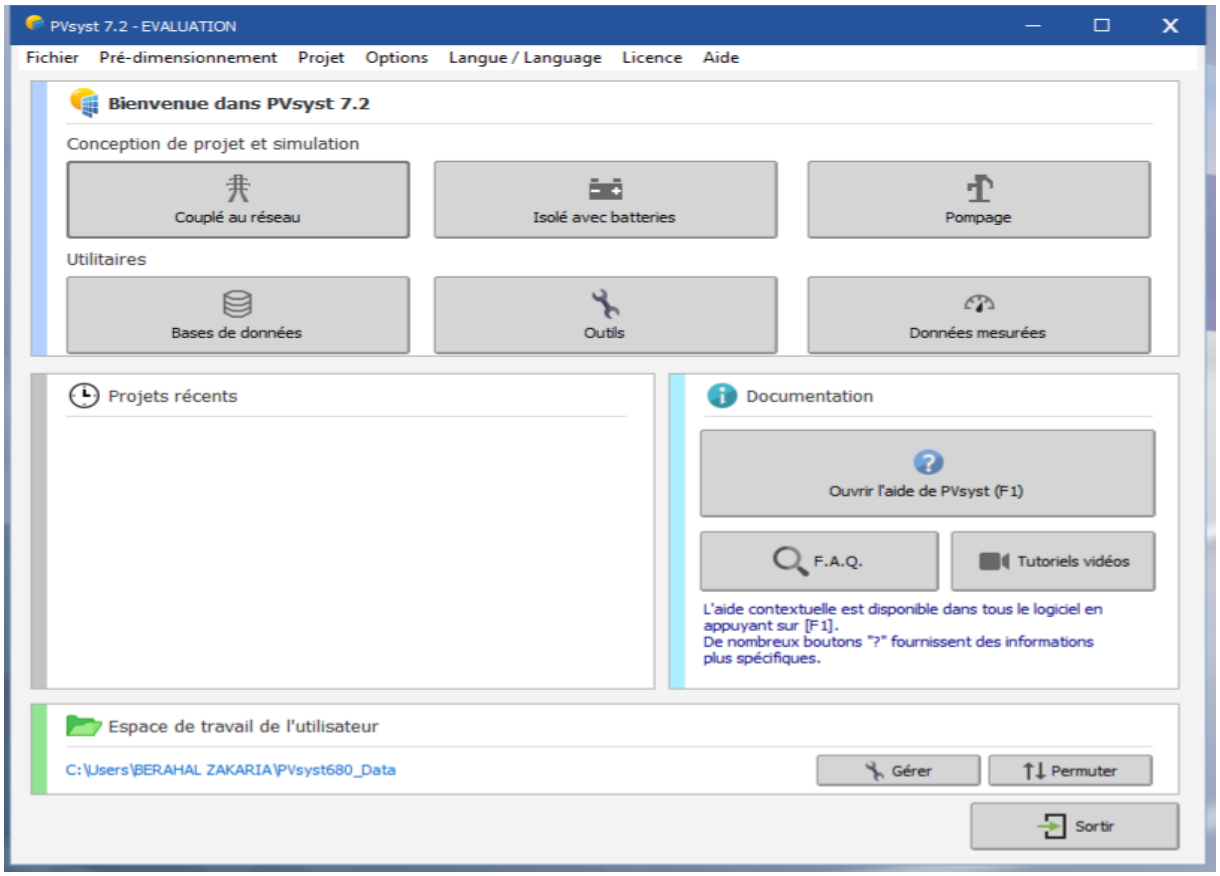
L'éclairage public photovoltaïque autonomeest une solution pour l'éclairage dessites isolés.

SimulationparPVsystd'uneinstallationphotovoltaïqueautonome

III.1.PrésentationdePVsyst

PVSYST est un logiciel conçu pour être utilisé par les architectes, les ingénieursetles chercheurs, mais aussi un outil pédagogique très utile. Il inclut une aide contextuelleapprofondie,quiexpliqueendétaillaprocédureetlesmodèlesutilisésetoffreuneapproche économique avec guide dans le développement d'un projet. PVSYST permetd'importer des données météo d'une dizaine de sources différentes ainsi que des donnéespersonnelles [32].

PVsyst V7.2 proposes 3niveauxd'étude du système PV, Ce qui correspond à peuprèsauxdifférentes étapes dudéveloppement duprojet réel:



FigureIII.1: *menuprincipaldelogicielPVsyst*

III.2.1. Laconceptionpréliminaire:

C’est l'étape qui préside d'un projet (pré-dimensionnement) pour une étude rapide etsimple: on donne une location et un système puis le logiciel calcul quelques paramètres depré dimensionnement ainsi qu'un graphe de production énergétique annuelle, un graphed'irradiationparmois, untableau récapitulatifet uneétude de coût.

Pour les systèmesautonomes cetoutilpermetà la taille de la capacité de puissancede PV et la batterie nécessaire, compte tenu du profil de charge et la probabilité quel'utilisateurneserapassatisfaite(pertedecharge"LOLprobabilité,oudemanièreéquivalentel a"fraction solaire" souhaitée).

III.2.2. Conceptionduprojet:

Il vise à réaliser une conception approfondie du système en utilisant des simulationshorairesdétaillées.

Danslecadred'un«projet»,l'utilisateurpeuteffectuerdifférentsessaisdesimulation du système et de les comparer. Il doit définir l'orientation du plan (avec lapossibilité de suivre des plans ou un hangar de montage), et de choisir les composantsspécifiques du système. Il est assisté dans la conception du réseau de PV (nombre demodulesPVensérieetparallèle),étantdonnéunmodèled'onduleurchoisi,labatterieoudelapom pe.

Dans une deuxième étape, l'utilisateur peut spécifier des paramètres plus détaillés etanalyser les effets fins comme comportement thermique, le câblage, la qualité du module,inadéquationetl'angled'incidencedespertes,l'horizon(loinombrage),ouombragesparti elsd'objets près de labaie, un etc...

Pour les systèmes de pompage, plusieurs conceptions de système peuvent être testésetcomparéslesunsauxautres,avecuneanalysedétailléedescomportementsetdel'efficacité.

Les résultats comprennent plusieurs dizaines de variables de simulation, qui peuventêtre affichées dans les valeurs mensuelles, quotidiennes ou horaires, et même transférés
àd'autreslogiciels.La"perteDiagramme"estparticulièrementutilepouridentifierlesfaiblesses de la conception du système. Un rapport d'ingénieur peut être imprimé pourchaqueexécutiondelasimulation,ycompristouslesparamètresutiliséspourla

simulation,etlesprincipauxrésultats.Uneévaluationéconomiquedétailléepeutêtreeffectuéeenutilisantlesprixdescomposantsréels,lescoûtssupplémentairesetlesconditionsd'investissement.

II.2.3.Outils:

Permet de modifier les bases de données et d'utiliser des outils du programme sanspourautant créer un projet complet.

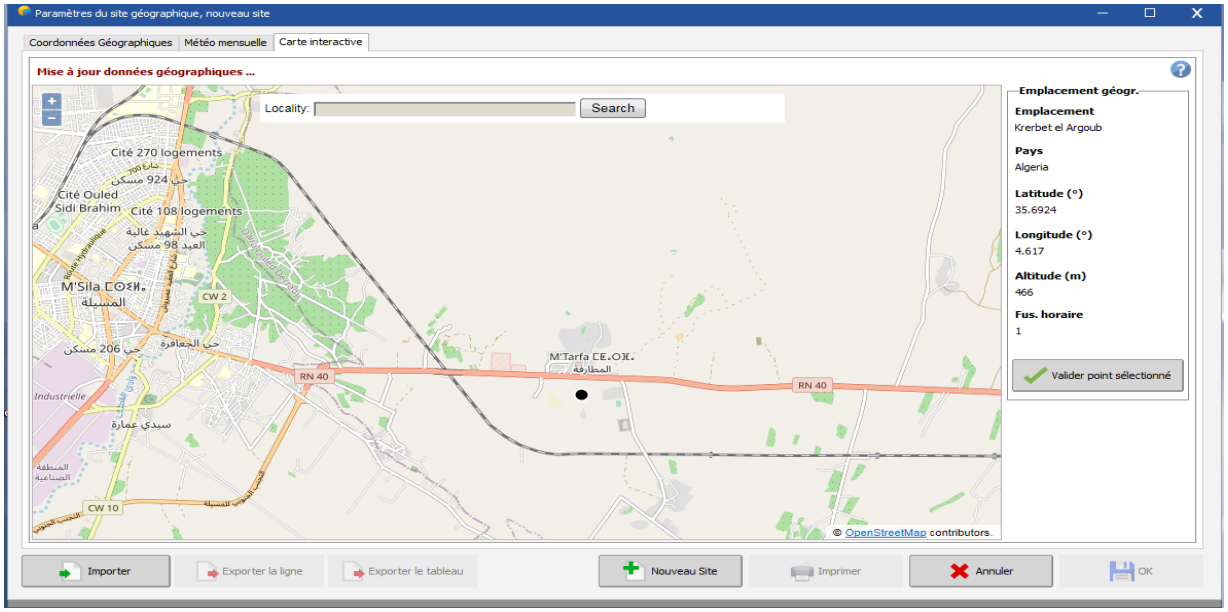
III.3. Présentationdeprojet:

Dans ce projet, nous avonsprésenté une installation PV autonome pour alimente uneagglomérationd'unensembled'habitationquecettecomporte36 LOGEMENT ,l'éclairage public. Le site étudié est situé au niveau de la commune de Metarfa,wilaya deM'sila.

III.3.1. Donnéesgéographique

Emplacement	*Pays*	*Latitude(°)*	*Longitude(°)*	*Altitude(m)*	*Fus horair*
Metarfa	*Algérie*	*35.6924 N*	*4.617 E*	*466*	*1*

***TableauIII.1**:Tableaudesdonnéesgéographiquedusitede metarfa*

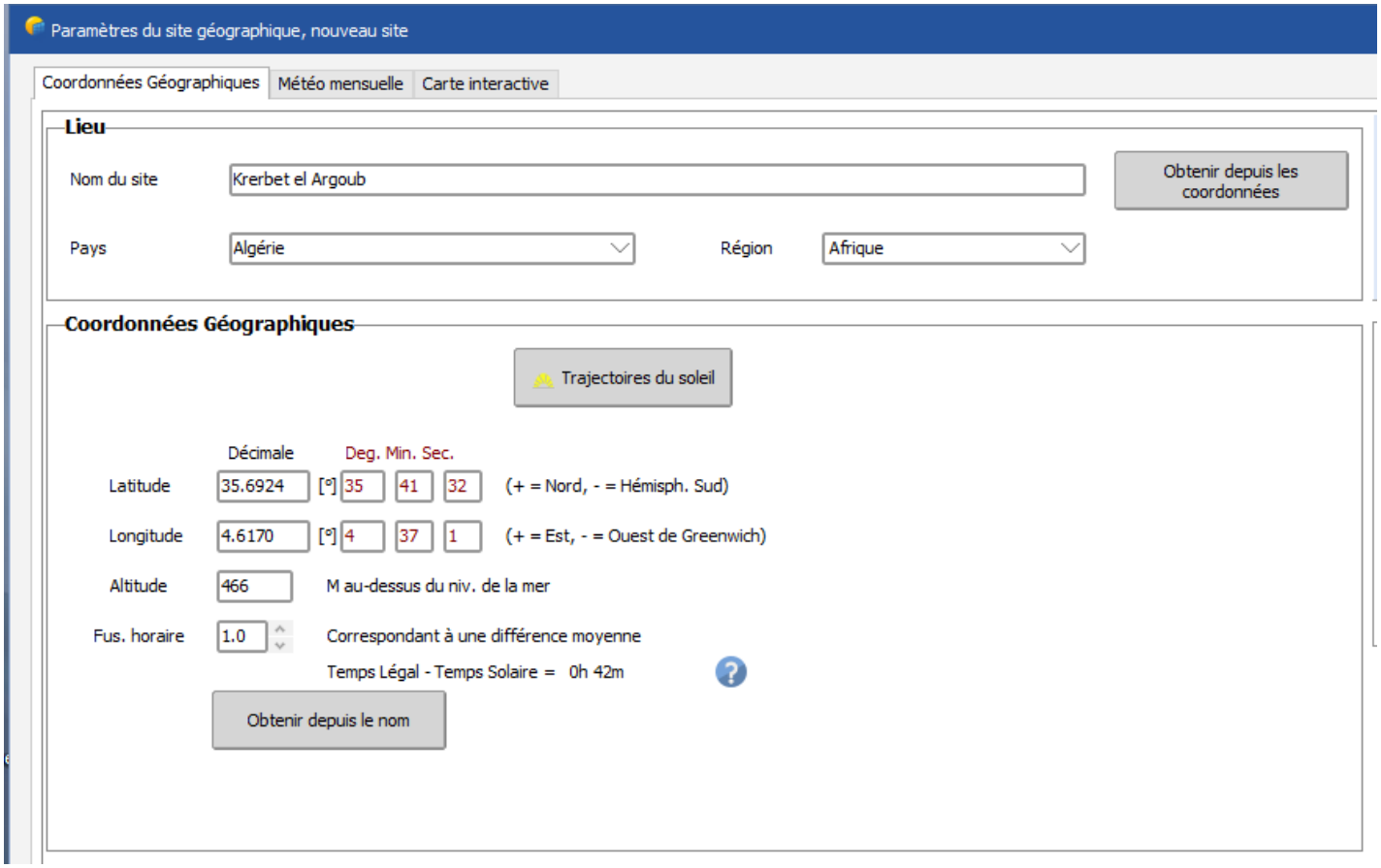


***FigureIII.2:**sitede Metarfa*

III.3.2. Coordonnéegéographique

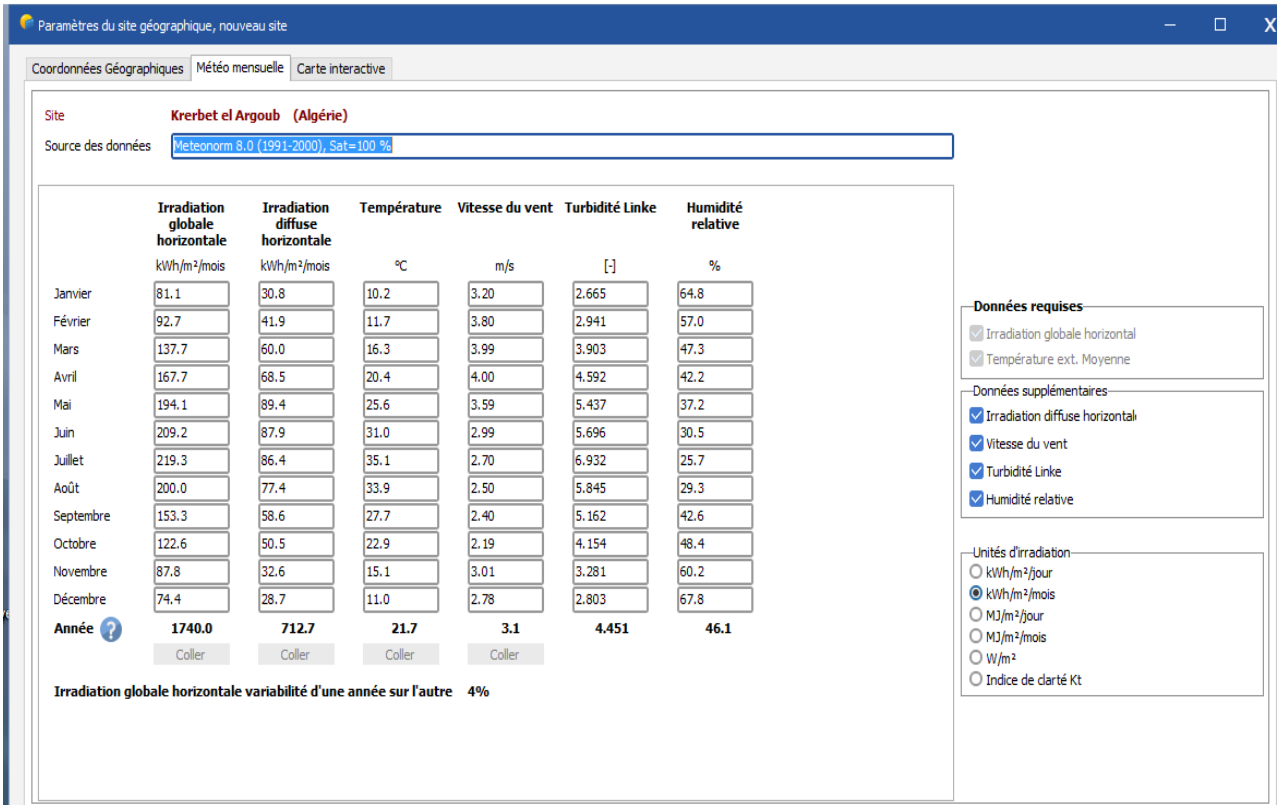
Unsitegéographique estdéfinipar:

- Sonnom,paysetrégiondu monde;
- Coordonnées géographiques:latitude, longitude, altitudeetfuseauhoraire;
- Donnéesmétéorologiquesmensuelles.



***FigureIII.3**: coordonnée géographiquedeMetarfa*

III.3.3. Donnéesmétéorologiques



FigureIII.4: *ParamètresclimatiquedeMetarfa*

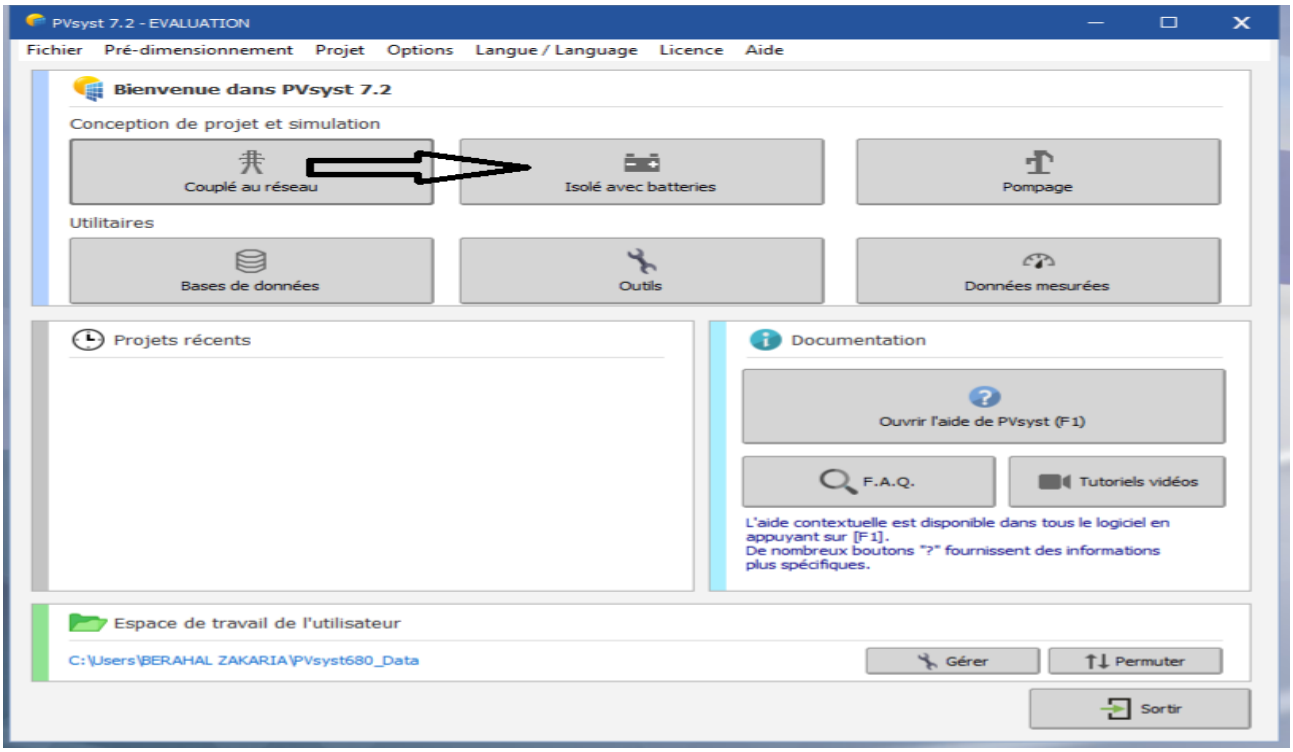
Cesdonnéesrésumentlescaractéristiquesclimatiques(l'irradiationetlatempérature)du site Metarfa, Il est conseillé de définir soigneusement lasourcedes données:

PVGIS:(**P**hotovoltaic**G**eographical**I**nformation**S**ystem)Fournitunaccèssurl'Internetauxd onnéessurlerayonnementsolaireetlatempératureetauxoutilsd'évaluation de la performance PV pour n'importe quel endroit en Europe et en Afrique,ainsiquedans unegrandepartie del'Asie.

III.4. Conceptionduprojet:

On retrouve ici le même fonctionnement que dans "preliminary design" mais avecbeaucoup plus de paramètres. Encore une fois, on choisi le type d'installation : connecté auréseau,déconnecté du réseau,systèmedepompesolaireou connectéaunréseaucontinu.

On aura plusieurs néanmoins plus d'étapes : choix du projet et de ses variables,orientation du panneau solaire, définition de l'horizon (ombre lointaines), définitions desombres proches, définition du système et enfin résultats. Les étapes définitions des ombreslointaines et proches sont facultatives, mais si on utilise la définition des ombres proche, iln'estpastrèsimportantdes'attardersurlepositionnement(inclinaisonetazimut)dupanneaucar onpourralemodifiésdans la définitiondesombresproches.

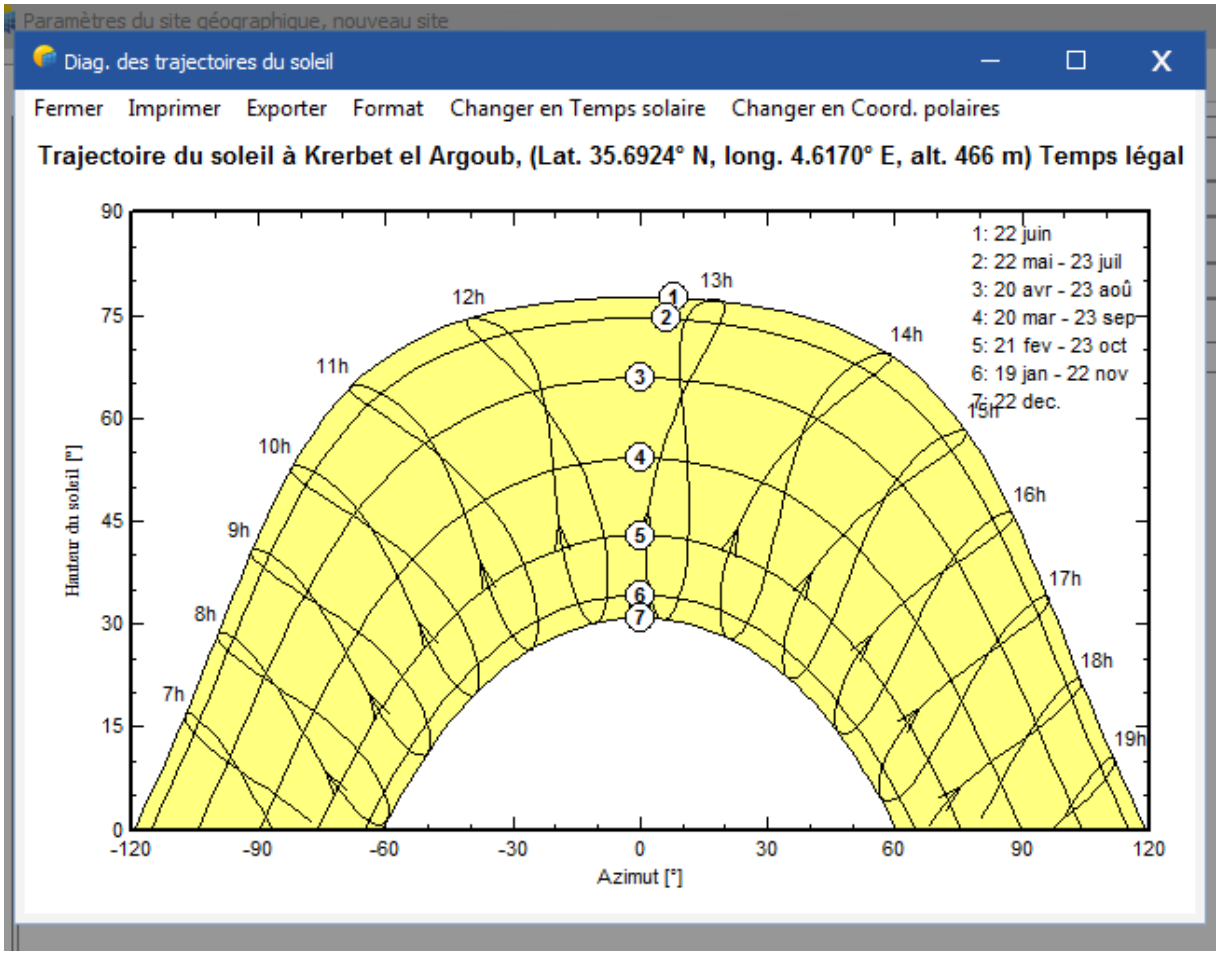


FigureIII.5:*Conceptionduprojet*

III.4.1. Lesétapesdeconceptiond'unsystèmePVautonome

Celadonneuneprocédureétapeparétapelorsdeladéfinitiond'unsystèmeautonomeen PVsyst:

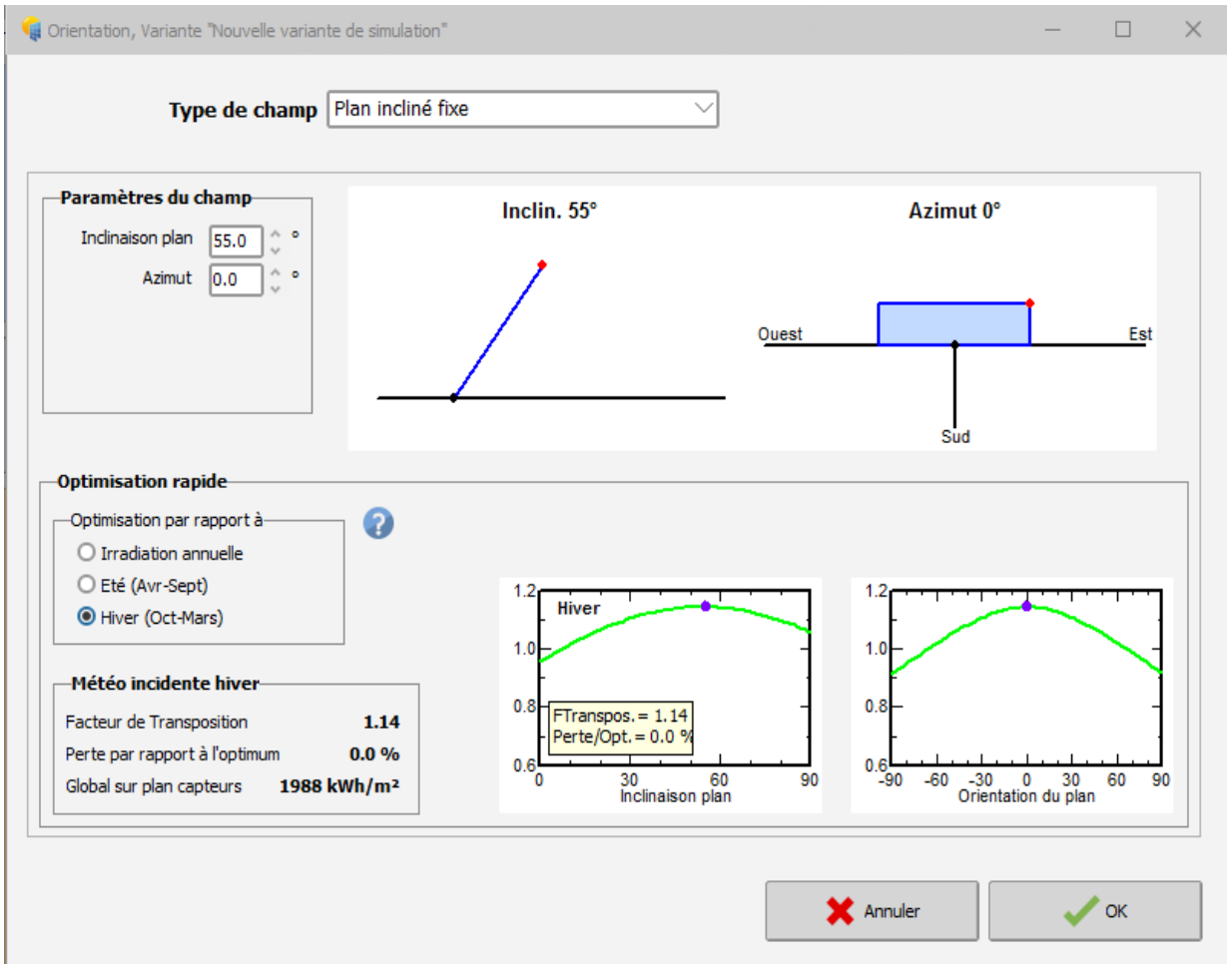
- **Définition d'un profil de l'horizon**: est une opération très simple avec l'outilgraphique PVsyst. L'horizon est une ligne brisée superposée sur le diagramme detrajectoire du soleil,quipeutcontenirunnombrequelconquedehauteur/pointsd'azimut.



FigureIII.6 : *horizon de metarfa*

- **OrientationdesmodulesPV:**Vuleprixélevédesmodules PV,ilestnécessairedechoisirdesorientationsetinclinaisons favorablesàlaproductiond'énergie.

  Pour la simulation en technologie de silicium poly cristallin, nous avons choisi unplaincliné fixe d'une inclinaison 30° (par rapport à l'horizontale) comme l'illustrela figure30° c'est l'inclinaison optimale donnée par le logiciel PVSYST, en dehorsdecettedernièrele rendement diminue.

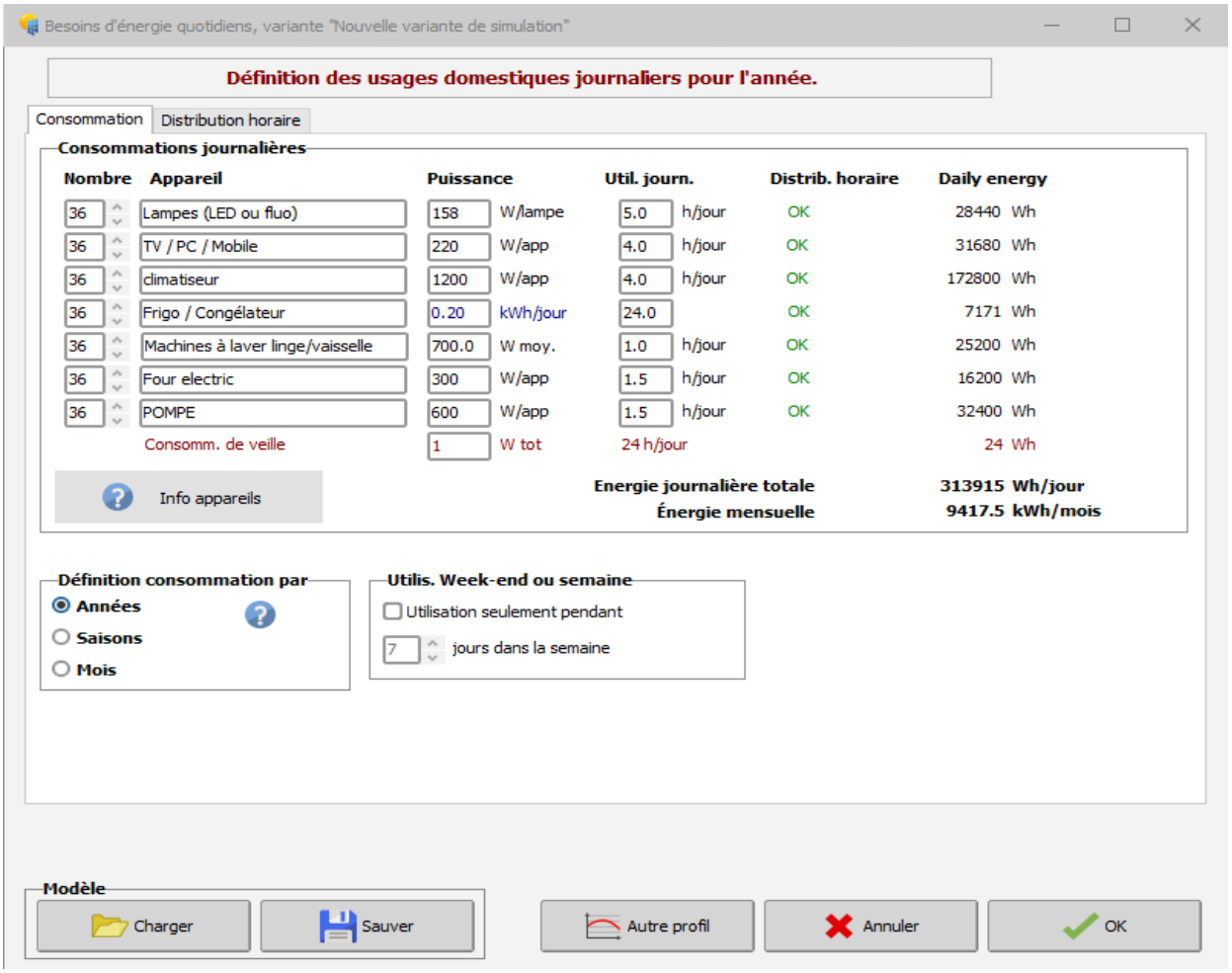


FigureIII.7:*angled'orientation*

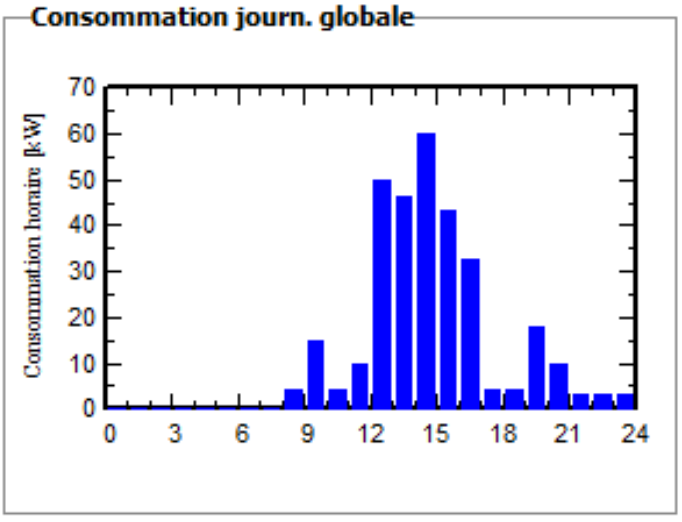
Le facteur Transposition: est le rapport de l'irradiation incidente (GlobInc) sur leplan, à l'irradiation horizontale (GlobHor). C'est à dire. Ce que vous gagnez (ou en vrac)lorsdel'inclinaison du plan du capteur.

- **La définition des besoins de l'utilisateur:** par défaut pour les petits systèmes, celaest proposé comme une liste des appareils ménagers et les détails de leur utilisation(peutêtresaisonnièreoumensuelle).

  Pour les systèmes industriels ou plus grands, vous avez de nombreuses possibilitésdedéfinir un profil decharge(compris paruneliste devaleurs horaires).



(a)



(b)

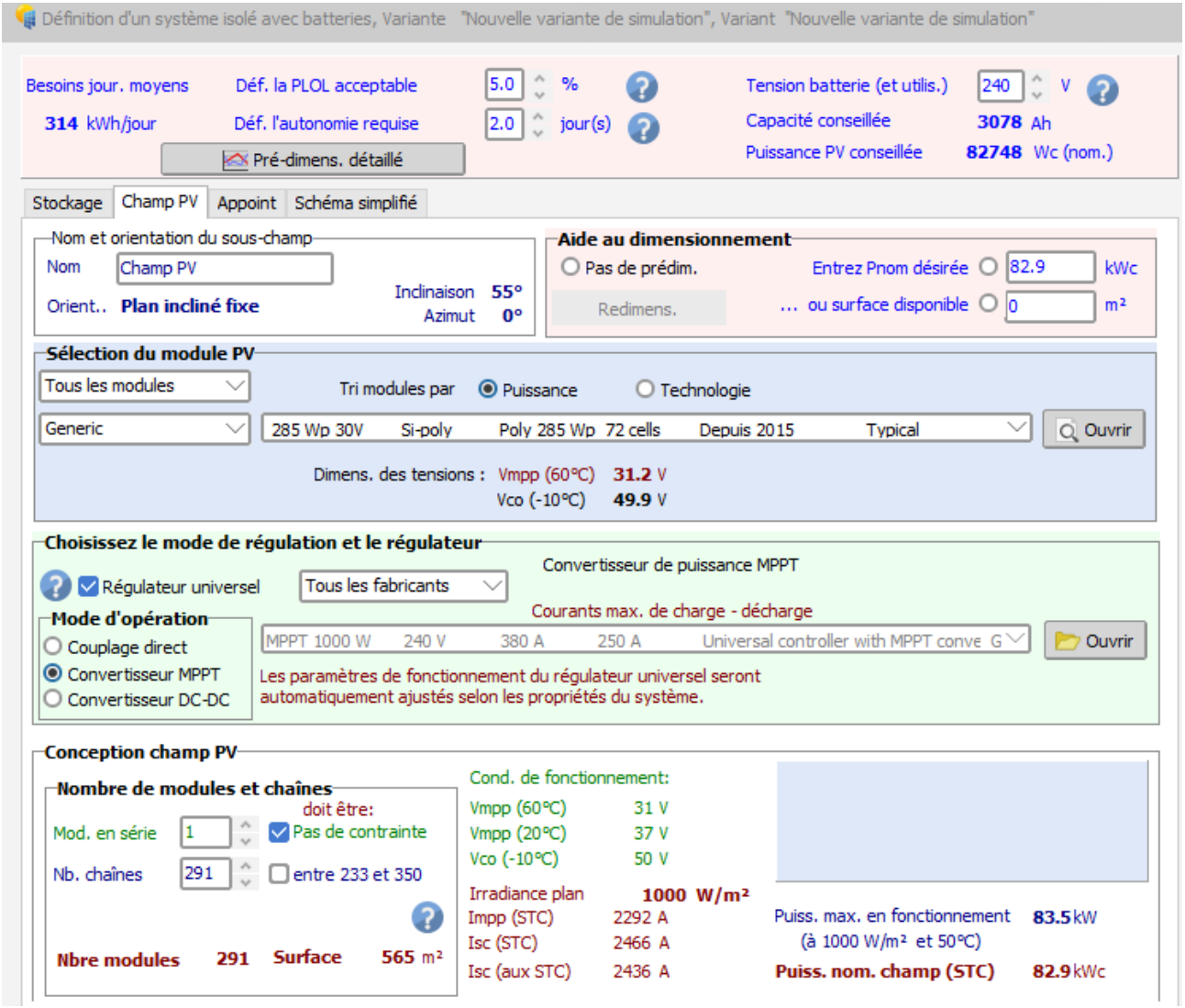
FigureIII.8:(a)*et letempsd'utilisation et* ***(b)****la profile decharge*

Définitunprofilhoraire aucours de la journée,afinde mieuxcorrespondre lecomportementdelabatterie(etdoncdemieuxcalculersonusure),Doncl'énergiemoyenne journalière consommée par la maison est de 11,6 kWh/jret On remarque que lemax consommation d'électricitéenter12h-14h avec2387 wcrête.

- **Ladéfinitiondusystème autonome:**Laconceptiondesystèmeestbaséesuruneprocédurerapideet simple :

- lesystemdestockagedans labasededonnéesinterne;
- Choisirlesmodules PVdans labasededonnées interne.

Cetteétapeestdiviséeen3sousparties:"presizinghelp","selectbatterie"et"selectmodules".



FigureIII.9:*ladéfinitiondesystemautonome*

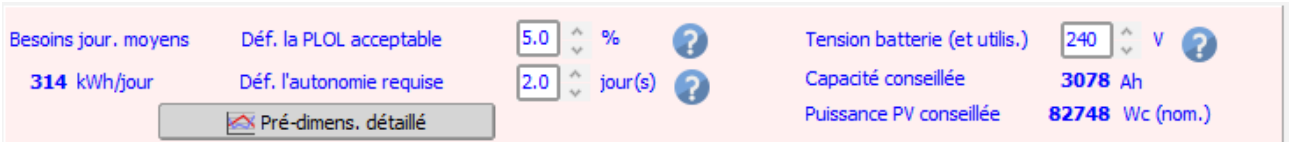
- **Presizinghelp:**(enhaut)Lesparamètrespourchoisirletypedubatteriedonnedesconseils au sujet dela banquedebatteriequiseet PV puissancedetableau.

Le calculestbasésurvosfichiersetdéfinitionsci-dessusmétéo. Vousdevez définir:

- l'autonomienécessaire(habituellementenviron3jours),
- Laprobabilitéacceptablequelesbesoinsnesontpascouvertsparlesystème(PLOLpour "probabilitédepertedecharge),
- Latension nominale delabanquedelabatterie.

Leprogrammevaalors effectuerundimensionnementdusystème,delamêmemanièrequedans lasection "prédimensionnement".

Vousavezégalementunboutonpouruneétudededimensionnementplusraffiné,pourdifférentes distributions météo, ouen fonction du paramètrePLOL.



FigureIII.10:*lesparamètres pourchoisirle typedubatterie*

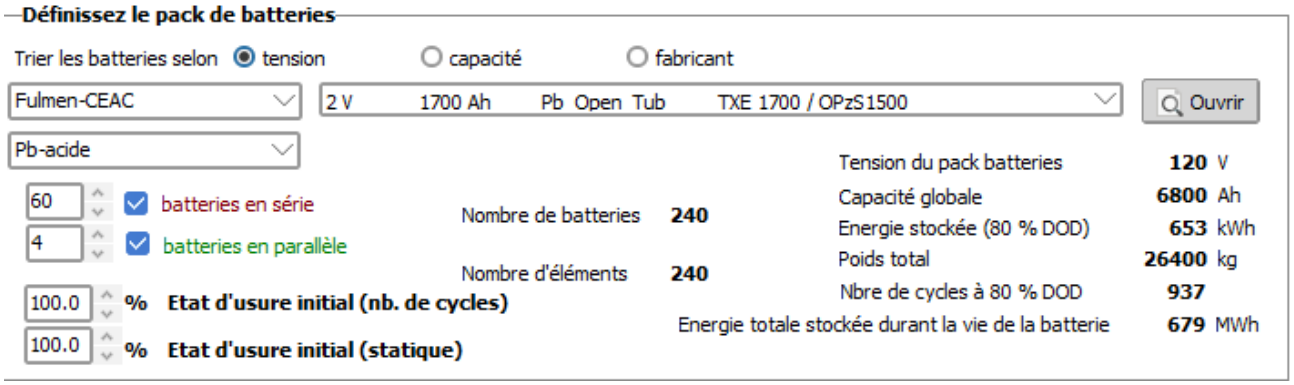
PLOL (probability loss of load) perte de charge : Cette valeur est la probabilité que lesbesoins de l'utilisateur ne peuvent pas être fournis (à savoir la fraction de temps lorsque labatterie est déconnectée en raison de la sécurité du régulateur "Low de charge »). Il peutêtrecompriscommelecomplémentdela«fractionsolaire»(bienqu'ellesoit décriteentermesdetempsplutôtque del'énergie).

L'autonomie : C'est le nombre de jours consécutifs qu'en absence du soleil, le systèmedoitêtrecapable poursubvenir auxbesoins énergétique.

- **Définitiondesystèmedestockage:**enchoisissantunmodèledebatterie(page"Storage").

=>Leprogrammeproposeralenombredebatteriesensérieetenparallèle,selonlessuggestionsobtenues dans l'outil depré-dimensionnementprécédent.

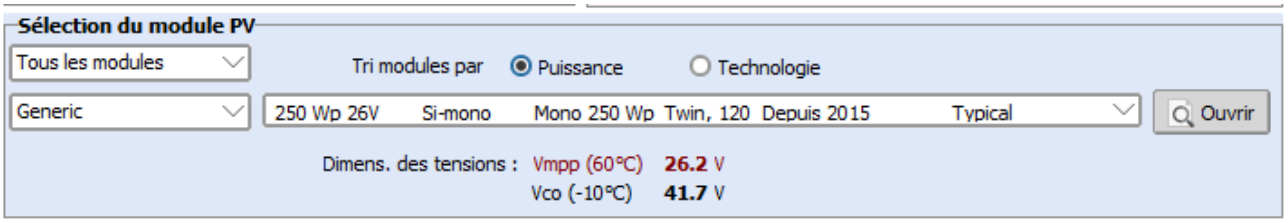
Vousdevezégalementdéfinirlesconditionsdetempératuredefonctionnementpourlesbatteries, enfonction devotremiseen œuvredu système.



FigureIII.11:*les paramètresdelabatterie*

- **Définitionduchamppphotovoltaïque:**ChoiserletypedemodulePVdanslabasedesdonn ées,

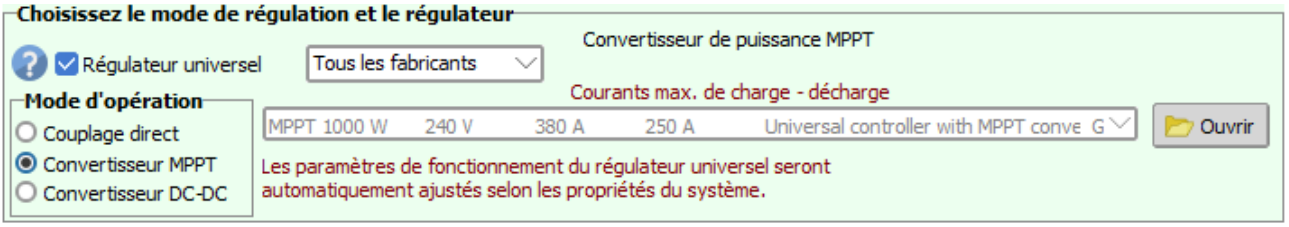
=>Leprogrammedéterminelenombredemodulesensérieouenparallèle,selonlesconditionsMPPTd ebatterieet voltage. Orpuissance PVnécessaire.



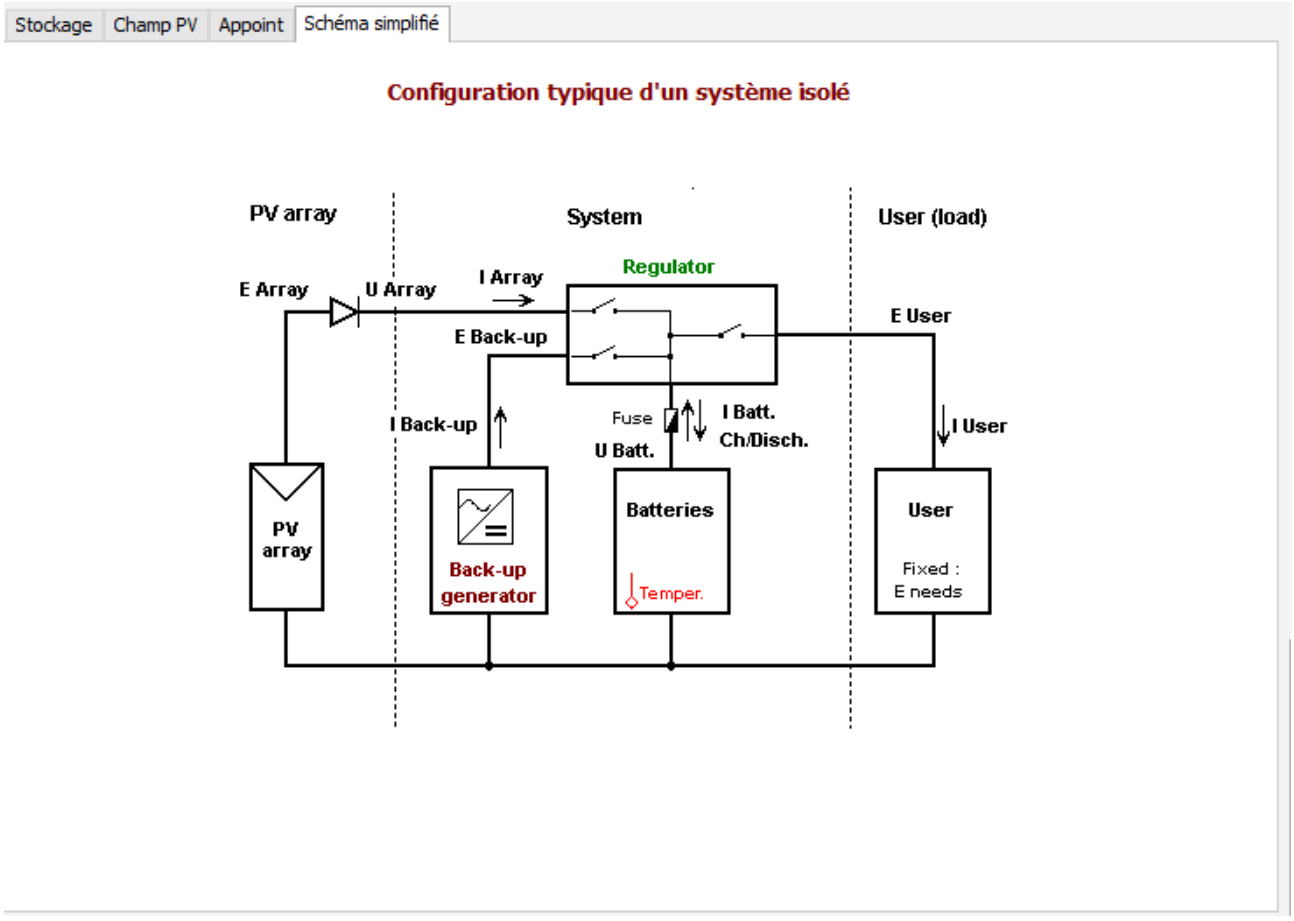
FigureIII.12:*lesparamètresduchampPV*

- **Lechoixdestratégieducontrôle :**Dansle(couplagedirect,MPPTouconvertisseurDCDC), ilestconseillédechoisir le"ConvertisseurMPPT".

LeconvertisseurMPPTestunsystèmedeconversiondepuissancemunid'unalgorithme de contrôle approprié permettant d'extraire le maximum de puissance que leGPVpeut fournir.



FigureIII.13:*lechoixdurégulateur*



FigureIII.14:*le schéma simplifié*

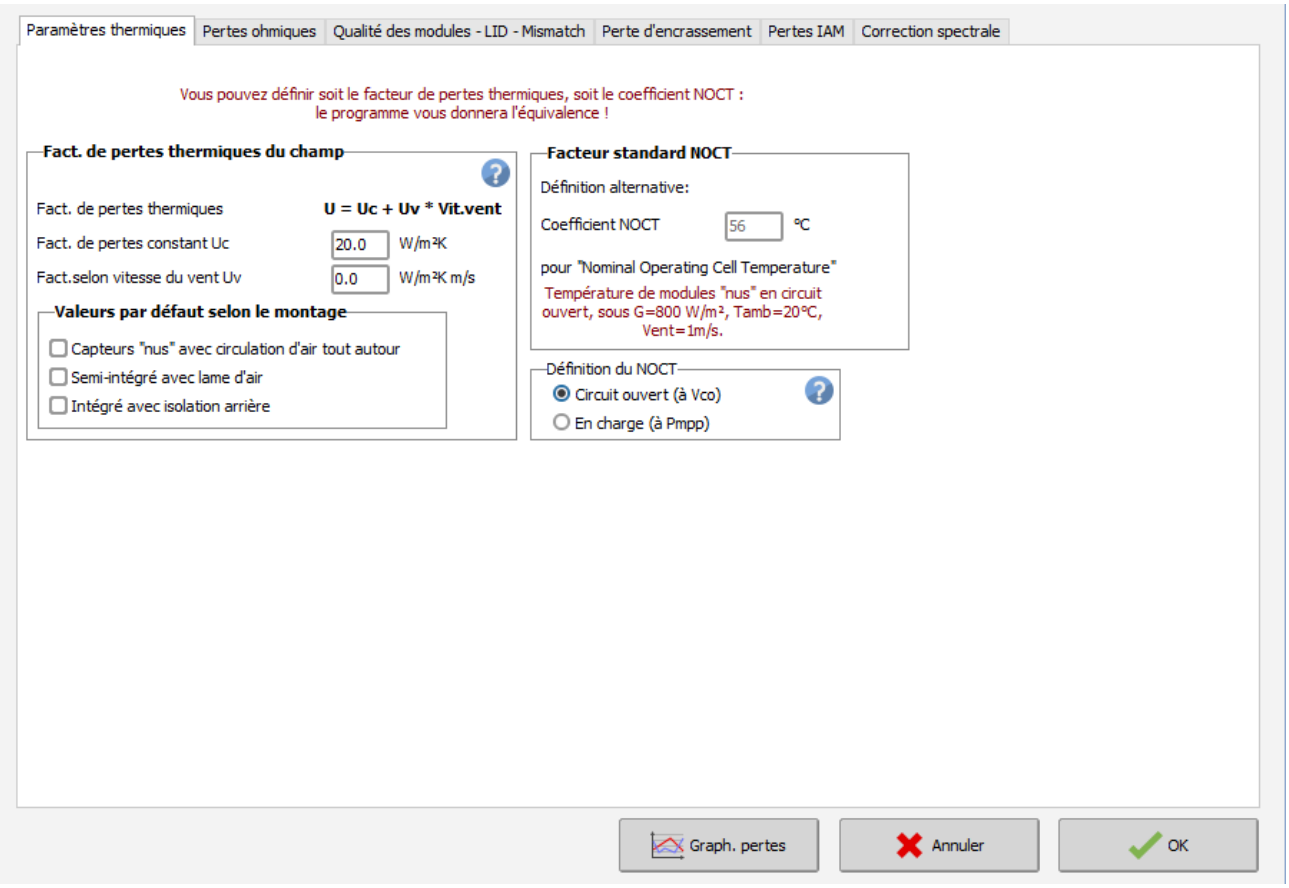
NB : Dans l'heure actuelle, vous ne pouvez pas définir un onduleur avec des systèmesautonomes:

Lesbesoinsdel'utilisateursontexprimésentermesd'énergie,quellequesoitl'utilisationcourantcontinueoualternative.Sivousavezunonduleur,vousdevezaugmenter les besoins de l'utilisateur, afin de rendre compte de son efficacité. Onduleursautonomesseront bientôt disponibles, dans uneversion future.

Passez sur le bouton « Pertes détaillées » pour la définition de toutes les pertes dusystème, qui ont été définis à des valeurs par défaut raisonnables pour vos premièressimulations.

Finalement : Vous pouvez maintenant jouer avec ces paramètres, et récupérer lesvaleurs automatiques proposées en cliquant sur la case à cocher par défaut associée à toutmoment.

Des avertissements seront affichés s'il y a des incompatibilités entre les paramètreschoisis.



FigureIII.15:*paramètresdespertes*

III.5. Résultatsetdiscussionsdelasimulationnumérique

III.5.1. Paramètresdusystème(Isoléavecbatteries)

Orientationplancapteurs Inclinaison55° Azimut 0°

III.5.1.1. Caractéristiquesduchampdecapteurs

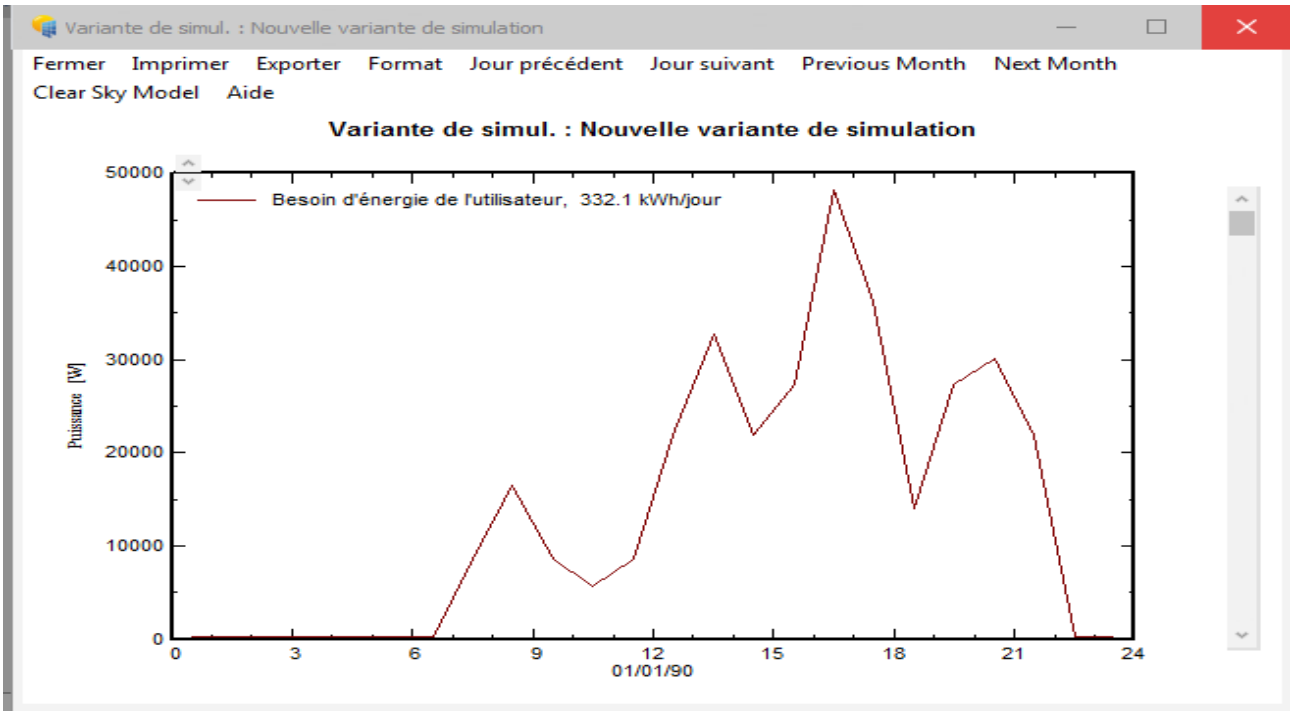
ModulePV Si-Mono

NombredemodulesPV En série 10 modulesEnparallèle32 chaînesNombretotal de modules PV Nbremodules 320 Puissanceunitaire 250 WpPuissanceglobaledu champ Nominal(STC)80 kWp Fonct à 50°C 71.9 kWpCaractéristiquesdefonct.à50°C U mpp 275 V Impp 262 ASurfacetotale Surfacemodules 521 m² Surfacecellule461m²

III.5.1.2. CaractéristiquesduBatterie

Caractéristiquesdubancdebatteries Tension 120 V Capaciténominale 6800Ah Nombred'unités 60 ensériesx4enparallèles

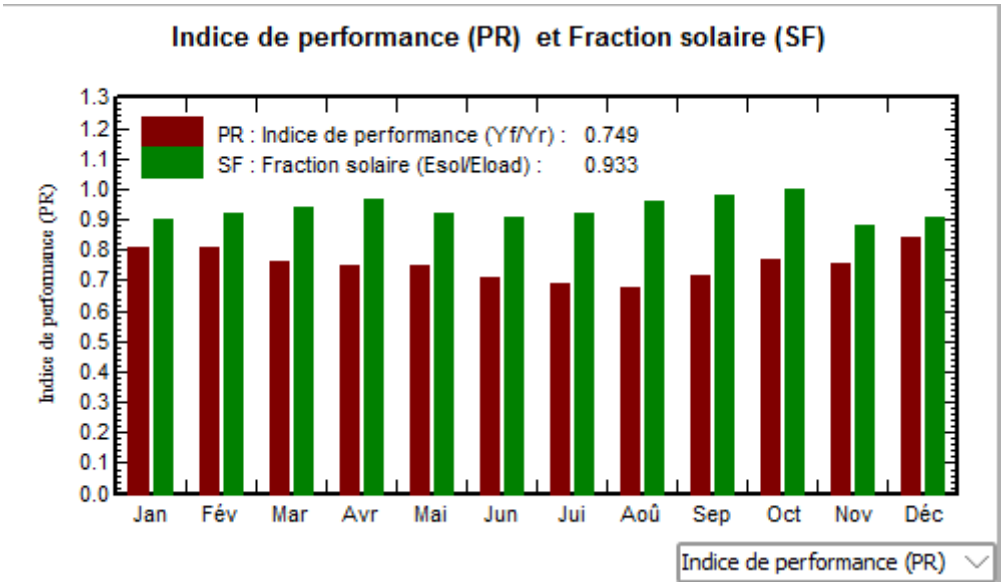
III.5.2. Profiledecharge



FigureIII.16:*profilede charge*

L'énergie moyenne journalière consommée par **36 maison**est de **11,7 kWh/jr** et Onremarquequele maxconsommation d'électricitéenter12h-14h

III.5.3. performanceratio



FigureIII.17:*indicedeperformance*

LafigureIII.16représentel'indicedeperformance(**P**erformance**R**ation)estlerendement de globale du systèmedéfini par le rapport de rendement réel du système par lerendementnominale dusystèmetel que:

$$PR = \frac{rendemenetréeldusystéme}{rendemenetnominaledusystéme}$$

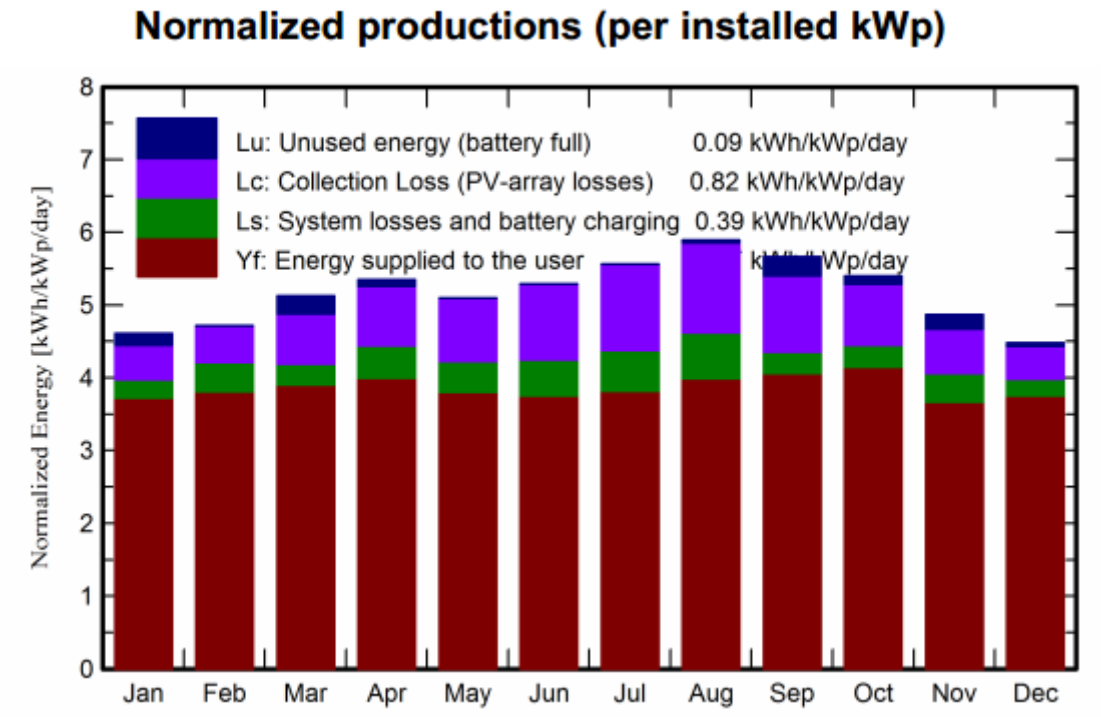
Danscecas l'indicedeperformance et: 74,9%

La valeur typique de *PR* **e**st 0,65 à 0,9 Alors Le système qui a été installé fonctionnetrèsbien.Autrementlespertesdanslesystèmepeuventêtredonnéesparlarelationsuiva nt :$\eta = 1 - PR$.Les pertesde cette systèmeest:25,1 %

η **:** les pertes dans le système peut sont aux (câblage, diodes, Mis marche, non suivre duPMM,….. etc.), Généralement < 25%

III.5.4. Lesproductionsnormalisées

La prédiction dusystème(à la sortie du stockage : **Yf**) estreprésentéesurlafigure III.17 .Les pertes **Lc**, **Ls** et **Lu** sont les pertes correspondantes au champ PV,lespertesde systèmedestockage etl'énergie non utilisée,respectivement.



FigureIII.18:*Lesproductionsnormalisées*

III.5.5. Bilanénergétique

Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	81.1	141.1	9846	399.6	1046	9247	10294	0.898
February	92.7	129.8	9064	0.0	756	8542	9298	0.919
March	137.7	155.1	10547	594.3	597	9697	10294	0.942
April	167.7	155.1	10381	196.0	355	9607	9962	0.964
May	194.1	151.5	10011	0.0	850	9444	10294	0.917
June	209.2	151.4	9745	0.0	949	9013	9962	0.905
July	219.3	165.0	10367	0.3	811	9483	10294	0.921
August	200.0	176.5	11061	85.1	381	9913	10294	0.963
September	153.3	165.2	10646	618.0	206	9755	9962	0.979
October	122.6	164.2	10853	270.3	0	10294	10294	1.000
November	87.8	144.3	9827	470.9	1159	8802	9962	0.884
December	74.4	137.3	9590	112.2	980	9314	10294	0.905
Year	1740.0	1836.5	121937	2746.9	8090	113111	121202	0.933

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	E_User	Energy supplied to the user
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	E_Load	Energy need of the user (Load)
E_Avail	Available Solar Energy	SolFrac	Solar fraction (EUsed / ELoad)
EUnused	Unused energy (battery full)		
E_Miss	Missing energy		

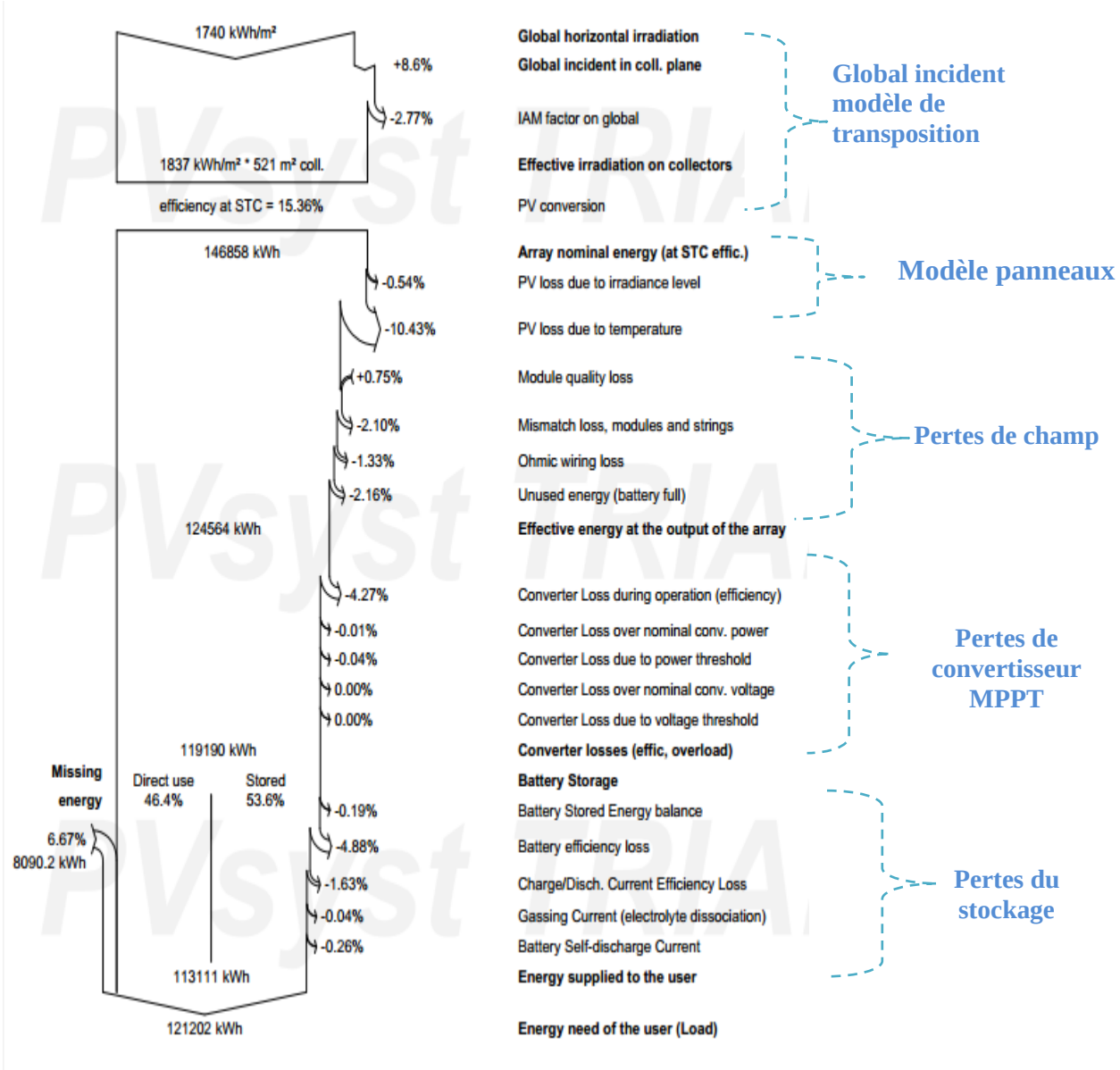
GlobHor :Rayonnement global horizontal : une combinaison du rayonnement diffuseglobalet du rayonnementdirectglobalpourunesurfacehorizontale.

GlobEff : Le rayonnement effectif sur les collecteurs : le rayonnement restant après lespertes détaillées précédemment, multiplié par la surface PV (la surface du module telle quedéfiniedans lefichier*.PAN).

La conversion PV : le rendement du module aux STC (conditions standards de test).**L'énergienominaledupanneau(aurendementSTC):**lerendementdelaproductionPVmultiplié par lerayonnement efficacesur les collecteurs.

EArray: Energieeffectivesortiechamp(L'énergienominaledupanneau(aurendementSTC)– les pertes de modèle PV et lespertes de champ).

Diagrammedespertessurl'annéeentière



FigureIII-19: *Le diagrammedes pertes danslessytemePV*

Le diagramme résume les pertes de la production de système PV à savoir : les pertesohmiques du câblage, effet d'incidence, pertes dues a la température du champ, pertes duesala qualité desmodules,…etc.

En effet, l'énergie produit par le champ PV (énergie sortie du champ) estimée a **4902**KWhet réduireà**4697** KWh ala sortiepourutilisateur.

Conclusion

Le logicielle **PVsyst** permet de simulerunsystème photovoltaïqueavecunepriseencomptedetouslesaspects:pertes,emplacement géographique,...etc. Ceci apermisdefaireunemeilleure estimationdespertesqui peuvent affecter le rendementglobal.

Les pertes dues au système du stockage et les jours d'autonomie est très importantepour le dimensionnement de ce système de stockage, d'où la nécessité d'opter pour unetechnologie de meilleure rendement possible de ce composant qui représente clé et le plusdélicatd'uneinstallationphotovoltaïqueautonome.

Etudetechnico-économique

IV.1. Introduction

Suite à notre étude du système d'installation d'une chaine photovoltaïque, il estimportant d'évaluer le coût annuel total de notre système. Alors, nous procédons à ladétermination économique et énergétique du coût global actualisé du KWh fourni. Le prixdu kWh produitpar cette installation solaire photovoltaïque dépend des coûts fixes àl'investissement initial (achat du matériel et travaux) et surtout de la durée considérée pourl'amortissementde l'investissement (exemple10ans).

Le choix technique et économique de l'une des formes des énergies renouvelables esttributaire de la connaissance de plusieurs paramètres à savoir : la puissance électriquerequise,et lecoût d'investissement[33].

IV.2. Tableauxdel'étudetechnico-économiquedessystèmesPV

Les prix de l'équipement utilisé pour l'étude économique sont obtenus auprès desentreprises fabricantes en **ALGERIE : CONDOR** et **ALGERIA SOLAR COMPANY**.Pouréviterles frais de transport.

Désignation	***Caractéristique***	***Puissance installée***	***Quantité***	***Prix unitaire(DZD)***	***Montant DZD***
Module mono cristalin	250 Wp/ 26 V	2, 3	320	26.800,00	8 576 000
Supportspour lesmodules	/	2, 3	320	5000,00	1 600 000
Câbleet divers	/	2, 3	320	20.000,00	6 400 000
Régulateurs	125V/60 A	2, 3	1		42 600
batteries	V=2V ; Capacité=1700Ah.	2, 3	240	45.750,00	10 980 000
Cout totaldeS PV					27 598 600

TableauIV.1*:Etudetechnico-économiquedusystèmePValimentant36 appartement*

Letableaumontréquepouruneproductionde**2,3kW**,Lecouttotaldusystèmephotovoltaïqueest: **27 598 600,00DZD**.

L'analyseéconomiquequipermettradedéterminerlecoûttotalduprojetetletempsderetour surinvestissement est faitesurlabasedes hypothèses suivantes :

- Coûtdemaintenance etd'exploitationestpriségalà 5%del'investissementinitial ;
- Lamaind'œuvreestpriségaleà10%del'investissementinitial;
- Coûtd'investissementinitial;
- Lecoûtderemplacementdeséquipements.

Suite aux résultats trouvés, l'amortissement de l'investissement du projet est estimé de 20 à25 ans, et la durée de vie des batteries est de 10 ans, aussi nous considèrerons ces batteriesseronsremplacées deuxfois pendant laduréedeprojet.

Cout total =Investissement initial + coût d'Exp &maintenance + Main d'oeuvre + Coût de remplacement

Cequi nous donneuncoût total du projetégal à 40 738 390.00**DZD**.

Notre utilisateur n'amortit pas son investissement pendant la période de 20 ans, unedurée de vie du module photovoltaïque de 20 à 25 ans. Ce n'est pas donc très positif pourson investissement, on conclut que le prix du kWh de Sonelgaz est moins cher que le kWhsolaire.

IV.3. Installationetmaintenance

Lemontaged'uneinstallationPVnediffèrepasbeaucoupdeceluiélectriquetraditionnel. Cependant les particularités du courant continu et de la basse tension liées aux grandscourantsimposent certaines précautions particulières.

Les panneaux solaires devant être montés a l'extérieur, une série de problèmes lies al'environnement peuvent apparaitre: corrosion ou vieillissement en fonction de la salinité,desmatériauxet des choixdemontage.

IV.4. Installationmécaniqueetélectrique

IV.4.1. InstallationdugénérateurPV

- **Orientationetl'inclinaisondugénérateurPV**

Ilestimportant que lesmodules soient orientés plein sud pourcapterl'énergiequotidienne maximale, quelle que soit la saison. Pour cela, le sud magnétique peut êtredéterminéàl'aide d'uneboussole.

L'inclinaison est le second paramètre important. Elle est principalement choisie enfonctiondu profil deconsommation toutau longdel'année.

Une inclinaison faible par rapport à l'horizontale favorise la captation de l'énergiesolairependant l'été.

Uneinclinaisonimportanteparrapportàl'horizontalefavoriselacaptationdel'énergie solaire pendant l'hiver et par-là permet de diminuer les variations énergétiquesentrel'hiveret l'été.

Par contre,cette inclinaison oblige à dimensionner le générateur sur les apportsd'hiveretelleconduitgénéralementàunesurproduction d'énergieélectriqueen été.

- **Lesmasques**

Il est extrêmement important d'évité d'occulter une partie du générateur PV par unmasque. En effet, une ombre portée, même étroite, peut perturber le fonctionnement dusystèmephotovoltaïque:

- en provoquant l'éventuelle destruction d'un ou plusieurs module si la protectionélectriquedugénérateur est insuffisante;
- en occasionnant une perte énergétique en fonction de l'importance et de l'évolutiondu masque au cours de la journée (et des saisons) et du groupement série parallèledes modules.

- **Montagedesmodulesenrangs parallèles**

L'occultationd'unesériedemodulespeutprovenirdel'installationdugénérateurlui-même.

L'écartemententrerangéesdoittenircomptedecefacteur,lasituationlaplusdéfavorableétant atteintele jourdu solsticed'hiver.

- **Fixationdesmodules**

Lafixationdesmodulesdoitassurercorrectement lesfonctionssuivantes:

- Maintiendel'orientationcontreleventetlesautresintempéries,contrelesagressionsmécaniques;
- Protectioncontrelessalissures, etagressionsvenant dusol;
- Ventilationdesmodulesafindelimiterleuréchauffement;lesperformancesdesmodules diminuent quandlatempératuremoyennedes cellulesaugmente;
- Rigiditédel'ensembledesmodules.

De plus, le système de fixation lui-même est exposé aux intempéries et doit pouvoirleurrésister,saduréedevie doit êtreau moins égale àcelledes modules eux-mêmes.

Les modules sont généralement entourés d'un cadre rigide en aluminium anodisécomprenant des trous de fixation. Pour tout type de générateur, la structure classiqueconsiste en un châssis avec une base plane pouvant recevoir des écrous de fixation eux-mêmesliés à unearmaturerigide(exemple: chapedebéton).

Lessupportssontengénéralréalisésenaluminiumanodiséouenacierinoxydable.
Toute la boulonnerie de fixation est en général en acier inoxydable.Lastructure recevant lessupports doit :

- Pouvoirrésisterauxconditionsclimatiques,enparticulierauxvents;
- Permettre une bonne ventilation des modules : l'arrière des modules doit donc êtresuffisammentdégagépourpermettrelacirculation del'air;

Isolerlesmodulesdusol.Ilestconseilléd'adopterunedistanceminimumde0,6à0,8mentrel e sol et lebas des modules[16].

IV.4.2. Installationdesbatteriesdestockage

Les accumulateurs, de par leurs constituants, sont des éléments présentant un certainnombrededangers(toxicité,risqued'explosion).Ainsiqueleurrendementestliédirecteme ntàleurstempératuredefonctionnement (Ilfaut qu'ilssoientaérées).

Uneattentionparticulièredoitdoncêtreportéeaulocaloùsontentreposéslesaccumulateurs et à leur installation dans celocal.

- **Localdesaccumulateurs**

Ildoitassurerles fonctionssuivantes:

- Isolerlesaccumulateursdesintempériesetdesélémentsextérieurs(pluie,neige,soleil.);
- Permettreuneinspectionpériodiquecommodedesaccumulateurs;
- Etrecorrectementventilé,lesaccumulateursdégageantdesgazquipeuventformerun mélangeexplosif ;
- Mainteniruneteмpératureambiantelaplusprochepossiblede20°Cetentoutcascomprise ntre0 et 45 °C;

- **Installationdesaccumulateurs**

Elledoitassurerlesfonctionssuivantes:

- Isolerlesaccumulateurs dusol;
- Permettreuneinspectionfaciledesniveauxetconnexions,etl'additiond'électrolytedans chaqueaccumulateur ;
- Permettred'assurerdesconnexionsélectriquesfiables,simplesdonccourte,entrelesaccu mulateurs ;
- Isolerélectriquementlesaccumulateurs dusol.

IV.5. Maintenance

Lescomposantsphotovoltaïquesnécessiterontdesopérationsdemaintenanceetsurtoutdes pours'assurerdu bon fonctionnementdu système.

- **Modules**

L'entretiendesmodulesseferachaquefoispourassurerqueriennegènel'arrivéedurayonnement etquel'énergieproduite esttransmiseau régulateur.On feradonc:

- Lenettoyagedelafaceavantdesmodulesal'eauclairetousles3a6moisenvironpourenlever les salissure, le sable, les éventuels nids
- Unevérificationdessupports:surveillancedescorrosionséventuelles,serragedesfixationsmécaniques
- L'élagagedelavégétation toutautoursielleapoussé
- Lavérificationdes connexions

- **Batteries**

Lesopérationsdemaintenanceetlescontrôlessurlesbatteriesdoiventêtreeffectuesavecdel'outillageisoléetenobservantlesrèglesdesécuritépouréviter toutcourt-circuit.

Onferadoncdes opérationsdemaintenanceetlescontrôlessuivants :

- Lamesuredelatensiondechaqueélémentetreportdes valeursdans untableau.
- Lecontrôledel'aspect:bacnormale,nondéformé,bornespropres(sinonlesnettoyer).
- L'entretientdesconnexionsetnettoyagedescontacts
- Lecontrôlevisueldesniveauxd'électrolyte:ajoutedel'eaudistilléesinécessaire(ilyadeuxindicateurs de niveau MAX et MIN)
- Lamesuredeladensitédel'électrolytedechaque élément.

- **Régulateurs**

Lesnécessitentenprincipetrèspeud'entretien.

Les éléments a contrôler sont la fixation du régulateur, le serrage des borniers et latenue des câbles. Les paramètres de fonctionnement ne devant pas changer dans le temps,sauf après une surcharge occasionnée, par exemple par un impact de foudre proche dusystème, dans un tel cas on surveillera que le fonctionnement de fin de charge est correct etquela charges'arrête.

Auvudecesrésultatsobtenus,lesystèmePVétudiéprésentedesavantagesetdeinconvénients,quisontrésuméssur le tableauci-dessous.Lesystèmephotovoltaïque

présenteuncoutd'investissementimportant,unentretientrèsréduitetunfaiblecoutd'exploitation[34].

IV.6. Miseàla terredusystème

Lamiseàlaterreestl'undesmoyensgénéralementpréconiséspouréviterladestructiond'une partiedu systèmeparlafoudre.

Conclusion

Lecoûtd'investissementpourlamiseenoeuvred'unsystèmephotovoltaïqueautonome est important, ce qui fait que le kWh produit grâce à ce système n'est pascompétitiffaceau prix du kWh produit par laconnexion au réseaudeSonelgaz.

Il faut savoir que le kWh solaire est cher. L'utilisateur doit choisir des récepteurs defaibleconsommation commenousleconseillonspour l'éclairagedansnotreferme.

Conclusion générale

L'objectifgénéraldenotreétudeestl'électrificationd'uneagglomérationd'unensemble d'habitation de manière autonome au niveau de la commune de METARFA,lawilayadeM'silaapartirdel'énergiesolaireenutilisantuneinstallationphotovoltaïques.

Dans un premier chapitre, nous avons identifie la description etles équipements denotre installations photovoltaïque autonome. Ensuite, nous avons décrit le fonctionnementdessystèmesphotovoltaïque ens'étantsurchaque composantdu système.

Dans le deuxième chapitre nous avons dimensionné l'installation de notre systèmePVen fonction des besoins.

Pour atteindre ce but, nous avons déterminé la capacité du générateur et celle dustockage, avec le choix du module PV et de l'élément batterie convenables à un bondimensionnement.

Dans le troisième chapitre nous avons appliqué une étude par simulation numériquedel'installation PVdepuissance**3,4 KW**.

La méthode utilisée pour l'estimation du couple générateur / batterie est simple, basésur le profil de consommation et l'apport énergétique du lieu. La mise en œuvre de cetteméthodeaétéeffectuéeàl'aided'un logiciel PVsyst 7.2.

Le logiciel de simulation que nous avons utilisé PVsyst répond correctement auxchoix des composants constituants notre installation, plusieurs résultat sont obtenus avecmeilleursperspectives.

Enfin, nous avons établi une étude technico-économique et nous avons constaté quel'installationPVautonomeestintéressantedesignalerquenotreinstallationdevientrentable de vue de l'économie d'énergie qui actuelle très significatif par apport le réseauélectrique.

Bibliographie

[1] S.MASOUMMohamed,BADEJANISeyedMahdiMousaviandFUCHSEwaldf., «Microprocessor-controllednewclassofoptimalbatterychargersforphotovoltaicapplication»,Vol.19, September 2004 .

[2] Y. PANKOW, «Etude de l'integration de la production décentralisée dans un réseauBasse Tension.Application au générateur photovoltaique, » Ecole Nationale Supèrieured'Artset Metiers ThèsedeDoctorat, 2004.

[3] Pompage photovoltaïque «guide à l'intention des ingénieurs et techniciens, Institut deL'énergieet de l'environnementdela francophonie»;Université d'OTTAWA.

[4] M. BOUKLI-HACEN «Conception et réalisation d'un générateur photovoltaïque munid'un convertisseur MPPT pour une meilleure gestion énergétique »; thèse de magister ;UniversitéABOUBAKER BELKAID–Tlemcen,2011.

[5] C.Bernard«stationsolaireautonomepourl'alimentationstationpompage»l'archiveouverte pluridisciplinaire HAL2006].

[6] A. HammidatHadjarabet M.TBOUKADOUM«performanceetcoutdessystèmes depompagePV en ALGERIE»(2005).

[7] TRAHI Fatiha ; « Prédiction de l'irradiation solaire globale pour la région de Tizi-Ouzou par les réseaux de neurones artificiels. Application pour le dimensionnement d'uneinstallationphotovoltaïquepourl'alimentationdulaboratoirederecherchelampa»;Mémoi redemagisterenélectronique; 2011 ;page(11-12)/ (17-18)].

[8] M. G. Villalva et J. R. Gazoli, et E. R. Filho «Comprehensive approach tomodeling andsimulationof photovoltaicarrays»,Jornalof power electronics, ,May2009.

[9] A.Bilbao«Réalisationd'uncommandempptnumérique»universitéderoviraivirgili ,2006.

[10] H. BELGHITRI et H. ' Modélisation, simulation et optimisation d'un système hybrideéolienphotovoltaïque' mémoiredemagister, 2009.

[11] JIMMYRoyer,THOMASDjiako,BOCARSadaSyetERICSchiller,Lepompagephotovoltaïque,ÉditionMulti mondes, 1999 .

[12] F.Lasnier,T.G.Ang, «PhotovoltaicEngineeringHandbook »,IOPPublishingLtd.1980.ISBN0-85274-311-4.

[13] Djarallah,Mohamed,"CONTRIBUTIONAL'ETUDEDESSYSTEMESPHOTOVOLTAIQUESRESIDENTIELSCOUPLESAURESEAUELECTRIQUE,"UNIVERSITEDEBATNAThèsedeDoctorat enScience, 2008.

[14] M.BELHADJ;ModélisationD'unSystèmeDeCaptagePhotovoltaïqueAutonomeMémoiredeMagister ; CentreUniversitaireDeBechar ; 2008.

[15] M.BENGHANEM.EtudedelaperformancedessystèmesphotovoltaïqueautonomesTravaillantàpostefixe. ThèsedeDoctorat,U.S.T.H.B, avril 1999.

[16] B. EQUER. Energie solaire photovoltaïque. Volume I – Physique et technologie de laconversionphotovoltaïque. CNRS. Edition ellipses, 1993.

[17] M.BURESCH.Photovoltaicenergysystems.McGraw-Hill U.S.A,1983.

[18] E. BUCHET. Etude du dimensionnement et développement d'un logiciel d'aide à laconception de système de production d'énergie utilisant la conversion photovoltaïque del'énergie solaire, Thèse de Doctorat, Faculté de Science et Technique de Saint-Jérôme,d'AixMarseille, juillet 1988.

[19] A. HADJ ARAB. Modélisation et simulation d'un système photovoltaïque de faiblepuissance,Thèsedemagister, H.C.R, décembre1989.

[20] www.solarelectripower.org.

[21] AkihiroOi,"DesignandSimulationofPhotovoltaicWaterPumpingSystem",Facultyof CaliforniaPolytechnic State University, 2005.

[22] H.Knopf,"Analysis,SimulationandEvaluationofMaximumPowerPointTracking(MPPT)Methods foraSolarPoweredVehicule",Portland StateUniversity,1999

[23] D.Linden,T.B.Reddy,"HandbookofBatteries,3rdEdition".EditionMcGraw-Hill,INCNewYork 2002.

[24] S.Semaiou;Etudedel'électrificationd'unvillageavecdel'énergiesolairephotovoltaïque; Mémoiredemagister en Sciencephysique;2004.

[25] AntonioLuqueandStevenHegedus,"HandbookofPhotovoltaicScienceandEngineering",John Wiley& SonsLtd, 2003.

[26] FOGELMAN&RégisMONTLOIN,«InstallationsPhotovoltaïquesdansl'habitatisolé »livreédité par:EDISUD,1983.

[27] S.Petibon«nouvellesarchitecteursdistribuéesdegestionetdeconversiondel'energiepourlesapplicationsphotovoltaiques» thèsededoctoratdel'universitédetoulouse,2009.

[28] A.BOUZIDetM.AZIZI«Dimensionnementd'unsystèmephotovoltaïquepourl'alimentation d'une ferme Étude de l'onduleur triphasé lié à cette application », Mémoiredeprojet de find'étude pour l'obtentiondu diplômed'Ingénieurd'état, 2008.

[29] A.LABOURETetM.VILLOZ,«EnergieSolairePhotovoltaïque»,livreéditépar:

DUNOD),2006.

[30] http://www.photovoltaique.guidenr.fr/cours-photovoltaique-autonome /cours_photovoltaique-autonome.php.

[31] «Systèmed'éclairagepublic photovoltaïqueautonome;Hauteur7m – RégulationMPPT-Batteriesen têtedemât–EclairageLED»;www.neo-energy.eu.

[32] K.Amara«contributional'etudedeconceptiond'unecentralePV »mémoireMagisteruniversitédeTiziouzou 2015.

[33] H.Yotto«Etudeetconceptiond'uneminicentralePV»mémoirefind'étudesMaster2IEBéni n 2011.

[34] M. Nkouimi « outil d'aide au dimensionnement des système photovoltaïquesdomestiques » mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur deconception,Ecole national superieurpolytechnique deYaoundé2010.

الملخص:

هذا العمل لدراسة تثبيت نظام كهروضوئي ذاتي الذي يغذي مجموعة من المنازل المكونة لقرية معزولة و الاضاءة العامة , إذ و بعد إعطاء لمحة عن الأنظمة الكهروضوئية المستقلة نقوم بتعريف مختلف العناصر التي يتكون بها النظام و كذلك تعريف الحمولة و مدى استهلاك الحمولة المأخوذة بعين الاعتبار في الموقع المدروس نقوم استنادا إلى المعلومات الفعلية لموقع التثبيت و عن طريق برنامج كمبيوتر لحساب أبعاد النظام الكهروضوئي حيث يقوم هذا الأخير بتحديد طاقة النظام و كذا سعة البطاريات اللازمة لتغطية أيام العزلة , و أخيرا , ننهي عملنا بدراسة اقتصادية للمشروع و مقارنته مع سعر استهلاك الكهرباء لشركة سونلغاز

كلمات مفتاحية : النظام الكهروضوئي، حساب أبعاد النظام الكهروضوئي، دراسة اقتصادية

Résumé

Après une description succincte sur le système photovoltaïque autonome, nous présentonsles définitions des différents composants du se système, et aussi une définition de la charge ainsiquele profil de consommation dela charge adoptéedans un site isolé.

Ce travail a pour l'étuded'une installationphotovoltaïque autonome qui alimente uned'unensembled'habitation quecette comporte villagede 36 logements,l'éclairagepublic.

Ensebasantsurlesparamètresréelsdusitedel'installation,nousproposonsuneméthodededimensionnementàtraversunprogrammeinformatiquenousdéterminonsladimensiondes différents composants du système.

Enfin,nousterminonsnotretravailparuneétudeéconomiquedenotreprojetetuncomparaissantpar rapport au prixdela consommation électriqueduréseau deSonelgaz.

Motsclé:*Systèmephotovoltaïque,Dimensionnementdusystèmephotovoltaïque,systèmephotovoltaïqueautonome, étude économique.*

Abstract

After a brief description of stand-alone photovoltaic systems, we present a definition ofthedifferent components, and definition charge, as well as the consumption profile of the loadadoptedin an isolated site.

This work has for the study of an stand-alone photovoltaic installation that feeds a set ofhouse, thepublic lighting.

Basedontheactualparametersoftheinstallationsite,weproposeasizingmethodthrougha computerprogram that determinesthe sizeof thedifferentcomponents of thesystem.

Finally, we finish our work with an economic study and a comparison with the price of theelectricityconsumption of theSonelgaz network.