

وزارة البحث العلمي والتعليم العالي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPEREUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

كلية العلوم و التكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



N° d'ordre : M/GE/2019

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN ELECTROTECHNIQUE

Option : Energie renouvelable

Par

Nom et Prenom : BOUDIA Mohamed el amine

Intitulé du sujet

**Dimensionnement et etude d'un systeme hybride
photovoltaïque avec des équipements electromecanique
pour alimenter une salle de sport écologique**

Soutenu le

2020 devant le jury composé de :

Président : MESKINE Said

MCA

Université de Mostaganem

Examineur : ABBASSA Hamza

MCA

Université de Mostaganem

Examineur : ABBES Charef

MCB

Université de Mostaganem

Rapporteur : BENAÏSSA CHERIF Youcef

MCB

Université de BLIDA-1

Année Universitaire 2019/2020

Remerciements

Avant tout, je remercie ALLAH, le tout puissant, de m'avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce travail

je tenai à remercier mes encadreurs Mr. **BOKOURTT Abdelkader** et Mr. **BENAISSA CHERIF Youcef** pour leur disponibilité et pour mon avoir fait profiter de leurs connaissances et de leurs qualités tant professionnelles qu'humaines.

Nos respectueux remerciements à l'ensemble des membres du jury pour l'intérêt porté sur notre travail.

je tenai à remercier ma famille et tous ceux qui nous aidés dans ce travail de près ou de loin.

Nomenclature

Ip: Protection aux infiltrations (Ingresse protection) R_s : Résistance série [Ω]
Rsh: Résistance shunt [Ω]
Ipv: Courant délivrée par la cellule photovoltaïque I_{ph}
Ish: Courant Shunt [A]
Icc: Courant de court-circuit [A]
Is: Courant de saturation inverse de la diode [A] **V_{th}**: Tension thermique [V]
Vpv: Tension aux bornes de la cellule [V]
T_{mod}: Température de fonctionnement de la cellule
T_{ref}: Température de référence [qK]
G: Eclairage [W/m^2]
q: Charge électrique élémentaire [1.6.10⁻¹⁹C] E_g : Energie de seuil [1.12 eV]
ki: Coefficient de la température de I_{ph} .
k: Constante de Boltzmann [1,381 .10⁻²³ J/K]
A: Paramètre de la diode.
Ns: Nombre de cellule en série.
NP: Nombre de cellule en parallèle
Ms: Nombre de module en série.
MP: Nombre de module en parallèle
P_{max}: Puissance maximale [w]
V_{pm}: Tension à P_{max} [V]
I_{pm}: Courant à P_{max} [A]
V_{co}: Tension du circuit ouvert [V]
 η : Rendement
P_{in}: La puissance lumineuse incidente [w]
R: Résistance de l'hacheur [Ω]
C: Capacité de l'hacheur [F]
L: Inductance de l'hacheur [H]
V_{out}: Tension de sortie de l'hacheur [V]
V_L: Tension aux bornes de l'inductance [V]
V_C: Tension aux bornes de la capacité [V]
I_{out}: Courant de sortie de l'hacheur [A]
I_c: Courant passant par la capacité [A]
I_L: Courant passant par l'inductance [A]
 Δi_L : Ondulation du courant de l'inductance [A]
 ΔV_c : Ondulation de la tension de la capacité [V]
T_s: période [s]
E: Energie journalière [Wh/j]
P: Puissance [w]
E_c: Energie consommée [KWH]
E_p: Energie produite par le générateur PV [KW]
P_c: Puissance crête [W]
I_r: Irradiation du soleil [KW/m²]
N_{pv}: Nombres de panneaux solaires
Cei: Commission Électronique Internationale est une organisation mondiale
Mpp: MaximumPowerPoint tracking
Noct: Température nominale d'opération de la cellule [°C]
DC/DC: Continu/continu
AC/DC: Alternative/Continu.
P&O: perturbation et observation
IGBT: Transition bipolaire à gâchette isolée
MLI: Modulation à Largeur d'Impulsion (PWM)
B: champs magnétique
E_c: energie cinétique

liste des figures

- Figure I.1** variation de la resistance électrique du corps humain en fonction de la tension de contact
- Figure I.2** L'orientation et l'ensoleillement
- Figure I.3** attitude d'ensoleillement
- Figure I.4** La rose des vents
- Figure I.5** Materiaux de construction et leurs performances thermiques
- Figure I.6** Isolation thermique en extérieur et intérieur
- Figure II.1** Les composants du rayonnement solaire
- Figure II.2** Principe de conversion photovoltaïque
- Figure II.3** Schéma équivalent d'une cellule photovoltaïque
- Figure II.4** Schéma fonctionnel de la production d'énergie
- Figure II.5** Principe de fonctionnement de la machine
- Figure II.6** Force sur les électrons sous champ magnétique dans un conducteur (b) Deux conducteurs connectés en parallèle se déplaçant sous l'influence du champ magnétique
- Figure II.7** Deux dimensions de la nouvelle machine de tapis roulant
- Figure II.8** Schéma de structure du système d'engrenage utilisé
- Figure II.9** Générateur dc 12v
- Figure II.10** Le circuit onduleur utilisé dans le système proposé se compose des paramètres
- Figure II.11** Sortie du circuit inverseur
- Figure II.12** Parties du mécanisme de mouvement du rotor
- Figure II.13** Générateur à bas régime
- Figure II.14** Principe de fonctionnement et installation du générateur dans la machine de traction
- Figure II.15** Courant induit en 3 couches (combinaison parallèle) d'enroulements sur
- Figure II.16** Machine à tirer vers le bas comme machine génératrice d'énergie ayant un enroulement de cuivre sur chaque poids
- Figure II.17** Principe de fonctionnement et installation d'un générateur dans la machine " Lat pull down"
- Figure II.18** La machine leg press
- Figure II.19** Butter fly machine comme équipement de gymnase producteur d'énergie
- Figure II.20** Machine d'extension de jambe fonctionnant comme une machine de génération d'énergie
- Figure III.1** Caractéristique I(V) et P(V) pour différentes valeurs de l'irradiation
- Figure III.2** Caractéristique I(V) et P(V) pour différentes valeurs de la température.
- Figure III.3** Modèle r-c de la batterie
- Figure III.4** Schéma de principe d'un onduleur de tension monophasé
- Figure III.5** Schéma de simulation d'une commande MLI
- Figure III.6** Schéma Simulink d'un onduleur monophasé en pont complet.
- Figure III.7** Le courant de sortie de l'onduleur
- Figure III.8** La Tension de sortie de l'onduleur
- Figure III.9** Circuit électrique du hacheur<<Buck>>
- Figure III.10** Circuit électrique du hacheur<<Buck-Boost>>
- Figure III.11** Circuit électrique du hacheur<<Boost>>
- Figure III.12** Schéma bloc de simulation du convertisseur BOOST
- Figure III.13** Tensions de sortie en (v) du convertisseur BOOST
- Figure III.14** Courant de sortie en (A) du convertisseur BOOST.
- Figure III.15** Le point de fonctionnement optimal pour V_{pv} et I_{pv}
- Figure III.16** Principe de l'algorithme de la méthode P&O
- Figure III.17** Algorithme de la méthode P&O
- Figure III.18** Principe de l'algorithme de la méthode INC
- Figure III.19** Algorithme de la méthode INC
- Figure III.20** L'algorithme de la méthode FCO
- Figure III.21** Algorithme de la méthode FCC
- Figure III.22** Principe de la méthode LF
- Figure III.23** Les sous-ensembles pour les entrées E, CE et la sortie D
- Figure III.24** Puissance optimale du GPV pour les cinq méthodes
- Figure III.25** Schéma bloc de simulation de l'algorithme (P&O).
- Figure III.26** Schéma bloc d'un photovoltaïque muni de la MPPT.
- Figure III.27** pwm signal d'mppt ,duty cycle et la tension a la sortie d'hacheur
- Figure III.28** courant de sortie du générateur photovoltaïque en (A)
- Figure III.29** Tension de sortie du générateur photovoltaïque en (5V)

Figure III.30 puissance de sortie du générateur photovoltaïque en (W)
Figure III.31 courant de sortie du générateur photovoltaïque en (A)
Figure III.32 tension de sortie du générateur photovoltaïque en (V)
Figure III.33 puissance de sortie du générateur photovoltaïque en (W)
Figure III.34 Courant de sortie du générateur photovoltaïque en (A)
Figure III.35 Tension de sortie du générateur photovoltaïque en (V)
Figure III.36 Puissance de sortie du générateur photovoltaïque en (W)
Figure III.37 Tension de sortie du convertisseur DC-DC
Figure III.38 Courant de sortie du convertisseur DC-DC
Figure III.39 Localisation géographique du site en étude
Figure III.40 Image satellite du site en étude
Figure III.41 Moyenne annuelle de l'irradiation globale reçue sur une surface horizontale en Algérie (insolation en Wh/m²)
Figure III.42 Représentation graphique Irradiation globale moyenne mensuelle sur un plan incliné de 30° à mostaganem
Figure III.43 Schéma bloc de système global de simulation
Figure III.44 Schéma bloc de la batterie lithium-ion
Figure III.45 Signal soc de batterie
Figure III.46 La tension de la batterie lith-ion en (V)
Figure III.47 Simulation de l'ensemble des équipements électromécanique
Figure III.48 Simulation d'un seul équipement avec Dc machine
Figure III.49 Les courants des différentes équipements en (A)
Figure III.50 Les tensions des différentes équipements en (V)
Figure III.51 Les puissances des différentes équipements en (W)
Figure III.52 La puissance de sortie de pull down machine en (W)
Figure III.53 I-V de sortie de pull down machine en (A)-(V)
Figure III.54 Les différentes paramètres électrique de la machine
Figure III.55 La puissance de sortie de la machine leg press
Figure III.56 I-V de la machine leg press en (A)-(V)
Figure III.57 Les différentes paramètres électrique de la machine leg press
Figure III.58 La puissance de sortie de la machine butter fly
Figure III.59 I-V de la machine butter fly
Figure III.60 Les différentes caractéristiques électriques de la machine
Figure III.61 La puissance de sortie de la machine leg extension
Figure III.62 I-V de la machine leg extension
Figure III.63 Les différentes paramètres électrique de la machine
Figure III.64 puissance de sortie de la machine tapis roulant
Figure III.65 I-V de la machine tapis roulants
Figure III.66 Les différentes caractéristiques électriques de la machine
Figure III.67 La puissance de sortie de watt bike
Figure III.68 I-V de watt bike
Figure III.69 Différentes paramètres électriques de watt bike

liste des tableaux

Tableau I.1 Puissances actives de la salle de sport

Tableau I.2 Calcul de la consommation journalière été

Tableau I.3 Calcul de la consommation journalière automne

Tableau I.4 Calcul de la consommation journalière hiver

Tableau I.5 Calcul de la consommation journalière printemps

Tableau I.6 La localisation de la salle

Tableau II.1 Parametre de tapis roulant

Tableau II.2 Puissance de sortie produite à l'aide du système de tapis roulant avec et sans engrenages

Tableau II.3 La tension du système devrait donc être d'au moins 48 VDC.

Tableau II.4 Caractéristique de la batterie

Tableau III.1 Caractéristiques électriques

Tableau III.2 Caractéristiques de la batterie lithium-ion

Tableau III.4 Regles d'inference

Tableau III.5 Comparaison des méthodes.

Tableau III.6 Choix de la tension de fonctionnement

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Conception et l'installation énergétique dans une salle de sport	
I.1 Introduction	3
I.2 Les normes d'installation.....	3
I.3 Protection et sécurité	4
I.4 Consommation d'énergies.....	4
I.4.1 Puissance active de la salle desport.....	4
I.4.2 Consommation journalière.....	5
I.5 Les bases de conception de lasalle.....	7
I.6 Notion sur la bioclimatique et l'ecologie.....	7
I.7 La localisation de la surfaceétudié	8
I.7.1L'orientation etl'enseillement	9
I.7.2 L'orientation etlesvents.....	10
I.8 Matériaux de construction et leurs performances thermiques	10
I.8.1 L'inertie thermique de la salle.....	10
I.8.2 L'isolation thermique de l'enveloppe.....	11
Chapitre II : Energies des panneaux pv et des équipements electromecaniques	
Partie I	
II.1 Introduction.....	17
II.2 Energie solaire.....	17
II.3 Rayonnement solaire.....	17
II.4 Cellule photovoltaïque	17
II.4.1 Principe de fonctionnement	18
II.4.2 Différents types de cellules photovoltaïques	18
II.4.3 Circuit équivalent et modèle mathématique.....	19
Partie II	
II.5 Principe de fonctionnement des machines.....	20
II.6 La machine en tant que dispositif générateur d'énergie.....	21
II.6.1 Parties majeurs du système.....	25
II.6.1.1 Force motrice.....	25
II.6.1.2 Alternateur.....	26
II.6.1.3 Régulateur.....	27
II.7 Modification des poids de la machine	27

II.7.1 Champ magnétique.....	28
II.7.2 Tension induite	28
II.7.3 Calcul de la FEM induite.....	29
II.7.4 Courant électrique.....	29
II.7.5 Puissance mécanique.....	29
II.7.6 Puissance utile.....	30
II.8 Dimensionnement de système des équipements électromécaniques avec stockage.....	30
II.9 Microgrid et réseau publique.....	39

Chapitre III : Resultats et interpretations

III.I SIMULATION DU MODULE PHOTOVOLTAÏQUE

III.1.1 Panneau photovoltaïque	47
III.1.2 Caractéristique du panneau solaire	48
III.1.3 Tension de circuit ouvert Voc.....	48
III.1.4 Courant de court-circuit I_{cc}	48
III.1.5 Facteur de forme FF.....	49
III.1.6 Rendement η	49
III.2 Stockage de l'énergie électrique.....	49
III.2.1 Les batteries dans le système pv.....	49
III.2.2 Principe de fonctionnement des batteries.....	50
III.2.3 Technologie de la batterie lithium-ion.....	50
III.2.4 Modèle électrique de la batterie.....	51
III.3 Convertisseurs statique.....	51
III.3.1 Onduleur	52
III.3.2 Hacheur	54
III.4 Régulateur MPPT.....	55
III.4.1 Les méthodes de poursuite d'MPPT.....	66
III.5 Dimensionnement de système photovoltaïque avec stockage.....	69

III. II SIMULATION DE SYSTEME GLOBAL

III.6 Résultats de simulation et interprétations.....	70
Conclusion générale.....	77
Bibliographie.....	78
ANNEX 2 : Pré-dimensionnement système isolé	79
ANNEX 1 : Paramètres de simulation.....	80

Introduction Générale

La diminution des ressources énergétiques fossiles et la hausse durable de leur prix, l'augmentation considérable des besoins en énergie, les difficultés d'approvisionnement, le poids du secteur énergétique dans les émissions de CO₂ et la lutte contre le changement climatique imposent d'adapter les modes de production et de consommation d'énergie.

Les énergies renouvelables sont des énergies inépuisables. Elles sont issues des éléments naturels : le soleil, le vent, les chutes d'eau, les marées, la chaleur de la Terre, la croissance des végétaux... On qualifie les énergies renouvelables d'énergies "flux" par opposition aux énergies "stock", elles-mêmes constituées de gisements limités de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz, uranium). Contrairement à celle des énergies fossiles, l'exploitation des énergies renouvelables n'engendre pas ou peu de déchets et d'émissions polluantes. Ce sont les énergies de l'avenir. Mais elles sont encore sous-exploitées par rapport à leur potentiel puisque ces énergies renouvelables ne couvrent que 20 % de la consommation mondiale d'électricité.

L'utilisation des énergies renouvelables présente de nombreux avantages. Cela aide à lutter contre l'effet de serre, en réduisant notamment les rejets de gaz carbonique dans l'atmosphère. [1]

Dans le chapitre I, les notions de bases sur l'énergie électrique et les techniques de construction en bioclimatique et l'écologie ,caractéristiques du terrain, l'orientation, L'architecture bioclimatique cherche à tirer parti de son environnement pour rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort en pleine coordination avec le milieu dans la salle de sport seront définies ainsi que les données électriques conformément à la normalisation en vigueur.

Le chapitre II couvrira dans un premier temps une étude approfondie sur la cellule, module et panneau photovoltaïques ainsi que leurs constituants. Enfin, nous présenterons l'ensemble des éléments d'une installation photovoltaïque incluant les convertisseurs statiques et Les différentes topologies de la MPPT avec le stockage dans le système photovoltaïque afin de dimensionner le système photovoltaïque de la salle avec son stockage.

Dans la plupart des systèmes photovoltaïque, il est nécessaire d'intégrer la technique MPPT « Maximum Power Point Tracking » qui permet de suivre le point de puissance maximale du générateur PV. On trouve aussi dans ces systèmes des convertisseurs (hacheur, onduleur, ...) qui sont utilisés pour charger des batteries de stockage et/ou pour transformer le courant continu en courant alternatif. L'énergie solaire n'étant pas disponible à tout moment, il est donc nécessaire d'équiper les systèmes photovoltaïques par de batteries d'accumulateurs qui permettent de stocker l'énergie et de la restituer en temps voulu, l'étude de système des équipements électromécaniques avec ces différents dispositifs le générateur, régulateur, convertisseur, changement de poids et les différentes variations au niveau de la puissance utile et la tension induite afin de dimensionner ce système en addition quelques informations sur l'interconnexion avec le réseau publique.

Ensuite, le troisième chapitre sera consacré aux résultats de simulation avec leurs interprétations, conclusion générale et la bibliographie.

CHAPITRE

I

I.1 Introduction :

Le monde est confronté à une crise énergétique avec la différence de l'offre et de la demande et le nombre limité de ressources naturelles. Il est donc nécessaire d'économiser de l'énergie et d'avoir besoin d'une autre source d'énergie verte de bon marché et réalisable.

Les énergies renouvelables ont un grand rôle à jouer dans la transition vers l'économie à faibles émissions de carbone. Un moyen très important de réduire ces émissions consiste à passer des combustibles fossiles aux énergies renouvelables, qui aujourd'hui ne contribuent qu'à une très petite part de la production et de l'utilisation totales d'énergie (environ 13 pour cent de la production d'énergie primaire (GIEC, 2011)). L'urgence de réduire les émissions de carbone rend essentiel le développement de technologies utilisant des sources d'énergie renouvelables.

La salle de sport écologique est l'endroit où les gens vont pour être en meilleure santé. Mais si nous faisons un saut imaginaire et considérons les gymnases non pas comme des installations où les gens vont se ressourcer mais comme des endroits où les gens vont gaspiller de l'énergie et la reconvertir d'une manière écologiquement productive on ne mesurera bientôt plus les calories dépensées mais les watts créés.

Compte tenu de la quantité d'électricité utilisée par une salle de sport verte, cette dernière peut avoir des panneaux solaires pour aider à exploiter l'énergie du soleil et à réduire la facture d'électricité. Une autre option est pour les membres de la salle de fournir de l'énergie à travers des équipements électromécaniques qui produisent une énergie électrique d'après des efforts musculaires comme les vélos, machine d'extension de jambe, machine de traction, des tapis roulants ect., cette énergie retourne avec un avantage pour la facture d'électricité et le propriétaire de la salle.

À l'avenir, si le dispositif de contrôle de la vitesse du volant et les dispositifs de protection de la tension pouvaient être ajoutés avec un processus de grande génération, ce serait un modèle partout dans le monde [2].

I.2 Les normes d'installation

Pour réaliser une installation électrique du réseau tertiaire principalement, une habitation, maison, logement ou un bâtiment il est nécessaire d'être respectueux des différentes normes en vigueur dans le pays afin de garantir un maximum de sécurité.

Dans la plupart des pays, les installations énétriques doivent se conformer à la réglementation par voie de conséquence, il est essentiel de prendre en considération ces contraintes lors de l'étude, voir même avant le démarrage de la conception de l'installation.

Exemples de normes européennes A titre d'exemple, nous citerons certaines normes européennes relatives aux installations énétriques :

- NF C 15-100 (décembre 2002) : "Installations énétriques à basse tension" et les guides pratiques,
- NF C 14-100 : "Installations de branchement de 1re catégorie" comprises entre le réseau de distribution publique et l'origine des installations intérieures,
- NF C 13-100 : "Postes de livraisons HTA/BT raccordés à un réseau de distribution de 2e catégorie",
- NF C 13-101 : "Postes semi-enterrés préfabriqués sous enveloppe",
- NF C 13-102 : "Postes simplifiés préfabriqués sous enveloppe",
- NF C 13-103 : "Postes sur poteau",
- NF C 13-200 (version 2009 en préparation) : "Installations énétriques à haute tension"[3].

I.3 Protection et secutrite:

l'indice IP est l'indice classe le niveau de protection qu'offre un matériel aux intrusions de corps solides et liquides et il correspond aux degrés de protection procurés par les enveloppes des matériels énétriques.

A titre d'exemple on citera la norme NFC 20-010 qui définit un degré de protection IP caractérisant l'aptitude d'un matériel à supporter les trois influences externes caractéristiques (présence de corps solides, présence d'eau, risques de chocs mécaniques). L'indice de protection ou degré de protection est attribué au matériel à la suite d'essais définis pour chaque indice de protection (IP) suivi de trois chiffres :

- 1er chiffre : protection contre les corps liquides.
- 2ème chiffre : protection contre les corps solides.
- 3ème chiffre : protection contre les chocs mécaniques [4].

A . Résistance énétrique du corps humain :

La résistance énétrique du corps humain dépend de multiples facteurs, elle est donc aléatoire. Parmi les différents facteurs qui interviennent et qui ont été établis expérimentalement, nous citerons: la tension appliquée, l'âge, le sexe, l'état de la surface de Contact , humidité, propreté, la trajectoire du courant, l'alcool dans le sang et la pression de Contact, etc.

Pour un organisme humain et en guise de base de calcul, nous pouvons considérer les valeurs suivantes:

- Valeur maximale: 3.000 Ohms
- Valeur moyenne: 1.000/2.000 Ohms
- Valeur minimale: 500 Ohms

Le corps humain agit comme un semi-conducteur, sa résistance varie donc en fonction de la tension.

Le Règlement électrotechnique de Basse Tension (valeur moyenne) fixe la valeur de la résistance électrique du corps humain à 2.500 Ohms[6].

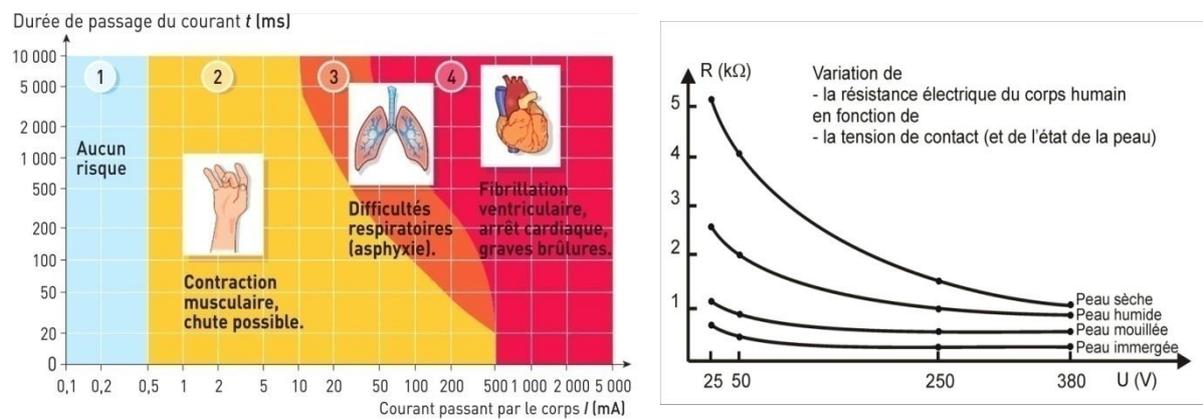


Figure I.1 : Variation de la resistance électrique du corps humain en fonction de la tension de contact

B. Contacts des personnes avec le potentiel de mise a la terre

Une mise à la terre a pour but de garantir un cheminement de courant de défaut d'isolement qui sera détecté par le dispositif différentiel associé au circuit concerné et qui se déclenchera automatiquement pour couper le courant.

La norme électrique NF C 15-100 précise que la prise de terre et la mise à la terre sont obligatoires aussi bien dans le cadre d'une création, d'une mise en conformité, que d'une mise en sécurité d'installation électrique. Elle prévoit que l'ensemble de l'installation électrique ainsi que certains de ses éléments pouvant devenir accidentellement conducteurs d'électricité soient raccordé à la terre.

I.4 Consommation d'énergies

Pour définir les besoins en énergies électriques d'une habitation, il est nécessaire de se conformer aux normes définies par la réglementation en vigueur. Parmi les procédés visant à réduire la consommation énergétique d'un Bâtiment, les solutions passives (isolation

thermique) qui sont les plus performantes en plus de l'association à des systèmes de chauffage à énergies renouvelables. Le mode de fonctionnement des récepteurs (régime normal, démarrage, simultanéité, ...etc.), et la localisation, sur le plan du ou des bâtiments, des puissances utilisées permettent de réaliser un bilan des puissances installées afin de déduire la puissance globale nécessaire au fonctionnement de l'installation.

I.4.1 Puissances actives de la salle de sport

la salle de sport écologique a une surface de 117.73 m² composée d'une salle de musculation, bureau, vestiaire, sanitaire et douche , elle est occupée en permanence durant toute l'année. Elle contient les équipements domestiques fonctionnant sous une tension standard de 220V-50Hz. Les caractéristiques de ces équipements sont indiquées dans le tableau ci-dessous:

Tableau I.1 : Puissances actives de la salle de sport

ELEMENT	PUISSANCE (W)
24 lampes LED T5	18 pour chacune
PC/mobile	75
Refrigérateur	150
2 televisions	140 pour chacun
Ventilateur	285
chauffe-eau électrique	1500
TOTALE	2901

I.4.2 Consommation journaliere

L'objectif est d'obtenir la consommation totale moyenne par jour , L'énergie totale moyenne nécessaire par jour E (Wh/j) est la somme des consommations énergétiques des divers équipements constituant le système à étudier, à savoir les différentes appareils de la salle . Sachant que la consommation de chaque équipement peut être calculée comme suite :

Tableau I.1 : Puissances actives de la salle de sport

ELEMENT	PUISSANCE (W)
24 lampes LED T5	18 pour chacune
PC/mobile	75
Refrigerateur	150
2 televisions	140 pour chacun
Ventilateur	285
chauffe-eau electrique	1500
TOTALE	2901

I.4.2 Consomation journaliere

L'objectif est d'obtenir la consommation totale moyenne par jour , L'energie totale moyenne necessaire par jour E (Wh/j) est la somme des consommations energetiques des divers equipements constituant le systeme à etudier, à savoir les differentes appareils de la salle . Sachant que la consommation de chaque equipement peut être calculée comme suite :

Tableau I.2 : calcul de la consomation journalière été

ELEMENT	nbr	puissance unitaire (w)	durée d'utilisation quotidienne en été (h)	energie en été (wh)
lampes LED T5	24	18	3	1296
PC/mobile	1	75	4	300
television	2	140	10	2800
refrigerateur	1	150	24	1500
chauffe-eau electrique	1	1500	5	7500
ventilateur	1	285	8	2280
TOTAL	31	2901		15964

Tableau I.3 : Calcul de la consomation journalière automne

ELEMENT	nbr	puissance unitaire (w)	durée d'utilisation quotidienne en été (h)	energie en automne (wh)
lampes LED T5	24	18	5	1200
PC/mobile	1	75	4	300
television	2	140	8	2240
refrigerateur	1	150	24	1500
chauffe-eau electrique	1	1500	3	4500
ventilateur	1	285	4	1140
TOTAL	31	2901		11024

Tableau I.4 : Calcul de la consommation journalière hiver

ELEMENT	nbr	puissance unitaire (w)	durée d'utilisation quotidienne en été (h)	energie en hiver (wh)
lampes LED T5	24	18	5	2160
PC/mobile	1	75	4	300
television	2	140	8	1680
réfrigérateur	1	150	24	1500
chauffe-eau électrique	1	1500	3	4500
TOTAL	31	2901		10284

Tableau I.5 : Calcul de la consommation journalière printemps

ELEMENT	nbr	puissance unitaire (w)	durée d'utilisation quotidienne en été (h)	energie en printemps (wh)
lampes LED T5	24	18	5	2160
PC/mobile	1	75	4	300
Television	2	140	6	1680
Réfrigérateur	1	150	24	1500
chauffe-eau électrique	1	1500	3	4500
Ventilateur	1	285	2	570
TOTAL	31	2901		10854

$$E_i = P_i \times t_i$$

E_i : Energie journalière consommée de l'équipement (Wh/j)

P_i : Puissance de l'équipement (W)

t_i : Durée d'utilisation (h)

Les tableaux suivants nous donnent ainsi l'énergie consommée pour chaque maison :

- L'énergie totale consommée en été est égale à : $E = \sum E_i = 15964 \text{ Wh}$
- L'énergie totale consommée en automne est égale à : $E = \sum E_i = 11024 \text{ Wh}$
- L'énergie totale consommée en hiver est égale à : $E = \sum E_i = 10284 \text{ Wh}$
- L'énergie totale consommée en printemps est égale à : $E = \sum E_i = 10854 \text{ Wh}$
- L'énergie moyenne totale consommée par modulation saisonnière est égale à : $E = \sum E_i = 11.5 \text{ kWh/jr}$

I.5 Les bases de conception de la salle

La compacité d'un bâtiment ou le coefficient de forme « Cf » est défini comme le rapport entre la surface de déperdition de l'enveloppe extérieure et le volume habitable (m²/m³). Il indique le degré d'exposition du bâtiment aux conditions climatiques ambiantes. Plus la surface de déperdition est grande, plus les pertes de chaleur augmentent, le bâtiment

est plus économe en énergie quand le coefficient de forme prend des valeurs plus élevées (Chauffer le même volume mais avec moins de surfaces de déperdition).

Une forme compacte est souhaitable pour réduire le coût du confort thermique pour le chauffage et la climatisation du bâtiment, mais un bâtiment hyper compact n'est pas souhaitable du point de vue architectural et éclairage naturelle, donc un compromis doit être trouvé lors de la conception du projet.



Figure I.2 : le principe de conception bioclimatique

I.6 Notion sur la bioclimatique et l'écologie

Les salles de sport d'un nouveau genre apparaissent peu à peu dans le monde depuis quelques années. Soucieuses de leur empreinte écologique, elles privilégient des tapis en caoutchouc recyclé, des revêtements de sol avec des planchers en bambou ou liège, des panneaux solaires, du papier toilette recyclé et des produits bio dans les vestiaires...

Ensuite, L'architecture bioclimatique cherche à tirer parti de l'environnement pour rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort [7].

La structure devrait tenir compte de facteurs élémentaires tels que la géographie (la zone climatique), l'emplacement et l'orientation du bâtiment (pour maximiser la quantité de lumière naturelle), et la direction du vent (pour maximiser les flux d'air naturels et minimiser la climatisation, un énorme drain d'énergie).

L'intérieur de la salle comporterait un éclairage fluorescent et à LED (diode électroluminescente), plutôt qu'incandescente, et utiliserait du matériel non toxiques et respectueux de l'environnement.

De plus, les propriétaires devraient examiner non seulement l'impact environnemental de ses propres opérations, mais également ceux de sa chaîne d'approvisionnement, depuis les fournisseurs de premier et deuxième rangs jusqu'aux matériaux d'origine utilisés.

Cette architecture intègre l'énergie solaire passive à son avantage pour réaliser une ambiance intérieure confortable, où en période froide, elle favorise les apports de chaleur gratuite, diminue les pertes de chaleur et assure un renouvellement d'air suffisant. En période chaude, elle réduit les apports calorifiques et favorise le rafraîchissement.



Figure I.3 : salle de sport d'un nouveau genre

I.7 La localisation de la surface étudié

Le choix d'implantation de la salle influence directement sur le degré de confort thermique, a cause de l'incidence du soleil, des vents dominants sur son enveloppe et sa situation dans son environnement.

La localisation de la structure dans son site est un préalable de l'intégration de la composante énergétique dans la maîtrise des ambiances architecturales. Réussir une insertion de la salle , revient à exploiter le potentiel du site et procéder à l'analyse de l'interaction du projet avec les élément caractéristiques de ce dernier, comme le relief, le contexte urbain, le type de terrain, la végétation, l'ensoleillement et enfin le vent [8].

Le processus de conception des salles de sport écologique , consiste en la recherche d'une méthode de création qui intègre tous les éléments importants de l'environnement, du site et du climat que nous résumons dans le tableau suivant:

Tableau I.6 : La localisation de la salle

Environnement	climat	autres°1
type de région	l'ensoleillement	le contexte urbain
nature du sol	température	législation
Végétation	type de temps	matériaux locaux
profil du terrain	luministe	eau,gaz,électricité
altitude et latitude	précipitations	alimentation en eau
vue	humidité	
Bruit	vent	

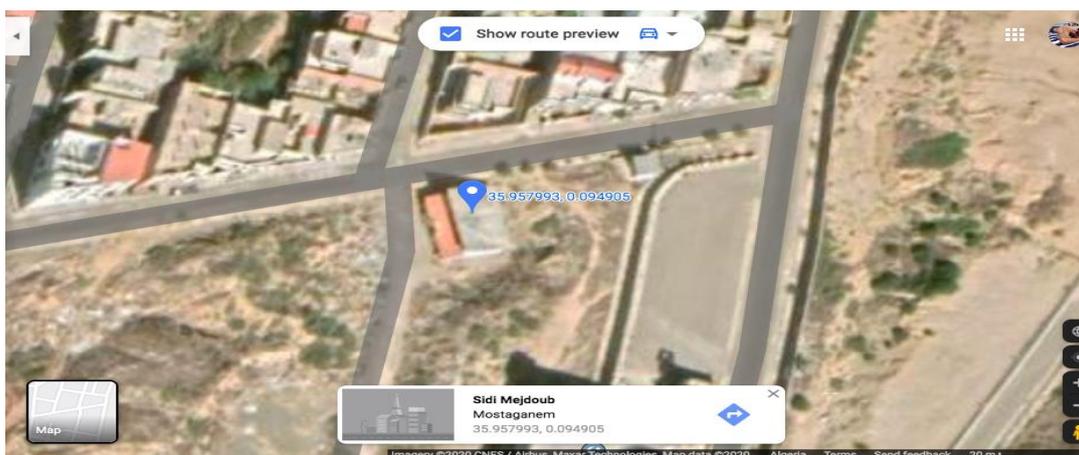


Figure I.4 :Site géographique de la salle

Une bonne implantation cherche à bénéficier au maximum :

Une bonne implantation cherche à bénéficier au maximum :

- de protections naturelles au vent et au soleil estival par la topographie du terrain naturel et la végétation existante ;
- de l'ensoleillement hivernal en évitant les masques portés par la végétation, le relief et l'environnement .

I.7.1 L'orientation et l'ensoleillement

L'ensoleillement est caractérisé par la trajectoire du soleil et sa durée. Les conditions géométriques entre le soleil et la terre détermine la position relative du soleil qui est repéré par son azimut 1 et sa hauteur angulaire.

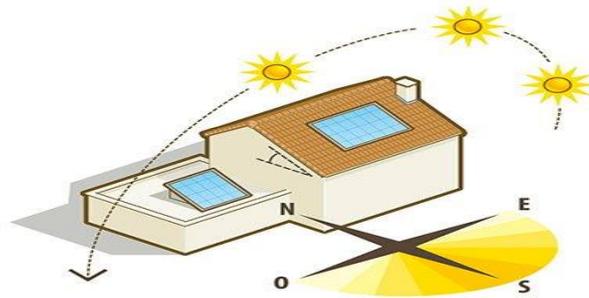


Figure I.5: L'orientation et l'enseillement

Selon la date, l'heure et l'orientation, l'exposition solaire est différente, le diagramme ci- dessous représente les courses apparentes du soleil dans le ciel et montre la position du soleil à tout moment sous une latitude donnée. Les courbes solaires en un lieu donné pour des dates déterminées généralement le 15 du mois et pour une période de six mois. Ainsi est connue la hauteur et l'azimut du soleil, les surfaces ensoleillées de la salle peuvent être calculées. [8] Ces calculs tiendront compte des effets d'ombrage dus au relief au cadre bâti à la végétation ect..

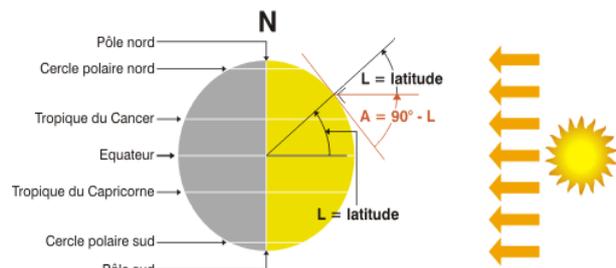
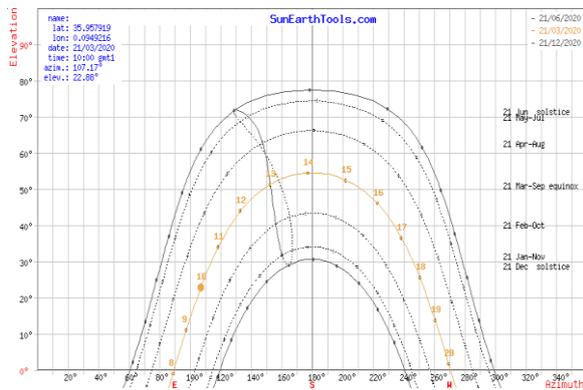


Figure I.6: Atitude d'enseillement

I.7.2 L'orientation et les vents

Le vent est un déplacement d'air, essentiellement horizontal, d'une zone de haute pression (masse d'air froid) vers une zone de basse pression (masse d'air chaud). Le régime des vents en un lieu est représenté par une rose des vents Figure II.3 qui exprime la distribution statistique des vents suivant leur direction.

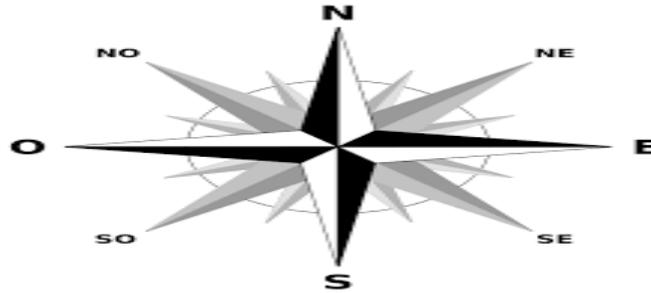


Figure I.7 : La rose des vents

On caractérise le vent par sa vitesse moyenne et sa direction. Le régime des vents est largement conditionné par la topographie locale (vallées, pentes, ...etc.) et par la rugosité des surfaces. Des obstacles tels que des écrans de végétation peuvent également freiner de façon significative la vitesse du vent.

D'un point de vue physique, on classe les obstacles au vent en trois catégories : le relief ; le cadre bâti et la végétation. Ces obstacles dont l'effet dépend de leurs dimensions et leur perméabilité constituent divers obstacles et provoquent des modifications de la vitesse et de la direction du vent.

Le vent influence le taux d'infiltrations d'air ainsi que les échanges de chaleur par convection à la surface de l'enveloppe des bâtiments peu isolés. Il est donc important de connaître ces caractéristiques sa vitesse moyenne sa direction et son intensité. Les orientations sont choisies à partir de l'utilisation que l'on désire ainsi les parois exposées aux vents porteurs de pluie de sable ou autre doit être spécialement protégées alors quelles exposées aux vents doux peuvent être modérément ouvertes pour pouvoir utiliser l'évaporation comme moyen de rafraichissement.[10]

I.8 Matériaux de construction et leurs performances thermiques

Les matériaux reçoivent différemment le rayonnement selon leur degré de transparence ou d'opacité ; leur couleur ou leur texture de surface. Mais ils ont aussi des caractéristiques thermiques particulières qui leur permettent de gérer différemment leurs apports calorifiques.

Ces caractéristiques thermiques seront prises en compte dans la conception des parois d'une structure bioclimatique, qui auront pour mission première selon les cas de capter, de stocker, de transmettre et/ou de conserver les calories.

Ces caractéristiques thermiques des matériaux sont de deux ordres :

- Les caracteristiques statiques : comment tel materiau se comporte-t-il en presence d'un flux thermique independamment du temps de reaction, ce sont la conductivité et la capacité thermique ;
- Les caracteristiques dynamiques : a quelle vitesse tel materiau gere-t-il le flux thermique? ce sont la diffusivité³ et l'effusivité⁴. Dérivées des caractéristiques precedentes, elles font en plus intervenir le facteur temps.



Figure I.8 : Matériaux de construction et leurs performances thermiques

I.8.1 L'inertie thermique de la salle

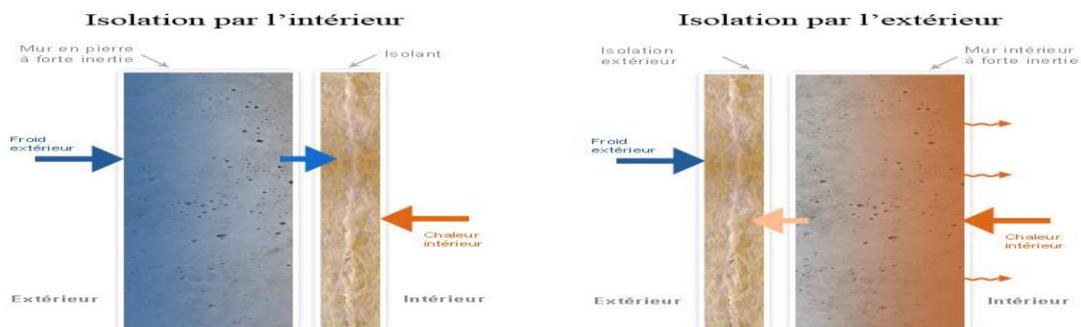
Lorsque les rayons du soleil frappent une paroi opaque, une partie de l'énergie rayonnée est absorbée, le reste est réfléchi. Un flux de chaleur s'établit entre la face externe et la face interne de la paroi. La chaleur, qui se transmet par onde de l'extérieur à l'intérieur, se propage avec un certain déphasage et subit un amortissement.

Elle est conditionnée par la capacité thermique du matériau, qui exprime sa faculté d'absorber et à stocker de l'énergie. Ainsi, une construction à forte inertie thermique permet de conserver une température stable et de se réchauffer ou de se refroidir très lentement ; alors que les constructions à faible inertie suivent sans amortissement ni retard les fluctuations de la température extérieure. Une inertie suffisante génère du confort et une économie d'énergie.

L'inertie thermique est une notion qui recouvre à la fois l'accumulation de chaleur et sa restitution, avec un déphasage dépendant des caractéristiques physiques, dimensionnelles et d'environnement de la paroi de stockage.

La vitesse de stockage ou destockage de la chaleur est déterminée par deux grandeurs qui sont la diffusivité et l'effusivité.

En effet, l'enjeu principal consiste à limiter l'inconfort du aux fortes variations de temperatures dans la salle en été, avec pour objectif la possibilité de diminuer la puissance de climatisation lorsqu'elle demeure tout de même necessaire. En hiver, il consiste à reduire les consommations de chauffage grace au stockage des apports solaires gratuits transmis par les parois et les vitrages en hiver.



FigureI.9 : Isolation thermique en extérieur et intérieur

I.8.2 L'isolation thermique de l'enveloppe

Au plan architectural, si le concept de compacité règle les problèmes de déperditions thermiques, l'avènement de l'isolant comme materiau, libère l'architecture de la contrainte de la forme, plus les niveaux d'isolation thermiques sont poussés plus l'architecte peut jouer librement avec l'eneveloppe sans pour autant provoquer de consommations ou des déperditions excessives.

Deux possibilités s'offrent au concepteur et realisateur pour isoler une paroi :

- L'isolation par l'intérieur consiste à isoler un batiment de l'intérieur en apposant un isolant derrière une cloison maconnée ou une ossature, procédé le plus utilisé par les constructeurs à cause de sa facilité de mise en ouvre. Son inconvénient est qu'il annule l'inertie thermique de la paroi isolée et n'évite pas les ponts thermiques sur la maconnerie .
- L'isolation par l'extérieur consiste à installer l'isolant sur la surface extérieure du mur. C'est souvent la solution la plus couteuse mais aussi la plus performante Elle constitue la meilleure isolation pour le confort d'été et d'hiver, car elle permet de concerver l'inertie thermique forte des murs intérieurs et supprime les ponts thermiques

La compacité d'un bâtiment ou le coefficient de forme « Cf » est défini comme le rapport entre la surface de déperdition de l'enveloppe extérieure et le volume habitable (m^2/m^3). Il indique le degré d'exposition du bâtiment aux conditions climatiques ambiantes.

Chapitre II

PARTIE I

II.1 Introduction

Le soleil est une source énergétique quasiment illimitée, il pourrait couvrir plusieurs milliers de fois notre consommation globale d'énergie. C'est pourquoi, l'homme cherche depuis long temps à mettre à profit cette énergie importante et diffusée sur l'ensemble de la planète, il est arrivé à réaliser ce but par le moyen dit cellule photovoltaïque. Cette énergie solaire est disponible en abondance sur toute la surface terrestre, et malgré une atténuation importante lorsqu'elle traverse l'atmosphère, la quantité qui reste est encore assez importante quand elle arrive au sol. On peut ainsi compter sur 10 000 w/m² crête dans les zones tempérées et jusqu'à 14 000 W/m² lorsque l'atmosphère est faiblement polluée[1-3]. Pour comprendre le fonctionnement de cette énergie et en optimiser son utilisation[11] , nous effectuons dans ce chapitre un bref rappel sur le principe de l'effet photovoltaïque, la cellule photovoltaïque et ses performances ainsi le générateur solaire photovoltaïque et leurs performances pour alimenter notre salle en énergie électrique .

II.2 Energie solaire

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs comme le silicium ou recouverts d'une mince couche métallique. Ces matériaux photosensibles ont la propriété de libérer leurs électrons sous l'influence d'une énergie extérieure. C'est l'effet photovoltaïque. L'énergie est apportée par les photons, (composants de la lumière) qui heurtent les électrons et les libèrent, induisant un courant électrique. Ce courant continu de micropuissance calculé en watt crête (Wc) peut être transformé en courant alternatif grâce à un onduleur[12].

II.3 rayonnement solaire

Le rayonnement solaire est une propagation d'ondes de longueur qui varie entre 0.2 et 4.10⁻⁶ [m]. Il arrive au sol après la perte d'une grande partie de son intensité. Il existe plusieurs types de rayonnement [13] :

rayonnement direct + Rayonnement Globale = rayonnement diffus + rayonnement réfléchi

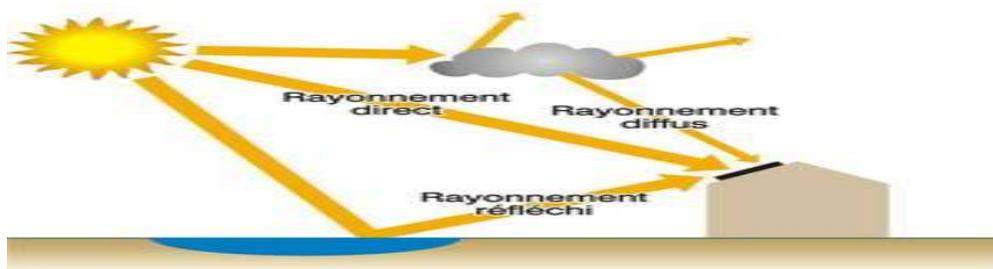


Figure II.1 Les composants du rayonnement solaire

II.4 Cellule photovoltaïque

La cellule photovoltaïque est le plus petit constituant de l'installation photovoltaïque. Elle est généralement constituée de silicium, un matériau semi-conducteur extrait de la silice contenue dans le sable. Son rôle est de transformer l'énergie solaire en électricité de type continu .

II.4.1 Principe de fonctionnement

Une cellule photovoltaïque 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 la cellule est exposée au rayonnement solaire, les photons d'énergie pénétrant dans la cellule solaire transmettent leur énergie aux atomes de la jonction.

Si cette énergie est suffisamment élevée, elle peut faire passer les électrons de la bande de valence à la bande de conduction du matériau semi-conducteur et créer ainsi des paires «électron-trou ». Les électrons (charges négative) et les trous (charges positive), sont alors maintenus séparés par un champ électrique qui constitue une barrière de potentiel. Si une charge est placée aux bornes de la cellule, les électrons de la zone N rejoignent les trous de la zone P via la connexion extérieure [14], donnant ainsi

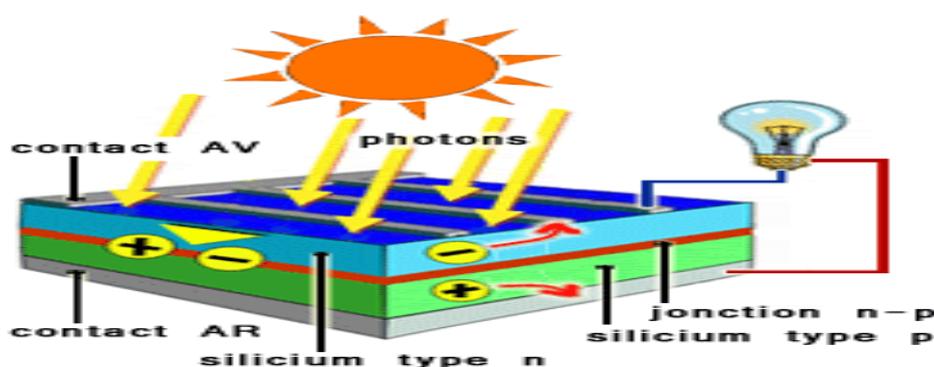


Figure II.2 principe de conversion photovoltaïque

II.4.2 Différentes types de cellules photovoltaïques

Il existe trois principaux types de cellules, à savoir Chaque type est caractérisé par un rendement et un coût qui lui sont propres les suivants :

- Les cellules au silicium monocristallin : Ces cellules offrent le meilleur rendement parmi les panneaux solaires disponibles dans le commerce : entre 13 à 15%. Il faudra donc moins de cellules pour atteindre la puissance désirée.
- Les cellules au silicium polycristallin : Ces cellules ont en général un rendement compris entre 12 et 14%. Il faut environ 8 m² de cellules pour obtenir 1 KWc.
- Les cellules au silicium amorphe : Ces cellules sont à couche mince, c'est-à-dire qu'elles sont fabriquées en déposant une fine couche de silicium sur un support (ou "substrat"), par exemple du verre. L'épaisseur de silicium utilisée est beaucoup plus faible que pour les cellules mono ou polycristallines qui sont réalisées à partir de tranches de silicium.

Ce type de cellule est donc moins cher et plus facile à fabriquer. Sa faible épaisseur permet de les utiliser pour créer des panneaux solaires souples. Cependant ces cellules ont des rendements limités (de l'ordre de 5 à 7%, soit environ 15 m² pour obtenir 1KWc) et sont donc réservées à des applications nécessitant peu de puissance. Les cellules au silicium amorphes sont beaucoup utilisées pour l'alimentation de petits appareils solaires (montre, calculatrice, ...)[15].

II.4.3 Circuit équivalent et modèle mathématique

Une cellule photovoltaïque (voir figure 3) peut être représentée par un générateur de courant I_{ph} monté en parallèle avec une diode et deux résistances parasites qui sont également introduites. Ces résistances ont une influence sur la caractéristique $I = f(V)$ de la cellule, à savoir :

La résistance série R_s qui est la résistance interne de la cellule, elle dépend principalement de la résistance du semi-conducteur utilisé, de la résistance de contact des grilles collectrices et de la résistivité de ces grilles ;

La résistance shunt R_{sh} qui est due à un courant de fuite au niveau de la jonction ; elle dépend de la façon dont celle-ci a été réalisée [16] .

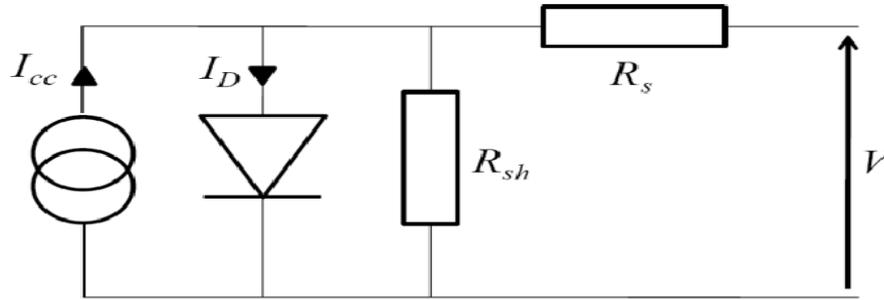


Figure II.3 Schéma équivalent d'une cellule photovoltaïque

Selon la loi de Kirchhoff, le modèle mathématique d'une cellule PV idéale est donné par l'expression suivante [17] :

$$I_{pv} = I_{ph} - I_d - I_{sh}. \tag{II.1}$$

$$I_{ph} = \frac{[I_{cc} + K_i(T_{mod} - T_r)]G}{G_0} \tag{II.2}$$

$$I_d = I_s e^{\frac{V_d}{V_{th}}} - 1 \tag{II.3}$$

$$I_{sh} = \frac{V_d}{R_{sh}} \tag{II.4}$$

Avec

$$T_{mod} = T_c + T_{ref} + G \frac{T_{noct} - 20}{800} \tag{II.5}$$

$$V_d = V_{pv} + R_s I_{pv}. \tag{II.6}$$

$$V_{th} = \frac{A k T_{mod} I_q}{q} \tag{II.7}$$

$$I_s = I_{or} \left(\frac{T_{mod}}{T_r}\right)^3 e^{\frac{qE_g}{AK}} \left[\left(\frac{1}{T_r}\right) - \left(\frac{1}{T_{mod}}\right)\right] \tag{II.8}$$

$$I_{pv} = \frac{(I_{cc} + K_i(T_{mod} - T_r))G}{G_0} - I_s \frac{e^{V_{pv} + R_s I_{pv}}}{V_{th}} - V_{pv} + \frac{R I_{pvs}}{R_{sh}} \tag{II.9}$$

PARTIE II



II.5 Principe de fonctionnement des machine électromécaniques

Un générateur électrique alimenté par un gymnase fournit un procédé de génération d'électricité au moyen d'un équipement de gymnase stationnaire modifié pour une utilisation dans le stockage d'énergie électrique et le fonctionnement d'appareils ménagers ou autres. L'énergie humaine / mécanique est convertie en électricité au moyen d'un générateur électrique qui est connecté à un équipement d'exercice. En conséquence, l'énergie créée par le générateur peut être stockée dans différents types de batteries qui peuvent ensuite être exploitées ultérieurement, à la nuit tombée par exemple, lorsque l'énergie est nécessaire pour alimenter les lumières ou autre. Si des appareils à courant alternatif sont en place, un onduleur doit être utilisé pour transférer le courant continu dans les 230 volts standard de courant alternatif à utiliser par ces appareils[31].

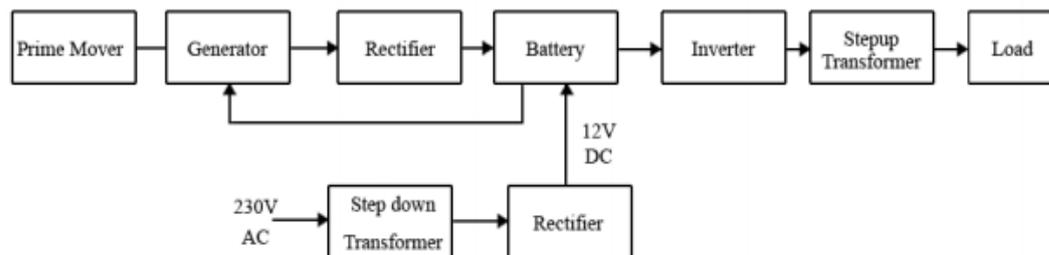


Figure II.4 Schéma fonctionnel de la production d'énergie

1- principe de fonctionnement d'équipements à base des poids

1.1 Principe de fonctionnement de la machine "lat pull down"

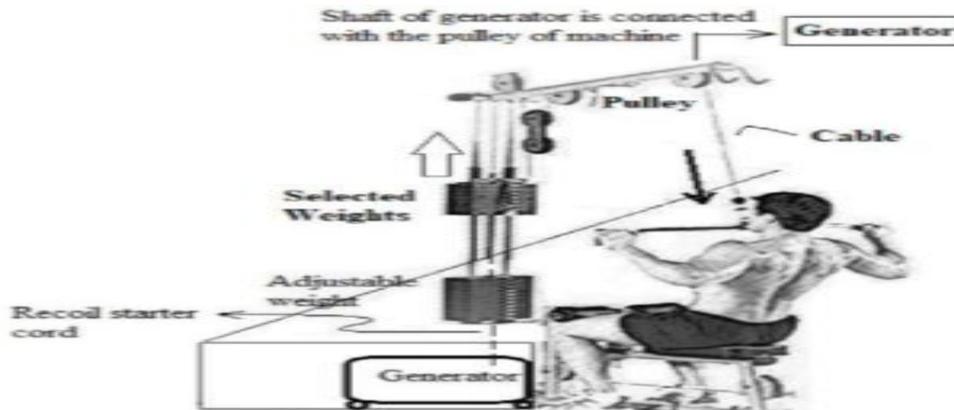


Figure II.5 Principe de fonctionnement de la machine

La machine à tirer se compose simplement de poids, d'une poulie et d'un câble métallique enroulé sur des poulies. Une extrémité du câble est fixée à des poids réglables via une tige métallique et l'autre extrémité est libre d'appliquer une force par l'utilisateur afin de soulever les poids vers le haut. La machine à tirer vers le bas est également connue sous le nom de «câble et poulies», une machine polyvalente utilisée pour faire de l'exercice pour les articulations multiples, les biceps, les triceps, les épaules et les jambes. Le principe de fonctionnement de la machine déroulante est mentionné sur la figure II.5, dans laquelle les poids sont sélectionnés en insérant une broche dans une cavité spécifique, c'est-à-dire A, B, C ou D. Si la broche est entrée dans la cavité «B», trois la plupart des poids supérieurs sera sélectionné et levé dans le but de exercice [33].

II.6 La machine "pull down" en tant que dispositif generateur d'énergie

La nouveauté de la recherche présentée est d'explorer la possibilité théorique de faire du «pull-down» une machine génératrice d'énergie par (a) (b)

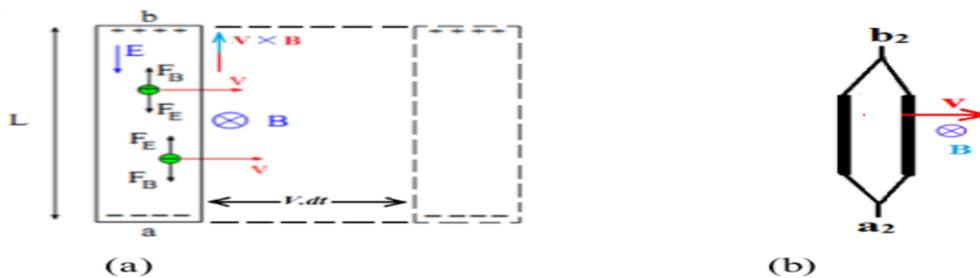


Figure II.6 Force sur les électrons sous champ magnétique dans un conducteur (b) Deux conducteurs connectés en parallèle se déplaçant sous l'influence du champ magnétique

Modifier la structure de cette machine. Cette machine peut être fabriquée comme une machine génératrice d'énergie en y installant directement un générateur

Ce document de recherche proposera une nouvelle voie d'altération afin de convertir une machine pull down en une machine génératrice d'énergie. Selon la loi de Faraday sur

l'induction électromagnétique, elle stipule que «la force électromotrice (emf) / tension est induite dans un conducteur lorsqu'il est déplacé sous l'influence du champ magnétique et coupe les lignes magnétiques ou chaque fois qu'un conducteur est placé sous un changement magnétique champ (flux), la tension y est induite ». L'amplitude de la tension induite est directement proportionnelle à la vitesse de variation du flux magnétique. La forme mathématique de la loi de Faraday pour un conducteur qui se déplace sous l'influence du champ magnétique est:

$$e_{ind} = \frac{d\phi}{dt} \quad \text{II.10}$$

où "e ind" est la tension induite et $\frac{d\phi}{dt}$ est le taux de variation de la liaison du flux magnétique. Tension induite par le mouvement du conducteur est connue sous le nom de mouvement e.m.f. Les auteurs ont utilisé les principes de base de la physique et de l'électronique pour prouver mathématiquement que l'énergie électrique peut être générée à partir des poids de la machine .

Tension induite sur un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique

Lorsqu'un morceau de fil avec une orientation appropriée est déplacé avec la vitesse "V" à travers un champ magnétique "B", selon la loi de Faraday de l'induction électromagnétique, une tension y sera induite et la quantité de cette tension sera égale à la taux de variation du flux magnétique [33]. L'expression de tension induite dans un morceau de fil est donnée ci-dessous:

$$e_{ind} = V B L. \quad \text{II.11}$$

L'angle entre les vecteurs V & B est de 90° et l'angle entre "L" et "V × B" est nul. La direction du vecteur résultant du produit croisé est vers le haut, par conséquent, la tension sur le conducteur sera établie avec positive en haut et négative en bas comme représenté sur la figure II.6 (a).

$$e_{ind} = (V B \sin \theta) L \cos \theta \quad \text{II.12}$$

$$e_{ind} = (V B \sin 90) L \cos \theta \quad \text{II.13}$$

$$e_{ind} = V B L. \quad \text{II.14}$$

L'expression ci-dessus de la tension induite peut être dérivée par la loi de Faraday. Laissez le conducteur parcourir une distance de "V.dt" dans un intervalle de temps très court "dt" et gagnez une nouvelle position qui est indiquée par des lignes pointillées sur la figure II.6 (a). Le flux magnétique "dφ" coupé par le conducteur pendant le temps "dt" sera égal au produit de l'aire balayée par le conducteur et à la densité de flux magnétique "B".

$$d\phi = (\text{zone balayée par le conducteur}) B. \quad \text{II.15}$$

$$d\phi = (L.V. dt) B. \quad \text{II.16}$$

Le taux de coupure / changement de flux magnétique deviendra:

$$V B L = \frac{d\phi}{dt} \quad \text{II.17}$$

Le conducteur se déplace perpendiculairement au champ magnétique, la force magnétique agissant sur une seule charge négative (électron) sera donc dirigée vers le bas. Par conséquent, la charge sera séparée dans le conducteur car l'extrémité supérieure deviendra

chargée positivement et l'extrémité inférieure deviendra chargée négativement, entraînant une différence de potentiel [33].

Le « ϕ » est le champ magnétique et « B » est la densité de champ magnétique qui est le flux magnétique par unité de surface. Les lignes de champ électrique se déplaçant de l'extrémité positive à l'extrémité négative sont représentées par « E », la force sur l'électron due à E est « F_E », « q » est la charge sur l'électron et la force magnétique sur l'électron est « F_B ». La différence de potentiel maximale se produit à l'état d'équilibre lorsque les deux forces sont égales. Le conducteur se déplace perpendiculairement au champ magnétique, donc $\theta = 90^\circ$ et les forces sur une particule de charge sont indiquées ci-dessous:

$$F_B = q V B \sin \theta = q V B \quad \text{II.18}$$

$$F_E = q E \quad \text{II.19}$$

À l'état d'équilibre, F_E devient égal à F_B :

$$E = V B \quad \text{II.20}$$

La différence potentielle induite aux points terminaux sera:

$$V_{ab} = V_b - V_a = EL. \quad \text{II.21}$$

$$V = V B L_{ab} \quad \text{II.22}$$

Au-dessus de l'expression est le e.m.f motional, qui sera induit dans un seul conducteur. S'il y a 2 conducteurs connectés en parallèle comme indiqué sur la figure 4 (b), la tension induite à ses extrémités «a2» et «b2» sera également « VBL ». Cependant, le courant produit en raison de la e.m.f induite augmentera de deux fois. De même, pour les conducteurs "N", le courant induit augmentera de "N" fois, mais la tension restera constante[33].

principe de fonctionnement d'équipements cardiovasculaire :

watt bike :

Un générateur électrique alimenté par un vélo d'exercice fournit un procédé de génération d'électricité au moyen d'un vélo stationnaire modifié pour une utilisation dans le stockage d'énergie électrique et le fonctionnement d'appareils ménagers ou autres. L'énergie humaine / mécanique est convertie en électricité au moyen d'un générateur électrique connecté à un volant d'inertie. En conséquence, l'énergie créée par le générateur peut être stockée dans différents types de batteries au plomb qui peuvent ensuite être exploitées ultérieurement, à la tombée de la nuit, par exemple, lorsque l'énergie est nécessaire pour alimenter les lumières ou autre. Si des appareils à courant alternatif sont en place, un onduleur doit être utilisé pour transférer le courant continu dans les 230 volts standard de courant alternatif à utiliser par ces appareils[32].

Tapis roulants

La conception de la structure du nouveau tapis roulant Le nouveau design du tapis roulant se compose de deux roues sur lesquelles la courroie mobile est connectée. La jante de roues combinée avec un arbre. Dans lequel l'arbre couplé aux engrenages et à la fin des engrenages, un générateur DC est. Six engrenages de diamètre différent (100 mm pour le

petit engrenage et 200 mm pour le gros engrenage) qui se sont joints comme indiqué sur la figure 4 qui est monté sur le support du générateur pour assurer la stabilité mécanique[38].

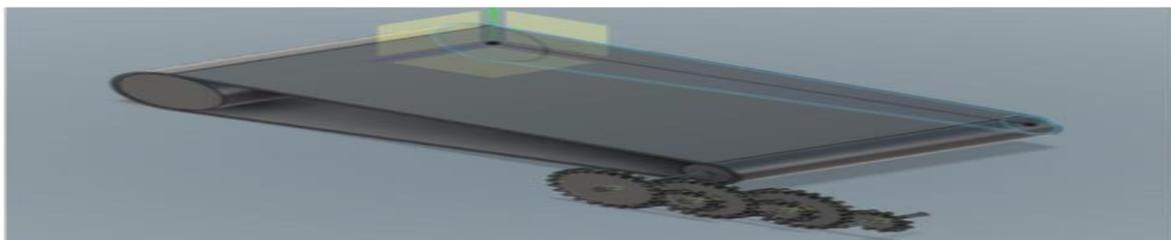


Figure II.7 Deux dimensions de la nouvelle machine de tapis roulant

Les engrenages fonctionnent sur le principe de la conservation de l'énergie utilisée dans la variation de vitesse, la variation de force, le changement de direction [20]. Avec la nouvelle conception du tapis roulant, le système d'engrenage est utilisé pour augmenter la vitesse à l'aide d'un engrenage droit. La figure II.8 montre le diagramme des engrenages utilisés dans cette conception[38].

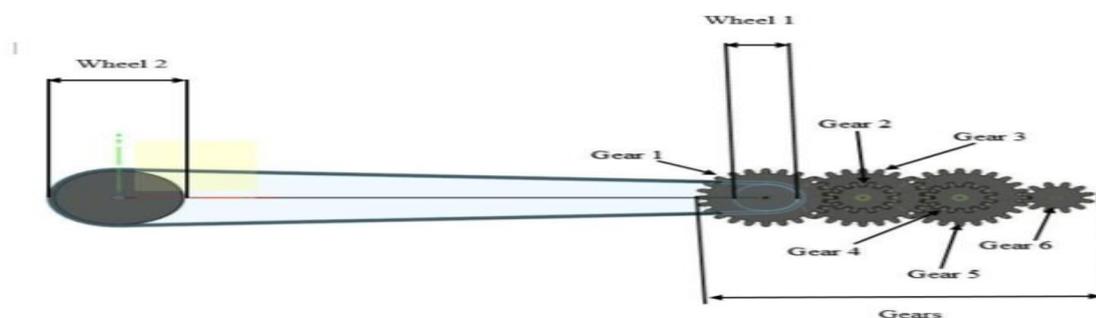


Figure II.8 Schéma de structure du système d'engrenage utilisé

L'idée principale résumée dans, l'utilisation de différentes tailles d'engrenages cylindriques (nombre de dents) et montées ensemble pour reproduire la vitesse de rotation de l'engrenage final qui se connectait à un générateur. Le tableau A montre les paramètres du tapis roulant

Tableau II.1 Parametre de tapis roulant

parametres	G1	G2	G3	G4	G5	G6	W1	W2
diametre (mm)	200	100	200	100	200	100	200	100
pas de dents	24	12	24	12	24	12	24	12

Pour calculer la vitesse de rotation sur la nouvelle conception, procédez comme suit:

- La vitesse de marche moyenne d'un humain est de 5 km / h, ce qui équivaut à 27,75 rad / sec pour la roue 1 et le rapport 1 en utilisant l'équation II.23 [38].

$$v = \omega \cdot r \tag{II.23}$$

$$v = \text{linear velocity.} \tag{II.24}$$

ω = vitesse angulaire

$r = \text{raidus.}$

II.25

Le nombre de tours est égal à 265 tr / min en appliquant l'équation II.26

$\omega = 2 \cdot \text{Pi} \cdot \text{N} / 60.$

II.26

- Basé sur le principe de l'engrenage et en appliquant l'équation, le régime final à l'engrenage est égal à 2120
- La vitesse angulaire a doublé en contrôlant l'engrenage qui s'est connecté. La vitesse angulaire globale de l'engrenage connecté au générateur calculée avec l'application de l'équation et le résultat de la vitesse angulaire totale est de (222) rad / sec;

Tableau II.2 montre la vitesse globale Rad / sec et RPM pour différentes vitesses de marche et de course

vitesse de marche[21,22]	vitesse(rad/sec)	vitesse(tour/min)
5km/h	222	2120
14 km/h	624	5960

En général, les générateurs classés en deux types qui sont (générateurs D.C. et générateurs A.C.). Le générateur à courant continu est utilisé pour la production de tension continue par rotation de son arbre à travers l'axe d'une courroie de tapis roulant couplée à un système de boîte de vitesses [23]. Un générateur de 250 W, 12 volts en courant continu et 3,17 mm de diamètre couplé à une boîte de vitesses avec une propriété de couple constant à vitesse variable et il n'a pas de problèmes de fréquence régis par un aimant permanent NdFeB avec des lames en fibre de nylon [24], comme indiqué sur la figure III.6.



Figure II.9 Générateur dc 12v

Le système de génération électrique se compose de nombreuses pièces qui sont utilisées pour convertir l'énergie cinétique produite par les objets en marche sur le système de tapis roulant. Avec la spécification du générateur DC utilisé dans ce prototype comme expliqué ci-dessus, un régulateur de tension automatique est également utilisé pour améliorer la puissance de sortie et augmenter le circuit de conversion utilisé. De plus, l'utilisation d'une batterie pour charger à partir du générateur 12 volts CC,

Tableau II.3 Puissance de sortie produite à l'aide du système de tapis roulant avec et sans engrenages

vitesse de marche(km/h)	sans engrenage(w)	avec engrenage (w)
2.8	118.23	180
3.2	136.27	195
3.8	162.18	210
4.2	170.42	250

II.6.1 Les parties majeurs de système

II.6.1.1 La Force motrice :

Tous les générateurs, petits et grands, en courant alternatif et en courant continu, nécessitent une source d'énergie mécanique pour faire tourner leurs rotors. Le type de moteur principal joue un rôle important dans la conception des alternateurs, car la vitesse à laquelle le rotor est tourné détermine certaines caractéristiques de la construction et du fonctionnement de l'alternateur[33].

II.6.1.2 Alternateur

II.6.1.2.1 Installation d'un generateur a bas regime

Le générateur à bas régime est un générateur qui a un enroulement lourd et induit une tension en tournant à une vitesse relativement faible. Les générateurs peuvent être connectés aux machines de gymnase en installant un mécanisme de mouvement du rotor dans les générateurs.

II.6.1.2.2 Parties du generateur

Armature / Rotor: L'armature est une partie tournante du générateur sur laquelle sont



Figure II.12 parties du mécanisme de mouvement du rotor

enroulés des conducteurs. L'armature du générateur à bas régime tournera chaque fois que la machine du gymnase sera utilisée.

Stator: Le stator est la partie fixe du générateur qui se compose d'un aimant permanent ou d'un électro-aimant fabriqué par enroulement de bobine de stator.

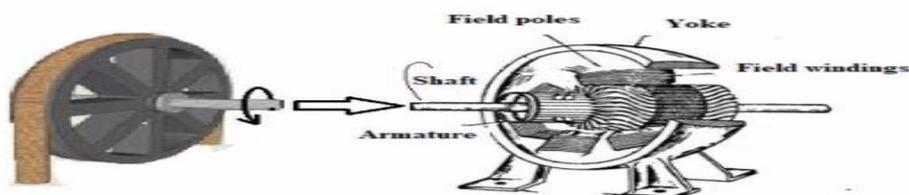


Figure II.13 générateur à bas régime

II.6.1.2.3 Fonctionnement du mecanisme de mouvement du rotor

L'opérateur tire la poignée ou la poignée de la corde, ce qui fait que la corde se déroule autour du vilebrequin et la fait tourner. Le mouvement de rotation du vilebrequin fait tourner le rotor du générateur. Lorsque le cordon de recul est libéré, il s'enroule à nouveau sur l'arbre du générateur en raison de la force élastique de restauration.

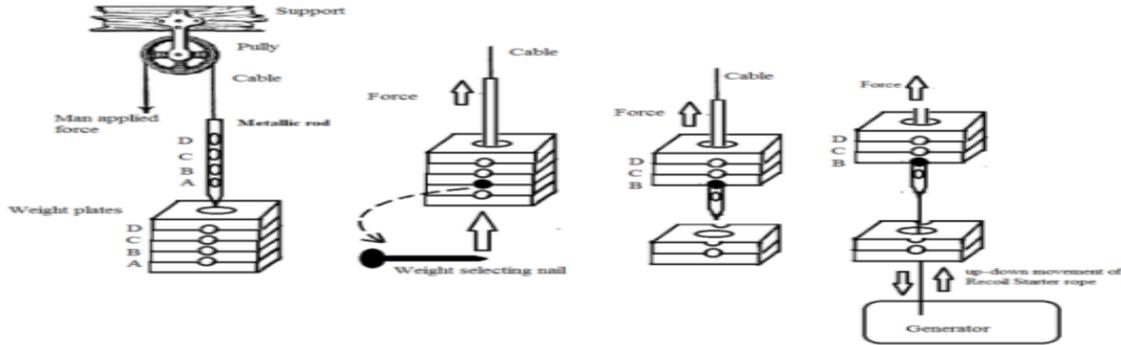


Figure II.14 Principe de fonctionnement et installation du générateur dans la machine de traction

II.6.1.3 Regulateur de tension(Commande MPPT):

La commande MPPT, elle consiste en l'ajustement du convertisseur afin de récupérer le maximum d'énergie produite par générateur, c'est à dire minimiser les pertes d'énergie. Le modèle de la caractéristique courant-tension est non linéaire, avec des contraintes de température et d'ensoleillement qui varient d'une manière aléatoire ce qui nous confronte à un problème d'optimisation non linéaire [29].

Plusieurs techniques développées dans la littérature durant la dernière décennie, ont permis de faire fonctionner le MPV en régime optimal. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées [24], on cite:

- La méthode d'ajustement de courbe
- La méthode de circuit ouvert de générateur
- La méthode de court-circuit
- La méthode perturbation & observation (P&O)
- La méthode par incrémentation de conductance (IC)
- Les méthodes avancées (logique floue, réseaux de neurones) - La méthode <<look-up>>

II.7 Modification des poids de la machine :

Les poids de la machine sont censés être enroulés avec un fil de cuivre laminé. L'enroulement sera effectué de telle manière que les conducteurs en cuivre resteront perpendiculaires au champ magnétique appliqué. L'enroulement sur chaque poids se fera sous forme de

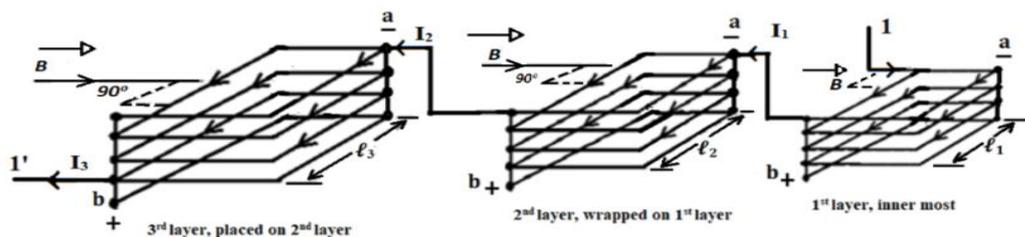


Figure II.15 Courant induit en 3 couches (combinaison parallèle)

par exemple, la 1ère couche d'enroulement sera sur la surface de poids, lorsque toutes les surfaces du poids sont couvertes, puis une 2ème couche sera faite sur la surface de la 1ère couche. Après l'achèvement de la 2ème couche, la 3ème couche de tours sera enroulée sur la deuxième couche et ainsi de suite.

Les trois couches doivent être connectées en série afin que la tension induite par toutes les couches s'accumule cumulativement. Supposons qu'un seul poids (le plus haut) indique «w1» ayant la couche de conducteurs la plus intérieure dans laquelle 4 conducteurs sont à gauche et 4 conducteurs sont à droite, donc il y a au total 8 conducteurs connectés en parallèle les uns avec les autres. Soit «w1» 3 couches et chaque couche est composée de 8 conducteurs connectés en parallèle.

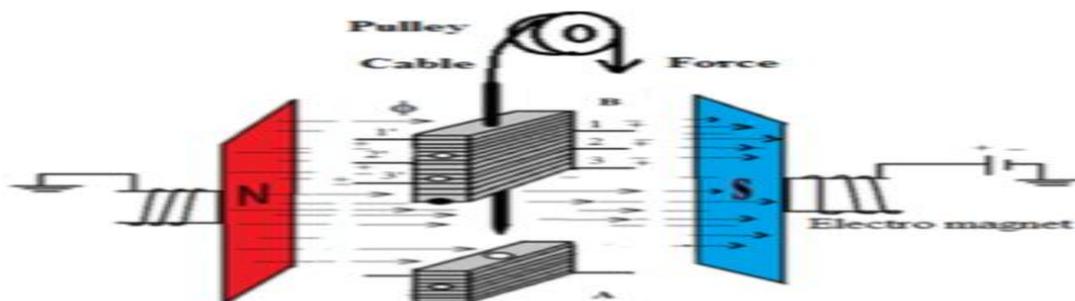
Il y aura différentes longueurs de conducteurs pour chaque couche car ces conducteurs sont enroulés sous la forme de couches et toutes les couches sont connectées en série comme le montre la figure II.15 est évident qu'il y a 8 nombres de conducteurs pour chaque couche, cependant pratiquement ces nombres de conducteurs peuvent varier pour chaque couche. Pour la 1ère couche, 8 conducteurs laminés sont connectés en circuit parallèle ($N1 = 8$) pour que la longueur perpendiculaire totale du conducteur devienne $8l1$. De même, si la 2ème couche a $N2$ conducteurs perpendiculaires avec une longueur perpendiculaire totale de $N2l2$ et la 3ème couche aura un total de $N3l3$ longueur perpendiculaire au champ magnétique. Tous les conducteurs de chaque couche seront court-circuités aux points «a» et «b» afin que les conducteurs soient disposés en circuits parallèles. Dans un agencement de circuits parallèles, il y aura la même tension sur chaque conducteur dans une couche, par exemple, tous les conducteurs de la 1ère couche auront la même tension induite, mais le courant sera additionné. Le courant induit total prélevé sur 3 couches sera:

$$IW1 = I1 + I2 + I3$$

II.27

II.7.1 Champ magnétique

Un électro-aimant ou un aimant permanent sera utilisé pour le champ magnétique. L'électro-aimant sera fabriqué en enroulant du fil de cuivre un noyau en fer doux et deux extrémités de bobinage seront connecté à une alimentation DC permanente. Magnétique les poteaux sont placés autour des poids des machine comme présenté sur la figure 6. Champ magnétique les lignes voyagent du pôle Nord au pôle Sud, et ils deviennent perpendiculaires à la longueur de conducteurs qui sont présents à gauche et à droite côtés des poids.

**Figure II.16** Machine à tirer vers le bas comme machine génératrice d'énergie ayant un enroulement de cuivre sur chaque poids

II.7.2 Tension induite

Lorsque ces poids enroulés de la machine est soulevée par l'utilisateur, les conducteurs perpendiculaires au champ magnétique va couper le champ magnétique. Selon Loi de Faraday, induction électromagnétique e.m.f seront induits dans ces conducteurs. Le mouvement ascendant des poids est dû à la force externe appliquée par la personne et le mouvement descendant est dû à la gravité. Tant que l'exercice de levage de poids se poursuit, l'induction de e.m.f continuera également et inversera sa polarité en fonction de la direction du mouvement (vers le haut ou vers le bas). La figure II.16 montre que 3 poids sont sélectionnés pour effectuer l'exercice. Les deux extrémités de l'enroulement du poids le plus haut, le 2e poids et le 3e poids sont marquées comme 1 & 1', 2 & 2'; et 3 et 3', respectivement. Pendant le mouvement ascendant du poids, on suppose que les extrémités gauche de l'enroulement de tous les poids deviendront positives et que les extrémités droites des enroulements deviendront négatives. Quand les poids bougent librement sous l'influence de la gravité vers le bas, les marques de polarité sur les extrémités des enroulements seront inversés.

II.7.3 Calculs de la f.e.m induite

Soit « Φ » le champ magnétique et « B » la densité de champ magnétique qui est le flux magnétique par unité de surface ($B = \Phi / A$). F_{ext} est la force externe qui est appliquée par l'utilisateur sur les poids pour les soulever avec la vitesse « V » vers le haut. Pour calculer « e_1 » qui est la tension induite de w_1 , il faut additionner les tensions induites de toutes les couches de w_1 . La e.m.f motrice induite dans les 1ère et 2ème couches est donnée ci-dessous:

$$e_{11} = N_1 l_1 V B. \quad \text{II.28}$$

$$e_{12} = N_2 l_2 V B. \quad \text{II.29}$$

Comme il est mentionné sur la figure 5 que toutes les couches sont connectées en série, la tension induite de toutes les couches sera additionnée. Supposons que w_1 contienne "m" nombre de couches qui sont connectées en série, et alors la tension totale induite entre les deux extrémités 1 et 1' sera:

$$e_1 = \sum_{i=1}^m N_i l_i B V \quad \text{II.30}$$

II.7.4 Courant électrique

Enrouler pratiquement sur des poids a une certaine résistance « R ». Si « I_{w1} » est le courant de sortie total passant de l'intervalle A à B (Fig. 6) de « w_1 » et que le mouvement induit total e.m.f dans w_1 est « e_1 »

$$I_{w1} = \frac{e_1}{R} \quad \text{II.31}$$

II.7.5 Puissance mécanique

Lorsqu'un couple est appliqué sur la poulie par une force externe, la poulie tourne. Lorsque la force appliquée augmente, le couple dans la poulie augmente également. La quantité d'énergie mécanique fournie par l'utilisateur est convertie sous la forme électrique qui est donnée par l'équation suivante:

$$P_{in} = F V \quad \text{II.32}$$

En ce qui concerne la vitesse angulaire de la poulie, la puissance fournie est :

$$P_{in} = (\text{Couple dans la poulie}) (\text{Vitesse angulaire de la poulie})$$

La comparaison des équations (3.12) et (3.13) donne lieu à:

$$F V = \tau \omega \quad \text{II.33}$$

Si «r» est le rayon de la poulie, l'équation (3.14) est modifiée en multipliant «r» des deux côtés:

$$r(F V) = r \tau \omega \quad \text{II.34}$$

En mouvement circulaire, la relation entre la vitesse linéaire et angulaire est $V = r \cdot \omega$, donc l'équation (3.15) devient:

$$r F = \tau \quad \text{II.35}$$

C'est la quantité de couple qui induit e.m.f dans une machine à traction.

II.7.6 Puissance utile :

Si «R» est la résistance d'enroulement du poids sélectionné, la puissance électrique de sortie d'un poids unique (disons w_1) sera:

$$P_{out} = e t I w_1 - I w_1^2 R \quad \text{II.36}$$

La puissance de sortie électrique sera toujours inférieure à la puissance d'entrée mécanique en raison du frottement, de la chaleur et des pertes électriques[33].

II.8 Dimensionnement de système des équipements électromécanique

II.8.1 Les machines a poulies

1-La machine “ cable pull down“:

La machine à tirer vers le bas se compose simplement de poulies et de câbles métalliques enroulés sur des poulies. Une extrémité du câble est fixée avec un poids réglable et une autre force d'extrémité est appliquée par l'utilisateur pour soulever le poids. Le câble peut être tiré vers le haut ou vers le bas selon la nature de l'exercice. Le principe de fonctionnement de la machine à tirer vers le bas Lat est exprimé dans les figures -7 (a) et 7 (b), qui est une machine polyvalente utilisée pour faire de l'exercice pour les articulations multiples, les biceps, les triceps, les épaules et les jambes. Les poids sont sélectionnés en ajustant le clou dans les trous spécifiques (A, B, C et D) si la tige métallique. Par exemple, si l'ongle est introduit dans le trou «B», 3 poids supérieurs seront sélectionnés pour les soulever pour l'exercice. Cette machine peut être fabriquée comme machine génératrice d'énergie en y installant directement un générateur.

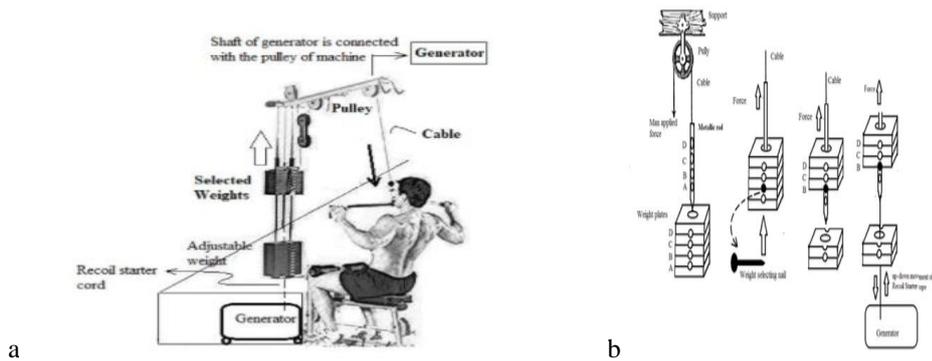
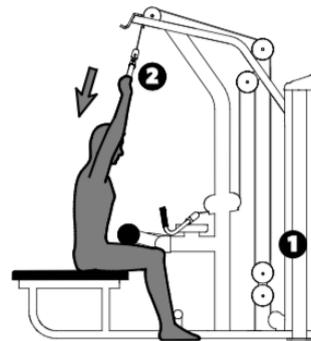


Figure II.17 Principe de fonctionnement et installation d'un générateur dans la machine " Lat pull down"

Les dimensions de la machine :

Equipment Dimensions	76" L x 48" W x 87" H (193 cm L x 122 cm W x 221 cm H)
Working Area	76" L x 59" W (193 cm L x 150 cm W)
Weight Stack	220 lb (100 kg)
Equipment Weight	490 lb (222 kg)



La distance **d=1.50m** et le poids max **p=100kg**

on a besoin de calculer sa puissance d'après cette loi:

$W=F.d$

II.37

$F=P.g$

II.38

w(j): le travail avec l'unité de joule

F(kg.m/s²): la force

g(m/s²): la gravité

d: la distance

1 Cas :

$d=1.50m ; p=100kg$

$W1 = (100kg \times 9.81 m/s^2) \times 1.50 m = 1471.5 kg.m^2/s^2 = 1471.5 J$

$W1= 1471.5 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.0041kwh$

$W1= 0.41 \times 60 = 24.6 \times 60 = 1476 wh$

2 Cas :

$d=0.375m ; p=25 kg$

$$W2 = (25\text{kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.375 \text{ m} = 91.96 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 91.96\text{J}$$

$$W2 = 91.96 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.00026 \text{ kwh}$$

$$W2 = 0.026 \times 60 = 1.56 \times 60 = \mathbf{93.6 \text{ wh}}$$

3 Cas :

$$\mathbf{d=0.093\text{m} ; p=5 \text{ kg}}$$

$$W3 = (5\text{kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.093 \text{ m} = 4.56 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 4.56\text{J}$$

$$W3 = 4.56 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.000013 \text{ kwh}$$

$$W3 = 0.013 \times 60 = 0.78 \times 60 = \mathbf{46.8\text{wh}}$$

Cas moyen:

$$\mathbf{d=0.75 \text{ m} ; p=50 \text{ kg}}$$

$$Wm = (50\text{kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.75 \text{ m} = 367.9 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 367.9 \text{ J}$$

$$Wm = 367.9 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.0010\text{kwh}$$

$$Wm = 0.10 \times 60 = 6.13 \times 60 = \mathbf{367.9 \text{ wh}}$$

$$P = 2 \times 3.14 \times N \times T / 60$$

$$367.9 = 2 \times 3.14 \times 3090 \times T / 60$$

$$T = 1.14 \text{ N m} = \mathbf{1140 \text{ N-mm}}$$

2- La machine ‘leg press’

La machine de presse de jambe peut également être convertie en dispositif de génération d'énergie en utilisant une poulie, une corde de recul et en plaçant un générateur au sous-sol de la machine comme présenté dans la Fig III.16 . Chaque fois que la machine sera utilisée, une corde de recul sur la poulie fera tourner l'armature du générateur.

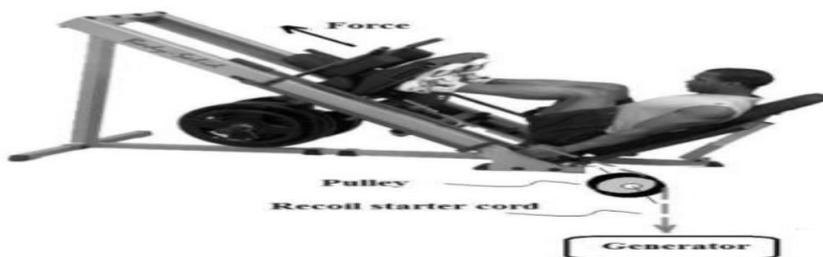


Figure II.18 la machine leg press

Les dimensions de la machine

Leg Press / Calf Extension

Specifications

Equipment Dimensions	76" L x 43" W x 69" H (193 cm L x 109 cm W x 175 cm H)
Working Area	82" L x 43" W (209 cm L x 109 cm W)
Weight Stack	295 lb (135 kg)
Equipment Weight	550 lb (250 kg)

La distance **d=2.09m** et le poids max **p=135kg**

on a besoin de calculer sa puissance d'après cette loi:

$$W=F.d$$

$$F=P.g$$

w(j): le travail avec l'unité de joule

F(kg.m/s²): la force

g(m/s²): la gravité

d: la distance

1 Cas :

$$d=2.09m ; p=135kg$$

$$W1 = (135kg \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 2.09 \text{ m} = 2767.8 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 2767.8 \text{ J}$$

$$W1 = 2767.8 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.0077 \text{ kwh}$$

$$W1 = 0.76 \times 60 = 46 \times 60 = \mathbf{2767.8 \text{ wh}}$$

2 Cas :

$$d=0.52 \text{ m} ; p=33.75 \text{ kg}$$

$$W2 = (33.75 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.52 \text{ m} = 173 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 173 \text{ J}$$

$$W2 = 173 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.00048 \text{ kwh}$$

$$W2 = 0.048 \times 60 = 2.88 \times 60 = \mathbf{173 \text{ wh}}$$

3 Cas :

$$d=0.13 \text{ m} ; p=8.5 \text{ kg}$$

$$W3 = (8.5 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.13 \text{ m} = 10.84 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 10.84 \text{ J}$$

$$W3 = 10.84 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.000030 \text{ kwh}$$

$$W3 = 0.030 \times 60 = 0.18 \times 60 = \mathbf{10.8 \text{ wh}}$$

Cas moyen:

$$d=1.045 \text{ m} ; p=67.5 \text{ kg}$$

$$Wm = (67.5 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 1.045 \text{ m} = 692 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 692 \text{ J}$$

$$Wm = 692 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.0019 \text{ kwh}$$

$$Wm = 0.19 \times 60 = 11.53 \times 60 = \mathbf{692 \text{ wh}}$$

$$Pm = 2 \times 3.14 \times N \times T / 60$$

$$692 = 2 \times 3.14 \times 5812 \times T / 60$$

$$T = 1.14 \text{ N m} = \mathbf{1140 \text{ N-mm}}$$

3-La machine ‘ butter fly ‘

La machine ‘ butter fly’ est l'une des machines de musculation les plus efficaces pour un entraînement ciblé des pectoraux et de la poitrine. Les muscles pectoraux (pectoralis major et pector minor, appelés pectoraux) rapprochent les bras devant le corps. Une corde de recul et en plaçant un générateur au sous-sol de la machine comme présenté dans la Fig . Chaque fois que la machine sera utilisée, une corde de recul sur la poulie fera tourner l'armature du générateur.



Figure II.19: butter fly machine comme équipement de gymnase producteur d'énergie

Les dimensions de la machine

Rear Delt / Pec Fly

Specifications

Equipment Dimensions	40" L x 54" W x 78" H (102 cm L x 137 cm W x 198 cm H)
Working Area	40" L x 66" W (102 cm L x 168 cm W)
Weight Stack	240 lb (110 kg)
Equipment Weight	470 lb (214 kg)

La distance **d=1.02** m et le poids max **p=110kg**

on a besoin de calculer sa puissance d'après cette loi:

$$W=F.d$$

$$F=P.g$$

w(j): le travail avec l'unité de joule

F(kg.m/s²): la force

g(m/s²): la gravité

d: la distance

1 Cas :

$$d=1.02m ; p=110kg$$

$$W1 = (110kg \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 1.02 \text{ m} = 1100.7kg.m^2/s^2 = 1100.7 \text{ J}$$

$$W1 = 1100.7 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.0031kwh$$

$$W1 = 0.31 \times 60 = 18.6 \times 60 = \mathbf{1116 \text{ wh}}$$

2 Cas :

d=0.255 m ; p=27.5 kg

$$W_2 = (27.5 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.255 \text{ m} = 68.79 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 68.79 \text{ J}$$

$$W_2 = 68.79 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.00019 \text{ kWh}$$

$$W_2 = 0.019 \times 60 = 1.14 \times 60 = \mathbf{68.4 \text{ wh}}$$

3 Cas :

d=0.063 m ; p=7 kg

$$W_3 = (7 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.063 \text{ m} = 4.38 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 4.38 \text{ J}$$

$$W_3 = 4.38 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.000012 \text{ kWh}$$

$$W_3 = 0.012 \times 60 = 0.72 \times 60 = \mathbf{43.2 \text{ wh}}$$

Cas moyen:

d=0.51 m ; p=55 kg

$$W_m = (55 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.51 \text{ m} = 275 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 275 \text{ J}$$

$$W_m = 275 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.00076 \text{ kWh}$$

$$W_m = 0.076 \times 60 = 4.59 \times 60 = \mathbf{275 \text{ wh}}$$

$$P_m = 2 \times 3.14 \times N \times T / 60$$

$$275 = 2 \times 3.14 \times 2310 \times T / 60$$

$$T = 1.14 \text{ N m} = \mathbf{1140 \text{ N-mm}}$$

4-La machine " leg extension "

La machine d'extension des jambes permet aux jambes de se redresser résistance à la charge et travaille ainsi les muscles sur le devant ou antérieur de la jambe appelé quadriceps relié avec un generateur pour produire d'électricité comme la figure

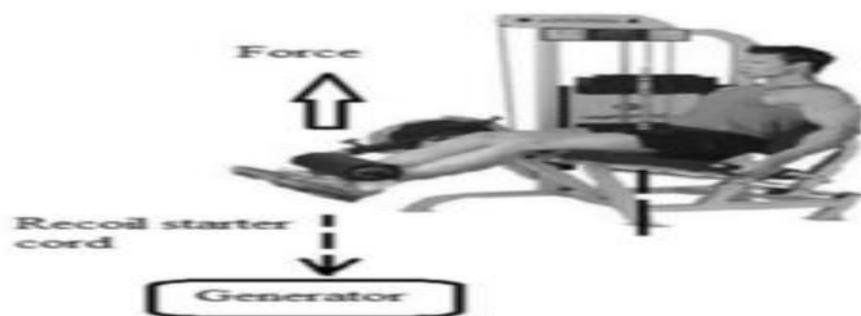


Figure II.20 Machine d'extension de jambe fonctionnant comme une machine de génération d'énergie

Les dimensions de la machine

Leg Extension

Specifications

Equipment Dimensions	52" L x 43" W x 57" H (132 cm L x 109 cm W x 145 cm H)
Working Area	69" L x 43" W (176 cm L x 109 cm W)
Weight Stack	Standard unit: 200 lb (91 kg) IFI-accredited unit: 175 lb (80 kg)
Equipment Weight	462 lb (210 kg)

La distance **d=1.32 m** et le poids max **p=91kg**

on a besoin de calculer sa puissance d'après cette loi:

$$W=F.d$$

$$F=P.g$$

w(j): le travail avec l'unité de joule

F(kg.m/s²): la force

g(m/s²): la gravité

d: la distance

1 Cas :

$$d=1.32m ; p=91kg$$

$$W1 = (91kg \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 1.32 \text{ m} = 1178.37kg.m^2/s^2 = 1178.37 \text{ J}$$

$$W1 = 1178.37 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.0033kwh$$

$$W1 = 0.33 \times 60 = 19.8 \times 60 = \mathbf{1188w/h}$$

2 Cas :

$$d=0.33 \text{ m} ; p=22.75 \text{ kg}$$

$$W2 = (22.75kg \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.33 \text{ m} = 73.65 \text{ kg.m}^2/s^2 = 73.65J$$

$$W2 = 73.65 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.00020 \text{ kwh}$$

$$W2 = 0.020 \times 60 = 1.2 \times 60 = \mathbf{72 w/h}$$

3 Cas :

$$d=0.082 \text{ m} ; p=6 \text{ kg}$$

$$W3 = (6kg \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.082 \text{ m} = 4.58 \text{ kg.m}^2/s^2 = 4.58 \text{ J}$$

$$W3 = 4.58 \times 2.7778 \times 10^{-7} = 0.000013 \text{ kwh}$$

$$W3 = 0.013 \times 60 = 0.78 \times 60 = \mathbf{46.8 w/h}$$

Cas moyen:

d=0.66 m ; p=45 kg

$$W_m = (45 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.66 \text{ m} = 291.35 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 = 291.35 \text{ J}$$

$$W_m = 291.35 \times 2.77778 \times 10^{-7} = 0.00081 \text{ kwh}$$

$$W_m = 0.081 \times 60 = 4.86 \times 60 = \mathbf{291.6 \text{ w/h}}$$

$$P_m = 2 \times 3.14 \times N \times T / 60$$

$$291.6 = 2 \times 3.14 \times 2449 \times T / 60$$

$$T = 1.14 \text{ N m} = \mathbf{1140 \text{ N-mm}}$$

III.8.2 Les machines de cardio

1-Dimensionnement d'énergie des velos :

Cette section fournit un exemple de la puissance électrique possible avec un générateur électrique à vélo stationnaire et de la consommation d'énergie dans un club de fitness exemplaire. Sur la base des mesures qui ont été faites dans un club de fitness considéré, nous savons que:

- La consommation totale d'énergie électrique pendant 1 an (295 jours ouvrables) est d'environ 4800 kWh
- Chaque vélo d'appartement fonctionne au moins 3 heures par jour, avec une vitesse moyenne de 20 km / h.

Pour les calculs, nous avons supposé le volant d'inertie de 10 kg et 40 cm de diamètre. Pour des données données, nous avons pu déterminer l'énergie cinétique du volant. Pendant 1min soit :

$$K = 1/2 \cdot m \cdot r^2 \cdot \omega^2 = 1/2 \cdot 10 \cdot 0,2^2 \cdot 264^2 = \mathbf{13939J}$$

$$\text{où: } \omega = \mathbf{264 \text{ tr / min.}}$$

Après de simples calculs, l'énergie produite par un seul vélo pendant une heure est :

$$W = 13939 \cdot 2,7778 \cdot 10^{-7} \cdot 60 = 0,232 \text{ kwh}$$

$$W(\text{ pour 3 h}) = 0,232 \cdot 3 = \mathbf{0.696 \text{ kwh}}$$

L'énergie produite par trois vélos pendant trois heures par jour est :

$$W(\text{pour 3 vélos pendant 3h}) = 2,088 \text{ kwh} = \mathbf{2088 \text{ wh}}$$

2- Dimensionnement d'énergie de tapis roulants :

La machine de tapis roulant dans laquelle la première colonne représente le taux de vitesse différent des personnes tandis que les 2e et 3e colonnes représentent la puissance de sortie en utilisant le système de tapis roulant avec et sans engrenages respectivement.

Tableau II.2 Puissance de sortie produite à l'aide du système de tapis roulant avec et sans engrenages

vitesse de marche(km/h)	sans engrenage(w)	avec engrenage (w)
2.8	118.23	180
3.2	136.27	195
3.8	162.18	210
4.2	170.42	250

d'après notre étude précédente de la machine tapis roulant on a trouvé que

$\omega = 2120$ tours par minute, tel que calculé dans le tableau 2

$$p = 2\pi N T / 60$$

avec :

$$T = 0.12 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$\omega = 2\pi N / 60 = 2120 \text{ tr/min}$$

$$p = 2120 \cdot 0.12$$

$$p = 254.4 \text{ w}$$

Cette vitesse est presque égale pour générer une puissance de 250 watts sur le générateur CC. de la machine donc pour une vitesse 4.2 km/h:

La moyenne de puissance générée pendant 3h est:

$$w = 250.3$$

$$w = 750 \text{ w}$$

La moyenne de puissance générée pendant 3h pour 3 machines est:

$$w = (250.3) \cdot 3$$

$$w = 2250 \text{ w}$$

La puissance totale délivrée par le système des équipements électromécanique par jour est:

$$W_t = 5964.5 \text{ wh/j}$$

$$W_t = 5.96 \text{ kwh/j}$$

$$W_t = 5.96 \text{ wc/j}$$

$$W_t = 143.04 \text{ wc/ mois}$$

$$W_t = 1761 \text{ wc/an}$$

Tableau II.3 La tension du système devrait donc être d'au moins 48 VDC.

Puissance du champ	0-500 Wc	500-2K Wc	2-10K Wc	Plus de 10KWc
Tension suggérée	12VDC	24VDC	48VDC	Plus de 48VDC

III.5.3. Dimensionnement de système de stockage:

Pour déterminer la capacité des batteries, on utilise l'équation suivante ;

$$C_{bat, tot} = \frac{E_c \left(\frac{Wh}{jr} \right) N_a}{V_{pv} R_b P_{dd}}$$

II.39

Avec :

Na : 04 jours ; nombre de jours d'autonomie de la batterie ;

V_{pv} : 48v ; tension du banc des batteries ;

R_b : 0.95 ; le rendement de la batterie ;

P_{dd} : 0.35 ; la profondeur de décharge de la batterie.

C100(Ah)=5964.5 x4 / 0.35x 0.95x48 Donc ;

C100(Ah)=**1495 Ah**.

Tableau II.4 Caractéristique de la batterie

The screenshot shows the 'Définitions d'une batterie' window with the following data:

Données de base		Paramètres détaillés du modèle		Graphiques		Dimensions et Technologie		Données commerciales		
Modèle	Powerwall	Fabricant	Tesla							
Nom fichier	Tesla_Powerwall.BTR	Source données	Datasheet 2017							
Base de données PVsyst originale		Prod. depuis 2017								
Technologie	Lithium-ion, NCA									
Catégorie	Batterie									
Paramètres de base					Comportement aux limites					
Nbre cellules en série/en parallèle	14 / 40	soit 560 cellules		Tension de coupure de charge	58.8	V				
Tension nominale	50.4	V		Tension de coupure de décharge	35.0	V				
Capacité à C10	134.00	Ah		Courant de charge maximum	64.0	A				
Résistance interne @ temp. réf.	28.00	mOhm		Courant de décharge maximum	64.0	A				
Température de référence	25.0	°C		Température minimale de charge	0.0	°C				
Efficacité coulombienne	96.0	%		Température minimale de décharge	-20.0	°C				
Info : Renormalisation à C10					Indicateurs pour la batterie complète					
Capacité nominale spécifiée	135.0	Ah		Energie stockée à DOD	95	%		6.56	kWh	
Définie pour un taux de décharge de	2.00	Heures		Energie stockée totale (566 cycles)	3711	kWh				
=>C10 correspondant, selon modèle Peukert					139	Ah		68	Wh/kg	
					Poids spécifique	15	kg/kWh			

Nous avons choisie la batterie tesla , powerwall lithium-ion avec une capacité nominale de 134 ah et une tension de 50v

nombre totale des batteries= Ct batt/ Cu batt= 1495/134 =12 batteries

Nombre de batteries serie=1

nombre de batteries parallele=12

II.9 Microgrid et réseau public

La production annuelle d'électricité d'un toit solaire peut être calculée avec une marge d'erreur inférieur à 10%. Elle dépend :

- De l'ensoleillement annuel du site, qui peut être évalué aussi précisément pour presque tous les sites en Europe et même dans le monde entier.
- D'un facteur de correction calculé à partir de l'écart d'orientation par rapport au sud, de l'inclinaison des panneaux par rapport à l'horizontale et le cas échéant, des ombrages relevés sur le site.

La puissance crête d'un toit solaire donnée en Wc ou KWc, mesure la puissance théorique maximale que ce toit peut produire dans des conditions standards d'ensoleillement.

Le courant produit est utilisé par le ou les appareils électriques en service les plus proches, évitant ainsi d'acheter de l'électricité au réseau. Si la production est plus élevée que la consommation de l'instant, l'électricité excédentaire est injectée dans le réseau. Inversement lorsque la consommation dépasse la production (nuit, ciel couvert, brouillard, système auxiliaire), le courant est comme d'habitude acheté au réseau. Le passage d'une situation à l'autre se fait d'une manière entièrement automatique. Donc le principe de fonctionnement de ces installations est très simple :

- Les panneaux produiront idéalement plus ou moins la quantité d'électricité requise par les habitants de la maison.
- Lorsque les panneaux produisent un excédent, lors d'une absence des occupants, par exemple, l'énergie "en trop" est mise à la disposition des autres utilisateurs, et le compteur marchera "à l'envers". Mais dans la plupart des cas, ce sera un deuxième compteur qui enregistrera l'opération dans l'autre sens. Le propriétaire des panneaux se fait rembourser sa contribution au réseau.

Dans notre système on peut atteindre la suffisance d'après l'énergie photovoltaïque et son stockage de plus on a le système des équipements électromécaniques reste prêt pour injecter le surplus d'énergie produite dans le réseau public et avoir un certain profit annuel pour rembourser nos frais.

Chapitre III

III.1 Simulation du module photovoltaïque

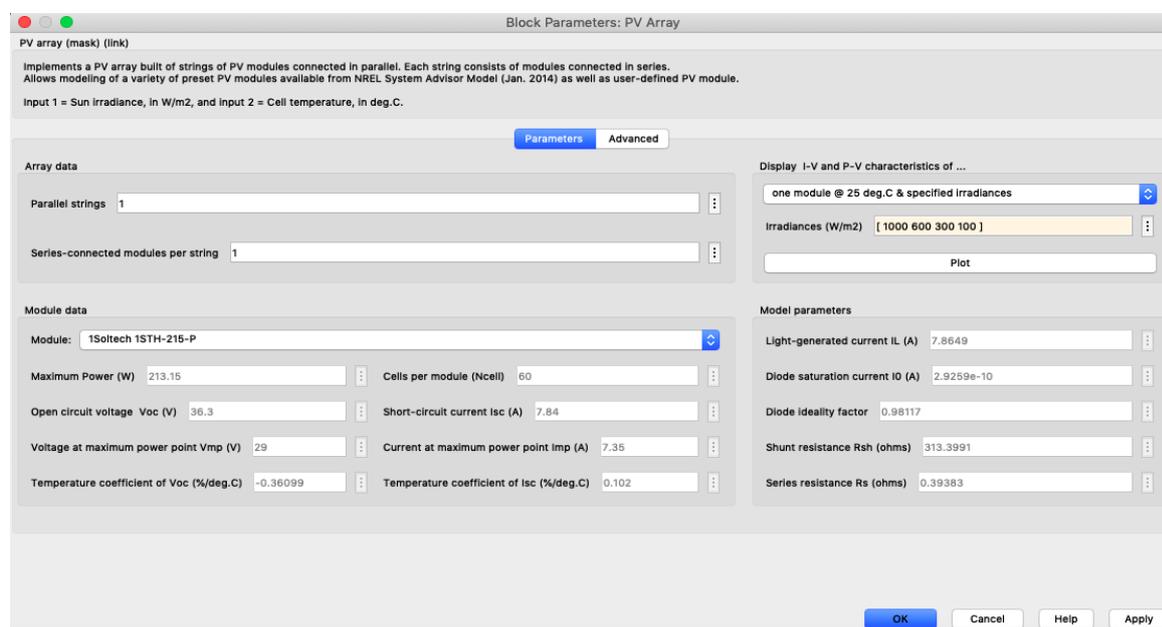
III.1.1 Panneau photovoltaïque

Un module photovoltaïque est constitué d'un ensemble de cellules photovoltaïques reliées entre elles électriquement. Pour valider notre modélisation, nous avons réalisé des simulations, dont le module photovoltaïque de sol tech a été choisi.

Le tableau (III.1) donne les caractéristiques de ce module qui contient 60 cellules polycristallines en série, sous les conditions standards (1000 W/m², masse optique : AM 1.5, Température de la cellule : 25°C) :

III.1.2 Module Photovoltaïque 1Soltech 1STH-215-P POLYCRISTALIN 60 cellules :

Tableau III.1 Caractéristiques électriques



Ces caractéristiques obtenues sont pour une température de 25 °C et une irradiance de 1000 w/m². Cependant lorsque nous avons une variation de l'irradiance nous avons alors une variation du courant. Ainsi, on remarque que lorsque l'irradiation augmente, le courant de court-circuit subit une variation importante d'après la figure (II.4), par contre la tension varie légèrement. Nous remarquons qu'il y a également une influence sur la puissance lors de la variation de l'irradiation .

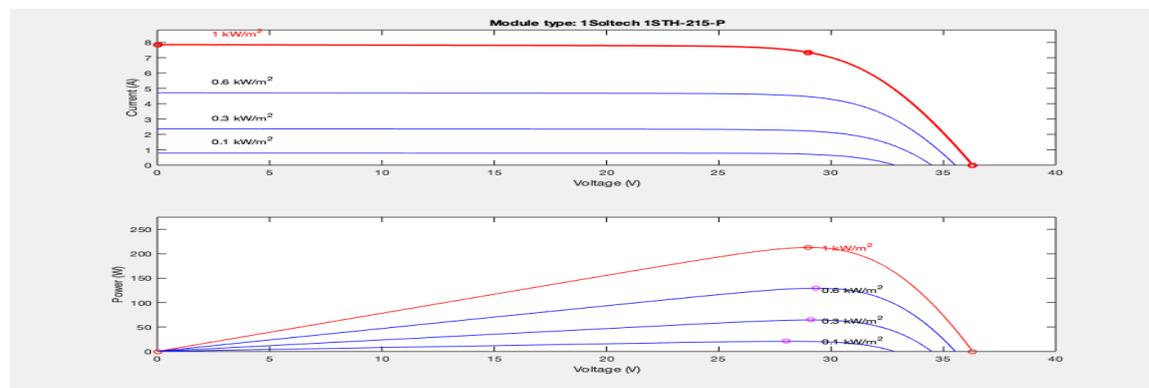


Figure III.1 Caractéristique I(V) et P(V) pour différentes valeurs de l'irradiation

Par contre, si nous avons une variation de la température nous remarquons que dans la figure (II.5) que la température a une grande influence sur la tension du circuit ouvert et une faible influence sur le courant.

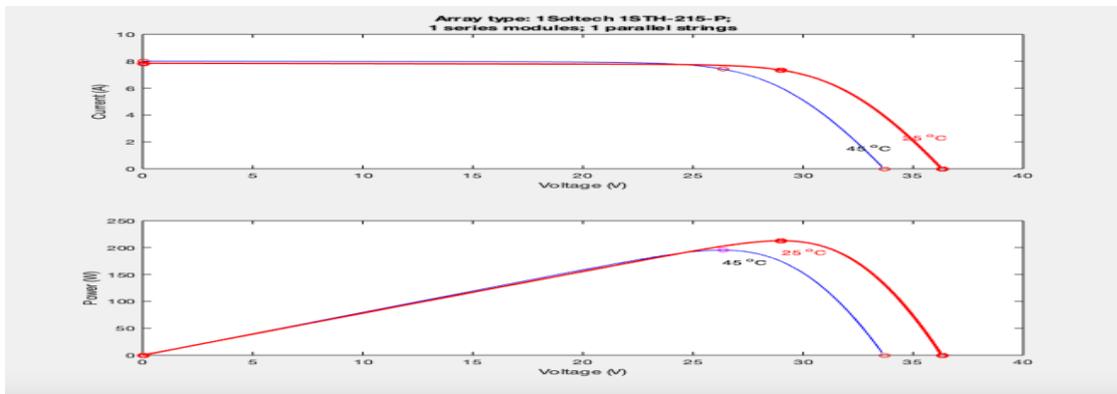


Figure III.2 Caractéristique I(V) et P(V) pour différentes valeurs de la température.

III.1.2 Caracteristiques du panneau solaire

III.1.3 Tension de circuit ouvert Voc

C'est la tension continue obtenue aux bornes d'un panneau sous un ensoleillement constant sans aucune circulation de courant.

$$0 = I_{ph} - I_0 \left[\exp\left(\frac{V}{nKT}\right) - 1 \right] - \frac{V}{R_p} \tag{III.1}$$

Apartir de l'équation III.1,III.2 nous pouvons écrire :

$$0 = \frac{nKT}{q} \left[\ln\left(q \frac{I_{ph}}{I_0}\right) + 1 \right] \tag{III.2}$$

III.1.4 Courant de court-circuit Isc

a. Le courant de court-circuit Isc : C'est la valeur la plus grand du courant générée par la cellule pour lequel la tension du générateur PV est nulle $V_{pv} = 0$. Dans le cas idéal ($R_s = 0$ et R_p infini), ce courant se confond avec le photo courant I_{ph} . $I_{sc} = I_{ph}$

Dans le contraire si on annulant la tension V dans l'équation (III.3), on obtient :

$$I_{sc} = I_{ph} - I_0 \left[\exp\left(\frac{R_s I_{sc}}{nKT}\right) - 1 \right] - \frac{R_s I_{sc}}{R_p} \tag{III.3}$$

III.1.5 Facteur de forme FF :

C'est le rapport entre la puissance maximale délivrée par le module et la puissance calculée par la multiplication de la tension de circuit-ouvert et le courant de court-circuit.

$$FF = \frac{P_{max}}{(I_{cc} * V_{oc})} \tag{III.4}$$

$$FF = 213.15 / (7.84 * 36.3)$$

$$FF = 0.75$$

Ce facteur indique la performance du module, plus il s'approche de l'unité plus le panneau est performant [20].

III.1.6 Le rendement η :

Le rendement énergétique c'est un rapport entre la puissance maximale **P_{max}** délivré par la cellule photovoltaïque et la puissance du l'éclairement solaire incident sur la surface S de la cellule [21].

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{max}}{P_{ray\ solaire}} = \frac{V_{max} I_{max}}{E_a S} \quad \text{III.5}$$

$$\eta = 213.5/1000$$

$$\eta = 0.21 = 21\%$$

P_{max} : La puissance maximale générée par la cellule photovoltaïque [W].

P_{ray solaire} : La puissance du rayonnement solaire [W].

V_{max}: La tension maximale mesurée aux bornes de la cellule photovoltaïque [V].

I_{max} : Le courant fourni par la cellule photovoltaïque [A].

E_a: Éclairement par unité de surface [W/m²].

S : surface effectifs du panneau [m²].

III.2 Stockage de l'énergie électrique

III.2.1 Les batteries dans le système pv

Les batteries sont souvent intégrées au générateur photovoltaïque, elles permettent le stockage de l'électricité pour les systèmes isolés, et restitue la nuit ou les journées nuageuse cette électricité accumulée durant la journée. Il existe différents types de batteries, on peut citer :

- La batterie plomb acide
- La batterie nickel cadmium
- La batterie sodium chlorure de nickel
- La batterie lithium-ion
- La batterie zinc air

III.2.2 Principe de fonctionnement des batteries

Le principe de fonctionnement d'un générateur électrochimique est essentiellement basé sur la conversion de l'énergie chimique en énergie électrique. Toute réaction chimique d'oxydoréduction, pourvu qu'elle soit spontanée, c'est-à-dire accompagnée d'une diminution d'énergie libre, est en effet susceptible de donner naissance à un courant électrique lorsqu'elle a lieu dans des conditions appropriées. Pour cela, il faut que l'échange des électrons de valence s'effectue par le canal d'un circuit extérieur au système. Ainsi la combustion libre de l'hydrogène produisant de l'eau et de l'énergie calorifique ne peut donner naissance à un courant électrique car l'échange électronique s'accomplit directement, en quelque sorte par un court-circuitage moléculaire.

III.2.3 Technologie de batterie li-ion pour panneau solaire :

L'exemple ci dessous vous donne le résultat si vous dimensionnez une installation avec un panneau solaire qui vous fournira 1000Wh. Vous aurez 36% d'autonomie en plus avec des batteries lithium.

- Une durée de vie extra-longue
 - Un poids plume
 - Une batterie beaucoup plus écologique et sûre:
- Les batteries lithium fer phosphate n'utilisent aucun matériaux dangereux et toxiques.
- Les batteries lithium n'émanent aucun gaz lors de la charge et de la décharge.
 - Une recharge rapide:

Tableau III.2 Caractéristiques de la batterie lithium-ion

The screenshot shows a software window titled "Définitions d'une batterie" with several tabs: "Données de base", "Paramètres détaillés du modèle", "Graphiques", "Dimensions et Technologie", and "Données commerciales". The "Données de base" tab is active, showing fields for Model (Powerwall), Fabricant (Tesla), Nom fichier (Tesla_Powerwall.BTR), and Source données (Datasheet 2017). It also lists technology (Lithium-ion, NCA) and category (Batterie). A "Paramètres de base" section includes fields for number of cells (14 in series, 40 in parallel, totaling 560), nominal voltage (50.4 V), capacity at C10 (134.00 Ah), internal resistance (28.00 mOhm), reference temperature (25.0 °C), and Coulombic efficiency (96.0 %). There are also sections for "Comportement aux limites" (charge/discharge cut-off voltages and currents) and "Indicateurs pour la batterie complète" (energy stored at DOD, total energy, specific energy, and weight).

III.2.4 Le modele électrique de la batterie

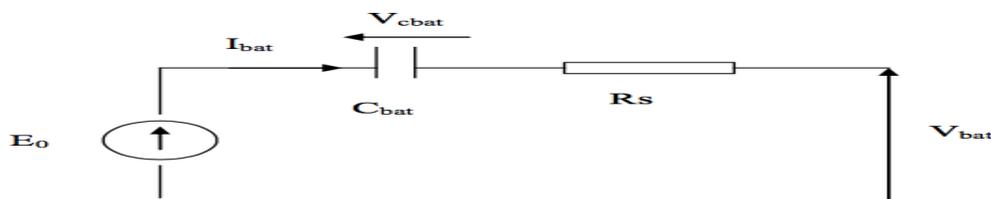


Figure .II.20. Modèle R-C de la batterie

Figure III.3 Modèle r-c de la batterie[23]

Ce modèle comprend une fem E_0 modélisant la tension a vide de la batterie, un condensateur modélisant la capacité interne de la batterie (C_{batt}) et une résistance interne (R_s) [24].

Nous avons donc :

$$V_{bat} = E_0 - R_s * i - V_{cbat} \tag{III.6}$$

Nous définissons également l'étas de charge (EDC) de la batterie par :

$$EDC = 1 - \frac{Q_d}{C_{batt}} \tag{III.7}$$

C_{bat} : la capacité (Ah) nominale de la batterie

Q_d : la quantité de charge manquante par rapport a C_{bat}

Q_{bat} : la quantité de charge électrique en coulomb

III.3 Les convertisseurs statique

III.3.1 Convertisseurs DC/AC (onduleur)

La fonction principale de l'onduleur est de transformer le courant continu produit par le générateur solaire en courant alternatif monophasé ou triphasé. Un onduleur est habituellement conçu pour fonctionner sur une plage assez réduite. Il est très efficace pour des caractéristiques d'entrées et de sortie fixe.

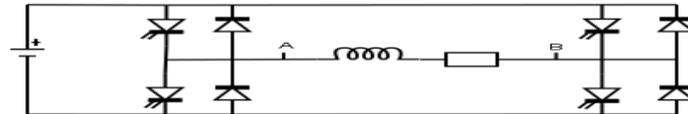


Figure III.4 schéma de principe d'un onduleur de tension monophasé

Simulation de l'onduleur :

Le schéma de simulation de l'onduleur monophasé en pont complet implanté dans l'environnement Simulink/Matlab est représenté sur la figure

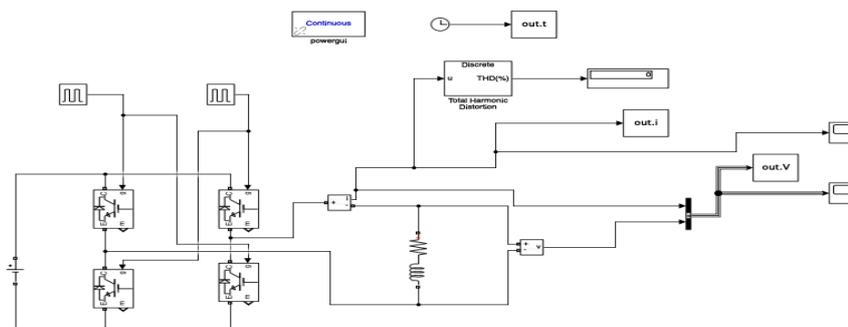


Figure III.6 Schéma Simulink d'un onduleur monophasé en pont complet.

3.15 Les résultats de la simulation :

Les paramètres utilisés pour la simulation sont : $E=54.7V$; $R=10\Omega$; $L=5mH$;

$F_d = 1000$ Hz (**rapport THD**)

Les différents signaux obtenus après la simulation sont représentés dans les figures qui suivent.

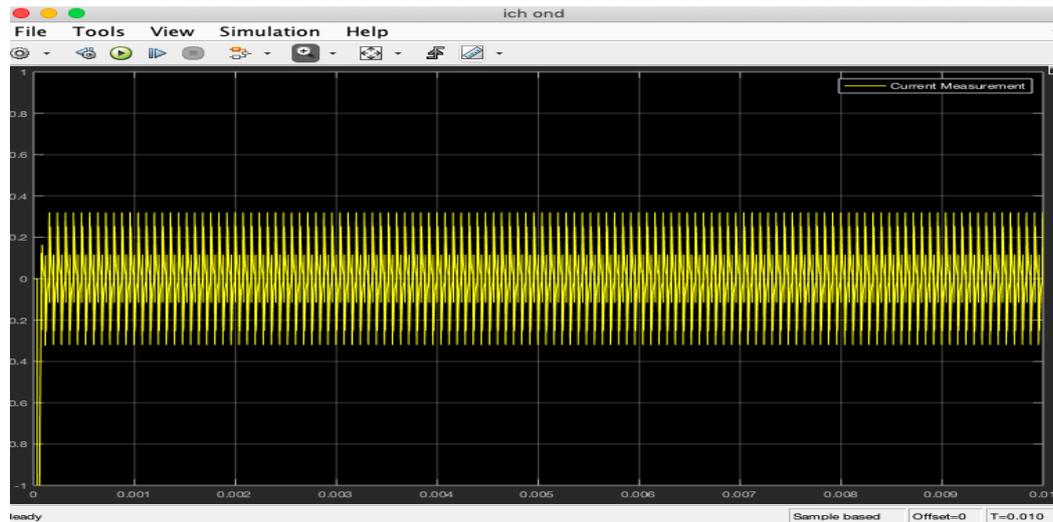


Figure III.7 Le courant de sortie de l’onduleur

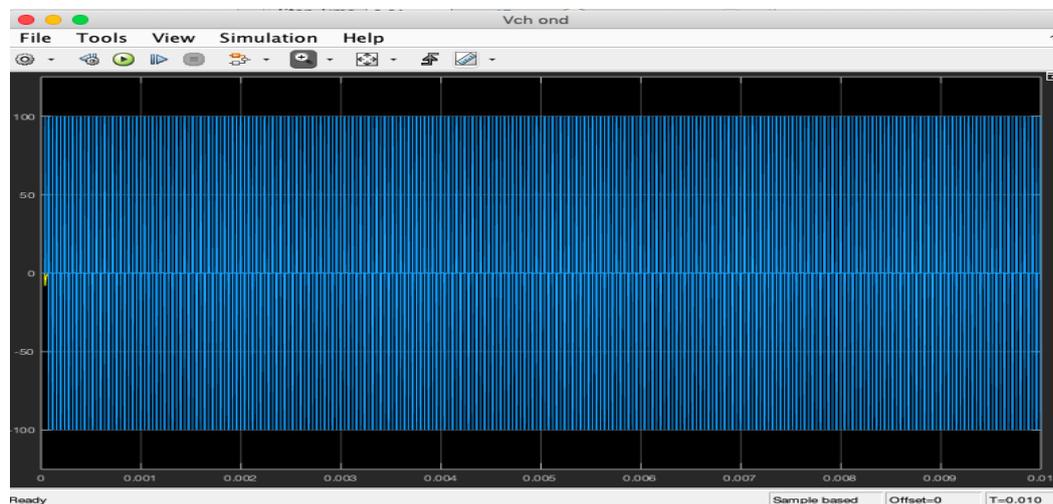


Figure III.8 La Tension de sortie de l’onduleur

Tableau III.3 variation de la fréquence par rapport au THD

Fréquence (Hz)	THD %
250	13,63
650	7,11
1000	6,10
2000	5,43

D’après les figures précédentes , et le tableau , on remarque qu’à chaque fois qu’on augmente la fréquence de découpage (F_d), le THD diminue ce qui signifie l’amélioration de la qualité du courant de sortie.

III.3.2. Convertisseurs DC/DC (Hacheur)

Les convertisseurs DC/DC permettent d’adapter la source d’énergie électrique a un récepteur donnée, ils ont pour fonction de fournir une tension continue variables à partir d’une

tension continue fixe. Cette conversion d'énergie s'effectue grâce un "découpage" haute fréquence caractérisée par un rendement élevé [40]. Ces convertisseurs peuvent être de type éleveurs de tension <<Boost>> ou abaisseur de tension <<Buck>> ou abaisseur-éleveur <<Buck-Boost>>

I.8.2.2. Convertisseur Boost (hacheur parallele)

Un convertisseur éleveur dit Boost permet de convertir une tension d'entrée continue en une autre tension continue aussi en sortie mais de valeur supérieure à celle de l'entrée. C'est pour cela qu'il est dit éleveur de tension.

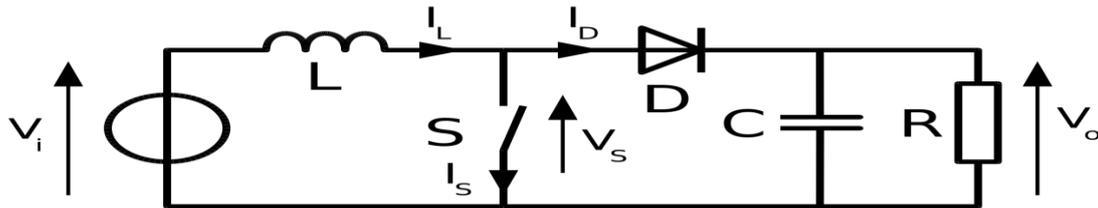


Figure III.11 Circuit électrique du hacheur <<Boost>>
L'inductance permet de lisser le courant appelé sur la source.

La capacité C permet de limiter l'ondulation de tension en sortie. Son fonctionnement est comme suit:

Au premier temps (αT), l'interrupteur (S) est fermé, le courant dans l'inductance croît progressivement, et au fur et à mesure, elle emmagasine de l'énergie, jusqu'à la fin de la première période. L'interrupteur (S) s'ouvre et l'inductance (L) s'oppose à la diminution de courant (I_L), génère une tension qui s'ajoutera à la tension de source. Elle sera appliquée sur la charge (R) à travers la diode (D) [41].

III.4 : Simulation du hacheur parallèle

Pour montrer le rôle des convertisseurs (BOOST) nous avons utilisé logiciel Matlab pour la simulation Figure III.7

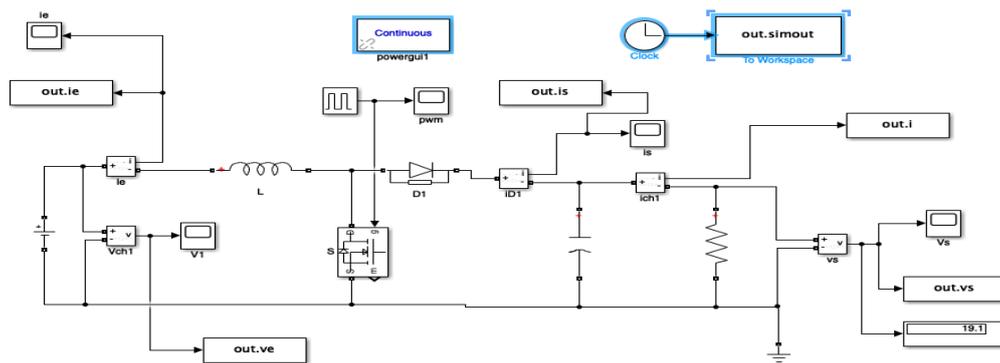


Figure III.12 Schéma bloc de simulation du convertisseur BOOST

Le résultat de simulation du convertisseur survoleur de la figure III.8 et 9 est obtenu à l'aide du modèle mathématique sous Matlab/Simulink, Figure III. 7.

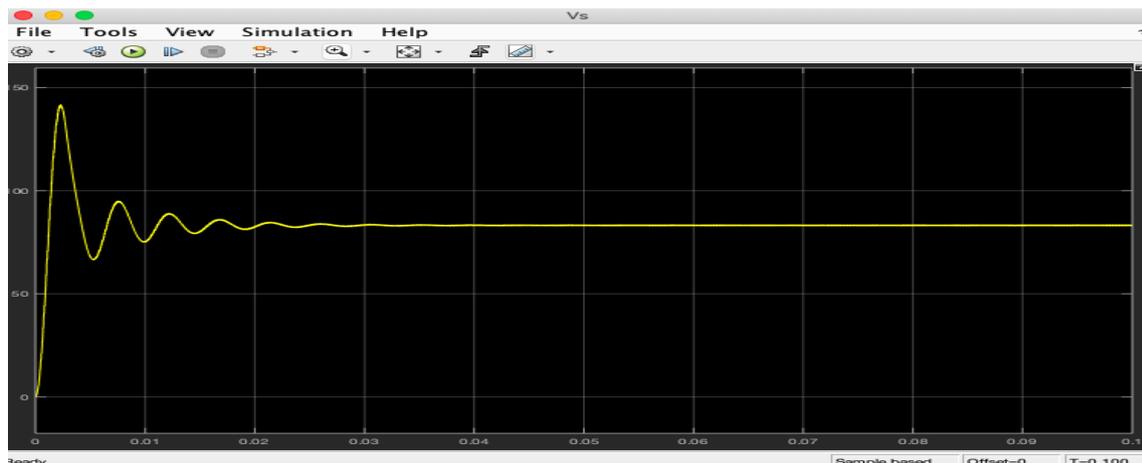


Figure III.13 Tensions de sortie en (v) du convertisseur BOOST

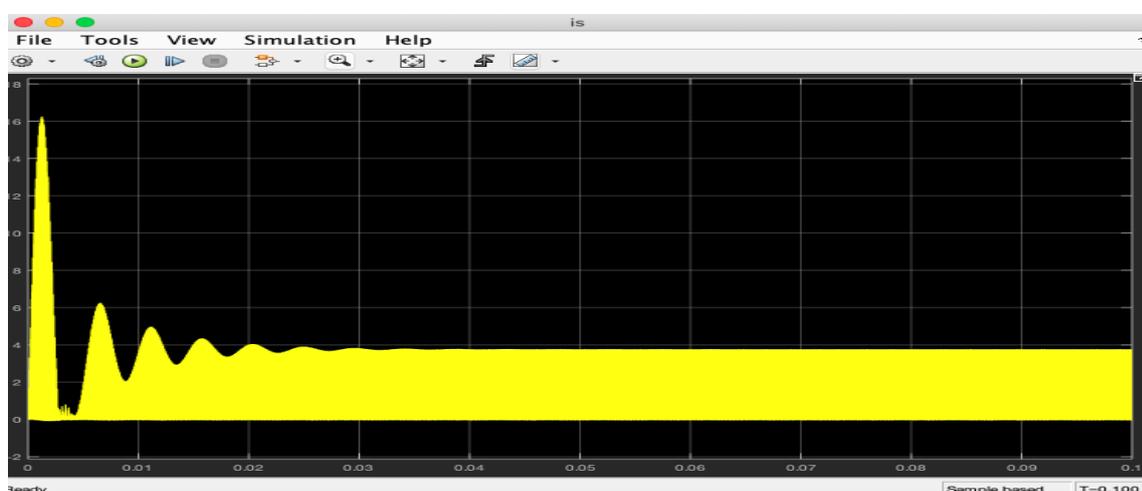


Figure III.14 Courant de sortie en (A) du convertisseur BOOST.

Nous avons remarquer que la tension de sortie ne pas le même que l'entrée ce qui exprime le rôle de convertisseur élévateur (BOOST).

III.4 Commande MPPT(maximum power point tracking)

La commande MPPT est une partie essentielle dans les systèmes photovoltaïques. Elle consiste en l'ajustement du convertisseur afin de récupérer le maximum d'énergie produite par le photo-générateur, c'est à dire minimiser les pertes d'énergie. Le modèle de la caractéristique courant-tension est non linéaire, avec des contraintes de température et d'ensoleillement qui varient d'une manière aléatoire ce qui nous confronte à un problème d'optimisation non linéaire. Plusieurs techniques développées dans la littérature durant la dernière décennie, ont permis de faire fonctionner le MPV en régime optimal. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées [40], on cite: ●La méthode d'ajustement de courbe

- La méthode de circuit ouvert de générateur
- La méthode de court-circuit
- La méthode perturbation & observation (P&O)
- La méthode par incrémentation de conductance (IC)
- Les méthodes avancées (logique floue, réseaux de neurones) - La méthode <<look-up table>>

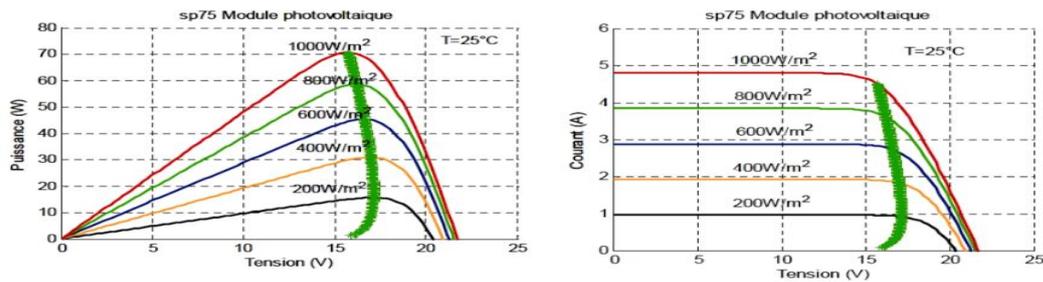


Figure III.15 Le point de fonctionnement optimal pour V_{pv} et I_{pv}

III.4.1. Les méthodes de poursuite de MPP

De nombreux algorithmes sont utilisés pour trouver le point de puissance maximale. Idéalement, le suivi de la puissance se fait automatiquement pour s'adapter aux conditions météorologiques variables.

On se propose d'étudier différents algorithmes de commande (les plus populaires) :

A. Algorithme Perturber et Observer (P&O)

Cette méthode est aujourd'hui largement utilisée, car elle donne un bon résultat, elle est facile à implémenter. Comme son nom l'indique elle est basée sur la perturbation du système par l'augmentation ou la diminution de la tension de référence, ou en agissant directement sur le rapport cyclique du convertisseur (DC-DC), puis l'observation de l'effet sur la puissance de sortie en vue d'une éventuelle correction de ce rapport cyclique (D)[34] .

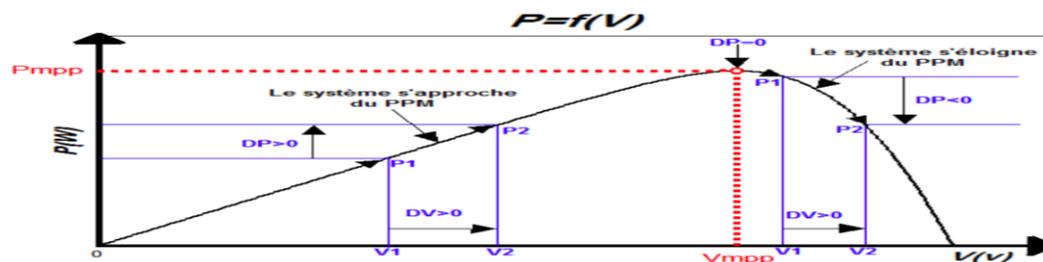


Figure III.16 Principe de l'algorithme de la méthode P&O

En effet, suite à cette perturbation, on calcule la puissance fournie par le panneau PV à l'instant k , puis on la compare à la précédente de l'instant $(k-1)$. Si la puissance augmente, on s'approche du point à maximum de puissance (PMP) et la variation du rapport cyclique est maintenue dans le même sens. Au contraire, si la puissance diminue, on s'éloigne du PMP. Alors, on doit inverser le sens de la variation du rapport cyclique.

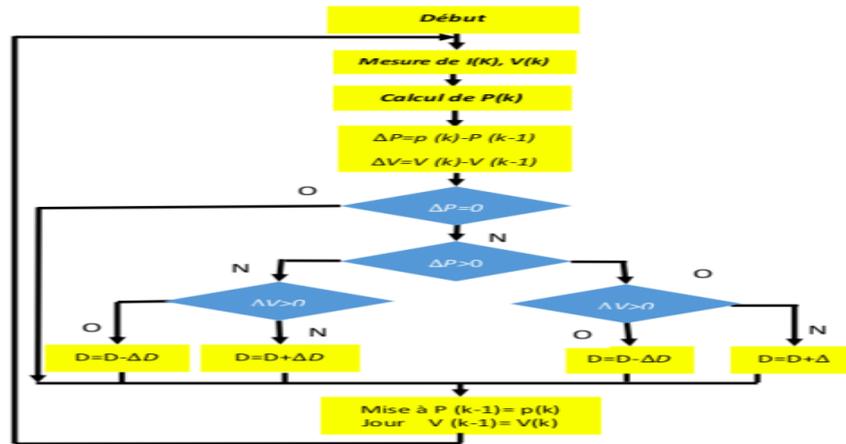


Figure III.17 Algorithme de la méthode P&O

L’algorithme par incrémentation de conductance se résulte en dérivant la puissance du panneau photovoltaïque par rapport à la tension et en mettant le résultat égal à zéro. Ceci peut être décrit par les équations III.4 ,III.5 [42] :

$$\frac{dP}{dV} = I + V \frac{dI}{dV} \tag{III.4}$$

$$\frac{dP}{dV} = I + V \frac{dI}{dV} \tag{III.5}$$

Puisque la tension V du panneau est toujours positive, la relation (III.4) explique que le point de puissance maximale MPP est atteint si la conductance de la source égale à l’incrément de la conductance de la source avec un signe moins, et qu’elle est à gauche de ce point lorsque la conductance est supérieure à l’incrément de conductance et vice-versa, comme suit :

$$\frac{dP}{dV} > 0 \quad \text{si} \quad \frac{1}{V} > -\frac{dI}{dV}$$

$$\frac{dP}{dV} = 0 \quad \text{si} \quad \frac{1}{V} = -\frac{dI}{dV}$$

$$\frac{dP}{dV} < 0 \quad \text{si} \quad \frac{1}{V} < -\frac{dI}{dV}$$

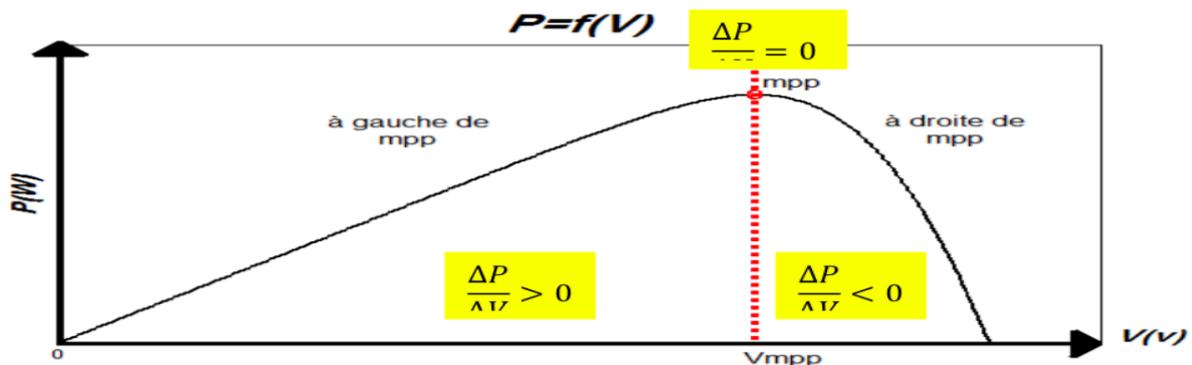


Figure III.18 Principe de l’algorithme de la méthode INC

Le principe de cet algorithme est basé sur la connaissance de la valeur de la conductance $G=I/V$ et l'incrément de la conductance (dG) pour en déduire la position du point de fonctionnement par rapport MPP. Si l'incrément de conductance (dG) est supérieur à l'opposé de la conductance ($-G$), on diminue le rapport cyclique. Par contre, si l'incrément de conductance est inférieur à l'opposé de la conductance, on augmente le rapport cyclique. Ce processus est répété jusqu'à atteindre le MPP.

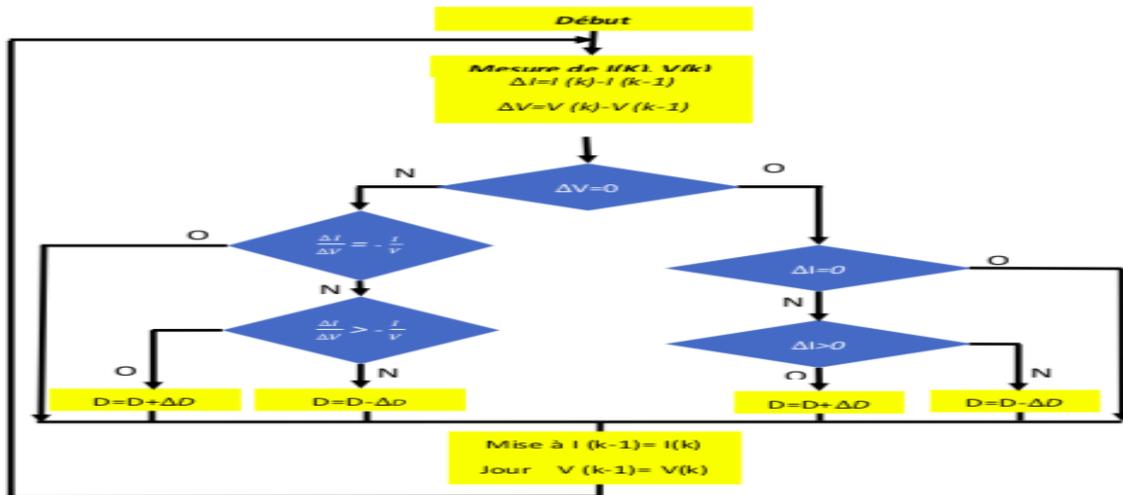


Figure III.18 Algorithme de la méthode INC

c. Algorithme a Base de la Mesure d'une Fraction de la Tension Voc

Cet algorithme est basé sur la relation linéaire entre la tension de circuit ouvert et la tension optimale Où k est un facteur de tension dépendant des caractéristiques de la cellule PV et qui varie entre 0.73 et 0.8[36].

Pour en déduire la tension optimale, on doit mesurer la tension du circuit ouvert V_{oc} . Par conséquent, le point de fonctionnement du panneau est maintenu proche de point optimal en ajustant la tension de panneau à la tension optimale calculée. Le processus permet d'agir cycliquement sur le rapport cyclique pour atteindre la tension optimale.

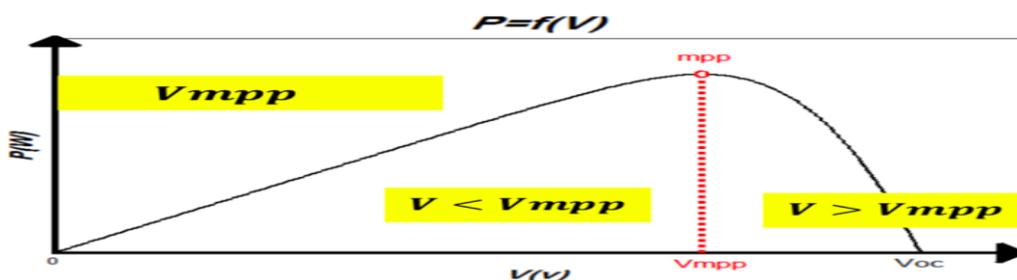


Figure III. 19 Principe de l'algorithme de la méthode FCO

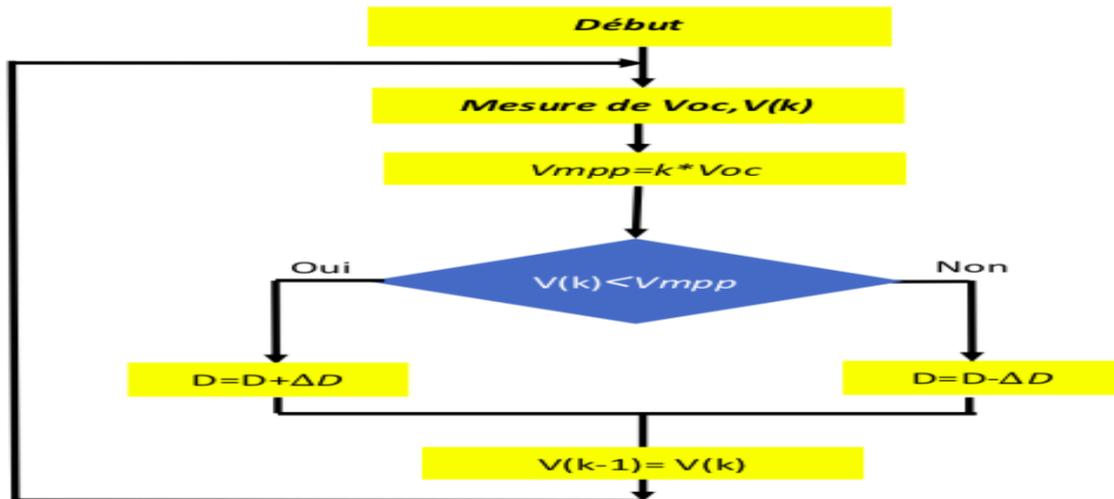


Figure III.20 L’algorithme de la méthode FCO

D. Algorithme a Base de la Mesure d’une Fraction du Courant Icc

Cette méthode est basée sur la relation linéaire entre le courant de court-circuit et le courant optimal donné par l’équation suivante : $I_{opt} = k I_{cc}$, Où k est un facteur de courant dépendant des caractéristiques de la cellule PV et qui varie entre 0.85 et 0.92. En effet, le point de fonctionnement optimal est obtenu en amenant le courant du panneau au courant optimal. Par conséquent, on change le rapport cyclique jusqu’à ce que le panneau atteigne la valeur optimale [43].

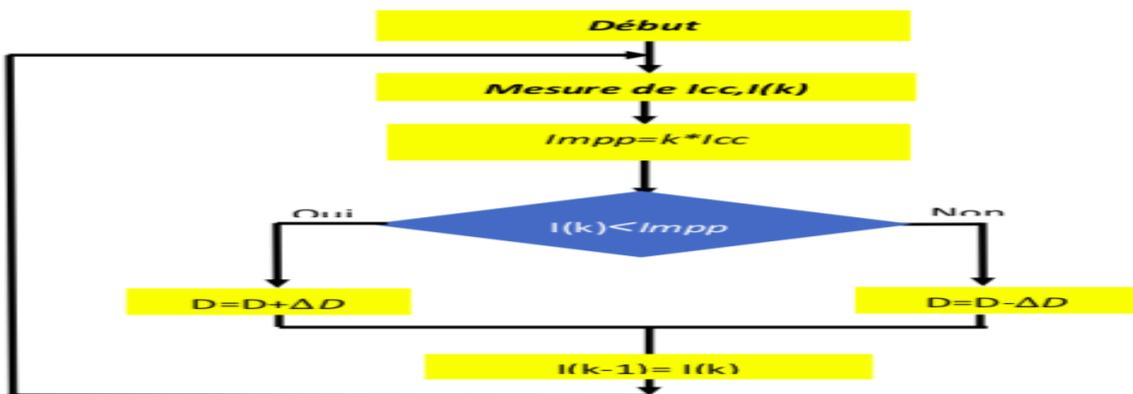


Figure III.21 Algorithme de la methode FCC

E. Algorithme a Base de la Logique Floue

Cette commande offre l’avantage d’être une commande robuste et qui ne nécessite pas la connaissance exacte du modèle mathématique du système. Le fonctionnement de cet algorithme se fait en trois blocs : la fuzzification, l’inférence et la Défuzzification.

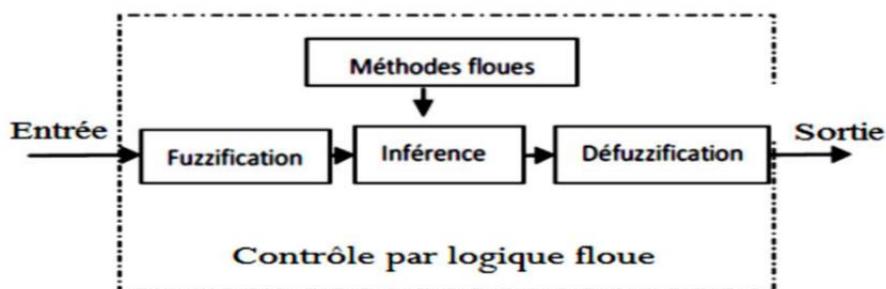


Figure III.22 Principe de la méthode LF

La fuzzification permet la conversion des variables physiques d'entrée en ensembles flous. Dans notre cas, on a deux entrées l'erreur E et la variation de l'erreur CE définies comme suit :

$$E = \frac{P(k) - P(k-1)}{V(k) - V(k-1)}$$

$$CE = (k) - (k - 1)$$

On attribue à ces grandeurs des variables linguistiques :

NG: Negative Grand

NM :Negative Moyen

NP : NegativePetit

Z : Zéro

PP : Positive Petit

PM : Positive Moyen

PG : Positive Grand

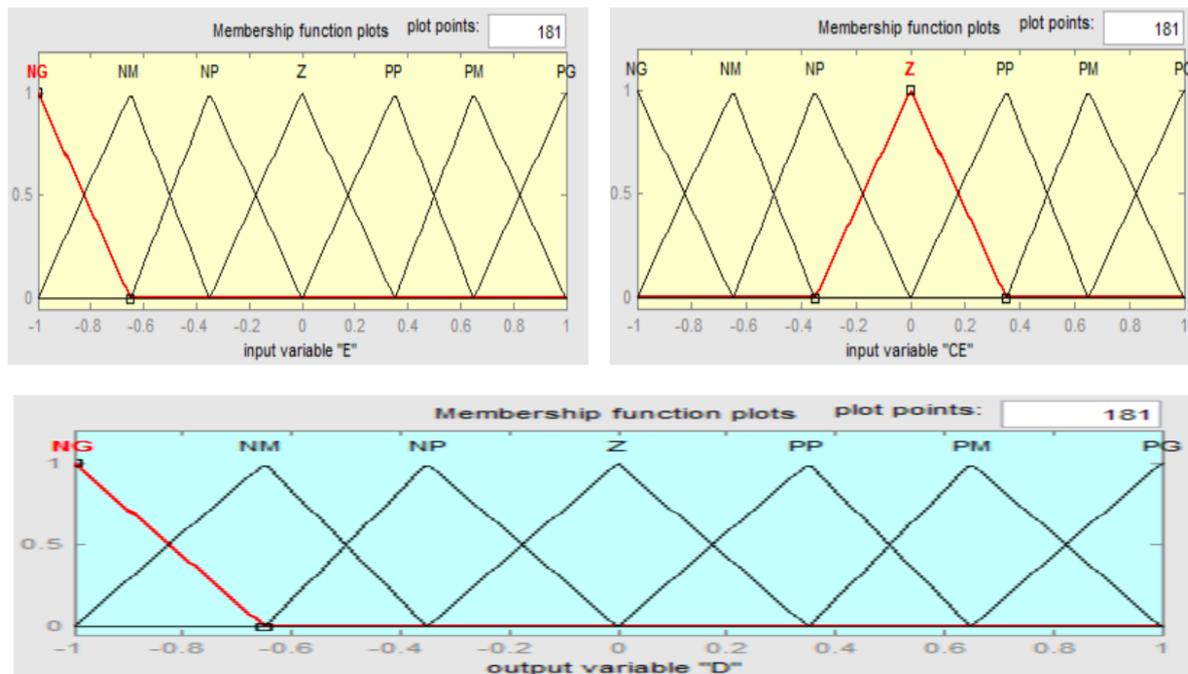


Figure III.23 Les sous-ensembles pour les entrées E, CE et la sortie D

Dans l'étape d'inférence, on prend des décisions. En effet, on établit des relations logiques entre les entrées et la sortie tout en définissant les règles d'appartenance. Par la suite, on dresse le tableau de règles d'inférence (Tableau II.2). Finalement, en défuzzification, on convertit les sous-ensembles flous de sortie en une valeur numérique.

Tableau III.4 Règles d'inférence

E \ CE	NG	NM	NP	Z	PP	PM	PG
NG	NG	NG	NG	NM	NM	NP	Z
NM	NG	NG	NM	NM	NP	Z	PP
NP	NG	NM	NM	NP	Z	PP	PM
Z	NM	NM	NP	Z	PP	PM	PM
PP	NM	NP	Z	PP	PM	PM	PG
PM	NP	Z	PP	PM	PM	PG	PG
PG	Z	PP	PM	PM	PG	PG	PG

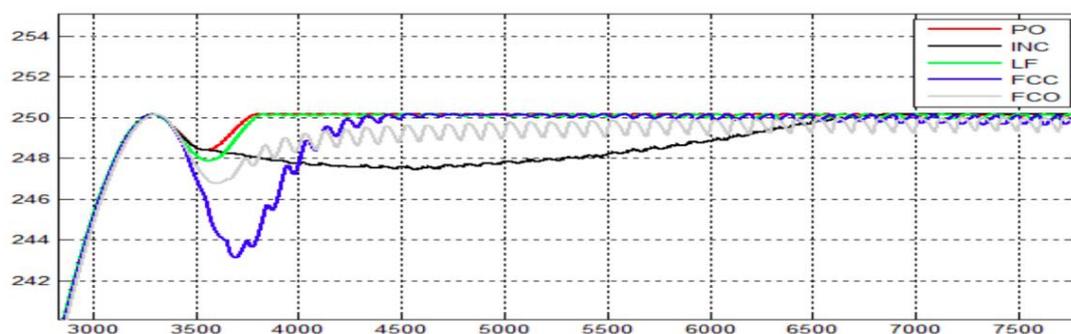


Figure III.24 Puissance optimale du GPV pour les cinq méthodes

Cette figure montre que le système photovoltaïque converge vers les valeurs optimales ce qui nous permet de choisir la meilleure méthode pour notre système, pour cette raison on a fait une étude comparative des performances des méthodes précédentes.

Le tableau suivant nous montre le résultat de notre étude :

Tableau III.5: Comparaison des méthodes.

Algorithme	PO	LF	FCO	FCC	INC
Vitesse de convergence	Très rapide	Très rapide	Rapide	Moyenne	Lente
Précision	98%	96%	92%	94%	95%
Nombre d'itération	45	27	25	41	48
Complexité	Basse	Très haute	Très basse	Très basse	Moyenne

Les résultats des simulations montrent que l'algorithme P&O donne des résultats meilleurs que les autres algorithmes. Donc on a choisi l'algorithme P&O comme une commande pour notre hacheur boost.

Le bloc de Simulation de l'algorithme perturbation et observation (P&O) :

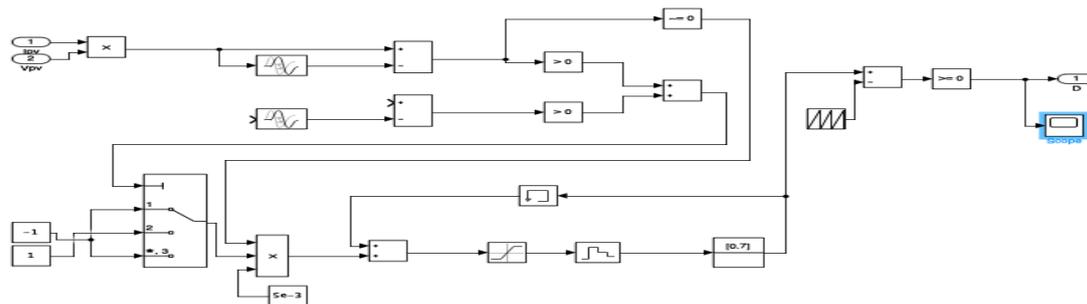


Figure III.25 Schéma bloc de simulation de l’algorithme (P&O).

Simulation d’un panneau photovoltaïque avec MPPT et convertisseur DC-DC :

Schéma bloc :

La figure IV.1 illustre le bloc schématique de SIMULINK du système photovoltaïque adapté par la commande MPPT :

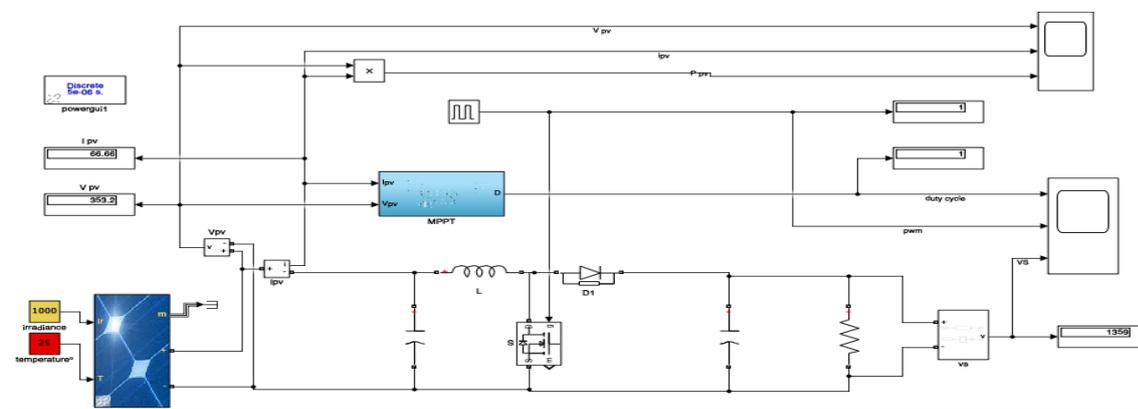


Figure III.26 Schéma bloc d’un photovoltaïque munis de la MPPT.

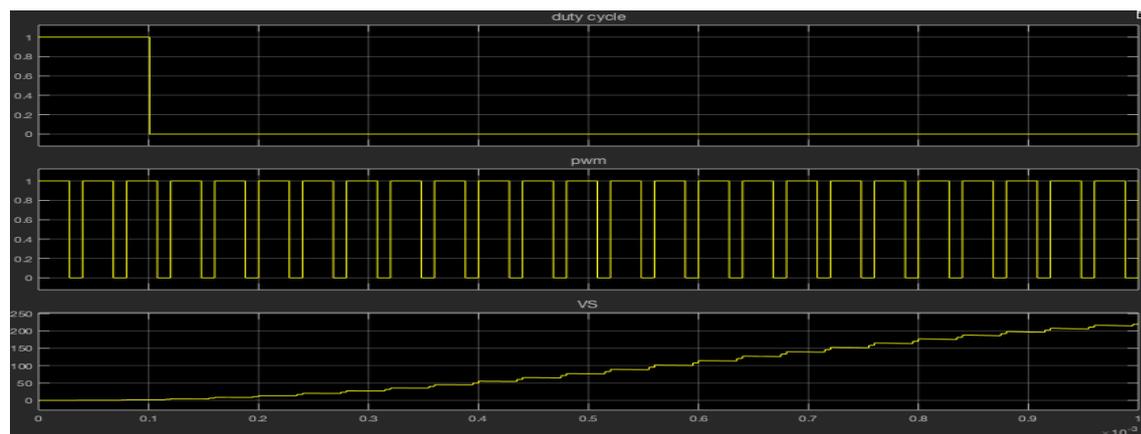


Figure III.27 Pwm signal d’mppt ,duty cycle et la tension a la sortie d’hacheur

Résultats de la simulation a la sortie du générateur photovoltaïque :

Les résultats de simulation du système photovoltaïque adapté par la commande MPPT « perturbation et observation » représentent par les figures suivantes. Ces figures représentent la tension et le courant générées par le générateur photovoltaïque. Ainsi, la

tension et le courant à la sortie du système photovoltaïque pour différentes irradiation [200w/m² ,600w/m² ,1000W/m²]

A 1000 w/m²:

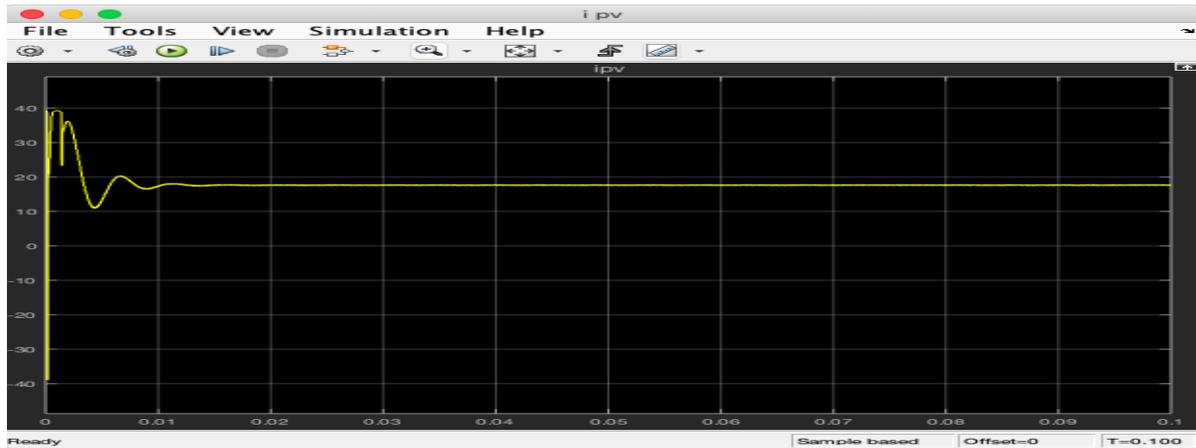


Figure III.28 courant de sortie du générateur photovoltaïque en (A)



Figure III.29 Tension de sortie du générateur photovoltaïque en (V)

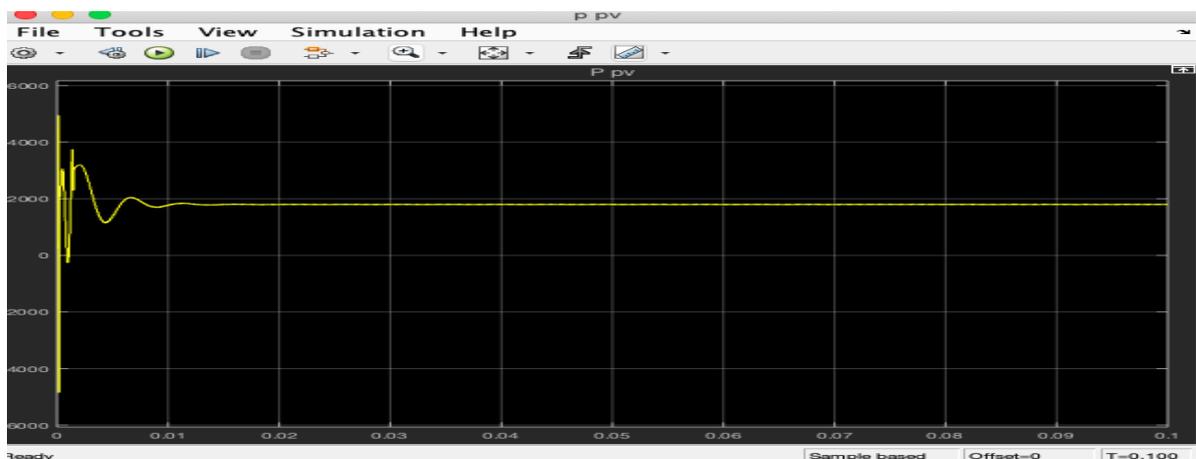


Figure III.30 Puissance de sortie du générateur photovoltaïque en (W)

A 600 w/m² :



Figure III.31 Courant de sortie du générateur photovoltaïque en (A)

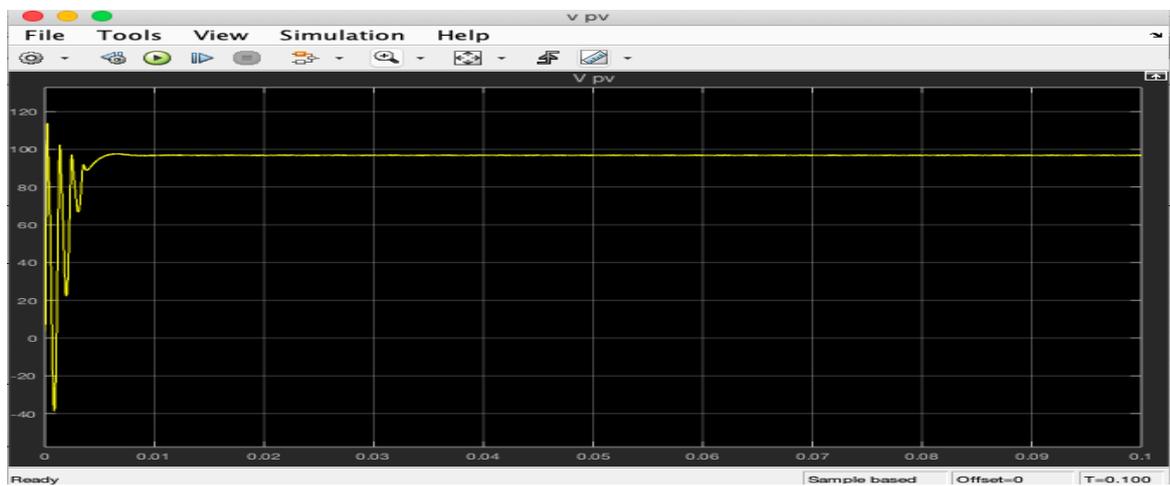


Figure III.32 Tension de sortie du générateur photovoltaïque en (V)

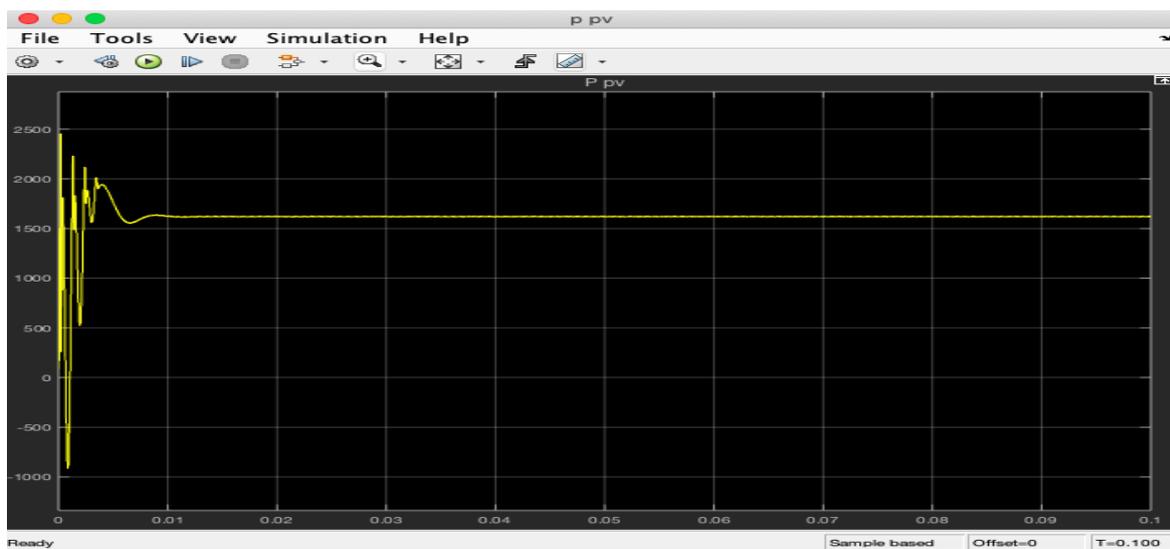


Figure III.33 Puissance de sortie du générateur photovoltaïque en (W)

A 200 w/m²:

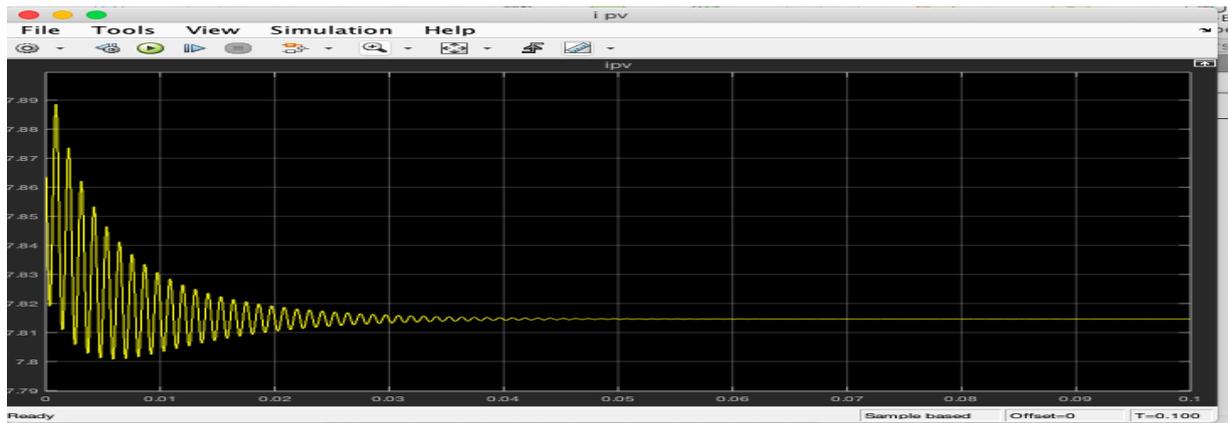


Figure III.34 Courant de sortie du générateur photovoltaïque en (A)

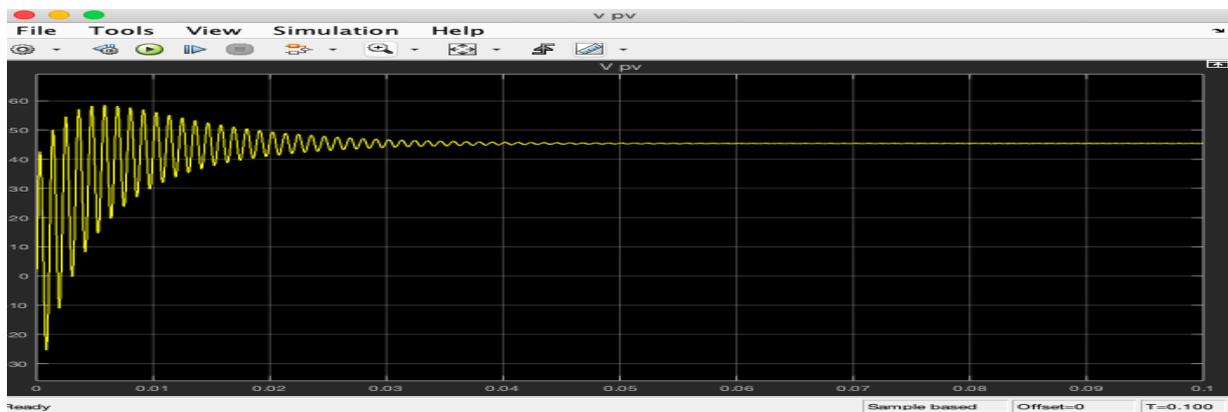


Figure III.35 Tension de sortie du générateur photovoltaïque en (V)

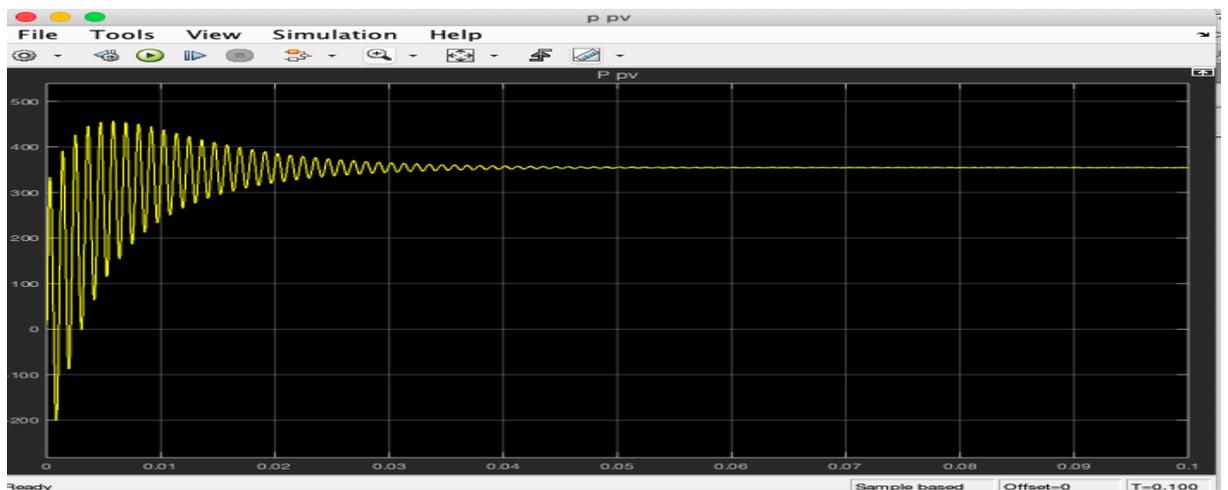


Figure III.36 Puissance de sortie du générateur photovoltaïque en (W)

Afin d'analyser la réaction du système suite à un changement brusque de l'éclairement, on procède à l'instant $t=0.01s$ une perturbation de $G=1000 \text{ w/m}^2$ vers $G=600 \text{ W/m}^2$ et $G=200 \text{ W/m}^2$, Il est remarquable que la valeur de la tension a un lien direct et proportionnelle à l'intensité du rayonnement Figure IV.6 et Figure IV.8 elle diminue avec la diminution de cette dernière.

Résultats à la sortie du convertisseur :



Figure III.37 Tension de sortie du convertisseur DC-DC

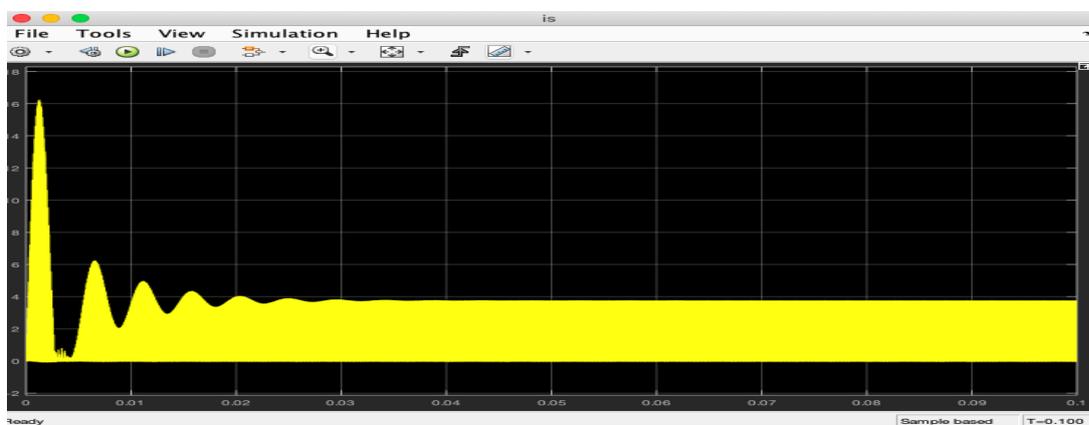


Figure III.38 Courant de sortie du convertisseur DC-DC

A travers les courbes précédentes on remarque que la tension a la sortie du convertisseur est environ quatre fois supérieure a celle de la sortie du panneau et cela grâce au hacheur Boost qui a le rôle d'élever la tension tout en gardant la même puissance, avec une faible diminution a cause des pertes au niveau des composants et la commande utilisée.

III.5 Dimensionnement de systeme photovoltaïque :

Evaluation du gisement solaire :

Comme pour toutes les applications de l'énergie solaire, une bonne connaissance du gisement solaire est nécessaire à l'étude et au dimensionnement de système photovoltaïque. L'Algérie est connue pour son gisement important, classé parmi les trois meilleurs gisements dans le monde, le photovoltaïque s'avère avantageux et bénéfique à notre installation puisque notre site d'étude est couvert par ce gisement meilleur.

Localisation



Figure III.39 Localisation géographique du site en étude



Figure III.40 Image satellite du site en étude

Gisement solaire mensuelle

De part sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaire les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara).

La figure (III.41), représente : Moyenne annuelle de l'irradiation globale reçue sur une surface horizontale en Algérie (insolation en Wh/m²), on remarque que la partie sud est caractérisée par des valeurs d'insolations importantes . [35]

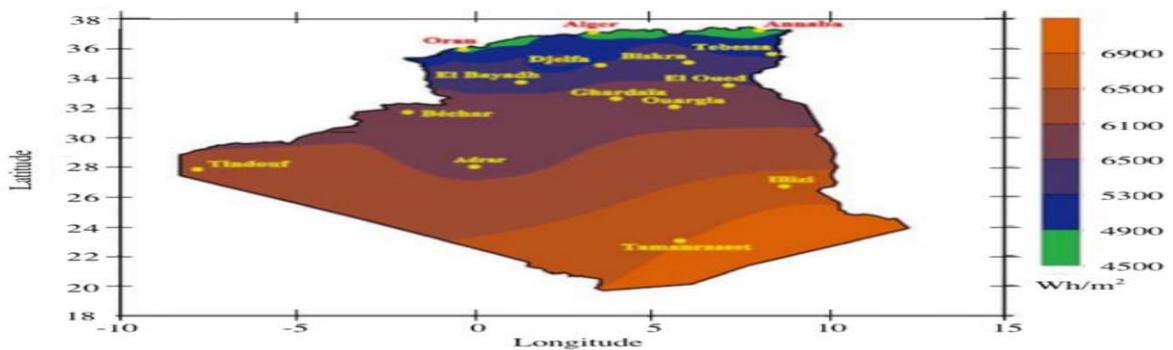


Figure III.41 Moyenne annuelle de l'irradiation globale reçue sur une surface horizontale en Algérie (insolation en Wh/m²)

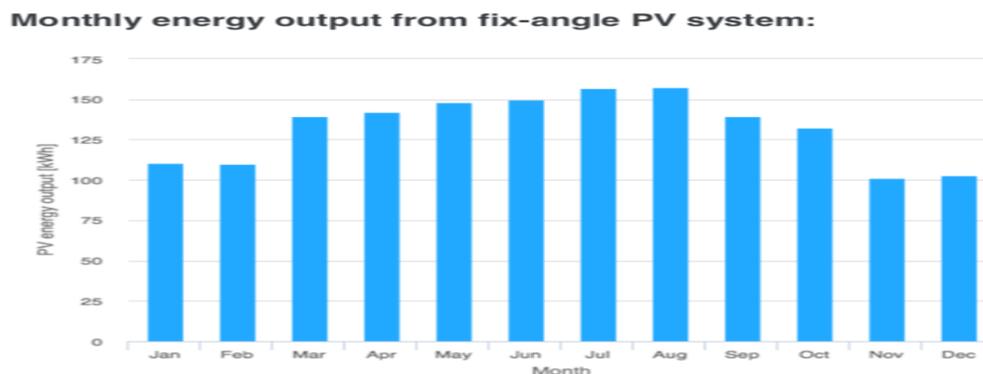


Figure III.42 Représentation graphique Irradiation globale moyenne mensuelle sur un plan incliné de 30° à mostaganem

Dimensionnement du champ photovoltaïque par la methode du mois le plus defavorable

IV.3.2. Calcul de l'energie a produire

L'énergie à produire par le champ photovoltaïque est calculé par la formule suivante :

$$E_{pv} = \frac{E_c}{K} \tag{III.8}$$

E_{pv} : l'énergie à produire par le champ photovoltaïque en (Wh / jr).

E_c : L'énergie totale consommée en (Wh / jr).

K : Le coefficient correcteur.

E_{pv} = 11500 / 0.65 Donc ; **E_{pv} = 17692.30 Wh / jr.**

a) Calcul de la puissance crête totale du champ photovoltaïque

La puissance crête totale du champ photovoltaïque, dépend de l'irradiation quotidienne du lieu d'utilisation, elle est donnée par

$$P_{pv} = \frac{E_{pv}}{I_r} \tag{III.9}$$

I_r : L'irradiation du mois le plus défavorable.

P_{pv} = 17692.30 / 6

Donc : **P_{pv} = 2948.71 Wc.**

d) Choix de la tension de fonctionnement

Tableau III.6 Choix de la tension de fonctionnement

puissance du champ	0-500 Wc	500Wc-2KWc	2-10KWc	>10KWc
Tension recommandée volt (DC)	12v	24v	48v	>48v
Tension choisie			●	

Pour notre installation nous choisissons une tension de **48 Volt (VDC)**.

e) Détermination du nombre de modules à installer

- Le nombre des modules photovoltaïques est calculé en fonction des caractéristiques du module choisi et de la puissance crête du générateur par l'équation suivante ;

$$Nm = \frac{P_{pv}}{P_c} \quad \text{III.10}$$

Avec :

P_{pv} : puissance crête de l'installation ;

P_c : puissance crête unitaire.

Le nombre de modules connectés en série est égale a ;

$$Nm, s = \frac{V_{pv}}{V_u} \quad \text{III.11}$$

V_{pv} : tension du generateur pv

V_u : tension nominale unitaire

Le nombre de modules connectés en parallèle est égale à ;

$$Nm, p = \frac{Nm}{Nm, s} \quad \text{III.12}$$

nm= 15 panneau

n_{m,s}= 3 p **n_{m,p}**=5

Le courant total fourni par les panneaux est ;

$$I_{tot} = 5 \times I_{max} = 12 \times 7.84$$

$$I_{tot} = 39.2 \text{ A.}$$

II.10.5 Dimensionnement des batteries

Pour déterminer la capacité des batteries, on utilise l'équation suivante ;

$$Cbatt, tot = \frac{E_c \left(\frac{Wh}{jr} \right) Na}{V_{pv} R_b P_{dd}} \quad \text{III.13}$$

Avec :

Na : 04 jours ; nombre de jours d'autonomie de la batterie ;

V_{pv} : 48v ; tension du banc des batteries ;

R_b : 0.95 ; le rendement de la batterie ;

PDD : 0.35 ; la profondeur de décharge de la batterie.

$$C100(Ah) = 4828.5 \times 3 / 0.35 \times 0.80 \times 48 \text{ Donc ;}$$

$$C100(Ah) = \mathbf{1436Ah.}$$

Donc ; pour chaque banc des batteries à une capacité de ; **C100=1140.87Ah.**

Dimensionnement du régulateur :

Courant = 1,5* Courant nominal
 Courant = 1.5*7.84 A = **11.76 A**
 Tension maximale = 2* tension nominale
 Tension = 2*36.3V = **72.6 V**

Puissance du convertisseur / onduleur

Pond = coeff* puissance de sortie des panneaux

Coeff =1.3

Pond = 1.3*4828kW = 6276.4 kW

Ou Pond = coeff* puissance instantanée maximale

Coeff=1.25 Pond=1.25*5.25=**6.5625kW**

III.II Simulation de système global :

III.6 Résultats de simulation et interprétations :

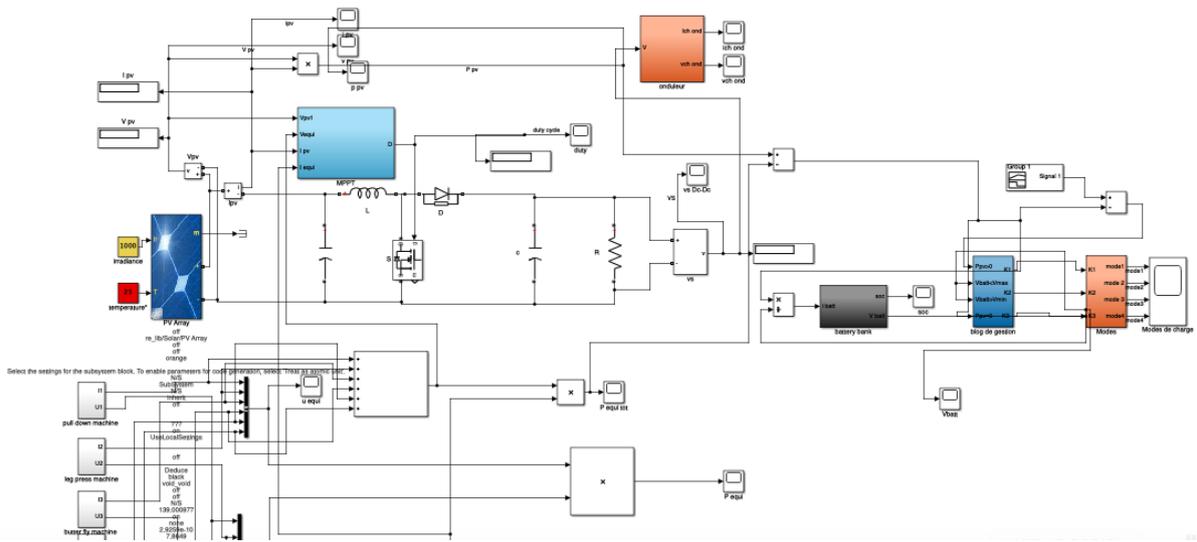


Figure III.43 Schéma bloc de système global de simulation

Simulation de système des batteries :

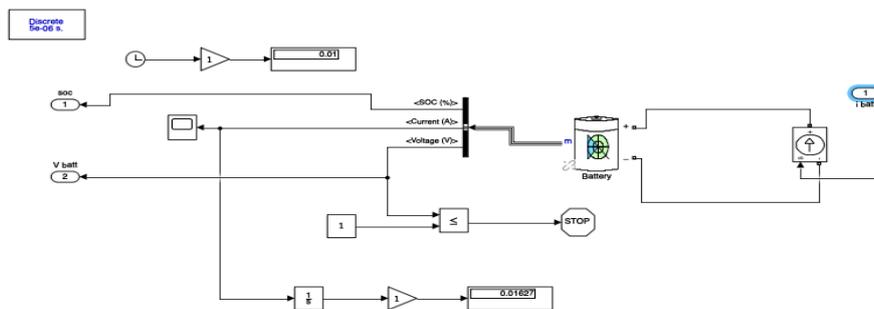


Figure III.44 Schéma bloc de la batterie lithium-ion

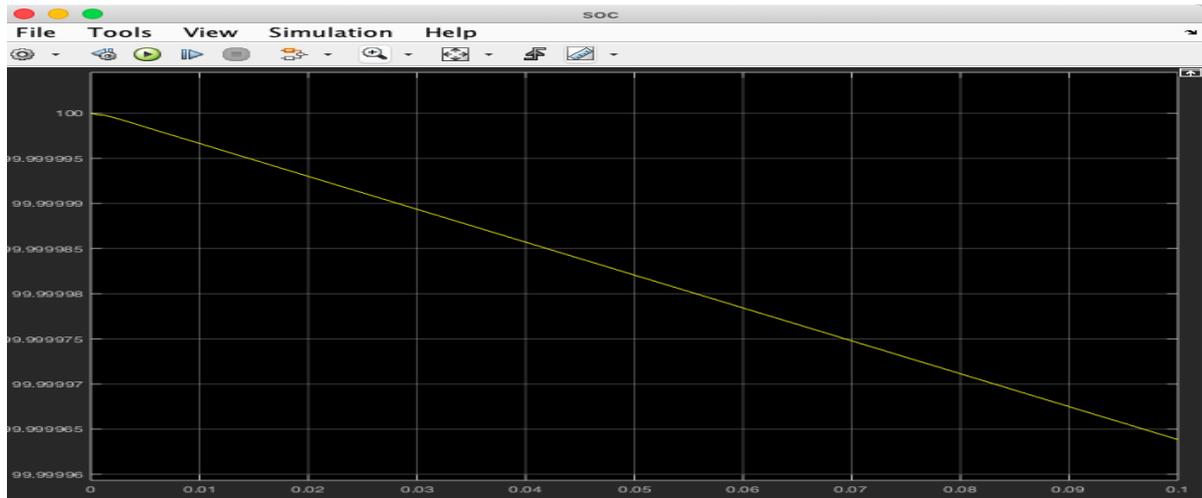


Figure III.45 Signal soc de batterie

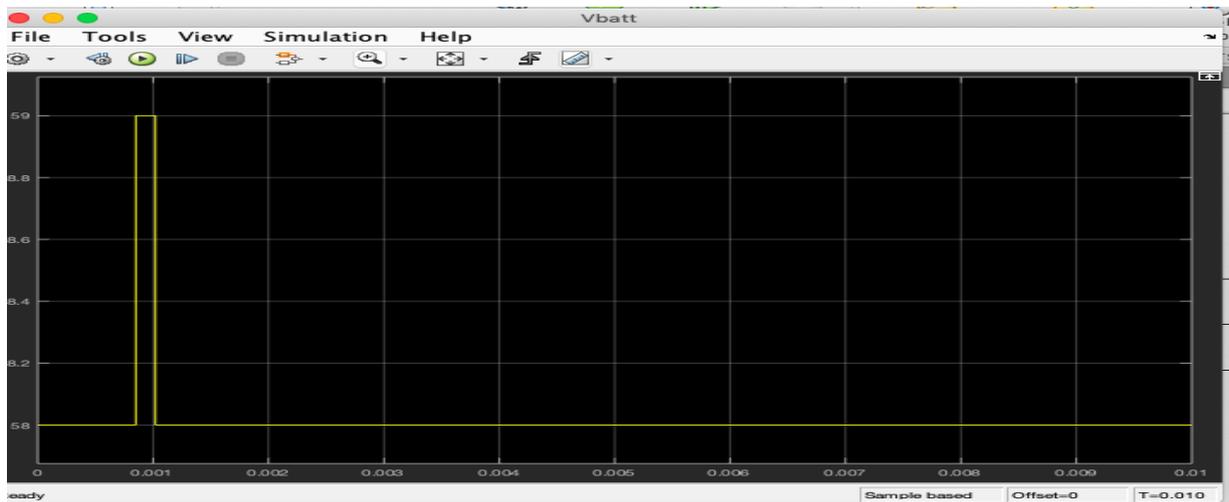


Figure III.46 La tension de la batterie lith-ion en (V)

Simulation de système des équipements électromecanique de la salle :

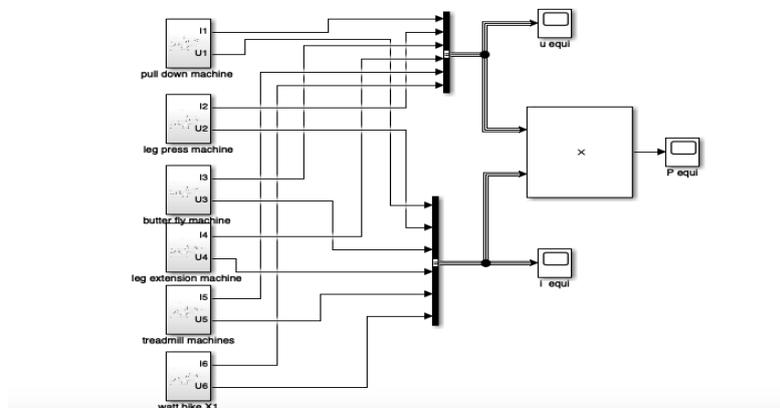


Figure III.47 Simulation de l'ensemble des équipements électromécanique

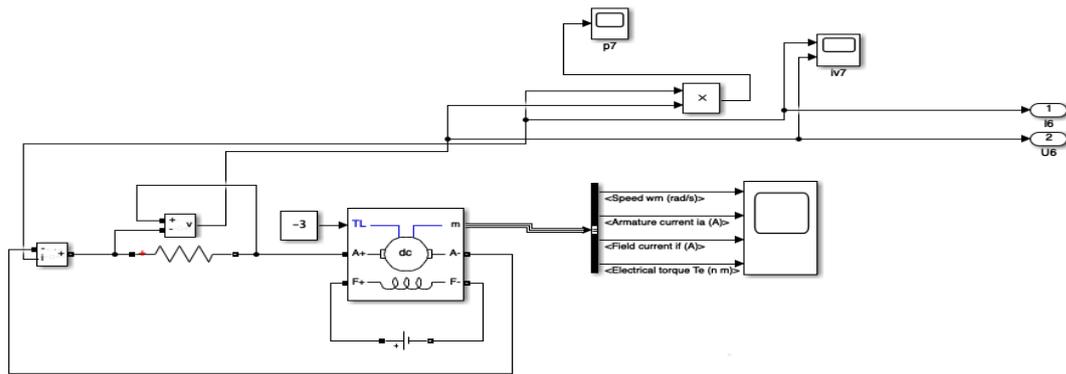


Figure III.48 Simulation d'un seul équipement avec Dc machine

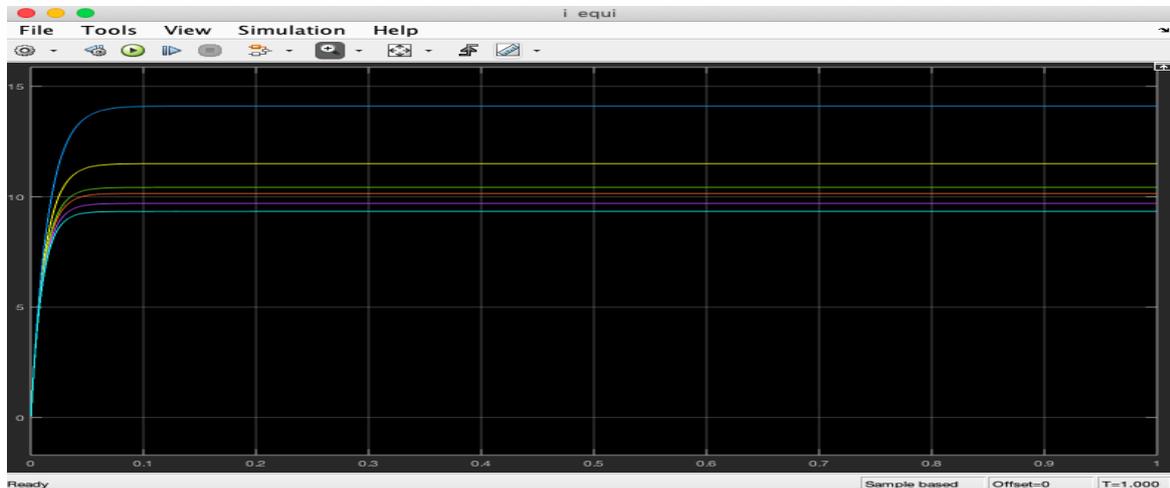


Figure III.49 Les courants des différentes équipements en (A)

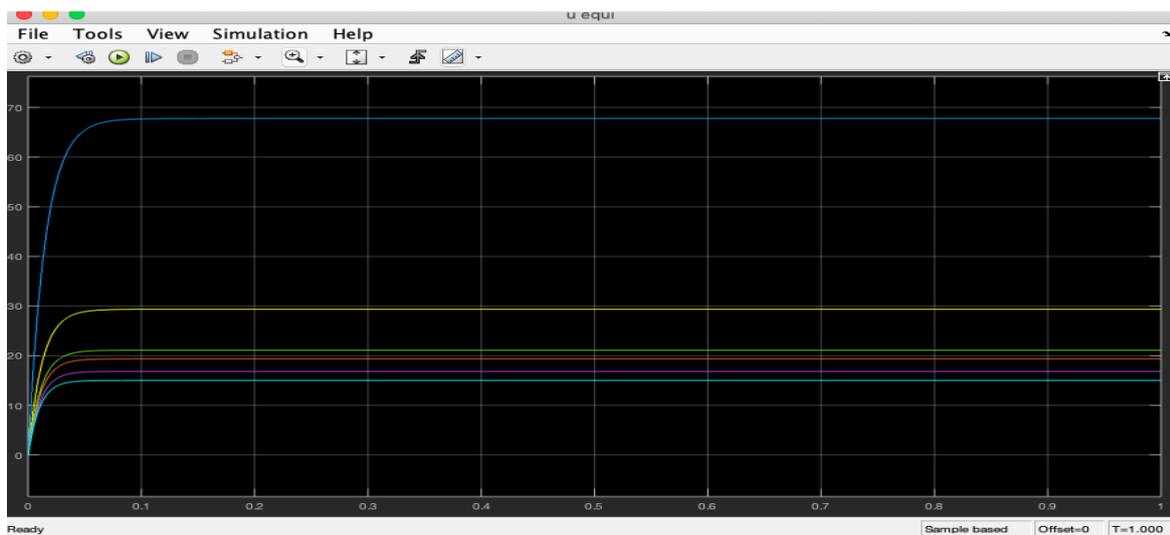


Figure III.50 Les tensions des différentes équipements en (V)

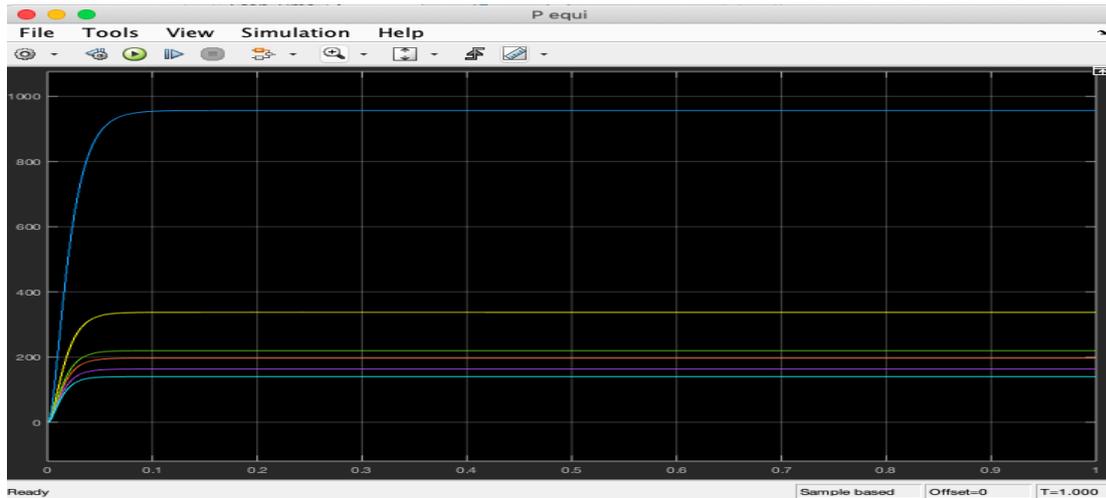


Figure III.51 Les puissances des différentes équipements en (W)

Nous remarquons un accès très important à la moyenne des valeurs de puissance entre les différents équipements 250 w considérable pour alimenter différents types d'éclairage dans la salle.

Simulation de différents types de machines:

1. Simulation de machine à poids :

A. Simulation de pull down machine:

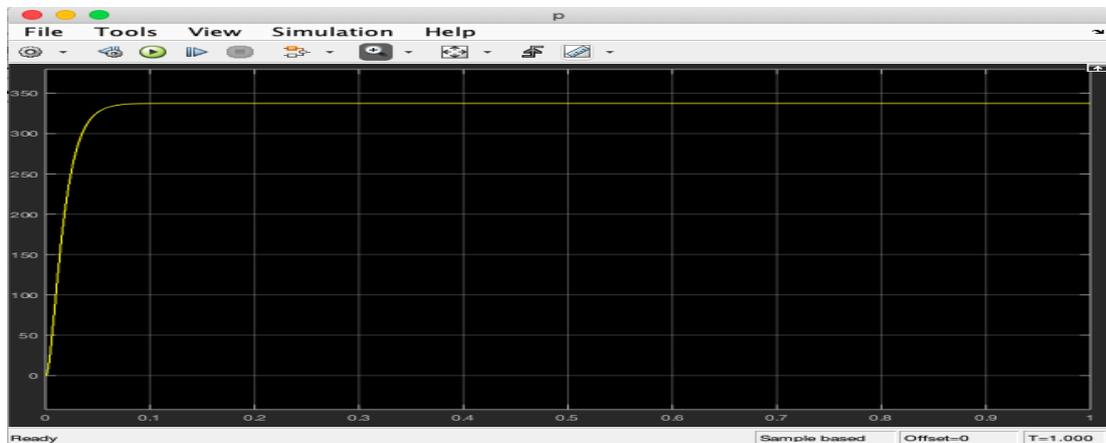


Figure III.52 La puissance de sortie de pull down machine en (W)

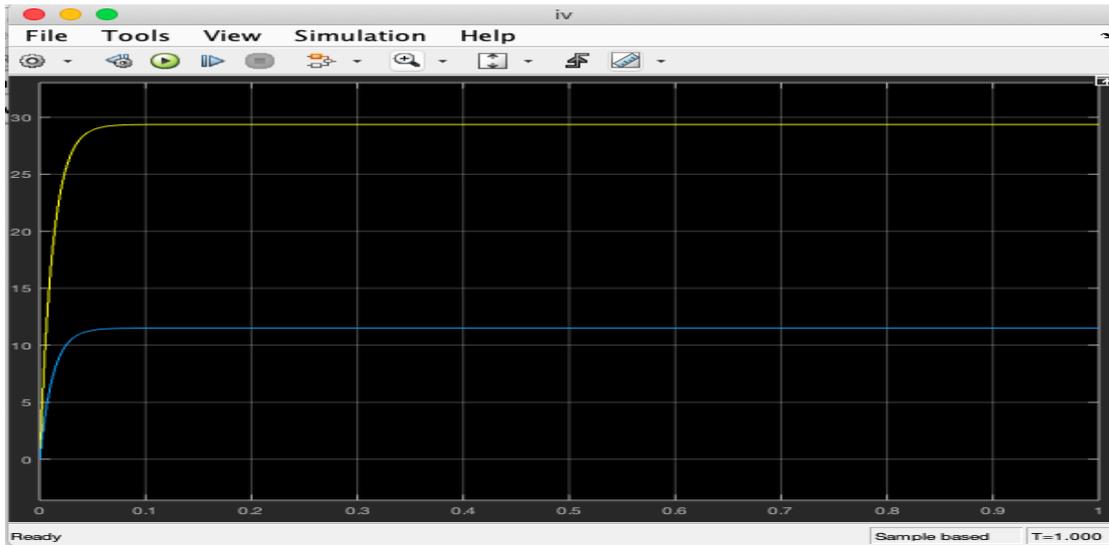


Figure III.53 I-Vde sortie de pull down machine en (A)-(V)



Figure III.54 Les différentes paramètres électrique de la machine

Cette machine utilise le dos comme un muscle de travail donc on remarque une augmentation de puissance pendant 1h de travail achever 340w peut aider pour satisfaire la charge avec leg press machine

B.simulation de leg press machine:

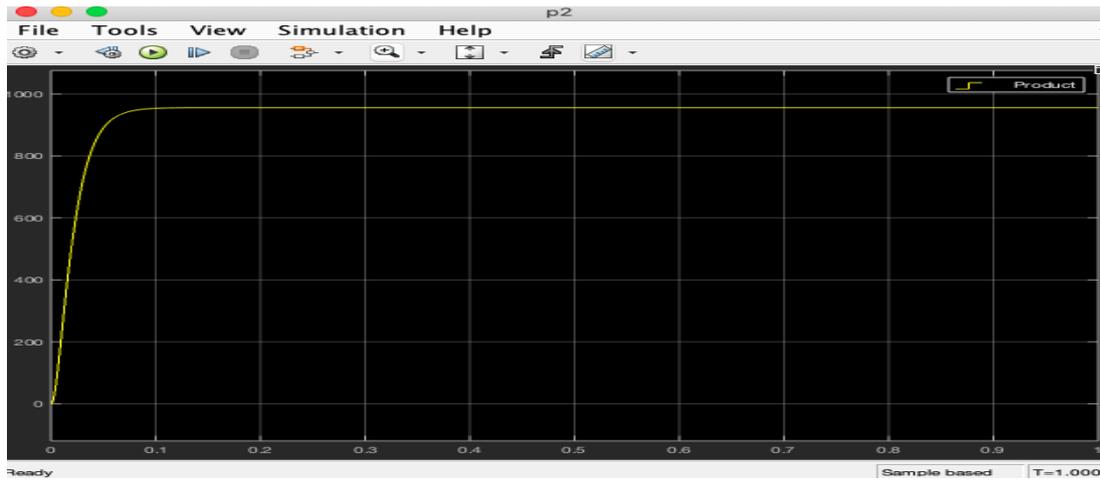


Figure III.55 La puissance de sortie de la machine leg press

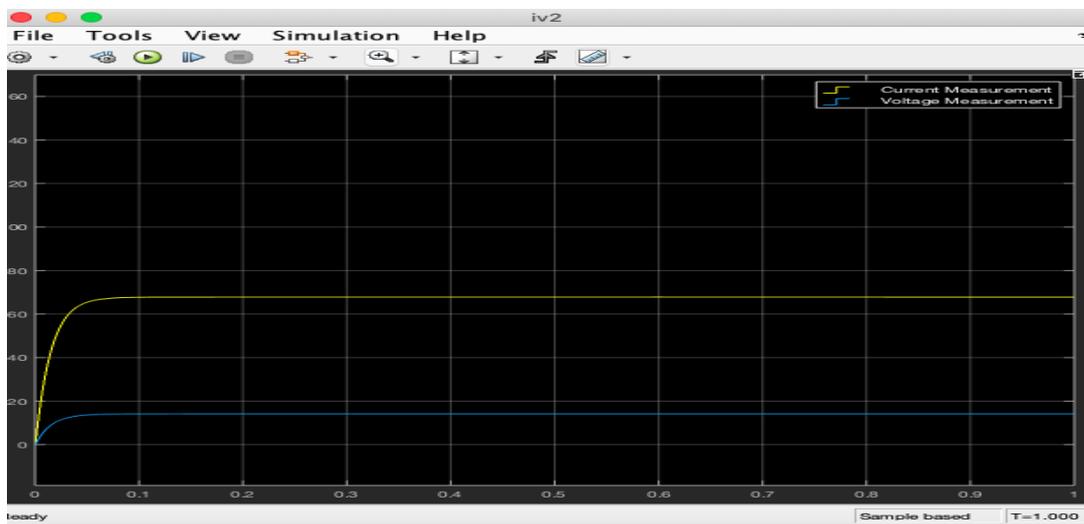


Figure III.56 I-V de la machine leg press en (A)-(V)

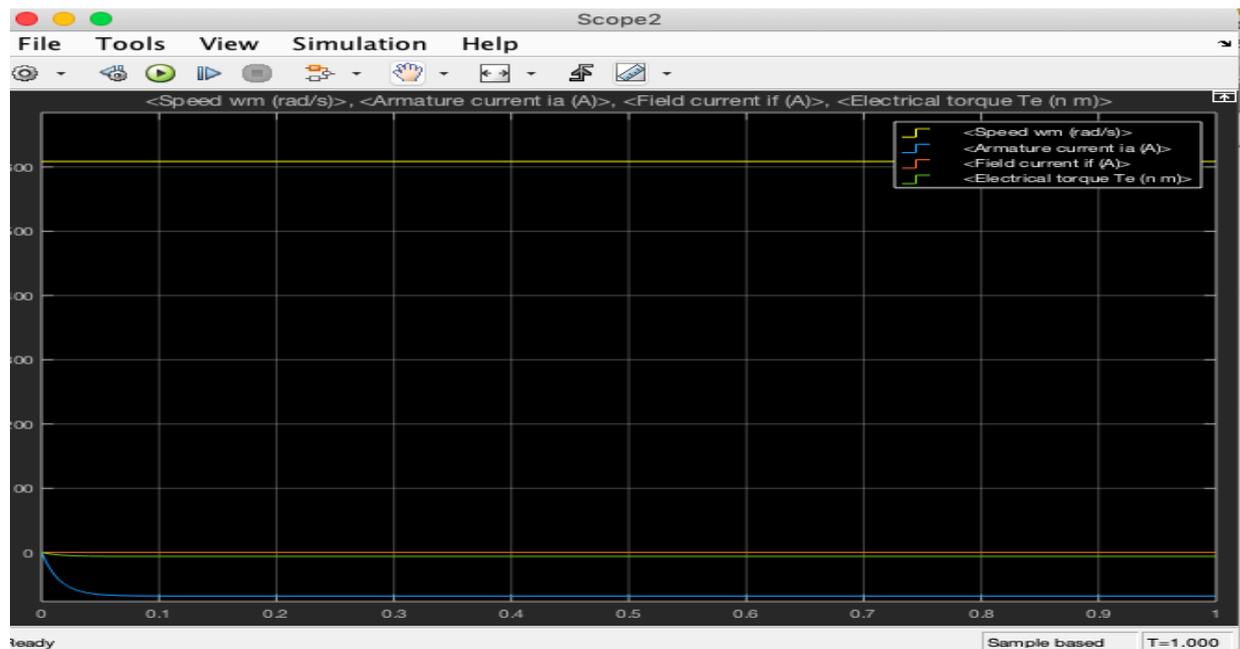


Figure III.57 Les différentes paramètres électriques de la machine leg press

Pour cette machine elle est la plus élevée quand on voit la puissance de sortie achevée jusqu'à 900 w pour raison d'utilisation le plus grand muscle dans l'être humain les jambiers avec un effort 1h sans arrêt .

C.Simulation de butter fly machine :



Figure III.58 La puissance de sortie de la machine butter fly

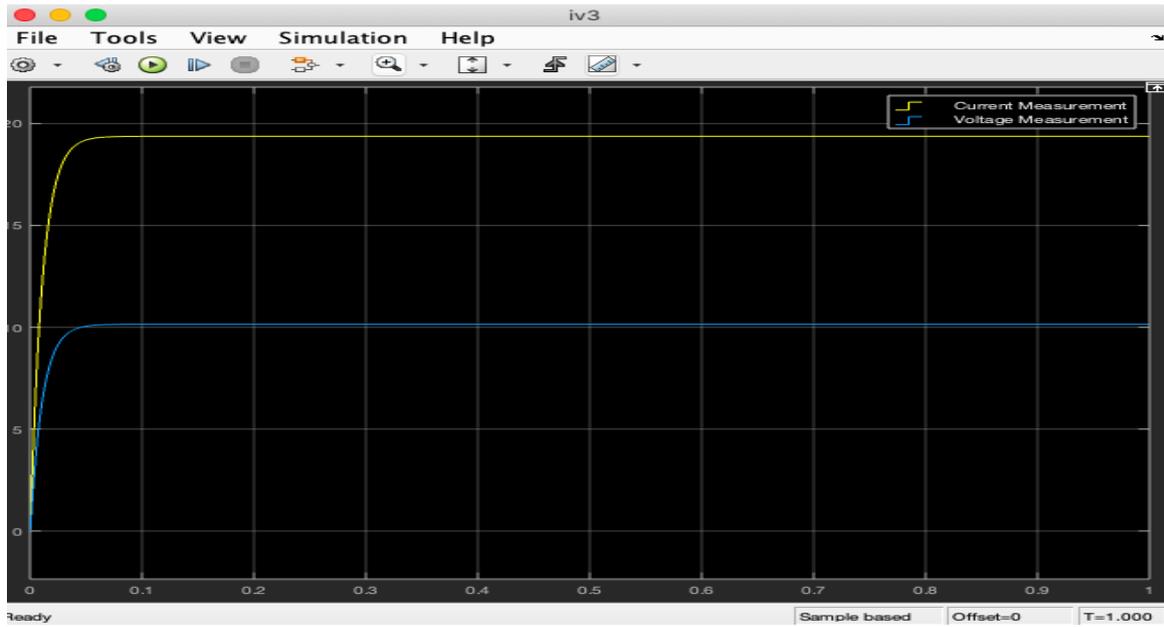


Figure III.59 I-V de la machine butter fly

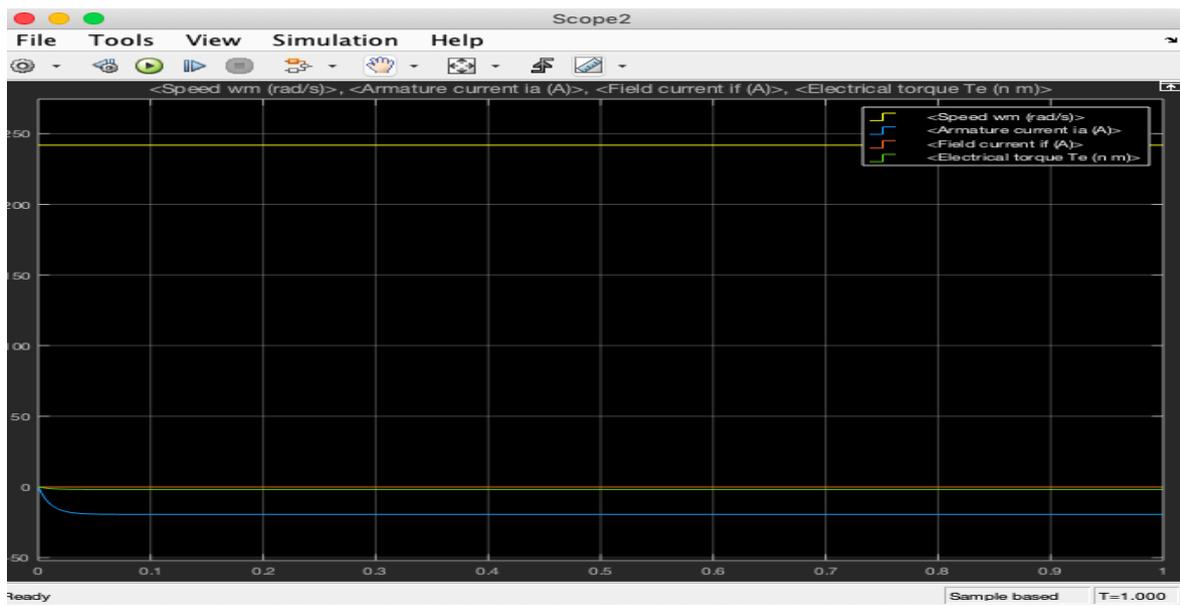


Figure III.60 les differentes caracteristiques electriques de la machine

D.Simulation de la machine leg extension

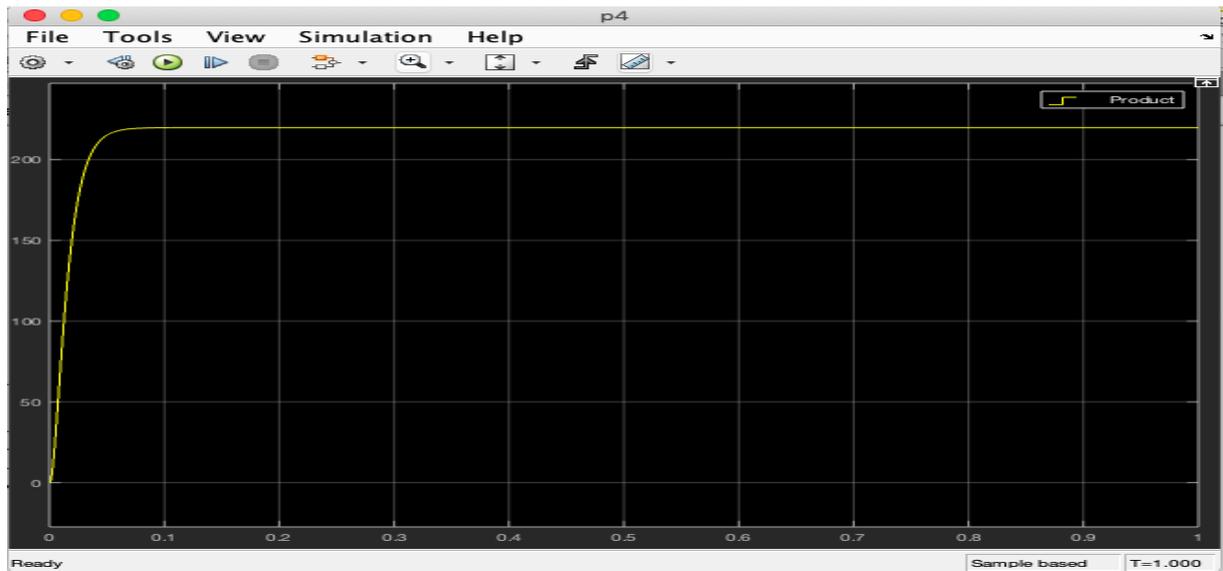


Figure III.61 La puissance de sortie de la machine leg extension

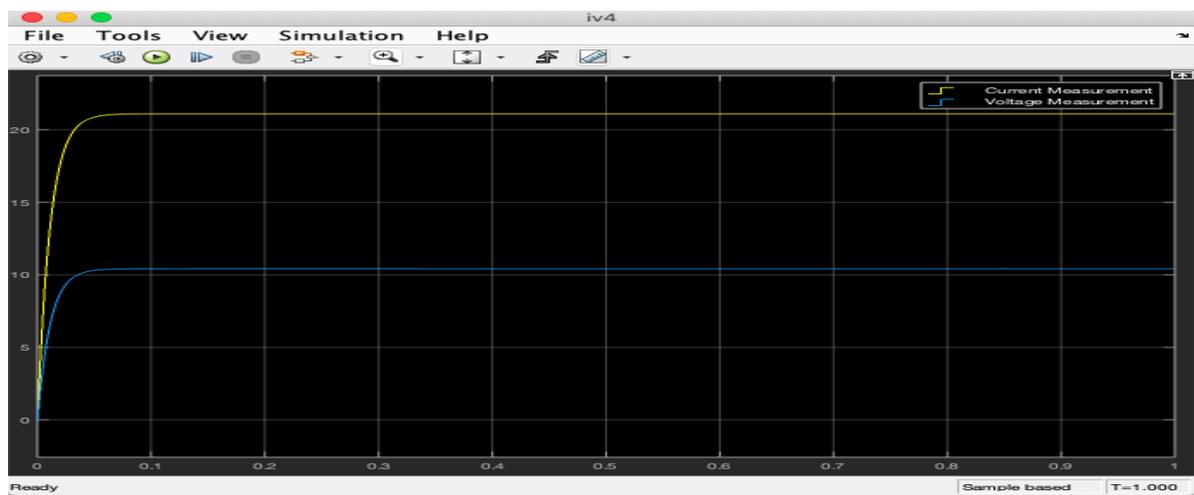


Figure III.62 I-V de la machine leg extension

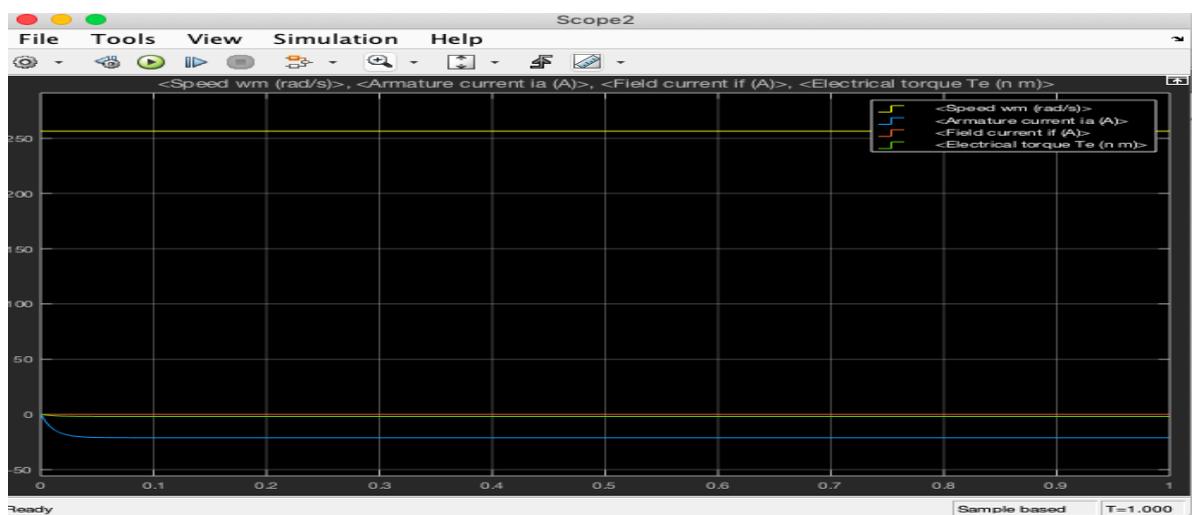
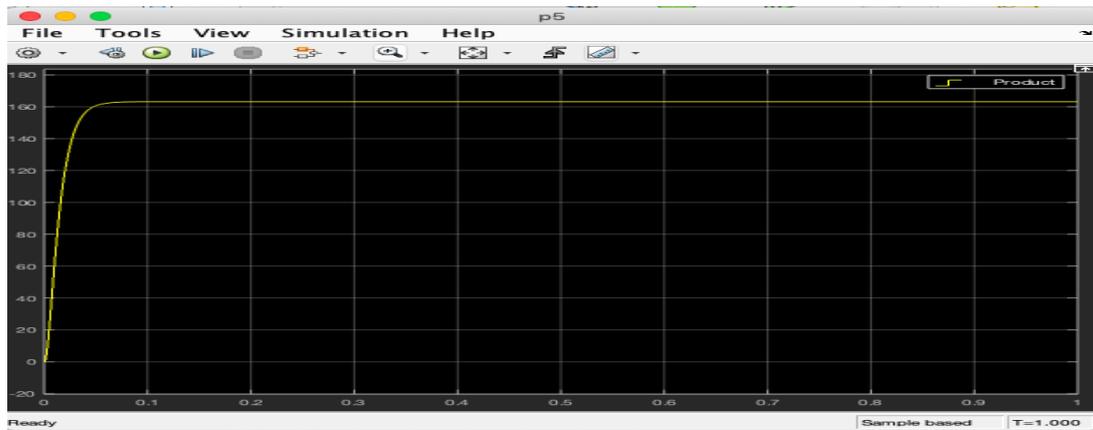


Figure III.63 Les differentes parametres electrique de la machine

2.Simulation des machines cardiovasculaire :

A.Simulation de tapis roulants:



FigureIII.64 Puissance de sortie de la machine tapis roulant

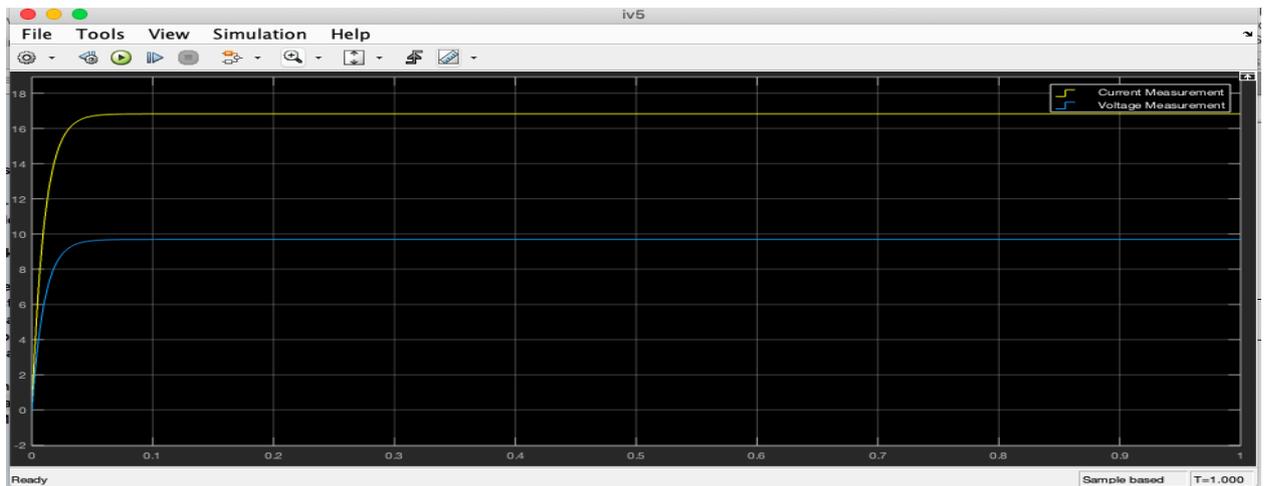


Figure III.65 I-V de la machine tapis roulants

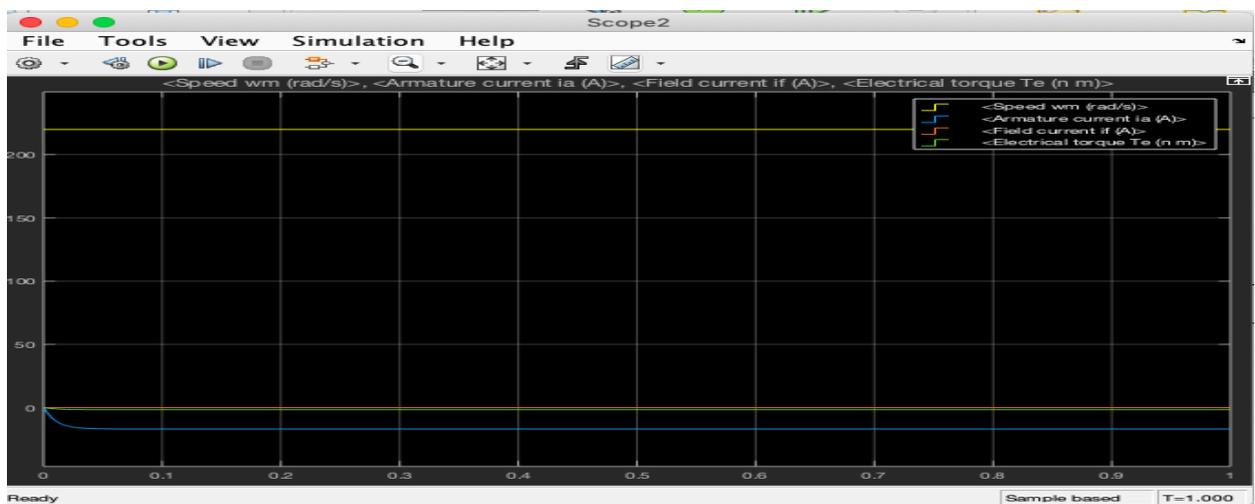


Figure III.66 les diferentes caracteristiques électrique de la machine

B.Simulation de watt bike:

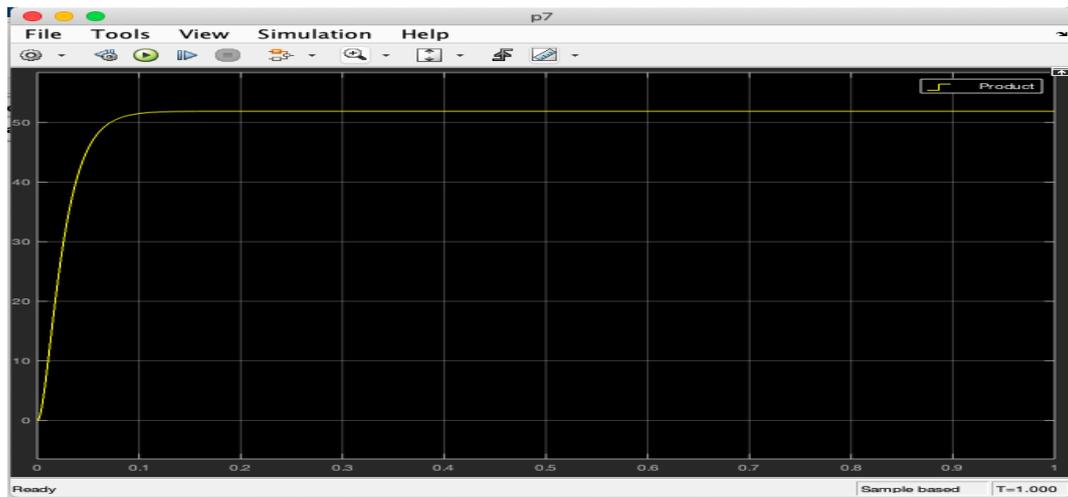


Figure III.67 La puissance de sortie de watt bike

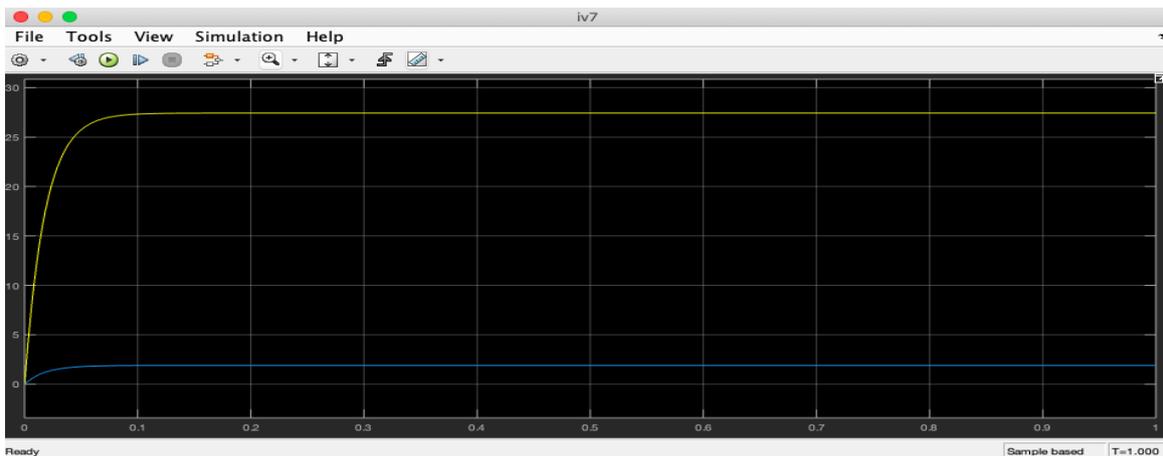


Figure III.68 I-V de watt bike



Figure III.69 Differentes parametres electrique de watt bike

Les machines d'aerobics ont une oportunité de travailler des heures de plus c a d la puissance augmente par rapport aux machines de poids ,donc ils sont considerable comme une source caché d'énergie ou on peut l'exploiter d'après l'utilisation de plusieurs machine de ce genre au meme temps .

Conclusion générale:

- la conception et l'étude supplémentaires de ce concept se révèlent efficaces dans la réduction de la consommation d'énergie, et l'éducation à la durabilité, elle pourrait répondre efficacement aux trois grands défis; source d'énergie électrique, réduisant les émissions de CO2 dans l'atmosphère et le problème de l'obésité
- Cette conception et mise en œuvre des panneaux solaires et d'un équipement d'exercice innovant pour générer de l'énergie électrique pour les appareils ménagers pour une salle de sport écologique.

A cet effet l'architecture bioclimatique insiste sur l'optimisation de la relation qui existe entre la structure et le climat en vue de créer des ambiances confortables par des moyens spécifiquement architecturaux, pour exploiter les effets bénéfiques de ce climat

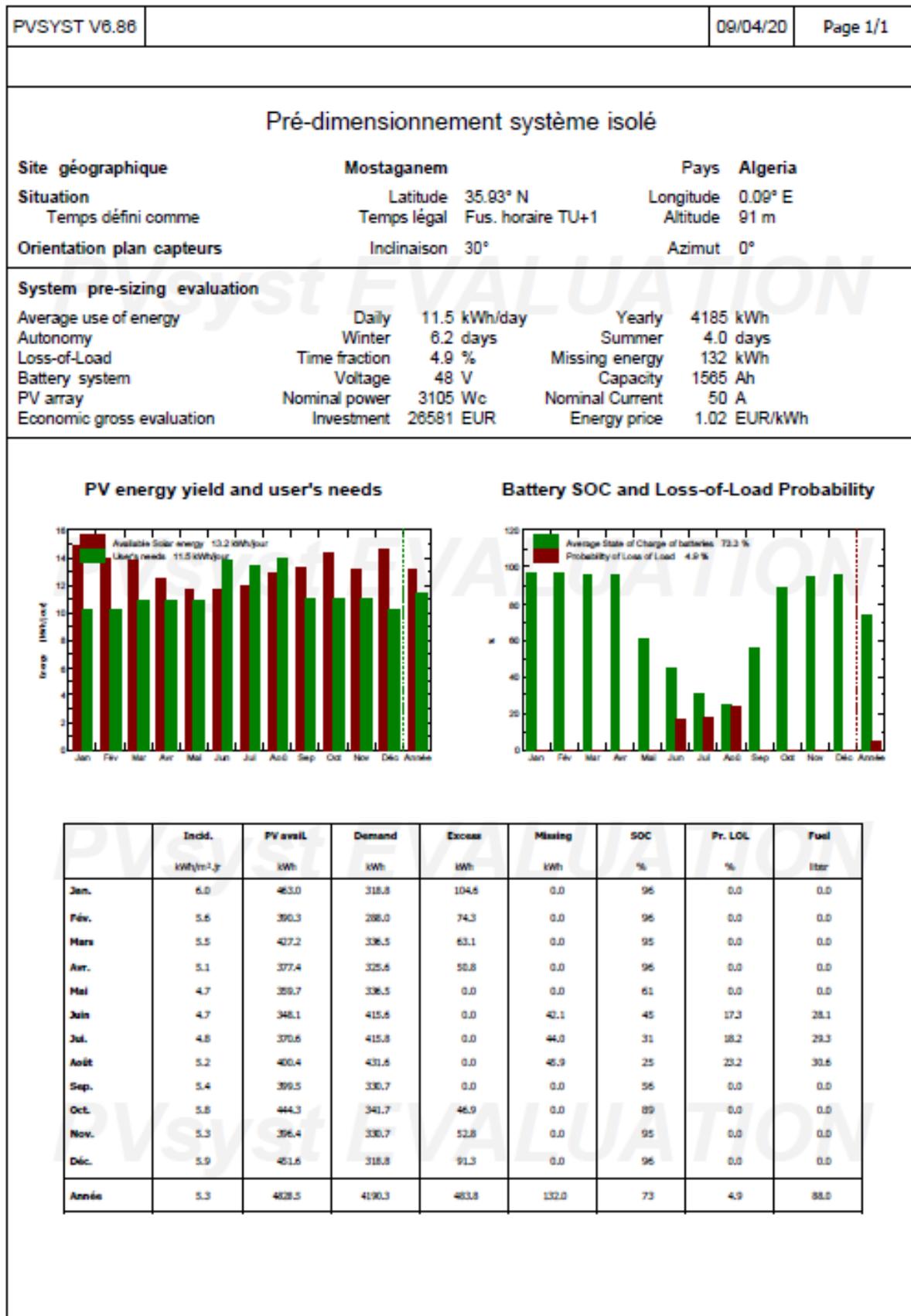
Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une activité de recherche sur les énergies renouvelables et ce mémoire est le résultat d'un ensemble de simulation en vue de dimensionnement d'un système photovoltaïque lié avec un système des équipements électromécanique. Il m'a permis d'appliquer les connaissances acquises durant mes études antérieures et de minotier à divers montages et outils logiciels de la spécialité du technologie des systèmes PV et MCC .

- Le stockage d'énergie est jugé nécessaire et important dans les systèmes d'énergie renouvelable pour assurer la stabilité du système. Le couplage de la génération et du stockage augmentera considérablement la fiabilité du système intelligent. Ces modèles varient en complexité et en précision et, par conséquent, le modèle choisi doit correspondre à l'application pour laquelle il est nécessaire.
- La production d'énergie à partir de l'équipement de sport peut également être améliorée, car aujourd'hui, la plupart de la population est soucieuse de sa santé et passe du temps à faire de l'exercice au salles de sport . Si la production d'énergie est importante, elle peut également être utilisée à des fins commerciales.
- À l'avenir, si le dispositif de contrôle de la vitesse de rotation et les dispositifs de protection de la tension pouvaient être ajoutés avec un processus de grande génération, ce serait un modèle partout dans le monde.

ANNEX 1 : Paramètres de simulation

PVSYST V6.86		09/04/20	Page 1/5
Système isolé: Paramètres de simulation			
Projet : Green Gym project pv			
Site géographique	Kharouba	Pays	Algeria
Situation	Latitude 35.96° N	Longitude	0.10° E
Temps défini comme	Temps légal Fus. horaire TU+1	Altitude	50 m
	Albédo 0.20		
Données météo:	Kharouba	Meteonorm 7.2 (1996-2010), Sat= 100% - Synthétique	
Variante de simulation : Green Gym sizing			
	Date de la simulation	09/04/20 à 09h22	
Paramètres de simulation	Type de système	Système isolé avec batteries	
Orientation plan capteurs	Inclinaison	30°	Azimut 0°
Modèles utilisés	Transposition	Perez	Diffus Perez, Meteonorm
Besoins de l'utilisateur :	Consomm. domestique moyenne	Modulation saisonnière 11.5 kWh/Jour	
Caractéristiques du champ de capteurs			
Module PV	Si-poly	Modèle	1STH-215-P
Paramètres définis par l'utilisateur		Fabricant	soltech
Nombre de modules PV		En série	3 modules
Nombre total de modules PV		Nbre modules	15
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	3225 Wc
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	79 V
Surface totale		Surface modules	23.5 m²
		En parallèle	5 chaînes
		Puissance unitaire	215 Wc
		Aux cond. de fonct.	2850 Wc (50°C)
		I mpp	36 A
Paramètres du système			
	Type de système	Système isolé	
Batterie		Modèle	Powerwall
		Fabricant	Tesla
Caractéristiques du banc de batteries		Nombre d'unités	11 en parallèle
		Tension	50 V
		Décharge: min. SOC	10.0 %
		Température	Fixée (20°C)
		Capacité nominale	1474 Ah
		Energie stockée	67.4 kWh
Régulateur		Modèle	Universal controller with MPPT converter
		Technologie	MPPT converter
Convertisseur		Efficacité maxi et EURO	97.0 / 95.0 %
		Coeff. de temp.	-5.0 mV/°C/elem.
Seuils de régulation batterie	Seuils de commande selon	SOC calculation	
	Charge	SOC = 0.96 / 0.80	
	Décharge	SOC = 0.10 / 0.35	
Facteurs de perte du champ PV			
Fact. de pertes thermiques	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (vent) 0.0 W/m²K / m/s
Perte ohmique de câblage	Rés. globale champ	37 mOhm	Frac. pertes 1.5 % aux STC
Perte diode série	Chute de tension	0.7 V	Frac. pertes 0.8 % aux STC
Perte de qualité module			Frac. pertes 3.0 %
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes 1.0 % au MPP
Perte de "mismatch" strings			Frac. pertes 0.10 %
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo 0.05

ANNEX 2 : Pré-dimensionnement système isolé



Abstract:

The world is facing an energy crisis with the difference in supply and demand and the limited number of natural resources. It is therefore necessary to save energy and to need another inexpensive and feasible source of energy. This work attempts to focus on how electrical energy can be generated from photovoltaic panels and gymnastic equipment / exercise equipment. In urban areas, people are very health conscious and spend an hour on average in the gym for physical fitness.

This project harnessed the sun and mechanical energy from the machine and converted it into electrical energy using solar panels and a generator system for the equipment.

Résumé :

Le monde fait face à une crise énergétique avec la différence d'offre et de demande et le nombre limité de ressources naturelles. Il est donc nécessaire d'économiser de l'énergie et d'avoir besoin d'une autre source d'énergie bon marché et réalisable. Ce travail tente de se concentrer sur la façon dont l'énergie électrique peut être générée à partir de panneaux photovoltaïques et d'équipement de gymnastique / équipement d'exercice. Dans les zones urbaines, les gens sont très soucieux de leur santé et passent en moyenne une heure dans le gymnase pour leur forme physique.

Ce travail a exploité le soleil et l'énergie mécanique de la machine et la convertie en énergie électrique à l'aide de panneaux solaires et d'un système à générateur pour les équipements.

ملخص :

يواجه العالم أزمة طاقة مع اختلاف العرض والطلب والعدد المحدود من الموارد الطبيعية. لذلك من الضروري توفير الطاقة والحاجة إلى مصدر آخر غير مكلف ومجدي للطاقة. يحاول هذا العمل التركيز على كيفية توليد الطاقة الكهربائية من الألواح الكهروضوئية ومعدات الجمناز ومعدات التمارين. في المناطق الحضرية، الناس واعون بصحة جيدة ويقضون ساعة في المتوسط في صالة الألعاب الرياضية من أجل اللياقة البدنية.

قام هذا المشروع بتسخير الشمس والطاقة الميكانيكية من الماكينة وتحويلها إلى طاقة كهربائية باستخدام الألواح الشمسية ونظام المولد للمعدات

BIBLIOGRAPHIE

- [1] <https://www.edfenr.com/lexique/energies-renouvelables>
- [2] K. Madhup, G S Mundada, « Energy Harvesting from Gym Equipments », International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering ISO 3297:2007 Certified Vol. 5, Issue 7, July 2017
- [3] <https://www.se.com/fr/fr/work/support/local/reglementation/norme-nfc15-100>
- [4] R. Bourgeois, D. Cogniel, B. Lehalle « Mémotech - Equipements et installations électriques », Collection Mémotech, 978-2-7135-1720-4, 1999.
- [5] https://www.isastur.com/external/seguridad/data/fr/1/1_5_3_3.htm
- [6] <https://antonin-perbosc.mon-ent-occitanie.fr/espaces-pedagogiques/sciences-physiques/troisieme/l-accident-de-claude-francois-36128.htm>
- [7] <https://www.bioalaune.com/fr/actualite-bio/36677/sport-ecolo-parfait-combo>
- [8] Z. ZERROUKI, « Dimensionnement d'un système photovoltaïque autonome », Mémoire master, univ-tlemcen, 2017
- [9] Z. ZERROUKI, « Dimensionnement d'un système photovoltaïque autonome », Mémoire master, univ-tlemcen, 2017
- [10] Alain Liébard, Andre De Herde, « Traite d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques », Éditeur observer, 2005, p368
- [11] B. Louzanza, S. Madi, « Etude et caractérisation d'un panneau photovoltaïque type Condor. » mémoire de master, Univ – Bejaia, 2015.
- [12] http://www.energies-renouvelables.org/solaire_photovoltaique.asp
- [13] I. TAHRAOUI, A. HALIL, « Dimensionnement et Etude d'une installation photovoltaïque pour une habitation domestique », mémoire master, uni-Tlemcen, 2017.
- [14] S. MADI, S. HEDOUD, « Contribution à la vulgarisation des systèmes photovoltaïques utiliser pour l'irrigation par pivots traditionnels dans la région d'EL OUED », mémoire master, Univ-Oued, 2018.
- [15] <http://www.bati-depot.fr/solaire/photovoltaique/cellule>
- [16] A. rouabah, « modélisation et simulation d'un système photovoltaïque », bu.univ-ouargla.dz, 2014
- [17] S. BENOTMANE, F. MOUALEK, « Etude et simulation des systèmes photovoltaïques connectés à un microgrid » Univ– Tlemcen, 2016.
- [18] M. Niang, S. Diop, « Les pompe solaires : Dimensionnement d'une station de pompage en zone maraîcher », Institut Supérieur de Technologie Industrielle - DIT Electrotechnique- Electromécanique-Froid et Climatisation 2008
- [19] M. leila, Etude par simulation d'un générateur photovoltaïque, a- mokhtar badji université de annaba, 2018
- [20] K. Ayach, Modélisation et Simulation d'un Générateur Photovoltaïque Couplé à un réseau, www.univ-soukahrass.dz, 2015
- [21] Maaziz, Nousseiba, Etude et réalisation d'un générateur de courant a onde pulsée en amplitude et en largeur d'impulsion, Université Oum El Bouaghi, 2018
- [22] <https://www.batterie-solaire.com/batterie-tubulaire-bae-secura-solar-6pvs420-2v-431-ah-c100-c2x27408872>
- [23] M. ouennoughi, gestion d'un système photovoltaïque avec stockage, www.univ-bejaia.dz, 2016
- [24] A. Singo. « Système D'alimentation Photovoltaïque Avec Stockage Hybride Pour L'habitat Energétiquement Autonome », Thèse Doctorat, Université Henri Poincaré, Nancy- I France; 2010.
- [25] https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Schéma_de_principe_d'un_onduleur_de_tension_monophasé.png
- [26] A. Corinne, « Contribution à l'optimisation, la gestion et le traitement de l'énergie », mémoire de master, UNIVERSITÉ PAUL SABATIER – TOULOUSE III, 2003.
- [27] D. Sera, R. Teodorescu, T. Kerekes. « Teaching maximum power point trackers using a photovoltaic array model with graphical user interface ». Instates of energy technology, Aalborg pontoppid anstrede 101DK-9220, Aalborg, Denmark.
- [28] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Hacheur_\(électronique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hacheur_(électronique))
- [29] D. Bellala. « Contribution A L'optimisation Des Systèmes De Conversion D'énergie Application Aux Systèmes Photovoltaïques », Thèse Doctorat, Université De Batna, 2006
- [30] K. Madhup, G S Mundada, « Energy Harvesting from Gym Equipments », International Journal of innovative research in Electrical Engineering, July 2017
- [31] M. Musharraf, S. Ifrah, I. Farhat, « Energy Generating Gymnasiums Machines for Renewable, Sustainable and Green Energy », International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2018
- [32] R. M. Strzelecki, Marcin Jarnut, G. Benysek, « Exercise bike powered electric generator for fitness club appliances », Power Electronics and Applications, 2007 European Conference, 2007

- [33] M. Musharraf, S.Ifrah, F.Iqbal, « Theoretical Design of Energy Generating Gymnasium Pull-down Machine for Green, Renewable and Sustainable Energy Production », Trends in Renewable Energy ,2018.
- [34]H.Mankodi, « Analysis of a Treadmill Based Human Power Electricity Generator», University of Minnesota-Twin Cities, 2012
- [35]M.R.Yaiche et A.Bouhanik, « Atlas solaire algérien », www.cder.dz, 2002.
- [36]Labouret, A., M. Viloz, « Energie solaire photovoltaïque », Ed Dunod. (2006).
- [37]<https://www.solar4rvs.com.au/buying/buyer-guides/choosing-the-right-solar-charge-controller-regulat/>
- [38]M.Faiz , O. Hussein,S.R.Daham, A.H. Sabry, « New Treadmill Design for Energy Harvesting », Journal of Mechanical Engineering Research and Developments Vol. 43(No. 3):64-74,2020.
- [39]Y.Touzani , « Commande aléatoire du convertisseur Buck-Boost triphasé à prélèvement sinusoïdal du courant », thèse de Doctorat, Université de Clermont-Ferrand, 2006
- [40]Kh.Ayach, « Modélisation et Simulation d'un Générateur Photovoltaïque Couplé à un réseau électrique »,memoire magister,univ-soukahas,
- [41]Guy Chateigner, Michel Boës, « Manuel de génie électrique », Dunod, 2007
- [42]M.R.Sourov, U.T.Ahmed, M.G.Rabbani, « A High Performance Maximum Power Point Tracker for Photovoltaic Power System Using DC- DC Boost Converter », IOSR Journal of Engineering Vol. 2, Issue 12 ,PP 12- 20, 2012,
- [43]F.Hananou,A. Rouabah , « Application de la Logique Floue pour la Poursuite du Point de Puissance Maximale d'un Générateur Photovoltaïque», mémoire de master, Un i v -Sa ĩ d a, 2017