

République Algérienne Démocratique et Populaire

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCEM
FACULTE DE TECHNOLOGIE**

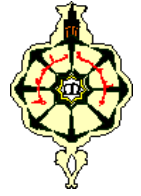
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE ET ELECTRONIQUE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme

Master en Génie Industriel



Intitulé :

**Etude et conception d'un prototype d'AGV,
A Batterie rechargeable par procédés photovoltaïque
(énergies renouvelables)**

Présenté par :

KERROUMI Toufik

CHAOUI Sofiane

Soutenu le 29 Septembre 2022 devant le jury :

M^r. GUEZZEN Amine Hakim

Président

M^r. Sari Mohammed

Examineur

M^r. Hadri Abdlkader

Examineur

Mr. BELARBI Boumediene

Encadreur

Dédicaces

Je dédie ce travail à :
Mes parents, que dieu me les garde,
À mes frères et sœurs,
Et à tous ceux que j'aime.

KERROUMI Toufik
&
CHAOUI Sofiane

Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu Tout-Puissant pour nous avoir accordé la capacité de mener à bien ce projet et nos parents qui ont toujours tenu à nous éduquer.

Nous tenons également à exprimer nos remerciements à Mr Belarbi boumediene pour leur aide, leur écoute et leur disponibilité des précieux conseils qu'ils nous ont donnés, et leur manque d'hésitation à mettre leur expérience entre nos mains et à les accompagner jusqu'à l'achèvement de ce projet.

Nos vifs remerciements vont aux membres de Jury, Mr GUEZZEN Amine Hakim et Mr Sari Mohammed et Mr Hadri Abdlkader pour avoir accepté de juger notre travail.

A nos enseignants, à qui nous devons notre formation, qu'ils trouvent ici l'expression de nos sentiments les plus respectueux et de notre profonde gratitude pour leur gentillesse, leur disponibilité et leur soutien.

A nos chers parents, nos frères et sœurs et nos familles qui nous ont toujours soutenus le long de notre formation

A tous nos amis, pour leur soutien moral et aide précieuse ainsi que toutes les personnes qui vont nous ont aidé de près ou de loin.

Merci à tous.

Sommaire

Liste des Figures	iii
Liste des Tableaux	v
Nomenclature	iv
Introduction Générale	1
I. Chapitre 1 : Connaissances préliminaire et recherches bibliographiques	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Véhicules guidés automatisés(l'AGV).....	3
I.2.2 Aperçu du Système.....	4
I.2.2.1 Véhicules	5
I.2.2.2 Système de contrôle stationnaire	5
I.2.2.3 Composants du système périphérique	5
I.2.2.4 Composants du système sur site	5
I.2.3 Evolutions technologiques.....	6
I.2.3.1 Capteurs et systèmes de sécurité	6
I.2.3.2 Transfert de puissance inductive	6
I.2.3.3 Modularité et normalisation	7
I.2.3.4 Navigation et les communications.....	7
I.2.3.5 Automatisation des véhicules de série.....	7
I.2.4 Définition de véhicules guidés automatisés.....	8
I.2.5 Aspects Technologiques et Composants commun de l'AGV.....	8
I.2.5.1 Batteries.....	8
I.2.5.2 Mise en charge des batteries.....	9
I.2.5.3 système de contrôle du guidage de l'AGV.....	10
I.2.5.4 Méthodes de navigation.....	11
I.2.5.5 sécurité	14
I.2.6 Types des AGV	15
I.2.6.1 AGV à traction	15
I.2.6.2 AGV chariots élévateurs	16
I.2.6.3 AGV Lourde charge	17
I.3 Définition l'énergie renouvelable	18
I.3.1 énergie solaire.....	18
I.3.2 Rayonnement solaire	18
I.3.2.1 rayonnement direct	18
I.3.2.2 rayonnement diffus.....	19
I.3.2.4 rayonnement réfléchi ou l'albédo du sol.....	19
I.3.2.4 rayonnement global	19
I.3.3 Définition d'un system photovoltaïque.....	19
I.3.3.1 Composants et fonctionnement du système photovoltaïque	20
I.3.4 Panneaux photovoltaïques	20
I.3.4.1 Définition	20
I.3.4.2 Cellule de panneau photovoltaïque.....	21
I.3.4.3 Principe de fonctionnement de la cellule photovoltaïque	21
I.3.4.4 Différents types des cellules de panneaux photovoltaïques.....	22
I.3.4.5 Rendement de la cellule photovoltaïque	24
I.3.5 Type des systèmes PV	24
I.3.5.1 Systèmes autonomes.....	24
I.3.5.2 Systèmes PV hybrides	25
I.3.5.3 Systèmes raccordés aux réseaux.....	26
I.3.6 Générateur PV	26
I.3.7 Différents branchements des panneaux PV	26

Sommaire

I.3.7.1	Branchement en série	27
I.3.7.2	Branchement en parallèle et branchement en série.....	27
I.3.8	Avantages et inconvénients des systèmes photovoltaïques	28
I.3.8.1	Avantages	28
I.3.8.2	Inconvénients.....	29
I.4	Batteries	29
I.4.1	Batteries photovoltaïques	29
I.4.2	Différents types de batteries PV (avantages et inconvénients)	30
I.4.2.1	Batterie plomb ouvert.....	30
I.4.2.2	Batterie AGM PV	31
I.4.2.3	Batterie PV Gel	32
I.4.2.4	Batterie solaire maison lithium.....	33
I.4.3	Tableau récapitulatif	34
I.4.4	Choisir une batterie photovoltaïque	34
I.4.4.1	Capacité de stockage des batteries photovoltaïques	34
I.4.4.2	Profondeur de décharge de la batterie photovoltaïque.....	35
I.4.4.3	Espérance de vie de la batterie photovoltaïque.....	35
I.4.4.4	Garantie	35
I.4.4.5	Coût	35
I.4.5	Comment connecter le réseau de batteries PV.....	35
I.4.5.1	Dans une connexion en série	36
I.4.5.2	Connexion en parallèle	36
I.4.5.3	Batteries sont connectées en série et en parallèle en même temps	36
I.4.5.4	Meilleure façon de connecter les batteries à partir du dessin	37
I.5	Contrôleur de charge (Régulateur solaire)	38
I.5.1	Régulateur solaire (Les fonctionnalités classiques)	39
I.5.2	Différents types de régulateurs de charge	40
I.5.2.1	Régulateur de charge shunt	40
I.5.2.2	Régulateur de charge en série.....	41
I.5.2.3	Régulation PWM (impulsion avec modulation)	42
I.5.2.4	Suivi du point de puissance maximale (MPPT)	42
I.6	Conclusion	43
<i>II. Chapitre 2 : Conception de l'AGV étudié et son alimentation</i>		
II.1	Introduction.....	45
II.2	Conception de notre Type d'AGV.....	46
II.2.1	Conception systématique	46
II.2.2	Conception détaillée	47
II.2.2.1	Châssis.....	49
II.2.2.2	Plate-forme élévatrice/de chargement	49
II.2.2.3	Roues Mécaniques.....	50
II.2.3	Cinématique du véhicule	51
II.2.4	Estimation de la position	52
II.2.5	Conception électrique	53
II.2.6	Système de contrôle.....	54
II.2.6.1	Communications du système	54
II.2.7	Spécifications générales des composants électriques	54
II.2.7.1	Contrôleur logique programmable (PLC).....	54
II.2.7.2	Variateur de fréquence (VFD).....	54
II.2.7.3	Moteur triphasé.....	54
II.2.7.4	Encodeur.....	55
II.2.7.5	PC.....	55
II.2.8	Méthode de navigation	55
II.2.9	Technologie AGVs.....	55

Sommaire

II.3 Installation Photovoltaïque (station PV).....	56
II.3.1 Autonomie requise dans le système photovoltaïque.....	56
II.3.2 Caractéristiques de notre type de régulateur (contrôleur MPPT).....	56
II.3.3 Partie électrique de puissance.....	58
II.3.3.1 Convertisseurs statiques.....	58
II.3.3.2 Convertisseur Continu–Alternatif.....	58
II.3.3.3 Convertisseurs continus-continu.....	58
II.3.3.4 Boost Convertisseur.....	58
II.3.3.5 Convertisseur Buck.....	59
II.3.4 Technologies lithium-ion (choix de batterie).....	59
II.3.4.1 Chimie des batteries Li-ion.....	59
II.3.4.2 Principe de fonctionnement.....	60
II.3.4.3 Modélisation d’une batterie par un circuit électrique.....	63
II.6 Conclusion.....	63
<i>III. Chapitre III : Modélisation, tests de simulation et résultats validés</i>	
III.1 Introduction.....	65
III.2 Simulation.....	66
III.2.1 Méthode de navigation d’AGV par V-REP EDU.....	66
III.2.2 Logiciel "PSIM".....	69
III.2.3 Paramètres et Schéma des composants utilisé.....	69
III.2.3.1 Panneau Solaire.....	69
III.2.3.2 Module de batterie Li-ion.....	69
III.2.3.3 Régulateur.....	70
III.2.3.4 Modélisation du chargeur solaire.....	71
III.2.4 Courbes et les résultats obtenue par la simulation.....	71
III.2.4.1 Courant, tension et puissance générés par les panneaux.....	71
III.2.4.2 Puissance maximale obtenu à la sortie du régulateur MPPT.....	72
III.2.4.3 Tension de la charge de (batterie) réguler par le chargeur solaire.....	72
III.2.4.4 Allures représentant l’état aux bornes la batterie Li-ion.....	73
III.2.5 Simulations de système PV à l'aide de logiciel "PVsyst".....	74
III.2.5.1 PVsyst.....	74
III.2.5.2 Résultat de la simulation (Run).....	74
III.3 Conclusion.....	77
Conclusion Générale.....	78
Références Bibliographiques.....	79
Annexe.....	82

Listes des figures

Figure I.1 : L'un des 1er AGV s américain, construit Depuis 1954 comme tracteur 5 remorques.....	3
Figure I. 2 : Composants d'un système de véhicule guidé automatisé.....	4
Figure I. 3 : Des AGV dans une usine pour transporter des matériaux et des colis.....	5
Figure I. 4 : AGV pour le tri du courrier.....	8
Figure I. 5 : Représentation du système de contrôle du guidage.....	11
Figure I. 6 : AGV utilise un guidage optique pour suivre sa trajectoire, et des étiquettes RFID pour gérer des situations plus complexes (Turck.de,2017).....	12
Figure I. 7 : Exemple d'un AGV avec guidage inductif actif (Goetting-agv.com, 2017).....	12
Figure I. 8 : AGV avec navigation optique (Goetting-agv.com, 2017).....	12
Figure I. 9 : AGV suivant une bande magnétique (Ecvv.com, 2017).....	13
Figure I. 10 : À gauche une navigation par taches magnétiques en série, à droite une navigation par taches magnétiques dans une grille (Ullrich, 2015.p.112).....	13
Figure I. 11 : Illustration de la navigation laser avec des points de repère artificiels (NDC Solutions, 2017).....	13
Figure I. 12 : Illustration de la navigation par contour (navigation laser avec des points de repère naturels) (NDC Solutions, 2017).....	14
Figure I. 13 : AGV à traction.....	16
Figure I. 14 : AGV à chariots élévateurs.....	16
Figure I. 15 : AGV à Charge lourde.....	17
Figure I. 16 : Ensemble des rayonnements solaires reçus sur une surface terrestre.....	19
Figure I. 17 : Exemple d'un système photovoltaïque.....	20
Figure I. 18 : Schéma d'une cellule photovoltaïque.....	21
Figure I. 19 : Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.....	22
Figure I. 20 : Système PV autonome avec batterie.....	25
Figure I. 21 : Les systèmes PV hybrides.....	25
Figure I. 22 : Structure d'un système PV connecté au réseau.....	26
Figure I. 23 : Branchement en série des panneaux PV.....	27
Figure I. 24 : Branchement en parallèle des panneaux PV.....	28
Figure I. 25 : exemple des batteries plomb ouvert.....	30
Figure I. 26 : Batterie photovoltaïque AGM.....	31
Figure I. 27 : Batterie photovoltaïque GEL.....	32
Figure I. 28 : Batterie photovoltaïque lithium de LG.....	33
Figure I. 29 : Batteries photovoltaïque en série.....	36
Figure I. 30 : Batteries photovoltaïque en série.....	36
Figure I. 31 : Batteries photovoltaïque en série et en parallèle en même temps.....	37
Figure I. 32 : façons de connecter les batteries PV.....	37
Figure I. 33 : bloc de distribution d'énergie.....	38
Figure I. 34: Schéma fonctionnel d'un régulateur de charge.....	38
Figure I. 35: Principes de fonctionnements du régulateur de charge.....	39
Figure I. 36: Conception de Régulateur de charge de type shunt.....	40
Figure I. 37: Principe de fonctionnement d'un régulateur de type shunt.....	41

Figure I. 38: Conception de Régulateur de charge de type série.....	41
Figure I. 39: Évaluation de la tension et du courant au cours de charge.....	42
Figure I. 40: Schématisation d'une chaîne élémentaire de conversion photovoltaïque.....	43
Figure II. 41: Représentation fonctionnelle de l'AGV	46
Figure II. 42: Vue isométrique du véhicule guidé automatisés.....	47
Figure II. 43: Vue de face et vue latérale de l'AGV	48
Figure II. 44: Vue éclaté des principaux sous-systèmes de l'AGV	48
Figure II. 45: vue isométrique du châssis.....	49
Figure II. 46: vue isométrique explosé du mécanisme.....	49
Figure II. 47: Vue isométrique et vue de face vue éclaté de la roue mécanique	50
Figure II. 48: Mouvements d'un AGV omnidirectionnel	50
Figure II.49: Modèle de véhicule utilisé pour le calcul de la cinématique inverse et de la cinématique directe	51
Figure II. 50: Schéma fonctionnel du véhicule global	53
Figure II. 51: Schématisation d'une chaîne élémentaire de conversion photovoltaïque	57
Figure II. 52: Schéma représentatif d'un hacheur boost.....	58
Figure II. 53: Schéma représentatif d'un convertisseur Buck.....	59
Figure II. 54: Principe de fonctionnement d'accu Li-ion (charge /décharge)	62
Figure II. 55: Circuit électronique de protection	63
Figure II. 56: Modèle de Shepherd de batterie Lithium Ion.....	65
Figure III. 57: Modèle Omnirob dans la scène par V-REP	66
Figure III. 58: L'avancement direct de l'AGV	67
Figure III. 59: Déplacement coté latéral gauche	67
Figure III. 60: Déplacement de l'AGV sur lui-même.....	67
Figure III. 61 : Schéma conceptionnel du panneau solaire dans logiciel PSIM.....	69
Figure III. 62 : Les paramètres d'entrés du panneau solaire.....	69
Figure III. 63 : Schéma conceptionnel de la batterie Li-Ion.....	70
Figure III. 64 : Schéma conceptionnel du régulateur	70
Figure III. 65 : Modélisation du dispositif chargeur solaire.....	71
Figure III. 66 : Allures (courant, tension et puissance) délivré par le panneau solaire.....	71
Figure III. 67 : Allure de la puissance maximale.....	72
Figure III. 68 : Tension de charge de la batterie	72
Figure III. 69 : Courant et la Tension aux bornes de la batterie Li-ion	73
Figure III. 70 : Etat de charge de la batterie	73
Figure III. 71 : simulation paramètre de PVsyst	75
Figure III. 72 : simulation paramètre de PVsyst	75
Figure III. 73 : Rapport de simulation de PVsyst.....	76

Liste des tableaux

Tableau I. 1 : La compilation des types de batteries et de leurs qualités	9
Tableau I. 2 : La différence de types de batteries.....	30
Tableau I. 3 : La différence entre les batteries Photovoltaïque	34
Tableau II. 1 : Les Paramètres cinématiques.....	52

Nomenclature

AGVs :	Systèmes de véhicules guidés automatisés
2D :	planaire bidimensionnel
3D :	planaire troisième dimension
WMS :	un système de gestion d'entrepôt
MRP :	planification des besoins en composants
ERP :	Progiciel de Gestion Intégré
LAN :	Réseau local
WLAN :	réseau local sans fil
Pm:	La puissance produite par le générateur PV
ESTC :	L'éclairement absorbé par la cellule
E :	L'énergie d'un photon
λ :	la densité d'énergie solaire
h :	la constante de planck
C :	la vitesse de la lumière
I :	Courant
P :	Puissance
L :	Inductance
R :	Résistance de la charge
F :	fréquence
PV :	Photovoltaïque
MPPT:	Maximum Power Point Tracking.
P&O:	Perturbation et Observation.
DC :	Courant continue (Direct Curent).
AC :	Courant alternatif
GPV :	Générateur photovoltaïque
PPM:	Le point de puissance maximale
DC-DC :	Convertisseur continu/continu
CPCR :	Centrales Photovoltaïques Connectées au Réseau.
HP :	la puissance en cheval-vapeur anglais
PPR :	La résolution des codeurs incrémentaux
PC :	Ordinateur personnel
PLC :	Contrôleur logique programmable
VFD :	Variateur de fréquence

Introduction générale

L'homme s'est toujours et de diverses manières efforcées d'augmenter sa capacité productive, en le libérant de tout travail monotone et pénible. Dans cette optique, elle fabrique des machines de plus en plus sophistiquées, qui permettent de réaliser des fonctions complexes. L'important développement technologique actuel permet de produire des véhicules "sans pilote" appelés Véhicules guidés automatisés ou AGVs (en anglais, Automated Guided Véhicules).

L'automatisation, de manière générale, de ces véhicules vise à réduire au maximum les interférences des opérateurs, notamment en milieu hostile. C'est le cas, par exemple, dans les industries chimiques et nucléaires. Ces véhicules présentent dans ce cas un avantage majeur en termes de fiabilité de fonctionnement et de prix de revient relativement faible. Et le. Faut-il alors être créatif et faire de ces composés une source d'énergie inépuisable ? A titre d'exemple sur cette note, nous étudierons le phénomène du solaire photovoltaïque, qui est une forme d'énergie renouvelable utilisée pour produire de l'électricité en convertissant une partie du rayonnement solaire à l'aide de modules de cellules solaires photovoltaïques, qui se composent de plusieurs cellules photovoltaïques connectées les unes aux autres autre. Les effets locaux de l'énergie solaire sont très faibles : pas de bruit, pas d'émissions et, visuellement, l'appréciation relative ou même de certaines structures intégrées au bâtiment est d'une véritable élégance.

Nous verrons dans une première partie, les deux termes AGV et énergie photovoltaïque en général. Nous aborderons ensuite, dans la deuxième partie, la relation entre les deux termes en choisissant le type de batterie en créant une station de stockage d'énergie de batteries, pour la charge les véhicules avec les caractéristiques de cet AGV.

Enfin, dans la troisième partie, nous verrons le bon moyen de communication grâce aux différents logiciels qui nous ont aider à identifier chaque partie de notre système (le générateur PV, la batterie et l'AGV) et cela à travers des simulations faites pendant notre étude.

Chapitre 1 :
Connaissances préliminaire et
recherches bibliographiques

I.1 Introduction

Les véhicules à guidage automatique (AGV) sont des produits du futur capables de fournir un transport sans pilote, fonctionnant 24h/24 et 7j/7 et transportant plusieurs produits. Les investissements dans les AGV pour plus d'efficacité sont complétés par des batteries et des chargeurs qui doivent être utilisés à leur plein potentiel et maintenir le véhicule en marche lorsque les travailleurs ne sont pas disponibles.

Le premier chapitre nous donnera d'abord un bref aperçu des événements majeurs et de l'histoire vécue par l'industrie des véhicules à guidage automatique (AGV) et ensuite des connaissances préliminaires a pour d'introduire ce travail en situant brièvement quelques généralités concernant le système photovoltaïque et véhicules à guidage automatique en général.

I.2 Véhicules guidés automatisés(l'AGV)

I.2.1 Histoire de l'AGV :

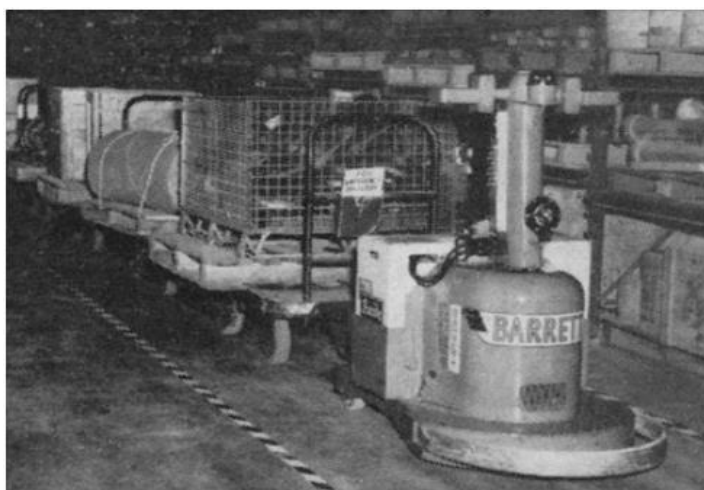


Figure I. 1 : l'un des premiers AGV américain, construit Depuis 1954 comme tracteur cinq remorques [1].

Au début des années 1950, l'aire initiale systèmes de véhicules guidés automatisés (l'AGVs) a été commencé en Amérique et sont devenus depuis un moyen éprouvé d'organiser l'intra-logistique moderne, son processus de développement est d'abord né aux États-Unis et s'est ensuite développé en Europe, l'idée a été mise en œuvre par Barrett-Cravens de Northbrook, Illinois (actuellement Savant Automation Inc., Michigan). Le premier système de véhicule guidé automatisé (AGVS) a été installé à entreprise « Mercury Motor Freight » à Columbia, SC en 1954 en tant que semi-remorque pour le transport aller-retour sur de longues distances (Figure I. 1). Dès le départ Techniquement, les premières machines se caractérisaient par leurs systèmes de guidage, le véhicule avec direction et protection des personnes, le système de guidage de voie et leurs "capteurs" tactiles tels que les pare-chocs et les poignées d'arrêt d'urgence avec interrupteurs mécaniques présentaient des bases qui font toujours partie de tout. [1]

I.2.2 Aperçu du Système

La technologie des véhicules guidés automatisés (AGV), qui utilisent des véhicules autonomes pour transférer horizontalement des choses sans intervention humaine, peut être utilisée pour automatiser la logistique. [1]

Un système AGV est créé lorsqu'un groupe d'AGV interagit de manière bien contrôlée. Les éléments de base du système AGV comprennent le système de guidage et de navigation, le système de communication, le système d'alimentation et le système de gestion, les véhicules sur site, d'équipements et de composants périphériques et de systèmes de contrôle stationnaire. [3&7]

Le système AGV est principalement composé de véhicules sur site, d'équipements et de composants périphériques et de systèmes de contrôle stationnaire.

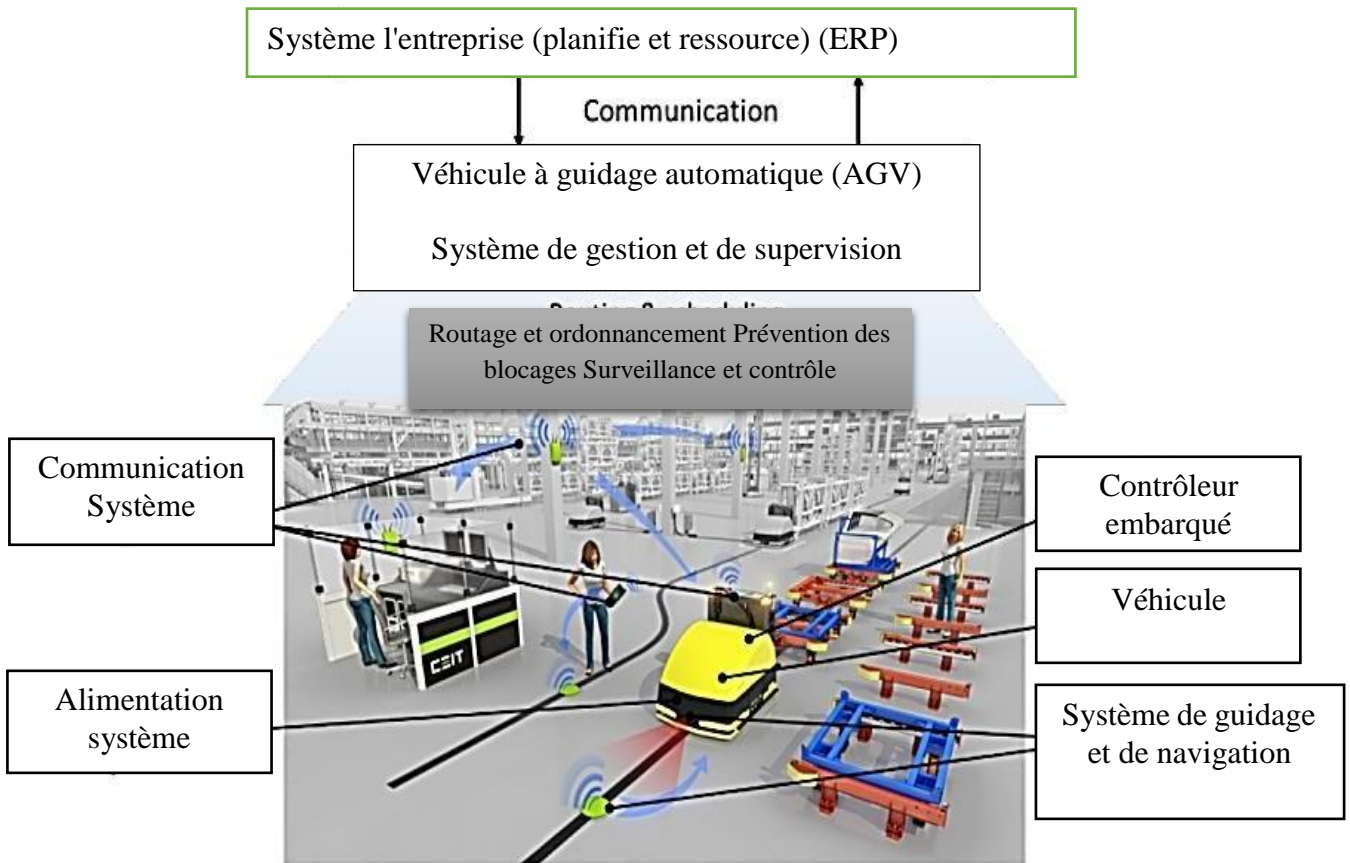


Figure I. 2 : Composants d'un système de véhicule guidé automatisé.

I.2.2.1 Véhicules

Le véhicule est l'élément central de l'AGVS lorsqu'il s'agit de tâches de transport réelles. Les véhicules doivent être conçus individuellement pour les conditions spécifiques de leur environnement. [4]



Figure I. 3 : Des AGV dans une usine pour transporter des matériaux et des colis [7]

I.2.2.2 Système de contrôle stationnaire

Le système de contrôle stationnaire couvre tous composants de contrôle. Sa tâche est de gérer les ordres d'expédition, d'optimiser les horaires, de communiquer avec d'autres systèmes de contrôle via des systèmes prédéfinis interface etc... Le système prend également en charge les interactions avec les clients et fournit souvent des fonctions auxiliaires telles que la visualisation graphique et l'analyse statistique. [4]

I.2.2.3 Composants du système périphérique

Les composants du système périphérique représentent les pendants des différents équipements embarqués du véhicule. Tels que les stations de charge de batterie et les mécanismes de transfert de charge. [4]

I.2.2.4 Composants du système sur site

Les aspects de la conception de la structure du site qui affectent l'AGVS, tels que les sols, les portails, les ascenseurs, etc., relèvent de la catégorie des composants du système de site. [4]

I.2.3 L'évolution technologiques

Ces dernières années, les avantages technologiques ont été remarquables. Ils contribuent à accroître l'attractivité des systèmes AGV pour les utilisateurs, principalement en termes de modularité, de standardisation, de concepts énergétiques, de systèmes de navigation, d'automatisation et de sécurité dans les systèmes de véhicules de série. [5]

I.2.3.1 Capteurs et systèmes de sécurité

Une nouvelle approche prometteuse consiste à équiper les AGV et autres véhicules de systèmes anticollision. Le système déterminera l'emplacement de chaque véhicule et le diffusera immédiatement aux autres véhicules pour alerter le conducteur ou le système de navigation central afin d'éviter une collision dès que possible. Cela réduira considérablement le nombre de collisions entre les véhicules guidés automatisés et les camions manuels. Les scanners de télémétrie laser se sont révélés être un potentiel indispensable pour les équipements de sécurité et la technologie de navigation laser. Ce n'est qu'une question de temps avant que le balayage planaire 2D actuellement bien établi soit étendue à la 3D pour fournir les données nécessaires pour améliorer radicalement la précision et l'exactitude. Une étape importante dans la navigation laser est d'atteindre l'indépendance des marqueurs réfléchissants. En plus de réduire les coûts d'installation, cela permettra de surmonter les limites des méthodes actuelles de navigation laser par triangulation développées il y a plus d'une décennie. [4]

I.2.3.2 Transfert de puissance inductive

Une innovation technologique de plus en plus utilisée dans le domaine des AGVS est le transfert de puissance inductif, également appelé couplage inductif. Cette technologie permet de transférer de l'énergie électrique entre deux circuits par le biais d'un champ magnétique partagé. En ce qui concerne l'AGVS, le circuit primaire est le conducteur enfoui dans le sol, tandis que le circuit secondaire est le capteur connecté au-dessous du véhicule. Deux principes fondamentaux du transfert de puissance inductif doivent être distingués. [4]

Le premier alimente le véhicule en permanence. A cet effet, des conducteurs principaux doivent être installés tout au long du parcours de conduite. L'avantage est qu'aucune batterie embarquée n'est nécessaire. [6]

Dans le deuxième cas, le véhicule est équipé d'une batterie embarquée et peut ainsi compenser une interruption de l'alimentation inductive. Les batteries des véhicules peuvent être chargées par induction à un point, à plusieurs points ou à des parties définies de l'itinéraire. L'un des objectifs du développement est de permettre la transmission de puissance ainsi que la communication de données et le guidage par induction sur un seul fil afin de réduire les charges au sol. La ligne unique réduit les coûts d'installation et peut être installée au sol. Aujourd'hui, le transfert d'énergie par induction représente une alternative aux stations de charge de batterie traditionnelles. Environ 8% de tous les AGVS mis en service par les

Constructeurs européens en 2006 étaient entraînés par induction. Cependant, sur des parcours complexes ou fortement ramifiés et sur les surfaces qui ne peuvent être broyées ou à forte teneur en métaux, les batteries restent le concept énergétique de choix. [4]

I.2.3.3 Modularité et normalisation

La modularité est une méthode de production stratégique courante a but de réduire les coûts de production et les délais de livraison. Un autre avantage important dont les clients AGVS peuvent profiter est la standardisation AGVS : l'engagement à vie désormais inévitable envers un seul fabricant d'AGVS est supprimé, car les clients peuvent contacter des concurrents dans le cadre d'une modernisation ou d'une expansion. La réduction des coûts pendant de développement et de mise en œuvre de l'AGVS est essentielle pour que tous les fabricants survivent sur un marché concurrentiel. Un point de départ commun est l'introduction d'un système de composants standardisé. Chaque fabricant développera ses propres composants basés sur ce système. Cela réduira considérablement la variété des pièces, car des composants similaires deviendront interchangeables entre différents types de véhicules et fabricants. Dans le même temps, la modularité augmente la disponibilité des pièces, simplifie la logistique des pièces de rechange et réduit les investissements en capital pour les fabricants. [4]

I.2.3.4 Navigation et les communications

Les tâches de transport d'AGVS nécessitent un routage efficace et intelligent. La plupart des systèmes de navigation vendus aujourd'hui peuvent calculer ces aspects en une fraction du temps. Souvent, ces systèmes sont également capables de gérer les priorités et les horaires. Le routage statique est une norme bien établie en navigation. Cette technique de routage est basée sur des segments de route fixes. Un système AGV avec routage statique est similaire à un système ferroviaire avec des segments de route correspondant à la voie et un système central de navigation associé à un centre de contrôle ferroviaire. A chaque entrée de véhicule, le segment est marqué comme occupé et reste fermé jusqu'à la sortie du véhicule. Ce comportement peut conduire à des impasses, par exemple lorsque deux voitures tentent d'entrer dans le même segment de route par les deux extrémités en même temps. Avec la navigation laser, les trajectoires flexibles deviennent réalisables. Les véhicules peuvent quitter les chemins désignés pour effectuer des mouvements afin de résoudre les obstacles ou d'éviter les collisions. Cette stratégie augmente également la flexibilité de l'ensemble du système de production. D'autres systèmes de navigation éprouvés utilisent des systèmes magnétiques ou transpondeurs radio intégrés au sol. Cela permet de déplacer les véhicules d'un point à un autre. Pour obtenir caractéristiques sans ligne directrice, les transpondeurs peuvent être répartis uniformément dans la zone opérationnelle de l'AGVS. [4]

I.2.3.5 Automatisation des véhicules de série

L'automatisation des véhicules de production représente une autre voie de développement, peut être utilisé pendant le décalage de journée manuellement pour augmenter la vitesse de conduite et en mode automatique pendant le reste du temps. [4]

I.2.4 Définition de Véhicules guidés automatisés

L'AGV sont des machines de transport autonomes commandées par ordinateur et utilisées pour des applications dans le secteur de la manutention et du déplacement. Alors qu'ils étaient à l'origine conçus pour le transport et le levage sur le marché industriel, ils sont maintenant plus largement utilisés. Ils sont maintenant utilisés dans la fabrication générale, la transformation des aliments et des boissons, l'automobile, l'aérospatiale, l'emballage, l'horticulture en serre/industrielle, les métaux et les plastiques, le courrier et les journaux. Ils permettent d'améliorer le flux des opérations et le rendement dans les processus de fabrication légers et lourds. [9]



Figure I. 4: un AGV pour le tri du courrier [2]

I.2.5 Les aspects Technologiques et Composants commun de l'AGV

I.2.5.1 Batteries

Les AGV fonctionnent généralement sur l'énergie électrique avec une batterie qui doit être chargée. Les AGV extérieurs et plus grands, qui peuvent transporter des charges de plusieurs tonnes, fonctionnent parfois au diesel. [1]

Selon Ulrich (2015, p.150-154) Les batteries les plus courantes que l'on trouve dans les AGV sont les batteries plomb-acide, les batteries plomb-gel, et les batteries nickel-cadmium. Il indique qu'il existe des batteries plus modernes telles que les batteries nickel-métal-hydrure et lithium-ion mais qu'elles ne font pas partie des normes technologiques des AGV. [8]

Dans le tableau [1], les différents types de batteries sont comparés les uns aux autres sur la base des informations de Larminie et Lowry (2012). L'énergie spécifique est la quantité d'énergie électrique stockée pour chaque kilogramme de masse de batterie et la densité énergétique est la quantité d'énergie électrique stockée par mètre cube de volume de batterie. La puissance spécifique est la quantité d'énergie obtenue par kilogramme de batterie. [8]

	Plomb-acide	Nickel-cadmium	Nickel métal-hydrure	Lithium-ion
Énergie spécifique (Wh kg-1)	20-35 selon l'usage	40-55 selon le courant	~65 selon la puissance	140
Densité énergétique (WH l-1)	54.95	70-90 selon du courant	~150	250-620
Puissance spécifique (W kg-1)	~ 250 avant que l'efficacité ne diminue fortement	~ 125 avant Devenir très inefficace	200	300-1500
Fonctionnement température	Ambiante, mauvaise performance dans froid extrême	- 40 à +80 degrés C	Ambiante	Ambiante
Nombre de cycles de vie	Jusqu'à 800 à 80 % de capacité (chariots élévateurs à fourche spécifiquement : jusqu'à 1200-1500 cycles sur 7-8ans, 7-8h de fonctionnement en une charge)	1200 à 80 % de la capacité (Parfois jusqu'à 2500)	~1000 à 80 décharge	>1000
Recharge time	8h(mais recharge à 90% en 1h possible)	1h, charge rapide à 60% de la capacité 20 min	1h, charge rapide à 60% capacité 20 min	2-3 h, mais Peuvent être 80 % de leur capacité en moins d'une heure.

Tableau I. 1 : Une compilation des types de batterie et de leurs qualités [8]

I.2.5.2 Mise en charge des batteries

Les AGV doivent être alimentés en énergie pour les besoins de la navigation, des systèmes de détection, des composants mécaniques mobiles et l'équipement de transfert de charge, La méthode de chargement de l'AGV est chargé peut avoir un impact significatif sur le fonctionnement d'un système de manutention, Et peut également le chargement à des moments inopportuns peut affecter le temps opérationnel et augmenter la taille de la flotte d'AGV nécessaire.

À ce point, concentrons-nous sur les trois méthodes habituelles utilisées par les AGV de la troisième génération et toujours en vigueur aujourd'hui :

1. Batteries de traction (batteries de véhicules électriques, ou EVB)
2. Transfert d'énergie sans contact (se fait par induction)
3. Systèmes hybrides : transfert d'énergie sans contact plus une petite batterie auxiliaire.

L'un des schémas de chargement d'AGV les plus basiques est le remplacement manuel. Lorsque le niveau de la batterie est inférieur à un certain pourcentage, l'AGV est dirigé vers un site où la batterie est remplacée manuellement par une batterie entièrement chargée. Le Remplacement automatique est similaire au remplacement manuel, mais utilise une machine qui remplace la batterie au lieu d'un employé. Dans la plupart des cas, l'échange automatique prend moins de temps que l'échange manuel. La charge opportuniste consiste à utiliser le temps de repos pour recharger la batterie. Ce mécanisme est utilisé lorsque l'AGV effectue de nombreux arrêts courts et prévisibles. Le chargeur de batterie est situé au point d'amarrage de l'AGV ou à proximité, et l'AGV se recharge pendant qu'il attend la tâche suivante. Lorsqu'elle est planifiée correctement, la charge opportuniste utilise le temps de repos existant avec peu ou pas d'impact sur le temps de fonctionnement. Cela signifie que le nombre de véhicules requis ne sera pas touché. [8]

I.2.5.3 Le système de contrôle du guidage de l'AGV

Un système d'AGV se compose de deux parties : les AGV physiques et un système supérieur global - le système de contrôle de guidage des AGV. Les AGV réalisent les tâches opérationnelles mais ne sont pas totalement autonomes et prennent rarement des décisions indépendantes. Ils ont besoin d'un système de coordination qui leur permet de communiquer entre eux et avec leur environnement. L'AGV doit aussi être en communication avec le système d'exploitation logistique interne, par exemple le WMS, le MRP ou l'ERP, pour recevoir des commandes et des informations sur l'ensemble du processus. Cela se fait par l'intermédiaire du système de contrôle du guidage. Outre ces deux domaines de pratique, le système de contrôle du guidage fournit également à l'utilisateur une interface pour visualiser et interagir avec l'AGVs. Le système de contrôle du guidage connecte les différents véhicules, les équipements périphériques et le système d'exploitation logistique interne. Une partie essentielle de la commande centrale est le contrôle du trafic pour éviter les accidents ou les répétitions. Il est raccordé au serveur de logistique interne par une connexion LAN et aux véhicules et équipements par une connexion WLAN. [8]

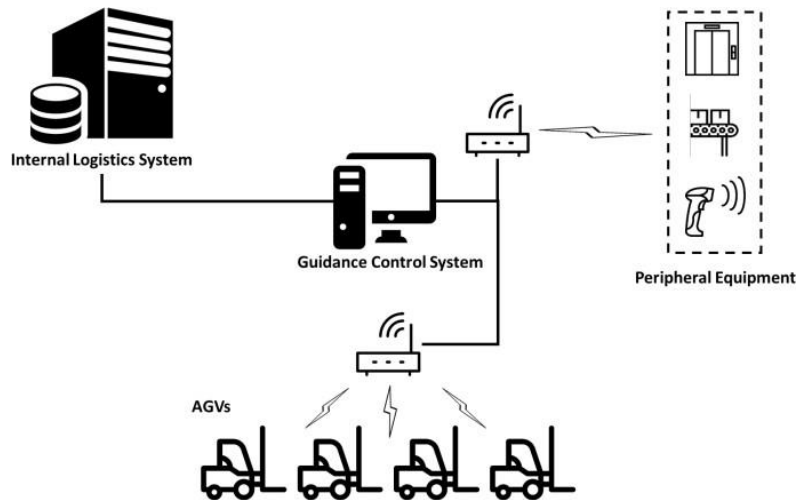


Figure I. 5 : Une représentation du système de contrôle du guidage

Certains systèmes ne nécessitent pas de système de contrôle. Il s'agit de systèmes simples où l'AGV fait des aller-retour le long d'un chemin prédéfini sans chercher à prendre une décision. Dans ce cas, le système n'est pas autonome et l'AGV nécessite une intervention humaine. Par exemple, un AGV de traction qui déplace les remorques dans les deux sens. Lorsqu'il atteint son but, il s'arrête, l'employé décharge la remorque et lui ordonne de faire demi-tour en appuyant sur un bouton. La fonctionnalité d'un tel système est limitée et ne peut exister: plusieurs AGV doivent communiquer entre eux, communiquer avec des interfaces périphériques ou gérer les commandes d'expédition. L'utilité d'un tel système est sa simplicité, c'est-à-dire qu'il n'est pas nécessaire de communiquer avec d'autres systèmes informatiques, ce qui simplifie la mise en œuvre et le traitement. [8]

I.2.5.4 Méthodes de navigation

Les systèmes de véhicules guidés automatisés fonctionnent soit avec des systèmes de guidage fixes, soit avec des systèmes de guidage à distance libre. Le guidage fixe utilise une bande magnétique, de la peinture colorée ou des fils intégrés pour guider les véhicules qui répondent aux antennes, aux émissions de signaux et aux fréquences le long de chemins simples. Les systèmes de guidage fixes sont fiables et fonctionnent bien, mais ils manquent de souplesse et limitent les capacités des AGV, et ils peuvent tout simplement ne pas convenir à certains environnements et applications. Heureusement, la plupart des véhicules guidés automatisés ne sont pas limités par des systèmes de guidage fixes. Plutôt, la plupart des systèmes AGV actuels sont à portée libre. Les systèmes de guidage à distance libre sont contrôlés par ordinateur, avec des microprocesseurs embarqués et des systèmes de contrôle de supervision. Ils sont souvent couplés à des véhicules guidés par laser qui peuvent suivre des instructions de mouvement et de direction informatisées. En outre, les AGV à rayon d'action libre offrent des opérations plus fluides, plus sûres et plus flexibles que les AGV à guidage fixe, car ils disposent de systèmes de navigation internes capables de détecter les obstructions ou le trafic et de rediriger les véhicules en conséquence. [9]



Figure I. 6 : L'AGV utilise un guidage optique pour suivre sa trajectoire, et des étiquettes RFID pour gérer des situations plus complexes (Turck.de,2017) [8]

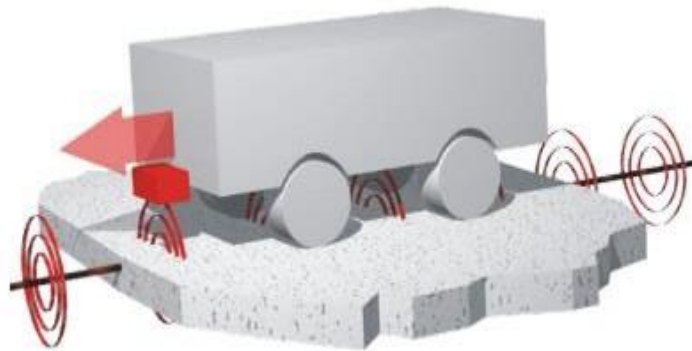


Figure I. 7 : Exemple d'un AGV avec guidage inductif actif (Goetting-agv.com, 2017) [8]

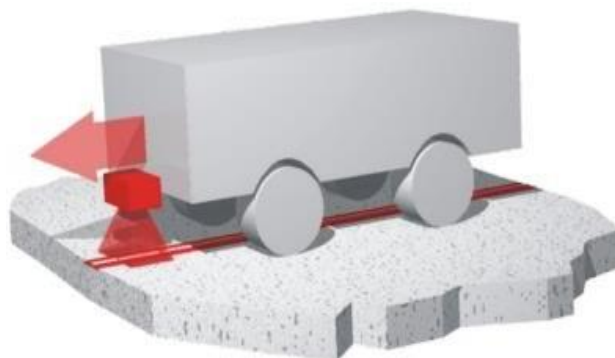


Figure I. 8 : Un AGV avec navigation optique (Goetting-agv.com, 2017) [8]



Figure I. 9 : Un AGV suivant une bande magnétique (Ecvv.com, 2017) [8]

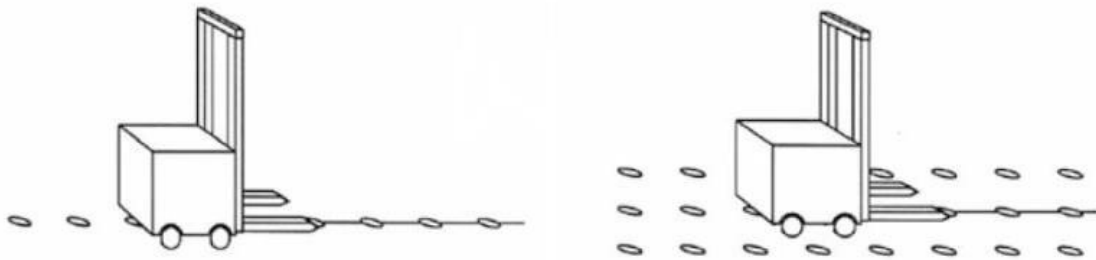


Figure I. 10 : À gauche une navigation par taches magnétiques en série, à droite une navigation par taches magnétiques dans une grille (Ullrich, 2015.p.112) [8]

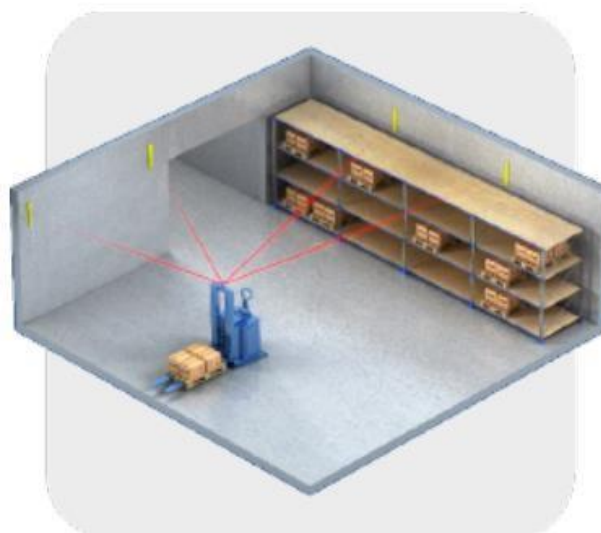


Figure I. 11 : Illustration de la navigation laser avec des points de repère artificiels (NDC Solutions, 2017) [8]

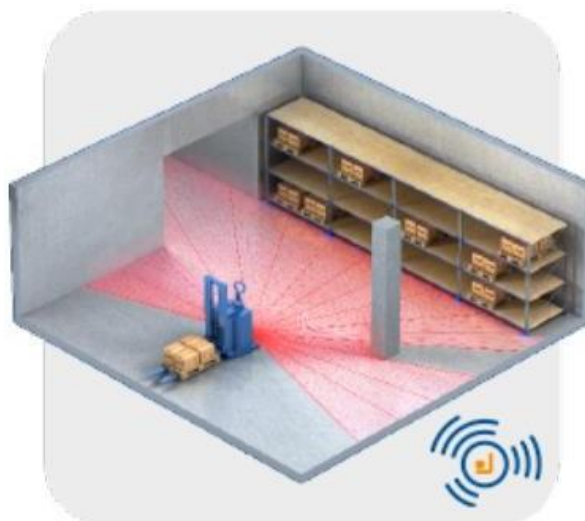


Figure I. 12 : Une illustration de la navigation par contour (navigation laser avec des points de repère naturels)
(NDC Solutions, 2017) [8]

I.2.5.5 Sécurité

La sécurité est un aspect très important de l'AGVS. Afin d'éviter toute blessure aux personnes ou aux biens, il est fortement recommandé aux fournisseurs de se conformer à un certain nombre de réglementations. Ces réglementations définissent la technologie de sécurité minimale que doit posséder un AGV. La réglementation de base est appelée EN 1525. Cette réglementation est assez ancienne de 1997, mais elle est toujours en cours d'utilisation. Voici une liste des principales caractéristiques technologiques de sécurité de la norme EN 1525 qu'un AGV doit posséder. Ces caractéristiques sont les suivantes : [1]

1. Un interrupteur d'arrêt d'urgence. Il doit être accessible et facilement utilisable pour tous.
2. Combinaison de signaux d'avertissement optiques (feux tournants) et sonores. Il s'agit notamment d'indicateurs pour les changements de direction, comme dans les voitures, mais ils ont souvent un support acoustique.
3. Freins mécaniques à fonctionnement indépendant pour assurer un arrêt correct. Ils doivent être intrinsèquement sûrs, ce qui signifie qu'ils ont besoin d'énergie pour ne pas s'activer pendant la conduite. Les freins doivent pouvoir arrêter l'AGV avec une charge utile et une inclinaison maximales du chemin ou de la pente.
4. Des plaques de rebondissement et des outils de sécurité spéciaux pour la conduite des charges. Cela permet de garantir la sécurité des opérations
5. Système de protection des personnes. Il doit garantir que les personnes ou les objets se trouvant sur le chemin sont détectés et que l'AGV s'arrête avant qu'ils ne soient

Blessés ou endommagés. Ces systèmes peuvent être des capteurs mécaniques, tactiles ou sans contact qui utilisent des lasers, des radars, des infrarouges ou des ultrasons pour balayer la zone à venir et s'arrêter en cas d'obstacle.

Malgré toutes ces caractéristiques de sécurité, certains aspects du fonctionnement de l'AGV peuvent toujours être dangereux, comme le transfert de charge. L'approche la plus simple pour éliminer les risques pour les gens est de limiter l'accès aux zones de travail concernées. Si cela n'est pas possible, des marquages au sol ou des zones dangereuses désignées peuvent être utilisés. [1]

On peut aussi utiliser des signaux d'avertissement visuels et acoustiques également être utilisés avec des capteurs spéciaux pour reconnaître les personnes et autres obstacles. Aux intersections sont également des zones où il peut être utile d'introduire des mesures de sécurité supplémentaires telles que des feux de circulation ou des miroirs paraboliques si les AGV et les humains doivent travailler dans la même zone. [8]

I.2.6 Types des AGV

À l'heure actuelle, Il existe un grand nombre de véhicules dans la famille AGV, dont la conception, la taille et la fonctionnalité varient considérablement en fonction de l'application à laquelle ils sont destinés. Différents véhicules guidés automatisés sont capables d'effectuer un, plusieurs ou éventuellement tous les mouvements suivants : trier, transporter, l'arrimage, livrer ou assembler des matériaux. De plus, il existe plusieurs façons de spécialiser les AGV ou de le rendre plus précis pour les besoins de son application. Par exemple, un véhicule peut être équipé de capteurs de détection infrarouge, qui l'aident à mieux comprendre son environnement. Il peut également être équipé de pare-chocs pour le protéger en cas d'accident. Généralement, les véhicules guidés automatisés utilisent des batteries industrielles, mais ils peuvent également utiliser des moteurs électriques ou d'autres formes d'énergie. Les besoins en énergie changent en fonction de l'application. Il existe trois types d'AGV sont les AGV à traction, AGV chariots élévateurs et AGV Lourde charge. Chacun est conçu pour effectuer des opérations répétitives telles que la livraison de matières premières, le maintien de charges stables et l'exécution de tâches simples. Contrairement aux travailleurs humains, les AGV fonctionnent en continu et n'ont besoin de s'arrêter que pour le chargement ou la maintenance. [8,9]

I.2.6.1 AGV à traction

Les AGV de traction, ou les remorqueurs (également appelés remorqueurs d'entrepôt) peuvent remorquer des charges de plusieurs tonnes, ce qui réduit les risques liés à l'utilisation de gros équipements lourds. Ils sont capables de déplacer des charges allant de 10 000 à 50 000 livres. Les Véhicules Lourds Remorqués AGV peuvent tracter des sous-ensembles,

Composants de machines, des équipements et d'autres matériaux qui ne sont pas sûrs pour le travail manuel. [9]



Figure I. 13 : AGV à traction [9]

I.2.6.2 AGV chariots élévateurs

Les AGV chariots élévateurs sont mécanisés qui peuvent récupérer des stocks, placer des matériaux et déplacer et empiler des palettes. Ils alimentent les machines automatisées et emmènent les produits finis vers le stockage ou les placent pour l'expédition. Les AGV pour chariots élévateurs sont économiques et rentables en remplaçant les opérateurs de chariots élévateurs et les opérateurs Hi-Lo qui nécessitent une licence et une formation. Les chariots élévateurs AGV peuvent déplacer de gros rouleaux de papier, des bobines d'acier, des moteurs et des véhicules sur n'importe quelle distance en fonction de leur programmation. [9]



Figure I. 14: AGV chariots élévateurs [9]

I.2.6.3 AGV Lourde charge

Bien que les AGV à traction et AGV chariots élévateurs soient capables de manipuler de grandes charges, certaines industries telles que l'aviation, les fabricants de grands véhicules de construction et les constructeurs de navires ont besoin d'AGV capables de manipuler d'énormes charges allant jusqu'à 250 000 livres. Pour ces processus, les fabricants d'AGV ont créé des machines avec de grandes bases, des roues solides et de larges plateformes. Dans de nombreux cas, cette forme d'AGV doit être conçue sur mesure pour répondre exactement aux exigences de l'industrie du client. Les AGV à charge unitaire ont pour fonction spécialisée de transporter des cartons, des palettes, des marchandises et des racks trop lourds pour être déplacés par d'autres moyens. Ils sont conçus pour déplacer des marchandises et des matériaux lourds dans des entrepôts ou des installations de stockage. Contrairement aux AGV chariots élévateurs et à traction, une palette de charge unitaire ou une palette de charge unitaire est une plaque plate qui transporte une ou plusieurs unités individuelles vers des convoyeurs, des racks, un stockage automatisé et divers types de récupération de système. Tout comme les assiettes, elles suivent généralement des chemins dans les deux sens, répétitifs et inchangés. [9]



Figure I. 15: AGV Lourde charge [9]

I.3 Définition de l'énergie renouvelable :

Les énergies renouvelables sont toutes les énergies que la nature constitue ou reconstitue plus rapidement que l'Homme ne les utilise. À l'échelle du temps humain. Elle peut donc être considérée comme inépuisable Exemple :

- Vent : éolienne
- Soleil : thermique, photovoltaïque, thermodynamique.
- Chaleur terrestre : géothermie.

I.3.1 L'énergie solaire :

L'énergie solaire provient de la fusion nucléaire qui a lieu au centre du soleil. Elle se propage dans le système solaire et dans l'univers essentiellement sous forme de rayonnement électromagnétique de photons et de rayonnement infrarouge. L'énergie solaire reçue en un point du globe dépend de : De la latitude, de la saison et de l'heure de la journée, qui influent sur la hauteur du soleil et donc sur l'énergie reçue au sol par unité de surface, et de la couverture nuageuse qui dépend du climat local. La distance de la terre au soleil est d'environ 150 millions de kilomètres et la vitesse de la lumière est d'un peu plus de 300 000 km / h, pour nous atteindre les rayons du soleil mettent 8 minutes. La constante solaire est la densité de l'énergie solaire qui atteint la frontière extérieure de l'atmosphère face au soleil.

Au niveau du sol, la densité d'énergie solaire tombe à 1000 W/m² en raison de l'absorption atmosphérique. Albert Einstein, en travaillant sur l'effet photoélectrique, a découvert que la lumière est non seulement ondulatoire, mais que son énergie est portée par des photons, des particules.

L'énergie d'un photon est donnée par: [4]

$$E = h * \frac{c}{\lambda}$$

- λ : la longueur d'onde de la lumière.
- h : la constante de Planck.
- c : la vitesse de la lumière.

, plus l'énergie du photon est élevée, plus la longueur d'onde est courte, et la manière correcte d'exprimer cette énergie est ::

$$E = \frac{1.24}{\lambda}$$

I.3.2 Qu'est-ce qu'un Rayonnement solaire

Le soleil est une étoile naine qui se compose de 74% d'hydrogène, 25% d'hélium et d'une fraction d'éléments plus lourds, sa température à la surface est d'environ 5530°C. [10]

I.3.2.1 Direct rayonnement

Le rayonnement direct est la différence entre le rayonnement global et le rayonnement diffus.

I.3.2.2 Diffus

Ceci est dû à l'absorption et à la diffusion d'une partie du rayonnement solaire par l'atmosphère et à sa réflexion par les nuages et le souffle atmosphérique.

I.3.2.3 Réfléchi ou l'albédo du sol

Il s'agit du rayon réfléchi par la terre ou les objets à sa surface. Cet albédo peut être important lorsque le sol est particulièrement réfléchissant (eau, neige, etc.). [10]

I.3.2.4 Global

Le rayonnement dans le monde est divisé en rayonnement direct et diffus avec une réflexion de la terre). Dans la figure ci-dessous est schématisé l'ensemble des rayonnements solaires reçus sur une surface terrestre. [10]

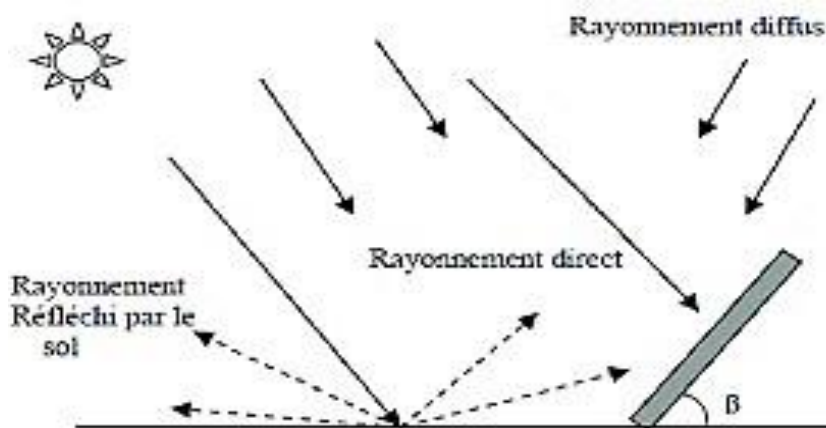


Figure I. 13 : l'ensemble des rayonnements solaires reçus sur une surface terrestre

I.3.3 Définition d'un system photovoltaïque

Un système PV (photovoltaïque) est un ensemble d'éléments (composants) qui utilisent l'énergie solaire pour produire de l'électricité. Ces composants sont essentiellement les champs photovoltaïques, le conditionnement de puissance, les systèmes de stockage (dans certains cas) et les charges. Le conditionnement de puissance peut comprendre : un régulateur séparé, un régulateur avec un convertisseur (DC/DC ou/et DC/AC), ou un convertisseur séparé. Un exemple de système plus détaillé est illustré dans Figure I. 17. [11]

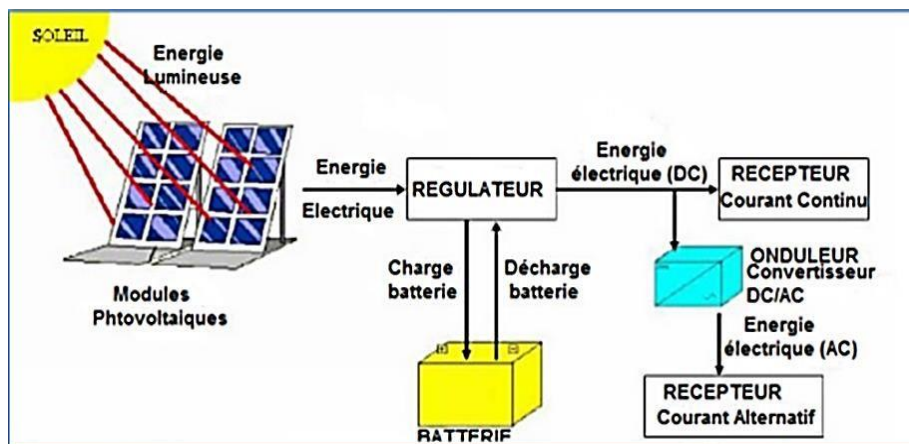


Figure I. 17 : exemple d'un système photovoltaïque

I.3.3.1 Composants et fonctionnement du système photovoltaïque

Alors le photovoltaïque est le processus de conversion de la lumière du soleil en énergie, et cette énergie est électrique. Le système est composé de plusieurs éléments pour le faire fonctionner:

1- Les cellules solaires se présentent sous différentes formes,

2- Panneaux constitués de cellules solaires à base de silicium : produisent du courant continu lorsqu'ils sont soumis à la lumière du soleil. Le silicium est un matériau dit semi-conducteur

3- Un onduleur ou micro-onduleur : pour transformer l'énergie collectée par les modules en courant alternatif (onduleur qui contient un contrôleur de charge).

4- Les câbles et un dispositif de protection de l'installation

5- Un compteur électrique spécial pour compter l'électricité produite. [12]

I.3.3.2 Panneaux photovoltaïques

I.3.3.3 Définition

Un panneau photovoltaïque est constitué de plusieurs cellules en série ou en parallèle afin d'obtenir une tension souhaitée. Les cellules photovoltaïques ou solaires sont des modules photovoltaïques WC.

I.3.3.4 Cellule de panneau photovoltaïque

Cellules solaires ou cellules photovoltaïques. Grâce à elle, la lumière du soleil est directement convertie en électricité, à l'aide de semi-conducteurs comme le silicium extrait du sable pur. En règle générale, les matériaux de ces cellules sont soit des matériaux cristallins épais tels que le silicium cristallin, soit des matériaux amorphes minces tels que le silicium amorphe a-Si et le cadmium (tellurure CdTe) ou (di séléniure de cuivre et d'indium CuInSe_2 , ou CIS) ou un matériau de précipitation comme un couche au-dessus d'une lame semi-conductrice en arséniure de gallium (GaAs).

I.3.3.5 Cellule photovoltaïque (principe de fonctionnement)

, En effet une cellule est constituée de deux couches minces d'un semi-conducteur, ces deux couches sont dopées différemment :

Pour la couche N, apport d'électrons périphériques · Ces deux couches présentent ainsi une différence de potentiel. L'énergie des photons Lumineux captés par les électrons périphériques (couche N) leur permet de franchir la barrière de potentiel et d'engendrer un courant électrique continu. Pour effectuer la collecte de ce courant, des électrodes sont déposées par sérigraphie sur les deux couches de semi-conducteur [15] pour la couche P, déficit d'électrons

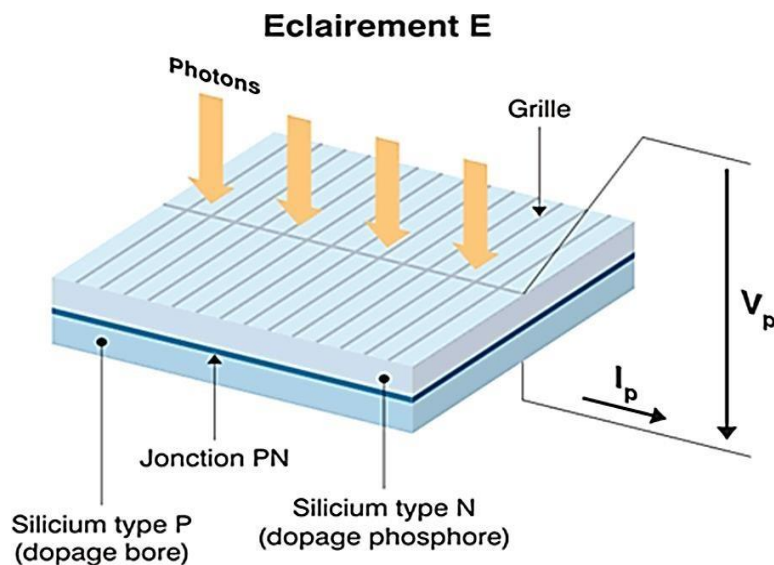


Figure I. 18 : Schéma d'une cellule photovoltaïque

D'une autre façon Lorsque les photons qui constituent la lumière solaire viennent frapper la cellule PV, ils sont absorbés en grande partie par celle-ci. Ce phénomène libère les électrons contenus dans le matériau. En se déplaçant, ces électrons créent un courant électrique. En plaçant des contacts métalliques sur la face supérieure et inférieure de la cellule, ce courant peut alors être capté et utilisé à l'extérieur de cette cellule comme le

Montre la figure I. 19. La tension générée peut varier entre 0.3V et 0.7V en fonction du matériau

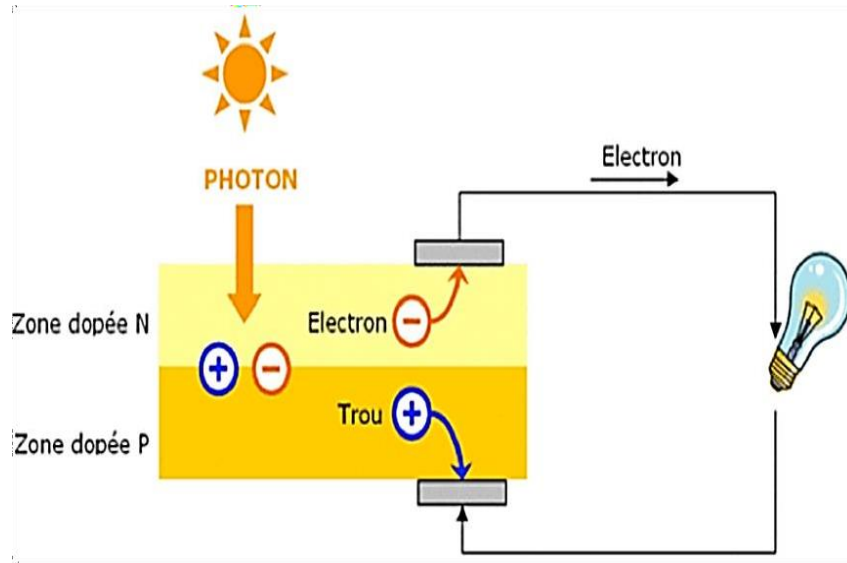
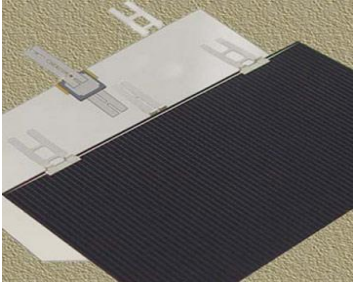
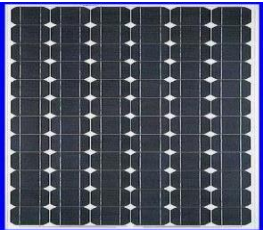




Figure I. 19: Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

I.3.3.6 Différents types des cellules de panneaux photovoltaïques

	Définition	Avantages	Inconvénients
<p>Cellule multi-jonction</p> 	<p>Les cellules multi-jonction sont composées de différentes couches qui permettent de convertir différentes parties du spectre solaire et ainsi d'obtenir les meilleurs rendements [18]</p>	<p>Rendement inégalé</p>	<p>Pas d'application commerciale Rendement record en laboratoire : environ 40% Développé pour les applications spatiales, ce type de cellule n'est pas encore commercialisable</p>

<p>Cellule en silicium monocristallin</p> 	<p>. Ces cellules sont en général d'un bleu uniforme.[16][18]</p>	<p>Très bon rendement Durée de vie importante (+/- 30 ans)</p>	<p>Coût élevé Rendement faible sous un faible éclairage Rendement module commercial : 12 à 20% Rendement record en laboratoire : environ 25% éclairage</p>
<p>Cellule en silicium polycristallin</p> 	<p>Ce genre est également bleu, mais pas uniforme, on distingue des motifs créés par les différents cristaux.[16][17][18]</p>	<p>Bon rendement Durée de vie importante (+/- 30 ans)</p>	<p>Rendement faible sous un faible éclairage Rendement module commercial : 11 à 15% Rendement record en laboratoire : environ 20% Ce type de cellules ont pour l'instant le meilleur rapport qualité / prix</p>
<p>Cellule sans silicium en couche mince CIS</p>	<p>Les cellules CIS représentent la nouvelle génération de cellules solaires sous forme de films minces, de type cuivre-indium-sélénium (CIS).</p>	<p>Permet d'obtenir les meilleurs rendements par rapport aux autres cellules photovoltaïques en couche mince Permet de s'affranchir du silicium Les matériaux utilisés ne causent pas de problème de toxicité [18]</p>	<p>Les cellules en couche mince nécessitent une surface plus importante Rendement module commercial : 9 à 11% Rendement record en laboratoire : environ 19,3%</p>

<p>Cellule silicium amorphe en couche mince</p> 	<p>. La cellule est grise très foncé ou marron. C'est la cellule des calculatrices et des montres dites "solaires"[16][17][18]</p>	<p>Fonctionnent avec un éclairage faible Bon marché Moins sensible aux températures élevées</p>	<p>Rendement faible, Durée de vie courte (+/- 10 ans), performances qui diminuent fct du temps record en laboratoire : environ 13,4%</p>
--	--	---	--

I.3.3.7 Rendement de la cellule photovoltaïque

Ce facteur définit le taux de conversion de l'énergie lumineuse en énergie électrique, il représente le rapport de la puissance fournie rapportée à celle du rayonnement incident :

$$STC = \frac{p_m}{ESTC * S_{cellule}}$$

η_{stc} : Le rendement de la cellule PV.

P_m : La puissance produite par le générateur PV.

ESTC : L'éclairement absorbé par cellule.

$S_{cellule}$: surface de la cellule (m)

I.3.4 Type des systèmes PV

Selon la manière dont l'énergie est utilisée, il existe trois différents types de systèmes

PV : comme les systèmes autonomes, les systèmes hybrides et les systèmes raccordés au réseau [20]

I.3.4.1 Systèmes autonomes

C'est une installation qui fonctionne indépendamment du réseau électrique ou de toute autre source. Elle est utilisée pour alimenter la majorité des consommateurs existants, tels que les maisons, les chalets, les camps et les usines dans les régions éloignées, et pour des applications telles que la surveillance et le pompage de l'eau. Le schéma général d'un système PV autonome est illustré à la figure I. 20. [21]

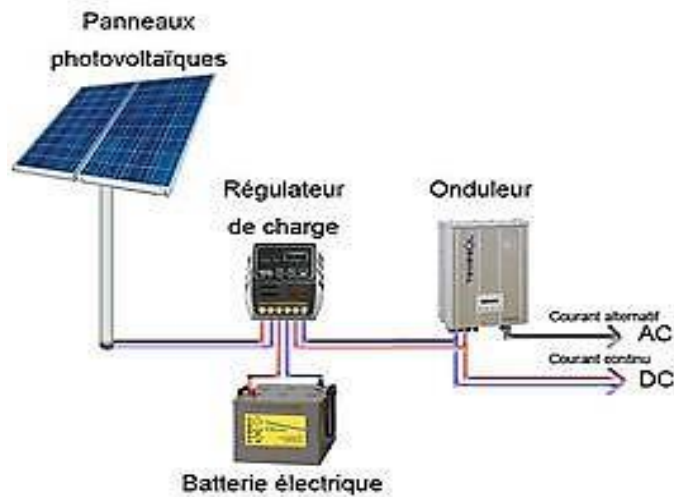


Figure I. 20 : Système PV autonome avec batterie

I.3.4.2 Système hybrides

Ce système intègre un photovoltaïque et un autre générateur : éolien, générateurs, système hydroélectrique et parfois le réseau électrique public. Ces systèmes sont particulièrement applicables aux endroits éloignés à tout moment, où les coûts de transport du carburant sont élevés [20].

Ils sont souvent utilisés dans de nombreuses applications d'importance critique et stratégique telles que les relais télécoms, les postes frontières, etc., en dehors du réseau électrique traditionnel. [22]

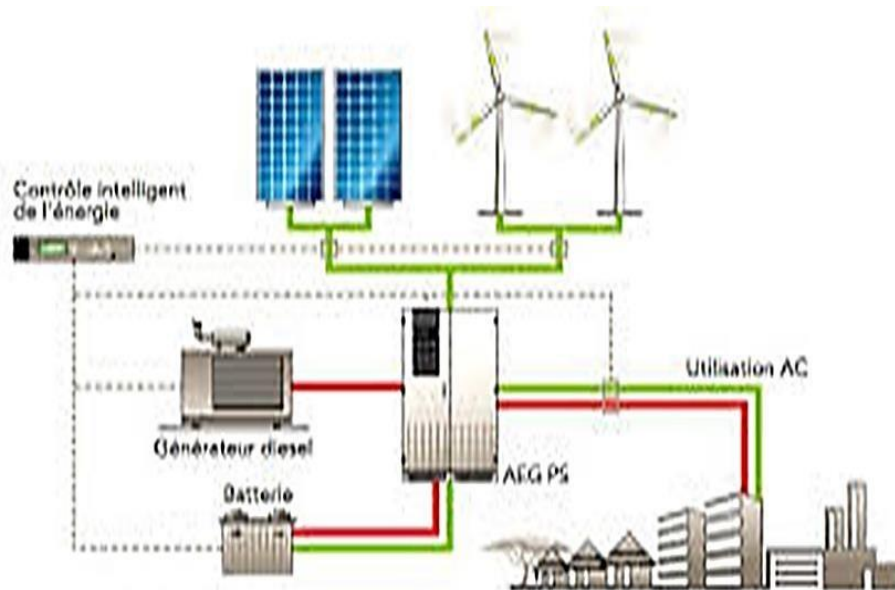


Figure I. 21 : Les systèmes PV hybrides

I.3.4.3 Systèmes raccordés aux réseaux

Dans ces systèmes, le générateur est directement couplé au réseau électrique. Le système photovoltaïque connecté au réseau est équipé de convertisseurs pour adapter l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques. Ces convertisseurs sont constitués d'un hacheur avec MPPT, d'un filtre, d'un onduleur et d'une électronique appropriée pour assurer l'adaptation de l'amplitude et de la fréquence au réseau.

Le gros avantage de cette solution est l'absence de batterie. On ne stocke plus l'énergie, on l'injecte directement dans le réseau local... [23].

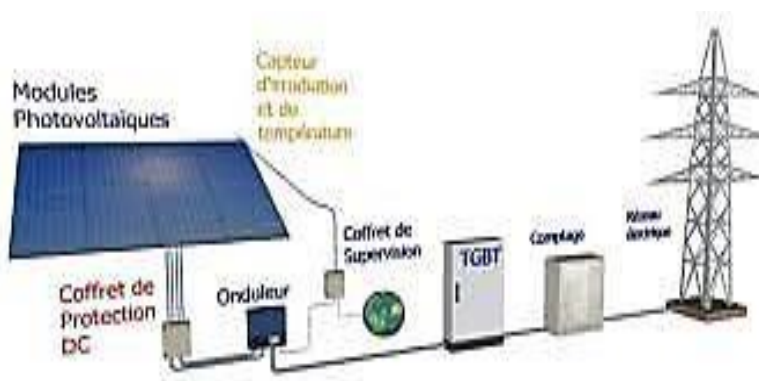


Figure I. 22: Structure d'un système PV connecté au réseau

I.3.5 Générateur PV

La cellule, principal composant d'un système PV, a été synthétisée pour la première fois par des chercheurs des Laboratoires Bell aux États-Unis dans les années 1950 [19]. C'est un générateur de puissance très faible par rapport aux besoins de la plupart des applications. La cellule primaire fournit tout au plus quelques watts sous une tension inférieure à un volt [24]

Pour produire plus d'énergie, plusieurs cellules doivent être connectées ensemble pour créer un module PV. Les modules PV sont également reliés entre eux pour créer une matrice PV. La connexion des cellules en série augmente facilement la tension totale, tandis que leur connexion en parallèle augmente le courant. Par conséquent, le câblage en série et/ou en parallèle est utilisé pour obtenir une matrice PV avec les caractéristiques souhaitées. [20]

I.3.6 Branchements des panneaux PV

I.3.6.1 En série \cong Association en série

Après avoir ajouté des cellules ou des unités identiques en série, le courant de dérivation reste le même mais la tension augmente pour correspondre au nombre de cellules (unités) dans la série. Figure (I 23) [25] :

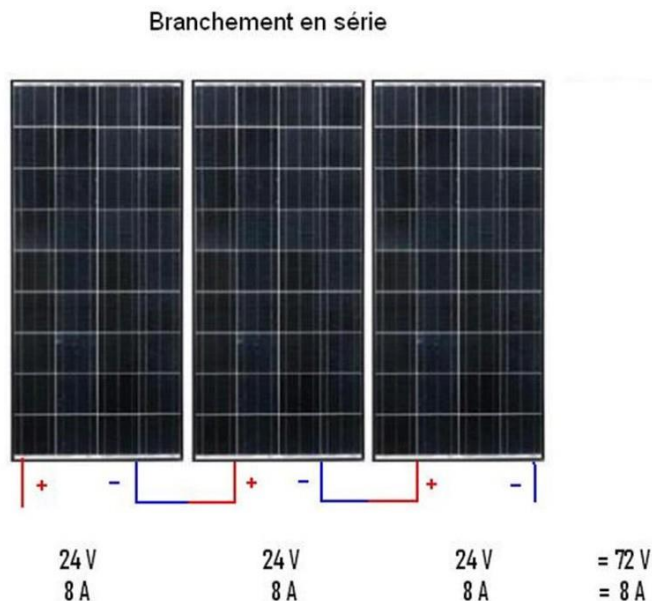


Figure I. 23 : Branchement en série des panneaux PV

A noter que si les tensions V s'accroissent systématiquement, c'est A la moins intense qui prime dans le cas de panneaux solaires dépareillés.

Imaginez que dans ces trois panneaux, dont un de 4 ampères, le courant total serait de 4 ampères même si les autres panneaux étaient à 8 ampères.

Par contre si on a $24V + 12V + 10V = 46V$. L'inconvénient du branchement en série c'est qu'il y a une perte de puissance si un seul des panneaux est ombragé (arbre, bâtiment, cheminée...)

Si le panneau est ombragé, il perdra de son intensité et il déterminera l'intensité des autres panneaux.

Puissance en plein soleil : $72 \text{ volts} \times 8 \text{ ampères} = 576 \text{ watts}$

Avec une ombre sur un panneau, disons qu'il tombe à 4A (tous les panneaux seront à 4A)

$72 \text{ volts} \times 4 \text{ ampères} = 288 \text{ watts}$ (demi-perte)

Il est donc nécessaire d'étudier l'emplacement des panneaux solaires.

I.3.6.2 Branchement en parallèle e branchement en série

En ajoutant les modules identiques en parallèle, la tension de la chaîne est égale à la tension de chaque module et le courant augmente proportionnellement au nombre de modules en parallèle dans la chaîne. [25]

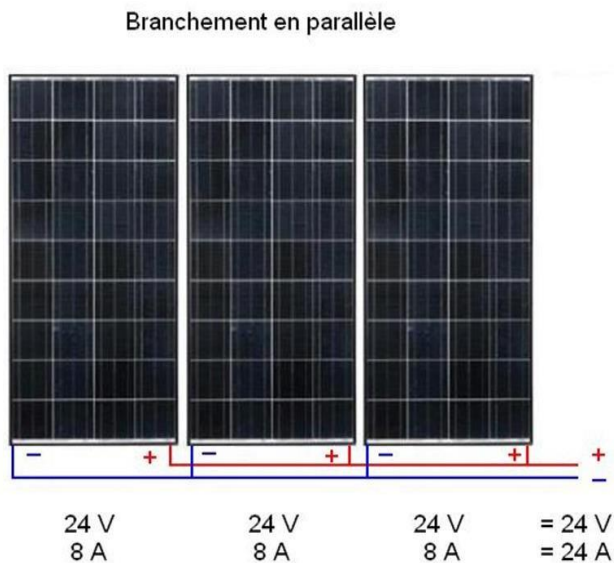


Figure I. 24 : Branchement en parallèle des panneaux PV

Cette connexion n'est possible qu'avec des panneaux de même tension. Contrairement à la connexion en série, il n'est pas possible d'avoir des panneaux de 24 V et un autre de 18 V par exemple.

Dans ce sens, alors il faut rajouter de la densité ! C'est la connexion parfaite lorsque vous avez besoin de plus d'intensité.

Aussi c'est le bon montage lorsqu'il y a une ombre sur les panneaux PV, revenons au premier exemple.

Puissance en plein soleil :

$$24 \text{ V} \times 24 \text{ A} = 576 \text{ W} \text{ (exactement comme le montage en série)}$$

Avec un ombrage et une peinture qui tombe à 4 ampères d'intensité

On a toujours 24 volts de tension et $8 \text{ A} + 8 \text{ A} + 4 \text{ A}$ d'intensité car en montage parallèle l'intensité s'ajoute alors qu'en série en série la plus petite prime.

$$24 \text{ V} \times 20 \text{ A} = 480 \text{ W} \text{ (nous avons 288 W dans le montage en série)}$$

I.3.7 Avantages et inconvénients des systèmes photovoltaïques

I.3.7.1 Avantages

- La modularité des panneaux photovoltaïques permet un montage simple et une adaptation aux besoins énergétiques.

Avec des applications de puissance allant des milliwatts aux mégawatts, la taille des systèmes peut être déterminée

- Coûts d'exploitation très faibles en raison d'un entretien réduit et ne nécessite pas de carburant, de transport ou de personnel hautement qualifié.

Haute fiabilité, sans pièces mobiles, ce qui le rend particulièrement adapté aux zones reculées.

- Cette technologie présente des qualités au niveau environnemental car le système photovoltaïque est non polluant et silencieux et ne cause aucune nuisance à l'environnement.

I.3.7.2 Inconvénients

- La fabrication de modules PV nécessite des investissements à un coût initial élevé.

- Le rendement réel de conversion unitaire est faible (la limite théorique pour une cellule en silicium cristallin est de 28%).

L'onduleur ne restitue pas 100% de l'énergie produite.

I.4 Batteries

Qu'est-ce qu'une batterie?

Une batterie électrique est un composant électrochimique, avec des électrodes positives et négatives faites de différents alliages immergés dans un électrolyte acide.

Le kit est conditionné dans un récipient fermé ou équipé d'un bouchon de remplissage et d'un trou ventilé. Tant qu'elle n'est pas complètement déchargée ou surchargée pendant une longue période, les réactions d'oxydo-réduction qui régissent le fonctionnement de la batterie peuvent être inversées. [25]

I.4.1 Batteries photovoltaïques :

Les batteries solaires stockent l'énergie électrique générée par les panneaux pendant que le soleil brille pendant la journée.

La batterie de voiture ne peut pas être utilisée dans les systèmes PV car elle est conçue pour vous fournir une grande quantité de charge électrique en peu de temps. Parce que la batterie de voiture se détériore après une courte période.

C'est pendant cette période que le moteur démarre et le reste du temps est chargé par la dynamo de la voiture. Cela contraste avec les batteries solaires, qui sont conçues pour être chargées tant que le soleil brille, puis déchargées pendant la nuit et peuvent effectuer le

Processus de charge pendant une longue période et à faible courant., ainsi que la possibilité de décharger. Grossesse depuis longtemps

Elle se charge et se décharge également jusqu'à 50 % pour vivre 3 000 cycles possibles, par rapport à une batterie de voiture qui ne vivra pas plus de 100 cycles lorsqu'elle est déchargée jusqu'à 50 %. La batterie à charge profonde peut décharger complètement sa charge sans être endommagée 200 fois, tandis que la batterie de la voiture ne peut supporter que 12 à 15 temps de décharge.

Durée de vie des batteries photovoltaïque	autonomie de la batterie de la voiture	Profondeur de décharge
250–350 cycles	12 à 15 cycles	100 %
2 000 à 3 500 cycles	100 à 120 cycles	50 %
Plus de 4000 cours	30 à 150 cycles	30 %

Tableau I. 2: la différence entre les deux types de batteries [26]

I.4.2 Différents types de batteries PV (avantages et inconvénients)

Il existe quatre principaux types de cellules solaires utilisées pour stocker l'électricité produite dans les dispositifs photovoltaïques : les batteries au plomb (plomb ouvert, AGM et gel) et les batteries au lithium.

I.4.2.1 Batterie plomb ouvert



Figure I. 25 : exemple des batteries plomb ouvert

Les batteries au plomb étaient la seule technologie de stockage de batterie solaire pratique jusqu'à récemment. Les cellules solaires artisanales de ce type conviennent particulièrement aux solutions liquides d'acide sulfurique. C'est le même type de batterie que vous avez dans votre voiture, mais la version de stockage solaire est beaucoup plus grande. Au lieu de cela, ils sont stockés dans un endroit frais ou climatisé, l'endroit doit également être ventilé, car les batteries au plomb libèrent de l'hydrogène gazeux lors de la charge. Evitez également de l'installer à l'extérieur car il peut geler à cause du froid ! Il est connu pour sa

Technologie éprouvée et son prix abordable, ce qui le maintient toujours en usage, bien qu'il existe aujourd'hui d'autres modèles plus raffinés sur le marché. Il est principalement utilisé

Pour la deuxième aile qui est peu utilisée pour mieux conserver sa durée de vie. Par conséquent, les batteries au plomb ont l'avantage d'un faible coût initial, mais au détriment de l'entretien - chaque mois, vous devez vérifier le niveau d'eau et ajouter de l'eau distillée pour le maintenir. [26]

Avantages:

- ✓ Pas cher
- ✓ Technologie fiable, robuste et éprouvée

Inconvénients :

- Faible durée de vie (400-500 cycles), on la conseille pour des utilisations irrégulières.
- Profondeur de décharge entre 60 et 80 %

I.4.2.2 Batterie AGM PV



Figure I. 26 : Batterie photovoltaïque AGM

Une batterie au plomb se présente sous forme scellée. Son principal avantage est le fait qu'il ne nécessite pas d'entretien. Il est également étanche et ne dégage pas d'hydrogène ni de chaleur lors des cycles de charge ou de décharge. Plus adapté à un usage quotidien, il peut être utilisé régulièrement sans affecter ses performances. Comme toutes les batteries au plomb, la batterie solaire AGM est particulièrement sensible à la surchauffe. Il est également plus cher que sa version plomb-acide ouvert et a un cycle de vie médiocre ainsi qu'une profondeur totale de décharge pouvant atteindre 80%. [26]

Avantages:

- ✓ Ne nécessite pas d'entretien
- ✓ Ne dégage pas d'hydrogène ou de chaleur

Inconvénients :

- Son cycle de vie est relativement faible (600-700 cycles)
- Profondeur de décharge d'environ 80% dans la plupart des cas

I.4.2.3 Batterie PV Gel



Figure I. 27 : Batterie photovoltaïque GEL

Les batteries au plomb sont un excellent produit. Les batteries au gel, comme les batteries AGM, sont scellées et ne nécessitent aucun entretien sous forme d'ajout d'eau distillée. A 50% de décharge, elle peut durer plus de 1000 cycles. En termes de durée de vie, cela représente 6 à 10 ans pour une application solaire. Notez toutefois que les batteries au gel ne supportent pas les taux de charge et de décharge élevés. Elle nécessite donc une application d'équarrissage lent pour optimiser son nombre de cycles. Son coût est également élevé : deux fois celui d'une batterie au plomb. [26]

Avantages:

- ✓ Ne nécessite pas d'entretien
- ✓ Ne dégage pas dihydrogène ou de chaleur
- ✓ Profondeur de décharge d'environ 50 %

Inconvénients :

- Double du prix d'une batterie plomb ouvert : entre 250 et 500 € pour 1 kWh
- Sensible au rythme élevé de charge et de décharge : elle doit avoir une application en décharge lente.
- Toxique pour l'environnement

I.4.2.4 Batterie solaire maison lithium



Figure I. 28 : Batterie photovoltaïque lithium de LG

Les batteries photovoltaïques au lithium incarnent l'innovation d'aujourd'hui et de demain et font partie des batteries les plus populaires sur le marché. En pleine expansion, Cette technologie se retrouve partout dans la vie., comme en témoigne la "nouvelle batterie au lithium complète" de Tesla. Les batteries lithium-ion sont plus légères et plus compactes que les autres. Elle peut également être déchargée plus profondément que les autres batteries. Particulièrement recherché pour sa longue durée de vie : Il peut atteindre 6000 cycles avec 80% de taux de décharge. En termes de bilan écologique, la batterie a un taux de recyclage proche de 70% Son principal inconvénient, du moins pour le moment, est qu'elle est beaucoup plus chère que les batteries plomb-acide pour le même stockage [26]

Avantages:

- ✓ Meilleure durée de vie du marché : jusqu'à 6000 cycles Elle peut être déchargée plus profondément que les batteries au plomb
- ✓ Ne nécessite pas d'entretien
- ✓ Recyclable à 70 %

Inconvénients :

- Prix onéreux : entre 600 et 1000 € pour 1 kWh
- Même capacité de stockage que les autres technologies au plomb pour un prix prohibitif, ce qui en fait un investissement peu rentable

I.4.3 Tableau récapitulatif

	Lithium	Plomb ouvert	AGM	Gel
La durée de vie	Bonne vie durée + (10 ans)	Faible (3-5 ans)	vie (4 ans)	Bonne (6-10 ans)
le produit valeur	Cher, mais recyclable à 70%	Peu cher	Faible	Le prix élevé
Le polyvalence	Légère et compacte	Besoin de dégageant de hydrogène	Sans entretien et étanche	Pas d'entretien et étanche
Le Prix (au kW)	800-1000€	100-250€	200-250€	200-500€
Utilisation	Meilleure option pour l'exploitation de l'énergie solaire par sa polyvalence et sa durabilité	Pour utilisation hors de réseau le Meilleur choix	Meilleure option pour une utilisation de secours	Option idéal pour une utilisation en site isolé ou camping-car.

Tableau I. 3 : la différence entre les batteries PV [28]

I.4.4 Choisir une batterie photovoltaïque

Les considérations lors du choix d'une batterie incluent évidemment le coût, la durée de vie, la capacité de stockage et la profondeur de décharge

I.4.4.1 Capacité de stockage des batteries photovoltaïques

L'énergie stockée dans la batterie correspond à la capacité de la batterie et est mesurée en wattheures (Wh), kilowattheures (kWh) ou ampères-heures (Ahr). Déterminer la quantité d'énergie qu'une cellule solaire peut stocker.

La puissance de la cellule solaire (en watts/heure) est calculée en multipliant la puissance de la cellule (en ampères, Ah) par la tension en volts.

Exemple : Une batterie 12V d'une capacité de 500Ah peut stocker environ $100Ah \times 12V = 1200Wh$ soit 1,2kWh [27].

I.4.4.2 Profondeur de décharge de la batterie PV

Afin de prolonger la durée de vie des batteries solaires, celles-ci ne sont pas complètement déchargées. C'est pourquoi les batteries sont "surdimensionnées" par rapport à l'installation en place, afin qu'elles ne se déchargent pas au-delà d'un certain seuil. Si le fabricant fixe cette limite à 50 %, par exemple, alors seuls 50 % de la capacité de la batterie peuvent être utilisés, pas plus. [27]

I.4.4.3 Espérance de vie de la batterie PV

En général, la durée de vie d'une batterie est mesurée par le nombre de cycles qu'elle peut effectuer avant de cesser de fonctionner, La capacité de chaque batterie diminue lentement avec le temps et avec la profondeur de la décharge quotidienne. Moins une batterie a de cycles, plus elle s'use rapidement. Elle devient rapidement inefficace lorsqu'elle perd environ 20 % de sa capacité initiale. Aujourd'hui, les batteries au lithium sont considérées comme les plus efficaces, avec une durabilité allant jusqu'à 6000 cycles ! [27] [28]

I.4.4.4 Garantie

Les batteries au plomb ont généralement une garantie de deux ans (2 ans) et les garanties les plus longues concernent les batteries au lithium d'une durée de vie allant jusqu'à 10 ans. [28]

I.4.4.5 Coût

Évidemment, le coût sera le facteur décisif dans votre décision. Les prix varient selon le type et la taille, allant de 200 à 2000 euros pour les plus petites capacités, et jusqu'à 6000 euros pour les plus grosses batteries. [28]

I.4.5 Comment connecter le réseau de batteries PV

De la même manière que les cellules sont connectées, les batteries sont connectées et obtiennent des valeurs nominales différentes pour la tension et le courant. Le réseau est constitué de plusieurs batteries connectées en parallèle ou en série pour atteindre la tension nominale requise. La connexion en série double la tension et maintient le courant constant. Par exemple, si vous connectez deux batteries de 100 ampères et 12 volts respectivement, la tension totale sera de 24 volts, laissant 100 ampères. Lorsqu'il est connecté en parallèle, le courant double et la tension reste constante. [29]

I.4.5.1 Dans une connexion en série

Connectez la borne positive (+) d'une batterie à la borne négative (-) de la batterie opposée. Le pôle positif (+) de la première batterie et le pôle négatif de la dernière batterie sont utilisés pour se connecter au contrôleur de charge. Comme vous pouvez le voir sur la Figure I. 29. Exemple :

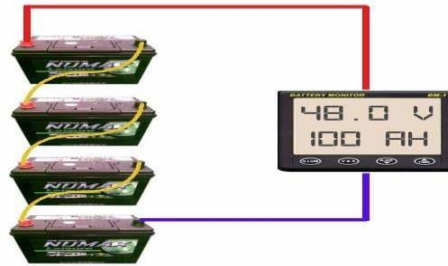


Figure I. 29 : Batteries photovoltaïque en série

I.4.5.2 Connexion en parallèle

Consiste à connecter le contact positif (+) d'une batterie au contact positif (+) de la batterie suivante. Il en va de même pour le côté négatif. Le négatif (-) de la première batterie se connecte au négatif (-) de la batterie suivante. Le pôle positif (+) de la batterie principale et le pôle négatif de la dernière batterie sont utilisés pour se connecter au régulateur de charge. L'avantage de la connexion du système aux extrémités est que les cycles de charge et de décharge se déroulent de manière équilibrée et augmentent la durée de vie des batteries. Et comme il est clair sur la Figure (I. 30), 4 batteries de 100AH de 12 volts ont été connectées pour obtenir une matrice de 12 volts et une capacité de 400AH. [28] [29]



Figure I. 30 : Batteries photovoltaïque en série

I.4.5.3 Batteries sont connectées en série et en parallèle en même temps

Dans certains cas, Un ensemble de chaînes est créé et une chaîne est un groupe de batteries connectées en série. Toutes les séries ont des tensions identiques en fonction de la spécification du régulateur de charge. Enfin, ces séries sont connectées en parallèle pour atteindre l'ampère et la capacité de stockage requise du tableau. Le pôle positif (+) de la première série et le pôle négatif de la dernière série sont utilisés pour se connecter au

Régulateur de charge. En fait, cette méthode de connexion est très naturelle et le nombre de chaînes connectées en parallèle ne doit jamais dépasser trois. Et comme le montre la figure (I.31), 4 batteries 100AH de 12 volts ont été connectées pour obtenir une matrice de 24 volts et une capacité de 200AH. [28]

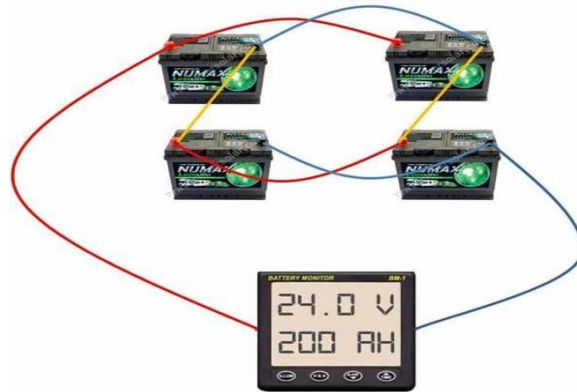


Figure I. 31 : Batteries photovoltaïque en série et en parallèle en même temps

I.4.5.4 Meilleure façon de connecter les batteries à partir du dessin

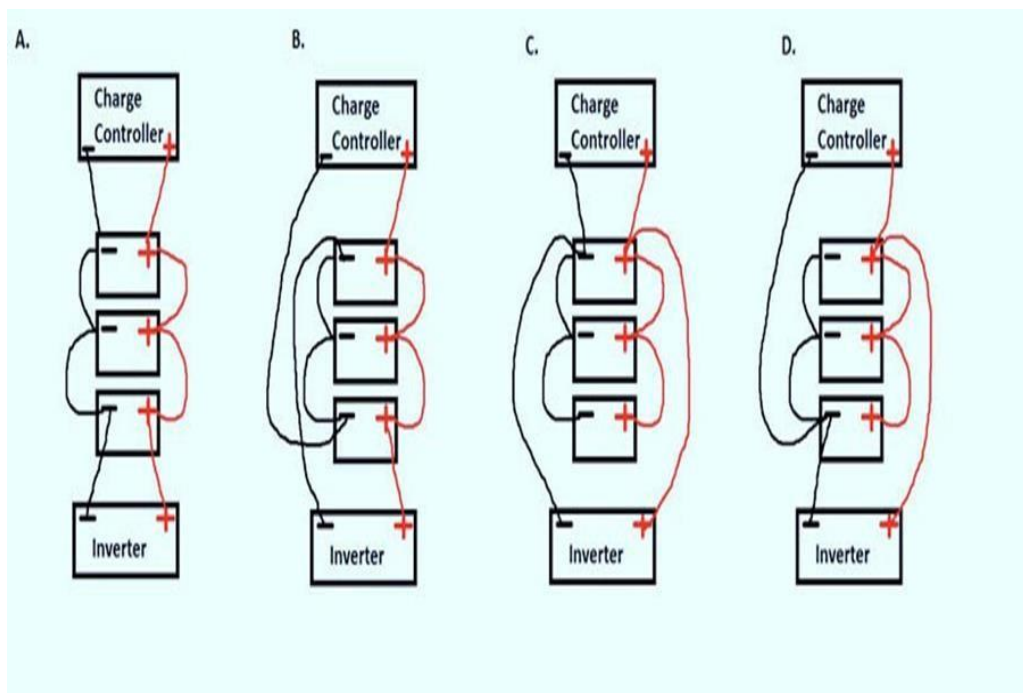


Figure I. 32 : façons de connecter les batteries PV

- ❖ Dans le premier cas **A**, la charge est concentrée dans la batterie primaire, ce qui la fait chauffer et raccourcir sa durée de vie, et la décharge est concentrée dans la dernière batterie, la faisant se décharger avant le reste des batteries.
- ❖ Les cas **B** et **D** sont des méthodes de connexion raisonnables où la charge et la décharge de toutes les batteries sont effectuées de manière égale, prolongeant la durée de vie du système.
- ❖ Le cas **C**'est la pire et la plus méprisable des connexions, car la charge et la décharge se concentrent sur une seule batterie, ce qui la fait chauffer rapidement et raccourcit sa

Durée de vie. Si quelqu'un a installé cette forme pour vous, confirmez immédiatement qu'elle est techniquement faible et ne comprend rien aux méthodes scientifiques de connexion des batteries.

Au final, le meilleur moyen de connecter le régulateur de charge et l'onduleur lorsqu'il y a des batteries en parallèle est d'utiliser un répartiteur de puissance. « Bloc de distribution d'énergie ». [28]

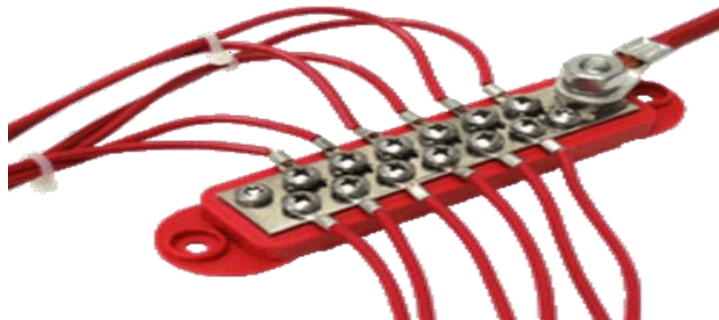


Figure I. 33 : bloc de distribution d'énergie

I.5 Contrôleur de charge (Régulateur solaire)

L'élément central du système photovoltaïque, complètement autonome, qui effectue toutes les opérations de mesure et de correction de la charge de manière automatique, il protège la batterie afin qu'elle ait une très bonne durée de vie, ce qui est important car cette durée est bien inférieure à celle des panneaux solaires. La batterie doit donc être protégée contre les surcharges et les décharges excessives qui peuvent provoquer une perte d'électrolyte et endommager ses plaques. C'est le rôle du régulateur de charge, qui maintient la tension de la batterie entre deux seuils, assurant ainsi une plus grande durée de vie au système photovoltaïque. Le régulateur est donc caractérisé par un courant de charge maximal (panneaux photovoltaïques), un courant de décharge maximal (appareils consommateurs) et par la tension nominale de fonctionnement. [33]

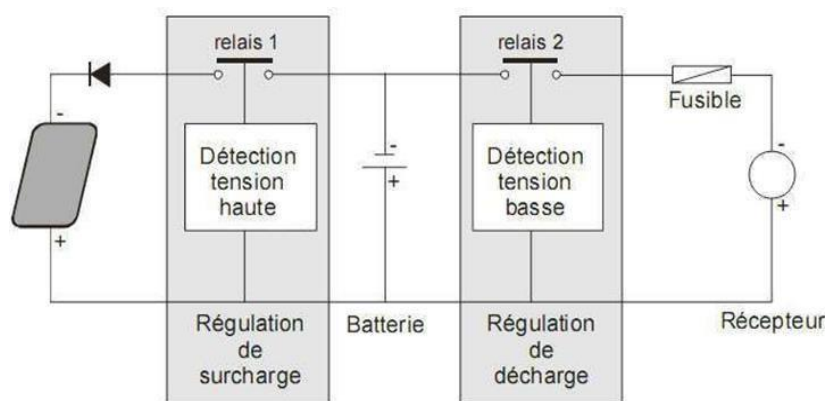


Figure I.34: Schéma fonctionnel d'un régulateur de charge

I.5.1 Régulateur solaire (Les fonctionnalités classiques)

- Affichage du niveau de charge.
- Affichage des incidents (surcharge, décharge profonde, court-circuit). • Protection contre la décharge profonde, surcharge, court-circuit.
- Protections thermiques (sonde des batteries) et des panneaux solaires photovoltaïques (contre les retours de charges électriques).

- Optimiser le transfert d'énergie du champ photovoltaïque vers l'utilisateur. La tension aux bornes de la batterie est l'indication sur laquelle le régulateur va se baser pour assurer son fonctionnement. Le régulateur mesure cette tension en permanence et la compare à deux seuils de tension prédéfinis : haut et bas. Si la batterie est chargée à un maximum de 13,8 V pour une tension nominale de 12 V par exemple, le régulateur coupe les modules afin de ne pas endommager la batterie en la surchargeant. Lorsque la tension descend sous le seuil de 13,8 V, le régulateur reconnecte automatiquement les panneaux solaires pour recharger la batterie. Afin de ne pas décharger la batterie très profondément, le régulateur interrompt la consommation à 11,4 V pour éviter la sulfatation des plaques. La consommation sera réactivée lorsque la recharge de la batterie atteindra 12,6 V, afin de ne pas démarrer avec une batterie insuffisamment chargée. [33]

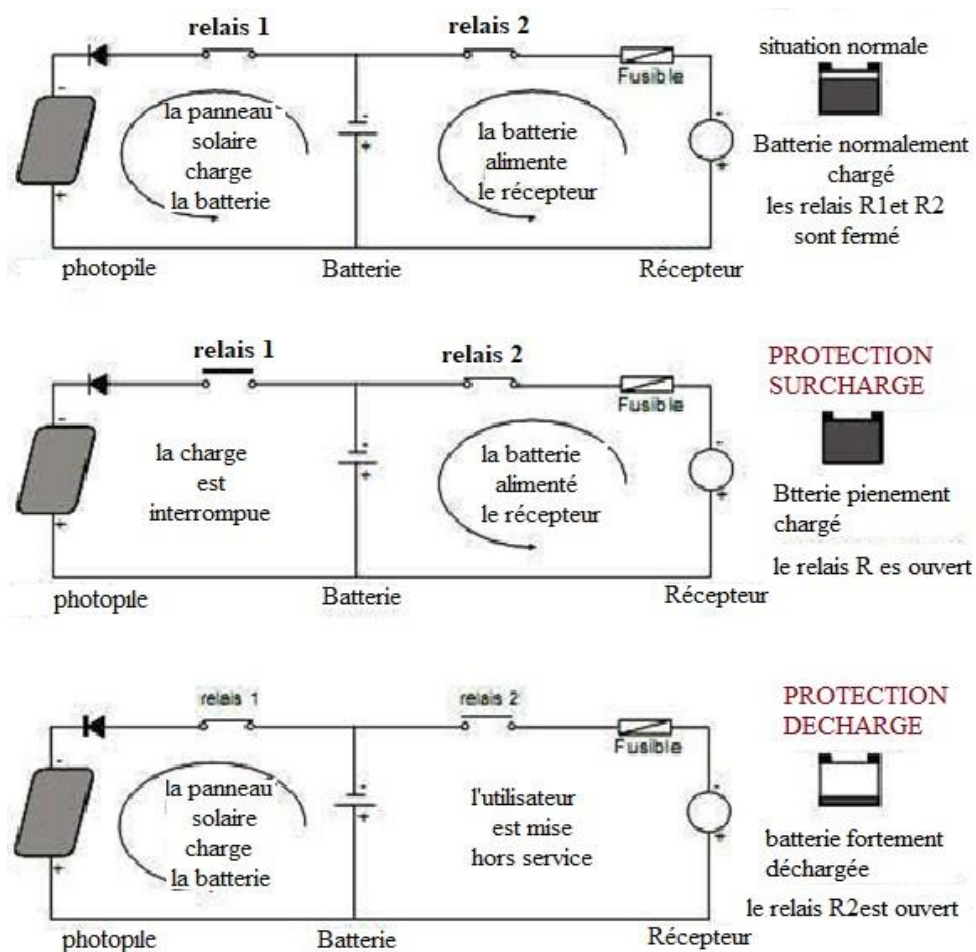


Figure I. 35 : Principes de fonctionnements du régulateur de charge

I.5.2 Différents types de régulateurs de charge

Au début de l'utilisation du photovoltaïque, deux grandes familles de régulateurs étaient utilisées : le modèle « shunt » et les modèles « chaîne ». Ces deux technologies reposent finalement sur le même socle : les modules PV peuvent fonctionner sans utiliser d'électricité, ce qui est pratique lorsque les batteries sont pleines. Nous pouvons donc court-circuiter le module (c'est la méthode de conversion) ou ouvrir le circuit (c'est la méthode de la chaîne).

Il existe de nombreux modèles de régulateurs dans ces deux technologies, allant des plus élaborés aux plus primitifs. Le contenu le plus simple est d'assurer sa fonctionnalité de base mais certains des régulateurs solaires les plus performants proposent des fonctions avancées intégrées ou optionnelles (enregistreurs de données) :

- Compensation de la température ambiante pour mesurer la charge de la batterie
- Informations numériques (au lieu de LED).
- Une connexion filaire ou à distance (comme le Wifi) à un ordinateur ou à un réseau Informatique. [33]

Enregistrement pour analyser les données du contrôleur. Plusieurs modes de charge : Veille, charge rapide, etc.

Limite la charge des batteries solaires aux modules solaires et peut même l'arrêter
Lorsque la batterie est complètement chargée.

I.5.2.1 Régulateur de charge shunt

La figure (I. 36) montre une structure shunt d'un régulateur solaire, le régulateur shunt contrôle la charge de la batterie en court-circuitant le module photovoltaïque sans aucun risque. [33]

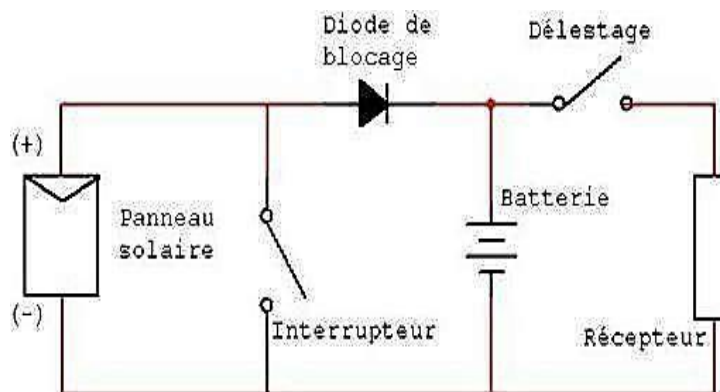


Figure I. 36 : Conception de Régulateur de charge de type shunt

- La première technique Le régulateur série « tout ou rien » :

En général, le régulateur shunt fonctionne avec deux technologies de contrôle :

Le fonctionnement est simple : tout le courant délivré par les panneaux photovoltaïques passe généralement par les batteries jusqu'à ce que le seuil de coupure soit atteint.

Alors ; le courant est shunté dans l'interrupteur équipé d'une diode. Cette diode joue également le rôle de bloquer le courant nocturne qui peut "couler" des batteries (pour éviter le court-circuit dans les batteries). L'interrupteur le plus couramment utilisé est le MOSFET. [35]

- Deuxième technique : linéaire

Il maintient une tension constante aux bornes des batteries lorsqu'elles atteignent leur charge complète. L'avantage est que la charge complète des batteries est garantie. L'inconvénient est que la puissance non utilisée des panneaux PV doit être dissipée en parallèle par un transistor, ce qui limite ce type de régulation aux faibles courants. Voir Figure (37)

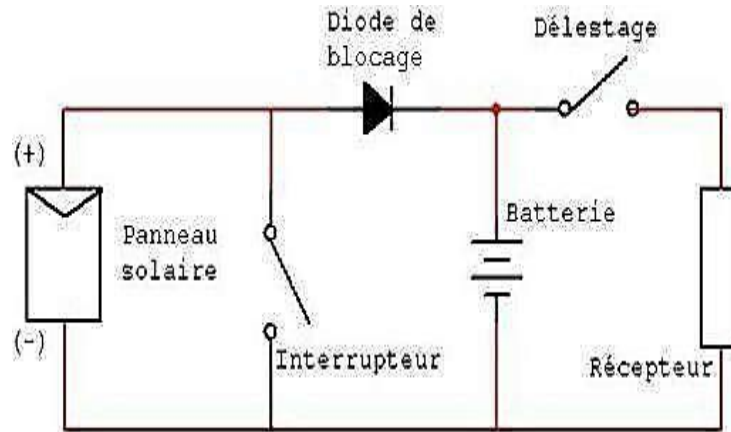


Figure I .37 : Principe de fonctionnement d'un régulateur de type shunt

I.5.2.2 Régulateur de charge en série

La figure I. 38 montre une structure électrique typique d'un contrôleur série. Ce type de régulateur est très répandu et a remplacé le régulateur shunt. Le commutateur de charge est situé ici en série avec les batteries et se déverrouille lorsque la fin de charge est atteinte. La différence avec la technique de "commutation" est que le relais peut être commuté en permettant au courant de circuler vers un autre récepteur. Cette caractéristique permet d'utiliser toute l'énergie solaire en apportant un récepteur supplémentaire (ventilation, pompage, chauffage dans les pays froids). [35]

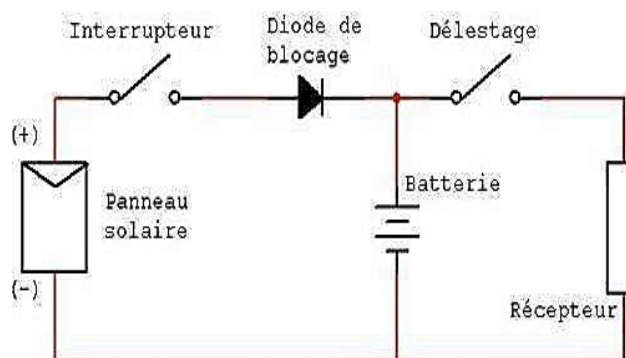


Figure I .38: Conception de Régulateur de charge de type série

I.5.2.3 PWM (impulsion avec modulation)

Relie directement le panneau solaire à la batterie et se compose d'un interrupteur électronique fonctionnant en PWM (modulation de largeur d'impulsion) et d'un dispositif anti-retour (diode). L'interrupteur électronique s'ouvre et se ferme à une certaine fréquence, ce qui permet de réguler précisément le courant de charge en fonction de l'état de charge. Lorsque la tension de la batterie est inférieure à la tension de consigne du régulateur, l'interrupteur se ferme et la batterie est chargée avec le courant correspondant aux rayons du soleil. Nous sommes à l'étape du buck. Lorsque la tension de la batterie atteint un seuil de régulation prédéfini, l'interrupteur s'ouvre et se ferme à une fréquence constante pour maintenir le courant moyen injecté dans la batterie. La batterie est chargée, nous sommes en phase "floating".

. Remarque : Le contrôleur PWM peut fonctionner exclusivement avec des modules PV de 36 ou 72 cellules (12V ou 24V).

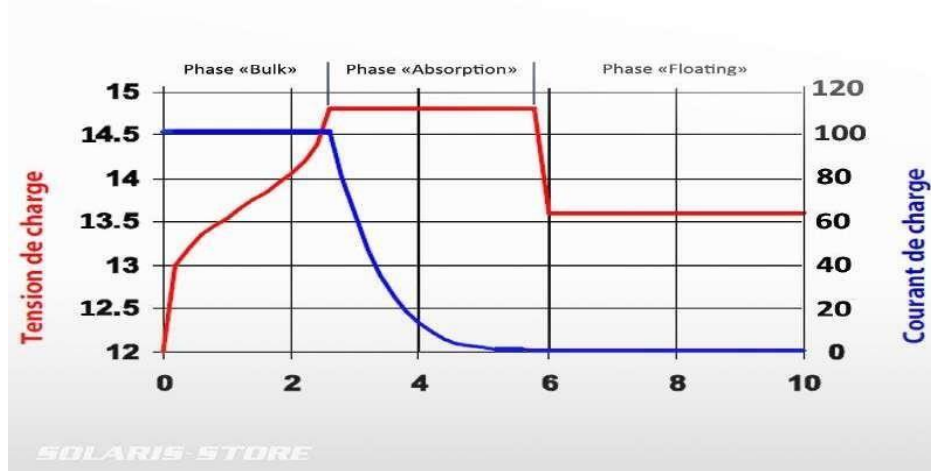


Figure I. 39 : Évaluation de la tension et du courant au cours de charge

I.5.2.4 Suivi du point de puissance maximale (MPPT)

Il existe dans la littérature des lois de contrôle spécifiques appelées "contrôle extrême" sur des dispositifs physiques qui doivent fonctionner à leurs caractéristiques maximales même si ces points ne sont pas connus à l'avance, au contraire ils peuvent être modifiés à tout moment pour diverses raisons. Dans le cas des sources d'énergie, cela se traduit par une puissance maximale multipoint (MPP). Ce type de contrôle est souvent appelé "suivi du point de puissance maximale" dans la littérature lorsqu'il est appliqué aux systèmes électriques. Cette nouvelle technologie permet d'obtenir les meilleures performances des panneaux solaires photovoltaïques avec 15 à 30 % d'énergie en plus. Équipé d'une fonction de balayage, qui analyse la tension du panneau solaire toutes les deux heures pour trouver le point de puissance maximale de sortie, afin que vous puissiez faire correspondre la tension fournie par le panneau avec la tension que les batteries solaires peuvent absorber. Ces régulateurs n'augmentent pas seulement la production d'énergie des installations photovoltaïques. Mais en

Optimisant la charge de la batterie, cela prolonge également considérablement la durée de vie de la batterie.

La chaîne de commutation photovoltaïque primaire typique associée à un contrôleur MPPT qui fournit de l'énergie électrique à une charge CC est représentée dans le schéma ci-dessous (figure I.40).

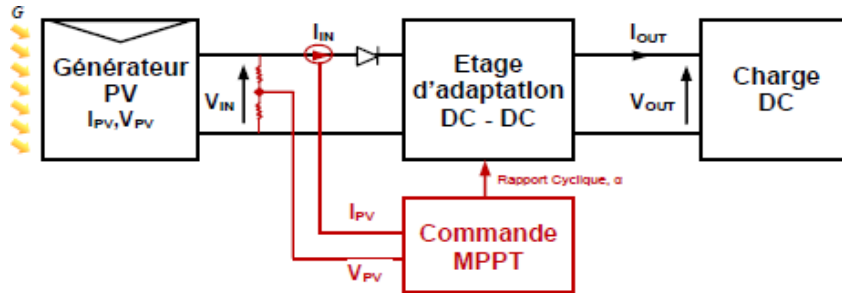


Figure I. 40 : Schématisation d'une chaîne élémentaire de conversion photovoltaïque

L'élément de contrôle MPPT est nécessairement connecté à un quadripôle (transformateur fixe) avec un à plusieurs degrés de liberté selon sa structure, ce qui permet d'adapter à tout moment la résistance du GPV à celle de la charge. Dans le cas de la conversion solaire-électrique, un quadripôle peut être réalisé à l'aide d'un simple convertisseur continu-continu à degré de liberté remarquable α et correspondant au rapport cyclique, de telle sorte que la puissance délivrée par le gpv à son entrée corresponde à la puissance maximale (p_{max}) qui peut être générée à tout moment. En outre, cette puissance doit pouvoir être transférée de manière synchrone et directement à la charge. Une technique de contrôle couramment utilisée consiste à démarrer automatiquement le cycle de service pour amener le générateur à sa valeur de fonctionnement optimale... [35]

I.6 Conclusion

Ce chapitre a passé en revue les notions de base de L'AGV et le système photovoltaïque en général, quelques types d'applications ont été présentés. Certains points sont mentionnés plus en détail que d'autres, car ils sont plus étroitement liés au présent projet.

Notre objectif de chapitre était de donner un aperçu sur le besoin de notre innovatrice, Donc L'AGV d'une part et le système photovoltaïque d'autre part sont donc les deux thèmes majeurs de recherche pour obtenir un AGV alimenté par batterie rechargeable parfaitement par procédés photovoltaïque. Parmi les problématiques liées à système photovoltaïque, celle de l'installation photovoltaïque qui tient un rôle important, elle consiste à déterminer le type de système PV et leur régulateur et puis la technologie de la batterie qui reçoit l'énergie.

Chapitre 2

Conception de l'AGV étudié et son alimentation

II.1 Introduction

Ce chapitre présente deux axes, de sorte que le premier axe traite de la conception spéciale de l'AGV basée sur les dernières technologies pour les fonctions de base telles que le système de navigation et le mouvement du trafic, avec une indication de son type et une description de sa conception électrique, permettant sa réalisation sur le terrain,

Quant au deuxième axe, il traite de l'énergie de fonctionnement, et dans notre cas de l'énergie photovoltaïque, dont nous avons revu les bases dans le premier chapitre, et maintenant nous allons déterminer le type de système photovoltaïque utilisé avec le type de batterie qui a connecte avec le chargeur photovoltaïque choisi qui est la ligne de liaison entre batterie et le système avec mention des caractéristiques de ce chargeur, à travers tout cela nous pourrons mettre en place la station Le photovoltaïque que l'AGV utilise pour répondre à ses besoins énergétiques et c'est ça là le centre de l'idée

II.2 Conception de notre Type d'AGV

Dans cette étape, On définit et sélectionne les caractéristiques techniques et crée des concepts d'architecture de produit, et les interfaces entre les sous-systèmes sont également définies.

II.2.1 Conception systématique

La conception systématique est une méthode de description d'un système ou d'un produit sous une forme générale selon sa fonction principale, où chaque sous-système est traité comme une boîte qui transforme l'énergie, les matériaux et les signaux pour atteindre le résultat souhaité. [29] La figure II, 41 présente la représentation fonctionnelle du prototype d'AGV qui permet de définir les principales fonctions du système

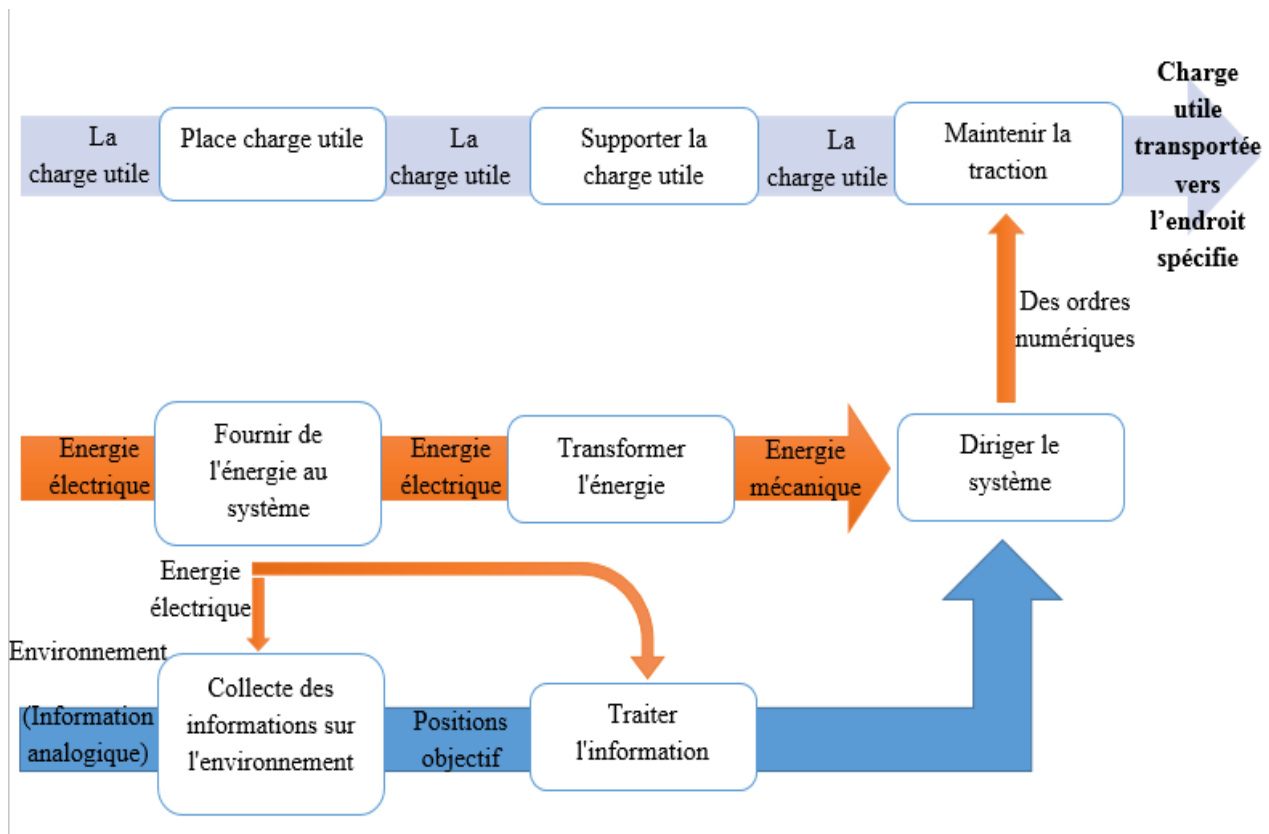


Figure II. 41 : Représentation fonctionnelle de l'AGV.

II.2.2 Conception détaillée

La conception mécanique de l'AGV a été conceptualisée comme un prototype d'essai dans le but de tester ses capacités à être utilisé comme plate-forme industrielle. Le concept du prototype comprend certaines exigences relatives à des systèmes et logiciel assistés par ordinateur et des outils qui sont utilisés dans un environnement industriel et pour notre prototype, on a fait dans le logiciel SolidWorks. Les figures 42 et 43 montrent la conception globale de la plate-forme AGV.

- **SolidWorks** : est un logiciel de conception assistée par ordinateur appartenant à Dassault Systèmes. Il utilise des principes de conception paramétrique pour générer trois types de fichiers, qui sont interdépendants : les pièces, les assemblages et les dessins. Ainsi toute modification de l'un de ces trois fichiers sera répercutée sur les deux autres. [29]

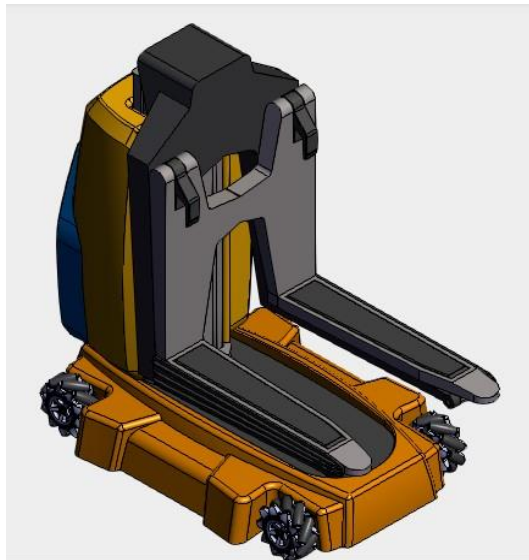


Figure II. 42 : Vue isométrique des véhicules guidés automatisés

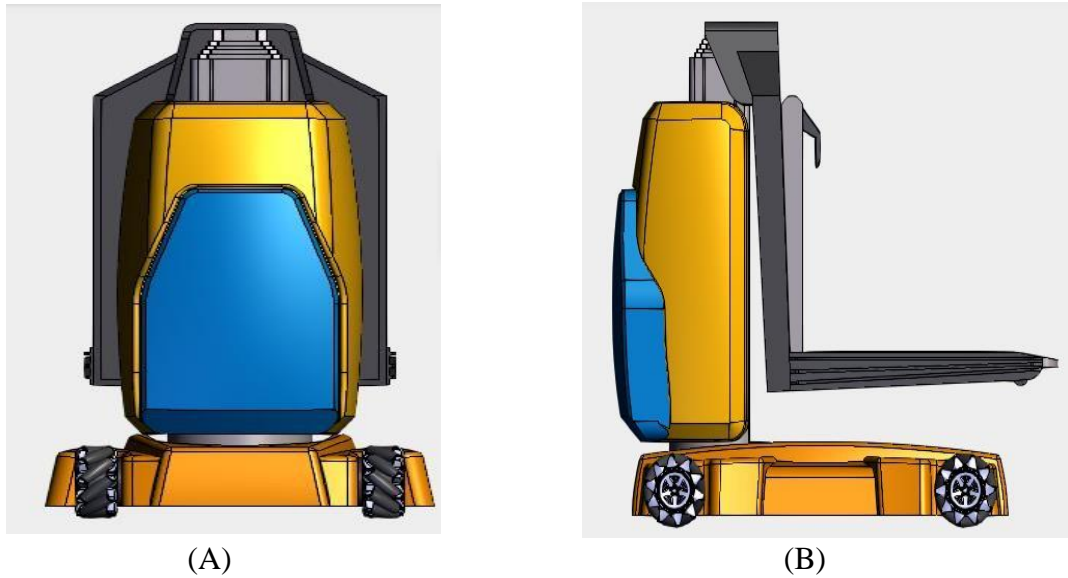


Figure II. 43 : (A) Vue de face et (B) vue latérale de l'AGV

L'architecture physique du système est illustrée par la vue explosée de l'AGV sur la figure II.44



Figure II. 44: Vue éclatée des principaux sous-systèmes de l'AGV

Au sommet de la vue éclatée, on trouve la plate-forme de levage, puis la carrosserie de l'AGV. Ensuite, il y a le châssis, et enfin, il y a les moteurs électriques à courant alternatif, la boîte de vitesses et les roues mécaniques.

II.2.2.1 Châssis

Le cadre est la structure principale de l'AGV et le squelette du reste des sous-systèmes. La suspension est reliée à la structure du châssis et à la plate-forme élévatrice par des accouplements mécaniques ; Il dispose également de l'espace nécessaire pour stocker les composants électriques. Le châssis est recouvert par la structure de la carrosserie, comme illustré à la Figure II.45

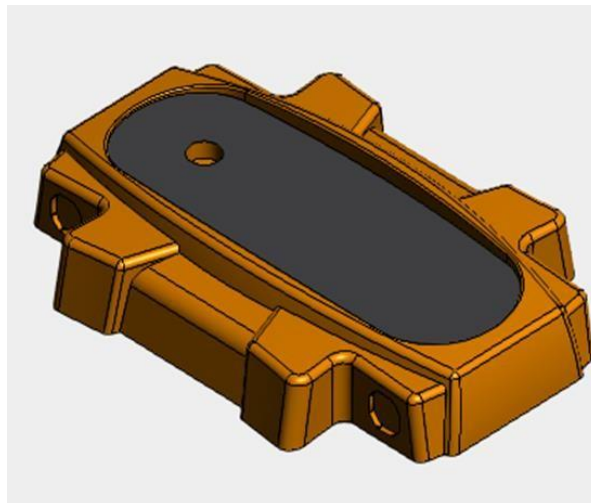


Figure II. 45 : vue isométrique du châssis

II.2.2.2 Plate-forme élévatrice/de chargement

La plate-forme élévatrice est conçue pour soulever et transporter des palettes d'un poids maximal de 250 kilogrammes. La plate-forme utilise un mécanisme vérin hydraulique. La figure 41 montre une vue isométrique éclaté du mécanisme.



Figure II. 46 une vue isométrique éclaté du mécanisme.

II.2.2.3 Roues Mécaniques

Ce prototype de l'AGV utilise quatre roues mécaniques afin d'obtenir le mouvement multidirectionnel requis. Ces roues se composent de plusieurs roues folles avec un revêtement en caoutchouc incliné à $\pm 45^\circ$ pour fournir un frottement latéral, permettant à l'AGV d'effectuer des mouvements multidirectionnels. Une vue isométrique et frontale et vue éclaté des roues mécaniques sont illustrées dans la Figure II.47

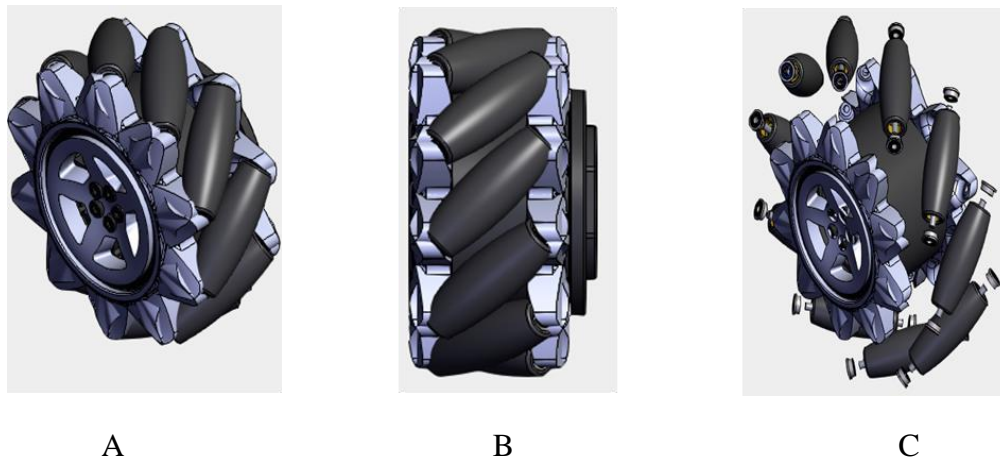


Figure II. 47: (A) Vue isométrique et (B) vue de face (C) vue éclaté de la roue mécanique

Les roues mécaniques permettent un mouvement multidirectionnel de l'AGV grâce à une gamme de sens de rotation différents sur chaque roue ; Ces mouvements sont visibles sur la deuxième figure. 8. En raison du frottement de chaque roue avec le sol, la présence de plusieurs roues mécaniques sur le véhicule permet à l'utilisateur de changer de direction et de tourner. [29]

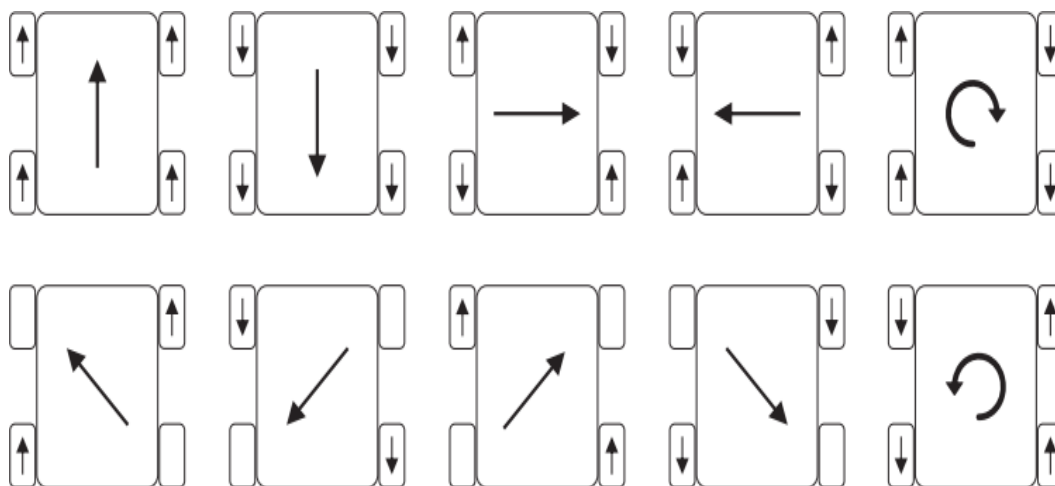


Figure II. 48: Mouvements d'un AGV omnidirectionnel

II.2.3 Cinématique du véhicule

Une étape essentielle de la conception d'un AGV consiste à définir un modèle cinématique approprié ; en réalité, l'un des objectifs des bancs d'essai d'AGV est de pouvoir naviguer de façon autonome à l'aide d'algorithmes de navigation, ce qui exige souvent d'estimer la position relative du véhicule, également appelée odométrie de la plate-forme mobile. Dans ce cas, connaître la cinématique de la plateforme est pratique, car avec elle et en utilisant les mesures de l'encodeur, la position relative de l'AGV peut être estimée. La figure II,49 montre la cinématique omnidirectionnelle utilisée pour définir la plate-forme de l'AGV. La cinématique directe et inverse du véhicule est donnée par Taheri et Qiao. [29]

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta}_0 \\ \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \dot{\theta}_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{r} \begin{bmatrix} (r)1 & -1 & -(l_x + l_y) \\ 1 & 1 & (l_x + l_y) \\ 1 & 1 & -(l_x + l_y) \\ 1 & -1 & (l_x + l_y) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix}, \tag{1}$$

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix} = \frac{r}{4} \begin{bmatrix} (r)1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & n & 1 & 1 \\ \frac{1}{(l_x + l_y)} & \frac{1}{(l_x + l_y)} & \frac{1}{(l_x + l_y)} & \frac{1}{(l_x + l_y)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\theta}_0 \\ \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \dot{\theta}_3 \end{bmatrix},$$

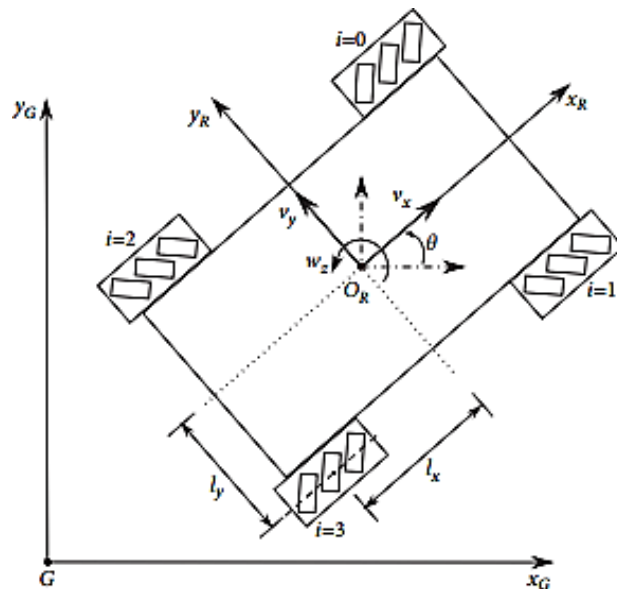


Figure II. 49: Modèle de véhicule utilisé pour le calcul de la cinématique inverse et de la cinématique directe [29]

Dans laquelle $v_x \in \mathbb{R}$ correspond à la vitesse d'avancement du véhicule, $v_y \in \mathbb{R}$ correspond à la vitesse latérale, $\omega_z \in \mathbb{R}$ correspond à la vitesse angulaire du véhicule autour de son centre, θ_i avec $i \in \{0, 1, 2, 3\}$ est la vitesse angulaire de chaque roue mécanique, r est le rayon des roues mécaniques, l_x correspond à la distance entre le centre du véhicule et le centre d'une des roues latérales, et l_y correspond à la distance entre le centre du véhicule et le centre des roues avant ou arrière. Le tableau II. 1 présente les valeurs de l_x , l_y et r .

Tableau II. 1: Paramètres cinématiques

Paramètre	Spécifications
l_x	43.05
l_y	57.77
r	10.16

II.2.4 Estimation de la position

Il était nécessaire d'implémenter un algorithme d'odométrie de base pour estimer la position globale de l'AGV. Pour ce faire, la première étape a consisté d'abord à calculer les vitesses linéaires de l'AGV avec la cinématique avant en utilisant les lectures de vitesse angulaire des encodeurs des roues. (La figure 44 montre le cadre inertiel et le cadre de corps). Ensuite, la position et l'orientation du véhicule sont données par

$$\begin{aligned}
 x_R &= \sum_{k=0}^T v_x(k) T_s \\
 y_R &= \sum_{k=0}^T v_y(k) T_s \\
 \theta &= \sum_{k=0}^T \omega(k) T_s
 \end{aligned} \quad (2)$$

Où T_s correspond au temps d'échantillonnage pour l'acquisition des mesures des codeurs et le calcul des vitesses linéaires.

Une fois que les mouvements relatifs du cadre du véhicule ont été calculés, la position globale de l'AGV a été calculée comme suit : entre deux étapes d'odométrie $k-1$ et k , Le véhicule effectue séquentiellement l'un des autres mouvements illustrés à (latéral, avant-arrière ou diagonal), puis la position actuelle du véhicule x_k et y_k par rapport au référentiel inertiel sont données par la formule suivante :

$$\begin{aligned}
 x_k &= x_{k-1} + x_R \cos(\theta) - y_R \sin(\theta), \\
 y_k &= y_{k-1} + x_R \sin(\theta) + y_R \cos(\theta),
 \end{aligned} \quad (3)$$

Où x_{k-1} et y_{k-1} représentent les positions précédentes du véhicule par rapport au cadre d'inertie ; et Δx_R et Δy_R représentent les déplacements du véhicule.

II.2.5 Conception électrique

Le système électrique se compose d'une couche de puissance et d'une couche de contrôle. Le plan d'alimentation utilise une alimentation par batterie, qui est directement connectée au variateur de fréquence (VFD), puis au moteur triphasé; cette source d'alimentation AC triphasée est également connectée à une alimentation 24 V AC/DC qui sert à fournir 24V aux composants du plan de contrôle. La couche de contrôle se compose d'un contrôleur logique programmable (PLC), qui utilise ses sorties analogiques et numériques pour contrôler la vitesse et le sens de rotation du moteur via le VFD ; il reçoit également les signaux A et B des encodeurs optiques sur chaque roue et utilise Le compteur à grande vitesse (HSC) de l'automate lit ces signaux à une fréquence d'échantillonnage de 10 ms. L'automate est relié par un WLAN au PC permettant de piloter le véhicule à l'aide du logiciel. La figure 45 montre le schéma fonctionnel de l'ensemble du système. [29]

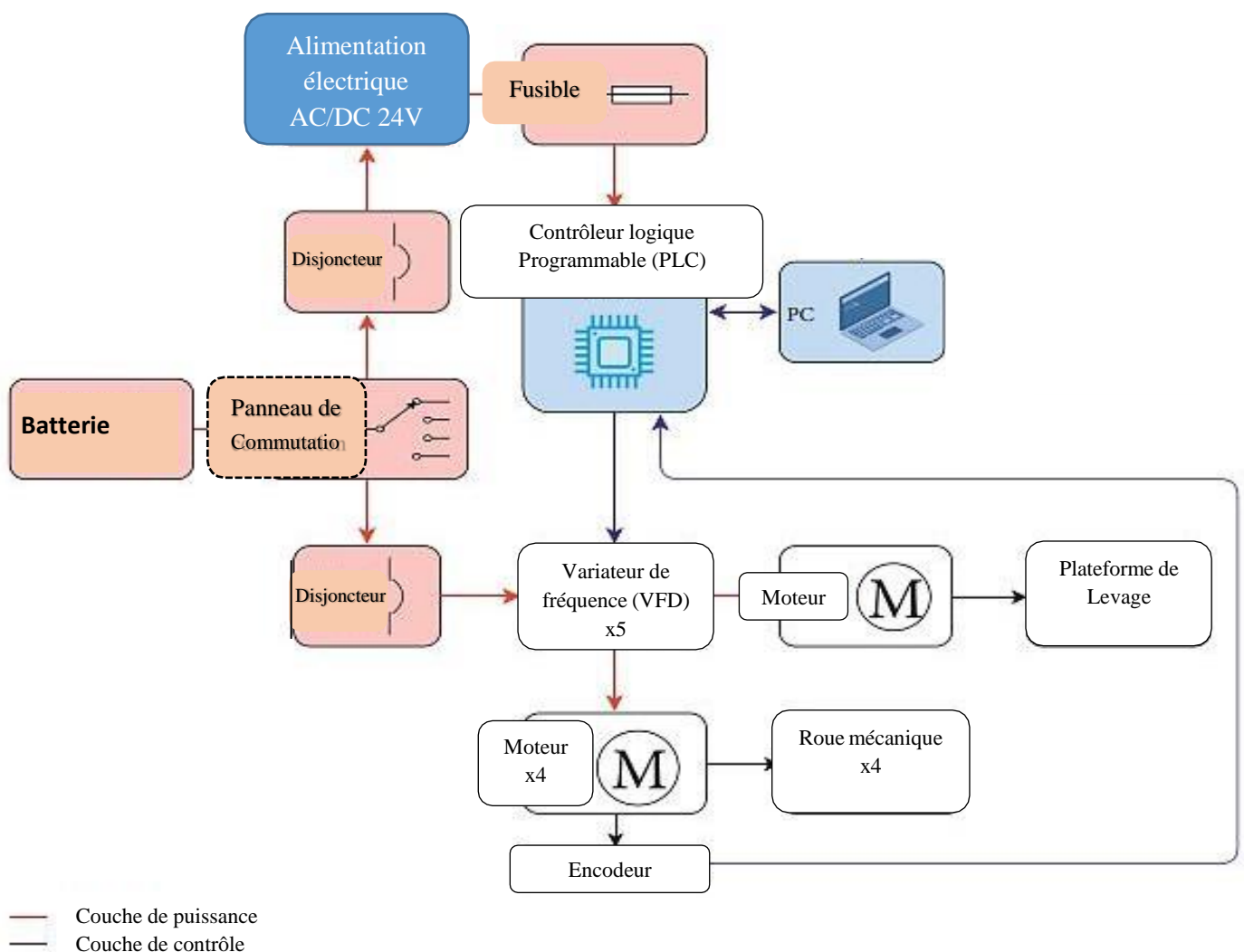


Figure II. 50 : Schéma fonctionnel du véhicule global. [29]

II.2.6 Système de contrôle

Dans un premier temps, un système de contrôle en boucle fermé a été conçu car l'objectif principal du banc d'essai AGV est de tester des algorithmes de navigation programmés. Le système de contrôle se compose d'un contrôleur logique programmable (PLC) qui reçoit des points de consigne d'un PC et utilise ensuite ses sorties analogiques et numériques pour régler la fréquence et le sens de rotation dans un variateur de fréquence (VFD). Le VFD module ensuite le signal AC triphasé pour régler la vitesse spécifique du moteur.

II.2.6.1 Communications du système

Afin d'obtenir une communication fiable et pratique entre l'API et le PC, basée sur le modèle client/serveur, le protocole de communication Modbus TCP/IP est utilisé, où l'API agit en tant que client et l'ordinateur agit en tant que serveur. Afin de configurer le serveur Modbus TCP/IP dans l'automate, une adresse IP statique est fournie au bloc de programmation du serveur de l'automate ; Ce serveur est lié à un bloc de données contenant un tableau double à 16 positions (DWord). Les 10 premières positions sont utilisées par l'automate pour sélectionner les sorties analogiques et numériques pour réguler la vitesse et le sens de rotation du moteur. Les six fentes de réseau restantes sont utilisées pour stocker la vitesse angulaire et linéaire, la position et la direction de l'AGV.

II.2.7 Spécifications générales des composants électriques

II.2.7.1 Contrôleur logique programmable (PLC)

Référence : SIEMENS - SIMATIC S7 - 1200, CPU 1214C dc/dc/dc

Spécifications :

- Mémoire de travail: 75 KB
- Alimentation: 24 V DC
- Comptoirs à grande vitesse (HSC): 6

II.2.7.2 Variateur de fréquence (VFD)

Référence : SIEMENS - SINAMICS G110

Spécifications :

- 1 entrée numérique avec isolation galvanique
- 5 entrées numériques sans isolation galvanique
- 1 entrée analogique AIN : 0-10V

II.2.7.3 Moteur triphasé

Référence : SIEMENS - 1LA7 070-4YC60

Spécifications :

- Vitesse : 1 800 tr/min
- Puissance : 0,4 HP
- Poids : 5kg

II.2.7.4 Encodeur

Référence : Autonics - E50S8-360-3-T-24

Spécifications :

- Codeur incrémental en quadrature
- Résolution : 360 PPR
- Alimentation : 12–24 V
- Vitesse maximale : 5 000 tr/min

II.2.7.5 PC

Référence : DELL ou n'importe quel marque

Spécifications :

- Intel Core I5 2,2 GHz
- RAM : 8 Go
- Système d'exploitation : Ubuntu

II.2.8 Méthode de navigation

La mise en œuvre du système de navigation nécessite une intégration correcte et fiable des signaux externes au sein du logiciel a recommandé pour utiliser (ROS). Nous avons recommandé utiliser la pile de navigation pour une vrais réalisation d'AGV, qui est un méta-paquet qui facilite l'intégration de plusieurs nœuds pour la navigation autonome.

- ✚ ROS est un logiciel open-source largement utilisé pour le développement de plateformes robotiques. [36]

II.2.9 Technologie AGVs

La plupart des systèmes de contrôle de routage AGV multifournisseurs fonctionnent de la même manière, ne différant que par la fonctionnalité du service et l'interface utilisateur qu'ils fournissent. Certains d'entre eux peuvent fournir des solutions plus avancées pouvant servir de systèmes de gestion d'entrepôt. Les questions importantes à prendre en compte lors de la mise en œuvre des AGV sont le WLAN et l'utilisation de différents systèmes de contrôle de routage.

Un AGVs dépend d'une connexion stable au WLAN pour permettre un fonctionnement fiable. Il se peut que les soudures, le fer et d'autres systèmes radio concurrents produisent du bruit électrique. En raison de l'importance d'une connexion WLAN fiable, il est important d'inclure le service informatique dans le projet de mise en œuvre de l'AGVs.

II.3 Installation Photovoltaïque (station PV)

II.3.1 Autonomie requise dans le système photovoltaïque

Le nombre de jours que les batteries peuvent tenir sans avoir besoin d'être rechargées, l'autonomie moyenne d'une installation en lieu isolé est de 3 à 5 jours. Pour trois jours d'autonomie, il vous faudra donc une batterie capable de stocker 3 000 Wh si votre besoin quotidien en énergie est de 1 000 Wh. Avec une tension de 12 V, la capacité sera de 250 Ah. Pour respecter la profondeur maximale de drainage de 40%, une capacité de 420 ah sera nécessaire.

II.3.2 Caractéristiques de notre type de régulateur (contrôleur MPPT)

Le régulateur de charge est constitué d'un convertisseur DC/DC très efficace qui remplit trois fonctions :

- Conversion DC/DC
- Détection de la puissance maximale du champ photoélectrique tant que la batterie n'est pas chargée.
- Régulation de la tension de sortie en fonction de l'étage de charge (buck, absorption, flottabilité)
- Lorsque la tension de la batterie est inférieure à la tension de régulation,

Le régulateur fait fonctionner le générateur photovoltaïque à la puissance maximale et transfère cette puissance à la sortie.

Remarque : la tension MPPT du générateur photovoltaïque doit toujours être supérieure à la tension de la batterie. La figure II. 51 montre trois perturbations possibles.

, le point de fonctionnement selon le type de perturbation se déplace du point d'énergie maximale indiqué dans PPM1 vers un nouveau point de fonctionnement observé P'1, qui est loin d'être optimal. Pour obtenir une différence d'ensoleillement (cas A), il suffit de réajuster la valeur du rapport cyclique pour converger vers le nouveau point d'énergie maximale correspondant à PPM2. Pour le changement de charge (cas b), qui implique une nouvelle caractéristique de charge, nous voyons également que l'ajustement du point de fonctionnement est nécessaire pour trouver une nouvelle position idéale par la recherche d'un nouveau rapport cyclique.

Deuxièmement, par exemple en modifiant la température de fonctionnement du GPV (état C). Lorsque des mesures doivent également être prises au niveau de la gestion en prescrivant un niveau de cycle économique différent. Alors la surveillance du PPM se fait à l'aide d'une commande spéciale appelée MPPT, qui agit sur le rapport cyclique (CS) du transformateur statique pour rechercher le PPM du GPV à tout moment, sans savoir à l'avance d'où vient l'écart par rapport au point de fonctionnement. [35]

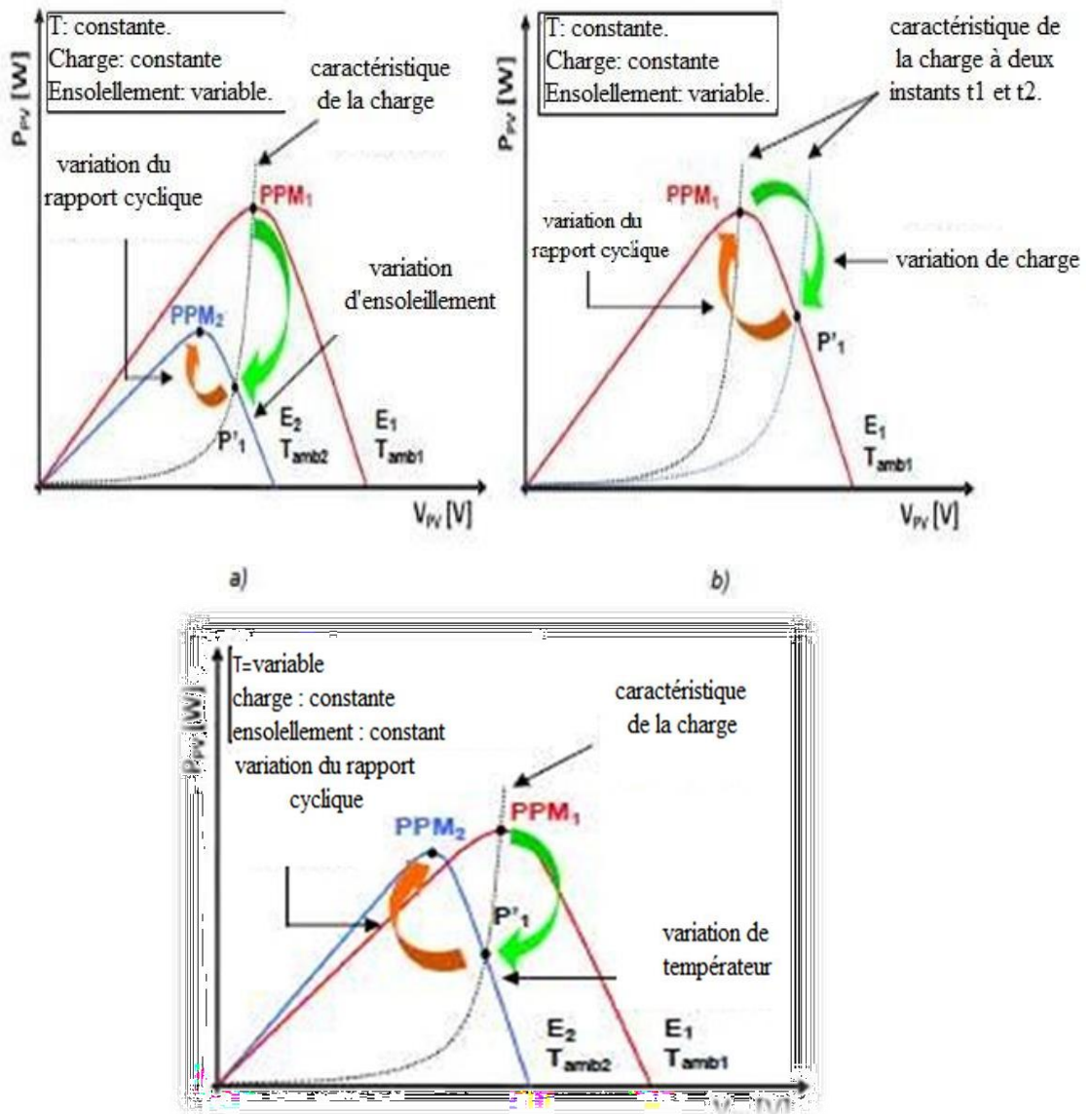


Figure II. 51 : Schématisation d'une chaîne élémentaire de conversion photovoltaïque

- (a) Suite à une variation d'ensoleillement au niveau du GPV.
- (b) Suite à une variation de consommation de charge.
- (c) Suite à une variation de température au niveau du GPV.

II.3.3 Partie électrique de puissance

II.3.3.1 Convertisseurs statiques

Le convertisseur est un système qui permet d'adapter la source d'énergie électrique à un récepteur donné. Dans les installations photovoltaïques, il se trouve soit entre le champ photovoltaïque et la charge, soit entre la batterie et la charge (il est alors appelé onduleur ou transformateur AC). [36]

II.3.3.2 Continu-alternatif

Un onduleur est un appareil électronique permettant de générer des tensions et des courants alternatifs à partir d'une source d'alimentation électrique d'une tension ou d'une fréquence différente. [36]

II.3.3.3 Continu-continu

À partir d'une source de tension continue constante avec un rendement élevé, présentant la partie essentielle dans le dispositif de commande d'un générateur photovoltaïque. L'hacheur est un dispositif de l'électronique de puissance mettant en œuvre un ou plusieurs interrupteurs électroniques commandés qui permet d'alimenter une charge sous une tension continue réglable, [36]

II.3.3.4 Boost Convertisseur

Le convertisseur élévateur sert à convertir une tension continue en une autre tension continue plus élevée et se compose essentiellement d'un commutateur à semi-conducteurs connecté en parallèle à la source de tension continue, d'une diode D, d'une inductance et d'un condensateur. [36]

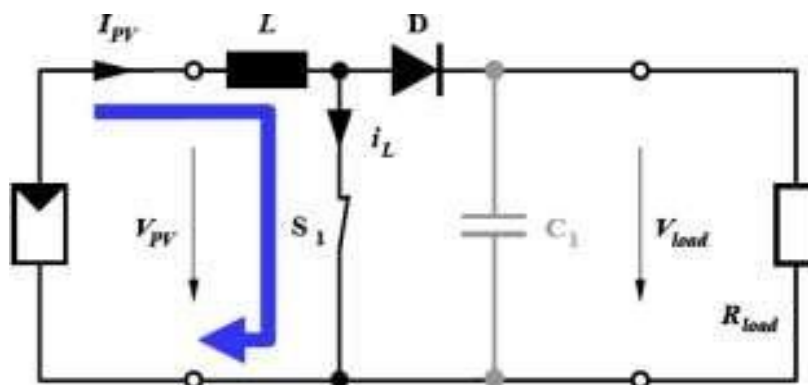


Figure II.52 : Schéma représentatif d'un hacheur boost

II.3.3.5 Convertisseur Buck

Le transformateur abaisseur de tension ou transformateur abaisseur de tension est utilisé, comme son nom l'indique, pour convertir la tension continue en une autre tension continue avec une valeur moyenne plus faible. Ce type de transformateur peut être utilisé comme transformateur de charge de source lorsque le point de fonctionnement du couplage direct est éloigné du MPP. Il se compose principalement d'un interrupteur à base de matériau semi-conducteur (IGBT, MOSFET, GTO...) placé en série avec une source de courant continu et une diode libre afin d'assurer le passage du courant en cas de panne de courant.

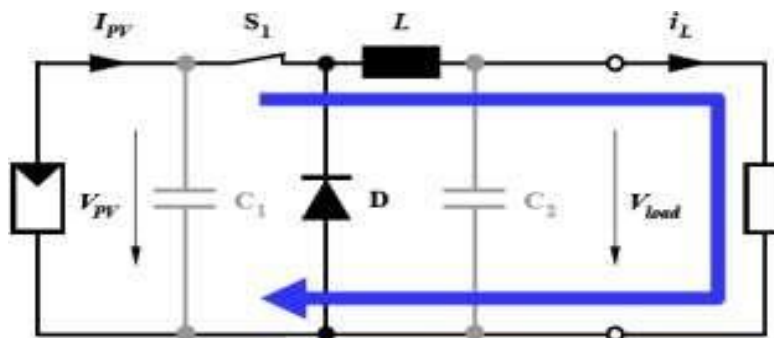


Figure II.53 : Schéma représentatif d'un convertisseur Buck

II.3.4-Technologies lithium-ion (choix de batterie) :

Les batteries au lithium sont très populaires aujourd'hui. En effet, il offre une densité de puissance bien supérieure aux autres technologies pour un poids moindre. De plus, ils n'ont aucun effet sur la mémoire, ont une autodécharge quasi négligeable et ne nécessitent aucun entretien particulier, Comme nous en parlions précédemment sur cette technologie.

II.3.4.1-Chimie des batteries Li-ion :

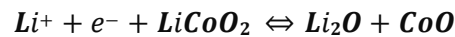
Le lithium a suscité l'intérêt parce qu'il est un métal très léger et qu'il occupe la troisième place dans la classification des éléments, après l'hydrogène et l'hélium. L'atome de lithium a une forte capacité à céder l'un de ses trois électrons, ce qui forme un ion chargé positivement, Li^+ . Les fabricants ont d'abord utilisé du lithium métal pour former l'électrode négative qui cède des électrons. Mais la fréquence des cycles de charge et de décharge semble avoir changé la donne. Pour y remédier, la cathode est souvent fabriquée en oxyde de cobalt avec un peu de lithium, tandis que l'anode est en graphite. L'électrolyte est composé de sels de lithium dans un solvant et contient donc de grandes quantités d'ions de lithium. D'où le nom de batterie lithium-ion. [29]

II.3.4.2-Principe de fonctionnement :

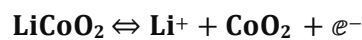
A- charge d'accumulateur au Li-ion :

Lors de la charge, les ions Li⁺ sortent de l'électrode positive (cathode) libérés par l'oxyde de cobalt et entrent eux-mêmes au niveau de l'électrode négative (anode) dans la phase graphite à stocker. Lorsque le collecteur est chargé, cela se traduit par les équations chimiques suivantes :

À l'électrode (+) :



À l'électrode (-) :



Les technologies Li-ion ont deux niveaux de tension différents, ce qui implique des tensions de charge. Correspondantes :

- Tension nominale 3,6 V : La tension de charge est de 4,1 V par cellule.
- Tension nominale 3,7 V : tension de charge 4,2 V par cellule

Dans ces conditions respectées, la charge dure entre 2 et 3 heures.

• En début de charge et durant toute la première phase de la charge le courant est limité et la tension augmente petit à petit jusqu'à atteindre la tension régulée.

• A partir de là on atteint la deuxième phase dite de remplissage la tension reste parfaitement stable et alors le courant diminue.

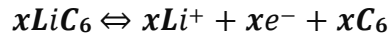
- La charge est terminée lorsque le courant passe en dessous du seuil de 0,03C. [37]

B- Décharge des accumulateurs au Li-ion :

Quand la batterie se décharge, c'est-à-dire quand elle produit le courant électrique les ions de lithium Li⁺ est libéré par une matrice de graphite pour laquelle il a peu d'affinité et se déplace vers un oxyde de cobalt avec lequel il a une grande affinité l'électrode positive (la cathode). Lors de la décharge de l'accumulateur, cela se traduit par les équations chimiques suivantes :



À l'électrode (-) :



Comme pour les autres technologies les accumulateurs aux Lithium ont une tension minimum de décharge en dessous de laquelle il ne faut surtout pas les décharger sous peine de destruction des éléments.

Particularité de la décharge des accumulateurs aux li-ion :

- La tension basse de destruction est de 2,5 Volts.
- Mais en utilisation il ne faut pas descendre en dessous de 3 Volts.

De toute façon entre les deux cela va très vite la courbe de tension en décharge chute rapidement.

- L'autodécharge des accus au Lithium est d'environ 10% par mois.
- L'accumulateur au Li-ion est aujourd'hui capable de débiter de forts courants
- Résistance interne du Li-ion : environ 150 à 250 milli-ohm. [37]

C- précautions d'utilisation de bases:

- Ne jamais surcharger un élément.
- Ne pas laisser un accumulateur en charge sans surveillance.
- Poser pas un accumulateur en charge sur une surface conductrice.
- Ne pas stocker les batteries en vrac.
- Ne fait pas court-circuiter

Le courant de charge ne doit pas excéder 30% de la capacité nominale soit pour une batterie de 100Ah, le courant de charge maximum sera de 30A.

Aujourd'hui pour prévenir ce genre de risque, la plupart des accus au Lithium vendus en pack sont équipés de circuits de protections et notamment d'un fusible, pour protéger des éventuels court-circuit. Inutile de vous rappeler que dans ce cas, si le fusible fonctionne, le pack est inutilisable. Il part au recyclage [37]

Le principe de fonctionnement en général avec les deux cas charge et décharge(Figure II. 54)

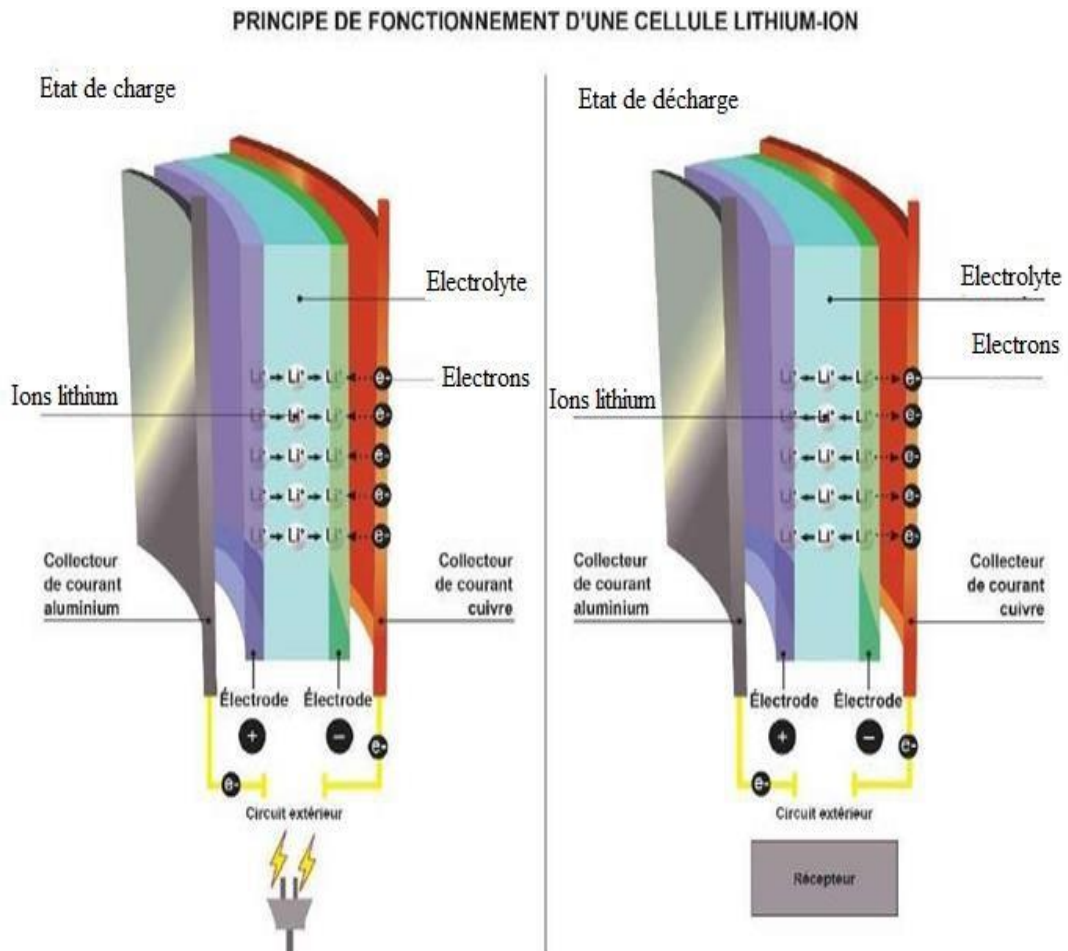


Figure II. 54 : Principe de fonctionnement d'accum Li-ion (charge /décharge)

D- circuit électronique de protection interne:

- Afin d'éviter les risques pour les utilisateurs, les fabricants de batteries Li-ion insèrent un circuit électronique de protection dans leurs batteries. Ce circuit se compose généralement de plusieurs éléments :
- - Un transistor qui interrompt le processus de charge lorsque la tension de charge est supérieure à 4,3 V.
- - Un fusible thermique qui saute lorsque la température s'approche de 90°C.
- - Un pressostat qui interrompt définitivement le courant de charge lorsque la pression interne augmente trop.
- - Plusieurs circuits qui surveillent les tensions et isolent la batterie lorsque des seuils élevés ou bas sont atteints.

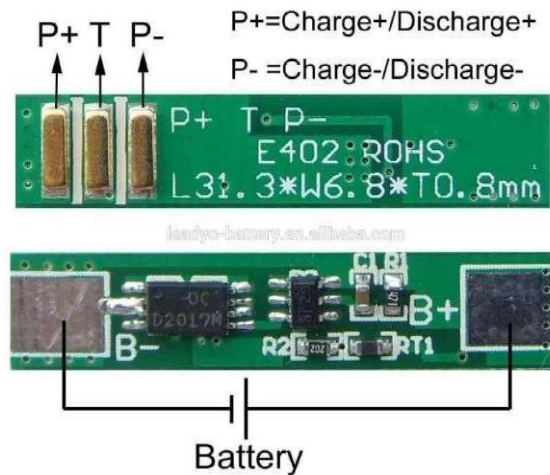


Figure II. 55 : Circuit électronique de protection

E- Températures de fonctionnement:

Les accus au lithium fonctionnent correctement sur toute leur plage de température allant généralement de -20°C à $+60^{\circ}\text{C}$.

Evitez malgré tous les charges par température inférieure à 0°C et supérieure à 45°C

II.3.4.3 Modélisation d'une batterie par un circuit électrique :

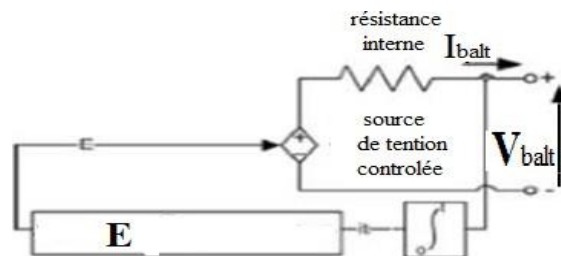


Figure II. 56 : Modèle de Shepherd de batterie Lithium Ion

II.4 Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'approfondir et de connaître les différentes étapes pour conceptions de l'AGV et L'installation Photovoltaïque et dissiper le mystère que nous avons au début.

Le chapitre représente les outils matériels et logiciels que nous devons maîtriser Pour pouvoir réaliser la partie expérimentale présentée dans le chapitre suivant qui constitue le cœur de ce travail

Chapitre III

Modélisation, Tests de simulation

Et

Résultats validés.

III.1 Introduction

La connexion directe du générateur photovoltaïque et de la charge présente plusieurs inconvénients et n'offre aucun type de réglage ou de réglage de la tension, On peut constater un écart très important entre la puissance potentielle du générateur et celle qui est effectivement transférée à la charge en mode contact direct.

Introduire une interface entre les deux éléments en s'assurant, au moyen d'une procédure de contrôle, que la puissance maximale fournie par le générateur est transférée de manière à ce qu'elle soit plus proche de la Pmax disponible.

L'étage adaptatif utilisé entre le générateur photovoltaïque et la charge de type DC est un transformateur statique (convertisseur de puissance DC/DC) pour effectuer des tâches précises

Dans ce chapitre nous allons trouver la technique la plus appropriée pour notre enquête ; Nous terminerons ce chapitre en vous présentant les différentes parties du chargeur de batterie solaire MPPT. Et afin de confirmer concrètement les théories qui ont été étudiées, nous nous mis en place une simulation d'un chargeur solaire MPPT pour batteries Li-ion en utilisant Programme PSIM. Pendant ce temps, nous avons visualisé et comparé les courbes (force, tension et courant) à l'entrée puis à la sortie du régulateur photovoltaïque.


Afin de confirmer concrètement les théories étudiées ci-dessus, nous avons réalisé une simulation d'un chargeur solaire MPPT pour batteries Li-ion à l'aide du logiciel PSIM. Pendant ce temps, nous avons visualisé et comparé les courbes (puissance, tension et courant) en entrée puis en sortie du régulateur solaire. Le régulateur utilisé est un convertisseur abaisseur.

Après cela, nous avons simulé la méthode de navigation d'AGV et le système photovoltaïque et qui charge les charges, y compris les véhicules à guidage automatique, et avec le programme PVsyst, qui nous fournit enfin tous les détails du modèle requis

III.2 Simulation:

III.2.1 Méthode de navigation d'AGV par logiciel V-REP EDU

L'illustration du fonctionnement du mode navigation autonome est faite par logiciel CoppeliaSim (V-REP)

 V-REP est un simulateur de robot avec un environnement de développement intégré. Cette application peut être utilisée pour : Développement rapide d'algorithmes, simulation d'automatisation d'usine, prototypage et vérification rapides, formation de robots, surveillance à distance associée, sécurité de réinspection, etc. Le contrôleur peut être écrit en C/C, Python, Java, Lua, Matlab, Octave ou Urbi [37]

Pour commencer, nous devons créer une scène de simulation dans laquelle nous pourrions tester la méthode de navigation de notre système de transport sans conducteur. Ce modèle nous permet de visualiser la simulation en temps réel, même avant de réaliser l'AGV.

Une fois la scène installée, nous importons le modèle qui ressemble à notre AGV avec le même système de navigation. Dans V-REP, il existe des bibliothèques avec différents robots prédéfinis et ces modèles peuvent être modifiés. Nous avons choisi le modèle Omnirob, qui est une plateforme différentielle expliquant la cinématique de notre véhicule (mouvements d'un AGV omnidirectionnel).

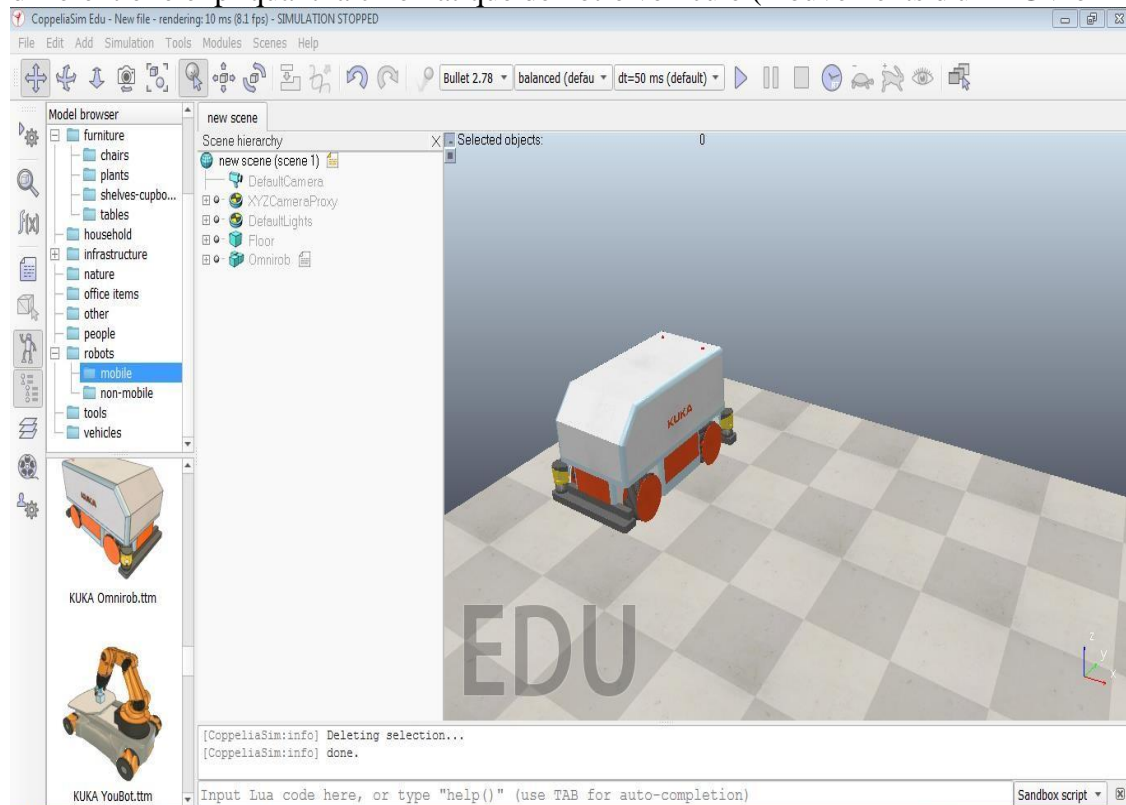


Figure III. 57 : le modèle Omnirob dans la scène par V-REP

Après on peut définir les points ou crée un script qui programmé le mouvement sur lequel notre AGV doit utiliser comme une infrastructure de guidage pour chaque utilisation dans l'usine entre la station rechargement de batterie par d'énergie PV et les lignes de production ou le stockage. Et en peut aussi tester l'AGV pour éviter les obstacles grâce à des encodeurs optiques qui sont reliés sur chaque roue dans notre AGV.

On applique un petit script qui définit un mouvement omnidirectionnel, Au début, un avancement direct d'AGV et puis se déplace coté latéral gauche et en fin, il continue à bouger pour faire un tour complet sur lui-même

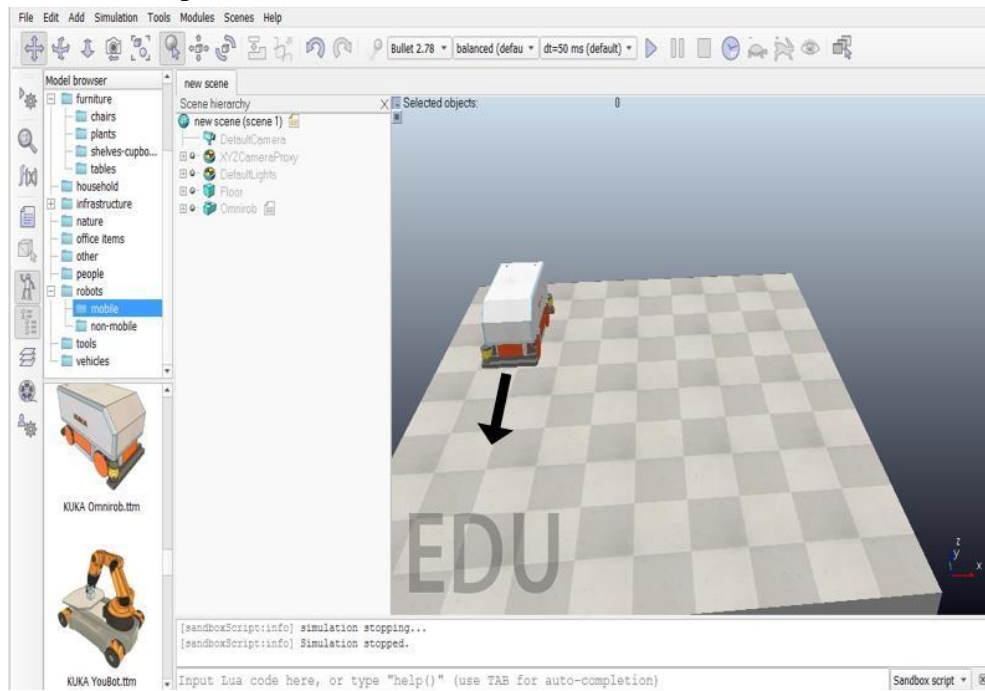


Figure III. 58 : un avancement direct d'AGV

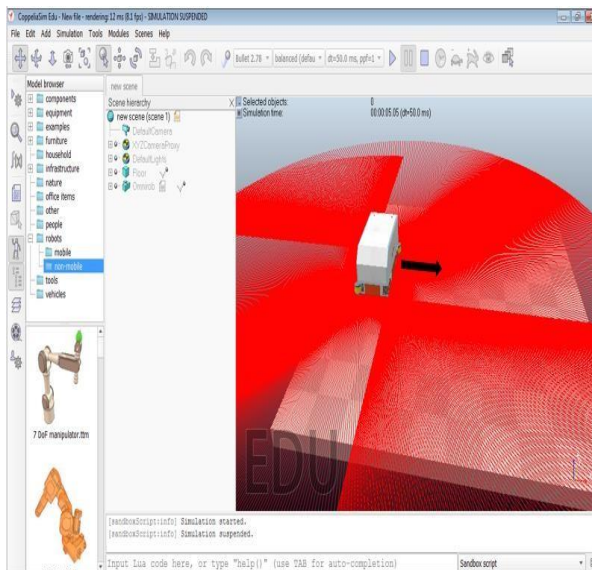


Figure III. 59 : déplacement coté latéral gauche

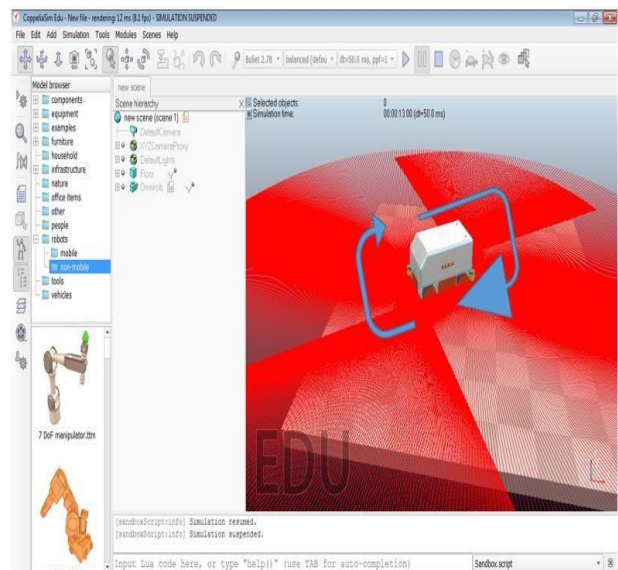


Figure III. 60 : un tour complet d'AGV sur lui-même

Le script programmé pour la simulation d'AGV par V-REP EDU

```
function sysCall_init()
    corout=coroutine.create(coroutineMain)
end
function sysCall_actuation()
    if coroutine.status(corout)~='dead' then
        local ok,errorMsg=coroutine.resume(corout)
        if errorMsg then
            error(debug.traceback(corout,errorMsg),2)
        end
    end
end
end

function coroutineMain()
    h={-1,-1,-1}
    h[1]=sim.getObject('/FLwheel_motor')
    h[2]=sim.getObject('/FRwheel_motor')
    h[3]=sim.getObject('/RRwheel_motor')
    h[4]=sim.getObject('/RLwheel_motor')
    v1=100*math.pi/180

    sim.setJointTargetVelocity(h[1],v1)
    sim.setJointTargetVelocity(h[2],-v1)
    sim.setJointTargetVelocity(h[3],-v1)
    sim.setJointTargetVelocity(h[4],v1)

    sim.wait(5)
    sim.setJointTargetVelocity(h[1],-v1)
    sim.setJointTargetVelocity(h[2],-v1)
    sim.setJointTargetVelocity(h[3],v1)
    sim.setJointTargetVelocity(h[4],v1)

    sim.wait(5)
    sim.setJointTargetVelocity(h[1],v1)
    sim.setJointTargetVelocity(h[2],v1)
    sim.setJointTargetVelocity(h[3],v1)
    sim.setJointTargetVelocity(h[4],v1)
end
```

III.2.2 Logiciel "PSIM"

PSIM est un programme de simulation pour l'électrotechnique et l'électronique de puissance. Il permet de dessiner un schéma électrique à partir d'éléments de la bibliothèque (machines, transformateurs, interrupteurs électroniques, éléments de commande et de contrôle, etc.)

Les gabarits disposés sur le schéma déterminent les courbes représentatives des grandeurs électriques et mécaniques que l'on peut obtenir après la simulation.

III.2.3 Paramètres et Schéma des composants utilisés

III.2.3.1 Panneau Solaire:

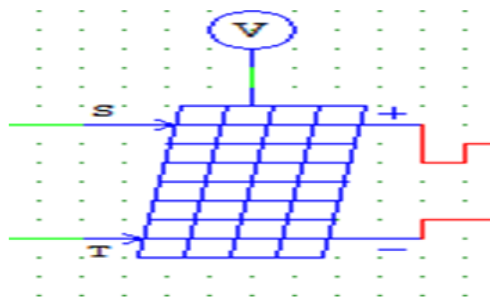


Figure III. 61 : Schéma conceptionnel panneau solaire dans PSIM2

Solar Module (physical model)		
Parameters Other Info Color		
Solar module (physical model) Help		
Name	SCP1	<input type="checkbox"/>
Number of Cells Ns	36	<input type="checkbox"/> ▾
Standard Light Intensity S0	1000	<input type="checkbox"/> ▾
Ref. Temperature Tref	25	<input type="checkbox"/> ▾
Series Resistance Rs	0.008	<input type="checkbox"/> ▾
Shunt Resistance Rsh	1000	<input type="checkbox"/> ▾
Short Circuit Current Isc0	10	<input type="checkbox"/> ▾
Saturation Current Is0	2.16e-8	<input type="checkbox"/> ▾
Band Energy Eg	1.12	<input type="checkbox"/> ▾
Ideality Factor A	1.2	<input type="checkbox"/> ▾
Temperature Coefficient Ct	0.0024	<input type="checkbox"/> ▾
Coefficient Ks	0	<input type="checkbox"/> ▾

Figure III. 62 : Les paramètres entrés dans le panneau solaire

III.2.3.2 Module de batterie Li-ion

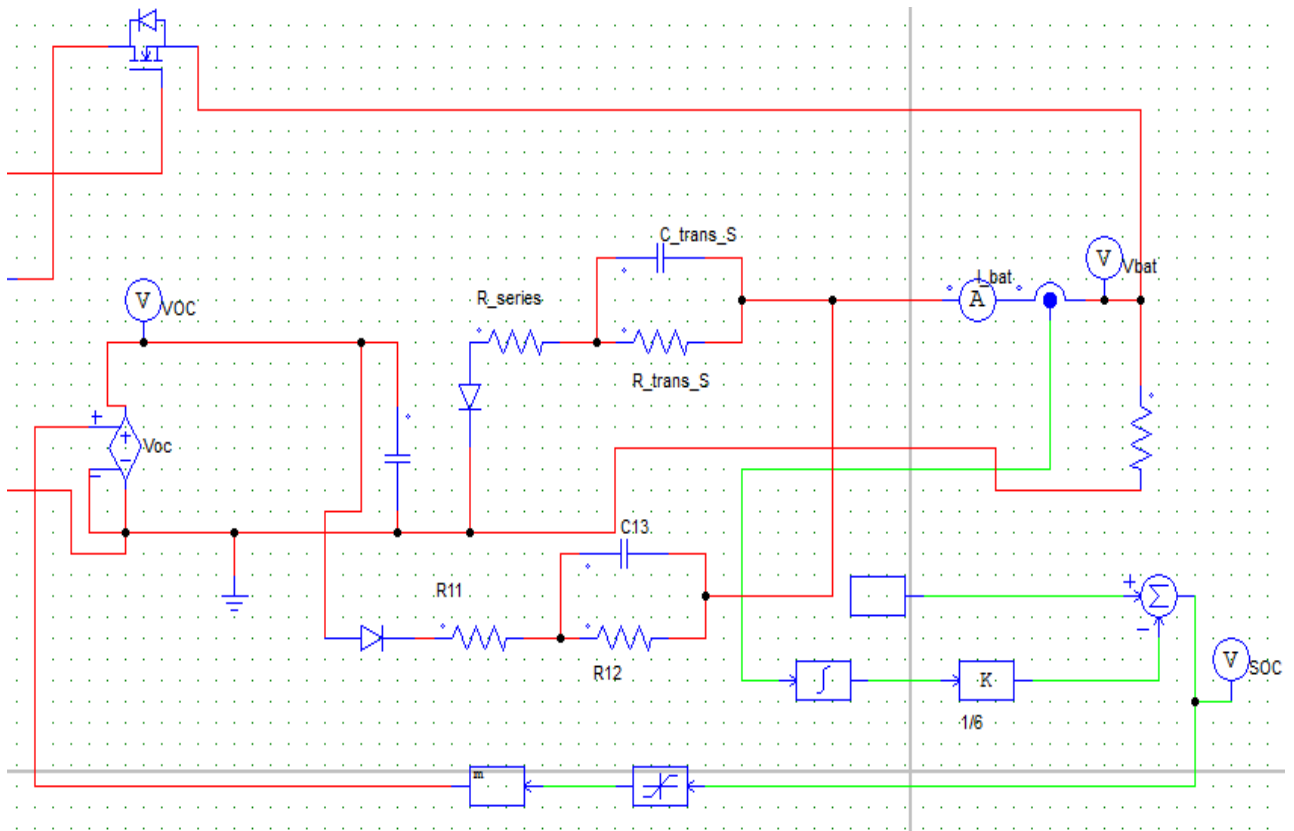


Figure III. 63: Schéma conceptionnel de la batterie Li-Ion

III.2.3.3 Régulateur

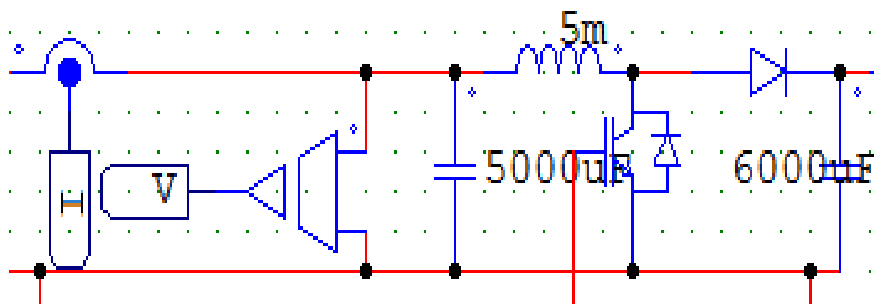


Figure III. 64: Schéma conceptionnel du régulateur

III.2.3.4 Modélisation chargeur solaire

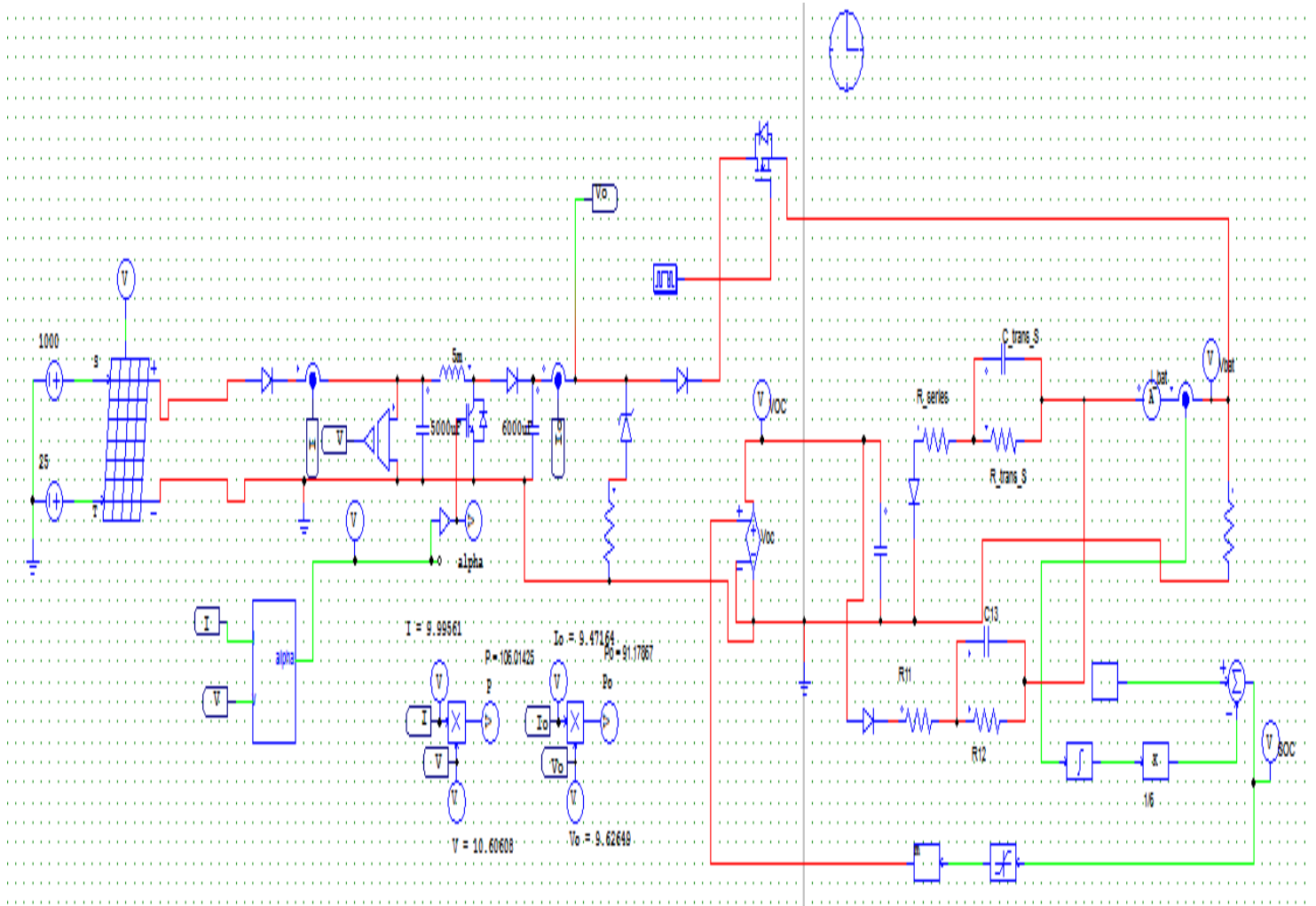


Figure III.65 : La modélisation du dispositif chargeur solaire

III.2.4 Les courbes et les résultats obtenue par la simulation :

III.2.4.1 Le courant, tension et puissance générés par les panneaux

$\langle V \rangle = 5.83241V$, $I = 9.997 A$, $P = 58.32242 W$

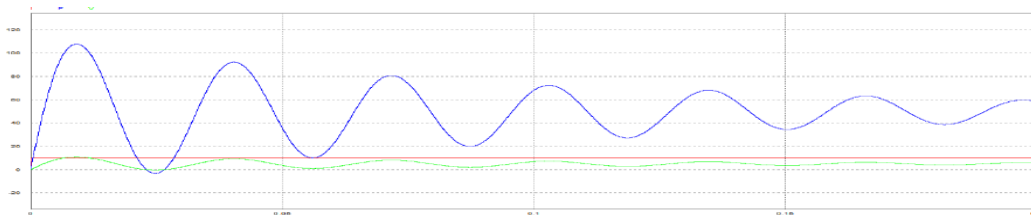


Figure III. 66: Les allures (courant, tension et puissance) délivré par le panneau solaire

Ces valeurs enregistrées sont liées aux paramètres d'entrées du panneau solaire Figure III. 67 qui représentent les allures courantes, tension et puissance délivrée avant l'insertion du régulateur MPPT.

III.2.4.2 La puissance maximale obtenu à la sortie du régulateur MPPT :

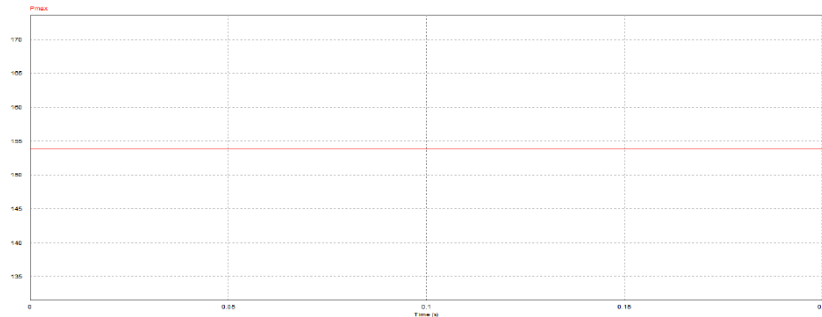


Figure III. 67: Allure de la puissance maximale

$$P_{\max} = 153.38547 \text{ W}$$

La Puissance maximale obtenue après l'insertion du régulateur MPPT est quasiment multipliée par trois par rapport à la puissance initiale délivré par le panneau

III.2.4.3 La tension de la charge de (batterie) réguler par le chargeur solaire

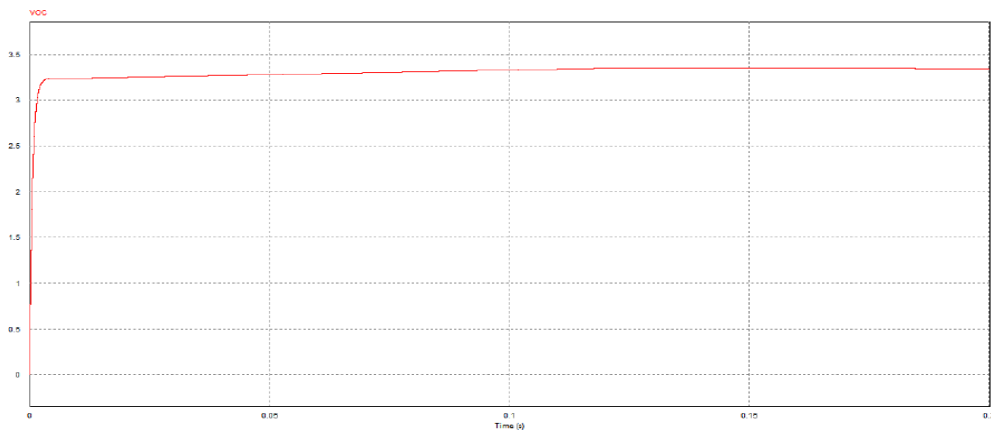


Figure III.68: Tension de charge de la batterie

- $V_R = 3.354 \text{ V}$

Cette allure démontre la capacité du régulateur MPPT à adapter la tension délivrée par le PV à une inférieure valeur, plus adéquate pendant le chargement de la batterie

III.2.4.4 Allures représentant l'état aux bornes la batterie Li-ion

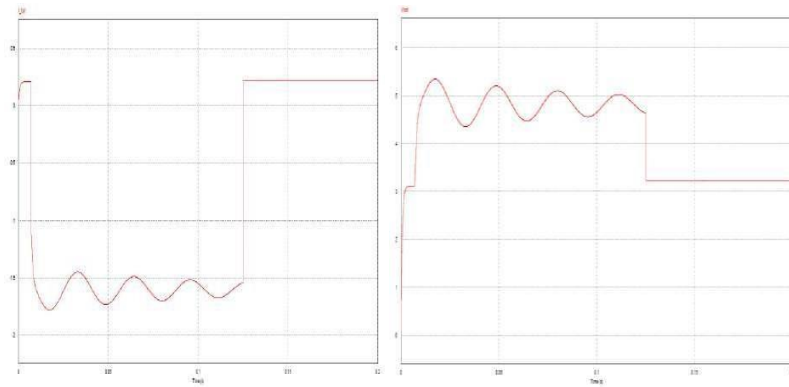


Figure III. 69: Courant aux bornes de la batterie et la Tension aux bornes de la batterie li-ion

$$V_{Bat}=3.225 \text{ V}, I_{Bat}=0.0215 \text{ A}$$

Figure (III. 69) représentent respectivement l'état du courant et de la tension auxBornes de la batterie li-ion.

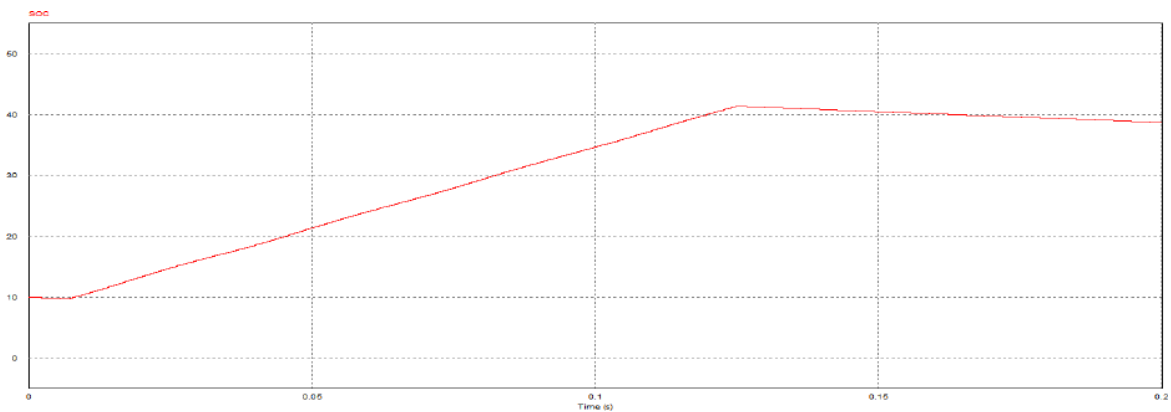


Figure III. 70: État de charge de la batterie

Cette allure représente l'état de charge de la batterie ou l'on peut distinguer les phases de chargement suivantes : Bulk Absorption et Floating

III.2.5 Simulations de système PV à l'aide de logiciel "PVsyst":

III.2.5.1 PVsyst

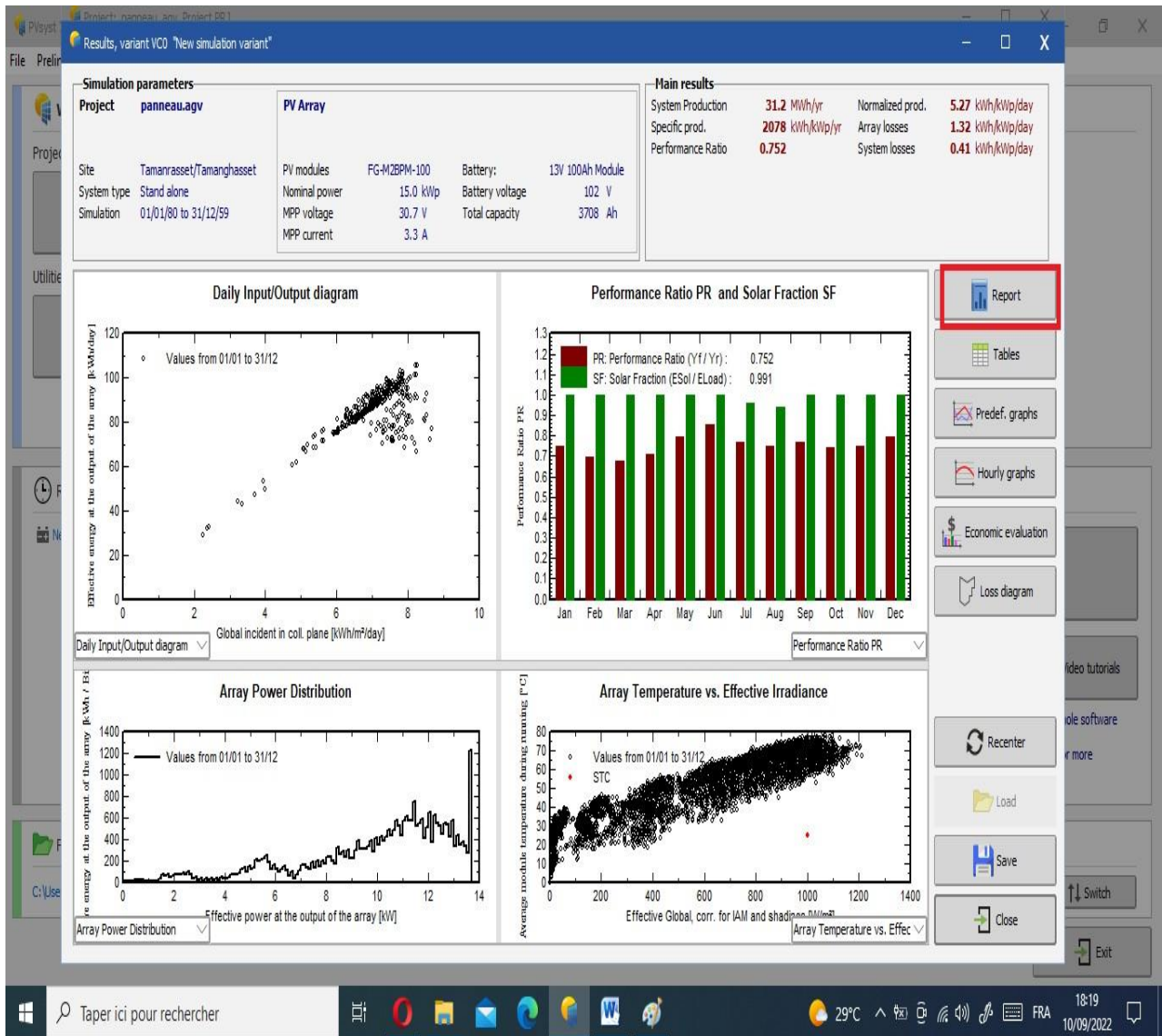


Figure III. 71: simulation paramètre de PVsyst

PVsyst est conçu pour être utilisé par les architectes, les ingénieurs et les chercheurs (en anglais), mais c'est aussi un outil pédagogique très utile. Il comprend une aide contextuelle approfondie, qui détaille la procédure et les modèles utilisés et propose une approche détendue avec un guide dans le développement de projet. PVsyst peut importer des données météorologiques à partir de dizaines de sources différentes ainsi que des données personnelles

III.2.5.2 Résultat de la simulation (Run)

Après simulation, le système nous montre les courbes, le tracé I/O et les performances de puissance de notre système ainsi que d'autres métriques au quotidien

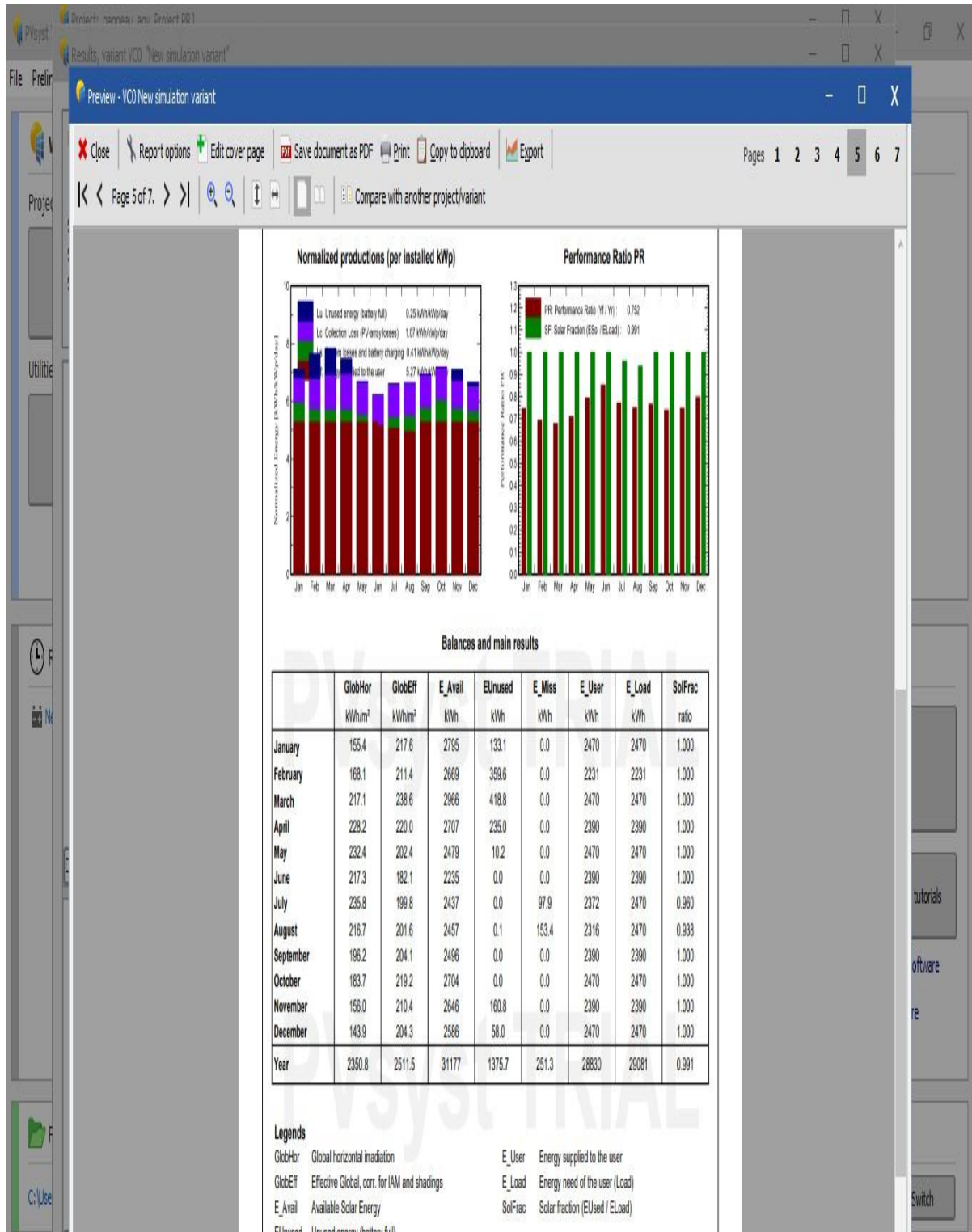


Figure III. 72: simulation paramètre de PVsyst



Project: panneau.agv

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.2.18

VC0, Simulation date:
10/09/22 18:19
with v7.2.18

General parameters	
Stand alone system	Stand alone system with batteries
PV Field Orientation	Sheds configuration
Orientation	No 3D scene defined
Fixed plane	
Tilt/Azimuth	
	30 / 0 °
Models used	
Transposition	Perez
Diffuse	Perez, Meteonom
Circumsolar	separate
User's needs	
Daily household consumers	
Constant over the year	
Average	80 kWh/Day

PV Array Characteristics	
PV module	Battery
Manufacturer	Generic
Model	FG-M2BPM-100
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	100 Wp
Number of PV modules	150 units
Nominal (STC)	15.00 kWp
Modules	30 Strings x 5 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	13.82 kWp
U mpp	141 V
I mpp	98 A
Controller	
Universal controller	
Technology	MPPT converter
Temp coeff.	-5.0 mV/°C/Elem.
Converter	
Maxi and EURO efficiencies	97.0 / 95.0 %
Total PV power	
Nominal (STC)	15 kWp
Total	150 modules
Module area	153 m ²
Cell area	118 m ²
Battery Pack Characteristics	
Voltage	102 V
Nominal Capacity	3708 Ah (C10)
Temperature	Fixed 20 °C
Battery Management control	
Threshold commands as	SOC calculation
Charging	SOC = 0.96 / 0.80
Discharging	SOC = 0.10 / 0.35

Array losses								
Thermal Loss factor	DC wiring losses	Series Diode Loss						
Module temperature according to irradiance	Global array res.	Voltage drop						
Uc (const)	23 mΩ	0.7 V						
Uv (wind)	Loss Fraction	Loss Fraction						
	1.5 % at STC	0.5 % at STC						
Module Quality Loss	Module mismatch losses	Strings Mismatch loss						
Loss Fraction	Loss Fraction	Loss Fraction						
-1.3 %	2.0 % at MPP	0.1 %						
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

Figure III. 73: rapport de simulation de PVsyst

Au final, il nous fait un rapport sur les données du système de stockage d'énergie de notre station, (comme le montre la fig73), ainsi que son système de travail et tout ce qui est nécessaire pour alimenter le véhicule autonome

Remarque :

Les résultats sont présentés dans la langue du système, c'est-à-dire en anglais, et du fait de la convergence de la terminologie dans le système entre les deux langues, nous les avons conservés en anglais. Néanmoins, nous rappelons que le taux de travail du cycle du système est de pratiquement 90% et aussi le cycle de vie de la batterie est de 94,3

Donc pour notre exemple 'atelier avec 9 AGVs nous avons besoins de :

150 unités de panneaux photovoltaïques, modèle FG-M2BPM-100

36 batteries en série, avec batteries voltage 102 V

MPP voltage : 30,7 V

MPP Courant : 3,3 A

III.3 Conclusion

Après avoir utilisé la passerelle du logiciel PVsyst et PSIM et V-REP EDU, nous avons pu créer une simulation pour notre objectif que nous avons conçue selon une spécification bien claire

Les paramètres nous ont fourni de nombreuses fonctions qui nous ont permis de simuler les programmes dans cette troisième partie, dans laquelle nous avons visualisé notre modèle à travers une simulation dans laquelle nous avons inclus les données et les normes de notre propre système afin de nous rapprocher des résultats incarnés et de nous présenter aux exigences nécessaires pour atteindre l'objectif de ce système.

Nous souhaitons étendre notre travail en nous concentrant plus particulièrement sur comment :

- ✚ -réaliser l'installation de PV qui permet de satisfaire la consommation totale d'utilisations (AGVs)

Conclusion générale

Étant donné la facilité avec laquelle le soleil peut faire sortir les gens de chez eux, on pourrait penser que l'énergie solaire pourrait alimenter à peu près n'importe quoi." Et les investigations ne s'arrêteront pas pour trouver différents moyens de les exploiter avec des résultats prometteurs.

Le sujet de cette étude, de ces innovations, porte sur les AGVs alimentés par un chargeur solaire, qui comprend un générateur photovoltaïque, une batterie de stockage lithium-ion et un chargeur PV. Cette lettre comporte deux parties :

Une section spéciale pour les véhicules à guidage automatique de leurs types, conception et mode de fonctionnement, pour passer en revue à travers cela les points les plus importants qu'il faut connaître sur ces véhicules et traiter certaines de leurs propriétés énergétiques et électroniques. Environ 20 ans), il consomme une quantité d'énergie grise de 420 à 600 kWh/m² selon la technologie, pour un temps de retour énergétique de 1,36 à 4,7 ans Selon le pays dans lequel Il se situe dans l'installation. Avec ces informations à l'esprit, nous avons conclu qu'il s'agit d'un investissement rentable.

C'est pourquoi les moyens mis en œuvre à cette fin sont en constante évolution. En effet, nous avons constitué ce que nous appelons une centrale de stockage d'énergie, qui vise à :

Stocker l'énergie pour en bénéficier lors de l'exploitation des charges, y compris les véhicules, et l'extraire d'une source photovoltaïque avant cela Focus sur certains composants dont le chargeur pour réduire les pertes de puissance lors des conversions en courant alternatif utilisables par les onduleurs.

- Introduction de nouvelles technologies de stockage modulaire telles que la technologie Lithium Ion, une capacité modulaire en brique de 1,2 kWh, une garantie de 10 ans, une efficacité de 96 %, une capacité de décharge "plus grande" de plus de 100 % et un stockage d'énergie sous forme chimique permettant un stockage saisonnier.

Enfin, certains programmes nous ont permis de travailler sur la conception et l'étude d'un modèle qui simule l'idée. Les résultats nous ont donné toutes les valeurs et normes énergétiques que nous voulons connaître lorsque nous profitons de la technologie avec différentes dimensions, y compris la continuité et la vitesse, sans aucun effort. Et c'est tout le temps peu coûteux

Références bibliographiques

- [1] Ullrich, G. (2015). The History of Automated Guided Vehicle Systems. In: Automated Guided Vehicle Systems. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-44814-4_1
- [2] INDEVA®“ intelligent devices for handling ” [Online]. Disponible sur: <https://www.indevagroup.fr/actualites/indeva-agv-pour-le-tri-du-courrier/>. [Accédé à: 28 janvier 2020] ,<https://www.indevagroup.it/wp-content/uploads/2018/01/AGV-2017-FRA.pdf>.
- [3] Schulze, L.; Wüllner, A., “*The Approach of Automated Guided Vehicle Systems*”, presented at 2006 IEEE International Conference on Service Operations, Logistics and Informatics, 21.-23.06.2006, Shanghai,China.
- [4] Lothar, Schulze & Sebastian, Behling & Stefan, Buhrs. (2008). Automated Guided Vehicle Systems: a Driver for Increased Business Performance. Lecture Notes in Engineering and Computer Science. 2169.
- [5] Guo F., Yuan X., Yu D., Yuan K., “Research on Key Technology of AGVs”, *Journal of University of Science and Technology Beijing*,1999 (in Chinese).
- [6] Runge, J., “Netzwerkmodell zur Planung von Anlagen mit Fahrerlosen Flurförderzeugen“, in *Materialfluss- und Logistiksysteme*, vol. 4, (Hrsg. Schulze, L.), Aachen: Shaker-Verlag, 2006 (in German).
- [7] Yang, Y., & Pan, W. (2020). *Automated guided vehicles in modular integrated construction: potentials and future directions. Construction Innovation, ahead-of-print(ahead-of-print)*. doi:10.1108/ci-07-2019-0073 .
- [8] Feledy, C. F. and Mark Schiller Luttenberger. “A State of the Art Map of the AGVS Technology and a Guideline for How and Where to Use It.” (2017).
- [9] Editorial by Industrial Quick Search “Types of AGVs (Automatic Guided Vehicles)” 2022. [Online]. Disponible sur: <https://www.iqsdirectory.com/articles/automated-guided-vehicle/types-of-agvs-automatic-guided-vehicles.html>. [Accédé à: 30-Juin-2022].
- [10] SLAMA fatch. « Modélisation d’un Système multi générateurs PV interconnectés au réseau électrique. »
- [11] Azoui, Master Energies renouvelables : Notes de cours. [Online]. Disponible sur https://www.google.com/search?client=opera&q=chapitre2_systeme_photovoltaique-partie1.pdf&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8. [Accédé à: 19-05-2022].
- [12] XPAIR, site web, Le lexique du génie climatique : Lettre P „ Photovoltaïque“. [Online]. Disponible sur <https://www.xpair.com/lexique/definition/photovoltaique.htm>. [Accédé à: 19-04-2022].
- [13] Shockley, William; Queisser, Hans J. (1961) “Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells” (PDF) ‘Journal of Applied

Références bibliographiques

- [14] «With 2,245 MW of Commissioned Solar Projects, World's Largest Solar Park is Now at Bhadl". 19-6-2022. Consulté 20- 6-2020. "SECI tenders another 750MW at record-luring Bhadla Solar Park". PV Tech. Archived from the original on 1 December 2017. Consulté 22-6-2022.
- "Country's Biggest Solar Park In Rajasthan, At The Heart Of India's Clean Energy Push". NDTV.com. Archivé du the original on 2018-02-12. Consulté sur 2022-05-06.
- Wolfe, Philip (2021-09-29). "The world's largest solar parks". Coo Solar Power. Consulté 2021-11-08.
- [15] A, Labouret. M, Viloz., “Energie solaire photovoltaïque.” le manuel du professionnel.3eme édition Dunod, 2006
- [16] Djarallah, Mohamed,, “ACONTRIBUTION A L’ETUDE DES SYSTEMES PHOTOVOLTAIQUES RESIDENTIELS COUPLES AU RESEAU ELECTRIQUE,” UNIVERSITE DE BATNA Thèse de Doctorat en Science, 2008.
- [17] Total Energies Electricité et Gaz France, „ fonctionnement panneaux photovoltaïques“. [Online]. Disponible sur <https://www.totalenergies.fr/particuliers/nos-services/autoconsommation-solaire/fonctionnement-panneaux-photovoltaiques/differents-types-de-cellules-photovoltaiques>. [Accédé à: 23-06-2022].
- [18] Ghabrouri Amina et Haddag Mouna Sous la direction de : Dr. Hebbir Nacer, "Simulation du rendement des différents types de cellules photovoltaïques en fonction de la température et l'éclairement" Faculté des Sciences exacte et science de la nature et de vie Département des Sciences De la matière MEMOIRE Pour l'obtention du diplôme de Master en Physique 2019/2020.
- [19] B. Mohammed, "Modélisation D'un Système De Captage Photovoltaïque autonome," Centre Universitaire De Bechar Mémoire de Magister, 2007-2008.
- [20] G.MedYacine,D.belkacem,D.akram, « modélisation et commande d'un système PV connecte au réseau électrique utilisant DSTATCOM. » , Mémoire Master, Université KasdiMerbah Ouargla,2020
- [21] C. Alonso, « Contribution à l'optimisation, la gestion et le traitement de l'énergie », Mémoire pour l'habilitation à diriger les recherches, Université Paul Sabatier – Toulouse III, 12 Décembre 2003.
- [22] K. Ouabdelkader, H. Mersl, « Modélisation et Contrôle d'un Système Photovoltaïque Connecté au Réseau », Mémoire Master en Electrotechnique, Université Abderrahmane Mira, Bejaia,2015.
- [23] AbbassenL., « Etude de la connexion au réseau électrique d'un centrale photovoltaïque », Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2011.
- [24] S. Bellakehal, « Conception et commande des machines amants à permanents dédiées aux Énergies renouvelables », Thèse doctorat, Université de Constantine ,2010.

Références bibliographiques

- [25] Techopedia, site web, Qu'est-ce qu'une batterie? [Online]. Disponible sur <https://fr.theastrologypage.com/battery>. [Accédé à: 27-04-2022].
- [26] Nasr Solar, site web, Dix façons de prolonger la durée de vie de la batterie à 15 ans [Online]. Disponible sur <https://nasrsolar.com,https://www.youtube.com/watch?v=RUGw2EblV3k>. [Accédé à: 27 04-2022].
- [27] voltiat,site web, domaine de l'électricité [Online]. Disponible sur <https://www.voltiati.com/the-best-types-of-solar-batteries>. [Accédé à: 27-04-2022].
- [28] photovoltaiquet,site web, Réaliser une installation Choix du matériel Batteries, stockage virtuel et autres accessoires Current:Les batteries [Online]. Disponible sur <https://www.photovoltaique.info/fr/realiser-une-installation/choix-du-materiel/les-accessoires-additionnels/les-batteries/>. [Accédé à: 30-06-2022].
- [29] Juan C. Tejada, Alejandro Toro-Ossaba, Santiago Muñoz Montoya, Santiago Rúa, "A Systems Engineering Approach for the Design of an Omnidirectional Autonomous Guided Vehicle (AGV) Testing Prototype", Journal of Robotics, vol. 2022, Article ID 7712312, 13 pages, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7712312>
- [30] G. E. Dieter and L. C. Schmidt, Engineering Design, McGrawHill Higher Education, Boston, 200
- [31] Sculpteo,site web, centre de production en fabrication additive [Online]. Disponible sur <https://www.sculpteo.com/fr/glossaire/solidworks-definition-fr/>. [Accédé à: 27-07-2022].
- [32] M. Bucolo, A. Buscarino, C. Famoso, L. Fortuna, and M. Frasca, "Control of imperfect dynamical systems," Nonlinear Dynamics, vol. 98, no. 4, pp. 2989–2999, 2019
- [33] El Atmi Anas. Conception et réalisation d'un régulateur solaire sous Labview à base de Microcontrôleur. Mémoire, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc 2014
- [34] Lepanneausolaire.net. Les différentes technologies des contrôleurs de charge [En ligne]. Consulter le 10 juillet 2020. Lien : <https://www.lepanneausolaire.net/les-differentestecnologies-controleurs-charge.php>
- [35] Planete-Energies, La batterie lithium-ion : comment ça marche ? [En ligne]. Consulter le 17 Mai 2020. Lien : <https://www.planete-energies.com/fr/medias/decryptages/la-batterie-lithium-ion-comment-ca-marche>
- [36] J. S. Gill, navigation/tutorials/robotsetup, 2022. ? [En ligne]. Consulter le 19 Mai 2020.
- [37] coppeliarobotic., site web, logiciel de simulation, [Online]. Disponible sur <https://www.coppeliarobotics.com>. [Accédé à: 12-09-2022].

Annexes

A- Logiciel Photo Voltaïque Système (PVS)

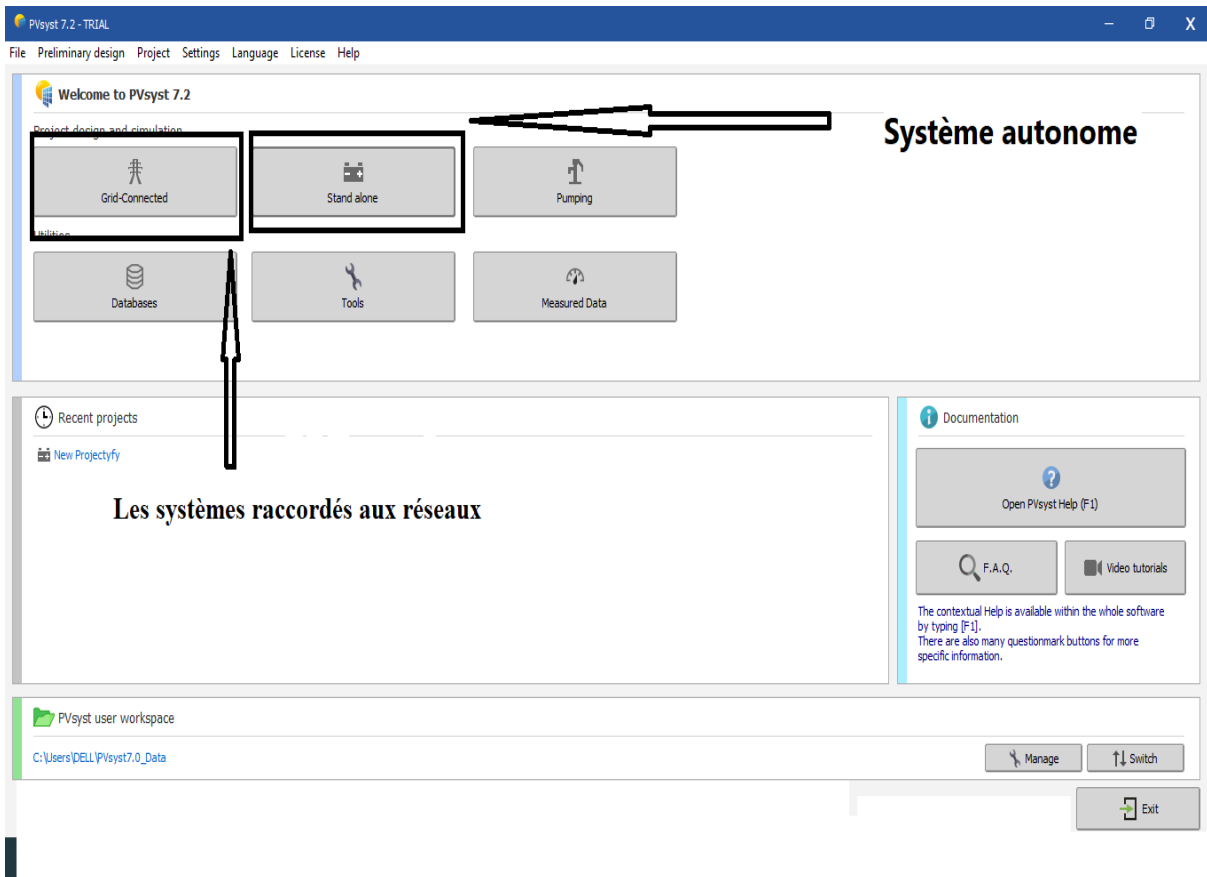


Figure A,1 : première face de PVsyst

Les entrées du système

Nous avons choisi d'abord le type du système photovoltaïque, dans ce cas il est autonome.

Annexe

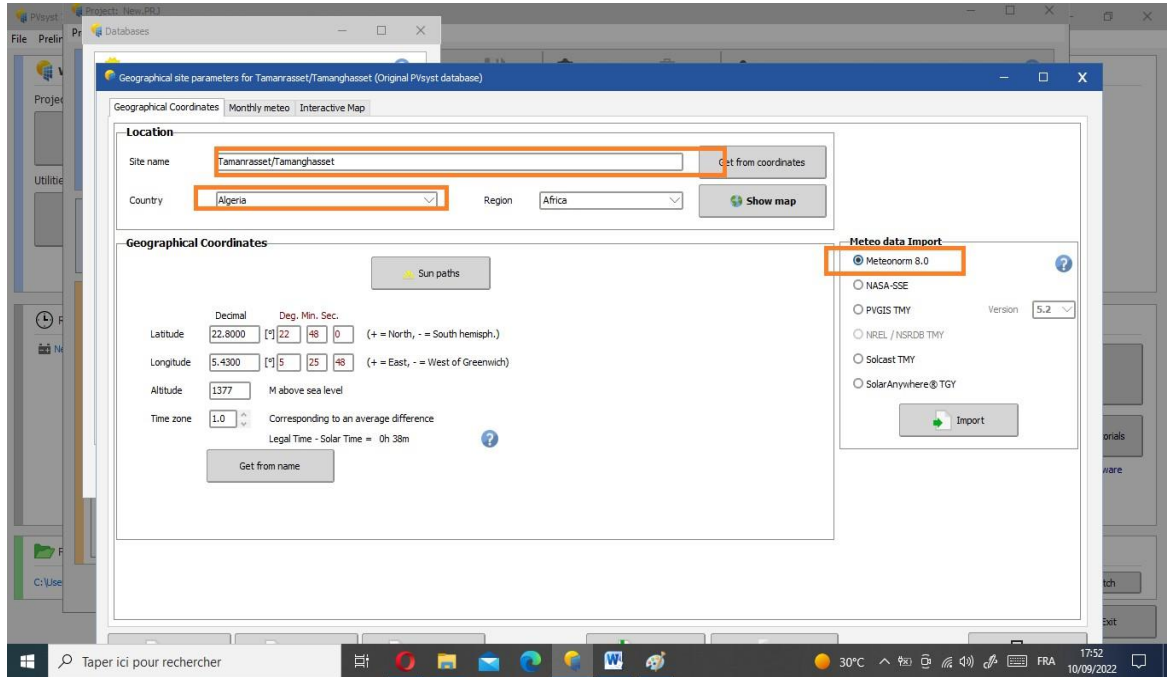


Figure A,2 : nouveau Project de PVsyst

Après avoir choisi le nouveau projet, nous allons choisir l'emplacement (le site) de la base de données (Figure A,2) ou un nouvel emplacement, puis remplir l'icône besoins pour les utilisateurs et l'orientation

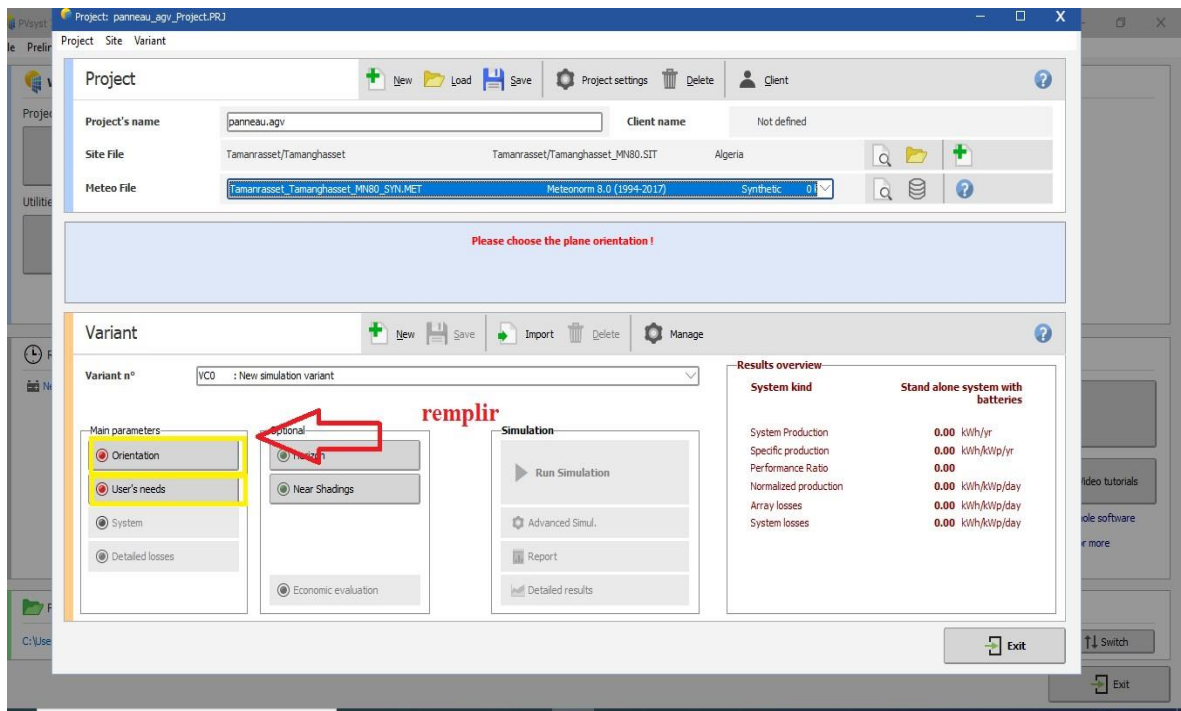


Figure A,3: géographique paramètre PVsyst

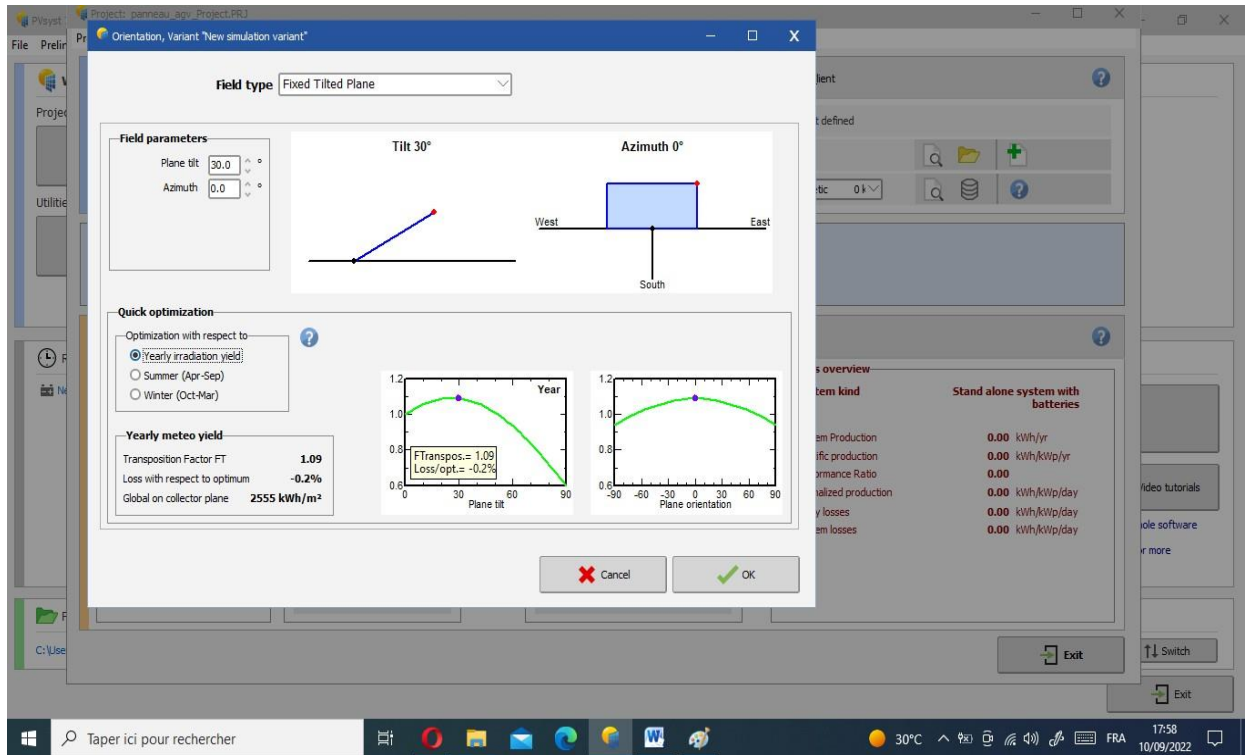


Figure A,4 : orientation paramètre PVsyst

Dans l'orientation icône, nous choisirons le meilleur angle pour placer le module solaire et le programme nous aidera à améliorer la direction (voir Figure A,4)

Annexe

Les besoins de l'utilisateur sont parmi les bases de la formation du système à exécuter, et ici nous pouvons entrer la capacité des charges et déterminer leurs nombres et heures de Consommation quotidienne

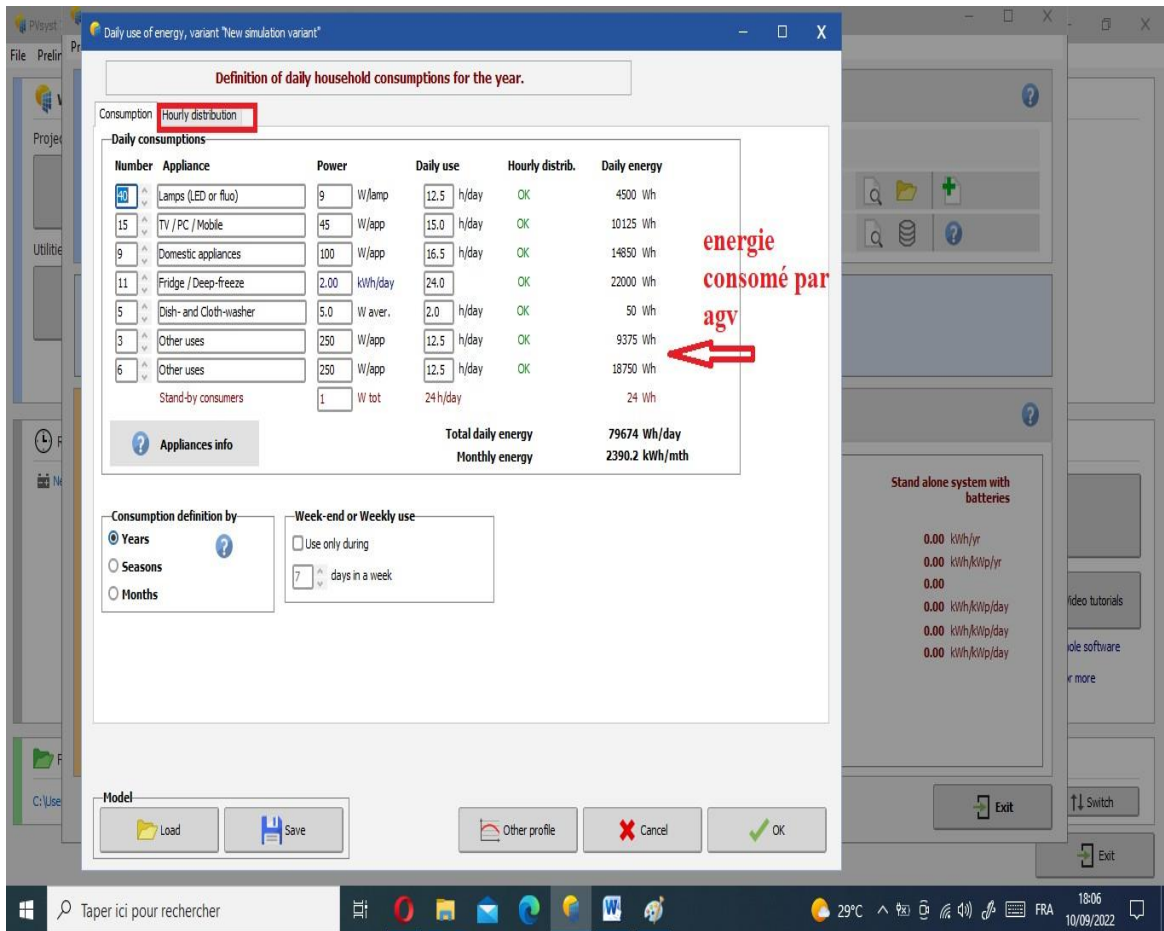


Figure A,5: la variation d'énergie (à jour)

Et quand on dit charges, on ne parle pas seulement d'AGV, mais aussi de ce que l'entreprise se compose d'appareils électriques, et c'est dans le cas du système autonome (Figure A,5)

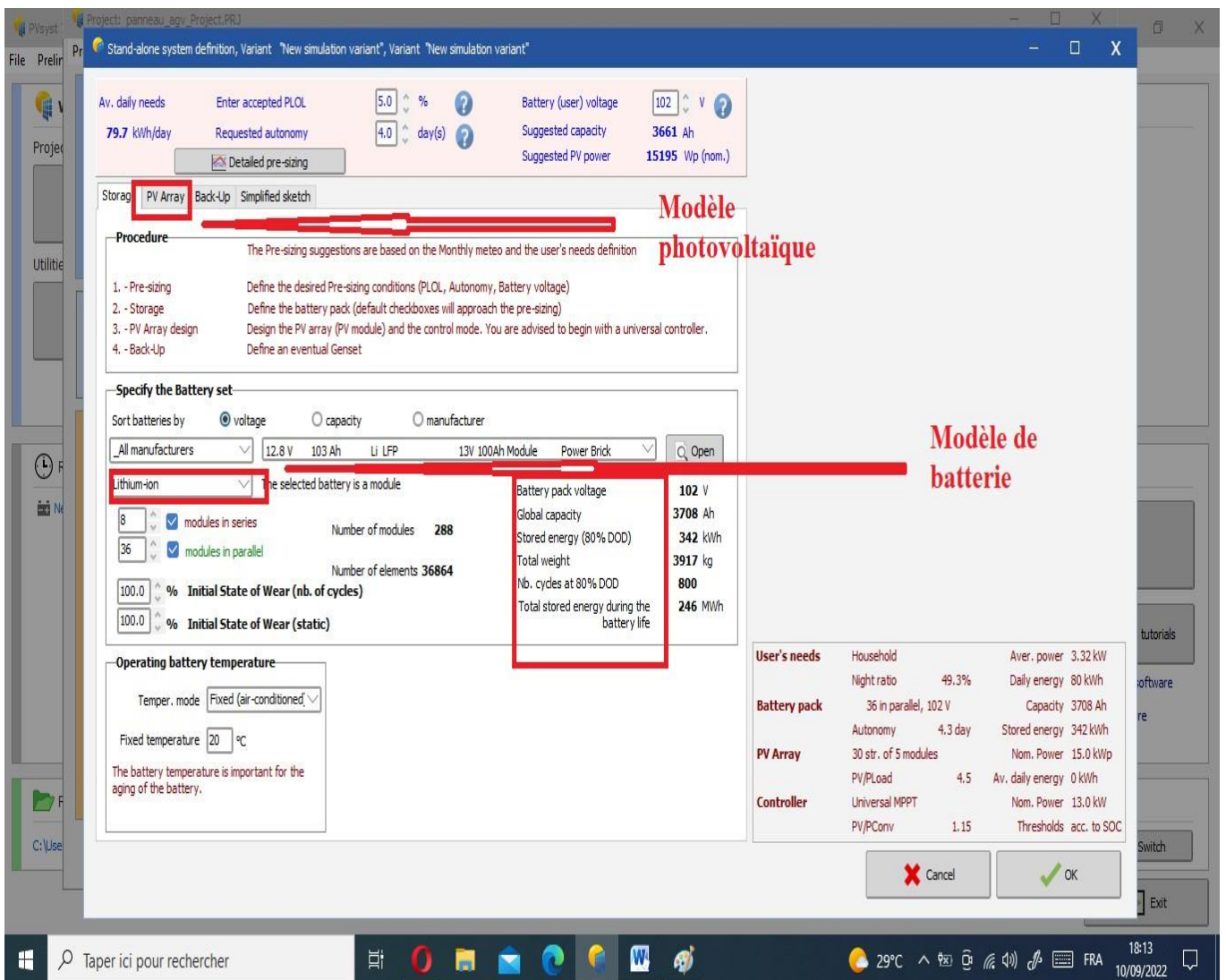


Figure A,6 : besoin d'utilisateur paramètre PVsyst

Dans l'icône du système, nous précisons le type de panneaux et le type de technologie, ainsi que le type de batterie utilisé dans ce cas, et nous avons déjà choisi la batterie au lithium (Figure A,6)

Enfin, cliquez sur l'icône "run" de simulation

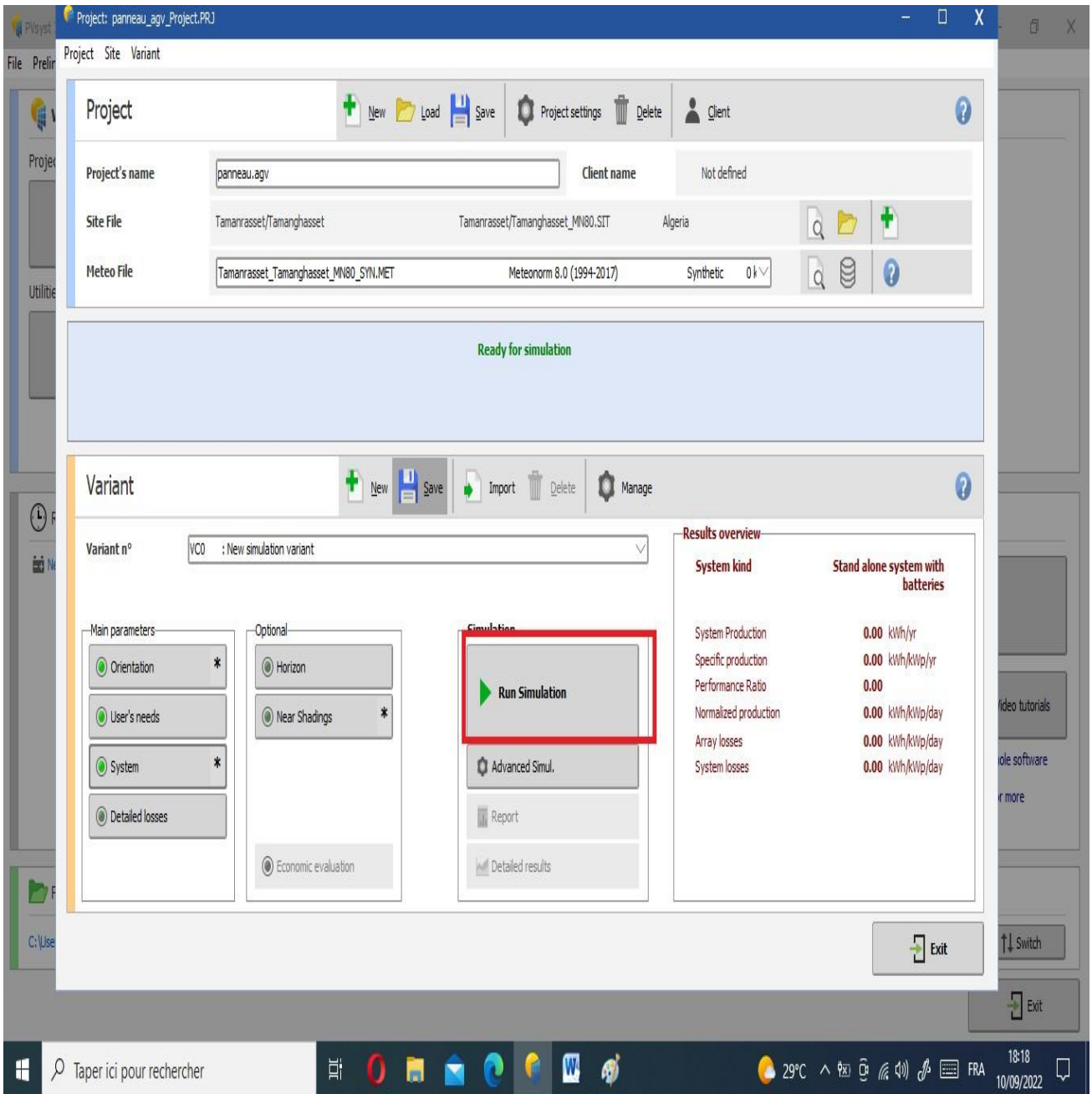


Figure A,7: face de simulation de PVsyst

B- Conception sur SolidWorks

Principe

Pour assurer une bonne conception de SolidWorks après la compréhension de fonctionnement de systèmes d'AGV il est recommandé de suivre les étapes suivantes :

- ❖ Création du projet SolidWorks
- ❖ Donné pour chaque pièce un nom
- ❖ Cotation intelligent

Lancer SolidWorks

Double-cliquez sur l'icône " SolidWorks " Pour démarrer logiciel **SolidWorks** qui ouvre la fenêtre qui représente dans la figure 3.2



Figure B,1 : Fenêtre SolidWorks

Création d'un nouveau projet

Pour créer un projet dans SolidWorks en cliquant sur

Créer un nouveau document de pièce

1 Créer une nouvelle pièce.

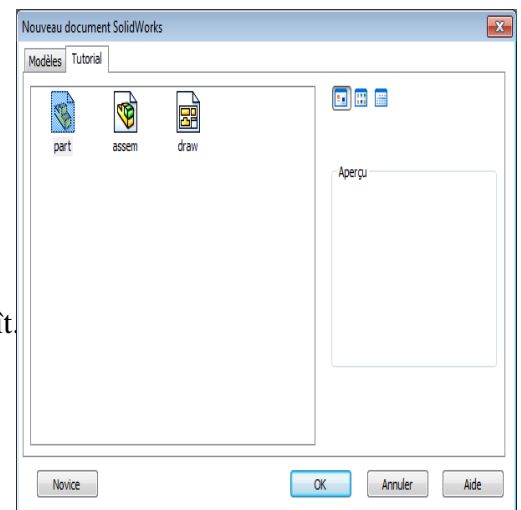
Cliquer sur **Nouveau** Dans la barre d'outils Standard.

La boîte de dialogue **Nouveau document SolidWorks** apparaît.

2 Cliquer sur l'onglet **Tutorial**.

3 Cliquer sur l'icône **Pièce**.

4 Cliquer sur **OK**. Un nouveau document de pièce apparaît.



Annexe

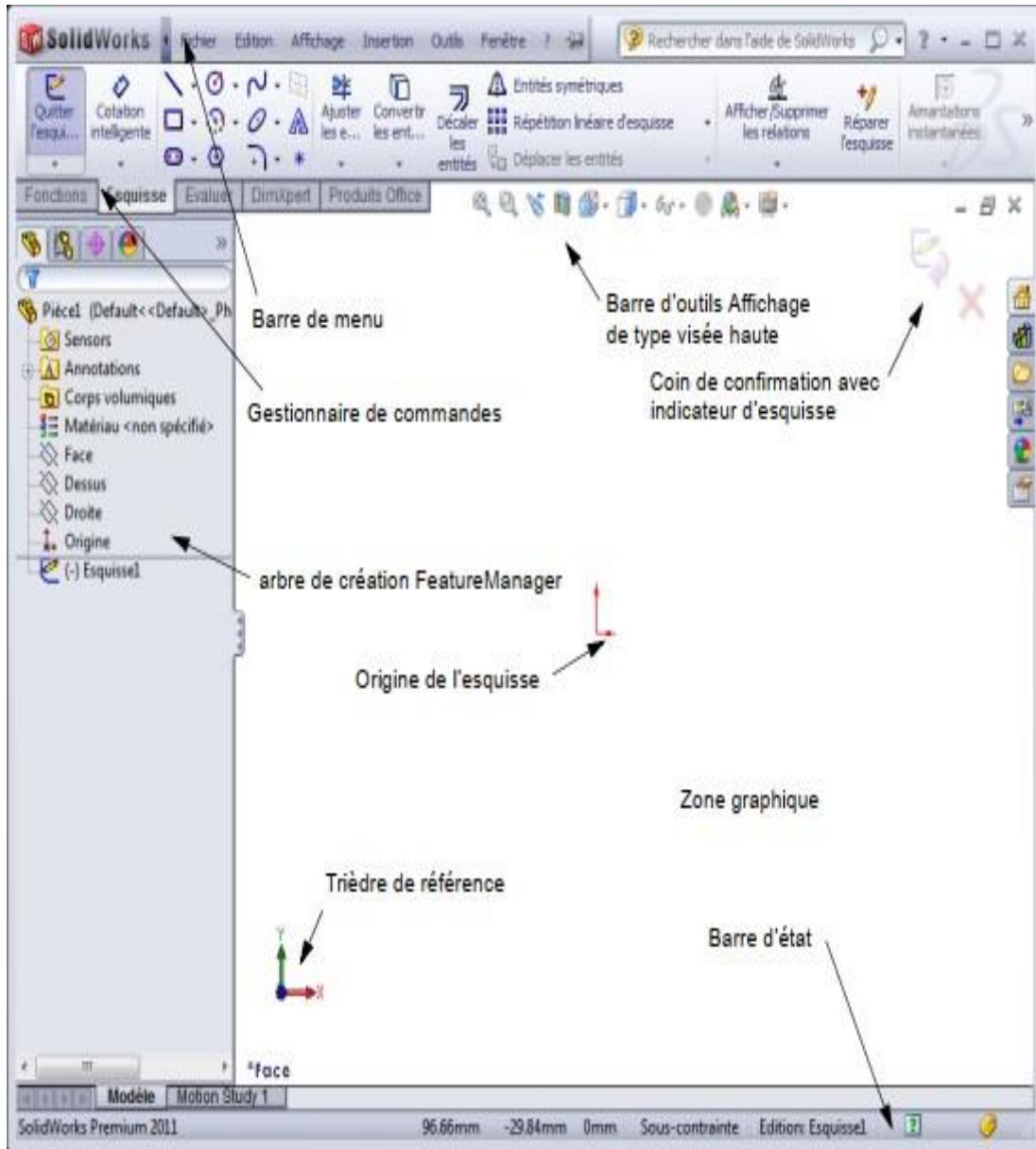


Figure B ,2 : Vue du projet

Résumé :

Ce travail consiste en la conception mécanique et électrique d'un prototype d'essai de véhicule à guidage automatique (AGV). La représentation fonctionnelle du véhicule et la conception mécanique et électrique sont présentées en tenant compte de divers sous-systèmes tels que le châssis et la plate-forme de chargement, nous présentons et discutons d'une nouvelle direction pour atteindre la durabilité dans les systèmes énergétiques tout en se développant dans le domaine des technologies propres. , et cela est représenté dans la technologie des systèmes photovoltaïques qui nous a aidés à créer un site de charge pour les batteries AGV grâce à des procédés d'énergie renouvelable photovoltaïque, et nous avons étudié et calculé l'énergie collectée par les poteaux photovoltaïques à l'aide de programmes de simulation pour les besoins de ce système pour établir un lien entre le générateur(PV) et la charge(AGVs)

Mots Clés : AGV, Conception, PV, SolidWorks, énergie renouvelable, Batterie

Abstract:

This work consists of the mechanical and electrical design of an automated guided vehicle (AGV) test prototype. The functional representation of the vehicle and the mechanical and electrical design are presented considering various subsystems such as the chassis and the loading platform, we present and discuss a new direction to achieve sustainability in energy systems while developing in the field of clean technologies. , and this is represented in the photovoltaic systems technology which helped us to create a charging site for the AGV batteries through photovoltaic renewable energy processes, and we studied and calculated the energy collected by the photovoltaic poles at using simulation programs for the purposes of this system to establish a link between the generator (PV) and the load (AGVs)

Keywords: AGV, Design, PV, SolidWorks, renewable energy, Battery

ملخص

يتكون هذا العمل من التصميم الميكانيكي والكهربائي لنموذج أولي لاختبار المركبات الموجهة أوتوماتيكيا (AGV). يتم تقديم التمثيل الوظيفي للمركبة والتصميم الميكانيكي والكهربائي مع الأخذ في الاعتبار الأنظمة الفرعية المختلفة مثل الهيكل ومنصة التحميل ، ونقدم ونناقش اتجاه جديد لتحقيق الاستدامة في الأنظمة الطاقوية أثناء التطوير في مجال التقنيات النظيفة من خلال ذلك قمنا بتطوير حلول لتحسين كفاءة الطاقة و استدامتها و التخلص من فواتير الكهرباء الى الابد، وتمثل ذلك في تكنولوجيا الانظمة الكهروضوئية التي ساعدتنا في إنشاء موقع شحن بطاريات AGV من خلال عمليات الطاقة المتجددة الكهروضوئية ، وقمنا بدراسة وحساب الطاقة التي تم جمعها بواسطة الأعمدة الكهروضوئية باستخدام برامج المحاكاة الخاصة بمتطلبات هذا النظام لإنشاء رابطة بين المولد والحمل

الكلمات المفتاحية :

AGV, Conception, PV, SolidWorks, énergie renouvelable, Batterie