الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Seddik BENYAHIA – Jijel
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture

N° :...../20.....

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :
Master Académique

Domaine : Architecture Urbanisme et Métiers de la Ville

Filière : Architecture

Spécialité : Architecture

Présenté par : Antar LEFILEF
Med Aymen GAMRAOUI

Encadré Par : Ouahid HALLOUFI

Thème

L'INTEGRATION DES SYSTEMES SOLAIRES PHOTOVOLTAIQUES DANS LE SECTEUR TERTIAIRE, CAS DU PARKING SOLAIRE A JIJEL. (BLUE PVING PARK)

Date de soutenance:...../...../.....

Composition du jury de soutenance

Mounia OUARI	**M.A.A** Université de Jijel **: Présidente**
Ouahid HALLOUFI	**M.A.A** Université de Jijel **: Encadrant du mémoire**
Warda BOULFANI	**M.C.B** Université de Jijel **: Examinatrice 1**
Adila AIDAT	**M.C.B** Université de Jijel **: Examinatrice 2**

Promotion : 2021 /2022

Remerciements

Nous voudrons tout d'abord remercier Dieu le plus puissant qui nous a donné le courage et la volonté d'étudier et de devenir ce que nous sommes aujourd'hui.

Nous tenons à remercier avec beaucoup de gratitude notre encadreur de mémoire Monsieur Ouahid HALOUFI, professeur en architecture, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous tenons à remercier Monsieur Ammar BOUCHAIR notre enseignant d'atelier pour ses conseils pédagogiques.

Nous exprimons nos remerciements aux membres de jury : Monsieur OUARI mounia , Monsieur AIDET adila Monsieur BOULFANI Warda

Pour l'honneur qu'ils nous ont accordé en acceptant d'examiner notre travail de recherche.

Nous adressons nos sincères remerciements, à toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre travail de recherche et qui nous ont aidé lors de la rédaction de ce mémoire.

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique du département d'architecture de l'université de Jijel responsable de notre formation.

À tous, un Grand Merci...

Dédicaces

Je dédie ce travail à ceux qui, quelque soient les termes embrassés,
Je n'arriverais jamais
À leur exprimer mon amour sincère. En premier lieu,
À ma famille, qui m'a donné une éducation généreuse, et leur amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Surtout pour mon défunt père qui restera toujours dans mon âme "Dieu aie pitié de lui" Dieu t'a donné une grande place au paradis. Savourer rigoureusement l'effort qu'il a fait en moi. Pour ma mère, que Dieu la protège et la protège pour moi.

Ceci est ma plus profonde gratitude pour votre amour éternel, j'espère que ce rapport est le meilleur cadeau que je puisse vous offrir. À vous mes frères (Walid ; Karim ; Aziz)

Et sœurs (Souhila ; Faoizia) À toute ma famille, mes proches et mes amis qui sont devenus plus qu'une simple famille

À mes collègues surtout (Aymen ; Yahia et Haroun.) Qui m'ont toujours soutenue et encouragée durant ces années scolaires.

Que je garderai toujours dans mon âme
Merci à tous...

ANTAR.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ceux qui m'ont donné la vie, l'espoir et l'amour,

à ceux qui m'ont encouragé le long de mes études Ma très chère mère et mon très cher père que le dieu me les protège

A mes quatre sœur Sihem, Amel,Imen,marwa

A mes encadreurs Monsieur Haloufi et monsieur Bouchair

A mon binôme Antar A tous mes amis A tous mes collègues du département d'architecture

A toutes les personnes qui m'ont aidé de proche ou loin pour réaliser ce travail dans les meilleures conditions

Merci à tous.

MED, AYMEN.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES I
LISTE DES FIGURES : IV
LISTE DES TABLEAUX : VII
LISTE DES ABREVIATIONS : VIII

INTRODUCTION GENERALE

Introduction 1
Problématique 2
Questionnement 3
Hypothèse de la recherche 3
Objectifs de la recherche 4
Démarche méthodologique 4
Structure du Mémoire : 4

CHAPITRE I: LA POSITION ÉNERGÉTIQUE DE L'ALGÉRIE

INTRODUCTION 6
I.1 L'avenir énergétique de l'Algérie : 6
I.1.1 Les réserves d'hydrocarbures : 7
I.1.2 Les perspectives d'évolution de la consommation énergétique : 8
I.1.3 Croissance annuelle du PIB et de la population (en %) 9
I.1.4 L'énergie Electriques en Algérie : 11
I.1.5 Quelles énergies pour demain ? 12
I.2 Le potentiel énergétique renouvelable disséqué : 12
I.2.1 Généralité sur les énergies renouvelables 14
I.2.2 Potentiels National des Énergies Renouvelables : 15
I.2.2.1 Potentiel Solaire en Algérie : 16
I.2.2.2 Potentiel L'énergie éolienne en Algérie : 18
I.2.2.3 Potentiel de l'énergie géothermique 19
I.2.2.4 Potentiel de l'hydroélectricité : 19
I.2.2.5 Le Potentiel de la Biomasse : 20
I.3 Tendance mondiale en énergie solaire pour un développement durable : 21
I.3.1 Capacité mondiale installée en énergie solaire : 21
I.3.2 Contribution de l'énergie solaire au développement durable à mondiale : 22
I.3.2.1 La contribution environnementale : 22
I.3.2.2 La contribution socio-économique : 23

CONCLUSION 24

CHAPITRE II: SYSTÈMES SOLAIRES INTÈGRES AU BÂTIMENT

INTRODUCTION : 26
II.1 Solaire thermique à air : 26
II.1.1 Principe de fonctionnement du capteur solaire à air : 28
II.1.2 Typologies des systèmes thermiques à air : 28
II.1.2.1 Les systèmes actifs : 28
II.1.2.2 Les systèmes passifs 29
II.1.2.3 Les systèmes hybrides. 29
II.1.2.4 Les circuits ouverts. 30
II.1.3 Différents types de circulation d'air : 30
II.1.4 Butes d'intégration 32
II.2 Système Solaire thermique à eau : 32
II.2.1 Le fonctionnement d'un chauffe-eau solaire : 33
II.2.2 Les types des capteurs solaires à eau : 33
II.2.3 Typologies des systèmes thermiques à eau 36
II.2.3.1 Les chauffe-eaux monobloc : 36
II.2.3.2 Les chauffe-eaux à thermosiphon : 36
II.2.3.3 Les chauffe-eaux à circulation forcée : 37
II.2.3.4 Les chauffe-eau auto vidange : 38
II.3 L'Energie Solaire Photovoltaïque 38
II.3.1 Principe de fonctionnement de la cellule photovoltaïque : 38
II.3.2 Différents types de système PV 39
II.3.2.1 Système autonome : 39
II.3.2.2 Système PV raccordé au réseau : 40
II.3.2.3 Système PV hybride : 41
II.3.3 Les composantes d'une installation photovoltaïque : 42
II.3.4 Composition & fabrication d'un panneau solaire : 43
II.3.5 Les types des cellules : 44
II.3.6 Types d'intégration des panneaux : 44
CONCLUSION 49

CHAPITRE III: CAS D'ÉTUDE « PARKING SOLAIRE »

INTRODUCTION 50
III.1 Partie 1 : Méthode 50

III.1.1 Les logiciels utilisés pour simulation : 51
III.1.1.1 Ecotect : 51
III.1.1.2 Présentations PVSYST : 51
III.2 Partie 2 : cas d'étude 52
III.2.1 La ville de Jijel : 53
III.2.2 Analyse d'établissement étudié : 54
III.2.2.1 Situation et limite : 54
III.2.2.2 Composition volumétrique : 54
III.2.3 Les résultats de simulation par Ecotect : 55
III.3 Partie 3 : application 56
III.3.1 Petits rappels en électricité : 56
III.3.2 Etape 01 : Evolution des besoins 57
III.3.3 Etape 02 : Energie solaire récupérable : 58
III.3.3.1 Données météorologiques : 58
III.3.3.2 L'orientation et l'inclinaison des modules 58
III.3.4 Etape 03 : définition de module PV : 60
III.3.4.1 Calcul de la puissance crête du système : 60
III.3.4.2 Résultats de simulation par logiciel PVSYSTEM : 60
III.3.5 Le projet après l'intégration des panneaux : 66
III.3.5.1 Résultats et discussion : 66
CONCLUSION 72
CONCLUSION GENERALE 56
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 79
ANNEXE N^{O} 01 : I
ANNEXE N° 02 : IX
ANNEXE N^{O} 03 : XVII
ANNEXE N^{O} 04 : XVIII
ANNEXE N^{O} 04 : XIX
ملخص: XXI
RESUME : ..... ERR
EUR ! SIGNET NON DEFINI.
SUMMARY: XXIII

Liste des figures :

Figure I.1 : Projection de la production de pétrole en milliards de Baril par an……8

Figure I.2 : Projection de la production de gaz en milliards de Baril par an……..…….….8

Figure I.3 : Croissance annuelle du PIB et de la population (en %) 9

Figure I.4 : La quantité d'électricité produite en Algérie……..…….…..11

Figure I.5 : Programme de développement des énergies renouvelables en Algérie à l'horizon 2030……..…….....16

Figure I.6 : Nouvel Atlas solaire du monde...……..16

Figure I.7 : Moyenne annuelle de l'énergie reçue en Algérie…..……...17

Figure I.8 : Carte des vents en Algérie……..……..18

Figure I.9 : Carte des sources thermales en Algérie……..……..19

Figure I.10 : Part de l'énergie solaire du total installé en énergies renouvelables en 2017….21

Figure I.11 : Classement des dix premiers pays leaders mondiaux en énergies solaires pour l'année 2017……..22

Figure I.12 : cout total moyen pondéré des investissements en énergies solaires photovoltaïque entre (2010-2017)……..23

Figure I.13 : L'emploi dans le secteur de l'énergie solaire (2012-2017)……24

Figure II.1 : les composants principaux d'un capteur solaire à air……..27

Figure II.2 : Exemple de capteur à air…….27

Figure II.3 : système actif……...…….28

Figure II.4 : systèmes passifs……...……29

Figure II.5 : systèmes hybrides……...…….29

Figure II.6 : circuits ouverts……..……..30

Figure II.7 : différents types de circulation d'aire……..…….30

Figure II.8 : Chauffages est climatisation des habitations……...……32

Figure II.9 : Système de chauffage d'air……..……...32

Figure II.10 : Système à air avec plancher Chauffant……...……32

Figure II.11 : Le schéma de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire…….33

Figure II.12 : Capteurs plans sans vitrage…….34

Figure II.13 : Capteur plan vitré……...……34

Figure II.14 : Capteur sous vide……..…….35

Figure II.15 : Capteur plan à réflecteur cylindre-parabolique……..35

Figure II.16 : chauffe-eau solaire monobloc……36

Figure II.17 : schéma d'un système à thermosiphon……37

Figure II.18 : système à circulation forcée……...37

Figure II.19 : Les chauffe-eau auto vidange……38

Figure II.20 : Schéma d'une cellule photovoltaïque……39

Figure II.21 : Système PV autonome ou isolé…….40

Figure II.22 : Système PV raccordé au réseau sans batterie……41

Figure II.23 : Système PV hybride……..41

Figure II.24 : Les Composition & fabrication d'un panneau solaire……...43

Figure II.25 : intégration des capteurs solaires sur la façade un bâtiment à énergie positive à Strasbourg…….45

Figure II.26 : installation des capteurs solaires sur une toiture terrasse. Panneaux solaires sur la maison Abondance à Montréal…….46

Figure II.27 : intégration des capteurs solaires sur les allèges……..46

Figure II.28 : intégration des capteurs solaires sur les cheminées…….47

Figure II.29 : intégration des capteurs solaires sur vérandas…….47

Figure II.30 : intégration des capteurs solaires sur Brise soleil…….48

Figure II.31 : installation des capteurs solaires sur le sol……48

Figure III.1 : Images illustrant le fonctionnement du logiciel ECOTECT……..51

Figure III.2 : images du logiciel PV SYSTEME…….52

Figure III.3 : Ensoleillement annuel de l'Algérie……...53

Figure III.4 : Photo aérienne du terrain d'étude……..54

Figure III.5 : ensoleillement de parking par logiciel Ecotect……..55

Figure III.6 : vérification de l'ombre par logiciel Ecotect 21 décembre à 15h……...55

Figure III.7 : vérification de l'ombre par logiciel Ecotect 21 juillet à 16h…….55

Figure III.8 : vérification de l'ombre par logiciel Ecotect 21 mars à 16h……...56

Figure III.9 : Définition de l'orientation et de l'inclinaison d'un panneau……..…59

Figure III.10 : l'intégration des panneaux solaires sur toiture et façades du parking ……66

Figure III.11 : Comparaison entre surface disponible et surface PV ….……..68

Figure III.12 : la quantité de CO_2 minimiser par l'utilisation des PV…….69

Figure III.13 : les frais annuels de la consommation et de la vente de l'énergie produite **.....**70

Figure III.14 : le coût de l'installation photovoltaïque intégrée au parking……71

Liste des tableaux :

Tableau I.1 : Les réserves prouvées de l'Algérie en milliards de TEP (Fin 2007) ……..8

Tableau I.2 : Projection de la croissance annuelle du PIB, et de la population……...10

Tableau I.3 : Scénarios de croissance de la consommation d'énergie primaire de l'Algérie En million de tep (Mtep)……..11

Tableau I.4 : défirent types des énergies renouvelables……..15

Tableau I.5 : Potentiel solaire en Algérie……19

Tableau I.6 : Parc de production hydroélectrique en Algérie……..23

Tableau II.1 : Les composantes d'une installation photovoltaïque…….45

Tableau II.2 : Les type des cellules…….....48

Tableau II.3 : typologie des capteurs PV intégrés au bâtiment……...48

Tableau III.1 : tableau explicatif de la composition volumétrique de parking a étage……...54

Tableau III.2 : tableau récapitulatif des besoins de notre projet…….57

Tableau III.3 : données climatiques de la ville de Jijel en 2020…….58

Tableau III.4 : L'orientation et l'inclinaison le plus juste……59

Tableau III.5 : les caractéristiques du générateur photovoltaïque……...66

Tableau III.6 : Caractéristiques des éléments……...……..67

Tableau III.7 : la quantité de CO2 minimisé par l'utilisation de système PV ……..……68

Tableau III.8 : les frais annuels de la consommation et de la vente de l'énergie produite….70

Tableau III.9 : le coût de l'installation photovoltaïque pour assure le besoin énergétique du parking. ……70

Tableau III.10 : le coût de l'installation photovoltaïque pour la vente au Sonelgaz……..71

Liste des abréviations :

GPL : gaz de pétrole liquéfie

BP : British Petroleum

PIB : Le produit intérieur brut

Mtep : millions de tonnes d'équivalent pétrole

ONS : office national des Statistique

CSP : concentrated Solar power

COP21 : Conference of parties

USD : United states dollars

L'OPEP : organisation des pays exportateurs de pétrole

MCP : matériaux à changement de phase.

CES : chauffe-eau solaire

PV : panneau photovoltaïque

KW : kilo Watt.

KWh : kilo Watt par heure.

KWh/m2/jour : kilo Watt heure par mètre carré par jour.

MTeq : Million Tonnes Equivalent

m^2 : Mètre carré.

IEA : Agence internationale l'énergie.

°C : degrés Celsius.

V.M.C : Ventilation mécanique contrôlé

PV/T : panneau photovoltaïque thermique

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Depuis le début du XVIII siècle, la consommation énergétique mondiale est en très forte croissance dans toutes les régions du monde. La consommation d'énergie à augmenter, sous l'effet de la croissance économique d'une part, et de l'augmentation de la consommation d'électricité par habitant d'une autre part. Cette consommation énergétique est basée sur l'énergie fossile qui est la principale source des gaz à effet de serre (GES). Le problème environnemental le plus important lié à l'utilisation de l'énergie est le changement climatique, la prévention contre les conséquences catastrophiques des changements climatiques nécessite la stabilisation de la concentration atmosphérique du dioxyde de carbone (CO_2).

Pour notre pays la production d'énergie dépend complètement du gaz naturel, car la majorité des centrales électriques sont des turbine vapeur et turbine à gaz, sauf que dans les dernières années le parc de production a été renforcé par des nouveaux types de production comme le cycle combiné et récemment l'énergie solaire. Cette dépendance totale du gaz est due aux richesses naturelles existantes (pétrole et gaz), ces dernières sont considérées comme le support de l'économie nationale depuis des dizaines d'années et constituent les principales sources des revenus du pays. Cette dépendance garde l'Algérie dans les dernières places à l'échelle maghrébine et aussi mondiale dans plusieurs secteurs d'activités.

Bien que l'Algérie possède toutes les ressources humaines et matérielles, cette énergie demeure dans le stade de l'expérimentation à l'exception de la centrale hybride de Hassi R'mel et d'autres à l'obligation de l'intégration des énergies renouvelables 'énergie solaire'' dans les projets des équipements publics à l'exception des équipements éducatifs.

La superficie et la géographie de l'Algérie sont deux facteurs très importants favorisant ce genre d'énergie, tout le monde sait que l'Algérie dispose de grandes ressources en énergies fossiles, mais ce que l'on connaît le moins, c'est le potentiel en énergies renouvelables. L'ensoleillement annuel sur tout le territoire est parmi les plus élevés dans le monde, il dépasse les 2000 heures, pouvant atteindre les 3900 heures sur les Hauts-Plateaux et le Sahara.

Presque toutes les énergies renouvelables sont des dérivées de l'énergie solaire : le vent, le rayonnement solaire, la force de l'eau sont des produits directs ou indirects de l'activité solaire, seule la géothermie échappe à cet inventaire. Le soleil envoie chaque année à la surface de la Terre à peu près 10 000 fois plus d'énergie que la planète en consomme, il est donc légitime d'essayer d'en tirer profit. Même si cette ressource est maintenant de mieux en mieux reconnue en tant que source potentielle d'énergie, cela n'a pas été facile face aux nombreux préjugés existants sur ce sujet. On a reproché par exemple à l'énergie solaire d'être intermittente (jour, nuit, saison), de ne pas être fiable et de dépenser plus d'énergie pour la conception d'un panneau solaire qu'il ne peut en fournir durant toute sa durée de vie. Ces affirmations sont en passe

d'être aujourd'hui dénigrées par les progrès techniques accomplis sur les cellules photoélectriques mais également sur le traitement de l'énergie. Actuellement, la plupart des panneaux photovoltaïques produisent largement plus d'énergie au cours de leur vie que l'énergie nécessaire à leur production. On a vu apparaître ces dernières années la notion de remboursement énergétique noté EPT (Energy Payback Time). Selon les technologies et les lieux de production, l'EPT s'étend de 2 à 4 ans pour des panneaux ayant une durée de vie de 15 à 25 ans. Les progrès de fabrication ont été considérables ces dernières années permettant d'avoir des fonctionnements de générateurs photovoltaïques garantis au-delà de 25 ans avec en plus des coûts de fabrication qui tendent à baisser quand on ramène le prix de l'installation au prix du Watt Crête.

Ainsi, en ce qui concerne l'énergie photovoltaïque traitée dans ce mémoire, nous pouvons considérer cette source d'énergie comme une des énergies renouvelables capable de produire de l'électricité en grande quantité sur du long terme sans trop émettre de gaz à effet de serre. Il reste encore quelques problèmes techniques (rendement faible) à résoudre pour rendre cette énergie compétitive par rapport aux autres solutions et en premier lieu, le fait d'être une source intermittente d'électricité difficile à anticiper et à contrôler la rend difficile à exploiter au moment où on en a besoin. La question du prix élevé de l'électricité photovoltaïque est également souvent avancée comme un frein important au développement de cette ressource énergétique. Aujourd'hui le prix de panneaux photovoltaïque est en train de baisser régulièrement avec les avancées technologiques diverses. Quelle que soit la baisse des coûts atteinte, cela rend cette énergie de plus en plus intéressante pour le grand public.

Problématique

Le secteur du bâtiment est l'un des secteurs ayant le plus d'impact sur l'environnement. En Algérie, le secteur résidentiel et tertiaire sont les plus gros consommateurs d'énergie avec 7 millions de tonnes d'équivalents de pétrole (en 2005) soit de 41 % du total national. Cette énergie consommée entraîne d'émission de 6.3 millions de tonnes de CO_2 représentant 16 % des émissions nationales.

Le principal défi à relever est de trouver des solutions techniques qui nous permettent de continuer à vivre comme nous le faisons maintenant sans exacerber les émissions de gaz à effet de serre, mais il est important de savoir que vous ne pouvez pas filtrer l'atmosphère pour éliminer le gaz qui est déjà émis. La technologie n'y peut donc rien et elle ne nous empêchera pas d'avoir une élévation de température programmée et déterministe d'au moins 1°C d'ici un siècle.

Pour répondre à ces enjeux énergétiques et environnementaux ainsi qu'à leurs insuffisances, plusieurs éléments de solutions peuvent être mis en œuvre de manière complémentaire. D'un point de vue environnemental, les solutions sont très nombreuses et concernent spécifiquement l'utilisation des énergies renouvelables pour la production d'énergie intérieure telles que l'énergie solaire.

Ainsi que, le bâtiment est le lieu le plus fréquenté par l'homme pour vivre, travailler ou se divertir. Cela se traduit par une consommation d'énergie indispensable pour assurer leur besoin quotidien au niveau du secteur résidentiel, tertiaire, industriel, …

Mais la quantité d'énergie produite pousse l'homme à poser des questions :

Questionnement

Pouvons-nous appliquer une stratégie de panneaux solaires aux secteurs tertiaires ?

D'autres sous-questions complémentaires peuvent être posées :

Saurons-nous concevoir un bâtiment répondant aux aspirations des usagers et favorisant la préservation de notre environnement en intégrant des systèmes d'énergie solaire ?

Les architectes peuvent-ils suivre cette stratégie et la généraliser dans leurs futurs projets ?

Combien économisez-vous sur facteur en utilisant l'énergie solaire ?

Est-il possible de se baser sur l'énergie solaire au lieu du réseau électrique ?

Hypothèse de la recherche

Pour répondre à la problématique posée, on donne les hypothèses ci-dessous :

En Algérie, le fait principal observé est la dépendance totale du gaz naturel pour la production de l'électricité. Pour comprendre ce fait et essayer de le théoriser, nous l'avons appréhendé à travers 3 hypothèses secondaires. L'hypothèse principale est que l'énergie solaire photovoltaïque constituerait une alternative crédible pour la réduction de l'utilisation de l'énergie fossile.

En ce qui concerne les hypothèses secondaires

La première hypothèse que nous avons émise est : les ressources énergétiques seraient abondantes en Algérie notamment l'énergie solaire.

La deuxième hypothèse : À l'aide de panneaux solaires, il est possible de générer de l'énergie électrique respectueuse de l'environnement et de la remplacer par de l'énergie électrique traditionnelle en alimentant les bâtiments en énergie électrique.

La troisième hypothèse : Les panneaux solaires seront d'autant plus rentables s'ils sont installés dans une région ensoleillée.

Objectifs de la recherche

L'objectif global de la recherche est d'étudier les conditions dans lesquelles l'énergie solaire photovoltaïque pourrait constituer une alternative crédible.

En ce qui concerne les objectifs spécifiques, ils se déclinent en deux points à savoir :

- Déterminer les besoins énergétiques du parking et comment tirer parti de l'énergie solaire et réduire au maximum la consommation d'énergie électrique générée par les combustibles fossiles.
- L'intégration des dispositifs solaires dans le secteur tertiaire dédiés à la production d'électricité et connectés au réseau qui se base sur la technologie photovoltaïque (PV) pour la production de l'électricité à partir de l'énergie solaire.

Démarche méthodologique

Afin de mener à bien ce mémoire, nous adoptons une approche méthodologique très claire pour assurer une bonne maîtrise du sujet, ainsi ce travail se divise en deux approches qui sont les suivantes :

Approche théorique :

C'est une partie basée sur la compréhension des théories existantes et des données théoriques obtenues par l'exploration et l'analyse de la documentation (livres, revues, sites Web, etc.)

Approche opérationnelle :

Dans notre travail, nous avons choisi d'examiner le projet identifié par deux types de logiciels très différents et ce afin d'analyser notre étude de cas sous plusieurs aspects et d'en tirer une plus grande richesse.

Le rôle du premier programme sélectionné (ECOTECT) est d'analyser le mode veille par rapport à la luminosité du soleil et de voir les ombres créées par ses différentes masses. Dans cette optique, cette étude consiste à calculer l'efficacité des panneaux solaires photovoltaïques intégrés en façade et en toiture du bâtiment, pour des cas de conception de parkings intelligents de tout bâtiment à fonctions (services), à l'aide d'un logiciel de simulation (PVSYST).

Structure du Mémoire :

Ce mémoire de recherche est divisé en deux grandes parties comprenant trois chapitres entre théorie et pratique. L'ouverture se fait par une introduction générale qui présente la problématique de notre recherche avec ses hypothèses, ainsi que les buts qui doivent être atteints à travers cette initiation de recherche.

***Le premier Chapitre* :** Aborde la plus grande source de production d'énergie en Algérie, son avenir, un aperçu sur les types d'énergies renouvelables et celles les plus appropriées pour l'Algérie dans le développement durable.

***Le deuxième chapitre* :** Porte sur les systèmes de composants solaires intégrés au bâtiment. Les systèmes solaires à air, système à eau et système PV intégré au bâtiment.

***Le troisième chapitre* :** Consiste en la présentation d'un cas d'étude d'un projet de parking à étages qui s'appuie sur le soleil pour produire de l'énergie. Les panneaux solaires sont positionnés au niveau de la toiture et de la façade et ils sont orientés au sud-est et au nord-ouest. Puis nous allons calculer l'énergie nécessaire pour notre cas d'étude ensuite le nombre de panneaux solaires nécessaires pour couvrir les besoins du projet en électricité à travers le programme PVSYST.

CHAPITRE I : LA POSITION ÉNERGÉTIQUE DE L'ALGÉRIE

Introduction

Un des grands challenges qui menacent la vie future de l'humanité est la pollution, l'eau et l'énergie. Pour cette raison, l'homme de l'âge moderne doit rationaliser leur utilisation et se trouve dans l'obligation de découvrir des solutions alternatives capables de remédier la situation actuelle de pollution d'eau, d'atmosphère qui est généré essentiellement des rejets d'industrialisation, de transport ainsi que d'usage domestique.

Le monde actuel cherche à trouver des solutions pour réduire la quantité de CO_2 dans l'air par l'utilisation de plusieurs méthodes innovantes. Réduire la dépendance au carburant et le remplacer par des énergies renouvelables.

Les nouvelles stratégies pour réduire ce gaz penche vers la substitution de l'énergie fossile utilisé par l'utilisation de l'énergie renouvelable.

L'économie algérienne est fortement dépendante aux revenus des hydrocarbures qui représentent en 2008, 50% du PIB, 75% des revenus fiscaux et plus de 98% des exportations. La croissance que connaît le pays depuis 2001 repose sur une demande publique, tirée essentiellement par les revenus d'hydrocarbures.

Néanmoins, le pétrole et le Gaz sont deux ressources naturelles, non renouvelables et ne peuvent être puisées sans fin, la croissance illimitée de leur demande est incompatible avec leurs disponibilités limitées. Nous nous approchons à pas toujours plus rapides du moment où les stocks de pétrole et de Gaz disponibles seront insuffisants pour satisfaire les besoins.

I.1 L'avenir énergétique de l'Algérie :

En Algérie, Les hydrocarbures occupent une place très importante dans le développement économique du pays. L'accroissement de la rente pétrolière suite à l'augmentation conjointe des volumes produits et du cours des hydrocarbures, a permis une croissance moyenne du PIB de 4% par an entre 2001 et 2007.

Avec des hypothèses de taux de croissance économique de 3%, et un taux de croissance démographique de 1,6 % par an, pour la période 2007-2030, le taux de croissance de la demande énergétique serait compris entre 2,8 % et 4, 3 % par an pour la période de projection ; Le marché algérien absorberait en énergie primaire, 61,5 Millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 2020 et 91,54 Mtep en 2030 contre 52 Mtep en 2020 et 66,45 Mtep en 2030, du scénario faible.

Le Gaz Naturel, avec un taux de croissance annuel moyen de la consommation de 4,7 % (scénario Fort) et 3 % (scénario faible) entre 2007 et 2030, prendra des parts de marché au pétrole, qui verra tomber sa part de la consommation totale d'énergie primaire. (Eddrief-cherfi, 2010)

I.1.1 Les réserves d'hydrocarbures :

L'Algérie est classée 16ème producteur de pétrole, et 7ème exportateur de gaz naturel dans le monde

Les chiffres des réserves réelles des différents pays producteurs sont difficiles à établir car certains ne prennent en compte que les réserves prouvées alors que d'autres comptabilisent aussi les réserves probables ou possibles.

Le volume des réserves prouvées en hydrocarbures, tout produit confondu (pétrole, gaz, condensat et GPL), est estimé à plus de 4.300 millions de tonne équivalent pétrole (Mtep) (soit plus de 12 milliards de barils) dont 55% en gaz naturel.

Ainsi les réserves de l'Algérie demeurent dominées par le gaz naturel qui représente 55% du total (APICORP,2008) Ces chiffres, qui n'expriment que les volumes contenus dans les gisements découverts ou en cours de production, pourraient augmenter grâce à la mise en développement de découvertes futures et aux innovations technologiques qui permettraient de faire passer des ressources en réserves additionnelles.

La production primaire d'hydrocarbures en 2021 a été de 185,2 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep), contre 175,9 (Mtep) en 2020, soit une hausse de 5%. (Prixdubaril, 2022)

Tableau [I.1] : Les réserves prouvées de l'Algérie en milliards de TEP (Fin 2007)

	Réserves prouvées	**Production**	**Réserves**
Pétrole brut	1,5	0,975	27
Gaz naturel	4,1	0,074	55
Réserves total	5,6	0,162	35

(Source: APICORP research)

L'espérance de vie des réserves de pétrole en Algérie est d'environ 35 ans, à partir de 2008 (Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, 2001) mesurée par le ratio réserves production. Pendant une période de 35 ans, un tiers des réserves servira à couvrir les besoins du marché intérieur, et le reste, soit les 2/3, sera destiné à l'exportation (Ministère de l'énergie et des mines, 2008) Ceci dit, ce ratio est statique et ne prend pas en considération la production future (les perspectives de nouvelles découvertes) ;

Il fournit le temps afin d'associer les allocations des réserves à la politique gouvernementale.

Sur cette période des 35 ans, le tiers des réserves sera destiné pour couvrir les besoins du marché domestique, le reste, soit les deux tiers, sera destiné à l'exportation

Durée de vie est de 55 ans. Les réserves de gaz de l'Algérie sont classées septièmes au monde. Sa production, de 83 milliards de m^3 en 2007, place le pays au cinquième rang à l'échelle de la planète. (Aissaoui ,2001)

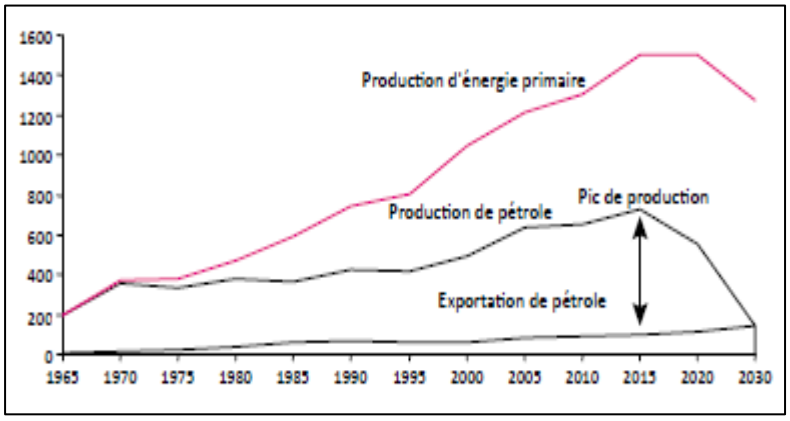


Figure [I.1] : Projection de la production de pétrole en milliards de Baril par an. (Sources : BP, statistical review2008)

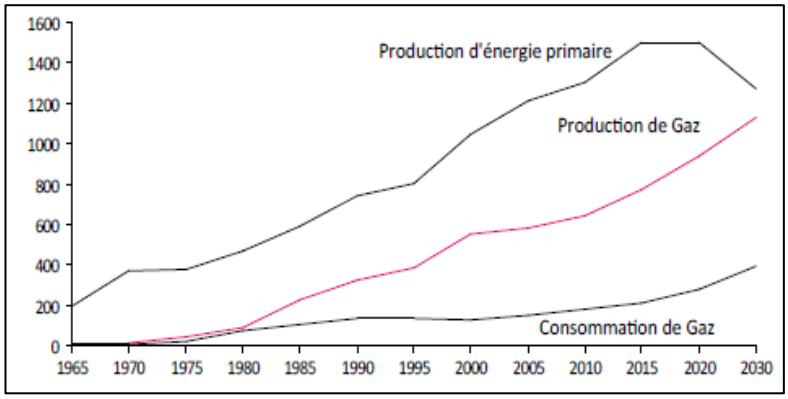


Figure [I.2] : Projection de la production de gaz en milliards de Baril par an. (Source : BP, statistical review 2008)

Avec le niveau actuel d'extraction, l'Algérie ne pourra produire que 700 milles barils par jour, d'ici 2030. Pour que la production augmente il faut investir suffisamment dans l'amont pétrolier pour cela, il faudrait que les prix du baril soient relativement élevés.

I.1.2 Les perspectives d'évolution de la consommation énergétique :

En Algérie, les combustibles fossiles (Pétrole et Gaz) répondent à 96 % de la demande énergétique nationale, la partie restante étant satisfaite par l'hydroélectricité, d'où leur importance fondamentale pour l'économie de notre pays.

Tableau [I.2] : Projection de la croissance annuelle du PIB, et de la population

Variation annuelle sur la période	1978-1988	1980-2007	2007-2020	2020-2030	2007-2030
Taux de croissance annuel de la population (en %)	0,7	2,19	1,6	0,9	1,25
Taux de croissance annuel du PIB (en %)	3,06	2,82	3,2	2,8	3

(Source : World Développement Indicator, Banque Mondiale et ONS)

I.1.3 Croissance annuelle du PIB et de la population (en %)

La population algérienne qui a crue d'une moyenne annuelle de 2,19 % pour la période 1980-2007, est projetée de croître de 1,25 % par an pour la période de la projection 2007-2030 (1,6 % entre 2007et 2020 et 0,9 % entre 2020 et 2030). (ONS, 2005.)

Les projections de la consommation d'énergie sont basées sur les projections de la population de l'office national des statistiques ONS.

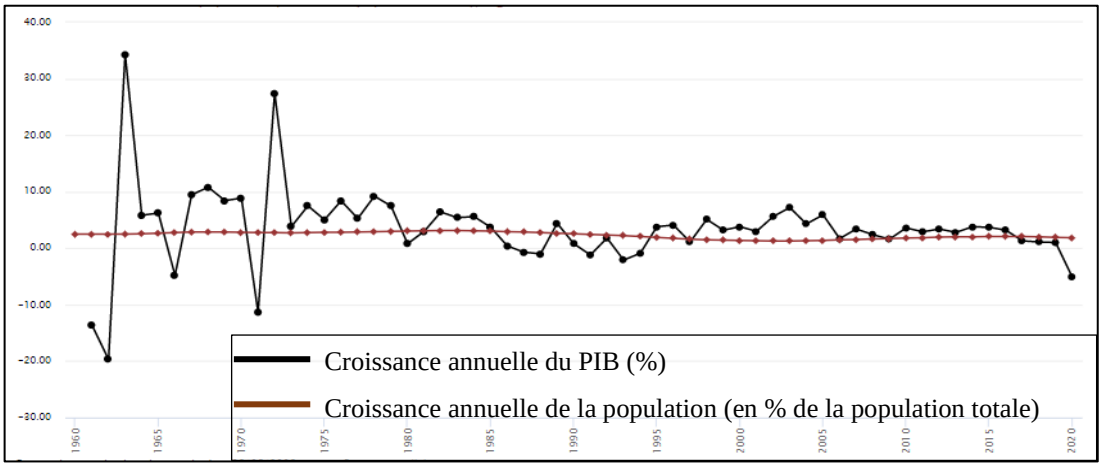


Figure [I .3] : Croissance annuelle du PIB et de la population (en %). (Source : l'ONS et Banque Mondiale)

La consommation nationale d'énergie primaire est passée de 2,1 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 1965 à 61,5 millions de tonnes équivalent énergie en 2020 (tableau I.3). Ces dernières années, la demande a augmenté au rythme de 15 % par an ; La hausse du prix du baril de pétrole et du PIB est tirée par la croissance d'une augmentation de l'extraction de pétrole et de gaz

Tableau [I.3] : Scénarios de croissance de la consommation d'énergie primaire de l'Algérie En million de tep (Mtep)

		2007	2020	2030	TCAM		
					2007-2020	2020-2030	2007-2030
Scénario Fort	Pétrole gaz	12 22	20 40,6	27,6 63	4% 4,83%	3,3% 4,5%	3,68% 4,68%
	Total Energie	34,7	61,5	91,54	4,5%	4,05%	4,3%
Scénario Faible	Pétrole gaz	12 22	18 33,2	23 42,7	3,17% 3,2%	2,5% 2,55%	2,86% 3%
	Total Energie	34,7	52	66,45	3%	2,5%	2,86%

Source : (Eddrief-cherfi, 2010)

- ✓ **Scénario fort**

La demande énergétique est projetée de croître à un rythme de 4,3 % par an. Elle passera de 34,7 Mtep en 2007 à 61,5 Mtep en 2020 et à 91,54 Mtep en 2030 (l'ADEME, 2000). En suivant les tendances de l'évolution de la demande en gaz qui croît, celui-ci croîtra plus rapidement de 4,68 % par an, sa part dans la consommation totale d'énergie primaire, qui est passée respectivement de 33 % en 1965 à 63,5 % en 2007, se poursuivra pour atteindre, d'ici 2030, les 70 % du total de la consommation d'énergie primaire. La demande de gaz, qui était de 22 Mtep en 2007 atteindra 40,6 Mtep en 2020 et 63 Mtep en 2030. La majeure partie de l'augmentation de gaz est due au secteur de la production d'électricité. Le gaz prendra des parts de marché au pétrole, il sera le combustible le plus dominant. La demande de pétrole croîtra de 3,68 % par an, passant de 12 Mtep en 2007 à 20 Mtep en 2020 et à 27,6 Mtep en 2030.

- ✓ **Scénario faible**

La croissance de la demande se fera à un rythme plus long pour atteindre 52 Mtep en 2020 et 66,45 Mtep en 2030, avec une moyenne de 2,86 % par an (3 % entre 2010-2020 et de 2,3 % an entre 2020 et 2030). La demande de gaz, qui était de 22 Mtep en 2007, atteindra 33,2 Mtep en 2020 et 42,7 Mtep en 2030. Son taux de croissance annuel moyen sera de 3 % pour la période 2007-2030. (Eddrief-cherfi, 2010)

I.1.4 L'énergie Electriques en Algérie :

L'Algérie occupe la première place en Afrique en termes de pourcentage de la population qui utilise l'électricité, atteignant 99 %, et a été aidée par l'abondance des revenus d'exportation de gaz et de pétrole, et l'accent mis par les gouvernements successifs sur la fourniture d'électricité.

Le prix de l'électricité en Algérie était de 0,040 dollar par kilo watt heure pour les foyers et de 0,034 dollar par kilowattheure pour les entreprises.

La majeure partie du secteur de l'électricité algérien repose sur le gaz naturel - une ressource dont il dispose en abondance - car il s'agit de l'un des plus grands producteurs de gaz au monde, les données indiquant que 96 % de la capacité de production dépend du gaz, tandis que le reste provient du pétrole et des énergies renouvelables.

L'Algérie cherche à augmenter sa capacité de production d'électricité de 45% d'ici 2028 pour atteindre 36 000 mégawatts, cette augmentation s'inscrivant dans le cadre d'un plan gouvernemental visant à réduire les émissions de dioxyde de carbone en obtenant 27% de l'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables en 2030 et en augmentant la capacité de production de sources d'énergie propres à 37 % la même année.

En conséquence, la part du gaz naturel dans la production d'électricité diminuera à 84 %, tandis que la part de l'énergie solaire augmentera à 15 % de la capacité de production installée.

La figure ci-dessous montre l'augmentation continue de la production d'électricité en proportion de l'augmentation de la consommation au cours des dernières décennies, la quantité d'électricité produite ayant été multipliée par environ 8 pendant 4 décennies, pour atteindre 78,8 TWh en 2020. (Attaqa, 2021)

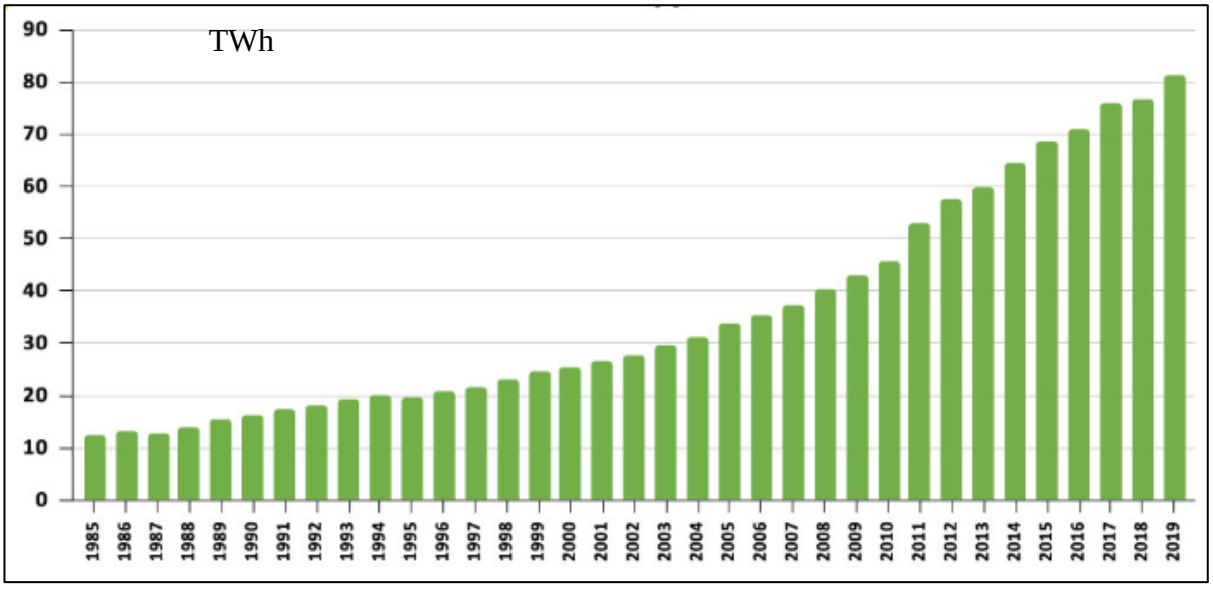


Figure [I.4] : La quantité d'électricité produite en Algérie (source : attaqa 2020 https://attaqa.net)

I.1.5 Quelles énergies pour demain ?

L'énergie est essentielle au développement humain. Sa consommation a fortement augmenté depuis l'ère industrielle, et du fait de l'évolution de la population mondiale, la demande sera sans cesse plus importante. Il ne faut pas gaspiller cette richesse et penser maintenant à l'avenir. En effet, si l'énergie est bon marché aujourd'hui, il est tout à fait possible qu'elle ne le soit pas demain, d'autant plus qu'elle n'est pas permanente. L'Europe a fait de grands efforts pour économiser l'énergie depuis le premier choc pétrolier, mais cela ne suffit pas. Nous devons préparer l'avenir en considérant les différentes sources d'énergie renouvelables possibles et en tenant compte des aspects économiques, politiques et environnementaux. En particulier, il faut être attentif au coût réel de l'énergie qui intègre les externalités existantes (pollutions, effets du réchauffement climatique, réhabilitation des sites…).

Les principales sources de remplacement actuelles sont les sources renouvelables : énergie hydraulique, éolienne et solaire. Pour l'Algérie, en raison de sa situation géographique et de ses caractéristiques climatiques, la plus appropriée est l'énergie solaire.

I.2 Le potentiel énergétique renouvelable disséqué :

Le nouveau chef de cabinet au ministère de la Transition énergétique, Mohamed Hammoudi, est revenu sur les gisements énormes en énergies nouvelles et renouvelables, dont dispose l'Algérie Hammoudi a qualifié « d'exceptionnel, vaste et varié » le potentiel énergétique renouvelable de l'Algérie. Le chef de cabinet de Benatou Ziane affirme que le diagnostic et les chiffres avancés au sujet du potentiel algérien, reposent sur des études et une approche scientifique élaborées par « des groupes de chercheurs algériens, corroborés par les grands centres de recherches internationaux ». Pour Hammoudi, « le potentiel technique est économiquement exploitable ». L'ancien président du Cluster Energy Algeria a souligné les efforts déployés par les pouvoirs publics dans le domaine de la transition énergétique et la promotion des énergies renouvelables dans le pays. Pour étayer ses dires, il disséquera l'étendue des ressources énergétiques du pays, à travers l'énergie solaire photovoltaïque, tout d'abord. Il passera en revue les potentiels solaires qu'il situera à plus de 235700 Térawatt heure (TWH)/an, et de l'énergie éolienne à plus de 12940 TWH/an. Hammoudi développera davantage son argumentaire en donnant des pistes de travail sérieuses au sujet des potentiels réels à exploiter.

Il s'agit de l'énergie éolienne qui, sur la base d'études menées conjointement avec les experts, pourrait constituer un gisement inespéré en énergies renouvelables pour le pays. Pour Mr Mohamed Hammoudi « Il y a des zones en Algérie qui pourraient atteindre plus de 5500 heures de vent par an, sur une étendue qui dépasse 145000 km^2, notamment dans le Sud du pays à Adrar et Tamanrasset, les Hauts- Plateaux, à Djelfa et Khenchela et un peu dans le nord, la

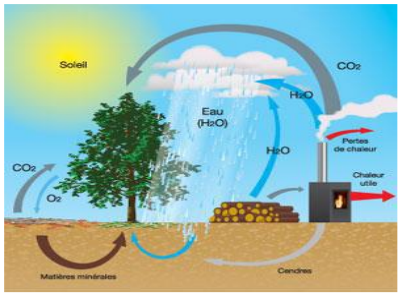
Kabylie et l'Oranie, qui sont très favorables à l'installation de l'éolien », dira-t-il. Et de préciser que neuf wilayas détiennent 80% de ce potentiel énergétique.

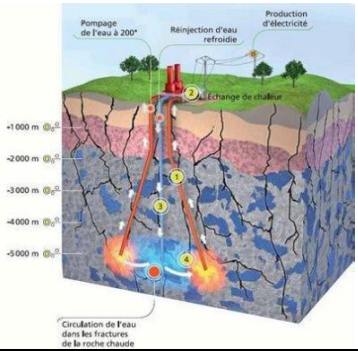
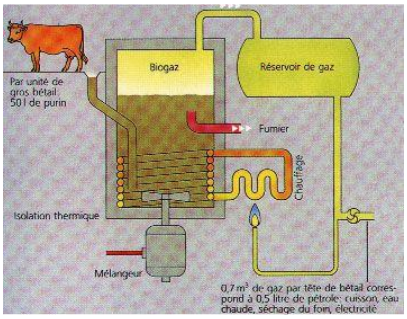
À cela s'ajoute aussi, le potentiel solaire thermique, évalué à 169880 TWH/an. Hammoudi affirme que ces chiffres cumulés avec le potentiel solaire, correspondent à 15 fois la demande actuelle de l'électricité mondiale et constitueraient l'équivalent de 39 fois la réserve de gaz du pays », dira-t-il. Pour lui, les 400500 TWH/an cumulés sont « tout simplement faramineux ». Mais pas que ça, l'Algérie gagnerait à exploiter et à valoriser énergétiquement ses déchets. Le chef de cabinet du ministère de la Transition énergétique et des Energies renouvelables, a affirmé également que le fort potentiel annuel de 14 millions de tonnes de déchets, dont 53% sont des déchets organiques, est à l'étude par le département de Benatou.Ziane. « Ça nous fait, donc, autour de 7.5 millions de tonnes qui pourraient être utilisables... Il fait savoir qu'une tonne de déchets, c'est l'équivalent de 180 m3 de gaz chaque année », dira-t-il, avant de préciser que l'exploitation de ces opportunités, à travers les procédés de méthanisation, pourrait donner lieu à la production de l'électricité, ou encore la fabrication du bio-hydrogéné ou du biocarburant. En tout cas, affirme Hammoudi, le secteur de la transition énergétique œuvre à saisir toutes les opportunités, afin «de pouvoir créer un mix énergétique très intéressant ». Reste encore à trouver les formules et les sources de financements qui tardent à voir le jour et à se concrétiser autour de ces projets, qui entrent pourtant dans la stratégie de Sécurité énergétique nationale. Cela étant dit, il convient de rappeler que le potentiel énergétique renouvelable de l'Algérie est au centre de tous les intérêts et de toutes les convoitises. Il ne se passe pas un jour, sans que des sites spécialisés de grande renommée internationale où des experts reconnus, relayent des informations au sujet des projets, programmes, visites de sites énergétiques, etc.... en relation avec ce secteur névralgique et vital. (La chaine 3, 2022)

I.2.1 Généralité sur les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables exploitées à ce jour sont les suivantes :

Tableau [I.4] : différents types des énergies renouvelables.

1.L'énergie solaire :	Dans l'Antiquité, la concentration de rayons solaires à l'aide de miroirs en bronze permet déjà de chauffer des fours à haute température. L'effet photovoltaïque, consistant à convertir la lumière en électricité, a été découvert dès 1839 par Becquerel.	
L'énergie éolienne :	Elle est également exploitée dès l'Antiquité par des bateaux à voile et des moulins à vent pour la meunerie et l'irrigation.	
La biomasse :	Elle est utilisée par l'homme depuis la Préhistoire (combustion des végétaux), dès qu'il acquiert la maîtrise du feu pour se chauffer, cuire sa nourriture et s'éclairer.	

La géothermie :	Les premières traces d'utilisation de cette énergie datent de près de 20 000 ans. La pratique des bains thermaux se développe avec l'apparition de la civilisation.	
L'énergie hydraulique :	**:**la force de l'eau est utilisée depuis plus de 2 000 ans avec les moulins et les bateaux à aubes. Les roues sont utilisées à partir du XIX^{e} siècle pour produire de l'électricité (hydroélectricité appelée « houille blanche »).	
Le biogaz	Utilisation de l'énergie générée par la combustion du gaz méthane collecté et produit par les déchets organiques parvenant de l'agriculture et des décharges industrielles.	

I.2.2 Potentiels National des Énergies Renouvelables :

Le gouvernement a adopté un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables en Algérie en février 2011, il est apparu dans sa phase expérimentale et de veille technologique, des éléments nouveaux et pertinents sur la scène énergétique, aussi bien nationale qu'internationale, nécessitant la révision du programme de développement des énergies renouvelables. Parmi ces éléments, il convient de citer (Ministère de l'Energie, 2016)

Une meilleure connaissance du potentiel national en énergies renouvelables à travers les études engagées, lors de cette première phase, notamment les potentiels solaires et éoliens ;

- ✓ La baisse des coûts des filières photovoltaïque et éolienne qui s'affirment de plus en plus sur le marché pour constituer des filières viables à considérer (maturité technologique, coûts compétitifs ;

- ✓ Les coûts de la filière CSP (solaire thermique) qui restent élevés associés à une technologie non encore mature notamment en termes de stockage avec une croissance très lente du développement de son marché.

Ce programme actualisé en mai 2015, consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de l'ordre de 22000 MW à l'horizon 2030 pour le marché national, avec le maintien de l'option de l'exportation comme objectif stratégique, si les conditions du marché le permettent. Cette capacité sera répartie sur les différentes filières des énergies renouvelables comme le montre la figure suivante : (Ministère de l'Energie, 2016)

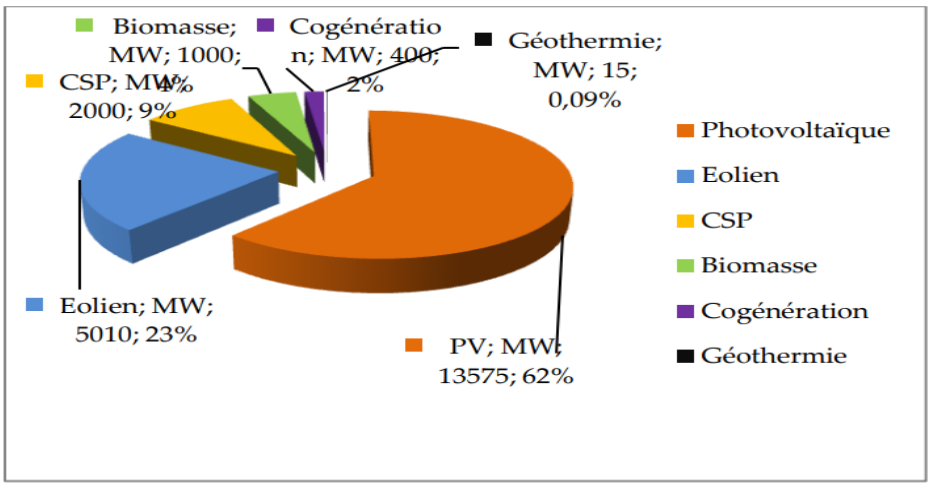


Figure [I.5] : Programme de développement des énergies renouvelables en Algérie à l'horizon 2030

I.2.2.1 Potentiel Solaire en Algérie :

En raison de sa situation géographique, l'Algérie est classée comme étant l'un des pays les mieux dotés en ressources solaires au monde et au bassin méditerranéen (Figure I.6) ; soit 169.000 TWh/an pour le solaire thermique, et 13,9 TWh/an pour le solaire photovoltaïque (Mefti, Bouroubi et Mimouni, 2002).

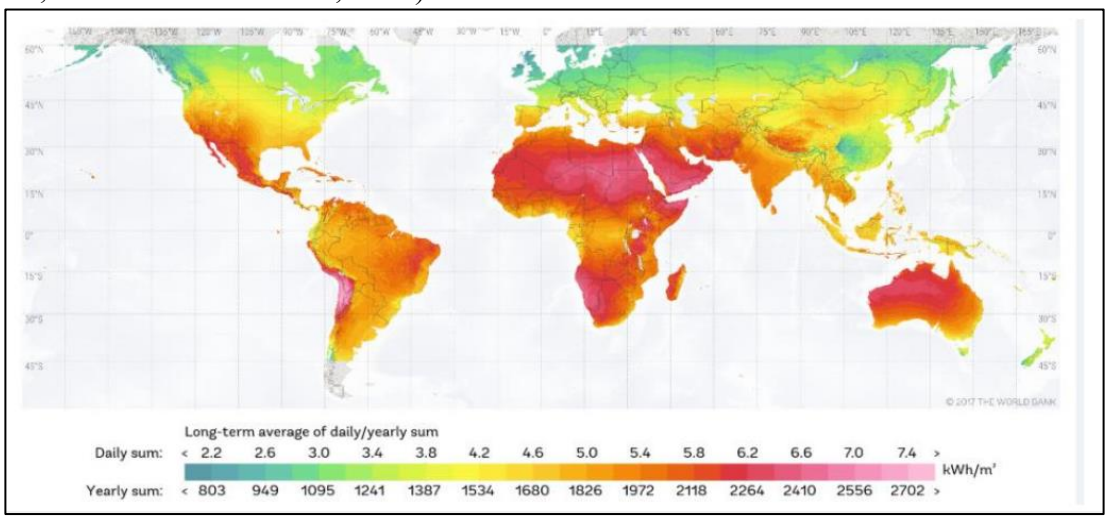


Figure [I.6] : Nouvel Atlas solaire du monde (source : https://www.connaissancedesenergies.org/)

Ce gisement solaire dépasse les 5 milliards GW/h par an avec une durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépassant les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures dans les hauts plateaux et au Sahara (Lahmar, Rahmouni et Chitour, 2007). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m2 est de l'ordre de 5 kWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700KWh/m2/an au Nord et 2263 kWh/m2/an au sud du pays (Ministère de l'Energie, 2018).

Tableau [I.5] : Potentiel solaire en Algérie

Régions	Région côtière	Hauts Plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée Moyenne d'Ensoleillement (Heures/an)	2650	3000	3500
Energie Moyenne Reçue (KWh/m2/an)	1700	1900	2650

Source : (Ministère de l'Energie, 2018).

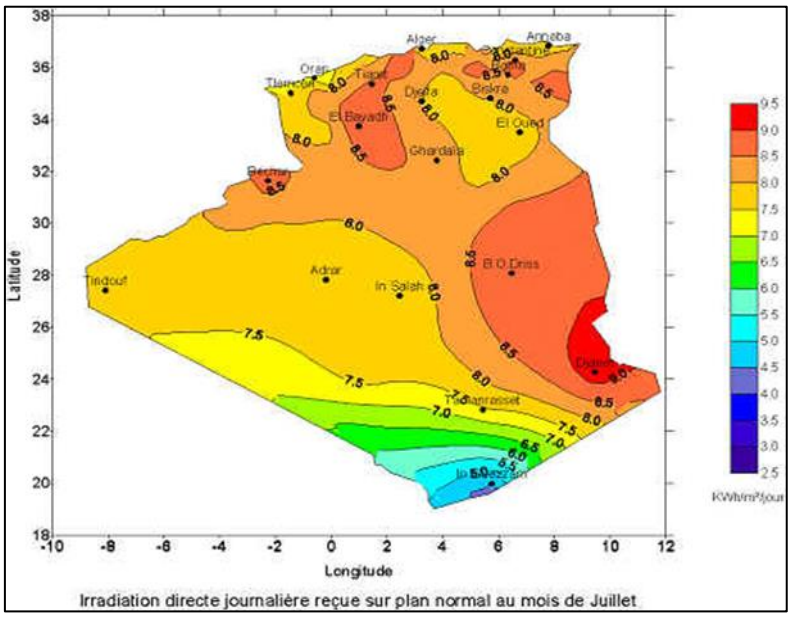


Figure [I.7] : Moyenne annuelle de l'énergie reçue en Algérie

(Source : https://images.slideplayer.fr/5/1648256/slides/slide_39.jpg)

À travers le tableau ci-dessus, on constate que le potentiel solaire le plus important et qui couvre 86 % de la superficie du territoire est situé dans le sud du pays. Des études précédentes ont déjà confirmé la grande capacité du désert à recevoir de l'énergie, notamment l'étude menée par le physicien allemand *Gérard Knies* qui démontre que six heures d'ensoleillement du Sahara permettraient de stocker de l'électricité pour l'ensemble du genre humain pendant une année entière. Par ailleurs, une autre étude évoquée par un économiste algérien, *Bachir Messaitfa*,

dans son livre Algérie 2030-vision prospective, assure la capacité du Sud algérien à satisfaire la demande mondiale en énergie électrique en moyenne de quatre fois, tout en respectant la norme de la sécurité énergétique) (2017مصيطفي.)

Ce gigantesque gisement solaire a donc permis à l'Algérie d'y aller en avant vers une transition énergétique qui va assurer, à long terme, une transformation profonde de la consommation énergétique du pays en devenant de moins en moins dépendant des énergies fossiles, et cela en raison du contexte international qui engage les pays à renforcer leurs politiques environnementales et lutter contre le réchauffement climatique. Et aussi pour faire face à la demande énergétique croissante du pays

I.2.2.2 Potentiel L'énergie éolienne en Algérie :

La ressource éolienne en Algérie varie beaucoup d'un endroit à un autre. Ceci est dû principalement à une topographie et un climat très diversifié. En effet, notre vaste pays, se subdivise en deux grandes zones géographiques distinctes. Le Nord méditerranéen est caractérisé par un littoral de 1200 Km et un relief montagneux, représenté par les deux chaines de l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Entre elles, s'intercalent des plaines et les hauts plateaux de climat continental. Le Sud, quant à lui, se caractérise par un climat saharien. La carte représentée ci-dessous montre que le Sud est caractérisé par des vitesses plus élevées que le Nord, plus particulièrement dans le Sud-ouest, avec des vitesses supérieures à 4 m/s et qui dépassent la valeur de 6 m/s dans la région d'Adrar. Concernant le Nord, on remarque globalement que la vitesse moyenne est peu élevée. On note cependant, l'existence de microclimats sur les sites côtiers d'Oran, Bejaïa et Annaba, sur les hauts plateaux de Tiaret et Kheiter ainsi que dans la région délimitée par Bejaïa au Nord et Biskra au Sud.

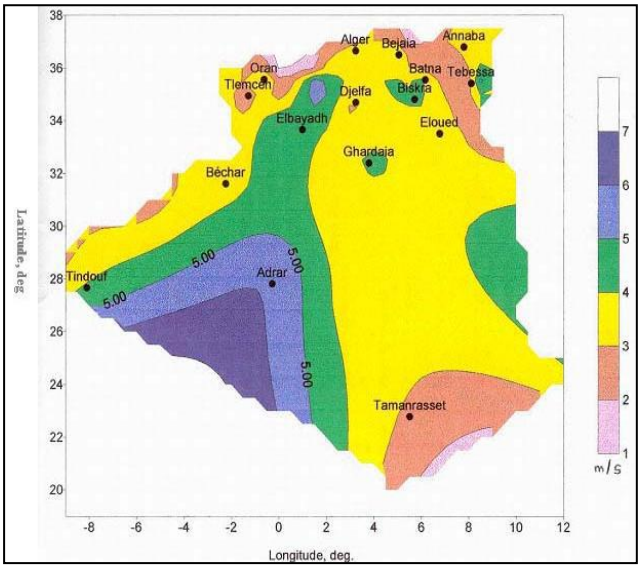


Figure [I.8] : Carte des vents en Algérie. (Source : https://image.slideserve.com/706316/slide41-l.jpg)

I.2.2.3 Potentiel de l'énergie géothermique

La compilation des données géologiques, géochimiques et géophysique a permis de tracer une carte géothermique préliminaire (figure (I.9). Plus de deux cent (200) sources chaudes ont été inventoriées dans la partie Nord du Pays. Un tiers environ (33%) d'entre elles ont des températures supérieures à 45°C. Il existe des sources à hautes températures pouvant atteindre 118 °C à Biskra.

Des études sur le gradient thermique ont permis d'identifier trois zones dont le gradient dépasse les 5 °C/100 m :

· Zone de Relizane et Mascara :

· Zone d'Aïne Boucif et Sidi Aïssa :

· Zone de Guelma et Djebel El Onk :

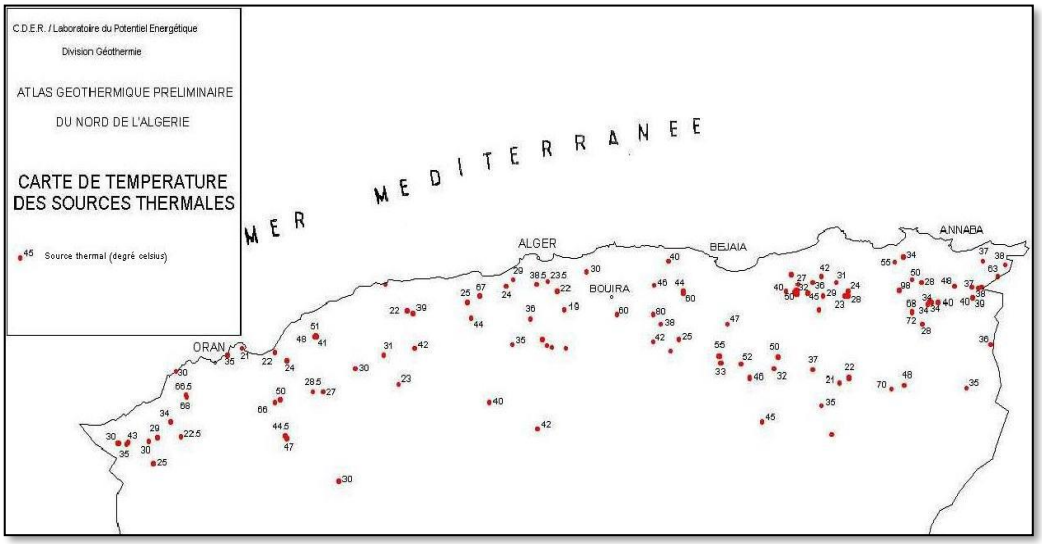


Figure [I.9] : Carte des sources thermales en Algérie
(source : https://www.cder.dz/vlib/carte/ima/carte10.jpg)

I.2.2.4 Potentiel de l'hydroélectricité :

Les quantités globales tombant sur le territoire algérien sont importantes et estimées à 65 milliards de m^3, mais finalement profitent peu au pays : nombre réduit de jours de précipitation, concentration sur des espaces limités, forte évaporation, évacuation rapide vers la mer.

Schématiquement, les ressources de surface décroissent du nord au sud. On évalue actuellement les ressources utiles et renouvelables de l'ordre de 25 milliards de m^3, dont environ 2/3 pour les ressources en surface. 103 sites de barrages ont été recensés. Plus de 50 barrages sont actuellement en exploitation (voir tableau I.6)

Tableau [I.6] : Parc de production hydroélectrique en Algérie.

Centrale	Puissance installée en MW
Darguina	71,5
Ighil Emda	24
Mansouria	100
Erraguene	16
Souk Eljemaa	8,085
Tizi Meden	4,458
Ighzernchebel	2,712
Ghrib	7,000
Gouriet	6,425
Bouhanifa	5,700
Oued Fodda	15,600

I.2.2.5 Le Potentiel de la Biomasse :

a. Potentiel de la forêt :

Géographiquement parlant, l'Algérie se subdivise en deux parties :

- ✓ Les régions selvatiques qui occupent 25.000.000 hectares environ, soit un peu plus de 10% de la superficie totale du pays.
- ✓ Les régions sahariennes arides couvrant presque 90% du territoire.

Dans le nord du l'Algérie, qui représente 10% de la surface du pays, soit 2 500 000 hectares, la forêt couvre 1 800 000 hectares et les formations forestières dégradées en maquis 1 900 000 hectares. Le pin maritime et l'eucalyptus sont des plantes particulièrement intéressantes pour l'usage énergétique : actuellement elles n'occupent que 5% de la forêt algérienne.

b. Potentiel énergétique des déchets urbains et agricoles :

Cinq millions de tonnes de déchets urbains et agricoles ne sont pas recyclés. Ce potentiel représente un gisement de l'ordre de 1,33 millions de TEP/an.

I.3 Tendance mondiale en énergie solaire pour un développement durable :

I.3.1 Capacité mondiale installée en énergie solaire :

En 2017, la capacité globale installée en énergies renouvelables correspond à 24,5 % de la production énergétique globale en 2016, contre 23.7 % en 2015 (Diaf, 2018). Soit une évolution marquée de 0.8 %.

L'énergie solaire représente à la fin 2017 une part de 18.5 % ; soit (406,9 GW) de la capacité totale installée en énergies renouvelables (REN21, 2018) (figure I.10). Alors qu'elle représentait seulement près de 3.3 % ; soit (40 GW) de la totalité installée en 2010 (IRENA, 2018), permettant ainsi de marquer une croissance très considérable de 439,39 %.

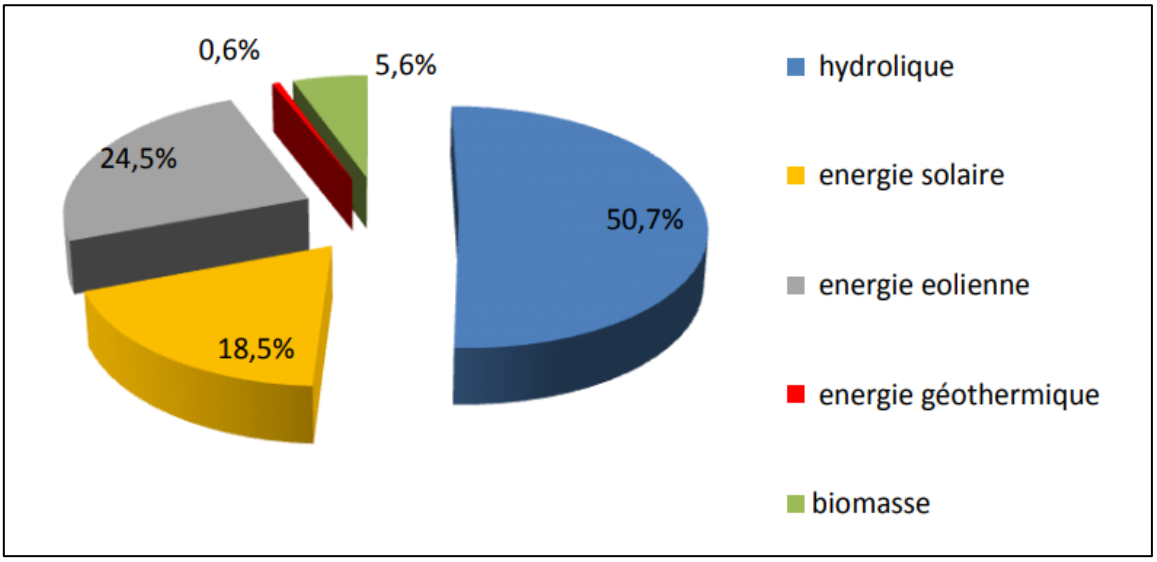


Figure [I.10] : Part de l'énergie solaire du total installé en énergies renouvelables en 2017

La croissance qu'a connue cette énergie dans le monde est due principalement à l'exploitation de la filière photovoltaïque qui n'a cessé de progresser tout au long de ces dix dernières années.

Aussi, selon les statistiques de l'agence internationale des énergies renouvelables, la capacité installée en cette énergie dans le monde est repartie essentiellement sur dix pays, guidée par : la Chine qui se trouve à la tête de ce classement par une capacité installée de (130 GW), suivi du Japon (49 GW), des États Unis (43 GW), et de l'Allemagne par une capacité de (42 GW). Les autres pays de ce classement mondial se font plus discrets, mais ont une part déjà considérable dans l'énergie solaire tels que : Italie, l'Inde, la Grande Bretagne, la France, l'Espagne et enfin l'Australie. (IRENA, 2018). (Figure I.11)

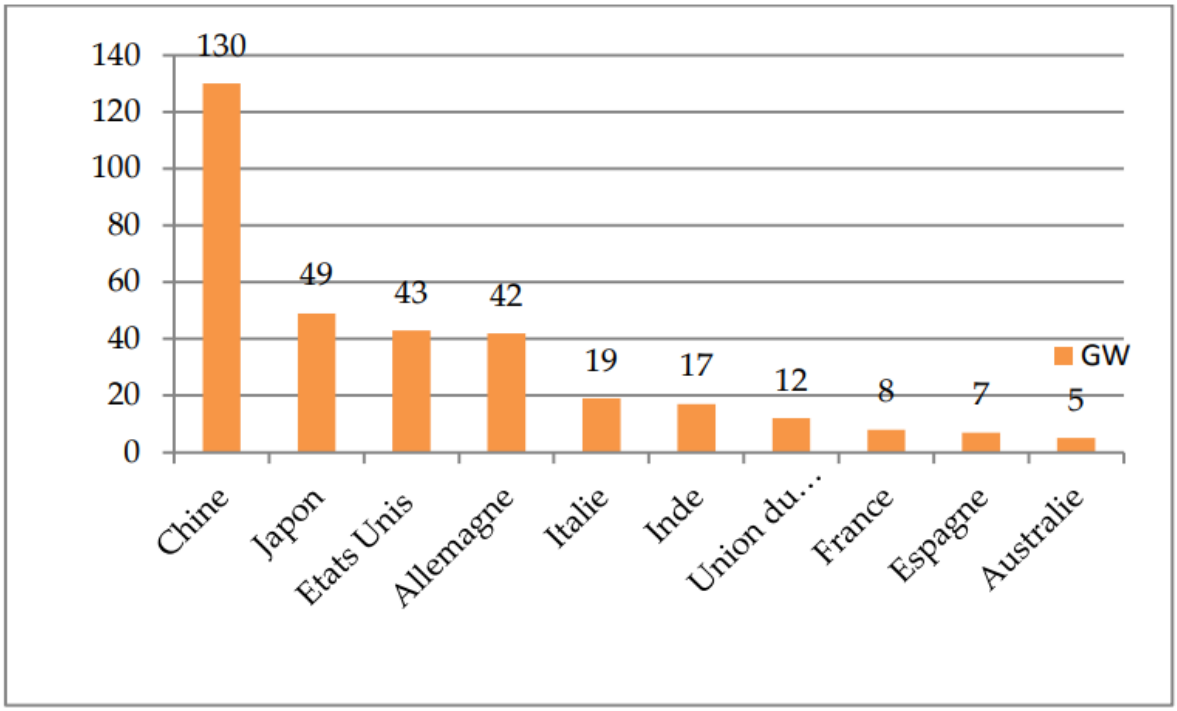


Figure [I.11] : Classement des dix premiers pays leaders mondiaux en énergies solaires pour l'année 2017(SYMBIOSE, 2017),

I.3.2 Contribution de l'énergie solaire au développement durable à l'échelle mondiale :

La contribution de l'énergie solaire au développement durable dans le monde peut être abordée selon ses trois volets : environnemental, économique et social, comme suit :

I.3.2.1 La contribution environnementale :

L'évolution de la perception de la question des changements climatiques, en général et du risque climatique en particulier est un processus qui s'est opéré progressivement à partir de la fin des années quatre-vingt. Le processus s'est accéléré au cours de ces dernières années (SYMBIOSE, 2017), notamment après le dernier accord de la COP21 qui est entré en vigueur le 4 novembre 2016 et qui a permis la conclusion d'un accord sur le climat engageant 195 pays à réduire les émissions du gaz à effet de serre aux fins de limiter la hausse de la température en dessous de 2 °C.

Dans cette vision, cet accord impose aux Etats des réformes profondes dans les secteurs énergétiques qui devraient conduire à une importance accrue du rôle de la contribution des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique dans les bilans énergétiques nationaux. À cet effet, les efforts se sont renforcés par ces Etats pour répondre à cet engagement. Ainsi la réduction des émissions en dioxyde de carbone qui a été marquée par le secteur de l'énergie solaire dans le monde est d'environ 300 tonnes par an (SYMBIOSE, 2017).

Et contrairement à ce qui a déjà été prouvé auparavant stipulant l'accompagnement nécessaire des émissions de CO_2 à la croissance économique (IEA, 2016), cette dernière est

restée solide en 2018 marquant les 3.1 % et cela malgré la réduction des émissions citée précédemment, ce qui prouve que la conjonction entre la préservation de l'environnement et l'économie peut être établie. Donc les pays auront plus de volonté à participer à cette réduction tout en concrétisant leur développement économique à bas carbone. Et cela en incitant les acteurs principaux de ces faits à exploiter le domaine des énergies renouvelables, particulièrement la filière photovoltaïque par des subventions, des aides financières et une réglementation plus souple. (Banque Mondiale, 2019)

I.3.2.2 La contribution socio-économique :

Il est à signaler que l'extension de l'industrie photovoltaïque au niveau mondial a permis de créer une certaine compétitivité dans le marché mondial de la photovoltaïque, menant à forte la baisse : 80 % entre 2010 et 2017, des coûts de cette technologie (Figure I.12),

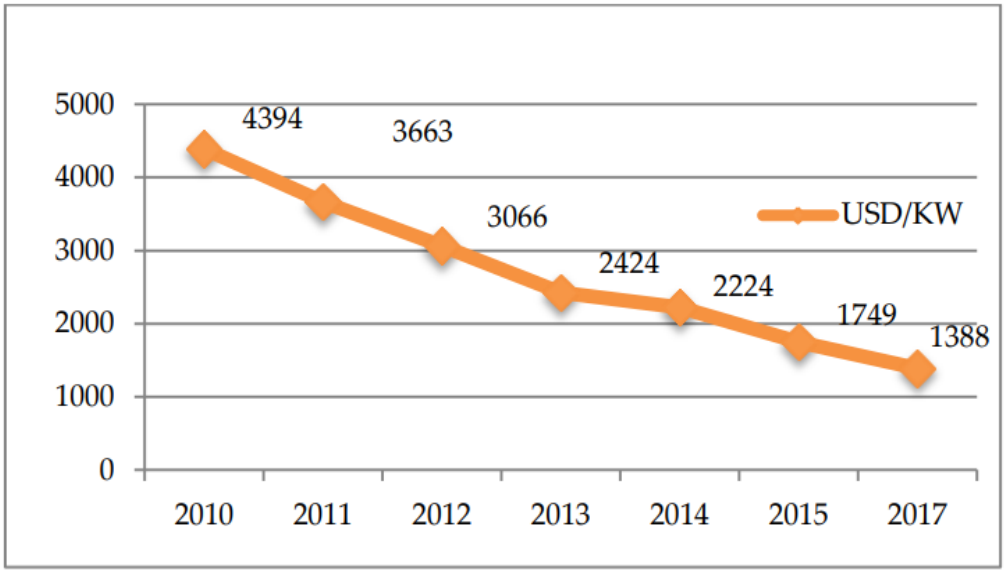


Figure [I.12] : Coût total moyen pondéré des investissements en énergies solaires photovoltaïques entre (2010-2017) Source : ((IRENA), disponible sur : www.irena.org , consulté le : 29/05/ 2022.)

En effet, les coûts ne cessent de diminuer d'une année à une autre. La chute de coût est opérée en raison d'un effet des économies d'échelle, et à l'amélioration de la technologie adoptée. En plus du facteur de l'industrialisation du secteur précité. C'est ainsi que cette technologie est donc devenue de plus en plus concurrente. Arrivant même à concurrencer les sources d'énergie conventionnelles et sans soutien financier (IRENA, 2018). Par conséquent, cette chute des coûts a entraîné une forte hausse des investissements, marquant les 138 billions/USD en 2017(IRENA and CPI, 2018), ces derniers deviennent donc de plus en plus rentables, et participeront davantage à l'avenir à l'augmentation du PIB mondial. Dans le même cadre, des scénarios de l'IRENA, estiment que les économies réalisées grâce à la réduction de la pollution de l'air, à l'amélioration de la santé et à la baisse des dommages causés à

l'environnement, en utilisant les énergies renouvelables telle que l'énergie solaire, pourraient déjà s'élever à 6 billions de dollars en moyenne par an jusqu'à 2050. Compensant ainsi, plus que largement les frais supplémentaires de la transition énergétique mondiale.

Par ailleurs, en termes de création d'emplois, la contribution de l'énergie solaire a considérablement augmenté notamment depuis l'année 2012, marquant un chiffre de 4.2 millions d'emplois crées en 2017(IRENA, 2018). Ces emplois sont repartis principalement dans les pays qui ont une avancée en cette technologie telle que la Chine, et figure essentiellement dans la filière photovoltaïque qui détient plus de 80 % de ces derniers. (Figure I.13).

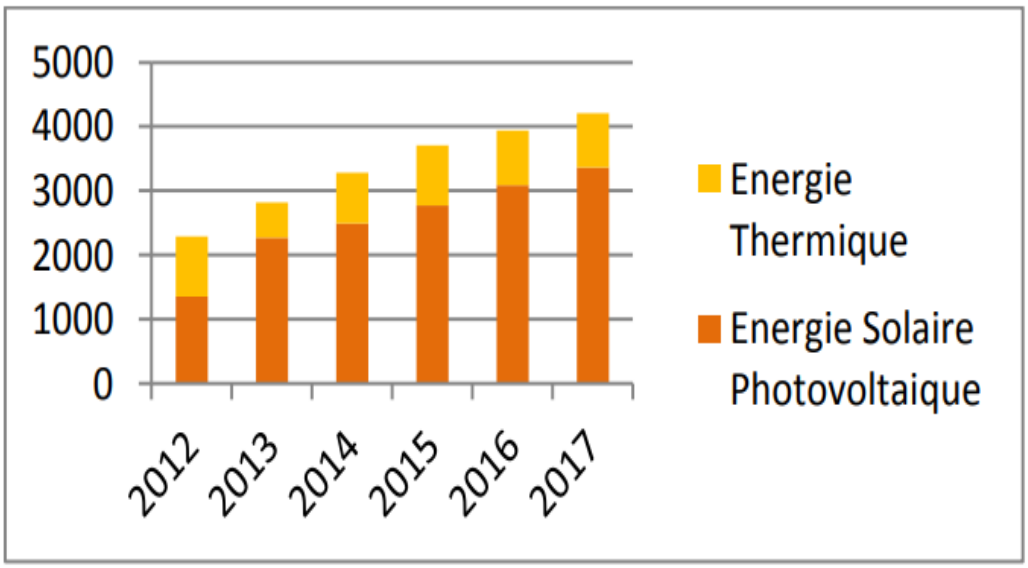


Figure [I.13] : L'emploi dans le secteur de l'énergie solaire (2012-2017) (Millions)
Source : (IRENA), disponible sur : www.irena.org,

Conclusion

Au final, on aboutit à la conclusion qu'en Algérie il y a encore du pétrole et du gaz pour de nombreuses années, même en suivant les scénarios les plus pessimistes. Cependant, l'Algérie est le pays de l'OPEP qui détient le plus faible taux de production et de réserves. De plus, l'augmentation des besoins énergétiques internes fait que le pays ne pourra pas exporter dans un proche avenir des quantités importantes de pétrole. Le ratio réserves/production de pétrole brut de l'Algérie est d'environ 18 ans, tandis que celui du gaz naturel est d'environ 55 ans, au rythme de production actuel. Dans les 20 ou 30 ans qui viennent, les hydrocarbures seront toujours en tête. Le gaz passera certainement à terme devant le pétrole. À l'horizon 2050, il y aura peut-être de nouvelles technologies, mais les inerties sont très fortes. L'utilisation d'énergies propres et renouvelables Telle que l'énergie solaire qui constitue une alternative sérieuse. L'introduction des énergies renouvelables en Algérie

La politique énergétique de l'Algérie préconise l'accroissement de la contribution des énergies renouvelables dans le bilan énergétique national ainsi que l'encouragement des

systèmes énergétiques à haut rendement. Le facteur décisif dans l'économie des énergies renouvelables n'est pas le rapport entre l'électricité générée et l'intensité de la source, mais entre la production d'électricité et l'investissement réalisé.

Le développement de l'énergie solaire - notamment en filière photovoltaïque a connu une avancée remarquable à travers le monde grâce à la baisse des prix.

CHAPITRE II : SYSTÈMES SOLAIRES INTÈGRES AU BÂTIMENT

Introduction :

L'intégration énergétique dans les bâtiments est aujourd'hui indispensable pour tendre vers une autonomie énergétique, ce qui peut réduire au minimum la dépense énergétique et améliore le confort thermique. Dans ce contexte, l'utilisation d'énergie solaire dans le secteur bâtiment constitue un véritable enjeu pour les problèmes environnementaux, économiques et sociaux. L'énergie solaire produit peu de déchets et engendre peu d'émissions de gaz à effet de serre. Plusieurs technologies d'intégration des systèmes solaires dans les bâtiments. Ils peuvent être thermiques (chauffage/refroidissement), et photovoltaïques (production de l'électricité), c.-à-d. ''Bâtiments solaires ''.

Mais le marché dés équipement solaire restait jusqu'à récemment encore relativement modeste et leur diffusion se trouve freinée par quatre contraintes majeures :

- La qualité de leur intégration technique et architecturale aux bâtiments et leur environnement.
- Le coût des installations et de leur mise en œuvre.
- La perception de l'esthétique de ces systèmes au sein des bâtiments.

La distribution et la diffusion assurée par des circuits spécifiques distincts des circuits traditionnels du bâtiment.

Dans ce qui suit, nous fournirons une analyse approfondie de ces technologies solaires à utiliser dans la section suivante.

II.1 Solaire thermique à air :

Le capteur solaire à air, convertit l'énergie d'irradiation solaire en énergie thermique pour les fluides (l'air, MCP, …etc.) dans les applications solaires thermiques. Pour les applications solaires thermiques, l'irradiation solaire est absorbée par un collecteur solaire sous forme de chaleur qui est ensuite transférée dans le fluide de travail (air,) (Benhamza, et al 2021) La chaleur transportée par le fluide de travail peut être utilisée soit pour fournir de l'eau chaude sanitaire, soit pour charger un réservoir de stockage d'énergie thermique à partir duquel la chaleur peut être absorbée pour une utilisation ultérieure (la nuit ou les jours nuageux) (Tian, 2013) (La Figure II.1) ci-dessous présente les composants principaux d'un capteur solaire à air.

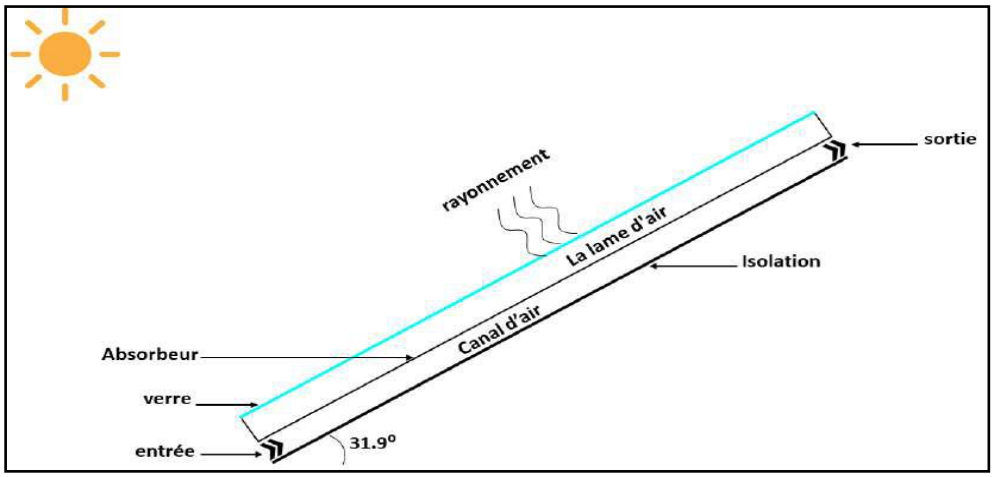


Figure [II.1] les composants principaux d'un capteur solaire à air. Source : (Tian, 2013)

Le capteur thermique à air fonctionne suivant le même principe que le capteur thermique à eau.

Contrairement au capteur à eau où le fluide passe dans des tuyaux, le conduit d'air est en général simplement formé par l'espace se situant entre la couverture et l'absorbeur. De même que pour le capteur à eau, l'écoulement peut être forcé ou naturel. Par contre, contrairement au capteur à eau, il existe très peu de produits manufacturés. Mais ce n'est en fait pas un handicap puisque qu'au contraire, un des atouts du capteur à air est sa capacité à pouvoir s'intégrer dans le bâtiment en fonction de la conception architecturale.

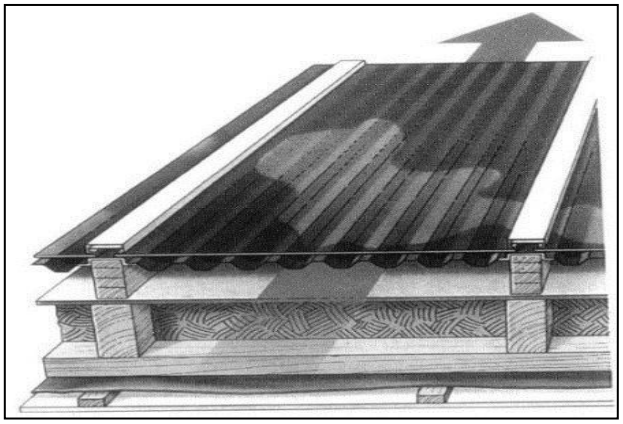


Figure [II.2] : Exemple de capteur à air. Sources : (Hastings, all,2000)

Une classification des systèmes à air a été effectuée à partir d'un recensement de projets exemplaires déjà réalisés (Hastings, all,2000) (Figure II.2) Il s'agit d'un capteur à air intégré en toiture, l'air circule en circuit fermé entre ce capteur et la dalle du bâtiment qui constitue le stockeur d'énergie. La surface de capteur à installer peut-être par exemple de 5 m² pour 50 m² de plancher. Ce type de système bien qu'efficace est pour l'instant peu répandu.

II.1.1 Principe de fonctionnement du capteur solaire à air :

Un capteur solaire à air a pour rôle de convertir l'énergie solaire incidente en une énergie thermique à basses et moyennes températures et de la transférer à l'air qui la traverse. Sa technologie repose sur le pouvoir absorbant d'une surface sélective ou non sélective (absorbeur). En absorbant les rayons solaires, l'absorbeur cède à l'air une partie de cette énergie reçue, et réémet une autre partie dans l'infrarouge. Le meilleur absorbeur est donc une surface fortement absorbante dans le visible et faiblement émissive dans l'infrarouge.

Une couverture alvéolée en polycarbonate est placée au-dessus de l'absorbeur. Celle-ci est transparente aux rayonnements solaires visibles et opaques à l'infrarouge qu'elle absorbe et réémet vers l'absorbeur. Elle permet de piéger les rayonnements entre ce dernier et la couverture et d'augmenter ainsi la température de l'absorbeur. C'est ce qu'on appelle 'effet de serre'. Pour ce qui est de l'isolant latéral et arrière, elle est assurée par des parois recouvertes d'isolants thermiques. Les échanges thermiques entre les constituants du capteur peuvent avoir lieu convection, conduction et rayonnement. Deux types de paramètres de fonctionnement, intérieurs et extérieurs au système, interviennent dans son fonctionnement. (Aissaoui, 2017)

II.1.2 Typologies des systèmes thermiques à air :

On distingue trois familles de systèmes : (Cabirol, t et roux, d. 1984).

II.1.2.1 Les systèmes actifs :

À air pulsé. Le stock est isolé thermiquement reste de l'habitation :

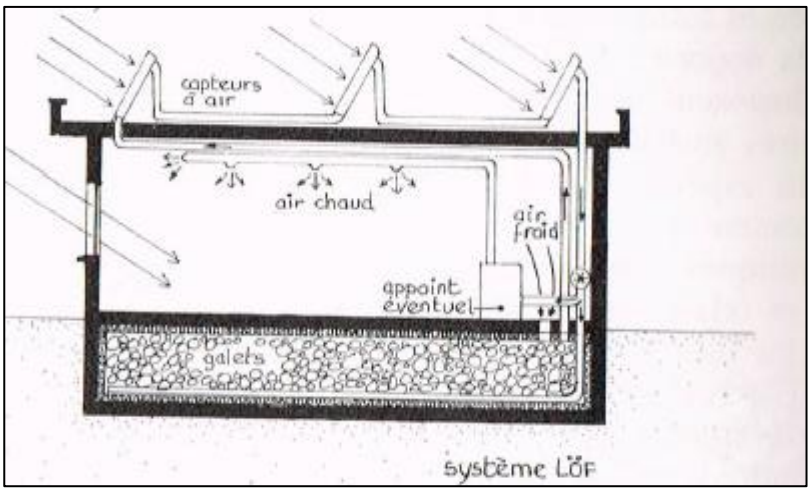


Figure [II.3] système actif (source : Cabirol et roux, 1984).

II.1.2.2 Les systèmes passifs :

À circulation naturelle.

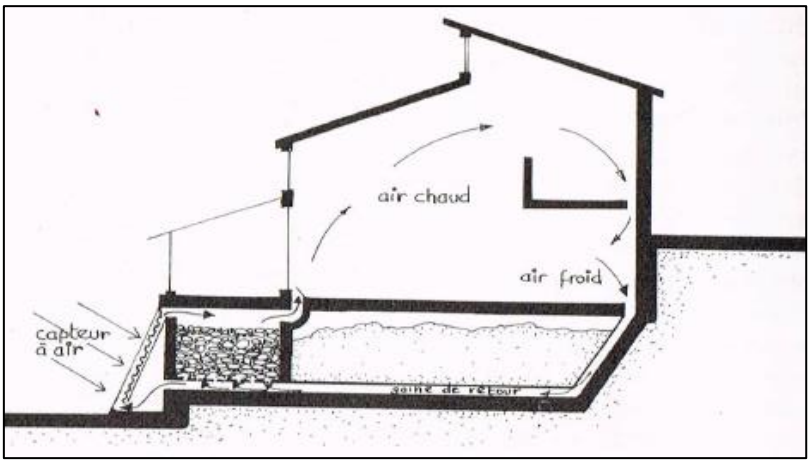


Figure [II.4] systèmes passifs (source : Cabirol et roux, 1984).

II.1.2.3 Les systèmes hybrides :

Ce sont ceux que l'on rencontre le plus. On les appelle ainsi car ils comportent un circuit primaire actif (avec réseau de gaines et ventilateur) et une restitution passive de la chaleur stockée qui est retransmise directement depuis le stockage de galets à travers le plancher vers

Le volume habitable. L'élément capteur peut être actif (capteurs plans à air) ou passif (serre accolée dont on récupère les excédents de chaleur en partie haute).

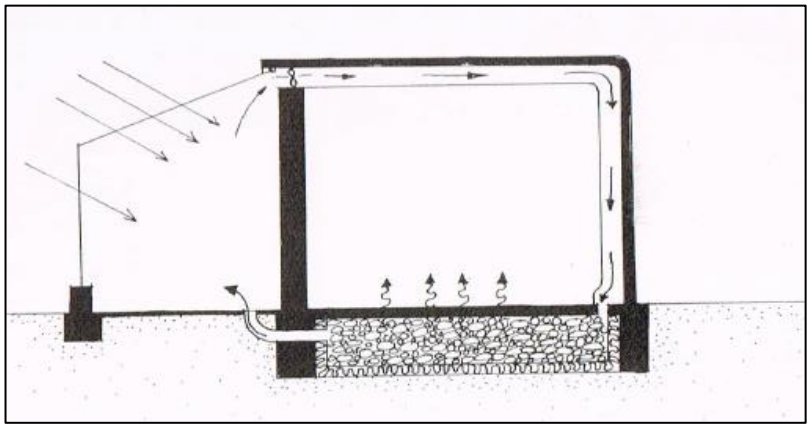


Figure [II.5] systèmes hybrides. (Source : Cabirol et roux, 1984).

II.1.2.4 Les circuits ouverts :

On les appelle ainsi car l'air réchauffé par les capteurs est l'air neuf introduit dans la maison. Ce système doit être associé à une V.M.C. De l'air neuf préchauffé est injecté dans les pièces principales, et l'air ancien est toujours évacué dans les locaux techniques.

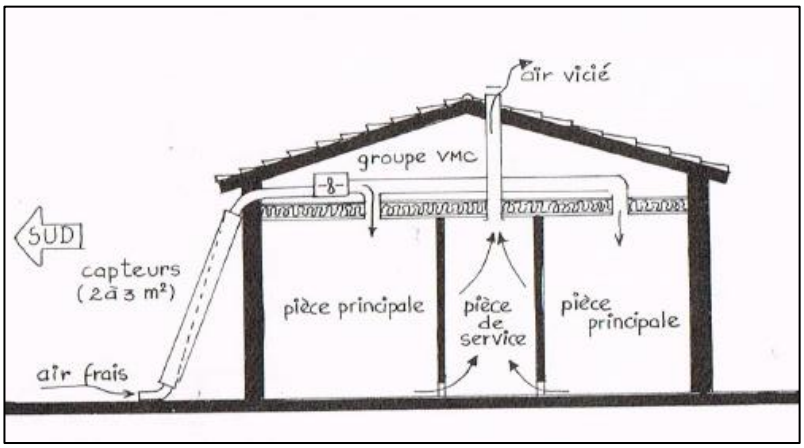


Figure [II.6] : circuits ouverts. (Source : Cabirol et roux, 1984).

II.1.3 Différents types de circulation d'air :

Il existe les différents types de circulation d'air, comme il est représenté par les schémas de la figure [II.7] :

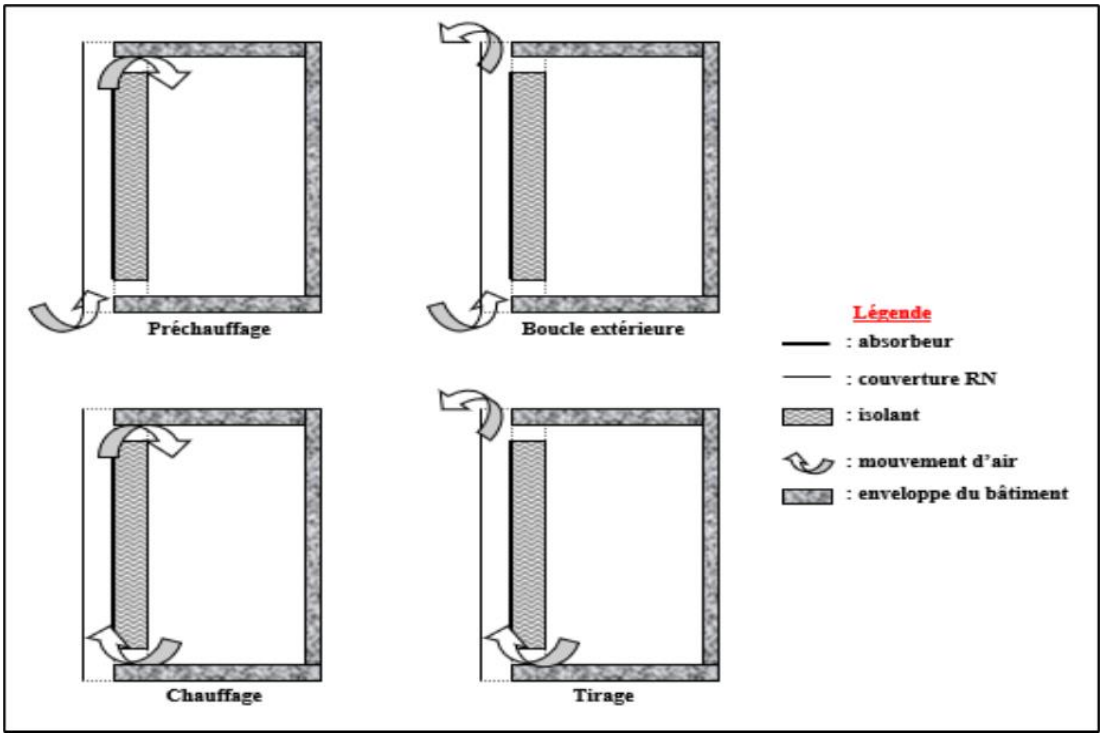


Figure [II.7] : différents types de circulation d'aire (source : Khedari. Et al 2000)

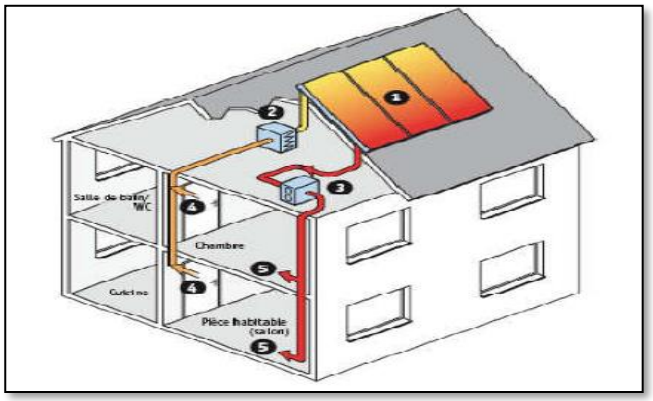
- ✓ **Lame d'air fermée :** il existe un mouvement de convection naturelle interne à la lame d'air.
- ✓ **Circulation de type chauffage :** l'air circule entre la zone à chauffer et le mur solaire.
- ✓ **Circulation de type préchauffage :** l'air provient de l'extérieur, passe par le mur solaire, est injectée dans la zone à chauffer.
- ✓ **Tirage de l'air par extraction :** peut être utilisé l'été pour ventiler le bâtiment en créant un tirage thermique. Une schématisation de ces systèmes peut se faire de la manière suivante : Un mur massif derrière un vitrage est orienté au Sud. L'objectif est d'augmenter localement la température pour générer un mouvement d'air (poussée d'Archimède). Les quantités de chaleur accumulées dans la masse Thermique maintiennent une température suffisante pour pérenniser le tirage naturel pendant quelques heures voir (figure II.7).

Pour des climats chauds, (Khedari. Et al 2000), ont étude ce type de configuration, intégrée en toiture. Sur une maquette de 25m², en faisant varier les caractéristiques géométriques des composants en façade Sud, Khedari a observé les quantités d'air renouvelé. Des taux de renouvellement d'air plus importants avec le système intégré ont été mesurés qu'en ouvrant fenêtres et portes. Les températures intérieures étaient également moins élevées avec le tirage thermique.

Les besoins énergétiques pour l'air conditionné ont ensuite été mesurés et des réductions de 10 à 20% ont été observées. L'influence de l'inclinaison sur les rendements des taux de ventilation a été numériquement étudiée par Hirunlabh. Les auteurs proposent une géométrie de capteur plus performant (sur les quantités d'air renouvelé par tirage thermique) avec une meilleure intégration architecturale également sur modèle numérique, a étudié l'influence des ouvertures, paramètres déterminants dans les débits générés par le tirage thermique. Dans une autre étude les auteurs proposent même l'utilisation de la fenêtre comme système de tirage thermique, montrant ainsi les capacités d'intégration des systèmes à l'enveloppe traditionnelle. (Bansal,2004).

II.1.4 Butes d'intégration :

Le principe est présenté sur la (Figure II.8) consiste à chauffer le fluide dans le capteur solaire, l'air est véhiculé par ventilateur vers des points d'utilisations. (Mohammed, 2011)



1- Capteur solaire plan à air
2- Filtre
3- Ventilateur
4- Entrées d'air
5- Sorties d'air

Figure [II.8] : Chauffages est climatisation des habitations source : http://www.ekopedia.fr/images/d/d3/Sechoir-solaire.png

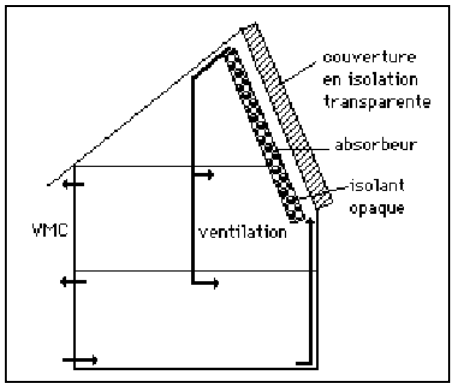


Figure [II.9] : Système de chauffage d'air.

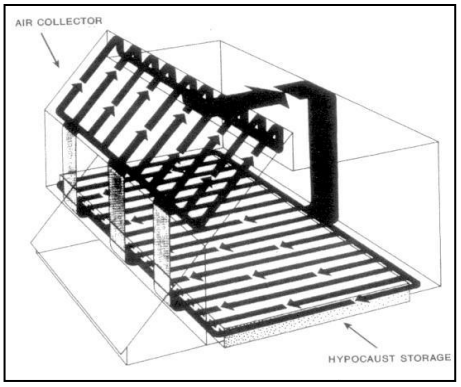


Figure [II.10] : Système à air avec plancher Chauffant.

Il existe des systèmes à air plus simples, ou par exemple un capteur chauffe l'air du bâtiment comme il est représenté Ce type de système est moins complexe donc moins onéreux. Les deux systèmes représentés sur les figures (II.9) et (II.10) fonctionnent avec une régulation et une ventilation forcée.

II.2 Système Solaire thermique à eau :

Les chauffe-eaux solaires sont les systèmes les plus simples pour le chauffage de l'eau sanitaire. Nous allons citer dans le présent Partie les principaux travaux effectués sur leurs modélisations théoriques et leurs expérimentations.

II.2.1 Le fonctionnement d'un chauffe-eau solaire :

Le fonctionnement est simple, il consiste à un transfert de l'énergie solaire absorbée par les capteurs (chaleur) vers un système de stockage (ballon). Le transfert se fait au moyen d'un liquide caloporteur. Le liquide caloporteur doit se déplacer du capteur solaire vers le ballon (où il échange sa chaleur pour réchauffer l'eau froide contenue dans celui-ci), l'eau refroidie retournant au capteur. (Figure. II.11). Dans son trajet capteur - réservoir – capteur, l'eau pourra circuler d'elle-même (circulation naturelle) où être entraînée par une petite pompe (circulation forcée). (Bouhediba. M, 2011)

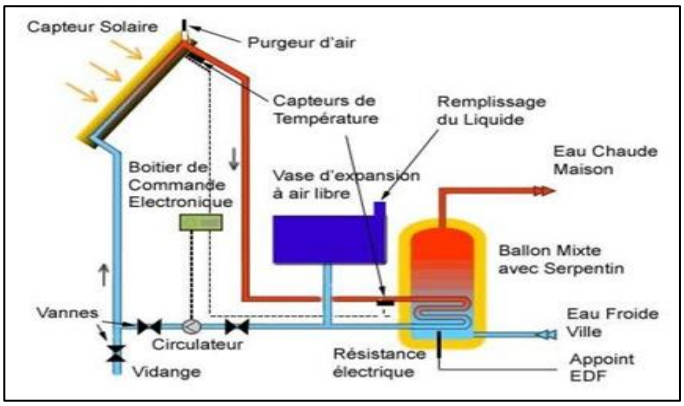


Figure [II.11] : Le schéma de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire (source : *https://www.mon-chauffe-eau-solaire.com/guide-chauffe-eau-solaire/à*)

II.2.2 Les types des capteurs solaires à eau :

Il existe trois types des capteurs solaires à eau : (Maigne. Y et al, 2008)

a. Les capteurs plans sans vitrage :

C'est le modèle le plus simple, le plus économique mais le moins performant. Il est généralement constitué d'une simple plaque de métal ou de matière plastique (absorbeur) sur laquelle sont collés plusieurs tubes porteurs de fluide caloporteur. Les capteurs plans non vitrés ne sont pas isolés sur la face avant, c'est pourquoi ils répondent mieux à des applications à basse températures (inférieure à 30°C). Le domaine d'utilisation principal de ce type de capteurs est le chauffage des piscines extérieures. Parce qu'ils n'ont pas de vitrage, ces capteurs absorbent une grande partie de l'énergie solaire. Toutefois, parce qu'ils ne sont pas isolés sur leur face avant, la grande partie de la chaleur absorbée est perdue lorsqu'il Ya notamment du vent et que la température extérieure n'est pas assez élevée. Brassé par de l'air chaud, ces capteurs absorbent la chaleur échangée en particulier au cours de la nuit lorsque la température est élevée en présence du vent à l'extérieur.

La typique intégration architecturale qu'autorise ce type de produit permet la mise en œuvre de surface plus grande, pour compenser la différence d'efficacité avec les capteurs plans vitrés, en particulier pendant l'hiver voire (figure II.12).

Figure [II.12] : Capteurs plans sans vitrage (source : https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRHfQBvJaJ7W0ELVV_gCravUYcdqj7tiLeN5g&usqp=CAU)

b. Les capteurs plans vitrés :

Les capteurs solaires plans vitrés sont très répandus. Ils existent sous formes de capteurs à eau et de capteurs à air (figure II.13). Ces capteurs conviennent mieux à des applications à température modérée où les températures souhaitées se situent entre 30°C et 70°C. Les capteurs à circulation d'eau sont plus couramment utilisés pour la production de l'eau chaude sanitaire à l'échelle individuelle ou collective, pour un usage industriel, ainsi que pour les piscines intérieures.

Les capteurs à air sont utilisés pour le séchage, pour le chauffage des locaux aussi l'air de ventilation

Figure [II.13] : Capteur plan vitré (source : Maigne. Y et al, 2008)

c. Les capteurs sous vide :

Les capteurs solaires "sous vide" sont composés d'une série de tubes en verre transparents.

Figure [II.14] : Capteur sous vide source : https://www.buderus.com/ch/media/central-pool/keyvisuals/solar_collectors_1600x900.jpg

Dans chaque tube il y a une plaque absorbante pour capter le rayonnement solaire et un échangeur pour favoriser le transfert de l'énergie thermique. Les tubes sont mis sous vide pour éviter les déperditions thermiques convectives de la plaque absorbante et la plaque absorbante reçoit un traitement sélectif pour empêcher le rayonnement à se dissiper sous forme de grande longueur d'onde. Ainsi, on peut réaliser des capteurs solaires performants sans une isolation thermique rapportée ou un coffre de protection.

d. Capteur à concentration :

Ce sont des capteurs solaires comportant un système optique (réflecteurs, lentilles…) destiné à concentrer sur l'absorbeur le rayonnement ayant traversé l'ouverture. Ils utilisent une surface réfléchissante dont la forme permet de concentrer en un même point la réflexion de l'énergie lumineuse.

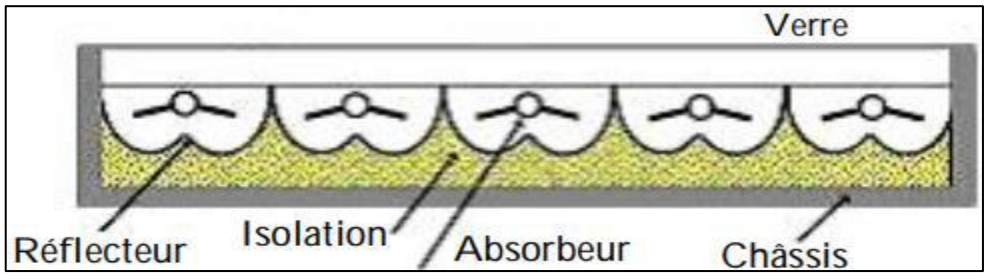


Figure [II.15] : Capteur plan à réflecteur cylindre-parabolique (source : Maigne. Y et al, 2008)

II.2.3 Typologies des systèmes thermiques à eau :

Il existe quatre types de chauffe-eau solaire (CES) : (Tissot, M. 2012)

* monobloc,

* thermosiphon,

* circulation forcée,

* auto vidange.

II.2.3.1 Les chauffe-eaux monobloc :

Ce sont les chauffe-eaux les plus simples le ballon et le panneau solaire formant un seul ensemble, d'où leur appellation. C'est directement l'eau chaude sanitaire qui circule dans les panneaux. Réchauffée par le rayonnement solaire, l'eau devient moins dense et monte dans le ballon situé légèrement au-dessus du panneau. Il n'y a donc pas besoin de pompe. Néanmoins, le ballon d'eau chaude doit être situé à proximité immédiate du panneau, en général sur la toiture ce qui pose parfois des problèmes d'esthétique et d'isolation : le Chauffe-eau dépasse de la toiture, et le ballon est à l'extérieur du logement, en plein vent.

Figure [II .16] : chauffe-eau solaire monobloc. (Source :

https://www.leguideduchauffage.com/photogallery/chauffe-eau-solaire/chauffe-eau-solaire-monobloc.jpg)

II.2.3.2 Les chauffe-eaux à thermosiphon :

Pour éviter les inconvénients du système monobloc, tout en conservant les avantages et la simplicité, on peut séparer les panneaux du ballon d'eau chaude. Tant que les panneaux restent plus bas que le ballon de stockage, l'eau va pouvoir continuer à circuler naturellement par effet thermosiphon. À la sortie du panneau l'eau est plus chaude donc plus légère, et monte vers le ballon, elle est remplacée par l'eau la plus froide du ballon, qui est plus lourde et qui descend vers le bas des panneaux. Mais sous certains climats, on ne peut malheureusement pas faire circuler de l'eau dans les panneaux solaire toute l'année, à cause des risques de gel. Deux

alternatives sont alors envisageables : les chauffe-eaux à circulation forcée et à fluide antigel, et les chauffe-eaux à auto vidange.

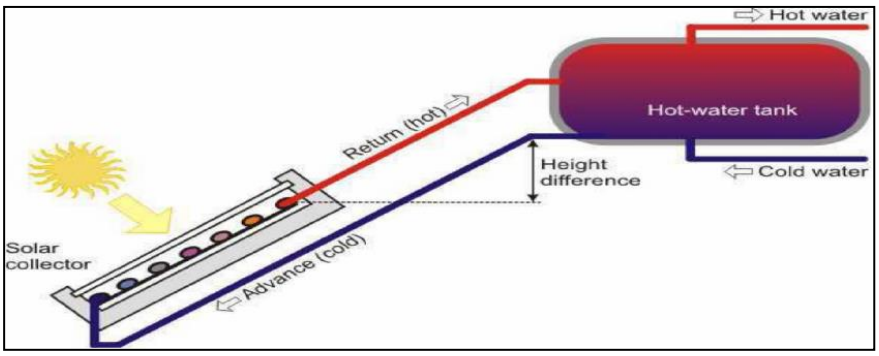


Figure [II .17] : schéma d'un système à thermosiphon. (Source : https://wiki.lowtechlab.org/w/index.php?title=Chauffeeau_solaire)

II.2.3.3 Les chauffe-eaux à circulation forcée :

Les panneaux solaires seront remplis avec un fluide qui ne craint pas le gel (en général de l'eau glycolée). Comme ce fluide est impropre à la consommation et ne doit pas être mélangé avec l'eau chaude sanitaire, la chaleur sera récupérée dans le ballon à travers un échangeur. Un serpentin à l'intérieur du ballon joue ce rôle et évite tout contact entre l'eau chaude et le fluide caloporteur. Une pompe assure le transfert du fluide entre le capteur solaires et l'échangeur, du coup, la position du ballon par rapport aux panneaux n'a plus d'importance.

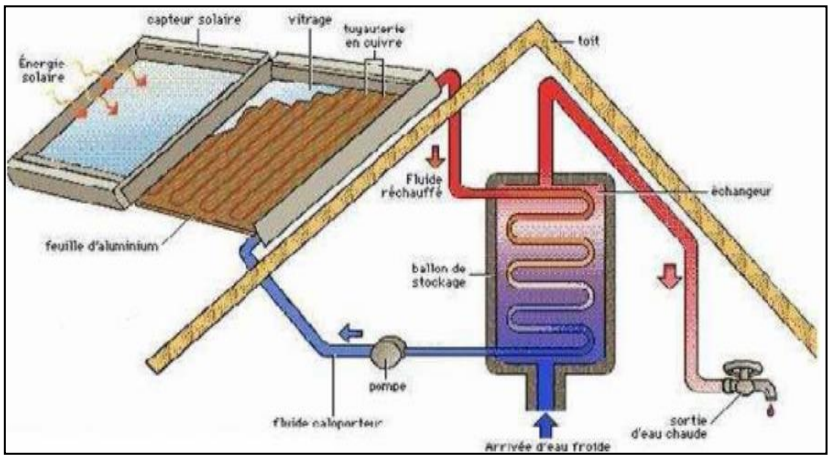


Figure [II.18] : système à circulation forcée. (Source : TISSOT, M. 2012)

II.2.3.4 Les chauffe-eau auto vidange :

Une alternative pour éviter le risque de gel est de vider les panneaux solaires en période de non-utilisation, C'est le principe des chauffe-eaux à auto vidange. Dans ce cas, le ballon est toujours situé plus bas que les panneaux solaires, dès que le soleil ne chauffe plus, la circulation entre le ballon et les capteurs solaires s'arrête, et le circuit se vidange automatiquement. Les panneaux solaires et la partie de canalisation exposée au froid sont donc vides en cas de gel. Dès que l'ensoleillement reprend, la circulation se remet en route et le circuit se remplit.

Figure [II.19] : Les chauffe-eau auto vidange (source : http://www.chauffe-eau-solaires.net/auto-vidange/)

II.3 L'Energie Solaire Photovoltaïque :

L'électricité est une des formes d'énergie les plus versatiles et qui s'adapte au mieux à chaque nécessite. Son utilisation est si étendue, qu'aujourd'hui on pourrait difficilement concevoir une société techniquement avancée qui n'en fasse pas usage. Des milliers d'appareils sont dessinés pour fonctionner grâce à l'énergie électrique, soit sous forme de courant continu de faible tension, soit à partir d'un courant alternatif de tension plus élevée. Il est très intéressant de produire de l'électricité avec une source d'énergie sure et pas polluante, comme l'énergie solaire.

Il existe deux méthodes pour pouvoir convertir l'énergie solaire en électricité, selon ce qu'on utilise l'énergie cinétique comme forme intermédiaire du procès de conversion :

- Systèmes de conversion thermodynamique.

- Systèmes directs, fondes sur les interactions physiques entre les photons de la radiation incidente et les électrons du matériau, l'effet photovoltaïque.

II.3.1 Principe de fonctionnement de la cellule photovoltaïque :

Le principe de fonctionnement de cette cellule repos sur l'effet photovoltaïque, 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

• pour la couche P, déficit d'électrons

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 semiconducteur. (Labouret et Villoz, 2006)

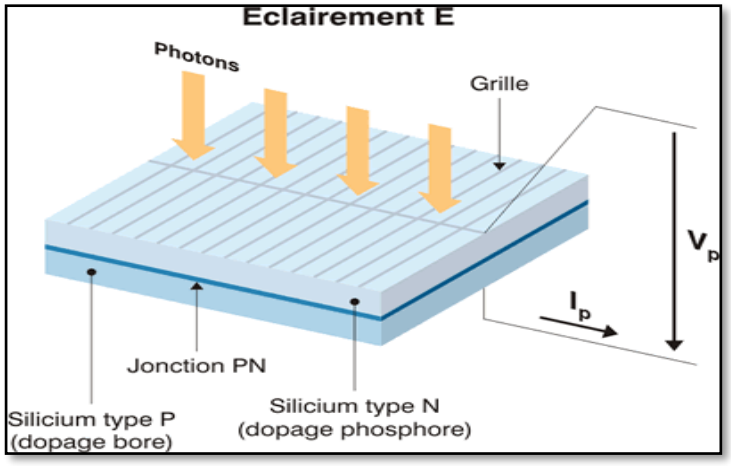


Figure [II.20] Schéma d'une cellule photovoltaïque. (Labouret. A et Villoz. M, 2006)

II.3.2 Différents types de système PV :

On rencontre généralement trois types de systèmes photovoltaïques, les systèmes autonomes, les systèmes hybrides et les systèmes connectés à un réseau Les deux premiers sont indépendants du système de distribution d'électricité, en les retrouvant souvent dans les régions éloignées. (Labouret et Villoz, 2010)

II.3.2.1 Système autonome :

Les systèmes autonomes sont complètement indépendants d'autres sources d'énergie. Ils servent habituellement à alimenter les maisons, les chalets ou les camps dans les régions éloignées ainsi qu'à des applications comme la surveillance à distance et le pompage de l'eau. Selon l'utilisation ou non du stockage électrochimique, les systèmes photovoltaïques autonomes sont classés comme suit :

· Des systèmes photovoltaïques autonomes avec stockage.

· Des systèmes photovoltaïques sans stockage (au fil du soleil).

➢ **Systèmes autonomes avec stockage :**

C'est la configuration la plus courante des systèmes photovoltaïques autonomes, elle comporte des batteries qui emmagasinent l'énergie électrique produite par le générateur photovoltaïque au cours de la journée (figure II.21). Donc, le stockage électrochimique dans les

batteries est indispensable pour assurer le fonctionnement nocturne ou durant un nombre de jours prédéfinis dans le dimensionnement des systèmes photovoltaïques.

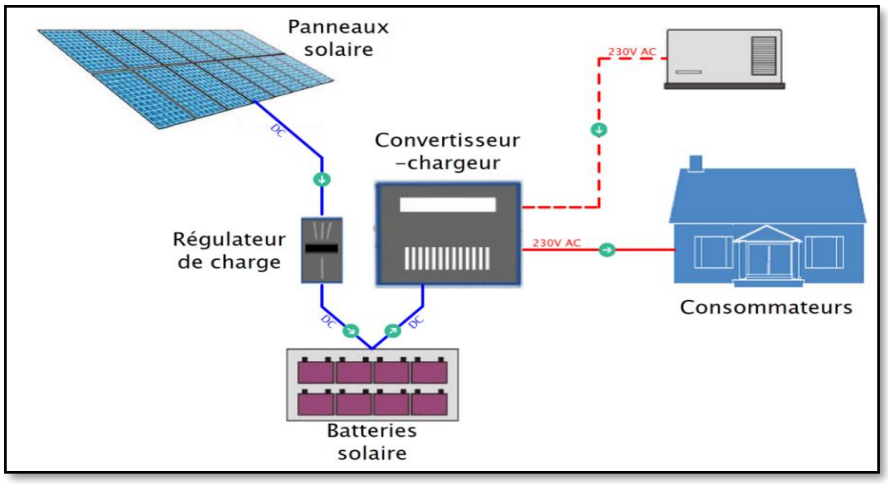


Figure [II.21] Système PV autonome ou isolé source : (Labouret. A et Villoz. M, 2006)

- **Les systèmes autonomes sans stockage :**

Dans ce cas, l'appareil alimenté ne fonctionnera qu'en présence d'un éclairement solaire suffisant pour son démarrage. C'est intéressant pour toutes les applications qui n'ont pas besoin de fonctionner dans l'obscurité, et pour lesquelles le besoin en énergie coïncide avec la présence de l'éclairement solaire. Mais il faut bien dimensionner le générateur photovoltaïque de sorte qu'il ait assez de puissance pour alimenter l'appareil à l'éclairement le plus faible. Le pompage photovoltaïque est un exemple de cette catégorie de systèmes autonomes où le stockage de l'eau dans un réservoir est généralement le plus adopté par rapport au stockage électrochimique.

La pompe solaire est branchée directement sur le générateur photovoltaïque par l'intermédiaire d'un convertisseur DC/DC ou DC/AC selon que nous utilisons respectivement un moteur à courant continu ou un moteur à courant alternatif. Le débit d'arrivée d'eau dans le réservoir est donc variable et en fonction du rayonnement solaire.

II.3.2.2 Système PV raccordé au réseau :

Un tel système s'installe sur un site raccordé au réseau (Sonelgaz). Généralement sur des habitations ou des entreprises qui souhaitent recourir à une forme d'énergie renouvelable et qui bénéficient d'un bon ensoleillement.

On peut distinguer des systèmes PV raccordés aux réseaux avec et sans batteries de stockage.

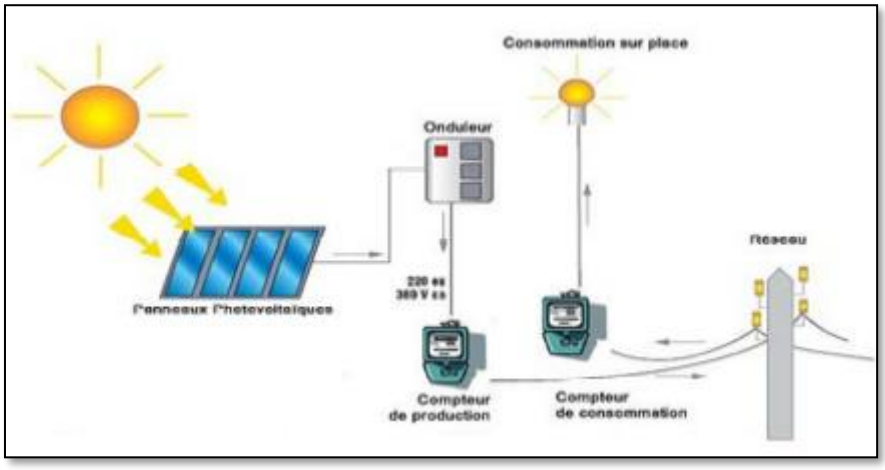


Figure [II.22] : *Système PV raccordé au réseau sans batterie (source : https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSVkv86h_X0GFil0ZvcMkXDRoWvqYIeh_-i4w&usqp=CAU)*

II.3.2.3 Système PV hybride :

Les systèmes photovoltaïques hybrides intègrent un générateur photovoltaïque et un autre générateur : éolienne, groupe électrogène... et même parfois le réseau public d'électricité.

En général, un système de batteries stocke l'énergie et permet ainsi de ne pas perdre l'énergie des sources aléatoires telles que le solaire ou l'éolien.

La difficulté de ce type de système est d'équilibrer les différentes sources d'énergie de façon à toutes les optimiser, étant entendu que les sources thermiques (gasoil, gaz...) et le réseau public, sont toujours les appoints de dernier recours (Labouret. A et Villoz. M, 2006)

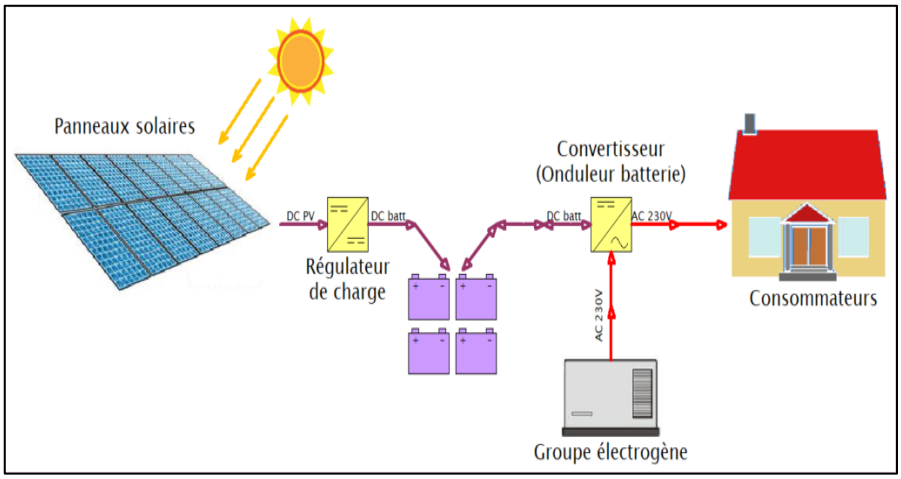
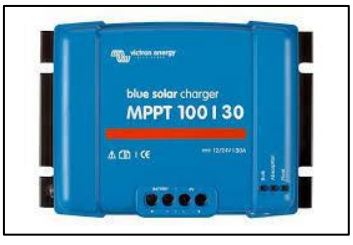


Figure [II.23] : Système PV hybride source : (Labouret. A et Villoz. M, 2006)

II.3.3 Les composantes d'une installation photovoltaïque :

L'installation photovoltaïque est composée par les éléments dont le tableau.

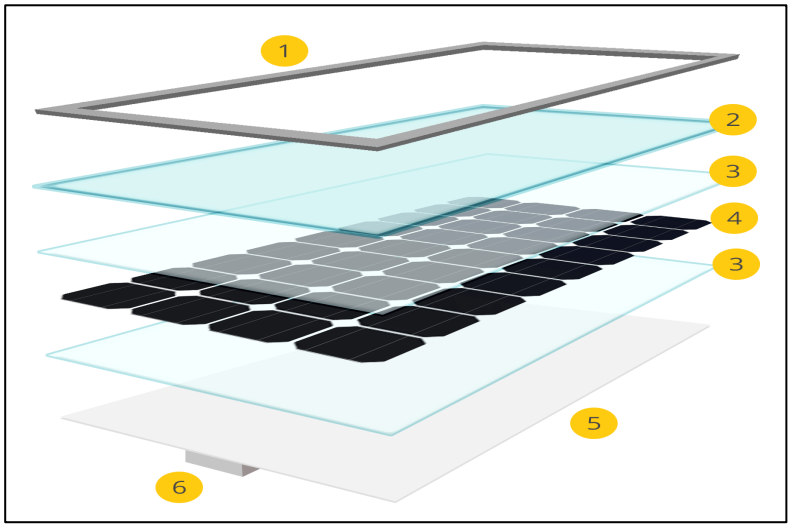
Tableau [II.1] : Les composantes d'une installation photovoltaïque **(**Source : (ABB ,2010)

Composantes	Définition	
Générateur	Se constitue essentiellement par la cellule photovoltaïque dans lequel se transforme l'énergie solaire (rayonnement) en énergie électrique. Un générateur est formé à partir de raccordement électrique de plusieurs rangées qui constituent à leurs tours de nombreux panneaux interconnectés.	
L'onduleur	Est l'appareil dans lequel le courant continu se converti en courant alternatif et qui contrôle la qualité de la puissance de sortie transférée au réseau par un filtre qui se trouve à l'intérieure de l'onduleur. L'onduleur possède une forme d'une boite en métal de petite dimension.	
Régulateur	Est un ensemble électronique employé pour la gestion des flux du courant utilisé pour charger la batterie, arrivé des panneaux et le courant transmit de la batterie vers les consommateurs.	
Batterie	Son rôle essentiel est d'accumuler du courant et de stocker de l'énergie pendant la journée pour l'employer durant la nuit et durant les périodes de rendement moindre.	

Câbles	Les câbles sont les éléments qui raccordent les diverses parties de l'installation photovoltaïque entre elles et entre le module et l'élément à alimenter, il a ainsi la charge de conduire le courant et l'énergie.	
Panneau PV	Le rôle d'un panneau PV caractérisé par une puissance et un rendement est la conversion directe de l'énergie solaire en électricité en sous forme d'un courant continu.	

II.3.4 Composition & fabrication d'un panneau solaire :

Le panneau solaire est composer de :



1 Le cadre en aluminium

2 Le verre trempé

3 Film d'encapsulation EVA : Ethylène Vinyle Acétate (éthylène-acétate de vinyle)

4 Les cellules solaires photovoltaïques

5 La membrane en tedlar

6 La boite de jonction

Figure [II.24] : Les Composition & fabrication d'un panneau solaire

(Source : https://www.ecosources.org/images/category/81/schema-composition-panneau-solaire-vitre-tedlar.png

II.3.5 Les types des cellules :

Le rendement des photovoltaïques dépendent du système prévu et des cellules, et cela se résume ainsi : (Source : Delagnes,2007).

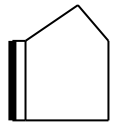
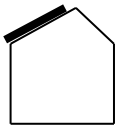
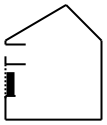
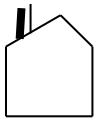
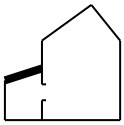
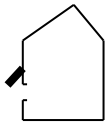
Tableau [II.2] : Les type des cellules.

Type de cellule	Rendement	Utilisation
+ Cellule en Silicium-monocristallin.	12 à 18 %	+ Aérospatiale, modules pour toits, façades, …etc.
+ Cellule en Silicium polycristallin.	11 à 15 %	+Modules pour toits, façades, Générateurs
+ Cellule en Amorphe.	5 à 8 %	+Appareils électroniques (montres, calculatrices…), intégration dans le bâtiment.
+ Cellule en composite Mono cristallin.	18 à 20 %	+Systèmes de concentrateurs Aérospatiale (satellites)
+ Cellule en composite polycristallin.	8 %	+Appareils électroniques (Montres, calculatrices…), intégration dans le bâtiment.

II.3.6 Types d'intégration des panneaux :

Les types d'intégration est résumer don le tableau au-dessous. (Benamra, M. 2013) Kalogirou, S. A. 2015).

Tableau II.3: typologie des capteurs PV intégrés au bâtiment.

					
1. Façade	2. Toiture	3. Allège	4. Cheminée	5. Véranda	6. Brise soleil

- ✓ **Façade**

Les panneaux solaires photovoltaïques peuvent être intégrés facilement dans les façades verticales ou inclinées avec un angle d'inclinaison optimale, respectifs à l'éclairement, et les rendements attendus sont un peu faibles.

Les éléments photovoltaïques peuvent remplacer, les éléments de façade coûteux tels que des panneaux de pierre ou l'acier inoxydable, rendant le système très intéressant d'un point de vue économique.

Figeur [1I.25] : intégration des capteurs solaires sur la façade **un bâtiment à énergie positive à Strasbourg**

Source : https://www.blog-aterno.com/medias/tour-elithis-strasbourg.jpg

✓ **Toiture**

Les panneaux solaires photovoltaïques intégrés facilement dans les toiture verticales ou inclinées avec un angle d'inclinaison optimale

Généralement on utilise cette solution dans le collectif, mais peu de réussite en intégration. Les capteurs sont disposés sur un châssis dont l'orientation et l'inclinaison auront été optimisées en fonction de l'usage :

-A reculer suffisamment les capteurs de l'acrotère afin de limiter l'impact visuel pour les passants.

-Si on n'a pas d'acrotère, on doit les implanter de telle façon à respecter la symétrie avec les composantes du bâtiment.

- L'accrochage doit être conforme avec les directives techniques, pour résister aux intempéries (neige et vent), et préserver l'étanchéité.

-Prévoir un habillage latéral pour masquer la structure métallique

Figure [II.26] : installation des capteurs solaires sur une toiture terrasse. Panneaux solaires sur la maison Abondance à Montréal.

Source : https://studiomma.ca/wp-content/uploads/2003-33-B.jpg

Pour une construction neuve, si on a besoin de grandes surfaces de capteurs pour chauffage, eau chaude collective, il est possible d'adapter le plus possible la taille du champ de capteurs pour couvrir l'intégralité d'un pan de toiture.

- ✓ **Allège**

En allège, on peut intégrer le capteur sous une fenêtre, en auvent pour protéger le porche de la maison, ou en garde-corps pour un balcon, comme il peut avoir le rôle de brise soleil pour améliorer le confort d'été.

Figure [II.27] : intégration des capteurs solaires sur les allèges (source : Kalogirou, S. A. 2015).

- ✓ **Cheminée**

L'électricité produite par les modules PV alimente directement le système de ventilation de la cheminée, et la chaleur qu'ils dégagent contribue aux mouvements d'air de la cheminée. Le capteur photovoltaïque se comporte à la fois comme un générateur d'électricité et comme un Cheminée, et la chaleur qu'ils dégagent contribue aux mouvements d'air de la cheminée. Le capteur photovoltaïque se comporte à la fois comme un générateur d'électricité et comme un capteur à air.

Figure [II.28] : intégration des capteurs solaires sur les cheminées (source : Benamra, M. 2013)

- ✓ **Véranda**

En façade, nous profitons des évidements pour que les capteurs prennent place naturellement, à savoir les étagères, garde-corps et balcons, nous offrant plus d'alternatives d'intégration et d'harmonie au niveau des façades. Bonne exploitation.

Le capteur impose sa présence comme élément structurant de la façade et devient une partie de l'architecture.

L'utilisation de modules semi-transparents permet de diminuer leur coût initial car ils se substituent aux vitrages de la véranda ou la verrière. Les panneaux photovoltaïques vont se comporter comme un élément verrier extérieur d'un vitrage isolant, permettant de diminuer les besoins de chauffage l'hiver (zone tampon) et de réduire les apports solaires l'été par l'ombrage des cellules PV.

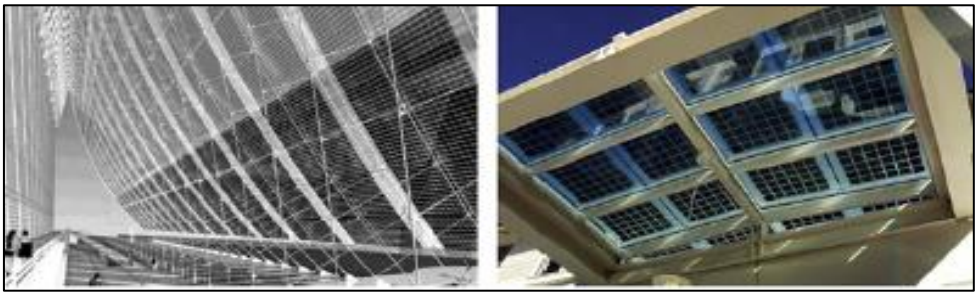


Figure [II.29] : intégration des capteurs solaires sur vérandas (source : Kalogirou, S. A. 2015).

- ✓ **Brise soleil**

Face au sud, en été, le vitrage peut entraîner une accumulation de chaleur indésirable. Pour éviter que les charges de refroidissement n'augmentent inutilement lorsque les vitrages extérieurs sont largement utilisés, un concept de protection solaire avec des éléments d'ombrage spécialement conçus est nécessaire. Dispositifs de protection solaire extérieurs tels que stores extérieurs et auvents les stores sont généralement plus efficaces que les éléments à l'intérieur

du verre (par exemple, les évents intérieurs), car ils ne permettent même pas au rayonnement solaire d'entrer dans le bâtiment où il sera ensuite converti en énergie électrique par des panneaux solaires.

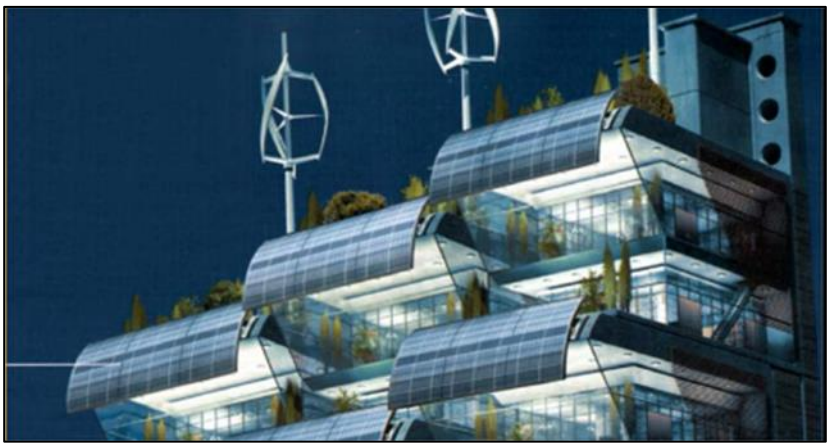


Figure [II.30] : intégration des capteurs solaires sur Brise soleille campus Google à Mountain View en Californie avec son installation photovoltaïque

- ✓ **Capteurs au sol**

Les capteurs peuvent être implantés sur talus, il est nécessaire de les protéger des salissures pouvant diminuer leur rendement. C'est une pose très simple permette d'obtenir

l'angle d'inclinaison optimal du capteur, qui peut aussi prendre place sur terrasse au pied du bâtiment. Le paysage peut influer sur le rendement des capteurs après d'éventuelles poussées de la végétation lui causant des masques,

Figure [II.31] : installation des capteurs solaires sur le sol.

Source : https://img.lamontagne.fr/mNaQJyC8PEOUQorredLAEe--OrDxQOLgcfIC

Conclusion

L'énergie photovoltaïque (PV) est probablement la plus populaire auprès du grand public, un capteur photovoltaïque et thermique (PV/t) permet de générer de l'électricité et de la chaleur à partir de la même surface. La chaleur reçue par les capteurs PV/t est collectée, ce qui permet aux panneaux PV d'opérer à des températures inférieures. Leur performance, qui décroit lorsque la température augmente, s'en trouve améliorée. Il est possible d'intégrer des modules PV/t au bâtiment de sorte qu'ils composent une partie intégrante de l'enveloppe. Utilisés comme parement extérieur et proprement installés, ils peuvent remplacer le bardeau d'asphalte d'un toit ou le revêtement extérieur d'un mur et remplir les mêmes fonctions.

Il est également possible d'utiliser des capteurs solaires thermique pour capter la chaleur du soleil. Ces collecteurs sont généralement constitués d'un absorbant de couleur foncée qui transfère la chaleur à un liquide, généralement de l'air ou de l'eau (ou un mélange d'antigel et d'eau lorsqu'une protection antigel est nécessaire). L'eau a quatre fois la capacité calorifique spécifique de l'air, elle peut donc stocker plus d'énergie. A volume égal, l'eau peut stocker environ 3 500 fois plus d'énergie que l'air en raison de la plus faible densité de ce dernier. La chaleur récupérée est généralement utilisée pour le chauffage des locaux ou pour le chauffage de l'eau sanitaire. Il est généralement plus facile d'utiliser des têtes d'air pour le chauffage des locaux et des têtes d'eau pour le chauffage de l'eau domestique.

CHAPITRE III : CAS D'ÉTUDE « PARKING SOLAIRE »

Introduction

L'énergie photovoltaïque, source d'énergie propre et renouvelable, s'inscrit parfaitement dans le cadre actuel de la politique environnementale des gouvernements, L'énergie photovoltaïque est la capacité d'atteindre un développement efficace et durable.

Dans notre travail, nous proposons d'étudier la dimension d'un système solaire photovoltaïque pour fournir de l'énergie électrique d'un parking automatique situé au centre-ville de Jijel.

Assure une bonne évaluation des besoins pour équilibrer la consommation énergétique du bâtiment, Sachant que toute erreur dans le calcul entraînera un besoin en énergie pour la mise en œuvre (Manque de production d'énergie dont nous avons besoin pour l'activité du projet)

Une analyse exemplaire de notre projet (parking a étage) nous a permis d'identifier les différents éléments de consommation d'énergie, en relation avec l'électricité.

Nous avons d'abord effectué une simulation de Thermique domaine et photovoltaïque autre domaine plat alors, Une étude de simulation de panneaux solaires photovoltaïques.

Notre travail divisé on deux parties :

La première partie est consacrée aux logiciels utilisés pour la simulation comme ''**PVSYST**'' et ''**ECOTECT**'' qui sont actuellement établis dans la Simulation.

La deuxième partie, nous proposons d'étudier la dimension d'un système solaire photovoltaïque pour fournir de l'énergie électrique d'un parking automatique situé au centre-ville de Jijel., à savoir les différents éléments constituants le système PV (module, régulateur, onduleur…).

La troisième partie est consacrée à l'étude par simulation de notre système : nous présentons le logiciel que nous avons utilisé **PVSYST,** ensuite, nous présentons les résultats obtenus de l'installation PV, pour statuer sur la rentabilité économique de l'installation solaire photovoltaïque.

III.1 Partie 1 : Méthode

Pour répondre au problème posé, nous devons tout d'abord expliquer les processus impliqués dans notre étude.

Cette section sera consacrée à l'affichage de la méthode choisie et à un aperçu des logiciels utilisés. (ECOTECT) et (PVsyst).

III.1.1 Les logiciels utilisés pour simulation :

Dans notre travail, ont utilisés deux programmes différents (ECOTECT) et (PVSYST) comme méthode complémentaire pour faciliter la compréhension et l'approfondissement de l'étude du sujet dans toutes ses dimensions.

Au moyen d'un programme (ECOTECT) Notre projet de parking a été analysé pour montrer la luminosité du soleil et voir les ombres produites de chaque partie différente

Tandis que le second (PVSYST) s'occupe de L'installation photovoltaïque, calcul de consommation électrique, nombre de panneaux PV, onduleur, régulateurs et même câbles pour assurer un bon fonctionnement Matériaux.

III.1.1.1 Ecotect :

ECOTECT v5.5 est un logiciel d'analyse et de simulation de construction qui dispose d'une interface de conception de modélisation 3D Facile à utiliser et entièrement intégré avec une large gamme d'analyses de performances et fonctions de simulation.

Ce qui distingue vraiment ECOTECT, c'est la nature visuelle du retour d'information Calcul et accompagnement au design conceptuel à un stade très précoce, ainsi que validation du design final. Les concepteurs peuvent commencer à générer des informations de conception vitales liées aux performances avant La forme du bâtiment a été développée.

On peut commencer par une analyse climatique détaillée pour calculer Le potentiel de diverses technologies de conception ou passives pour optimiser l'utilisation des ressources énergétiques solaires, lumineuses et éoliennes disponibles. Puis il nous aide à tester ces idées sur quelques modèles schématiques simples avant de les développer Peu à peu la conception finale.

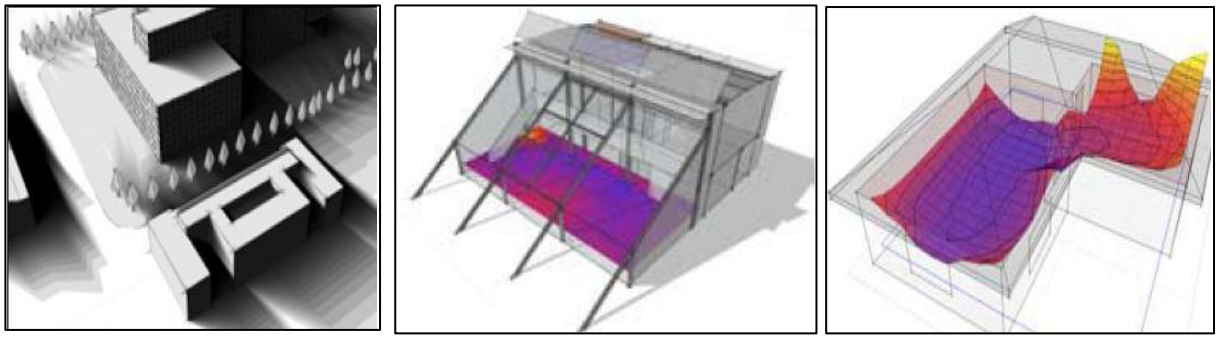


Figure [III- 1] : Images illustrant le fonctionnement du logiciel ECOTECT (Source : logiciel ECOTECT 2020).

III.1.1.2 Présentations PVSYST :

PVSYST est un logiciel de dimensionnement de panneaux solaires permettant d'obtenir diverse informations telles que la production d'énergie, l'irradiation et le coût de l'installation,

la surface nécessaire, ou la production annuelle d'énergie. Un mode avancé permet d'obtenir beaucoup plus d'informations pour une étude très complète.

Le logiciel comprend principalement deux modes de fonctionnement. Le premier et une application de pré dimensionnement assez simple à prendre en main et accessible au néophyte. Le deuxième permet une étude beaucoup plus approfondie et prend en compte beaucoup plus de paramètre. De plus il se base sur du matériel concret pour ses calculs, contrairement au premier mode qui effectue ses calculs pour un cas très général.

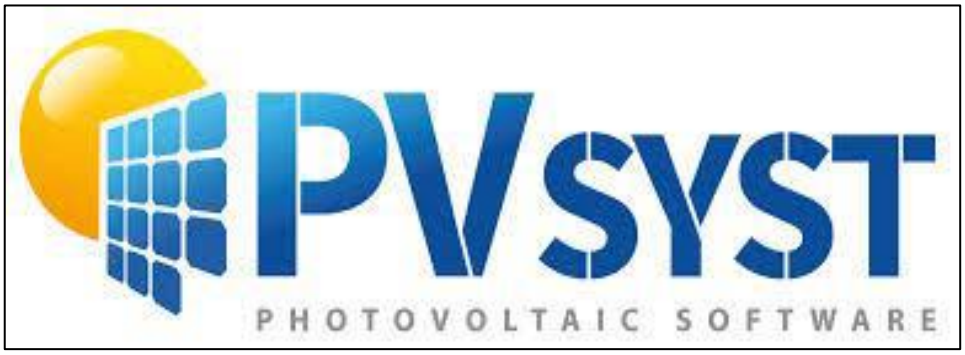


Figure [III.2] : images du logiciel PV SYSTEME (source : logiciel PVSYST)

III.2 Partie 2 : cas d'étude

L'Algérie est située en Afrique du Nord et couvre une superficie de 2 381 741 km^2. Ainsi, c'est le plus grand pays d'Afrique, son relief varie du nord au sud, d'une bande côtière, principalement des plaines, aux hauts plateaux jusqu'au désert.

L'Algérie dispose d'un des plus grands gisements solaires au monde, la durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et atteint les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m^2 est de l'ordre de 5 kWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700 kWh/m^2/an au Nord et 2263 kWh/m^2/an au sud du pays.

Les différentes études menées à ce jour concernant le potentiel de l'énergie solaire en Algérie montrent un grand potentiel pour l'utilisation et l'exploitation de ce type d'énergie. En effet, l'Algérie, d'une superficie de plus de deux millions de kilomètres carrés, reçoit l'équivalent de 300 milliards de pieds cubes par an d'énergie solaire.

III.2.1 La ville de Jijel :

Le climat de Jijel (ou Djidjelli) est celui de la Méditerranée, avec des hivers doux et pluvieux et des étés chauds et ensoleillés.

La ville est située au nord-est de l'Algérie sur la côte de la mer Méditerranée. Bien que les hivers soient doux, de temps en temps, les températures peuvent connaître des augmentations soudaines lorsque les vents soufflent du désert.

De plus de 840 771 habitants en 2020, la ville de Jijel c'est une ville côtière aux bordures de la mer méditerranéen d'un littoral de 120km de langueur.

À Jijel, les étés sont chauds, lourd, sec et dégagé dans l'ensemble et les hivers sont long, frais, précipitation, venteuse et partiellement nuageuse. Au cours de l'année, la température varie généralement de 8 °C à 30 °C et est rarement inférieure à 5 °C ou supérieure à 33 °C.

Quant à l'ensoleillement annuel, c'est moyen 2 712 kWh. En été, la ville reçoit 80% de l'ensoleillement si le ciel est plus clair, tandis qu'en hiver, le rayonnement solaire global atteint son maximum en janvier avec 2370Wh/m²/jour pendant 151 heures/mois.

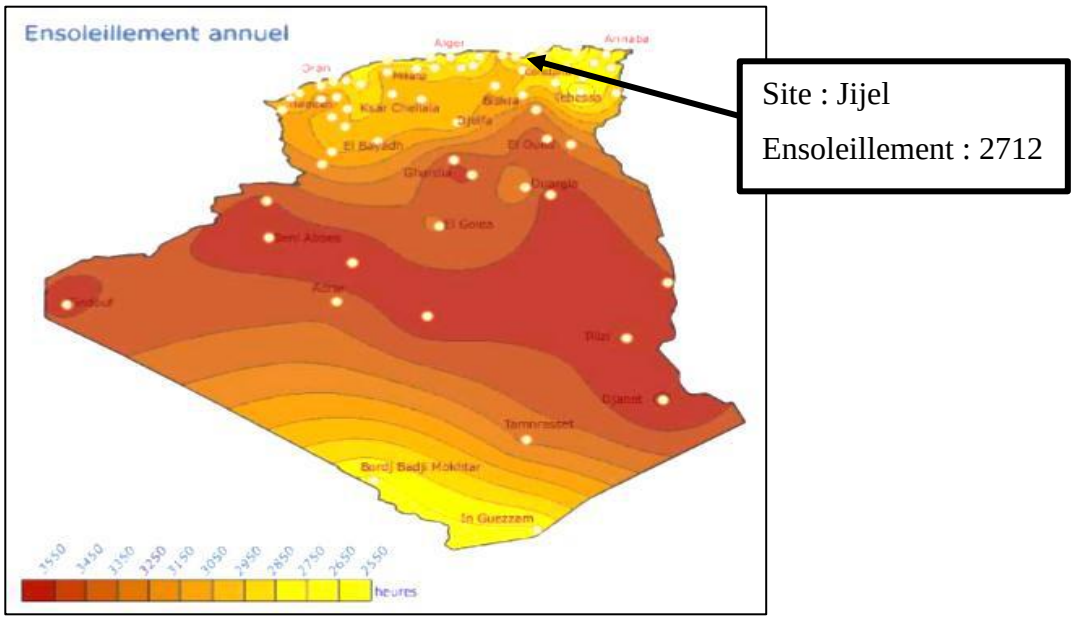


Figure [III.3] : Ensoleillement annuel de l'Algérie (Source : Le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER)2014).

III.2.2 Analyse d'établissement étudié :

III.2.2.1 Situation et limite :

Le projet à d'étude est situé au centre-ville de Jijel, au triangle colonial, sur l'emprise de l'ancienne gendarmerie et centre de rééducation, non en usage actuellement.

Figure [III. 4] : Photo aérienne du terrain d'étude (Source : Google Earthe).

III.2.2.2 Composition volumétrique :

Notre projet est composé à une forme simple deux rectangle Croisier Le parking est conçu à la verticale, dans une relation physique et visuelle avec son environnement, massive dans le paysage, il est composé d'une totalité de 6 étages dédiée au stationnement capacité de 600 place. Par ailleurs la présence d'une terrasse qui offre des vues importantes sur Jijel, qui est l'atout majeur du parking

Tableau [III.1] : tableau explicatif de la composition volumétrique de parking a étage.

Fonction	Espaces	Nombre
Zone de stationnement	2800 m^2	600 véhicules 10 pour les bus 12 Bicyclettes
Zone commercial	2400 m^2	/

III.2.3 Les résultats de simulation par Ecotect :

Celui qui planifie une intégration des panneaux photovoltaïques sur l'enveloppe bâtie ne peut pas éviter d'analyser le moyennement et la vérification de l'ombre sur les endroits ou en doit placer les panneaux solaires photovoltaïques.

Les étapes de simulation par logiciel ECOTECT voir (l'Annexe 02).

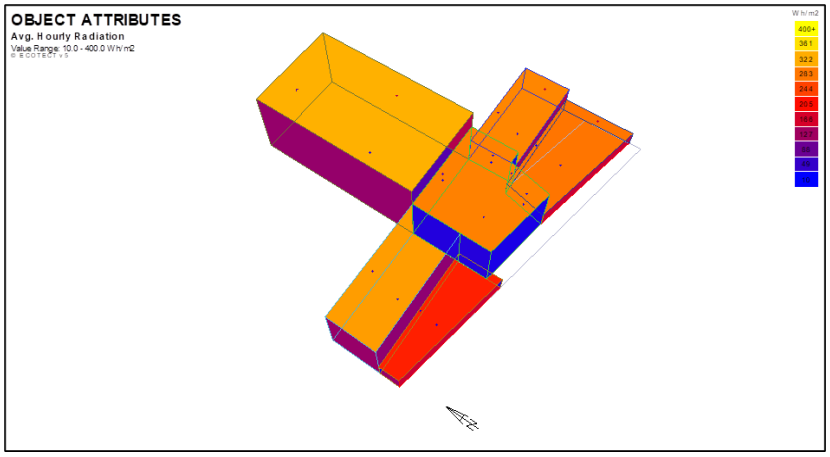


Figure [III.5] : ensoleillement de parking par logiciel Ecotect

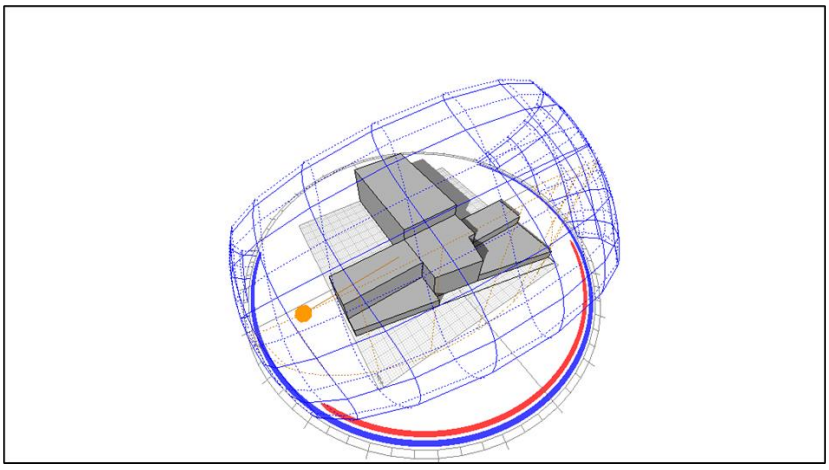


Figure [III.6] : vérification de l'ombre par logiciel Ecotect 21 décembre à 15h

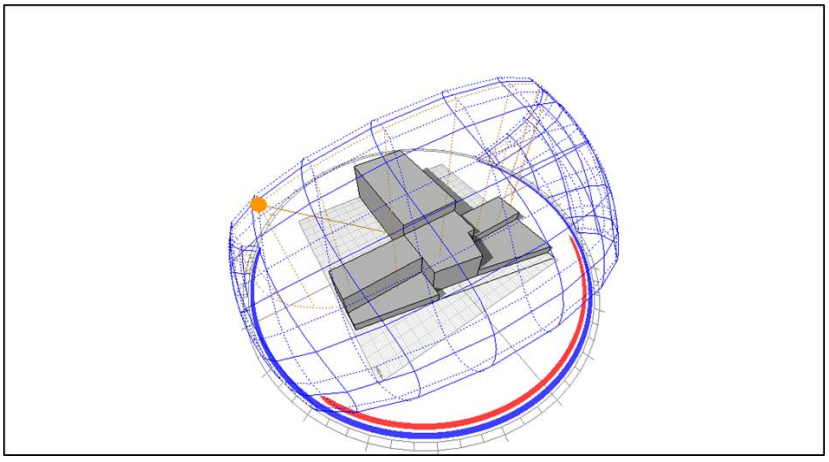


Figure [III.7] : vérification de l'ombre par logiciel Ecotect 21 juillet à 16h

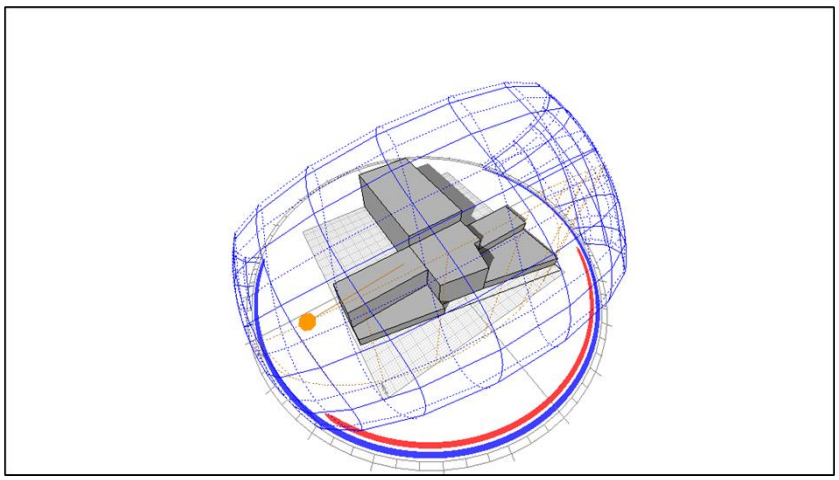


Figure [III.8] : vérification de l'ombre par logiciel Ecotect 21 mars à 16h

Après des simulations menées par l'Ecotect (Figure III.5, 6 ,7 et 8) montre que notre projet est bien ensoleillé avec une surface de 4550 m^2 qui représente la surface toiture plus la façade sud.

III.3 Partie 3 : application

III.3.1 Petits rappels en électricité :

Puissance et taux de consommation, les deux termes suivants sont utilisés pour caractériser la consommation d'électricité :

La puissance ou « électricité instantanée requise » ;

« Le taux de consommation sur une période donnée ».

La puissance électrique correspond au travail que peut fournir un appareil électrique à chaque seconde. Plus précisément, la puissance électrique indique la quantité d'énergie qu'un appareil peut transformer durant une période de temps, Plus vous utilisez d'appareils au même moment, plus vous avez besoin de puissance, La puissance s'exprime en watts (W) il est le produit du courant, en ampères (A), et de la tension, en volts (V). **1 W = 1 A x 1 V**

Exemple, une lampe fluorescente compacte de 12 W requiert 1 A lorsqu'elle est connectée à une source d'alimentation de 12 V c.c. (volts en courant continu).

Le taux de consommation est Unité de mesure de l'énergie. Un kilowattheure correspond à la consommation d'un appareil ou plusieurs électriques à mille watts pendant une heure pour une période donnée (par jour, mois ou année). C'est une quantité de produit : une quantité constituée du produit de plusieurs unités de base. L'énergie consommée (en watts par heure) est exprimée en fonction de la puissance P (en watts) et du temps t (en heures) : E = P * t.

1 Wh = 1 W x 1 h

III.3.2 Etape 01 : Evolution des besoins

Tableau [III.2] : tableau récapitulatif des besoins de notre projet.

	Appareil	Nombre	Durée utilisation (h/jour)	Puissance (W)	Consommation par jour (Wh)
Administration	Lampes	30	10	18	5400
	Ordinateur	4	8	80	2560
	Climatiseurs	3	8	1300	436800
	Imprimantes	3	8	10	240
	Téléphone fixe	3	8	8	192
	Refrigerator	1	24	150	3600
	(Chargeur portable)	6	2	6	72
Zone de station	Monte-charges (annexe 03)	8	10	14000	1120000
	Lavage auto (annexe 03)	1	16	45000	720000
	Barrières	1	14	80	1120
	Projecteurs	15	14	30	6300
	Ascenseur (annexe 03)	2	8	4000	64000
2Cafète restaurant	Lampes	35	8	18	5040
	Réfrigérateur	5	24	150	25200
	Appareils caisson	4	10	200	8000
	TV	2	10	100	4000
	Climatiseurs	1	8	1800	14400
	Climatiseurs	1	8	2400	19200
	(Chargeur portable)	7	2	6	84
Totale					**2565808 (Wh)**

III.3.3 Etape 02 : Energie solaire récupérable :

III.3.3.1 Données météorologiques :

Tableau [III.3] : données climatiques de la ville de Jijel, (Meteonorm 7).

	Portion d'utilisation du système dans le mois (0-1)	Moyenne mensuelle du rayonnement quotidien sur l'horizontale (KWh/m^2)	Température moyenne mensuelle (C°)	Heures d'ensoleillement (Heure)
Janvier	1	2.37	11.3	140
Février	1	3.1	11.9	165
Maras	1	4.1	14.2	200
Avril	1	5.5	16.1	205
Mai	1	6.2	19.6	260
Juin	1	7.3	23.2	300
Juillet	1	7.6	26.4	350
Aout	1	6.4	26.9	315
Septembre	1	5.1	23.5	250
Octobre	1	3.6	21.1	200
Novembre	1	2.6	15.6	155
Décembre	1	2.1	12.7	135

(Source : weather spark)

III.3.3.2 L'orientation et l'inclinaison des modules

Pour le photovoltaïque, une inclinaison optimale de 30 °, avec possibilité d'aller entre 0 et 60° c'est l'ensoleillement d'été qui sera prioritaire (saison de haute consommation de l'énergie électrique) pour maximiser la production surtout dans le cas où notre installation est raccordée au réseau. Une orientation optimale est toujours vers le Sud, et possible d'aller en Est et en Ouest.

L'inclinaison optimale est de 45° (certains chercheurs conseillent une valeur de latitude de la zone que nous ajoutons 10°), par exemple si nous sommes dans la région de 35°, l'inclinaison optimale du capteur sera proche de 45°, et il est possible de s'orienter entre 17° et 90°. L'orientation optimale est plein sud, où il peut être orienté est ou ouest.

Tableau [III.4] : L'orientation et l'inclinaison le plus juste.

Inclinaison / Orientation	0°	30°	60°	90°
Est	93%	90%	78%	55%
Sud-est	93%	96%	88%	66%
Sud	93%	100%	91%	68%
Sud-ouest	93%	96%	88%	66%
Ouest	93%	90%	78%	55%

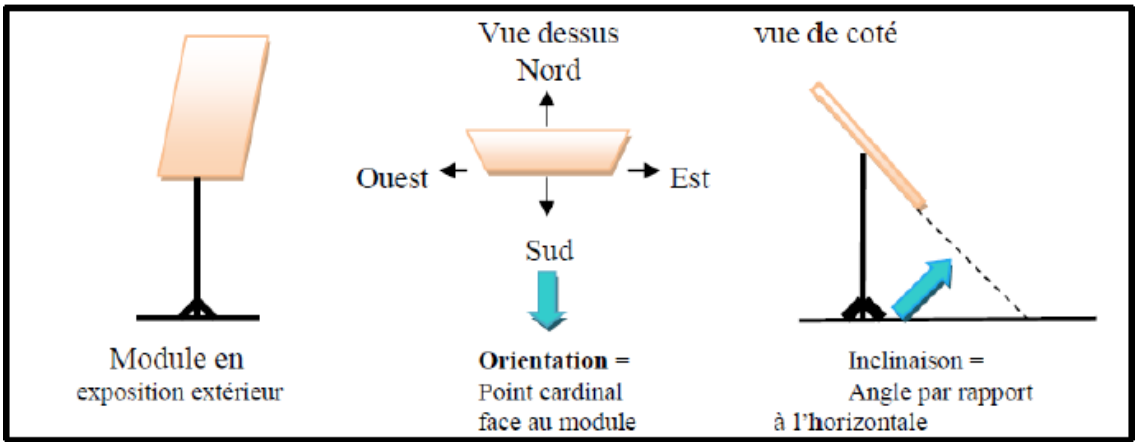


Figure [III.9] : Définition de l'orientation et de l'inclinaison d'un panneau (Source : Energie solaire Photovoltaïque, ANNE LABOURET et MICHEL VILLOZ).

- Orientation vers le sud dans l'hémisphère Nord.
- Orientation vers le nord dans l'hémisphère Sud.

La position du soleil dans le ciel varie selon la latitude de l'endroit où l'on se trouve. En ce qui concerne l'inclinaison des panneaux, c'est un peu plus compliqué. Si on prend le cas d'une application autonome qui consomme une énergie quasi constante tout au long de l'année. L'hiver étant la période la moins ensoleillée, c'est à cette période qu'il faut optimiser la production. Les panneaux doivent donc pouvoir récupérer l'énergie d'un soleil dont la hauteur

est faible. Il en résulte qu'en Algérie pour une utilisation annuelle, l'inclinaison idéale est environ égale à la latitude du lieu + 10° (pour une orientation sud).

Cela donne à Jijel plus exactement dans le site qu'on étudie' « centre-ville », l'orientation sud et inclinaison à 30° par rapport à l'horizontale.

III.3.4 Etape 03 : définition de module PV :

III.3.4.1 Calcul de la puissance crête du système :

Si le soleil est la seule source d'énergie d'un système autonome. Sans générateur d'appoint, les modules photovoltaïques doivent alors fournir toute l'énergie consommée, en incluant les pertes à tous les niveaux. Ne nous méprenons pas : la batterie est une capacité tampon qui permet de sticker cette énergie pour en disposer en dehors des périodes de production photovoltaïque. Mais elle ne sera jamais une source d'énergie en tant que telle. Certain croient qu'en augmentant la capacité de leurs batteries, ils vont pouvoir alimenter plus de récepteurs. C'est vrai à court terme, mais s'ils consomment plus qu'ils ne produisent, la batterie sera fatalement déchargée un jour ou l'autre. (Labour, A et Michel, V,2005)

III.3.4.2 Résultats de simulation par logiciel PVSYSTEM :

Simulation : nécessaire

Le but de cette simulation est d'analyser les besoins de la consommation de notre école étudiée et de calculer le nombre nécessaire de panneaux, d'onduleur et de batterie afin de fournir tous les besoins et garantir la bonne gestion d'électricité.

- ✓ Etude et optimisation d'un système PV – Rapport complet.
- ✓ Soit pour un appel d'offre.
- ✓ Soit pour l'étude de la réalisation du système.

Résultats de simulation par logiciel PV SYST du parking trouve sur le rapport suivent et Les étapes voir (Annexe 01).

Version 7.2.14

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: parking a etage

Variant: Nouvelle variante de simulation

No 3D scene defined, no shadings

System power: 502 kWp

Jijel - Algérie

PVsyst TRIAL

Author

Project: parking a etage

Variant: Nouvelle variante de simulation

PVsyst V7.2.14
VC0, Simulation date:
24/06/22 14:05
with v7.2.14

Project summary

Geographical Site
Jijel
Algérie

Situation
Latitude 36.82 °N
Longitude 5.77 °E
Altitude 19 m
Time zone UTC+1

Project settings
Albedo 0.20

Meteo data
Jijel
Meteonorm 8.0 (1991-2000), Sat=100 % - Synthétique

System summary

Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation
Fixed plane
Tilt/Azimuth 30 / 0 °

Near Shadings
No Shadings

User's needs
Unlimited load (grid)

System information

PV Array
Nb. of modules 1288 units
Pnom total 502 kWp

Inverters
Nb. of units 3 units
Pnom total 495 kWac
Pnom ratio 1.015

Results summary

Produced Energy 830.1 MWh/year | Specific production 1653 kWh/kWp/year | Perf. Ratio PR 84.54 %

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Main results 4
Loss diagram 5
Special graphs 6

PVsyst TRIAL

Project: parking a etage

Variant: Nouvelle variante de simulation

PVsyst V7.2.14
VC0, Simulation date:
24/06/22 14:05
with v7.2.14

General parameters

Grid-Connected System — **No 3D scene defined, no shadings**

PV Field Orientation

Orientation	Sheds configuration	Models used
Fixed plane	No 3D scene defined	Transposition Perez
Tilt/Azimuth 30 / 0 °		Diffuse Perez, Meteonorm
		Circumsolar separate

Horizon	Near Shadings	User's needs
Free Horizon	No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	Generic
Model	AE 390DGLM6-72 (1500)
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	390 Wp
Number of PV modules	1288 units
Nominal (STC)	502 kWp
Modules	92 Strings x 14 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	456 kWp
U mpp	515 V
I mpp	885 A

Inverter

Manufacturer	Generic
Model	PVI-165.0-TL
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	165 kWac
Number of inverters	9 * MPPT 33% 3 units
Total power	495 kWac
Operating voltage	485-800 V
Pnom ratio (DC:AC)	1.01

Total PV power

Nominal (STC)	502 kWp
Total	1288 modules
Module area	2584 m²
Cell area	2337 m²

Total inverter power

Total power	495 kWac
Number of inverters	3 units
Pnom ratio	1.01

Array losses

Thermal Loss factor	DC wiring losses	Module Quality Loss
Module temperature according to irradiance	Global array res. 9.7 mΩ	Loss Fraction -0.3 %
Uc (const) 20.0 W/m²K	Loss Fraction 1.5 % at STC	
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s		

Module mismatch losses	Strings Mismatch loss	IAM loss factor
Loss Fraction 2.0 % at MPP	Loss Fraction 0.1 %	ASHRAE Param: IAM = 1 - bo(1/cosi -1)
		bo Param. 0.05

PVsyst TRIAL

Project: parking a etage

Variant: Nouvelle variante de simulation

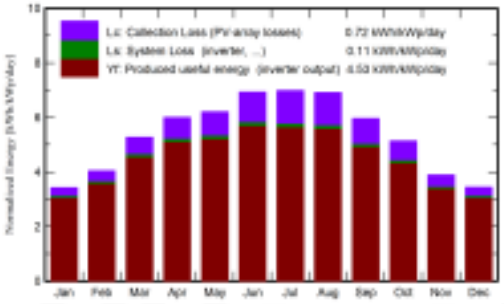
PVsyst V7.2.14
VC0, Simulation date:
24/06/22 14:05
with v7.2.14

Main results

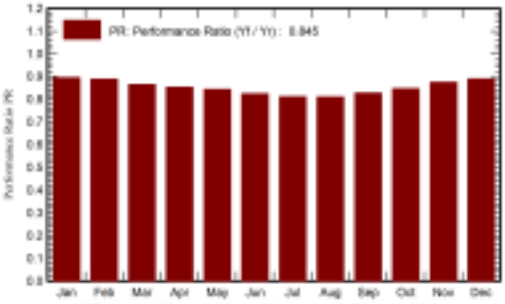
System Production

Produced Energy	830.1 MWh/year	Specific production	1653 kWh/kWp/year
		Performance Ratio PR	84.54 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	70.6	36.26	10.28	106.1	103.5	48.91	47.70	0.895
February	83.3	41.54	10.84	113.3	110.6	51.85	50.57	0.889
March	138.6	58.55	14.18	163.5	159.8	72.79	71.00	0.865
April	167.6	74.59	16.71	179.8	175.5	79.01	77.08	0.853
May	197.5	92.00	19.98	192.3	186.9	83.41	81.41	0.843
June	220.7	83.77	23.77	207.9	202.2	88.18	86.07	0.824
July	225.1	84.09	26.92	216.4	210.7	90.29	88.14	0.811
August	205.0	76.14	26.94	214.2	209.0	89.27	87.17	0.810
September	153.9	59.18	23.36	178.9	174.9	76.21	74.38	0.828
October	120.2	50.48	20.67	159.1	155.6	69.32	67.66	0.846
November	78.4	35.23	15.17	116.7	114.0	52.53	51.24	0.874
December	66.3	29.96	11.60	106.8	104.1	48.89	47.70	0.890
Year	1725.2	721.79	18.42	1954.9	1906.8	850.65	830.13	0.845

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

PVsyst TRIAL

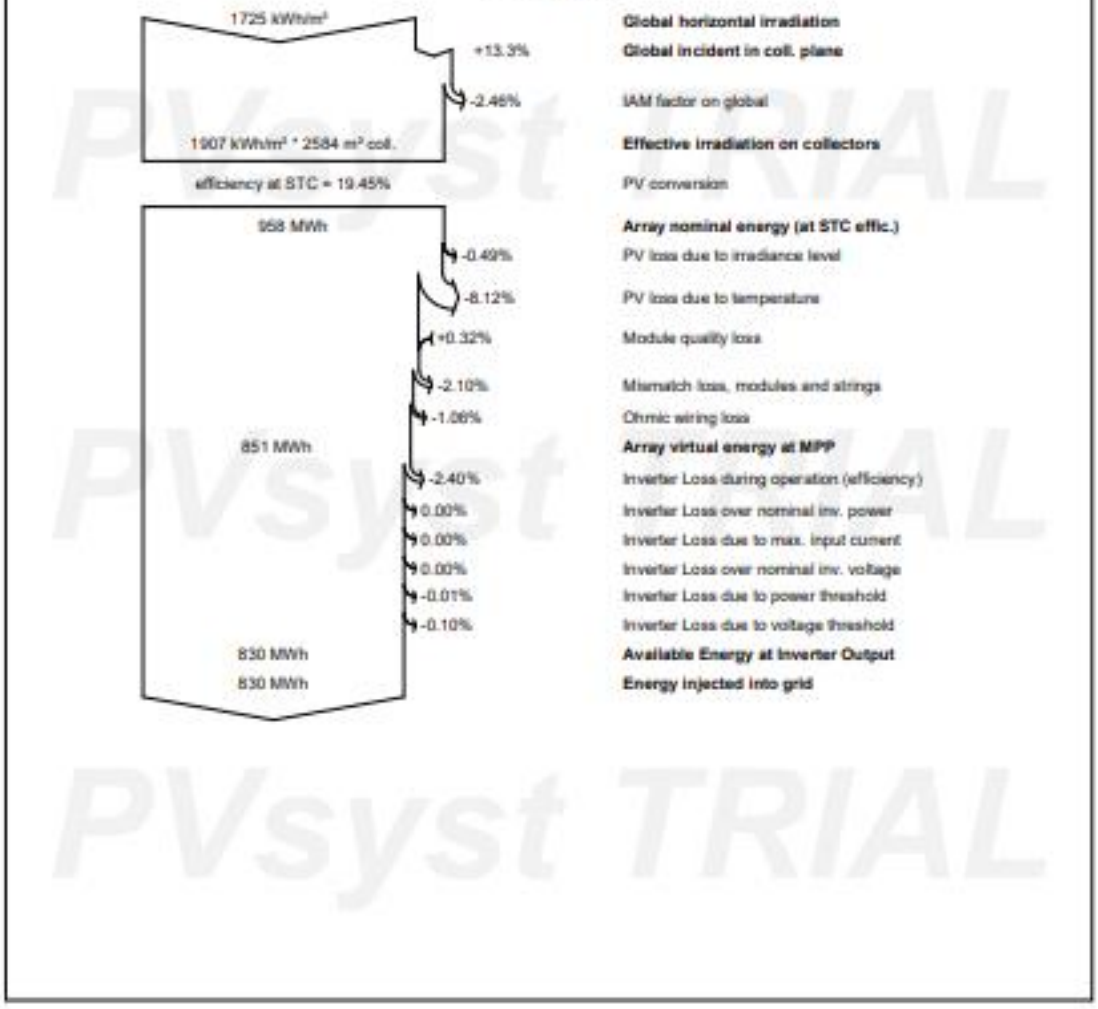
Project: parking a etage

Variant: Nouvelle variante de simulation

PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
24/06/22 14:05
with v7.2.14

Loss diagram



PVsyst TRIAL

III.3.5 Le projet après l'intégration des panneaux :

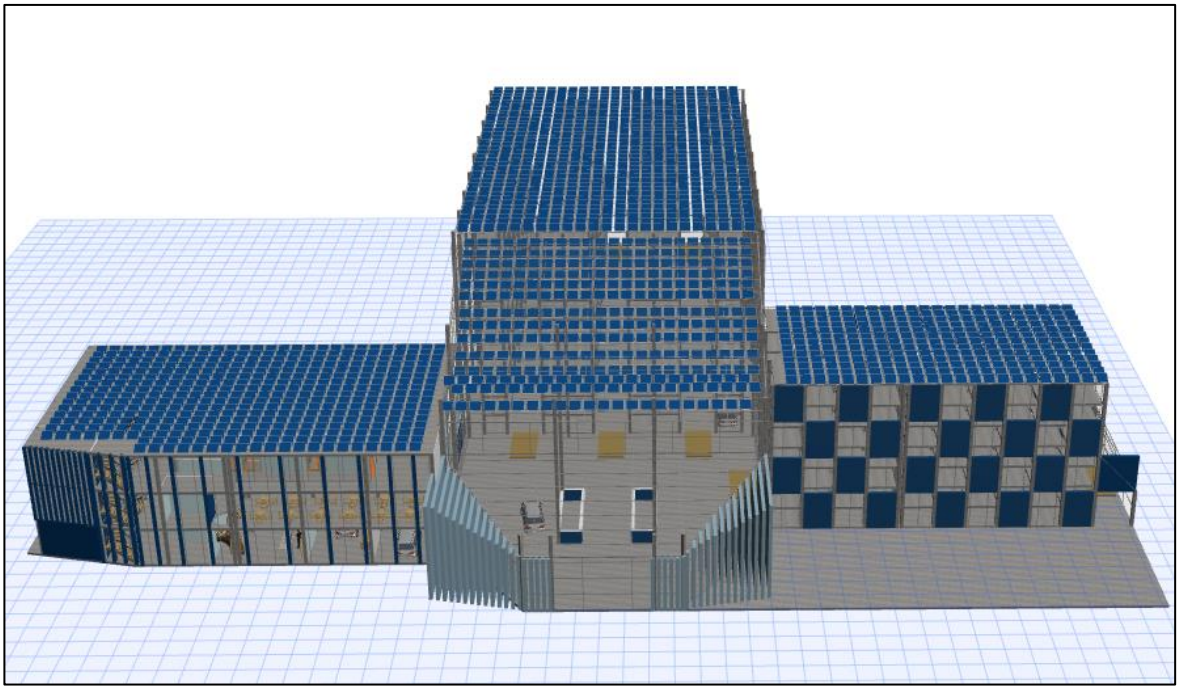


Figure [III.10] : l'intégration des panneaux solaires sur toiture et façades du parking

III.3.5.1 Résultats et discussion :

Apres l'étude et la simulation du projet nous avons obtenu les résultats suivent

Tableau [III.5] : les caractéristiques des éléments électrique photovoltaïque

Panneaux	370 kW
Onduleur	165 kW
Régulateur MPPT	80 A 48 V

- **Caractéristiques des éléments :**

Tableau [III.6] : Caractéristiques des éléments

Éliment	Marque	Origine	Nombre	Image
Panneaux solaires	AE solair 370 w S = 1.86 m^2	China	1288	
Onduleurs	Fimer 165 kW	Allemagne	3	
Régulateurs MPPT	MPPT 9.6A 40.7 V	France	3	

- ***L'emplacement***

Les panneaux solaires seront d'autant plus rentables qu'ils sont installés dans une région ensoleillée. La production d'électricité sera plus importante, et l'installation mieux valorisée. Le climat de Jijel est de type subtropical (climat doux en hiver et chaud, humide en été). Avec température moyenne annuelle 17.7 °C à Jijel.

L'orientation optimale est toujours en plein Sud, avec possibilité d'orienter en Sud - est et Sud - ouest de 30 °

La surface disponible et reste pour l'installation des panneaux du notre projet (parking a étage) montré dans (figure III.10).

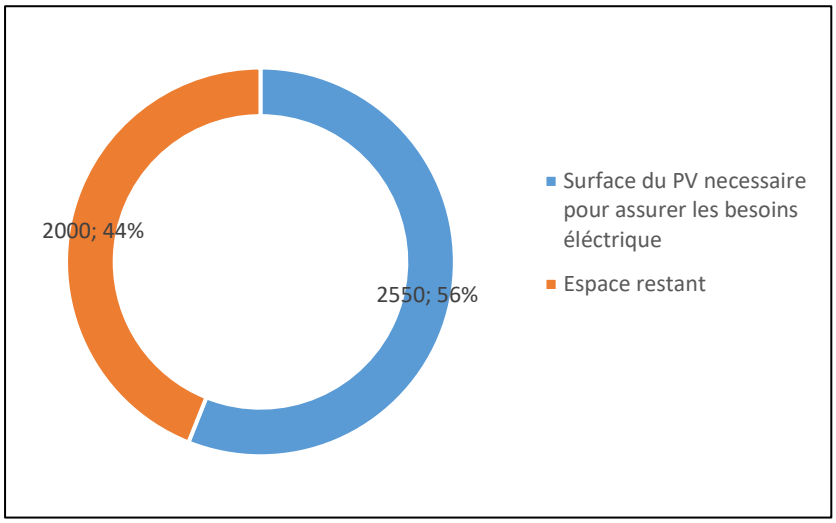


Figure [III.11] : Comparaison entre surface disponible et surface PV

La surface totale appropriée pour l'installation des panneaux (façade, terras) est 4550 m² et Pour couvrir les basions énergétiques de notre projet 2550 m².

Le CO2

Nous le savons : aucune source d'énergie n'est neutre. Même si les panneaux solaires n'émettent pas de CO2 lors de leur fonctionnement, ils consomment des matériaux et de l'énergie lors de leur fabrication, leur transport, et leur fin de vie.

Les résultats sont donnés dans les (tableau III.7) et illustrés par la (figure III.10). Pour la production de 1KWh de l'électricité provoque une émission de 886 g de CO2. L'utilisation des panneaux solaires photovoltaïques permettent de réduire les émissions des gaz à effet de serre (CO2). Pour notre cas le système solaire intégré au parking permet de réduire environ de 4 tonnes de CO2.

Tableau [III.7] : la quantité de CO2 minimiser par l'utilisation de système PV

1KWh	0,886 *10^{-3} ''tonne de CO_2''
Le besoin énergétique du parking	2,2733058880 ''tonne de CO_2''
L'énergie vendue au Sonelgaz	1,7829850102 ''tonne de CO_2''
L'énergie totale	4,056290898 2''tonne de CO_2''

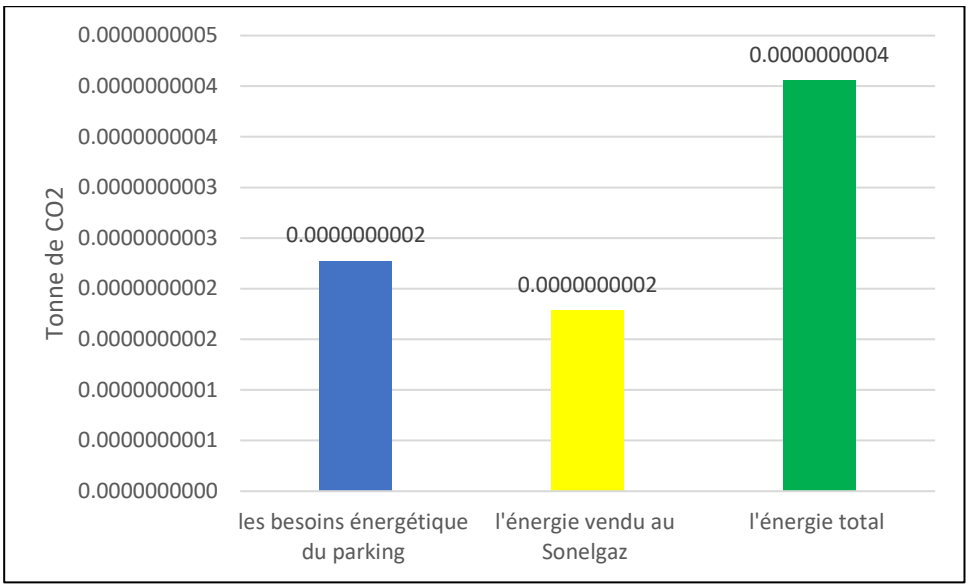


Figure [III.12] : la quantité de CO_2 minimiser par l'utilisation des panneaux photovoltaïques

Lorsqu'ils ne fonctionnent plus, les panneaux photovoltaïques peuvent être recyclés à 95% environ. Un excellent point pour leur bilan carbone

- L'aluminium du cadre et le verre sont recyclables à l'infini.
- Le silicium cristallin se recycle jusqu'à 4 fois.
- Les connexions en métaux (argent et cuivre) sont réutilisables.

Bien évidemment, le recyclage lui-même n'est pas neutre en CO2, mais il reste moins énergivore qu'une première fabrication.

La rentabilité

Si l'on considère les coûts du photovoltaïque, on se rend compte qu'il est judicieux de procéder à un calcul de rentabilité en amont. Ce n'est toutefois pas une tâche facile, car il existe de nombreux facteurs d'influence qui ont un impact sur la rentabilité de l'installation. Il est néanmoins important de déterminer à partir de quelle année ou de quel moment il est possible de compter sur un bénéfice.

Avec un tarif d'achat de l'électricité qui a atteint jusqu'à 4 DA le kWh, Les résultats sont donnés dans le (tableau III.8). Et illustrés par la (figure III.12). Le frais annuel pour assure notre besoin énergétique est de 3 746 079,68 DA, et pour le frais d'énergie vendue au Sonelgaz est de 2 938 104 DA (environ de 44% de l'énergie produite par le système photovoltaïque sera injecter au réseau Sonelgaz), sans comptabiliser la vente du surplus de l'installation utiliser pour assurer le besoin énergétique du parking.

Tableau [III.8] : les frais annuels de la consommation et de la vente de l'énergie produite.

	L'énergie KWh	Tarif DA pour KWh	Les frais DA/jour	Les frais annuels DA
Pour les besoins du parking	2565,808	4	10 263,232	3 746 079,68
Pour la vente au Sonelgaz	2012,40	4	8 049,6	2 938 104
Totale produite par le système solaire	4 578,208	4	18 312,832	6 684 183,68

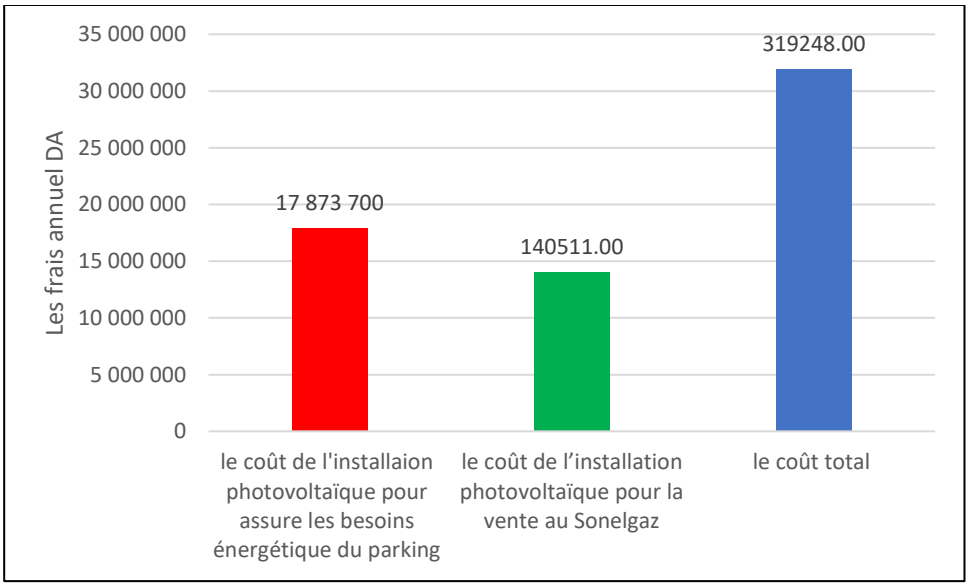


Figure [III.13] : les frais annuels de la consommation et de la vente de l'énergie produite

- ***Le coût***

Les résultats sont donnés dans les (tableau III.9 et III.10), et illustrés par la (figure III.10). Le coût de l'investissement pour notre système solaire (installation pour assurer notre besoins énergétique et la deuxième pour la vente).

Tableau [III.9] : le coût de l'installation photovoltaïque pour assure le besoin énergétique du parking.

	Prix da	Nombre	Total
Panneau solaire	13 800	1288	17 774 400
Onduleur	20 600	3	61 800
Régulateur	12 500	3	37 500
Prix Total			17 873 700 DA

Tableau [III.10] : le coût de l'installation photovoltaïque pour la vente au Sonelgaz

	Prix da	Nombre	Total
Panneau solaire	13 800	1011	13951800
Onduleur	20 600	3	61 800
Régulateur	12 500	3	37 500
Prix Total			14 051 100 DA

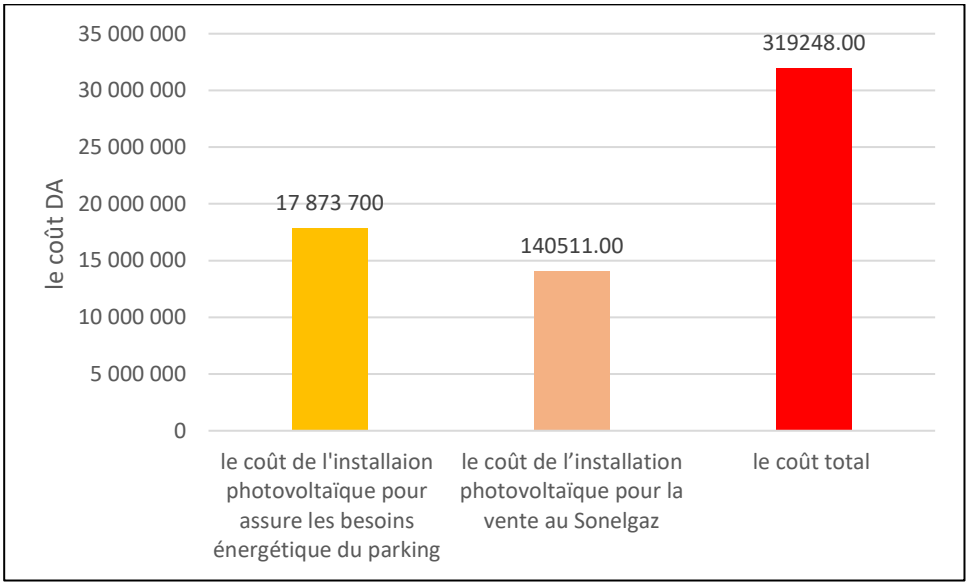


Figure [III.14] : le coût de l'installation photovoltaïque intégrée au parking

Après la comparaison entre les frais de la consommation et le coût de l'investissement

$$taux = \frac{le\ coût\ d'investissement}{les\ fais\ de\ la\ consommation\ énergétique} = \frac{31924800}{374609{,}68 + \frac{2}{3} \times 2938101{,}71}$$

$$= 5{,}59$$

Pour notre projet est après le temps de retour sur l'investissement est de 5,59 ans presque 6 ans, mais ce temps sans comptabiliser :

- Le montage de l'installation photovoltaïque (PV).
- Les frais de l'étude.
- Les frais de câbles électriques.
- Les frais de fonctionnement, qui comprennent l'entretien, l'assurance et les frais de compteur.
- En option : le remplacement de l'armoire de comptage.

Ainsi que les panneaux photovoltaïques sont très fiables ont une durée de vie très longue (25 à 40 ans). Toutefois, ce n'est pas le cas de l'onduleur qui se change en moyenne tous les 10 ans.

Les panneaux solaires photovoltaïques constituent un excellent investissement, et permettent de réaliser beaucoup d'économies.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous appliquons la méthode de simulation pour répondre à notre problème que mentionné précédemment à la problématique.

Où nous avons proposé d'utiliser la surface totale appropriée pour l'installation des panneaux photovoltaïques et de raccordé l'installation avec Sonelgaz afin d'échanger de l'énergie et de distribuer sans batteries en raison de son prix très élevé et de rentabiliser le projet.

L'étude de notre projet nous a permis, un parking situé au cœur de Jijel, et après l'avoir analysé, nous avons constaté qu'il est rentable et contribue à réduire la pollution dans l'environnement de 4.05 tonnes par un jour grâce à sa dépendance à l'énergie solaire pour produire de l'électricité, Pour notre projet est après le temps de retour sur l'investissement est de 5.59 ans presque 6ans, mais ce temps sans comptabiliser les autre frais (Le montage de l'installation (PV), Les frais de l'étude…etc.).

Des aspirations de notre projet et des efforts du gouvernement pour accroître le travail des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire, la stratégie photovoltaïque peut être généralisée au niveau des bâtiments dans un secteur tertiaire et rendu respectueux de l'environnement.

L'objectif est d'intégrer l'énergie solaire dans les bâtiments du secteur tertiaire pour rentabiliser en produisant de l'énergie électrique au moyen de panneaux photovoltaïques intégrés dans la toiture du bâtiment pour couvrir ses besoins énergétiques. Dans notre exemple, nous utilisons l'énergie excédentaire pour la revendre à Sonelgaz, qui est raccorder au système par des panneaux Photovoltaïque, et nous importons également de l'énergie en l'absence de soleil, mais à un tarif faible par rapport à celui qui était qui lui sont fournis en raison du manque de consommation d'énergie la nuit et c'est ce que nous avons appris dans ce chapitre.

La production d'électricité qui était le sujet de notre mémoire. Cette application est possible en alimentation directe depuis le réseau Sonelgaz, sans stockage d'énergie. Enfin, cette efficacité n'est complétée que par la sobriété de l'énergie et l'art de vivre qui va avec.

CONCLUSION GENERALE

Le soleil participe à tous les mouvements naturels qui se déroulent autour de la terre, soit pour la poussée des différentes végétations et leur séchage pour être une source d'énergie en bois et charbon. Soit pour l'évaporation des mers et océans afin d'assurer le cycle pluviométrique coulant les rivières et fleuves pour ravitailler les barrages produisant l'énergie hydroélectrique. Soit pour une lente dégradation bactériologique d'organismes aquatiques végétaux et animaux et s'accumuler pour des millions d'année au cœur de la terre qui vont se convertir en pétrole et gaz dits sources fossiles, non renouvelables. Toutes ces sources font part d'une exploitation indirecte de l'énergie solaire stockée par des différents modes de captages.

Et suite à l'utilisation des sources d'énergie fossiles et leur effet nuisible sur l'environnement, la recherche d'autres alternatives énergétiques de remplacement est imminente. De ce fait le solaire et l'éolien s'avèrent les plus pratiques, et en particulier le solaire pour produire l'électricité par la technologie photovoltaïque.

Le rendement des modules dépend de nombreux facteurs (orientation, inclinaison, conditions climatiques, etc…), L'orientation optimale est toujours en plein Sud, avec possibilité d'orienter en Sud - est et Sud - ouest de 30°.

L'intégration des capteurs au bâtiment démontre une liberté, nécessitant juste une réflexion pour assurer son homogénéité et son esthétique à travers ses éléments constructifs (verrière, façade vitrées, élément de toiture, etc.) ils remplacent ainsi des éléments de construction standard en conférant à la réalisation finale une qualité esthétique certaine.

Des capteurs peuvent être de caractère multifonctionnel pour produire l'électricité (photovoltaïque) et contribuer au chauffage du bâtiment par récupération de la chaleur.

Au moyen d'un programme (ECOTECT) notre projet de parking a été analysé pour montrer la luminosité du soleil et voir les ombres produites de chaque partie différente, d'après les résultats obtenus par la simulation en utilisant le logiciel PVsyst, on a pu confirmer les éléments qui a besoin de l'installation du système photovoltaïque pour déterminer le coût des panneaux photovoltaïques proposent dans notre projet (parking a étage) situe à Jijel, considérées comme zones à climat tempéré méditerranée nous avons trouvé qu'il raccorder avec le réseau de Sonelgaz est rentabiliser, et Pour notre projet est après le temps de retour sur l'investissement est de 6 ans presque 6ans, mais ce temps sans comptabiliser.

Le projet est respectueux de l'environnement par la contribuer à réduire la pollution dans l'atmosphère de 4.05 tonnes par un jour.

Dans ce contexte, il semble nécessaire que plus de mesures devraient être prises au niveau politique pour favoriser les recherches dans ce domaine, et inciter les consommateurs à y investir. Des démarches financières et des compagnes d'information et de sensibilisation afin de faire connaitre au public les différentes possibilités de réalisation que représente la conversion directe du rayonnement solaire en énergie soit en chaleur ou en électricité. En effet le solaire représente une solution parmi d'autres pour répondre à la fois à la consommation énergétique importante de nos bâtiments et au danger que peut représenter une telle consommation sur notre environnement (émission de CO2, déchets nucléaires, etc..). Sera- t - il, à long terme, une réelle solution écologique et économique ? Certains paramètres nous le font espérer. Cependant, il reste beaucoup de choses à accomplir au niveau technique et des interrogations sont toujours présentes pour affirmer que le solaire possède un réel avenir.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ABB.** Avril 2010. Document d'application technique n°10 *Installations photovoltaïques* (en ligne), Italie, Bergamo, p 72. Disponible sur : https://www.plaisancepratique.com/IMG/pdf/Panneaux_solaires.pdf consulter le 24/05/2022.
- **AISSAOUI. A**, "*Algeria, the political economy of petroland gaz*", Oxford Institute for Energy Studies, 2001 (selon Aissaoui, l'espérance de vie est de 45 ans à partir de 2000).
- **AISSAOUI. F.** (2017). « *Contribution à l'étude de transfert de chaleur d'un capteur solaire placé dans un climat aride* » : cas de la région de Biskra (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra, Département de Génie M.).
- **AIE** (Agence internationale l'énergie.) url https://www.apicorp.org/ consulter le 02/06/2022
- **APICORP** research, May, « *les efforts de diversification des économies dépendantes du pétrole : l'Algérie dans le contexte du Moyen- Orient et de l'Afrique du Nord* », Economique Commentry, volume 3, N°5-6, juin 2008. URL : https://www.apicorp.org/ consulter le 11/06/2022
- **ATTAQA**, « *Unité de recherche énergétique* », 26/04/2021[online], https://attaqa.net consultée le 12/06/2022
- **BANSAL, JYOTIRMAYMATHUR.** 2004. Sanjay Mathur and Meenakshi Jain, Modelling of window-sized Solar chimneys for ventilation, Building and Environment, Volume 40, Issue 10, October 2005, Pages 1302-1308.
- **Banque Mondiale.** (2019), *La Croissance de l'Économie Mondiale devrait progresser de 3,1 % en 2018, avant de ralentir progressivement*, online : www.banquemondiale.org , (consulter le : 11/05/2022).
- **BENAMRA, M.** 2013 « *intégrations des systèmes solaire photovoltaïque dans les bâtiments.* » Mémoire de magister en architecteur, université Mohamed khider-biskra.
- **BENHAMZA, A., BOUBEKRI, A., ATIE, A., EL FEROULI, H., HADIBI, T., ARICI, M., & Abdenouri, N.** (2021). *Multi-objective design optimization of solar air heater for food drying based on energy, exergy and improvement potential. Renewable Energy*, 169, 1190-1209.
- **Bouhediba. M,** « *Simulation thermique d'une maison solaire pour la Production d'eau chaude sanitaire (CES)* ». Mémoire de master- Université de Chlef 2011-2012.
- **Bulletin** des Energies Renouvelables, Semestriel N° 5 Juin 2004. Disponible sur http://www.cder.dz/evenements/Download/bulletin5.pdf consulter le 15/06/2022

- **Cabirol, t et roux, d.** (1984). « *Chauffage de l'habitat énergie solaire* » Charly – Yves chaud oreille, Edisud, France p 224.225
- D'après **l'ADEME** « *Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie* », la demande d'énergie en Algérie est appelée à doubler entre 2000 et 2020 pour atteindre 60 à 70 millions de tep.
- Déclaration chef de cabinet au ministère de la Transition énergétique, Mohamed Hammoudi, sur les ondes de la chaine 3 L'invité de la rédaction le 24/04/2022
- **Diaf S**, (2018), « *Énergies Renouvelables : Tendance Mondiale État des Lieux et Perspective en Algérie* ». CDER, étude présentée au séminaire international des énergies renouvelables et leurs rôles dans la concrétisation du développement durable en Algérie, université de Blida 2.
- **Eddrief-Cherfi, S**, « *L'AVENIR ENERGETIQUE DE L'ALGERIE* » Quelles seraient les perspectives de Consommation, de production et d'exportation du pétrole et du gaz, en Algérie à l'horizon 2020-2030 ? [Online], N°7, université d'Oran, juin 2010 URL : https://www.ajol.info/index.php/cread/article/view/125713/115253 consulter le 02/04/2022
- **Etude ACV - DRD**, extrait de la Revue Générale Nucléaire N°1/2000) › Combien 1 kWh électrique dégage-t-il de CO_2 url http://www.arsytek.org consulter le 06/06/2022
- Estimations de **l'ONS** « *office national des statistiques* » et de World Energy Outlook, 2005.
- **HASTINGS.R. & MORCK. O**. 2000. *Solar air system, a design International Energy Agency, Solar Heating and Cooling Programme, James & James Publishers.*
- **IRENA and CPI.** (2018), Global Landscape of Renewable Energy Finance, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p. 20.
- **IRNA** (**International renewable energy agency)**. (2018), « Transformation énergétique Mondiale-une Feuille de Route pour 2050 », Abu Dhabi, P7. P16
- **Kalogirou, S. A.** (2015). Building integration of solar renewable energy systems towards zero or nearly zero energy buildings. International Journal of Low-Carbon Technologies, 10(4), 379-385.
- **KHEDARI. J., BOONSRI. B**., **HIRUNlABH. J.** 2000. "*Ventilation impact of a Solar chimney on indoor temperature fluctuation and air change in a school building. Energy and Buildings*", Vol. 32, p.89-93.
- **LABOURET. A, VILLOZ. M** « *Energie solaire photovoltaïque* » le manuel du professionnel.3eme édition Dunod, 2006

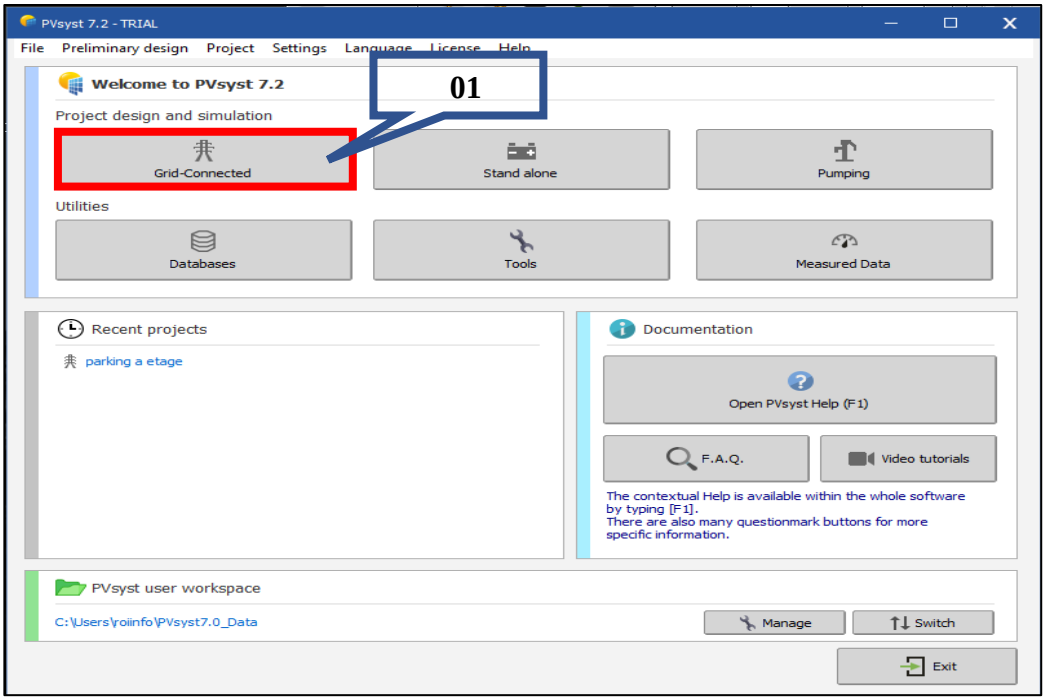
- **LABOURET. A, VILLOZ. M,** 2010. *Energie photovoltaïque*. 4eme Edition, Paris, p 287-292.
- **Lahmar F, Rahmouni S, & Chitour C.E**, (2007), « Le Potentiel énergétique actuel de l'Algérie », 11e journée de l'énergie, Laboratoire de valorisation des énergies fossiles, École Nationale Polytechnique, p. 12.
- **MAIGNE. Y, CAUSSE. JP, CLAVERIE. M, EQUER. B** "*les perspectives de l'énergie solaire en FRANCE*". Commission « *Energie et changement climatique* » Groupe de travail « *Energie solaire* » Juillet 2008.
- **Mefti A, Bouroubi M.Y, & Mimouni H.,** (2002), « *Évaluation du Potentiel énergétique Solaire* », Bulletin des Énergies Renouvelables (2) 02, décembre 2002
- **Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement**, 2001. « *Elaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques* », Projet national ALG/98/G31, 2001.
- **Ministère de l'énergie et des mines**, 2008. "*Evolution du secteur de l'énergie et des mines, réalisations 1962-2007*", Alger. [Online] https://www.energy.gov.dz/ consultée le 17/04/2022.
- **Ministère de l'Energie**. (2016), Programme de Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité énergétique en Algérie, Algérie, janvier, p. 3.
- **Ministère de l'Énergie**. (2018), Bilan des réalisations fourni par la structure chargée des énergies renouvelables.
- **Mohammed A,** « *Etude numérique d'un capteur solaire plan à air Influence de la forme de la rugosité* », Mémoire de magister 2011-2012.
- **Prixdubaril**, les hydrocarbures en Algérie par les chiffres, 24/02/2022 [online] URL :https://prixdubaril.com/news-petrole/70410-les-hydrocarbures-en-algerie-par-les-chi.html consulté le 09/06/2022
- Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, disponible sur https://portail.cder.dz/spip.php?article1573 consulter le 02/04/2022.
- **REN21** Renewable energy policy network for the 21st century. (2018), Renewables Global Status Report, 2018, p. 19.
- **SYMBIOSE** Communication environnement. (2017), *« l'Atlas de l'Environnement de l'Algérie »*. Maison de la presse, Alger, Algérie, page 24.
- **Tian, Y. and Zhao. C.Y**, 2013, *A review of solar collectors and thermal energy storage in solar thermal Applications. Applied Energy*. 104: p. 538-553.

- **TISSOT, M.** 2012. « *L'énergie solaire, thermique et photovoltaïque* », 2ieme Editions Eyrolles.
- **Weather spark**,2022 « climat et moyennes météorologiques tout au long de l'année pour Jijel » URL : https://fr.weatherspark.com consulter le 12/06/2022.

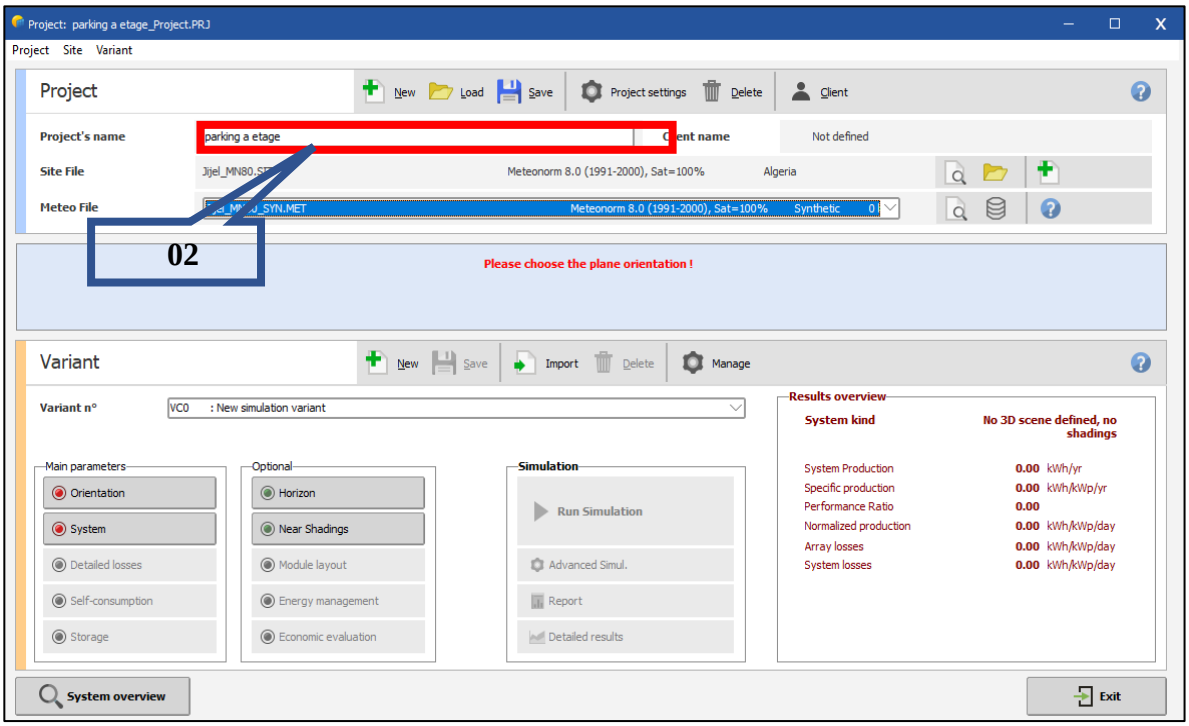
- **بشير مصيطفي.** (2017) «*الجزائر 2030 رؤية استشرافية*». سلسلة صناعة الغد، جسور للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، صفحة 041

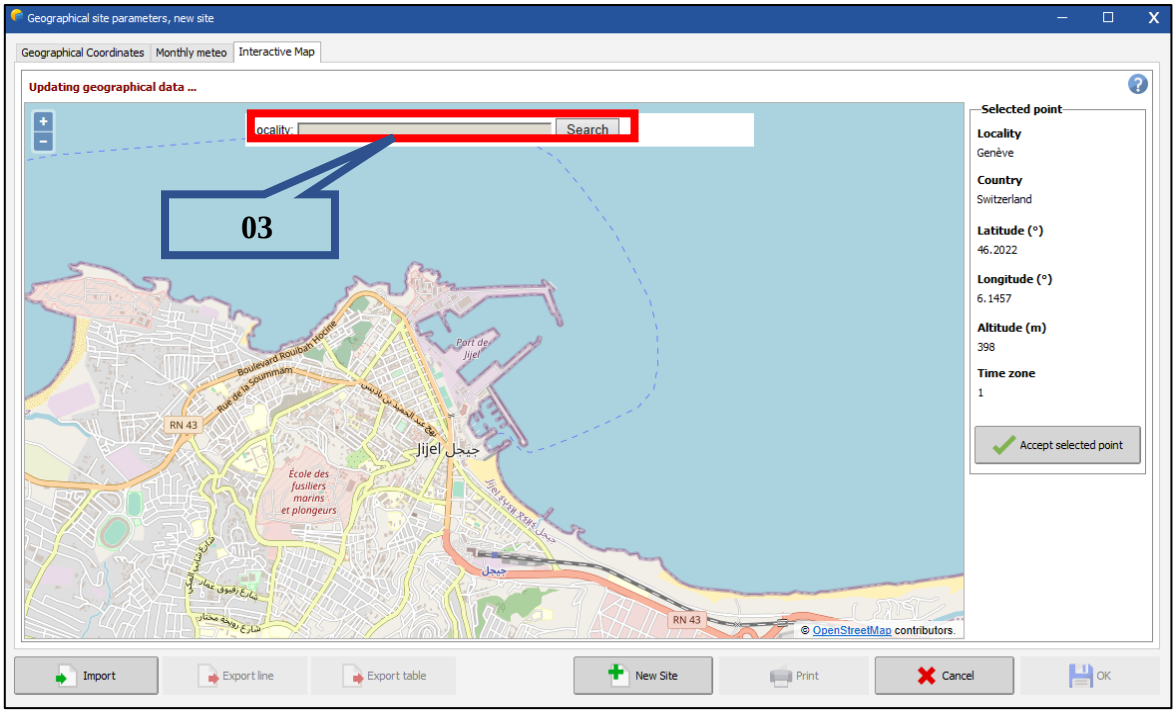
ANNEXES

Annexe nº 01 : nous présentons les résultats obtenus de l'installation PV et les étapes de simulation par le logiciel PVsyst,

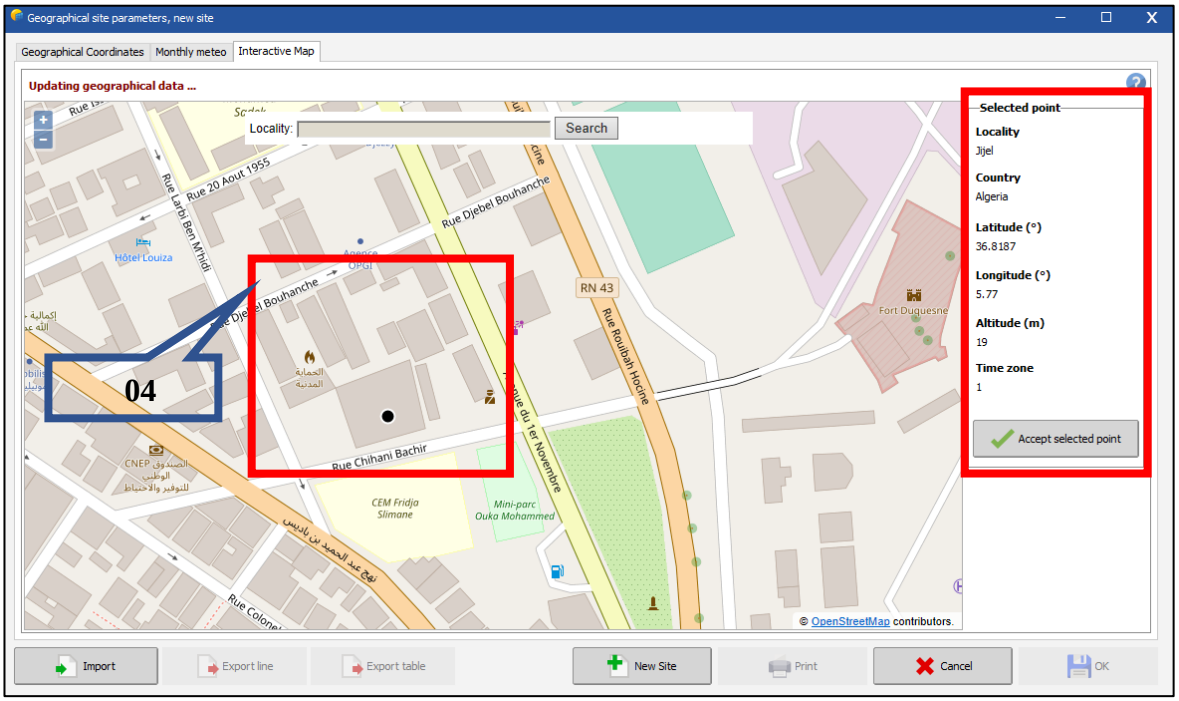


01 et 02 Après l'ouverture du logiciel PV SYSTÈME, on doit saisir le nom du projet (parking a étage).

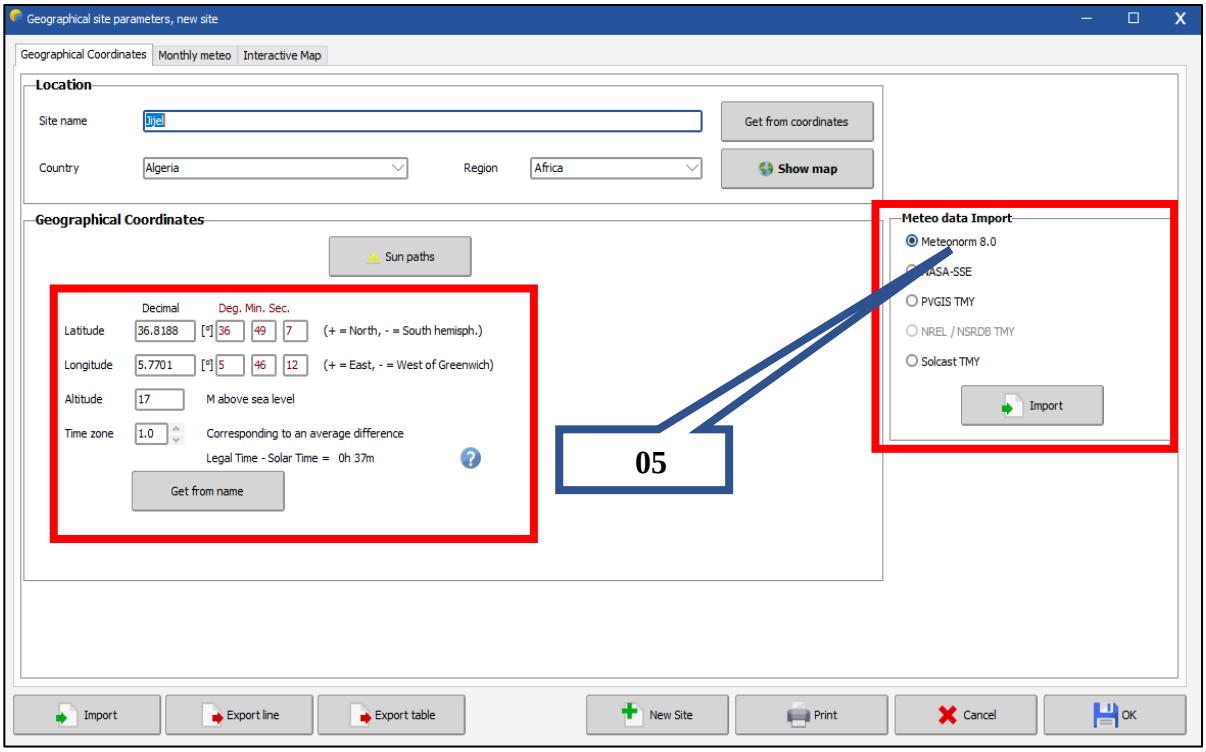




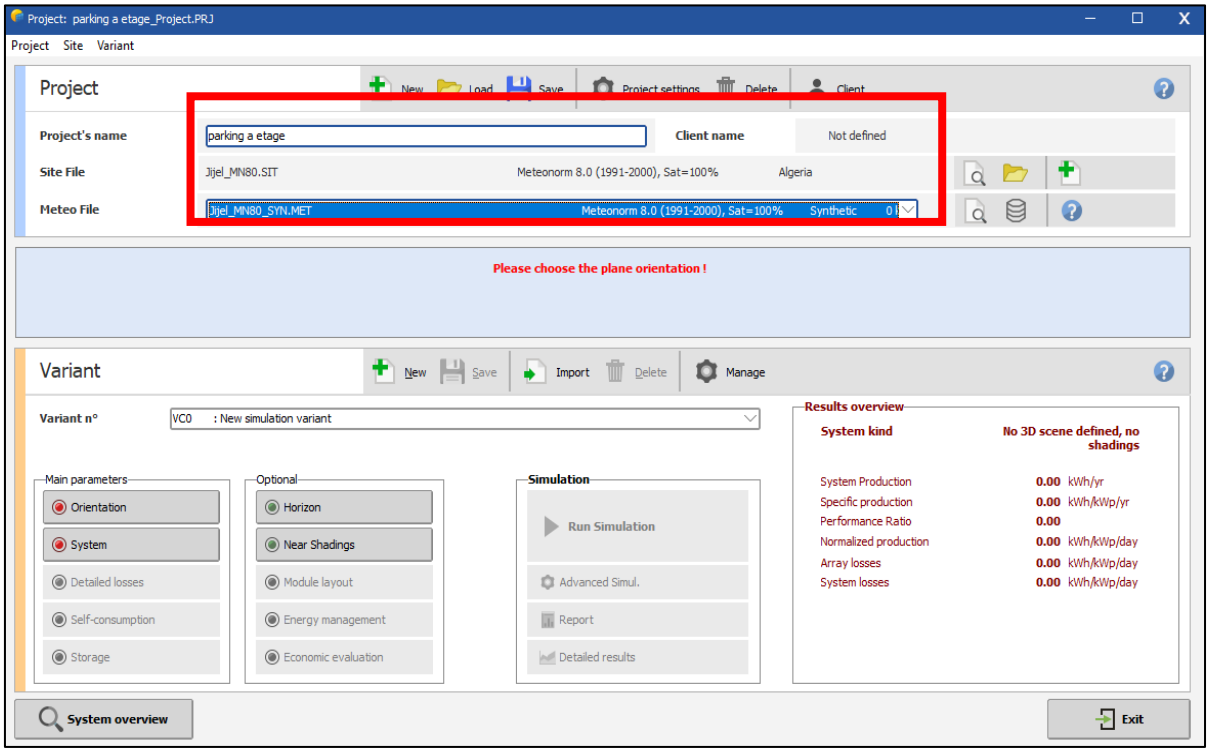
03 Après avoir validé l'étape précédente on précise la localisation du projet analyser (Algérie, Jijel).

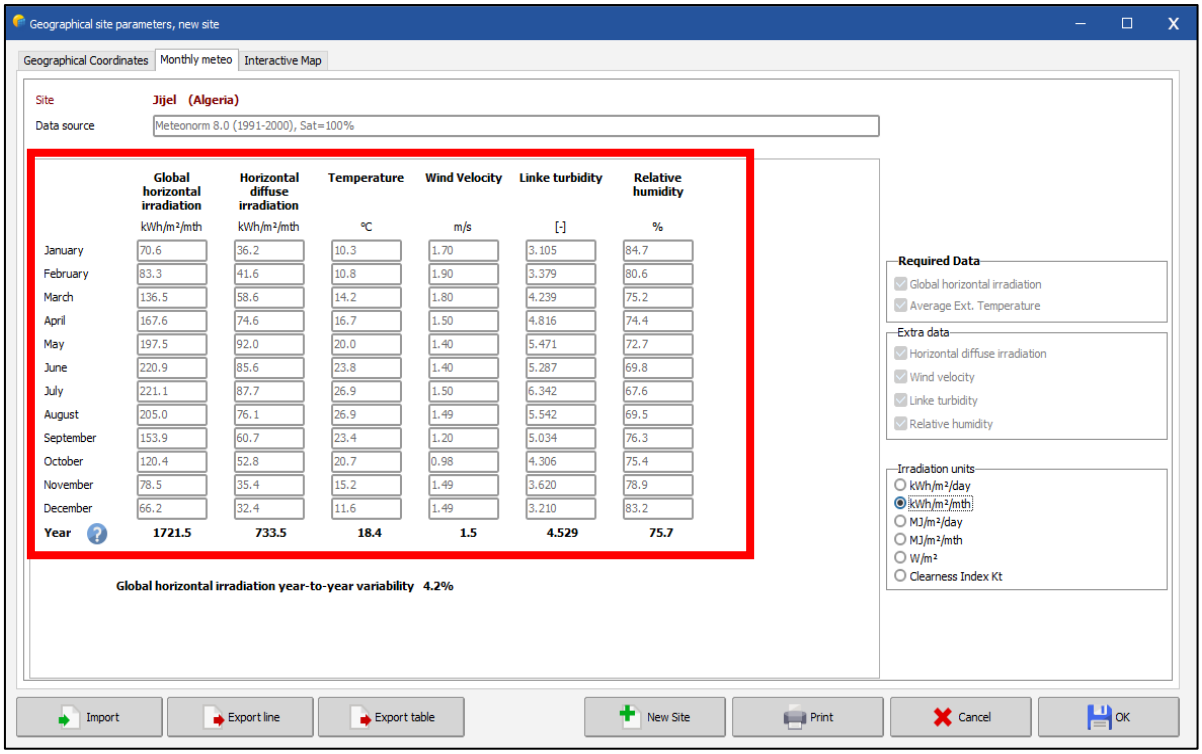


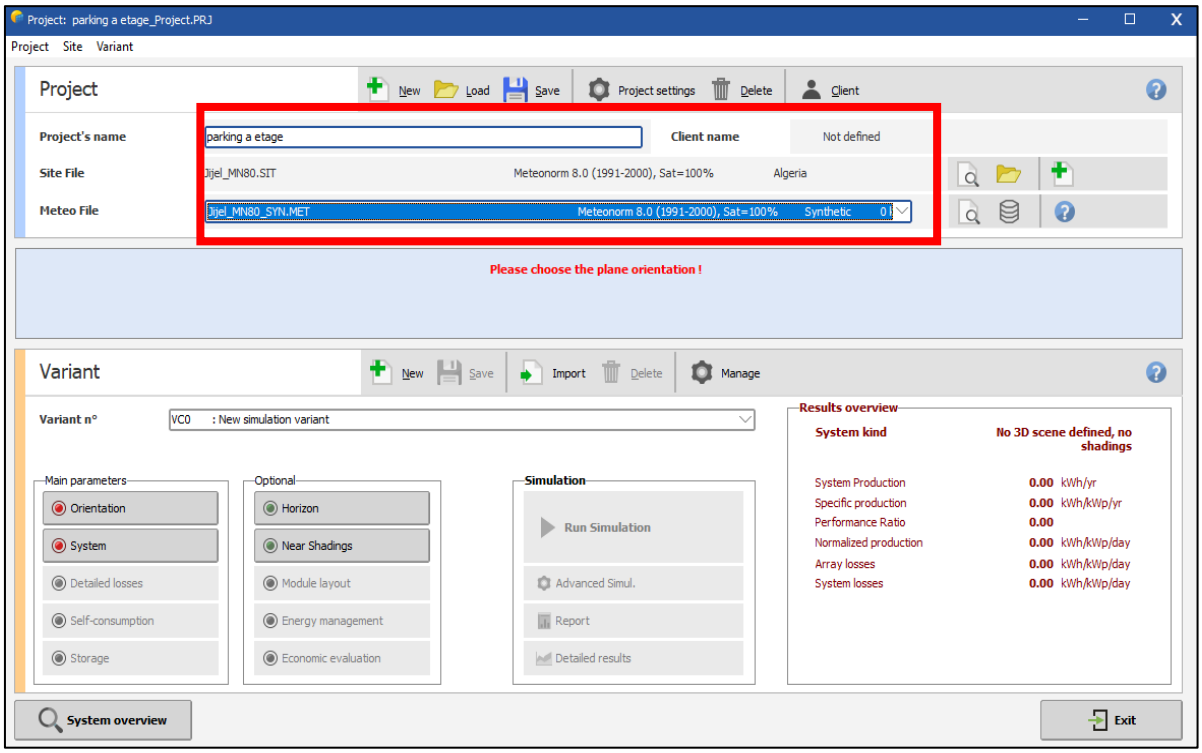
04 Identifier la situation géographique du projet en Algérie wilaya de Jijel.

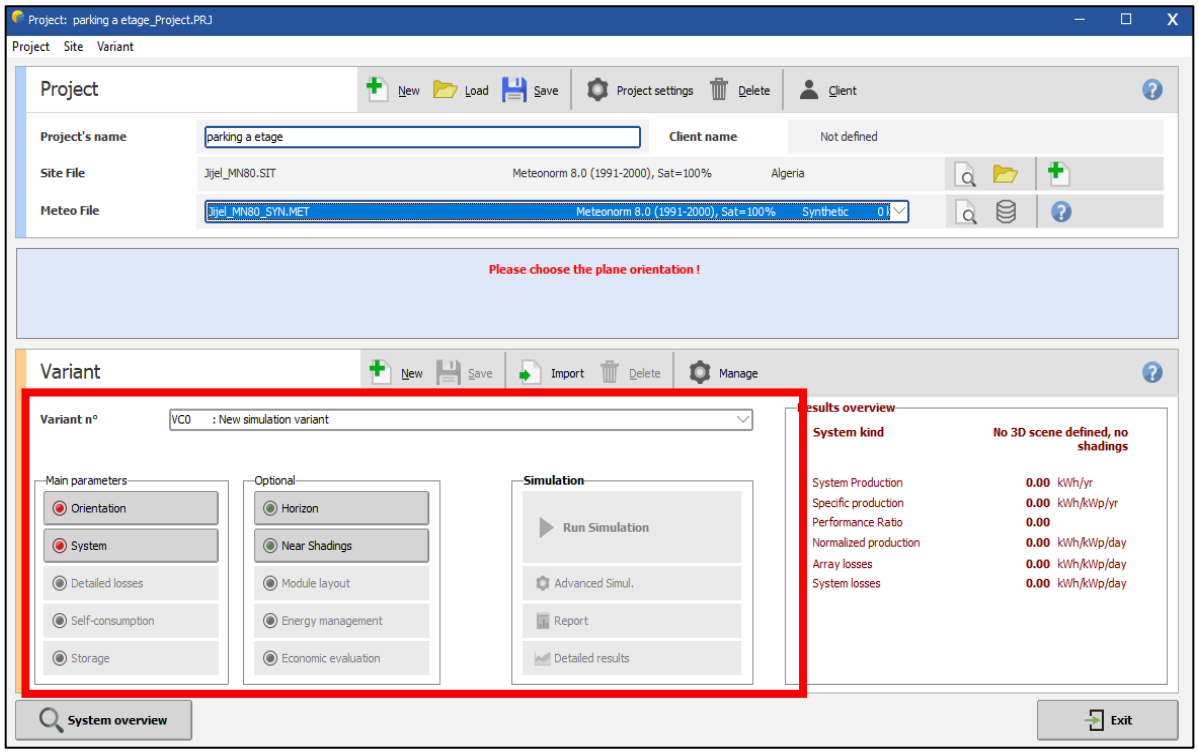


05 On doit importer les données climatiques depuis le logiciel Meteonorm 8. Dont les donnes s'actualisent régulièrement.

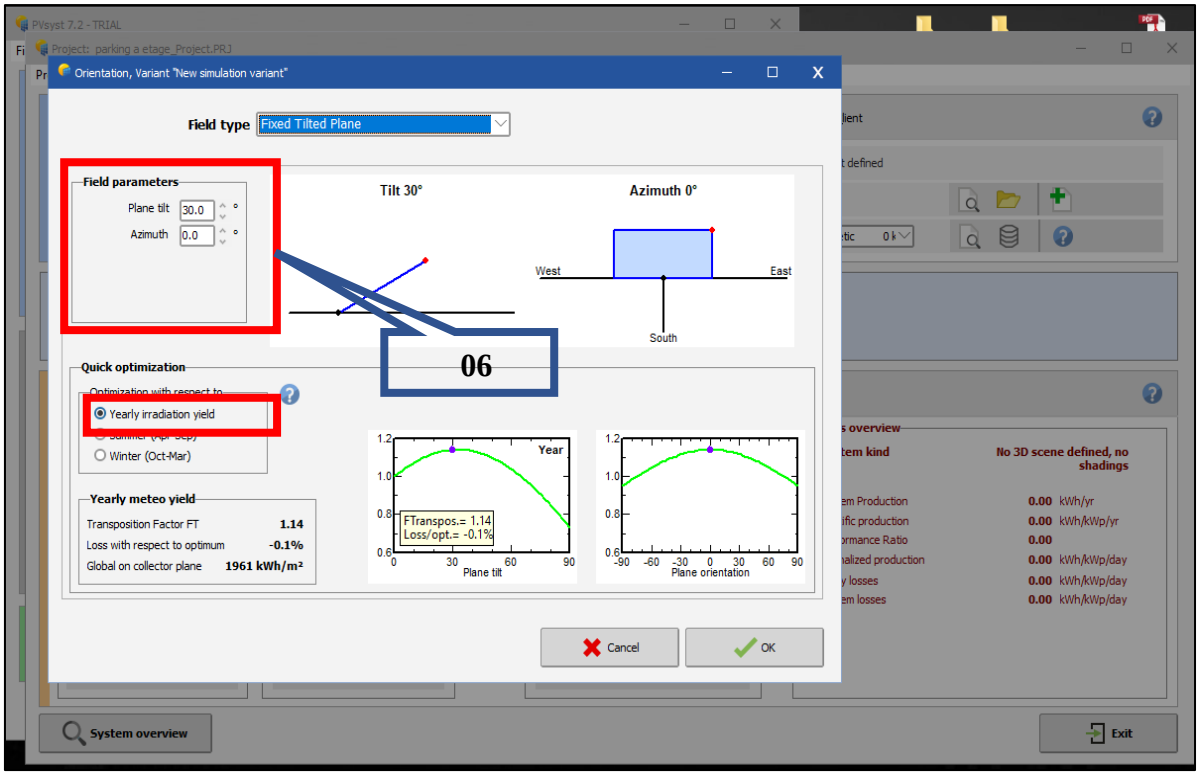


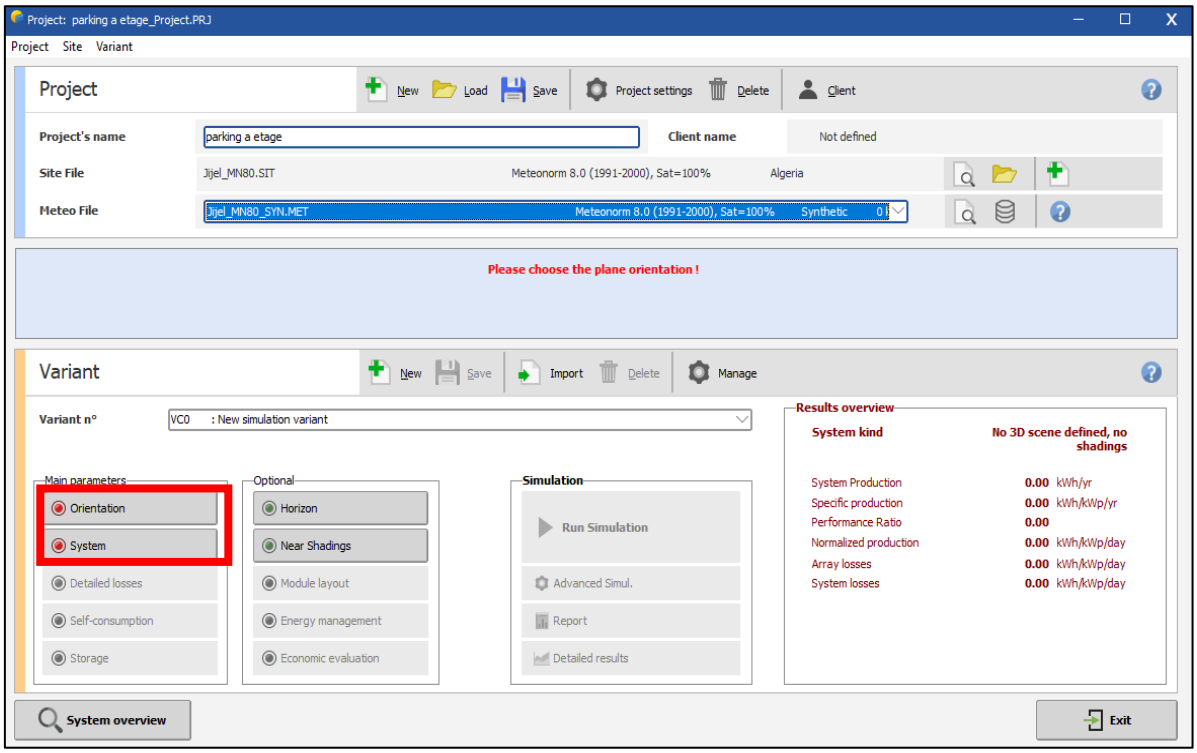

Geographical site parameters, new site
Geographical Coordinates
Monthly meteo
Interactive Map
Site
Jijel (Algeria)
Data source
Meteonorm 8.0 (1991-2000), Sat=100%
Global horizontal irradiation
Horizontal diffuse irradiation
Temperature
Wind Velocity
Linke turbidity
Relative humidity
kWh/m²/mth
°C
m/s
[-]
%
January 70.6 36.2 10.3 1.70 3.105 84.7
February 83.3 41.6 10.8 1.90 3.379 80.6
March 136.5 58.6 14.2 1.80 4.239 75.2
April 167.6 74.6 16.7 1.50 4.816 74.4
May 197.5 92.0 20.0 1.40 5.471 72.7
June 220.9 85.6 23.8 1.40 5.287 69.8
July 221.1 87.7 26.9 1.50 6.342 67.6
August 205.0 76.1 26.9 1.49 5.542 69.5
September 153.9 60.7 23.4 1.20 5.034 76.3
October 120.4 52.8 20.7 0.98 4.306 75.4
November 78.5 35.4 15.2 1.49 3.620 78.9
December 66.2 32.4 11.6 1.49 3.210 83.2
Year 1721.5 733.5 18.4 1.5 4.529 75.7
Global horizontal irradiation year-to-year variability 4.2%
Required Data
Global horizontal irradiation
Average Ext. Temperature
Extra data
Horizontal diffuse irradiation
Wind velocity
Linke turbidity
Relative humidity
Irradiation units
kWh/m²/day
kWh/m²/mth
MJ/m²/day
MJ/m²/mth
W/m²
Clearness Index Kt
Import
Export line
Export table
New Site
Print
Cancel
OK

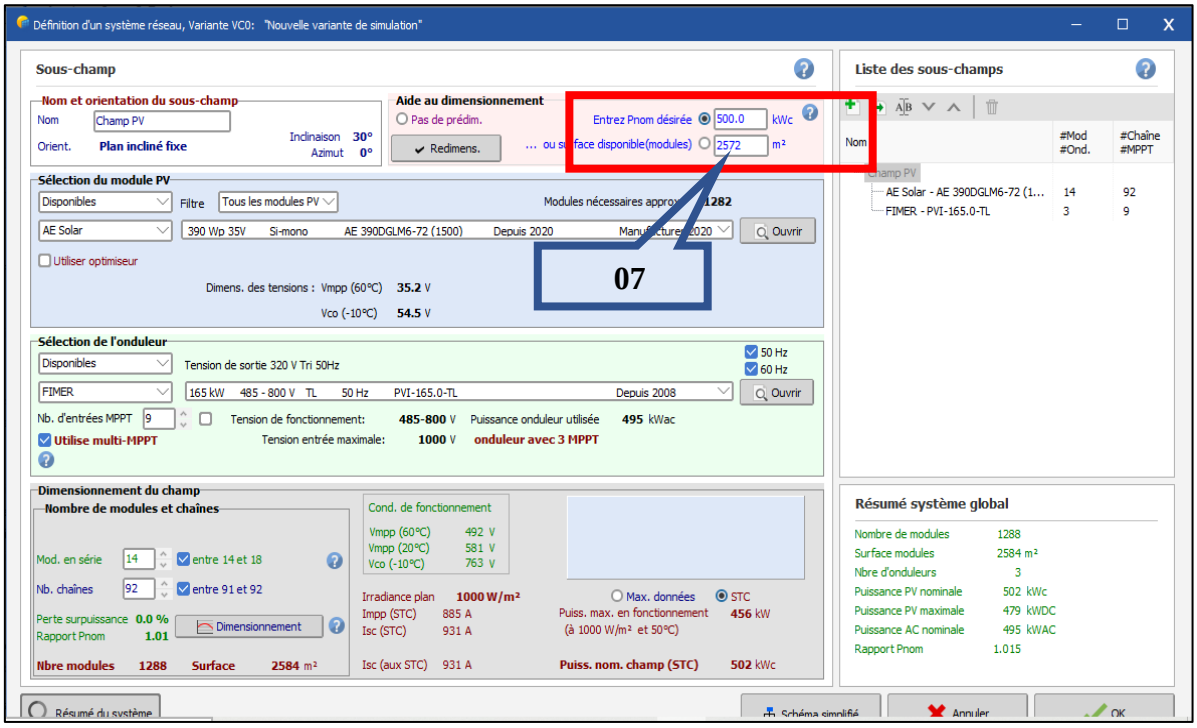

Project: parking a etage_Project.PRJ
Project Site Variant
Project
New Load Save Project settings Delete Client
Project's name
parking a etage
Client name
Not defined
Site File
Jijel_MN80.SIT
Meteonorm 8.0 (1991-2000), Sat=100%
Algeria
Meteo File
Jijel_MN80_SYN.MET
Meteonorm 8.0 (1991-2000), Sat=100%
Synthetic
Please choose the plane orientation !
Variant
New Save Import Delete Manage
Variant n°
VC0 : New simulation variant
Main parameters
Orientation
System
Detailed losses
Self-consumption
Storage
Optional
Horizon
Near Shadings
Module layout
Energy management
Economic evaluation
Simulation
Run Simulation
Advanced Simul.
Report
Detailed results
Results overview
System kind
No 3D scene defined, no shadings
System Production 0.00 kWh/yr
Specific production 0.00 kWh/kWp/yr
Performance Ratio 0.00
Normalized production 0.00 kWh/kWp/day
Array losses 0.00 kWh/kWp/day
System losses 0.00 kWh/kWp/day
System overview
Exit



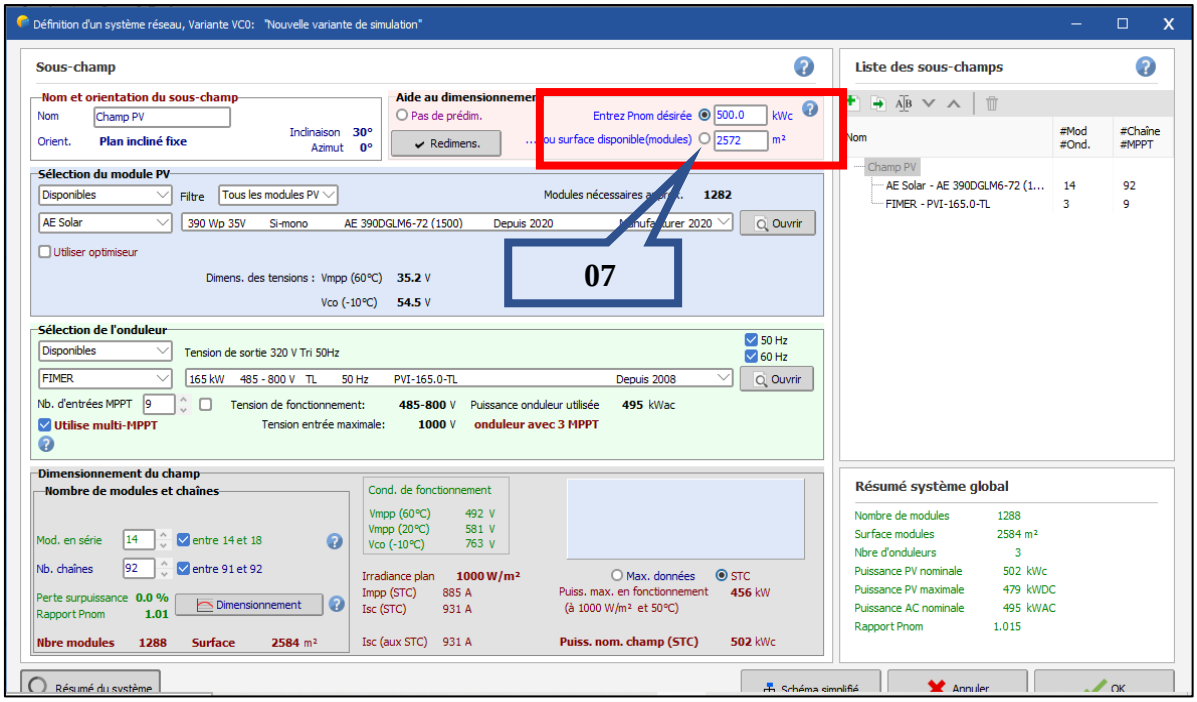
06 En arrivant à cette étape on doit régler l'orientation (l'angle à 30 et l'azimute à 00) et le Système (identifier le type de panneaux photovoltaïque) puis on valide.



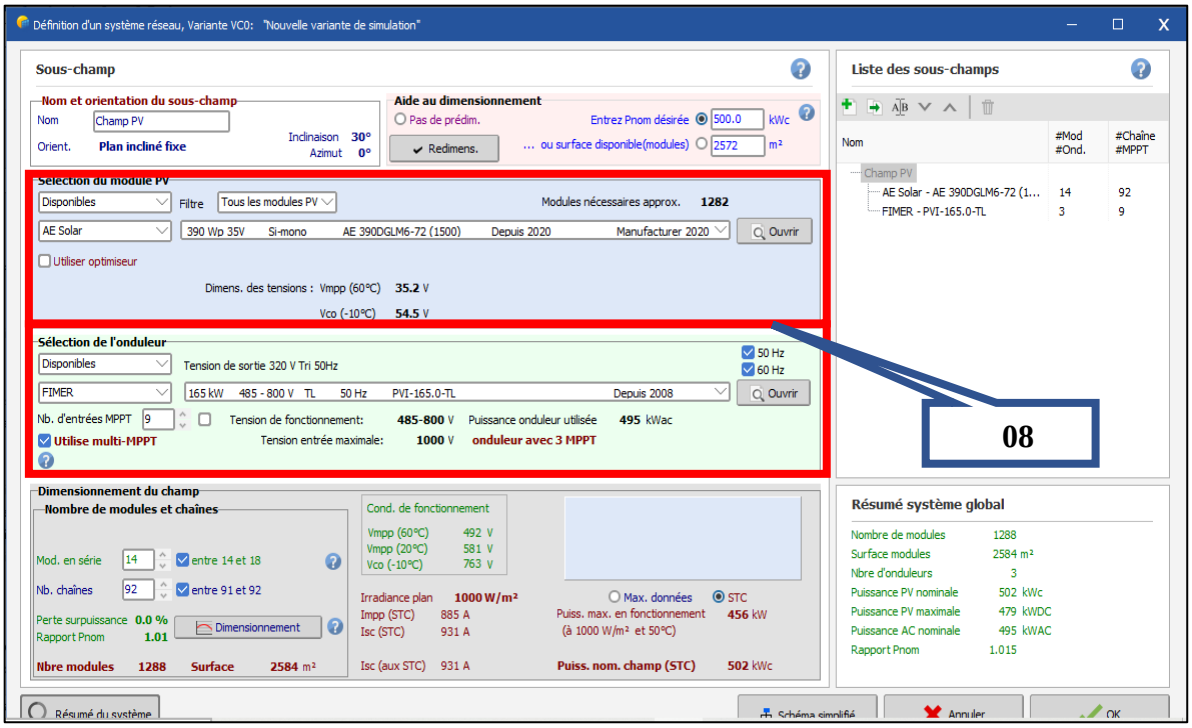




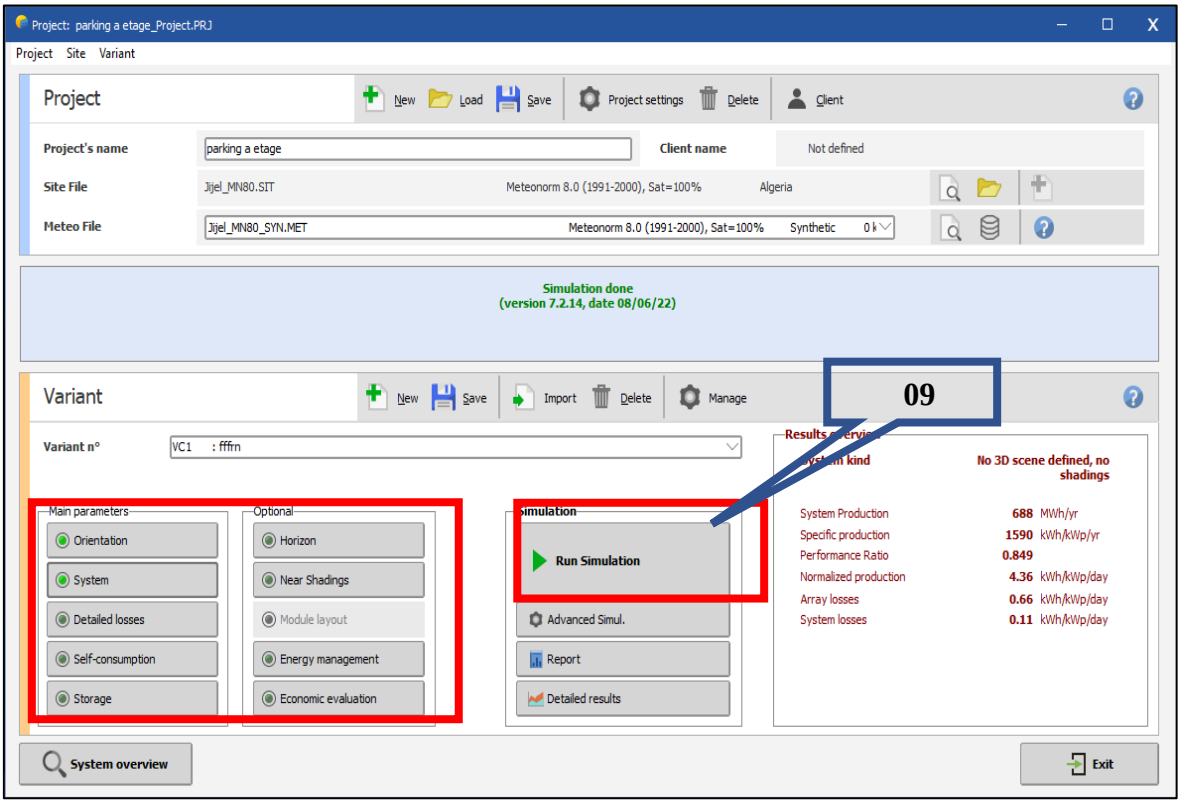
07 Pour régler le système il faut saisir la quantité de consommation en KW de l'équipent éducatif et sa surface en m², sans oublier de deviser le nombre sur le coefficient de **PSH** en Algérie varie entre 5.7 et 6.3. **PSH** = 6.2.



08 Etablir le choix des panneaux photovoltaïques (les dimensions des modules, et les capteurs solaires).

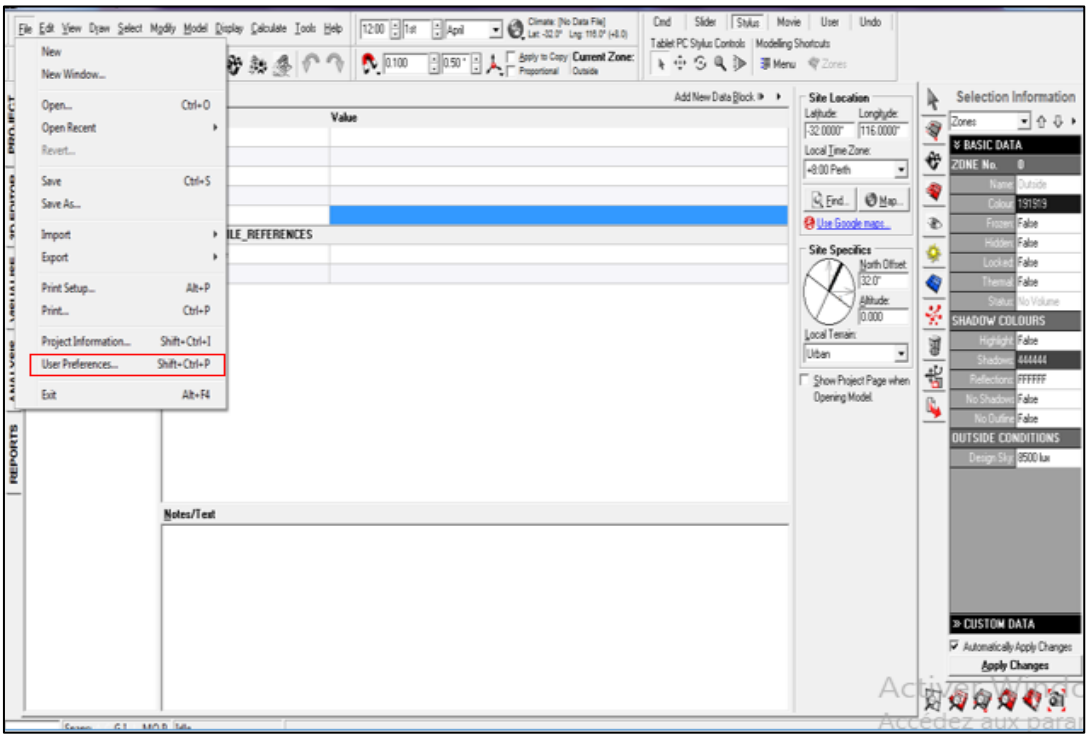


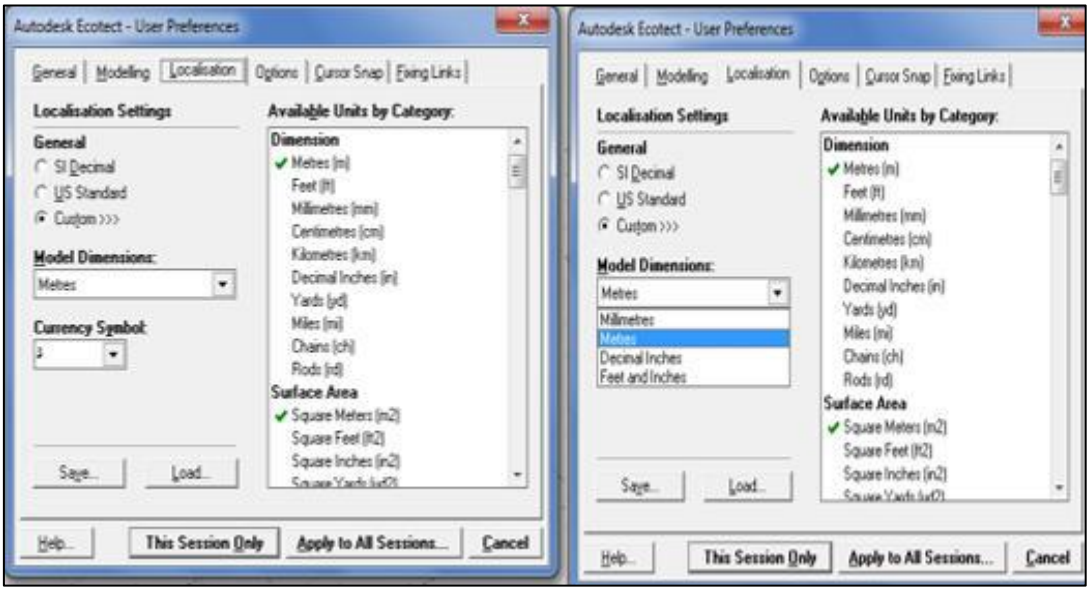
09 Après avoir dépassé cette étape ça ne reste que valider notre travail et lancer la simulation.

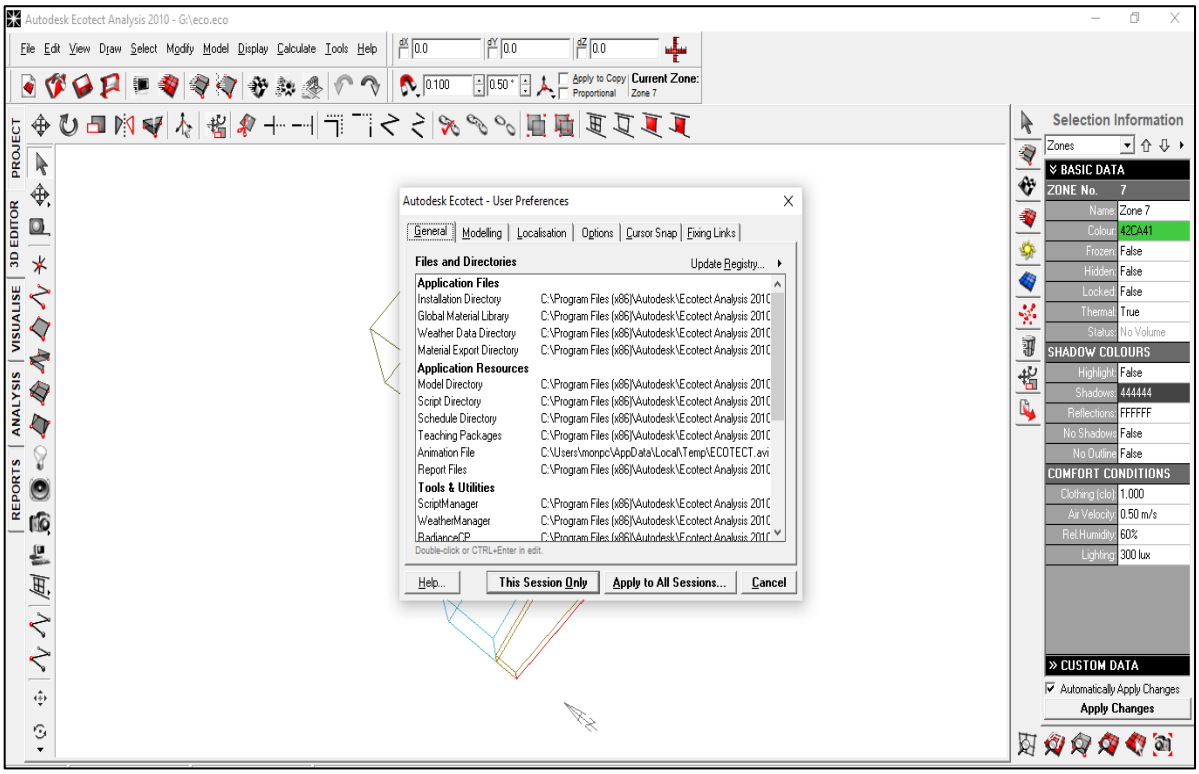


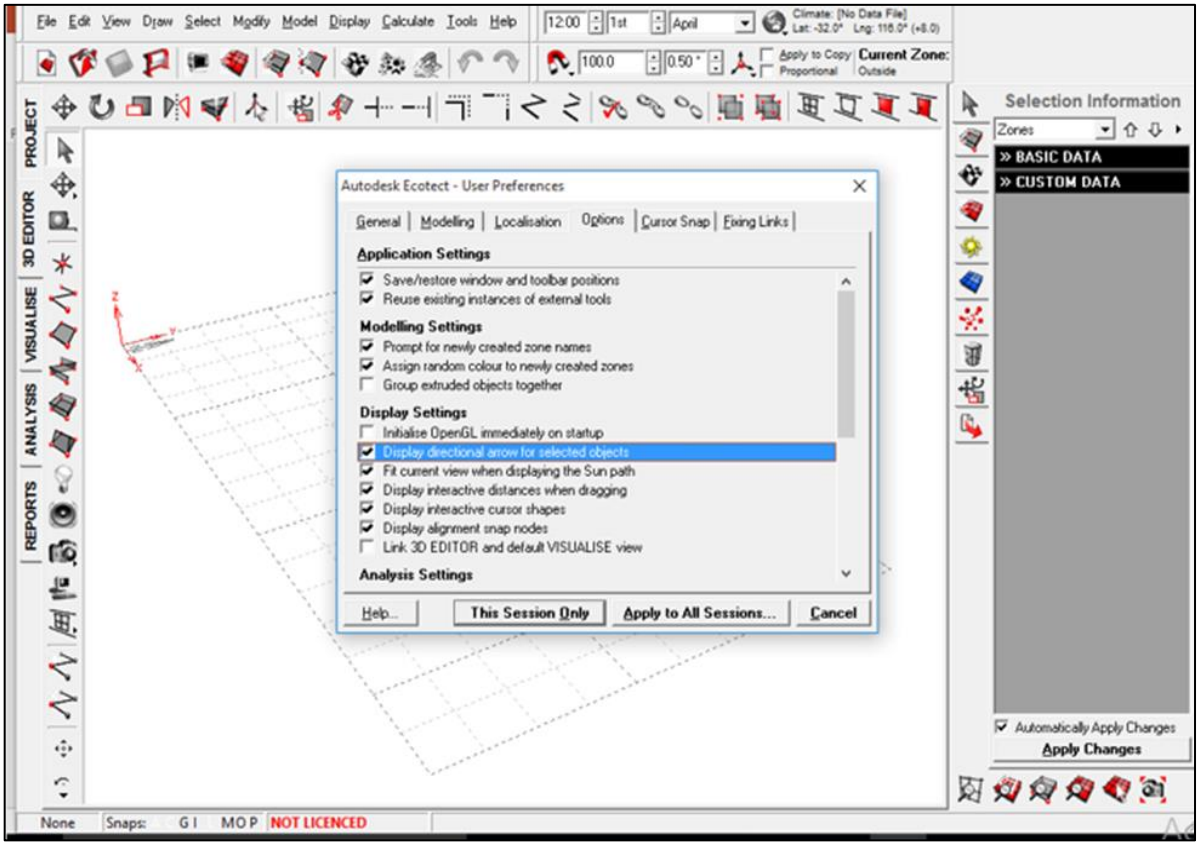
Le logiciel PV SYSTEME envoie un rapport (page 61), contient les détails des résultats et citer le nombre et le type des panneaux photovoltaïques et les onduleurs.

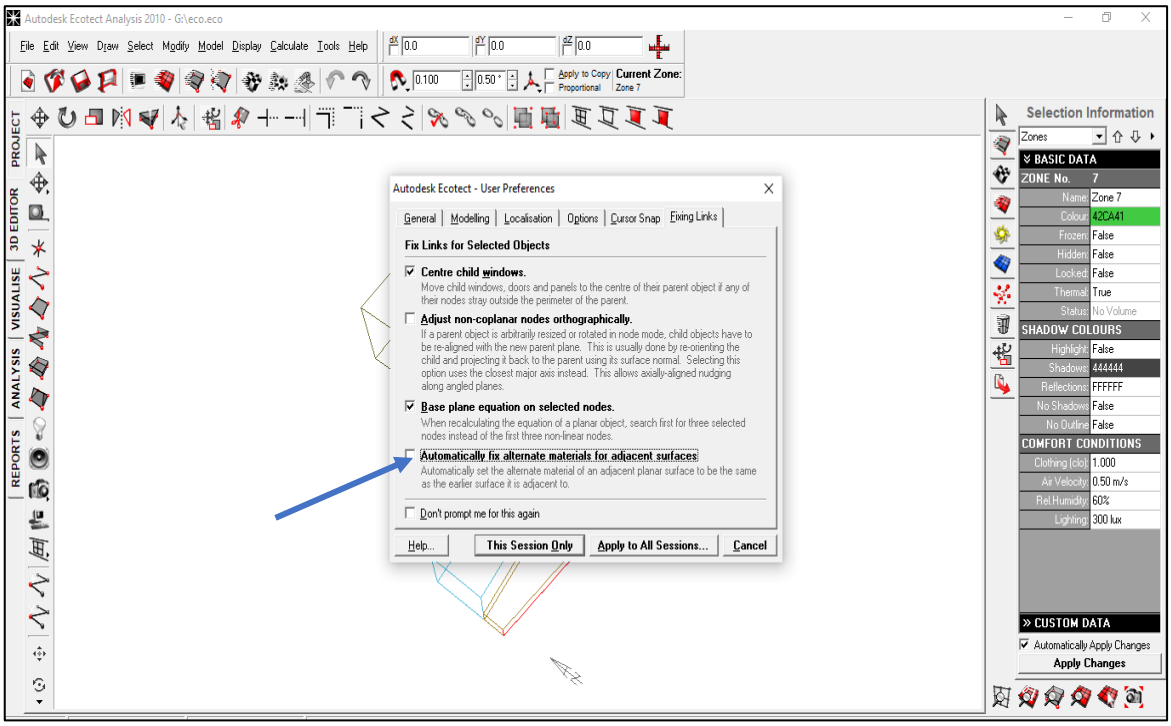
Annexe n° 02 : Notre projet de parking a été analysé pour montrer la luminosité du soleil et voir les ombres produites de chaque partie différente par le logiciel (ECOTECT) les étapes suivent :

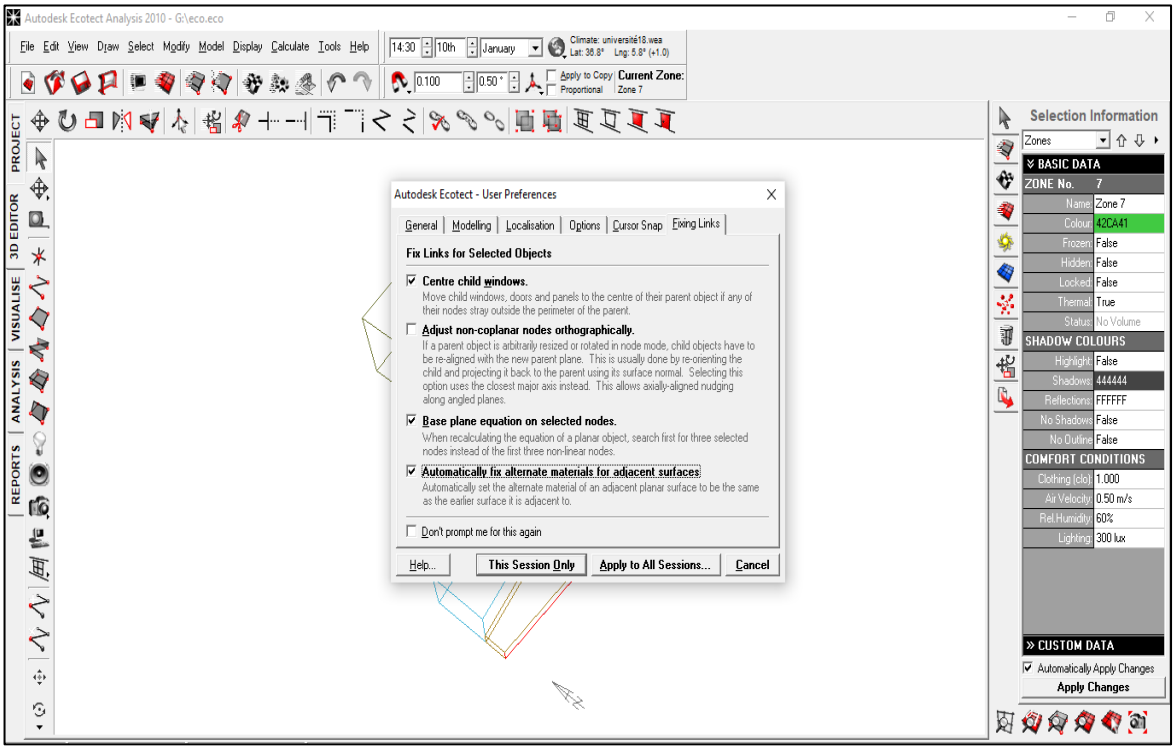


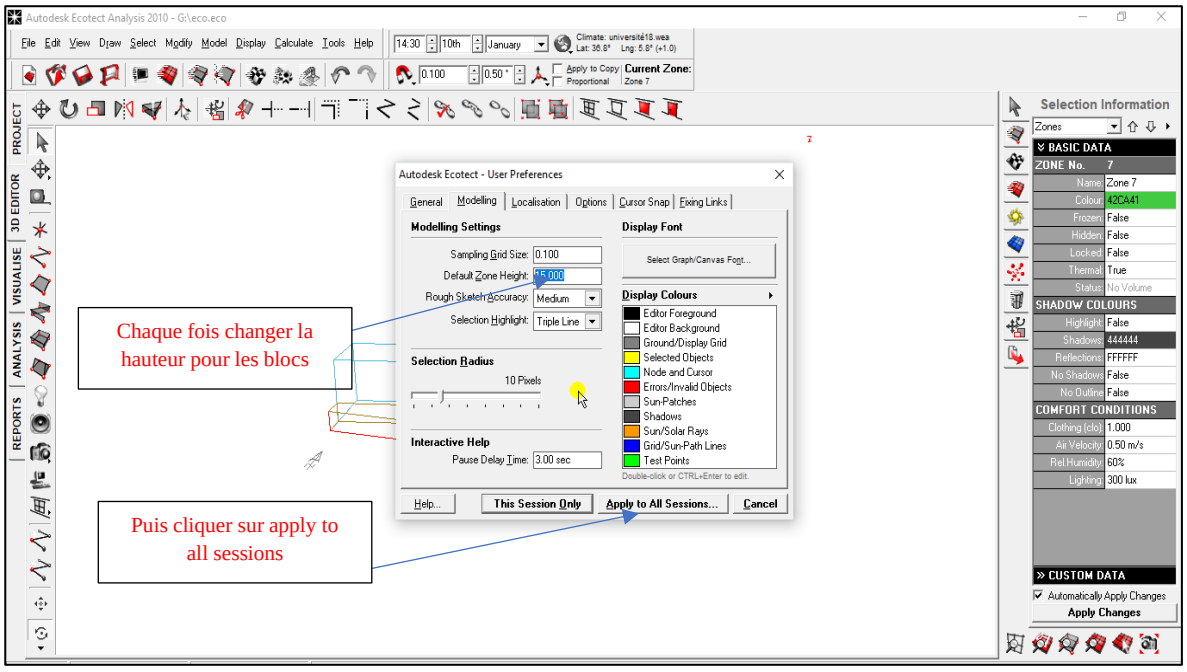


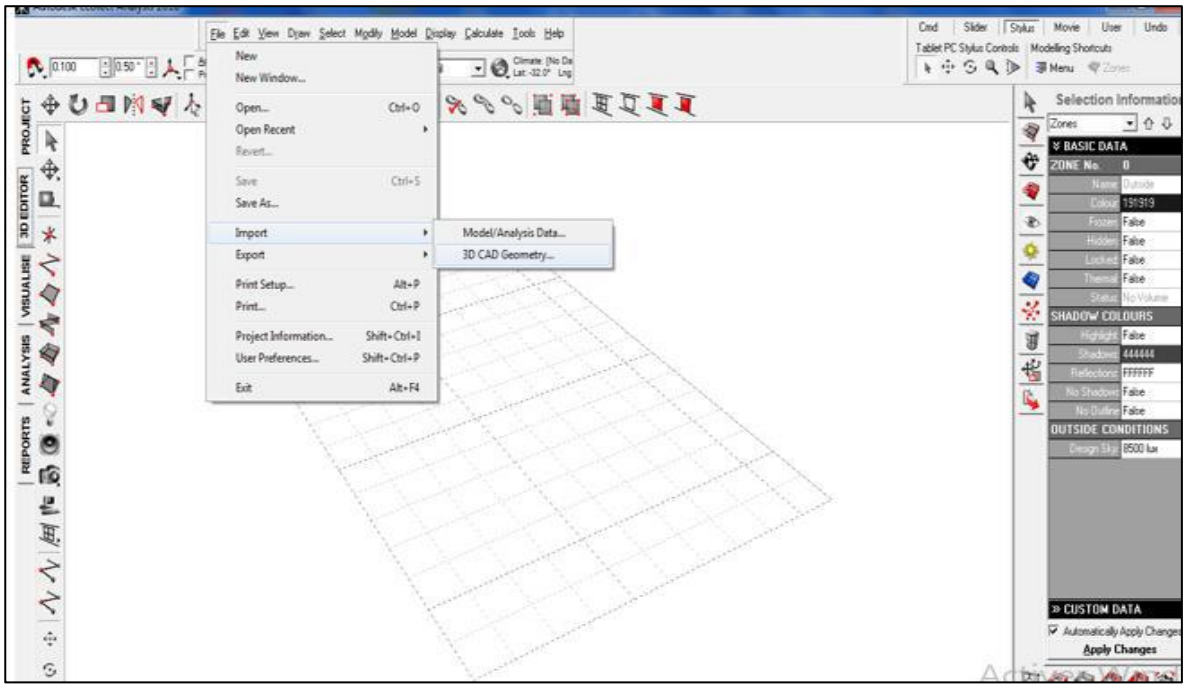

Autodesk Ecotect Analysis 2010 - G:\eco.eco
File Edit View Draw Select Modify Model Display Calculate Tools Help
Autodesk Ecotect - User Preferences
General Modelling Localisation Options Cursor Snap Fixing Links
Files and Directories
Update Registry...
Application Files
Installation Directory C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Global Material Library C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Weather Data Directory C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Material Export Directory C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Application Resources
Model Directory C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Script Directory C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Schedule Directory C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Teaching Packages C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Animation File C:\Users\monpc\AppData\Local\Temp\ECOTECT.avi
Report Files C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Tools & Utilities
ScriptManager C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
WeatherManager C:\Program Files (x86)\Autodesk\Ecotect Analysis 2010
Help... This Session Only Apply to All Sessions... Cancel
Selection Information
BASIC DATA
CUSTOM DATA
Automatically Apply Changes
Apply Changes

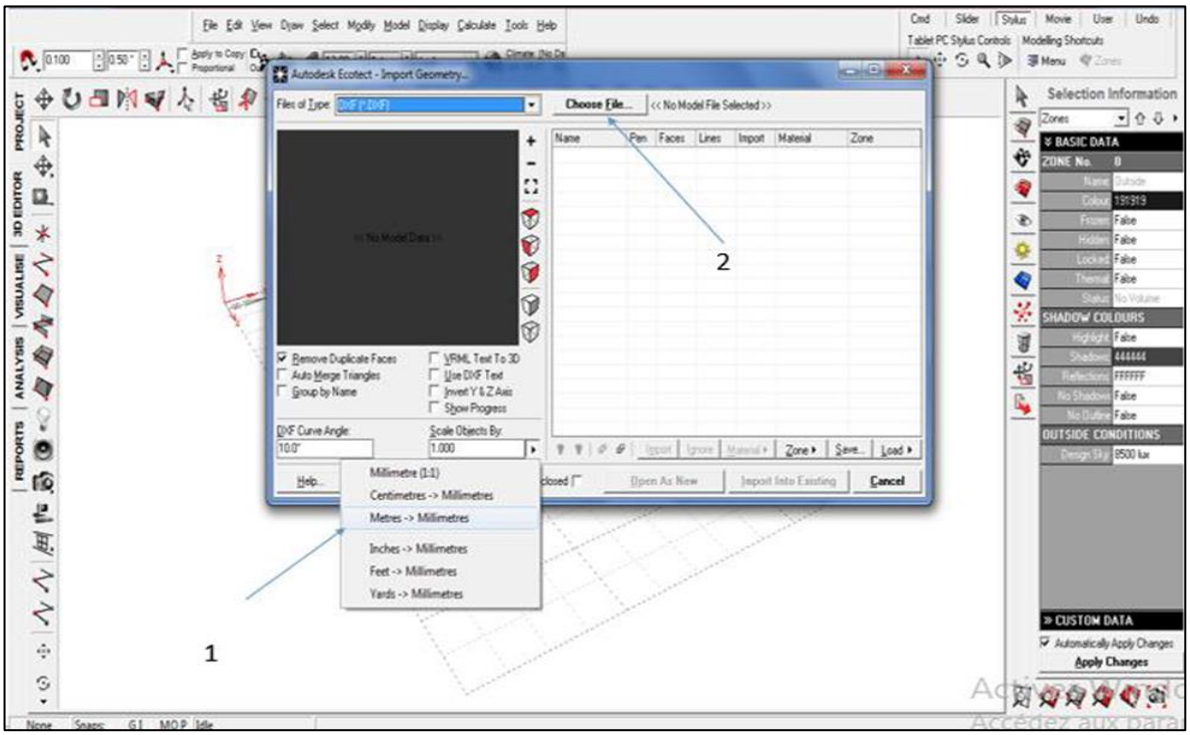

Autodesk Ecotect - User Preferences
General Modelling Localisation Options Cursor Snap Fixing Links
Application Settings
Save/restore window and toolbar positions
Reuse existing instances of external tools
Modelling Settings
Prompt for newly created zone names
Assign random colour to newly created zones
Group extruded objects together
Display Settings
Initialise OpenGL immediately on startup
Display directional arrow for selected objects
Fit current view when displaying the Sun path
Display interactive distances when dragging
Display interactive cursor shapes
Display alignment snap nodes
Link 3D EDITOR and default VISUALISE view
Analysis Settings
Help... This Session Only Apply to All Sessions... Cancel
Selection Information
BASIC DATA
CUSTOM DATA
Automatically Apply Changes
Apply Changes
NOT LICENCED

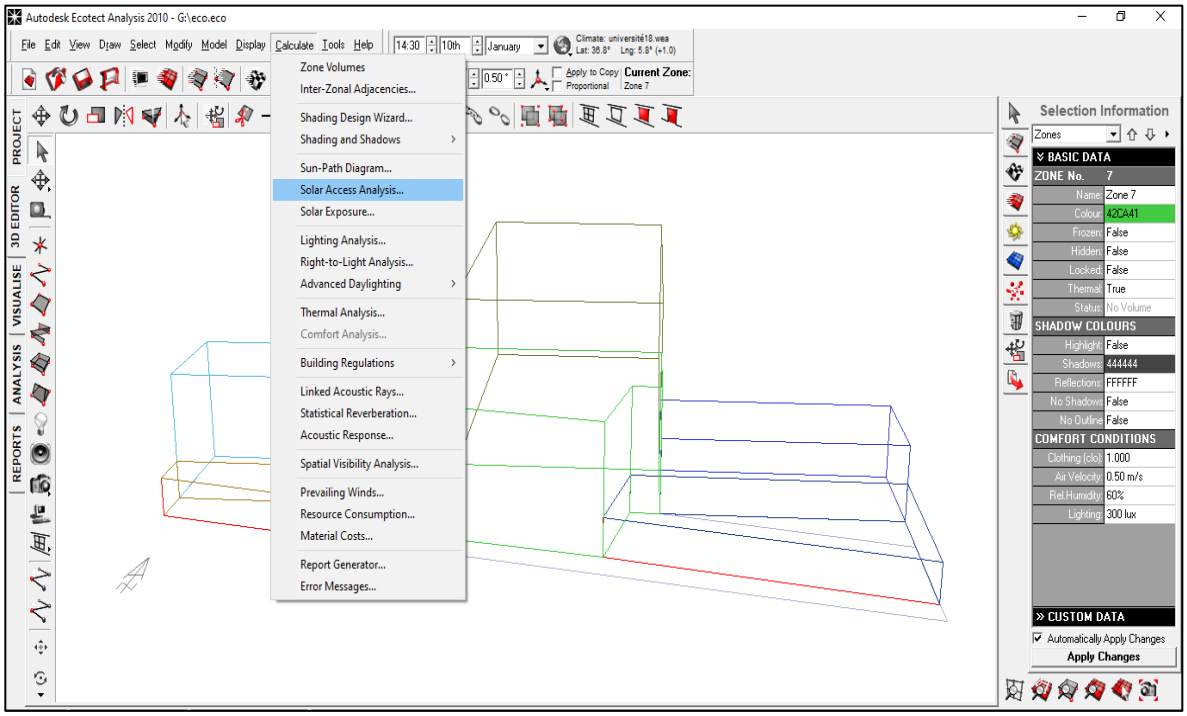

Autodesk Ecotect Analysis 2010 - G:\eco.eco
File Edit View Draw Select Modify Model Display Calculate Tools Help
Autodesk Ecotect - User Preferences
General Modelling Localisation Options Cursor Snap Fixing Links
Fix Links for Selected Objects
Centre child windows.
Move child windows, doors and panels to the centre of their parent object if any of their nodes stray outside the perimeter of the parent.
Adjust non-coplanar nodes orthographically.
If a parent object is arbitrarily resized or rotated in node mode, child objects have to be re-aligned with the new parent plane. This is usually done by re-orienting the child and projecting it back to the parent using its surface normal. Selecting this option uses the closest major axis instead. This allows axially-aligned nudging along angled planes.
Base plane equation on selected nodes.
When recalculating the equation of a planar object, search first for three selected nodes instead of the first three non-linear nodes.
Automatically fix alternate materials for adjacent surfaces
Automatically set the alternate material of an adjacent planar surface to be the same as the earlier surface it is adjacent to.
Don't prompt me for this again
Help... This Session Only Apply to All Sessions... Cancel
Selection Information
BASIC DATA
ZONE No. 7
Name Zone 7
Colour 42CA41
Frozen False
Hidden False
Locked False
Thermal True
Status No Volume
SHADOW COLOURS
Highlight False
Shadows 444444
Reflections FFFFFF
No Shadows False
No Outline False
COMFORT CONDITIONS
Clothing (clo) 1.000
Air Velocity 0.50 m/s
Rel Humidity 60%
Lighting 300 lux
CUSTOM DATA
Automatically Apply Changes
Apply Changes

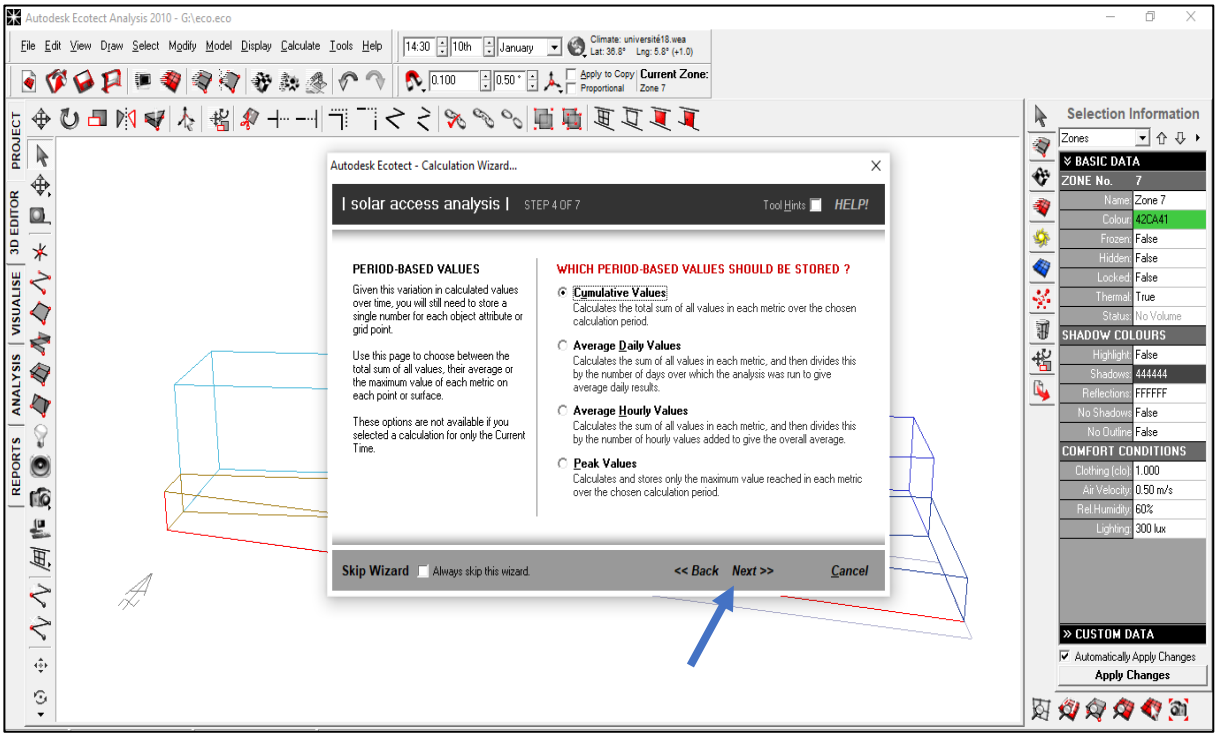

Autodesk Ecotect Analysis 2010 - G:\eco.eco
File Edit View Draw Select Modify Model Display Calculate Tools Help
Autodesk Ecotect - User Preferences
General Modelling Localisation Options Cursor Snap Fixing Links
Fix Links for Selected Objects
Centre child windows.
Move child windows, doors and panels to the centre of their parent object if any of their nodes stray outside the perimeter of the parent.
Adjust non-coplanar nodes orthographically.
If a parent object is arbitrarily resized or rotated in node mode, child objects have to be re-aligned with the new parent plane. This is usually done by re-orienting the child and projecting it back to the parent using its surface normal. Selecting this option uses the closest major axis instead. This allows axially-aligned nudging along angled planes.
Base plane equation on selected nodes.
When recalculating the equation of a planar object, search first for three selected nodes instead of the first three non-linear nodes.
Automatically fix alternate materials for adjacent surfaces
Automatically set the alternate material of an adjacent planar surface to be the same as the earlier surface it is adjacent to.
Don't prompt me for this again
Help... This Session Only Apply to All Sessions... Cancel
Selection Information
BASIC DATA
ZONE No. 7
Name Zone 7
Colour 42CA41
Frozen False
Hidden False
Locked False
Thermal True
Status No Volume
SHADOW COLOURS
Highlight False
Shadows 444444
Reflections FFFFFF
No Shadows False
No Outline False
COMFORT CONDITIONS
Clothing (clo) 1.000
Air Velocity 0.50 m/s
Rel Humidity 60%
Lighting 300 lux
CUSTOM DATA
Automatically Apply Changes
Apply Changes

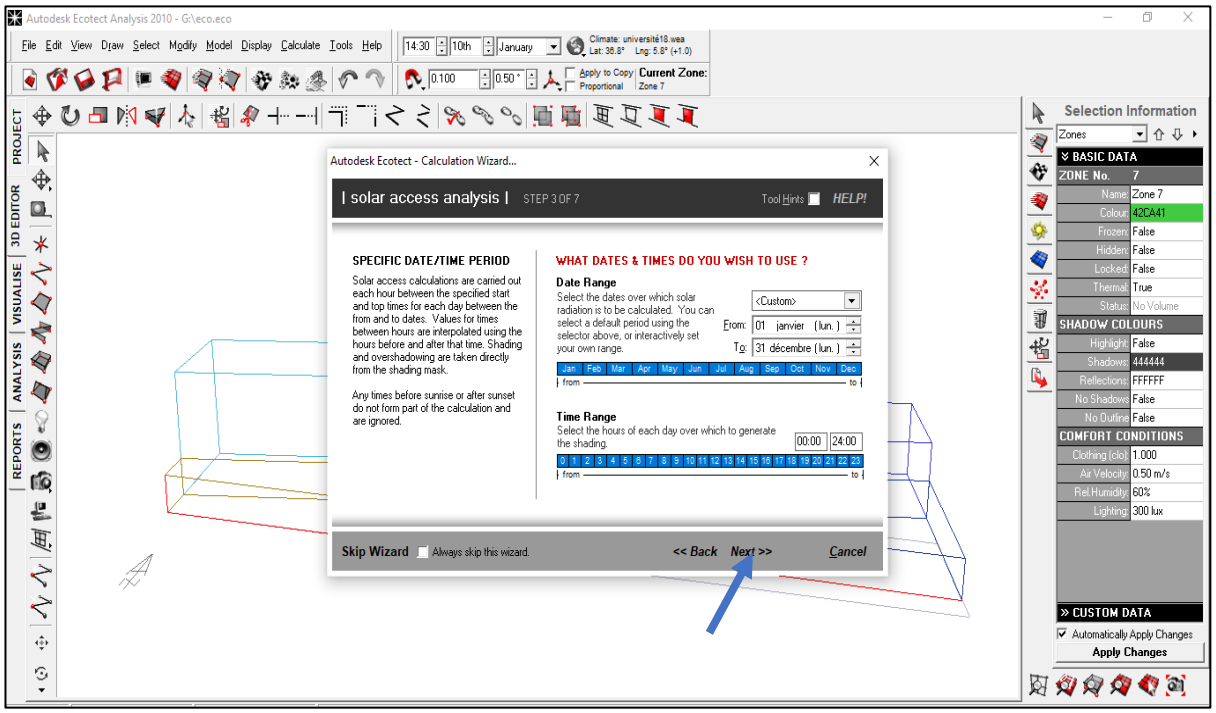

Autodesk Ecotect Analysis 2010 - G:\eco.eco
Autodesk Ecotect - User Preferences
General
Modelling
Localisation
Options
Cursor Snap
Fixing Links
Modelling Settings
Sampling Grid Size: 0.100
Default Zone Height: 5.000
Rough Sketch Accuracy: Medium
Selection Highlight: Triple Line
Selection Radius
10 Pixels
Interactive Help
Pause Delay Time: 3.00 sec
Display Font
Select Graph/Canvas Font...
Display Colours
Editor Foreground
Editor Background
Ground/Display Grid
Selected Objects
Node and Cursor
Errors/Invalid Objects
Sun-Patches
Shadows
Sun/Solar Rays
Grid/Sun-Path Lines
Test Points
Help...
This Session Only
Apply to All Sessions...
Cancel
Chaque fois changer la hauteur pour les blocs
Puis cliquer sur apply to all sessions
Selection Information
BASIC DATA
SHADOW COLOURS
COMFORT CONDITIONS
CUSTOM DATA
Apply Changes

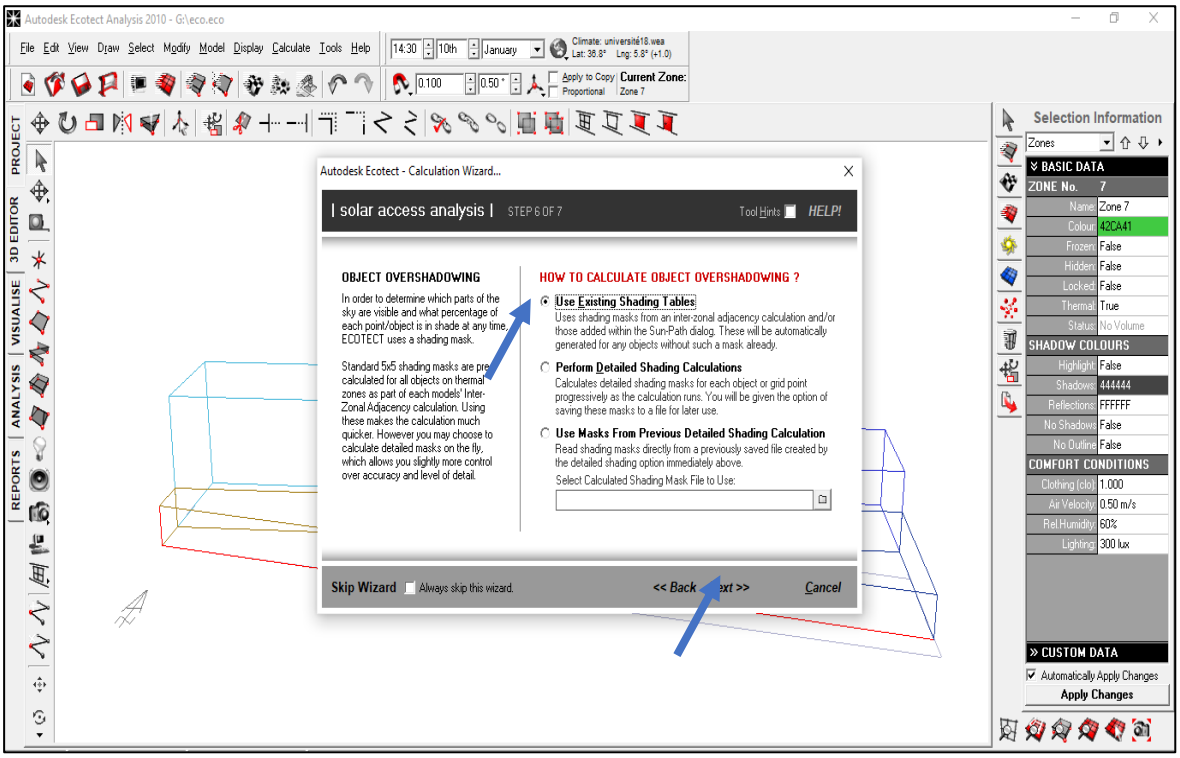

New
New Window...
Open... Ctrl+O
Open Recent
Revert...
Save Ctrl+S
Save As...
Import
Export
Print Setup... Alt+P
Print... Ctrl+P
Project Information... Shift+Ctrl+I
User Preferences... Shift+Ctrl+P
Exit Alt+F4
Model/Analysis Data...
3D CAD Geometry...
Selection Information
BASIC DATA
SHADOW COLOURS
OUTSIDE CONDITIONS
CUSTOM DATA
Apply Changes

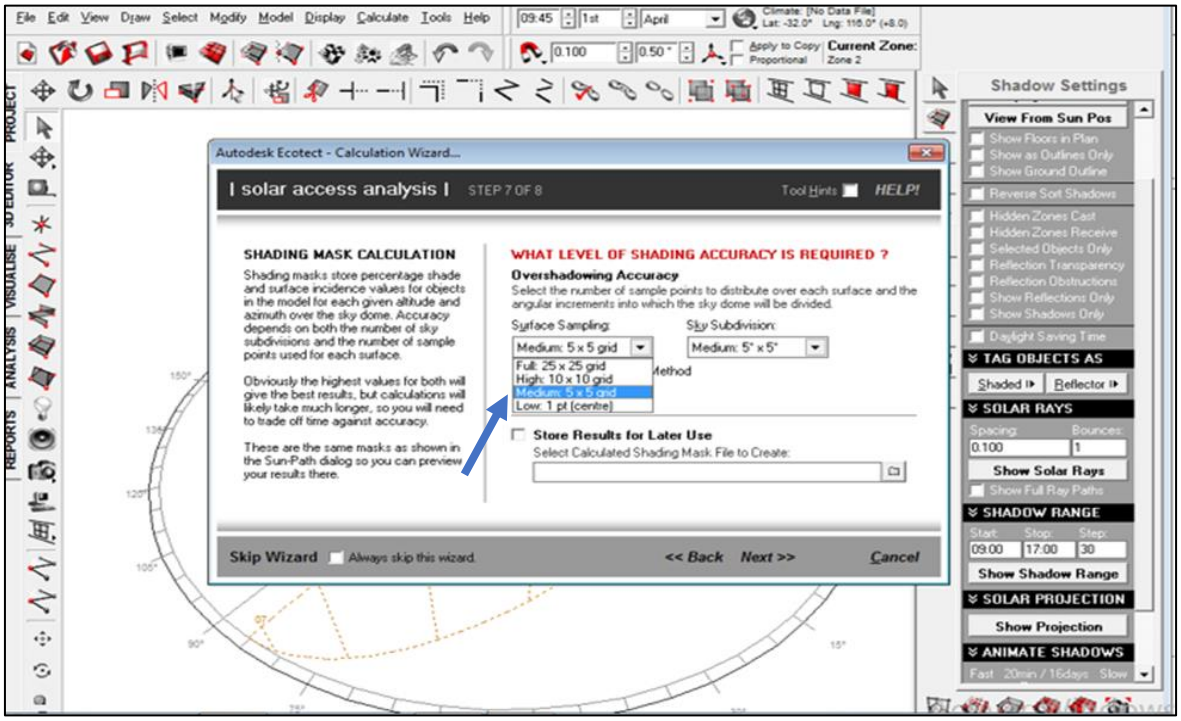

Autodesk Ecotect - Import Geometry...
Choose File...
<< No Model File Selected >>
Millimetre (1:1)
Centimetres -> Millimetres
Metres -> Millimetres
Inches -> Millimetres
Feet -> Millimetres
Yards -> Millimetres
Cancel
1
2
Selection Information
BASIC DATA
SHADOW COLOURS
OUTSIDE CONDITIONS
CUSTOM DATA
Apply Changes

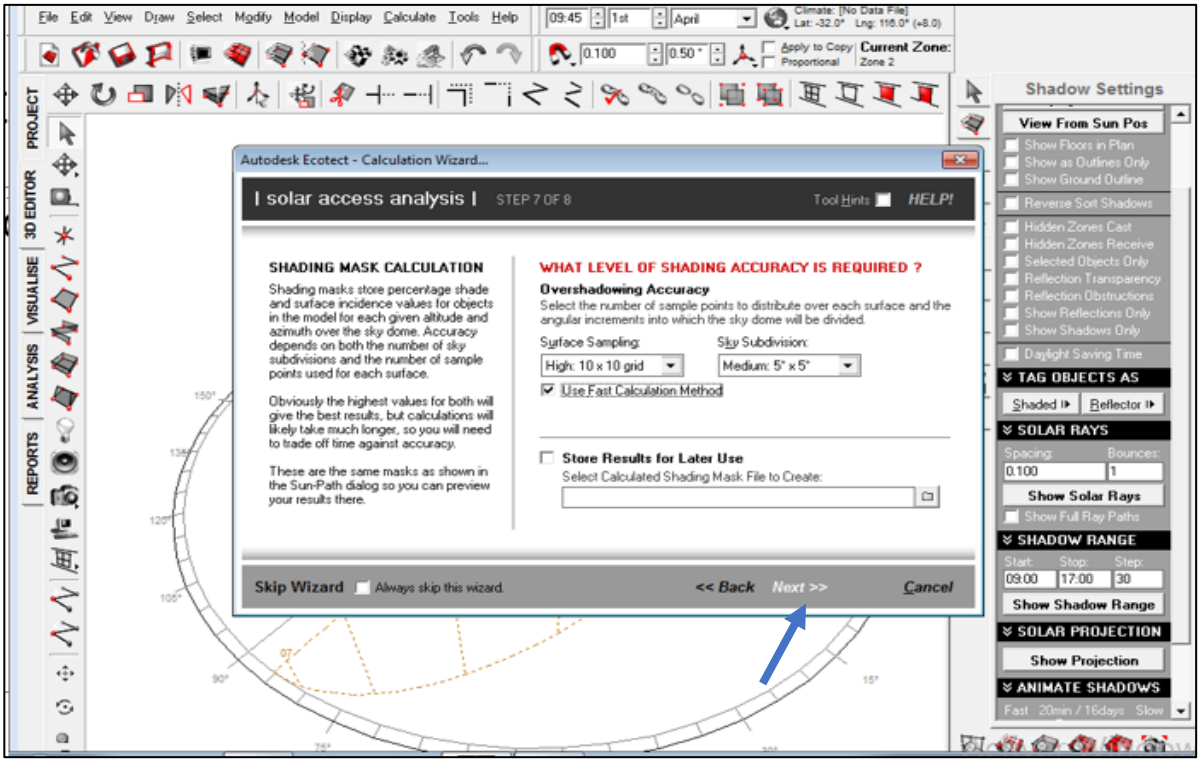

Autodesk Ecotect Analysis 2010 - G:\eco.eco
Zone Volumes
Inter-Zonal Adjacencies...
Shading Design Wizard...
Shading and Shadows
Sun-Path Diagram...
Solar Access Analysis...
Solar Exposure...
Lighting Analysis...
Right-to-Light Analysis...
Advanced Daylighting
Thermal Analysis...
Comfort Analysis...
Building Regulations
Linked Acoustic Rays...
Statistical Reverberation...
Acoustic Response...
Spatial Visibility Analysis...
Prevailing Winds...
Resource Consumption...
Material Costs...
Report Generator...
Error Messages...
Selection Information
BASIC DATA
SHADOW COLOURS
COMFORT CONDITIONS
CUSTOM DATA
Apply Changes

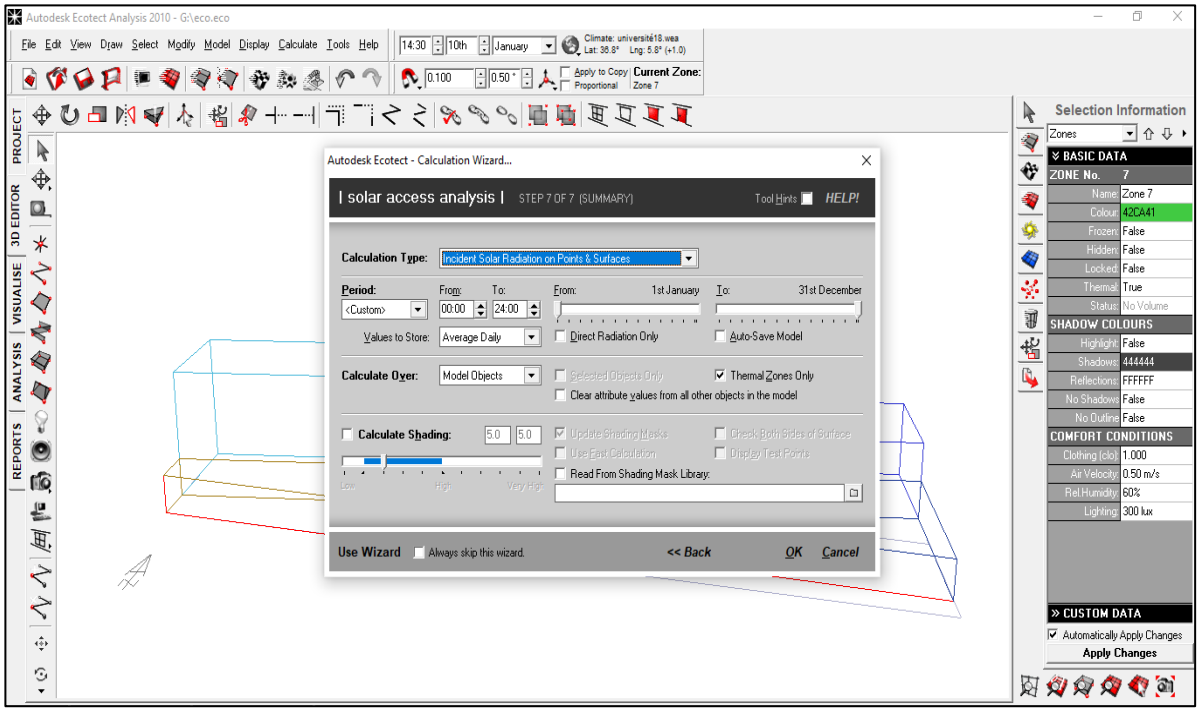

Autodesk Ecotect Analysis 2010 - G:\eco.eco
Autodesk Ecotect - Calculation Wizard...
| solar access analysis | STEP 4 OF 7
Tool Hints
HELP!
PERIOD-BASED VALUES
Given this variation in calculated values over time, you will still need to store a single number for each object attribute or grid point.
Use this page to choose between the total sum of all values, their average or the maximum value of each metric on each point or surface.
These options are not available if you selected a calculation for only the Current Time.
WHICH PERIOD-BASED VALUES SHOULD BE STORED ?
Cumulative Values
Calculates the total sum of all values in each metric over the chosen calculation period.
Average Daily Values
Calculates the sum of all values in each metric, and then divides this by the number of days over which the analysis was run to give average daily results.
Average Hourly Values
Calculates the sum of all values in each metric, and then divides this by the number of hourly values added to give the overall average.
Peak Values
Calculates and stores only the maximum value reached in each metric over the chosen calculation period.
Skip Wizard
Always skip this wizard.
<< Back
Next >>
Cancel
Selection Information
BASIC DATA
CUSTOM DATA
Automatically Apply Changes
Apply Changes


Autodesk Ecotect Analysis 2010 - G:\eco.eco
Autodesk Ecotect - Calculation Wizard...
| solar access analysis | STEP 3 OF 7
Tool Hints
HELP!
SPECIFIC DATE/TIME PERIOD
Solar access calculations are carried out each hour between the specified start and top times for each day between the from and to dates. Values for times between hours are interpolated using the hours before and after that time. Shading and overshadowing are taken directly from the shading mask.
Any times before sunrise or after sunset do not form part of the calculation and are ignored.
WHAT DATES & TIMES DO YOU WISH TO USE ?
Date Range
Select the dates over which solar radiation is to be calculated. You can select a default period using the selector above, or interactively set your own range.
<Custom>
From: 01 janvier (lun.)
To: 31 décembre (lun.)
Time Range
Select the hours of each day over which to generate the shading.
00:00
24:00
Skip Wizard
Always skip this wizard.
<< Back
Next >>
Cancel
Selection Information
BASIC DATA
CUSTOM DATA
Automatically Apply Changes
Apply Changes

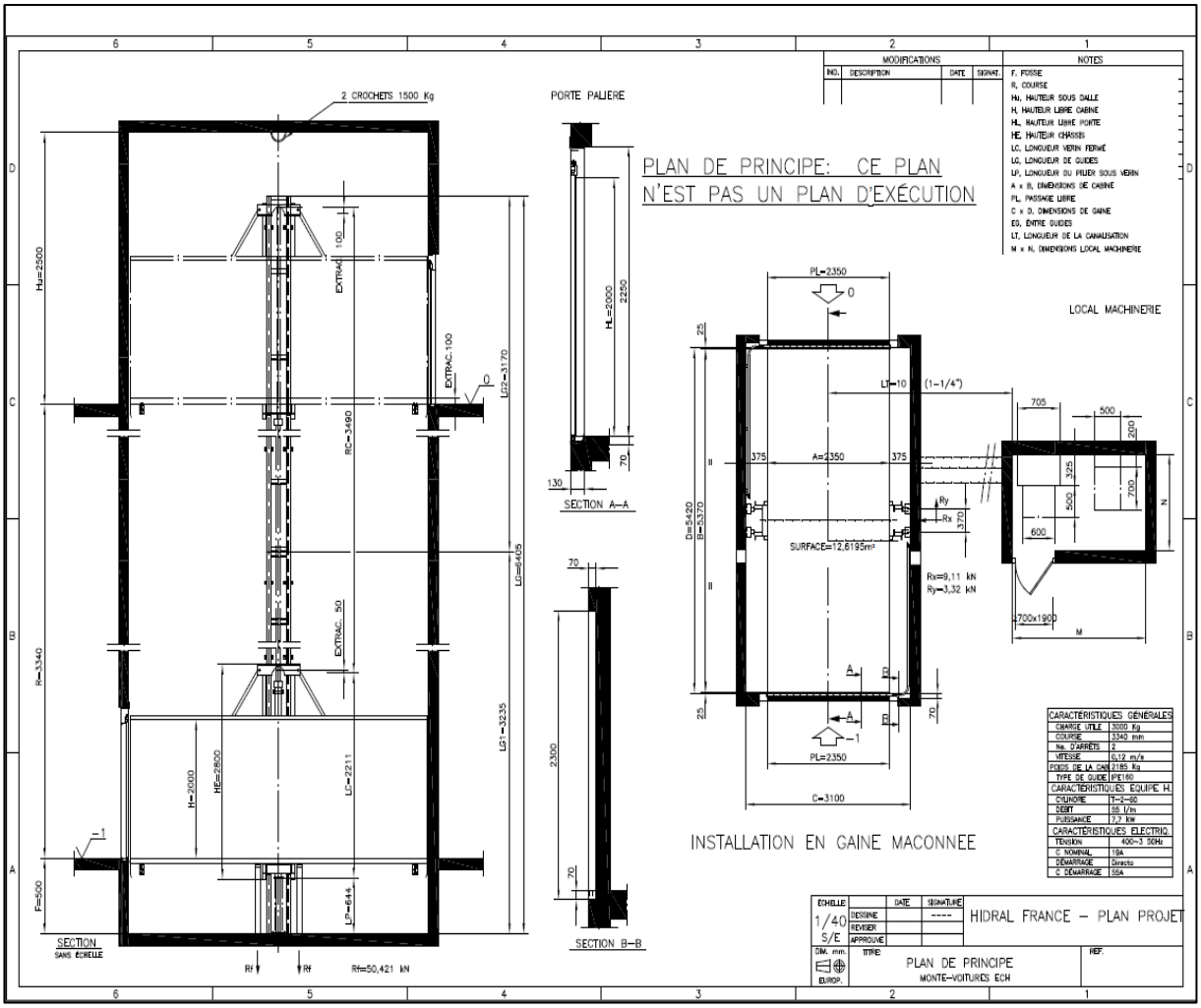

Autodesk Ecotect Analysis 2010 - G:\eco.eco
Autodesk Ecotect - Calculation Wizard...
solar access analysis
STEP 6 OF 7
HELP!
OBJECT OVERSHADOWING
HOW TO CALCULATE OBJECT OVERSHADOWING ?
Use Existing Shading Tables
Perform Detailed Shading Calculations
Use Masks From Previous Detailed Shading Calculation
Skip Wizard
Cancel
Selection Information
BASIC DATA
SHADOW COLOURS
COMFORT CONDITIONS
CUSTOM DATA
Apply Changes


Autodesk Ecotect - Calculation Wizard...
solar access analysis
STEP 7 OF 8
HELP!
SHADING MASK CALCULATION
WHAT LEVEL OF SHADING ACCURACY IS REQUIRED ?
Overshadowing Accuracy
Surface Sampling:
Sky Subdivision:
Full: 25 x 25 grid
High: 10 x 10 grid
Medium: 5 x 5 grid
Low: 1 pt (centre)
Store Results for Later Use
Skip Wizard
Shadow Settings
TAG OBJECTS AS
SOLAR RAYS
SHADOW RANGE
SOLAR PROJECTION
ANIMATE SHADOWS

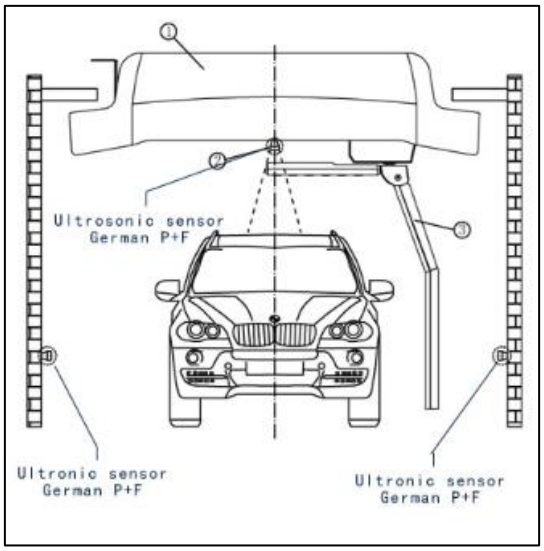

Autodesk Ecotect - Calculation Wizard...
solar access analysis
STEP 7 OF 8
HELP!
SHADING MASK CALCULATION
WHAT LEVEL OF SHADING ACCURACY IS REQUIRED ?
Overshadowing Accuracy
Surface Sampling:
Sky Subdivision:
High: 10 x 10 grid
Medium: 5° x 5°
Use Fast Calculation Method
Store Results for Later Use
Select Calculated Shading Mask File to Create:
Skip Wizard
Always skip this wizard.
<< Back
Next >>
Cancel
Shadow Settings
View From Sun Pos
TAG OBJECTS AS
SOLAR RAYS
SHADOW RANGE
SOLAR PROJECTION
Show Projection
ANIMATE SHADOWS

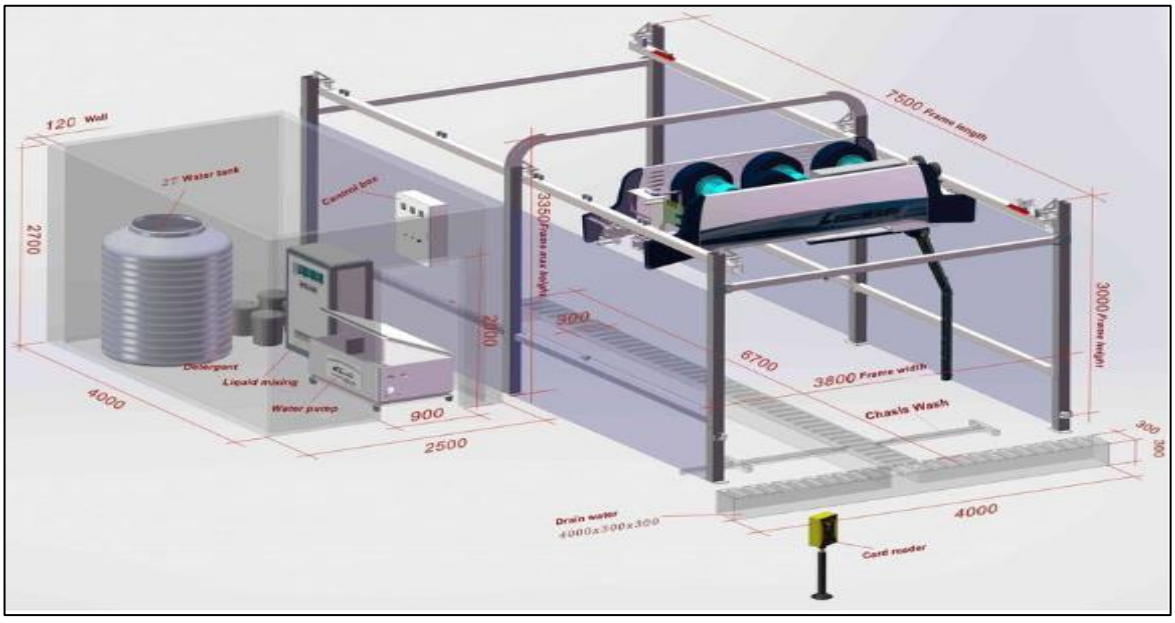

Autodesk Ecotect Analysis 2010 - G:\eco.eco
Autodesk Ecotect - Calculation Wizard...
solar access analysis
STEP 7 OF 7 (SUMMARY)
HELP!
Calculation Type:
Incident Solar Radiation on Points & Surfaces
Period:
Values to Store:
Average Daily
Calculate Over:
Model Objects
Thermal Zones Only
Calculate Shading:
Use Wizard
Always skip this wizard.
<< Back
OK
Cancel
Selection Information
BASIC DATA
SHADOW COLOURS
COMFORT CONDITIONS
CUSTOM DATA
Apply Changes

Annexe 03 : Délaie de mont- Monte-charges

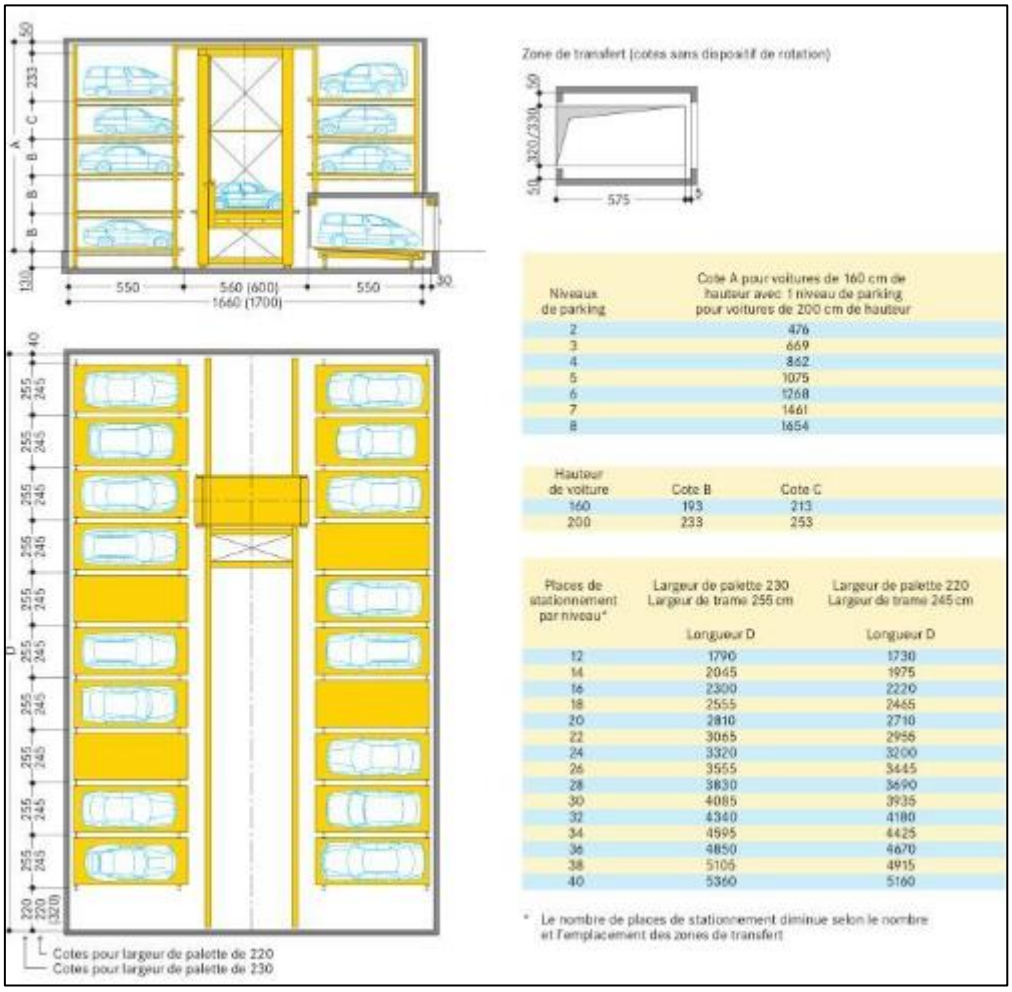


Annexe 04 : Détail de la Lavage auto





Annexe 04 : Détail de la Lavage auto

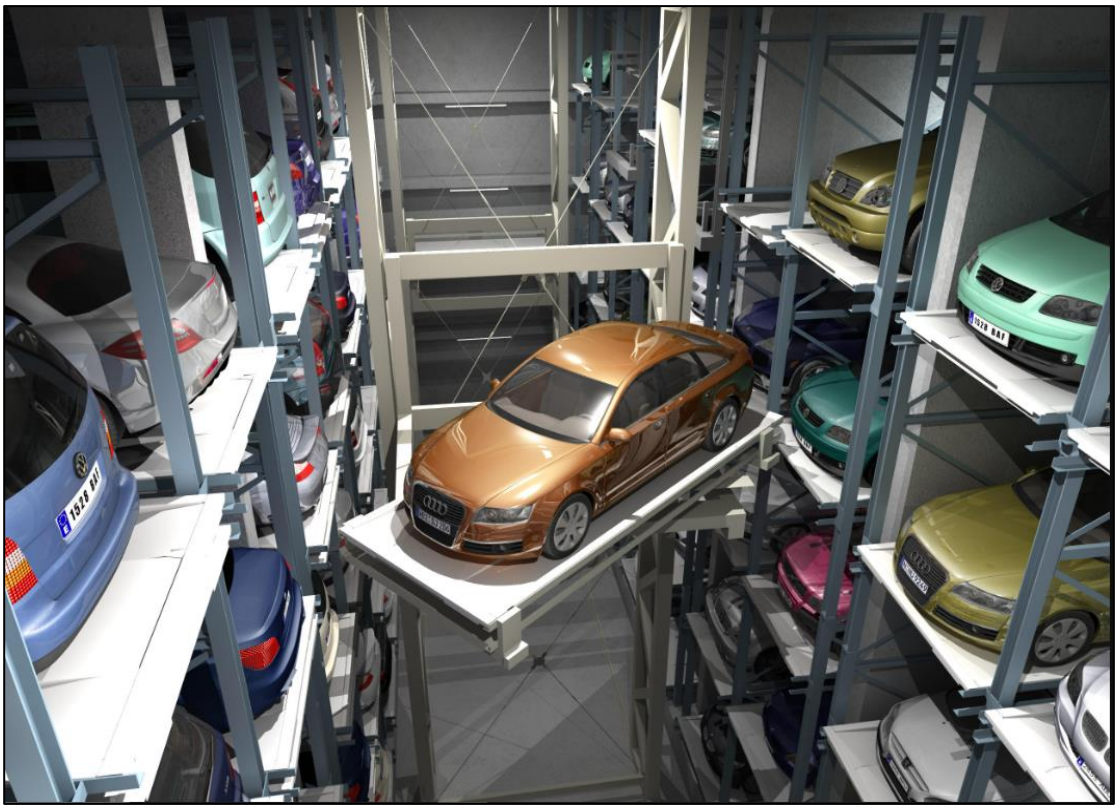


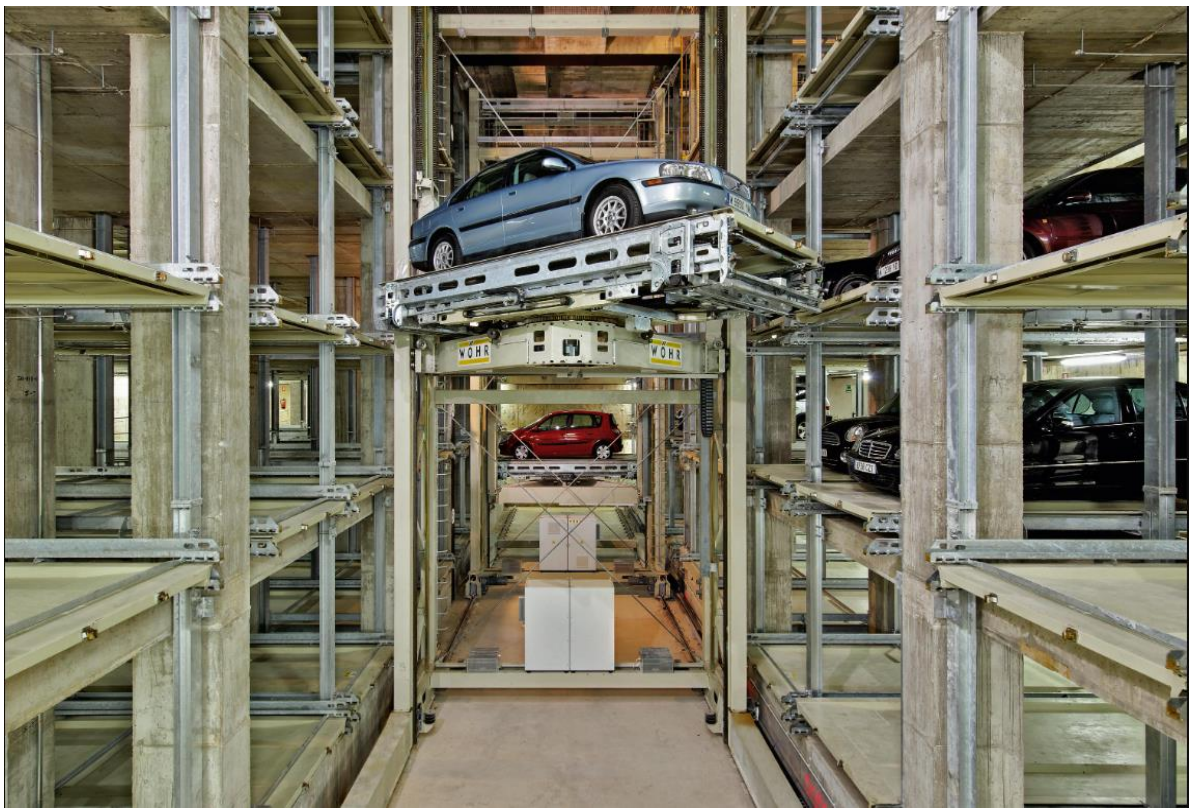
Niveaux de parking	Cote A pour voitures de 160 cm de hauteur avec 1 niveau de parking pour voitures de 200 cm de hauteur
2	476
3	669
4	862
5	1075
6	1268
7	1461
8	1654

Hauteur de voiture	Cote B	Cote C
160	193	213
200	233	253

Places de stationnement par niveau*	Largeur de palette 230 Largeur de trame 255 cm	Largeur de palette 220 Largeur de trame 245 cm
	Longueur D	Longueur D
12	1790	1730
14	2045	1975
16	2300	2220
18	2555	2465
20	2810	2710
22	3065	2956
24	3320	3200
26	3555	3445
28	3830	3690
30	4085	3935
32	4340	4180
34	4595	4425
36	4850	4670
38	5105	4915
40	5360	5160

* Le nombre de places de stationnement diminue selon le nombre et l'emplacement des zones de transfert




WÖHR
WÖHR

ملخـص:

التحديان الرئيسيان لهذا القرن هما مكافحة التلوث وزيادة استهلاك الطاقة. وحيث أن قطاع الإسكان هو القطاع الذي يستهلك معظم هذه الطاقات، فقد ظهرت عدة معايير جديدة لتلبية احتياجات الطاقة التي تشير إلى استهلاك الطاقات البديلة، مثل الطاقة الإيجابية للإسكان أو الاستهلاك المنخفض للطاقة.

نحن نبحث عن تصميم فعال يقلل من استهلاك الوقود الأحفوري، وهدفنا هو تحقيق تصميم فعال من حيث التكلفة وواسع الانتشار في القطاع الثالث ومعداتهم الجيدة بأنظمة تعتمد على الطاقات المتجددة.

الجزائر بلد ذو مساحة كبيرة، فهي تحتل موقعًا يخدم تطوير ونمو واستخدام وتوسيع الطاقة الشمسية والطاقة الكهروضوئية. وبالتالي، يتم تطبيقه على مشروع موقف السيارات متعدد الطوابق لدينا كتجربة أولية وتصميم يمكن أن يحقق كفاءة الطاقة من حيث الكفاءة والفعالية من حيث التكلفة، وقد كان بالفعل تجربة ناجحة وفعالة في مجال الطاقة الجزائرية.

كلمـات مفتاحيـة: طاقة متجددة -الوقود الحفري- الألواح الشمسية - طاقة شمسية - نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية - أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية.

Résumé:

Les deux principaux défis de ce siècle sont la lutte contre la pollution et l'augmentation de la consommation d'énergie. Le secteur de l'habitat étant le secteur le plus consommateur de ces énergies, plusieurs nouvelles normes ont vu le jour pour répondre aux besoins énergétiques qui renvoient à la consommation d'énergies alternatives, comme l'énergie positive pour l'habitat ou la basse consommation d'énergie.

Nous recherchons une conception efficace qui réduit la consommation d'énergies fossiles, et notre objectif est d'atteindre une conception rentable et généralisée dans le secteur tertiaire et leur bon équipement avec des systèmes basés sur les énergies renouvelables.

L'Algérie est un pays d'une grande superficie, elle occupe une position qui sert le développement, la croissance, l'utilisation et l'expansion de l'énergie solaire et photovoltaïque.

Ainsi, il est appliqué à notre projet de parking à plusieurs étages en tant qu'expérience et conception préliminaires pouvant atteindre l'efficacité énergétique en termes d'efficacité et de rentabilité, et il s'agit déjà d'une expérience réussie et efficace dans le domaine de l'énergie. Algérien.

Mots clés : Energie renouvelable, Energie fossile, Panneaux photovoltaïques, Energie solaire, Système solaire photovoltaïque, Système solaires thermique.

Summary:

The two main challenges of this century are the fight against pollution and the increase in energy consumption. As the housing sector is the sector that consumes the most of these energies, several new standards have emerged to meet energy needs that refer to the consumption of alternative energies, such as positive energy for housing or low energy consumption.

We are looking for an efficient design that reduces the consumption of fossil fuels, and our goal is to achieve a cost-effective and widespread design in the tertiary sector and their good equipment with systems based on renewable energies.

Algeria is a country with a large area, it occupies a position that serves the development, growth, use and expansion of solar and photovoltaic energy.

Thus, it is applied to our multi-storey parking lot project as a preliminary experiment and design that can achieve energy efficiency in terms of efficiency and cost-effectiveness, and it has already been a successful and efficient experiment in the energy field. Algerian.

Keywords: Renewable energy, fossil energy, photovoltaic panels, solar energy, Solar photovoltaic system, Solar thermal systems.