



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



Université Larbi Tébessa - Tébessa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master
en Architecture

Option : Architecture et Environnement

**L'utilisation d'énergie solaire en Algérie
problème d'actualité
«Cas d'étude, Tébessa»**

Elaboré par :

- SAADI Amina
- AKROUT Hichem

Encadre par :

Mr. MENSOURI Saddek

Année Universitaire 2015/2016

Remerciements

*Nous remercions Allah de nous avoir donné
la volonté et le courage et les moyens pour
achever ce travail.*

*Nous tenons tout particulièrement à
remercier Dr. MENSOURI Sadek.*

*Nous remercions mes professeurs qui ont
participé à notre formation tout au long du
cycle.*

*Aux membres du jury qui ont accepté
d'examiner ce travail.*

*A toutes nos familles et à tous nos amis qui
nous ont soutenus tout au long des années
de l'étude.*

*Et bien sur à tous ceux qui ont contribué de
près ou de loin à la réalisation et
l'accomplissement de ce travail.*

Introduction générale

Introduction générale :

Une construction est une organisation spatiale significative du comportement humain, au-delà de la satisfaction fonctionnelle des besoins et des activités, ce sont les données économiques, sociales et culturelles, elle est située dans un lieu géographique déterminé, support de l'architecture. Il s'agit de canaliser les caractéristiques climatiques, morphologiques et géologiques qui sont inclus dans le cadre du concept d'architecture bioclimatique.

L'architecture bioclimatique, l'art et le savoir-faire de tirer le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement, pour une architecture naturellement la plus confortable pour ses utilisateurs. Elle cherche un équilibre entre les conditions climatiques et l'habitat et le confort de l'occupant, Une étude approfondie du site et de son environnement permet d'adapter l'architecture, et permet d'en tirer le bénéfice des avantages et se prémunir des inconvénients et contraintes. Donc l'architecture bioclimatique vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du bioclimatique va donc du plaisir ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui en fait un élément fondamental de l'art de l'architecte. C'est-à-dire La conception bioclimatique a pour objectif principal d'obtenir des conditions de vie, confort d'ambiance, adéquate et agréable de manière la plus naturelle possible, mais avant tout en utilisant des moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles sur le site (énergie solaire, géothermique, éolienne, et plus rarement l'eau), et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et le moins d'énergies extérieures au site (généralement polluantes et non renouvelables), tel que les énergies fossiles ou l'électricité, produits et apportés de loin à grands frais.

L'énergie occupe une place centrale dans la vie de l'être humain et aussi dans les constructions et pour cette raison, l'énergie doit être gérée à travers les différents concepts écologiques qui représente aujourd'hui le moteur essentiel conduisant à la naissance des démarches environnementales et par la suite, des bâtiments autogérés. Donc L'efficacité énergétique est rapidement devenue l'un des grands enjeux de notre époque et les bâtiments en sont une des composantes majeures. Ils consomment plus d'énergie que tout autre secteur et contribuent donc dans une large mesure au changement climatique.

D'un côté, la demande mondiale d'énergie primaire a augmenté rapidement en raison de l'augmentation de la population et l'industrialisation, plus d'un tiers de la demande énergétique dans le monde est utilisée dans le secteur résidentiel. Et d'un autre côté l'Algérie est un pays qui jouit d'une position relativement enviable en matière énergétique. Les réserves en hydrocarbures dont il

dispose et les niveaux actuels de consommation nécessaires à la couverture de ses besoins propres lui permettent de rester serein pour quelques temps encore.

Dans l'immédiat, le problème énergétique de l'Algérie est un problème qui se pose en terme de stratégie de valorisation de ces ressources pour les besoins du développement du pays, de choix d'une véritable politique énergétique à long terme et de définition immédiate d'un modèle cohérent de consommation énergétique couvrant le court et le moyen terme, Outre la nécessaire diversification énergétique qui vise essentiellement une rapide intégration des énergies renouvelables (solaire photovoltaïque et thermique, éolienne, géothermique, biomasse) dont dispose en abondance l'Algérie, et tout ça s'intègre en terme de bâtiment basse consommation.

Problématique :

La conception énergétique est la synthèse entre la démarche architecturale classique et la démarche énergétique, C'est-à-dire une maison à basse consommation d'énergie est une maison dont les choix de construction (orientation du bâtiment, matériaux et types d'énergies utilisés) permettent de limiter la consommation énergétique, et aussi une maison qui eu une relation avec l'extérieur sa veut dire que l'intérieur de la maison intégrer avec son enveloppe (environnement, climat) dont le but de réduire la consommation d'énergie (consommation responsables). Donc les maisons à basse consommation d'énergie permettent d'optimiser la consommation d'énergie par l'ensemble des techniques de venir, pour améliorer le confort et la sécurité de la maison...etc.

Les maisons à basse consommation d'énergie ne relie pas avec son orientation et sa forme, elle relie aussi avec des nouvelles techniques et des nouveaux matériaux durables et elle basée aussi sur l'utilisation d'énergie de type renouvelable comme l'énergie solaire pour minimiser la consommation de l'énergie fossile et polluante et construire une maison saine et confortable.

L'Algérie est un pays très vaste qui possède un climat très diversifié. L'Algérie peut devenir une bonne concurrente dans la course de recours aux énergies renouvelables. En effet, concernant l'énergie solaire, l'Algérie bénéficie d'un taux considérable d'ensoleillement par an. Donc l'Algérie peut bénéficier de cette richesse pour avoir une nouvelle tendance et des nouvelles techniques qui permettent d'améliorer l'état de confort et minimise l'augmentation de la consommation d'énergie fossiles.

Afin d'atteindre la performance énergétique et réduire sa consommation et finalement pour avoir une maison durable pensée à la consommation responsable et obtenir une efficacité économique et sociale, cette situation nous à soulever les questions de recherche suivantes :

Question 1 : Pourquoi l'utilisation de L'énergie provenant de sources d'énergie renouvelables telles que le solaire reste timoré, malgré les études et les recherches qui ont été en mesure de prouver leur efficacité, Et encore il est basé sur l'énergie produite à partir de sources non – renouvelables (fossiles) ?

Question 2 : Pouvons – nous obtenir un design de construction qui répond aux aspirations et aux attentes des utilisateurs, et appelle à la préservation de notre environnement en intégrant les systèmes solaires et quel sera son impact sur le comportement de lecture architecturale et de l'énergie ? Et Quelles sont les nouvelles techniques pour obtenir une maison saine et confortable ?

Les hypothèses :

Pour répondre aux questions soulevées dans notre recherche, nous avons construit une série des hypothèses, **le plus importants :**

- Le coût d'investissement d'une installation solaire photovoltaïque est relativement élevé.
- Le manque de formation des concepteurs et de main d'œuvre spécifique pour intégrer les systèmes et les techniques solaires dans le secteur de bâtiment.
- L'utilisation de systèmes solaires thermiques et photovoltaïques est très limitée en raison de la négligence des autorités et des groupes d'intérêt public, et même des individus, de son importance dans la performance énergétique des bâtiments.
- Développer des composants industriels en rupture : un objectif technique (construire des usines des panneaux solaires en partenariat).

❖ L'utilisation de technologies différentes :

1. Production du chauffage :

- Le chauffage à eau solaire.
- Panneau solaire thermique.

2. Atteindre des objectifs de Réglementation thermique :

- L'isolation thermique.
- L'étanchéité à l'air.
- Le confort d'été.
- L'absence de ponts thermiques.

3. Production de l'énergie électrique :

- Les panneaux photovoltaïques

Les objectifs :

- Réduire massivement la consommation énergétique globale, sans pour autant diminuer le confort, tout en recourant le plus possible aux sources d'énergie renouvelables.
- Améliorer la performance énergétique d'un bâtiment ainsi que la réduction de leur impact négative sur l'environnement.
- Maîtriser de notion d'énergétique et d'autosuffisance liée au climat local exige de présenter l'ensemble des techniques méthodes ainsi que des solutions et les pistes de réflexion qui s'articule autour de cette problématique.
- Optimiser le confort thermique, hiver comme été, et de réduire les besoins en chauffage et climatisation.
- Faire des maisons des petites unités d'économie d'énergie et de production énergétique à l'aide des panneaux solaires, et maîtriser sa consommation en optimisant le fonctionnement des équipements domestiques (lampes à basse consommation, etc...).
- Faire ressortir une conception innovatrice architecturale et technologique par l'utilisation des panneaux photovoltaïques, devrait faire partie de la stratégie d'énergie globale pour le bâtiment.
- Concevoir et expérimenter de nouveaux concepts pour les bâtiments neufs et pourquoi pas l'existants.

Méthodologie de recherche :

Dans nos axes de recherches, Nous expliquons l'approche choisie consistant en trois chapitres.

Les deux premiers chapitres spécifient dans le cadre théorique de notre recherche et le troisième chapitre est considéré comme cas d'étude.

Dans le premier chapitre, nous avons consacré notre axe de recherches sur l'étude d'énergie et leurs deux principales formes que ce soit renouvelable ou non renouvelable, et son utilisations, et ses avantages et ses inconvénients.

Dans le deuxième chapitre, nous avons concrétises notre recherche spécifiquement sur l'énergie solaire, et ses avantages et leurs techniques modernes utilisés.

Et en dernier chapitre, qui est dévoué sur une étude comparative entre cité alimentée par SONEGAS et une proposition alimentée par l'énergie solaire, et des généralités sur le logiciel de

simulation l'Ecotect. Cette comparaison nous permettra de porter un jugement sur l'utilisation d'énergie solaire en Algérie et leurs différentes modernes techniques utilisées.

Partie I :

Partie

théorique

Chapitre I :

Les types d'énergie

1. Les énergies :

1.1.Introduction :

Depuis long temps, l'humanité a cherché à apprivoiser l'énergie, il a toujours eu des besoins croissants en énergie. De la maîtrise du feu pour se chauffer et cuire leurs aliments à celle de l'électricité... A tel point qu'aujourd'hui, notre société ne saurait plus se passer de la seconde, devenue un élément indispensable à notre confort personnel, et surtout au développement de l'Humanité, et l'eau sert à irriguer (arroser) les cultures, le vent à naviguer et les animaux à transporter du matériel. Dans un passé proche, la demande énergétique, constamment croissante, a poussé les hommes à développer de nouveaux moyens de «production» d'énergie, toujours plus efficaces, sans s'inquiéter outre mesure de leur impact environnemental et sanitaire. Actuellement, à l'échelle mondiale, l'énergie que nous utilisons quotidiennement provient majoritairement des combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon), qui présentent l'avantage d'être facilement utilisables et restés longtemps bon marché.

Aujourd'hui les progrès techniques permettent de maîtriser de nombreuses sources d'énergie, afin de pouvoir répondre aux nombreuses demandes de la population mondiale, qui elle, augmente de jours en jours. Ces demandes énergétiques concernent les transports, le chauffage, ainsi que l'utilisation du téléphone ou même de la télévision. Cette utilisation de l'énergie a permis une amélioration du niveau de vie des populations des pays développés.

1.2.Historique :

L'homme a toujours cherché à percer les secrets de l'énergie pour en tirer le meilleur profit pour les tâches de la vie quotidienne : se chauffer, s'éclairer, se déplacer....etc.

- Préhistoire - le feu : dès l'âge de la pierre, l'homme domestique le feu. En brûlant, le bois libère son énergie sous forme de chaleur et de lumière.
- 3500 à 700 avant J -C - La force du vent : déjà utilisée par les bateaux à voiles, elle fut utilisée comme source d'énergie mécanique vers le VII^e siècle grâce aux moulins à vent (une énergie mécanique permet d'actionner une machine).
- 600 avant J -C - La force de l'eau : l'homme a exploité cette énergie en construisant des roues à aubes. Ces installations lui servaient pour l'irrigation ou à produire une énergie mécanique, afin de moulinier le grain par exemple.
- XIX^e Siècle - La vapeur : l'homme a réussi à transformer la chaleur en énergie mécanique grâce à la machine à vapeur. Le bois et le charbon servent de combustible pour chauffer de l'eau. La vapeur obtenue déclenche un mécanisme qui développe une force 20 à 30 fois supérieure à celle du vent, de l'eau ou de la traction animale.

- L'électricité : l'invention de la dynamo ouvre la voie à la production électrique. L'électricité offre à l'homme la possibilité de transporter facilement l'énergie alors qu'auparavant, l'énergie était consommée sur le lieu de production.
- Energie fossile : les découvertes de la machine à vapeur et de l'électricité ont conduit à la révolution industrielle. Les besoins en énergie sont devenus extrêmement importants : Le charbon a rapidement remplacé le bois. Au XX^e siècle, la diversification des énergies se poursuit : le pétrole s'impose Alors.
- Energie nucléaire : l'énergie d'un noyau peut être utilisée pour produire de l'électricité. La première centrale nucléaire est construite en 1955.
- Depuis 1974 : 2 chocs pétroliers (1973/74 et 1981/82) ont fait prendre conscience aux grandes nations que l'énergie nous était indispensable. Les scientifiques ont constaté un réchauffement du climat qui entraîne des modifications dans les milieux physique (la vie animale et végétale présentent quelque symptôme inquiétant).
- Aujourd'hui, les choix énergétique se tournent vers une plus grande diversification des sources utilisées, ainsi que vers l'exploitation d'énergie non polluantes et inépuisable : les énergies renouvelables, déjà utilisés à l'aube de la civilisation humaine.¹

1.3.Définitions :

* «Le mot énergie est d'origine latine " energia " qui veut dire "force en action ", ou bien" puissance physique qui permet d'agir et de réagir» ².

* «L'énergie est généralement définie comme la capacité d'un système à réaliser un travail. La quantité d'énergie que possède un système représente la quantité de travail qu'il peut réaliser».³

* « L'énergie est définie en physique comme la capacité d'un système à produire un travail, entraînant un mouvement ou produisant par exemple de la lumière, de la chaleur ou de l'électricité. C'est une grandeur physique qui caractérise l'état d'un système et qui est d'une manière globale conservée au cours des transformations. L'énergie s'exprime en joules (dans le système international d'unités) ou souvent en kilowatts-heures (kWh ou kWh) ».⁴

¹. Selon le livre livret pédagogique, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie Page 5.

². Selon Larousse

³. La Commission Européenne, intelligent énergie "Efficacités Energétique dans le secteur industriel" manuel de L'élève Edition, FR 1.0 - Octobre 2010, p.7.

⁴. Selon la physique.

1.4. Le rôle :

L'énergie joue un rôle clé dans la réponse l'énergie est un paramètre essentiel comme la nourriture, l'eau courante, la chaleur, l'éclairage et le transport. Sans énergie, les soins de santé, l'éducation et la communication pataugent péniblement.⁵

1.5. Les caractéristiques :

- **Le coût** : il doit prendre en compte le coût d'acquisition, d'installation, d'utilisation et de recyclage.
- **L'autonomie** : durée, ou distance, d'utilisation d'un objet sans recourir à une source d'énergie extérieure. Un système est autonome lorsqu'il dispose d'une source d'énergie embarquée.
- **L'encombrement** : c'est la surface ou le volume occupé. Le poids est une caractéristique importante pour les systèmes autonomes.
- **Le confort** : c'est une caractéristique subjective car elle est liée à la perception de chacun. Néanmoins constance, fiabilité et sécurité du service rendu sont incontournables.
- **Les performances** : consommation, puissance, durée de vie ainsi que rapport qualité/prix caractérisent les performances attendues par l'utilisateur.
- **L'impact sur l'environnement** : le caractère irréversible et les conséquences des différentes pollutions doivent être prise en compte pour privilégier certaines sources d'énergie.
- **La disponibilité** : représente la capacité à disposer d'une énergie⁶.

2. Les formes :

On distingue deux formes d'énergie : les énergies non renouvelables et les énergies renouvelables.

2.1. Les énergies non renouvelables :

2.1.1. Définitions :

* «Énergie non renouvelable désigne une source d'énergie qui se dégrade dans le processus de production et d'utilisation et qui ne se régénère pas, ne se renouvelle pas, ou qui se régénère ou se renouvelle selon un cycle relativement lent à l'échelle humaine».⁷

2.1.2. Les types :

A. Les énergies fossiles :

a. Définition :

*« Les énergies fossiles font partie des énergies non renouvelables (qui regroupent également les énergies dites fissiles). Les principales sources d'énergies fossiles sont le charbon, le

⁵. Selon GVEP international, Global village energy partnership: Accelerating access to energy.

⁶. Selon l'académie bordeaux technologie connaissance énergie 32.

⁷. Selon le dictionnaire de l'environnement.

pétrole et le gaz naturel Ces ressources sont dites conventionnelles, par opposition aux combustibles fossiles dits non conventionnels, qui, eux, ne se présentent pas sous leur forme courante et qui sont présents dans des gisements difficiles d'accès (gaz de schiste, sables bitumineux, schistes bitumineux, etc.). Elles sont présentées en quantité limitée et ne sont pas renouvelables à l'échelle de temps humaine (leur formation nécessite des dizaines de millions d'années). Leur consommation intensive soulève deux problèmes majeurs pour les sociétés du XXI^e s: une crise énergétique liée à l'épuisement des gisements, et une crise climatique liée au dégagement excessif de gaz à effet de serre produits par leur combustion. »⁸.

b. Historique :

Au cours des XX^e siècles et XXI^e siècle, l'utilisation des combustibles fossiles a permis le développement industriel à grande échelle de certaines régions du monde. L'énergie fossile a remplacé l'énergie des moulins à eau et l'énergie thermique produite par la combustion du bois. Les combustibles fossiles ont également permis un développement sans précédent de l'automobile et de l'avion, et donc du transport routier et du transport aérien ⁹.

c. L'impact de l'énergie fossile sur l'environnement :

La combustion des produits fossiles dégage d'importante quantité de CO₂ dans l'atmosphère, responsable du réchauffement climatique. Les marées noires provoquent d'importants dégâts sur les côtes. L'extraction du charbon a provoqué de nombreux morts par accidents ou maladies¹⁰.

d. Les ressources d'énergie fossile :

Les énergies fossiles se présentent sous trois formes : le pétrole, le gaz naturel et le charbon. Elles sont utilisées comme carburants et comme combustibles, principalement pour le transport, le chauffage et la production d'électricité.¹¹

❖ **Le pétrole :**

▪ **Historique :**

Découvert au XIX^e siècle en Pennsylvanie, utilisé dès l'antiquité (calfatage).

- Moyen Age pour s'éclairer (lampes à pétrole).
- 20^e siècle : Utilisation industrielle.
- 1910-1970 : Grande découverte de gisements.
- Carburant et produits dérivés (plastiques).¹²

⁸. Selon Larousse

⁹. Selon Le CEDER (Centre pour l'Environnement et le Développement des Énergies Renouvelables).

¹⁰. Selon l'académie bordeaux technologie connaissance énergie 32, page 2.

¹¹. Selon les explorateurs d'énergie page 1.

- **Définition :**

*«Huile minérale naturelle, de couleur très foncée, d'une densité variant de 0,8 à 0,95, composée essentiellement d'hydrocarbures paraffiniques, naphthéniques et aromatiques. (On dit aussi pétrole brut et, dans les opérations d'exploration et de production, huile.)».¹³

*« Le pétrole est une huile minérale résultant d'un mélange d'hydrocarbures et de divers composés organiques. Exploité par les Hommes, le pétrole est une énergie fossile».¹⁴

*«Le pétrole, du latin *petra* pierre et *oleum* huile (soit " huile de pierre "), est une roche liquide carbonée, ou huile minérale. Énergie fossile, son exploitation est l'un des piliers de l'économie industrielle contemporaine, car il fournit la quasi totalité des carburants liquides. Le pétrole est aussi souvent appelé or noir en référence à sa couleur et à son coût élevé»¹⁵ .

- **Composition :**

Les hydrocarbures extraits du pétrole brut sont composés d'atomes de carbone et hydrogène. Chaque hydrocarbure possède dans ses molécules un nombre d'atomes qui le déterminent : le méthane (CH₄), le butane (C₄H₁₀), le propane (C₃H₈)... l'essence est un mélange d'hydrocarbure¹⁶.

On peut voir les principaux constituants du pétrole dans ce tableau n°1 et figure n°1.

Tableau n ° 1 : les principaux constituants du pétrole.	
Elément chimique	% massique
C	80 à 87
H	10 à 14
N	0 à 1
S	0.2 à 5
O	0 à 1
Source : livre valeur environnementale d'énergie p60.	

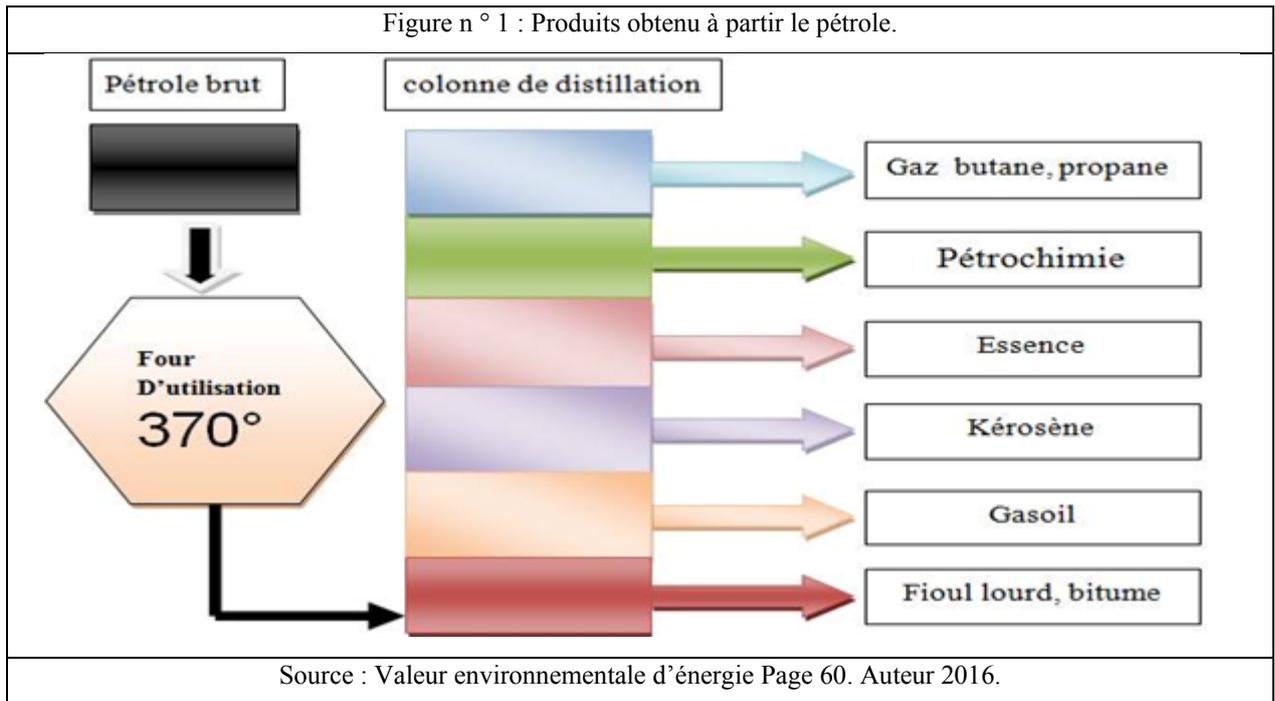
¹². Selon Sougniez. - En Fossiles.

¹³. Selon dictionnaire Larousse.

¹⁴. Selon Futura-Sciences

¹⁵. Idem.

¹⁶. Selon le livre : Valeur environnementale d'énergie Page 60



- **Ses utilisations :**

Pétrole est la première source d'énergie dans le monde qui permet de satisfaire 32 % des besoins énergétiques. Il est la source d'énergie la plus utilisée dans les transports et la pétrochimie, mais ne représente que 4,6 % de l'électricité mondiale.¹⁷

- **Avantage :**

- Le pétrole offre une grande densité énergétique (c'est-à-dire beaucoup de puissance pour peu de volume).
- Le pétrole permet de fabriquer une foule de produits dérivés.

- **Incontinents :**

- Émissions de grandes quantités de gaz à effet de serre par le biais de sa combustion, ce qui contribue à accentuer le réchauffement de la planète et pollue grandement l'environnement.
- Les réserves de pétrole sont très limitées et leur localisation est concentrée.
- Le prix du baril de pétrole est soumis à des fluctuations imprévisibles.

¹⁷. Selon Energie-les énergies fossiles, Suzanna Malkoun, Jawad Korkomaz, Henri Georges, page 1

- **Les différents types de pétrole :**

- ✚ **Le pétrole conventionnel et non conventionnel :**

Le caractère « non-conventionnel » ne distingue pas le processus de formation du pétrole, mais la composition de la roche dans laquelle il se trouve et par là, les techniques employées pour son extraction. Il en est de même pour le gaz.

- ✚ **Dans le cas du pétrole conventionnel :**

Les hydrocarbures formés au niveau de la roche-mère migrent vers une roche poreuse et perméable (appelée réservoir). Ils s'y accumulent et forment des gisements dont l'exploitation se fait par simple forage.

- ✚ **Pour le pétrole non-conventionnel :**

Les hydrocarbures restent dispersés dans les couches peu poreuses et peu perméables du bassin sédimentaire. Ils peuvent même être piégés dans la roche-mère (schistes bitumeux et pétroles de schiste). Dans d'autres cas (sables bitumeux et pétroles lourds), les caractéristiques physiques du pétrole, très visqueux voire solide, ne permettent pas une exploitation classique. Les techniques d'extraction du pétrole non conventionnel s'avèrent plus complexes, en ayant recours notamment à la fracturation hydraulique¹⁸.

- ✚ **Les pétroles lourds et les sables bitumeux :**

Le pétrole lourd et extra-lourd peut être défini comme un pétrole non récupérable à l'état naturel au moyen d'un puits et de méthodes de production conventionnelles. On peut le définir comme du pétrole qui ne s'écoule pas ou ne peut être pompé sans être chauffé ou dilué par des produits chimiques.

Un sable bitumineux (ou bitumeux) est un mélange de bitume brut, qui est une forme semi-solide de pétrole brut, de sable, d'argile minérale et d'eau. En d'autres mots, c'est un sable enrobé d'une couche d'eau sur laquelle se dépose la pellicule de bitume. Plus la pellicule de bitume est épaisse, meilleurs sont les sables bitumineux en termes de quantité de pétrole extractible. Après extraction et transformation des sables bitumineux, on obtient le bitume, qui est un mélange d'hydrocarbures sous forme solide, ou liquide dense, épais et visqueux¹⁹.

- ❖ **Le gaz naturel :**

- **Historique :**

- Utilisation ancienne en Chine : Les Chinois ont commencé à utiliser du gaz naturel comme combustible et source d'éclairage au ive siècle av. J-C.

¹⁸. CONNAISSANCE des ENERGIES.

¹⁹. stopaugazdeschiste07.org, PÉTROLES (HUILES) LOURDS ET EXTRA-LOURDS.

- En Europe : En 1776, Alessandro Volta découvre le méthane en s'intéressant au "gaz des marais" (l'ancien nom du méthane).

- Les États- Unis et la Russie, suivis de très loin par l'Iran, sont les trois plus grands pays consommateurs de gaz naturel au monde²⁰.

- **Définition :**

*«Le gaz naturel est un combustible fossile constitué d'un mélange d'hydrocarbures gazeux, dont le méthane (CH₄) est l'un des principaux composants. Formé par la transformation d'organismes morts il y a des millions d'années, le gaz naturel se trouve dans divers réservoirs souterrains, parfois associé à du pétrole»²¹.

*«Le gaz naturel est un hydrocarbure d'origine organique. En fait, c'est un mélange d'hydrocarbures accompagnés ou non de substance azotés ou sulfurées. Les différents constituants sont donc : méthane : CH₄, propane : C₃H₈, butane : C₄H₁₀, des traces d'autres hydrocarbures, azotes : N₂, dioxyde de carbone : CO₂»²².

*«Le constituant principal, à hauteur de 80 à 90% est le méthane. La composition chimique du gaz naturel varie sensiblement d'un gisement à l'autre. Le gaz naturel est normalement inodore, mais, avant d'être distribué, il est odorisé, pour des raisons de sécurité, par l'adjonction d'un produit chimique : tétrahydrothiophène (T .H. T) »²³.

- **Ses utilisations :**

Le gaz naturel est la troisième source d'énergie la plus utilisée dans le monde (après le pétrole et le charbon) principalement dans la production de chaleur (pour la cuisson et pour chauffer les maisons et produire de l'électricité que pour alimenter les voitures ou pour les besoins industriels (fabrication de matériaux, de fertilisants, etc.)).Et dans le secteur industriel (pétrochimie et raffinage), dans les transports (pour les véhicules GNV...).

- **Avantage :**

- Le rendement énergétique du gaz naturel est supérieur à celui du pétrole et du charbon.

- Les émissions polluantes générées (soufre, particules, métaux lourds, etc.)sont inférieures à celles du pétrole et du charbon, ainsi que moins de carbone ce qui fait que sa combustion dégage moins de CO₂ que les produits pétroliers.

²⁰. Selon sougnez. - En Fossiles.

²¹. Selon le Futura-Sciences .

²². Selon le livre environnementale de l'énergie p : 73

²³. Idem.

- Son coût peu élevé²⁴.
- **Inconvénients :**
 - Émissions de grandes quantités de gaz à effet de serre, ce qui contribue à accentuer le réchauffement de la planète.
 - Le gaz naturel est difficilement transportable.
 - Les coûts de production et de transformation de la ressource sont élevés.
 - Les accidents impliquant les canalisations peuvent avoir des conséquences désastreuses pour les humains et l'environnement (ex. : explosions et diffusion massive de gaz dans l'air...).
 - Risque d'intoxication au monoxyde de carbone pour les consommateurs si la chaudière au gaz n'est pas entretenue.
 - Risque d'explosion et d'incendie si les consignes de sécurité ne sont pas respectées²⁵.

- **Les différents types de gaz :**

Il existe plusieurs formes de *gaz naturel*, se distinguant par leur origine, leur composition et le type de réservoirs dans lesquels ils se trouvent.

- **Gaz conventionnel non associé :**

C'est la forme la plus exploitée de gaz naturel. Il est présent sous la couche terrestre, dans les gisements de pétrole. Ce type de gaz alimente le marché international du gaz naturel et ses réseaux de transport par gazoducs et méthaniers.

- **Gaz associé :**

Il s'agit de gaz présent en solution dans le pétrole. Il est séparé lors de l'extraction de ce dernier. Pendant longtemps, il était considéré comme un déchet et détruit en torchère, ce qui constitue un gaspillage de ressources énergétiques non renouvelables et une pollution inutile.

- **Gaz biogénique :**

Le gaz biogénique est issu de la fermentation par des bactéries de sédiments organiques. À l'instar de la tourbe, c'est un combustible fossile mais dont le cycle est relativement rapide. Les gisements biogéniques sont en général petits et situés à faible profondeur. Ils représentent environ 20 % des réserves connues de gaz conventionnel. Le gaz biogénique a moins de valeur par mètre cube que le gaz thermogénique, car il contient une part non négligeable de gaz

²⁴. Selon énergie conventionnelles Réseau-In-Terre-Actif.

²⁵. Idem.

non combustibles (notamment du dioxyde de carbone) et ne fournit pas d'hydrocarbures plus lourds que le méthane.

✚ **Gaz de charbon :**

Le charbon contient naturellement du méthane et du dioxyde de carbone dans ses pores. Historiquement, ce gaz a surtout été connu pour la menace mortelle qu'il présente sur la sécurité des mineurs – il est alors resté dans la mémoire collective sous le nom de grisou.

✚ **Gaz de schiste :**

Certains schistes contiennent aussi du méthane piégé dans leurs fissurations. Ce gaz est formé par la dégradation du kérogène présent dans le schiste, mais, comme pour le gaz de charbon, il existe deux grandes différences par rapport aux réserves de gaz conventionnel. La première est que le schiste est à la fois la roche source du gaz et son réservoir. La seconde est que l'accumulation n'est pas discrète (beaucoup de gaz réuni en une zone restreinte) mais continue (le gaz est présent en faible concentration dans un énorme volume de roche), ce qui exige une technique spécifique.

✚ **Hydrate :**

Les hydrates de méthane sont des structures solides contenant du méthane prisonnier. Ils sont issus de l'accumulation relativement récente de glace contenant des déchets organiques, la dégradation est biogénique. On trouve ces hydrates dans le pergélisol ou sur le plancher océanique. Le volume de gaz existant sous cette forme est inconnu, variant de plusieurs ordres de grandeur selon les études. Aucune technologie rentable ne permet actuellement d'exploiter ces ressources²⁶.

❖ **Charbon :**

▪ **Historique :**

- Le charbon (houille) : utilisé en Chine (Marco Polo - 1291).
- Révolution industrielle (19èS) en Angleterre (machine à vapeur) →

Locomotion.

- Exploitation des mines de charbon à partir de cette époque²⁷.

▪ **Définition :**

*«Le charbon est un terme générique qui désigne des roches sédimentaires d'origine biochimique et riches en carbone».²⁸

▪ **Ses utilisations :**

De nos jours, le charbon est utilisé :

²⁶. Economie et fourniture-Gaz.

²⁷. Selon sougnez. - En Fossiles.

²⁸. Selon le Futura-Sciences.

- Pour obtenir un substitut au gaz naturel, GNS (gaz naturel de synthèse) : c'est la combustion directe du charbon dans la veine qui produit le GNS.
- Pour produire du méthane CH₄ : il est produit naturellement dans les veines par dégazage du charbon.
- En métallurgie du fer et de l'acier (utilisation du coke pour l'obtention de fonte par exemple).
- Et pour fabriquer des carburants et des fluides susceptibles d'être brûlés dans les chaudières (centrales thermiques par exemple) ou transformés par la chimie (vernis, savon, plastiques, solvants, tergal, explosifs, parfums, colorants, caoutchouc, cosmétique, lubrifiants, désinfectants, teintures, photographie, insecticides, goudrons, enduits, pharmacie ...) ²⁹.

▪ **Catégories :**

Le terme de charbon regroupe trois catégories de combustibles solide :

«La tourbe : formé au quaternaire, elle est extraite des marais et contient peu de carbone. Elle est utilisée localement même si c'est un mauvais combustible.

Le lignite : formé au tertiaire, de combustible a un faible rendement mais est largement utilisé.

La houille : formé au primaire, c'est la variété de charbon la plus ancienne .Elle contient plus de carbone que le lignite .L'anthracite en est une forme plus dure et à la cassure brillante» ³⁰.

On peut voir Les principaux constituants du charbon sont présentés dans le tableau 2.

Tableau n° 2 : Les principaux constituants du charbon.	
Substance	Pourcentage massique [%]
Substance carbonées	70 à 90
Eau	0 à 7
Azote	1 à 2
Soufre	0.5 à 0.25
Autres matières inorganique (dont des éléments en traces)	5 à 20
Source : Livre valeur environnementale de l'énergie.	

²⁹. Selon Fondation la main à la pate-les énergies fossiles, Auteurs : David Wilgenbus.

³⁰. Selon le Livre valeur environnementale de l'énergie p 61, 62.

- **Avantage :**
 - Les réserves mondiales de charbon sont plus abondantes que celles de gaz naturel et de pétrole.
 - Les gisements de charbon sont plutôt également répartis sur la planète.
 - Le prix du charbon est relativement stable depuis les dernières décennies³¹.
- **Inconvénients :**
 - Le charbon est considéré comme étant le moins « propre » des combustibles fossiles puisqu'il contribue à la pollution de l'air et aux pluies acides par ses cendres et les gaz qui en découlent.
 - Émissions de grandes quantités de gaz à effet de serre par le biais de sa combustion, ce qui contribue à accentuer le réchauffement de la planète.
 - Niveau de risque élevé lors de l'extraction (effondrement des mines, atteinte aux paysages et à l'environnement, émanations toxiques pour les mineurs...) ³².

B. Les énergies nucléaires :

a. Définition :

*«Énergie produite par les réacteurs des centrales nucléaires au sein desquels une réaction en chaîne (fission nucléaire avec l'uranium comme combustible) est contrôlée »³³.

b. Impact d'énergie nucléaire sur l'environnement :

L'exploitation des centrales nucléaires exigent de très grandes précautions. En cas d'accident majeur entraînant des rejets dans la nature, la dépollution du site est extrêmement compliquée voire impossible. L'air, l'eau et le sol sont irréversiblement contaminés à l'échelle humaine. Le transport, le traitement et le stockage des déchets sont très contraignants en raison de leur dangerosité et de leur durée de vie. Tout environnement impacté par un accident nucléaire est impropre à la vie humaine³⁴.

c. Avantage :

- Électricité produite à des coûts très compétitifs.
- L'énergie générée possède une très grande puissance.
- Aucun rejet de gaz à effet de serre.³⁵

³¹. Selon énergie conventionnelles Réseau-In-Terre-Actif.

³². Idem .

³³. Selon le dictionnaire d'environnement

³⁴. Académie Bordeaux technologie fiche connaissance-Energie, page 2

³⁵. Selon énergie conventionnelles Réseau-In-Terre-Actif.

d. Inconvénients :

- Les rejets radioactifs produits par le nucléaire sont très nocifs pour la santé des humains (malformations, maladies, décès...) et l'environnement (contamination). Les coûts sociaux d'accidents nucléaires peuvent donc être très coûteux, on n'a qu'à penser à la catastrophe de la centrale nucléaire de Tchernobyl en 1986.
- Près du 2/3 de l'énergie électrique produite en centrale nucléaire est perdue sous forme de chaleur.
- Coûts de production assez élevés.
- Utilisation désastreuse dans le secteur militaire (ex. : bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki au Japon, lors de la Deuxième Guerre mondiale).³⁶

2.2. Les énergies renouvelables :**2.2.1. Définitions :**

*«Une énergie renouvelable, ou EnR en abrégé, est une source d'énergie qui se constitue ou se reconstitue plus rapidement qu'elle n'est utilisée. Ainsi, l'énergie solaire est inépuisable à l'échelle des temps humains, de même que les énergies qui en dérivent : l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique (cycle de l'eau), la biomasse produite par photosynthèse et une partie des énergies marines. Il en est de même pour l'énergie due à la gravité (énergie marémotrice) ou à la géodynamique interne (énergie géothermique). En revanche, des sources d'énergie dont le renouvellement est infiniment plus lent que leur consommation, comme le pétrole, ne sont pas renouvelable».³⁷

*«L'énergie renouvelable désigne les énergies les plus anciennement utilisées par l'humanité. Les énergies renouvelables sont essentiellement tirées des éléments (terre, eau, air et feu) et du soleil. On désigne aujourd'hui par énergies renouvelables un ensemble de filières diversifiées dont la mise en œuvre n'entraîne en aucune façon l'extinction de la ressource initiale : vent : éolienne, houlomotrice, soleil : thermique, photovoltaïque, thermodynamique, chaleur terrestre: géothermie, eau : hydroélectrique, marémotrice, biodégradation : biomasse, biocarburant.

Les énergies renouvelables sont ainsi multiples et fondamentalement diverses par leurs mécanismes physiques, chimiques ou biologiques».³⁸

*«Une source d'énergie est renouvelable si sa valorisation actuelle ne limite pas la disponibilité future, ou en d'autres termes dont la capacité de renouvellement est supérieure à son niveau d'exploitation. L' énergie renouvelable est produite à l'aide de ressources renouvelables qui

³⁶. Selon énergie conventionnelles Réseau-In-Terre-Actif.

³⁷. Selon Futura-Sciences

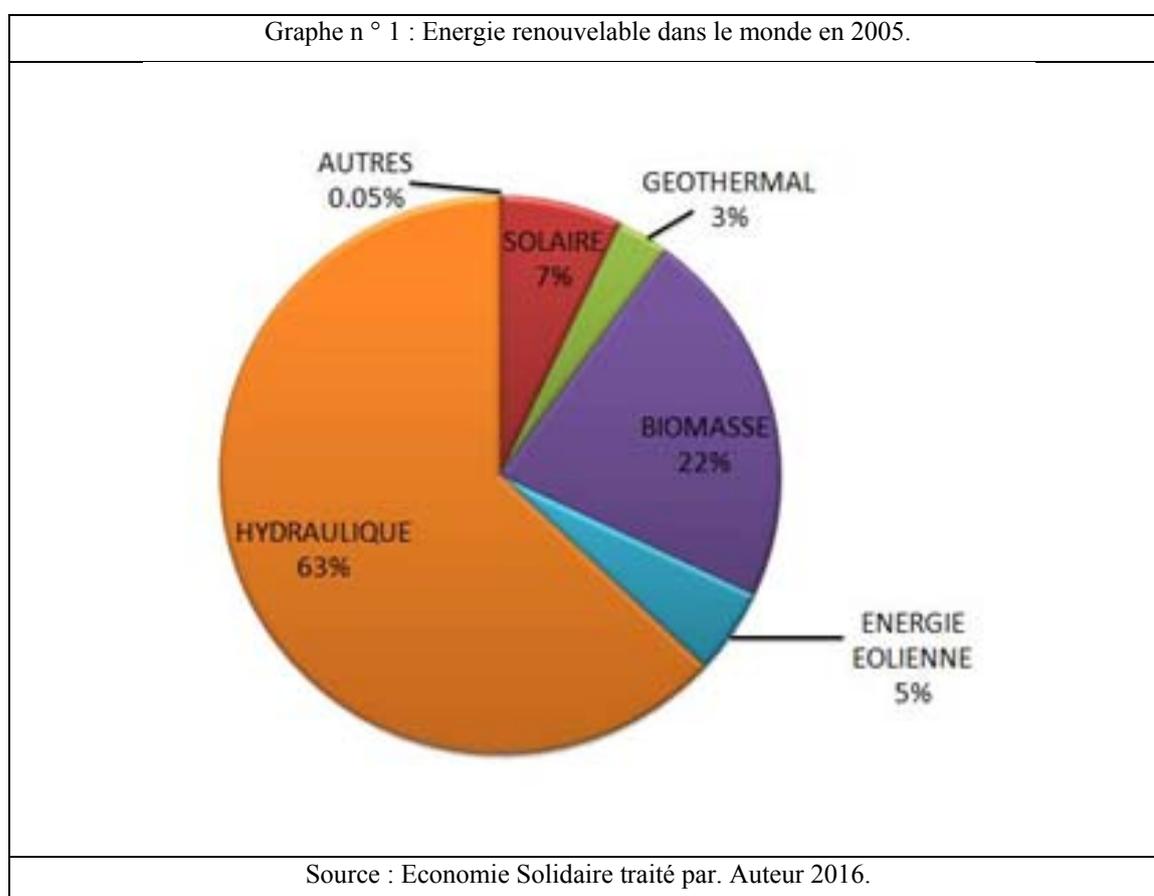
³⁸. Selon le dictionnaire de l'environnement.

peuvent être "tirées" du soleil, du vent, de l'eau, de la chaleur du sous-sol, leur avantage principal en utilisations ne polluent pas l'atmosphère et ne produisent pas de gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone et les oxydes d'azote qui sont responsables du réchauffement de la terre. Une agence internationale des énergies renouvelables (IRENA) a été créée le 26 janvier 2009 siégeant à Abou Dhabi dont sa mission est la promotion des énergies renouvelables à l'échelle mondiale»³⁹.

2.2.2. Les types des énergies renouvelables :

Il existe cinq grands types d'énergies renouvelables : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique, la biomasse et la géothermie.

On peut voir figure n° 2 : Energie renouvelable dans le monde en 2005.



A. Energie hydraulique :

a. Historique :

L'apparition des premières roues hydrauliques fût en 2000 ans avant J-C par les Egyptiens et le premier moulin à eau fût aux alentours de l'an 24 avant J-C par plusieurs ingénieurs grecs. L'un deux, le géographe Strabon inventa une roue qui utilisait l'énergie hydraulique. La

³⁹. Selon «Agence internationale de l'énergie renouvelable,» 23 Avril 2010. [En ligne]. Available.

principale fonction de ces moulins était d'actionner des marteaux ou des soufflets dans les forges ou bien encore de tourner des meules pour moudre le grain, principal constituant de la farine.⁴⁰

b. Définitions :

*« L'énergie hydraulique est une énergie renouvelable très faiblement émettrice de gaz à effet de serre. Cette source d'énergie renouvelable exploite les mouvements de l'eau actionnés par le Soleil et la gravité à travers le cycle de l'eau, les marées et les courants marins»⁴¹.

*«L'énergie hydraulique provient de la force motrice des chutes et cours d'eau elle a apparue au milieu du XIXe siècle. L'eau fait tourner une turbine qui entraîne un générateur électrique qui injecte les Kilowattheures sur le réseau électrique. L'hydraulique est actuellement la première source renouvelable d'électricité. La puissance hydroélectrique installée dans le monde en 2004 était estimée à 715 GW, soit environ 19% de la puissance électrique mondiale. Près de 15 % de toute l'électricité installée en Europe est d'origine hydraulique. On discerne la petite hydraulique (inférieure à 10 MW) et la grande hydraulique (supérieure à 10 MW).La part de l'énergie hydraulique dans la production nationale d'électricité est encore faible (1,7% de la production installée), et cela est dû au nombre insuffisant de sites et à la faible exploitation de ceux existants»⁴².

c. Ses utilisations :

Qu'elles utilisent les chutes d'eau naturelles (cascades) ou artificielles (barrages hydroélectriques), le débit des cours d'eau ou les courants marins (marée, circulation thermohaline, etc.), les centrales hydrauliques produisent de l'énergie mécanique convertie la plupart du temps en électricité (hydroélectricité)

Attestés dès l'Antiquité, les moulins à eau ont exploité cette énergie pour pomper l'eau, moudre le grain ou encore actionner des marteaux-pilons. Leurs héritières modernes, les centrales hydroélectriques, fournissent une électricité renouvelable en produisant peu de gaz à effet de serre (sauf dans le cas des régions tropicales, où la dégradation de matière organique produirait du méthane)⁴³.

d. Les avantages :

- Énergie renouvelable.
- Disponible toute l'année.
- Technologie bien maîtrisée.
- Très bon rendement (90%).

⁴⁰. Selon le livre : L'énergie hydraulique, d'Ian Graham, page 36.

⁴¹. Selon Futura-Science.

⁴². Selon B.ROBYNS et P. BASTARD, «Production décentralisé d'électricité: contexte et enjeux techniques.».

⁴³. Selon Futura-Science.

- Installation de très longue durée.
- On peut rapidement augmenter la puissance produite en cas de panne d'électricité.
- Plus de régularité pour produire de l'énergie (par rapport au vent par exemple).
- Les moulins à eau on permet de développer de grande voie de communication et le développement de grandes villes⁴⁴.

e. Les inconvénients :

- Impact sur le paysage (barrage).
- Dépend des conditions météo.
- L'installation doit s'adapter à chaque site
- Pas toujours conciliable avec l'écosystème⁴⁵.

B. Energie biomasse :

a. Historique :

La biomasse est exploitée depuis des millénaires et les hommes préhistoriques l'ont bien compris, notamment grâce au feu. La biomasse est mondiale et existe sous différentes formes. Europe, Etats-Unis, Afrique, Brésil, Suède et tant d'autres ont adopté cette énergie renouvelable, bénéfique à bien des niveaux. Bénéfique et source énergétique d'avenir surtout depuis le premier choc pétrolier qui a posé une nouvelle donne mondiale : la dépendance des pays pour cette richesse naturelle mais aussi, bien qu'elle soit naturelle, la menace d'en être privé⁴⁶.

b. Définition :

«Le terme de biomasse dispose de plusieurs sens : un en écologie et un dans le domaine des énergies.

Biomasse en écologie

Dans le domaine de l'écologie, la biomasse se réfère à la masse totale des organismes vivants présents à un moment donné dans un biotope particulier. Souvent, elle est estimée en unité de surface ou de volume plutôt qu'en masse absolue.

Biomasse dans le domaine des énergies

«Appliquée aux énergies, la biomasse correspond à la totalité des masses de matières organiques d'origine vivante à visée énergétique, comme le bois-énergie par exemple»⁴⁷.

⁴⁴. Selon info@explorateurs-energie.ch et Les énergies nouvelles Philippe BARBE

⁴⁵. Idem.

⁴⁶. Par Christelle YANEZ.

⁴⁷. Selon Futura-Sciences.

«La biomasse est la matière de nature organique employée comme combustible pour la production de la chaleur ou/et de l'électricité.

La biomasse se répartit principalement en quatre catégories : la biomasse sèche (bois, déchets agricoles...etc.), le biogaz (Le méthane et l'hydrogène...etc.), les déchets municipaux renouvelables solides et la biomasse humide (bioéthanol, biodiesel, huile végétal ...etc.).

En 2005, la biomasse est devenue la deuxième source d'électricité renouvelable mondiale avec 1 % de production d'électricité mondiale. La biomasse provient essentiellement des déchets issus des activités humaines, des déchets urbains et agricoles non recyclés, estimés à 1,33 MTEP/an (Méga Tonne équivalent pétrole) et du bois des forêts. Cette dernière représente 37 MTEP/an et le potentiel récupérable de 3,7 MTEP/an»⁴⁸ .

c. Ses utilisations :

De plus l'utilisation de la biomasse à l'état liquide (comme les boues de stations d'épuration) pour la production du méthane par fermentation anaérobie est de plus en plus courante.

Pour l'instant, la production de l'électricité à partir d'un combustible solide de type biomasse n'est qu'au stade du développement, et n'est pas suffisamment exploitée pour être compétitive avec les productions utilisant un combustible d'origine fossile, à moins qu'il y ait incitation fiscale ou volonté politique⁴⁹.

d. Les avantages :

- C'est une matière première qui est renouvelable. Elle peut être produite indéfiniment en l'utilisant raisonnablement et de façon durable.
- Biodégradable rapidement.
- Produits issus de la biomasse sont souvent non-toxiques.
- Elle dégage autant de CO₂ qu'elle n'en absorbe (les plantes absorbent du CO₂ lors de la photosynthèse).
- La biomasse est l'une des énergies renouvelables les plus rentables.
- La biomasse est disponible partout.
- La biomasse peut être transformée en différentes sources d'énergie.
- La biomasse est qu'elle aide à la gestion des déchets solides.

e. Les inconvénients :

- Leur rendement énergétique est assez faible.

⁴⁸ ECRIN Entreprise, «L'électronique de puissance vecteur d'optimisation pour les énergies renouvelables,» Rapport de synthèse, 2002.

⁴⁹ Le livre les énergies renouvelables pour la production d'électricité, page 59.

- Pour produire de l'énergie biomasse il faut occuper des terres arables et donc baisser la production agricole.
- Dégage du CO₂.
- Une surexploitation de la biomasse peut entraîner une déforestation importante et donc un danger pour l'environnement.
- Provoque la pollution des eaux et des sols.
- Les coûts et les impacts du transport pour amener le bois là où la ressource manque.
- L'énergie de la biomasse est très chère.

C. **Energie géothermique :**

a. **Historique :**

L'exploitation des sources chaudes est déjà une forme de géothermie. C'est en Auvergne, à Chaudes-Aigues, au XIV^{ème} siècle, qu'a eu lieu la première utilisation de la géothermie associée à un réseau de chaleur.

Pour ce qui est des pompes à chaleur, il est difficile de dater leur invention, mais déjà en 1852, Lord KELVIN en énonçait les principes. Les premières réalisations remontent vraisemblablement au début du XX^{ème} siècle⁵⁰.

b. **Définitions :**

*«L'énergie géothermique désigne l'énergie provenant de la chaleur contenue dans la croûte terrestre et dans les couches superficielles de la terre»⁵¹.

*« La géothermie étudie la production de chaleur interne du globe terrestre, mais aussi les techniques permettant d'exploiter ce phénomène »⁵².

* La géothermie est chaleur produite à l'intérieur de la terre par des réactions nucléaires dégageant des quantités d'énergie colossales qui est émise à sa surface. Elle se présente sous forme d'un gradient de température entre les différentes couches géologiques du sol. Ainsi, la nappe phréatique chaude et les roches chaudes présentent un réservoir de chaleur exploitable.

Selon les gradients de température disponibles à l'exploitation on distingue :

L'énergie géothermique à haute température :

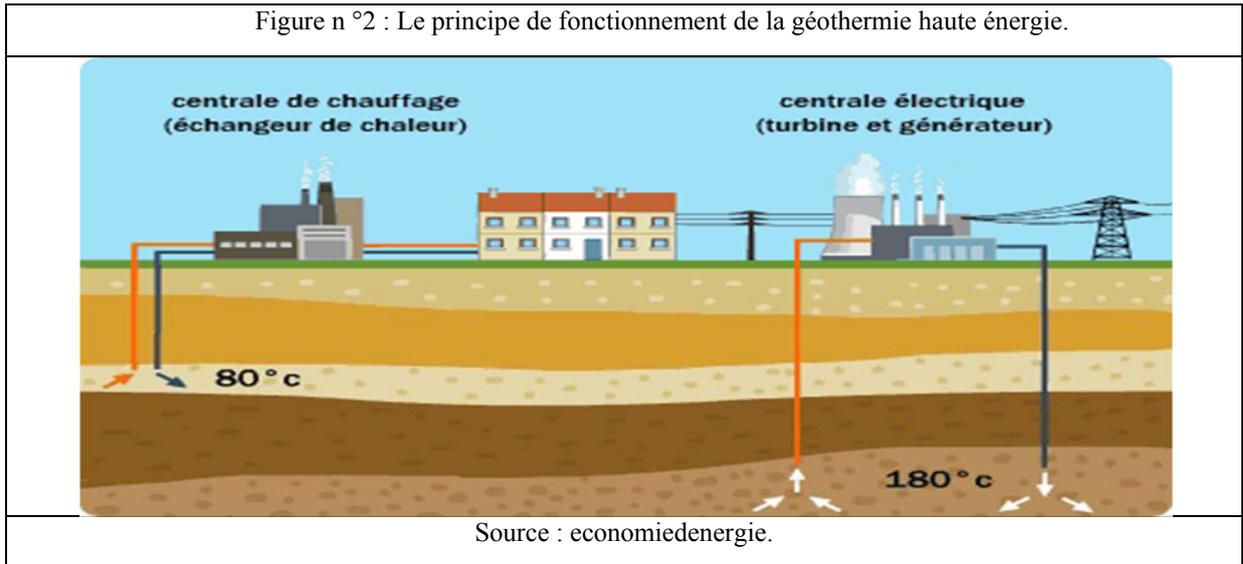
Les températures sont supérieures à 180°C. Cela permet de produire de l'énergie électrique. La première installation de ce type a été réalisée à Larderello (Pise) en 1818 par le français François Larderel, qui donna son nom au village.

⁵⁰ . Selon SOLUT'EnR

⁵¹ . Selon le dictionnaire d'environnement et développement durable.

⁵² . Selon Futura-Sciences.

Figure n°2 : Le principe de fonctionnement de la géothermie haute énergie.



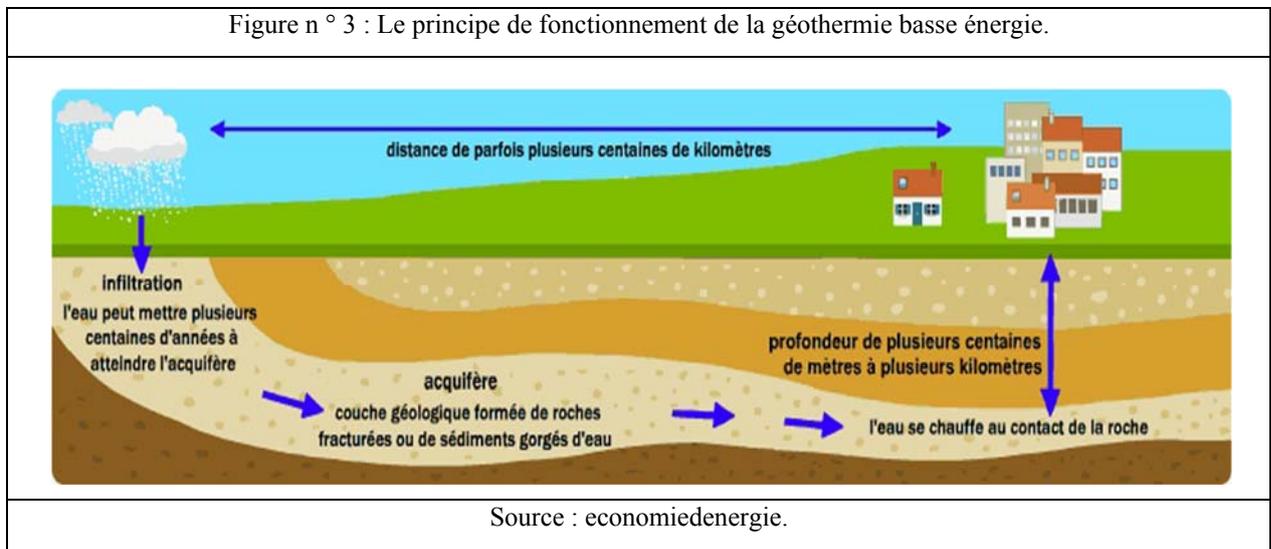
✚ L'énergie géothermique à température moyenne :

L'utilisation d'eau surchauffée et des vapeurs, à des températures comprises entre 100 et 180°C. En chauffant un fluide secondaire plus volatile, on peut produire de l'énergie électrique.

✚ L'énergie géothermique à basse température :

L'utilisation de fluides à des températures comprises entre 30 et 100°C. Cela concerne les installations industrielles et les établissements thermaux.

Figure n°3 : Le principe de fonctionnement de la géothermie basse énergie.



✚ L'énergie géothermique à très basse température :

Elle est exploitée pour le réchauffement de fluides à des températures inférieures à 30°C. Sa principale utilisation est le chauffage et la climatisation individuelle.

Plus de 200 sources d'eau chaude ont été répertoriées dans le nord-est et le nord-ouest de l'Algérie. Environ 33% d'entre elles ont des températures supérieures à 45°C, la plus chaude étant située à Biskra (118°C). Plus au sud, délimitée par Biskra au nord, In Salah au sud et

Adrar à l'ouest, la nappe albienne constitue une zone de plusieurs milliers de km, caractérisée par une eau à température moyenne de 57°. L'ensemble du débit d'exploitation des sources et de cette nappe représente une puissance estimée à 700MW/an⁵³.

✚ **L'énergie géothermique profonde des roches peu ou pas perméables :**

Cette filière correspond à la mise en œuvre d'un concept visant à accroître les possibilités d'extraction de la chaleur emmagasiné dans la croûte terrestre.

Son principe est simple : il consiste à augmenter – à une profondeur permettant d'atteindre des températures intéressante – la perméabilité de formations rocheuses par fracturation hydraulique – ceci, afin de créer un réseau de fractures suffisamment dense et étendu – puis à injecter de l'eau dans le réseau ainsi créé, pour qu'elle y circule et se réchauffe et enfin à récupérer ensuite l'eau réchauffe pour l'utiliser à des fins de production d'électricité ou de chauffage⁵⁴.

c. Ses utilisations :

La géothermie est utilisée pour le chauffage et la production d'électricité. On transforme l'énergie géothermique avec de l'eau : soit on utilise de l'eau froide que l'on chauffe en l'envoyant sous terre, soit on récupère l'eau naturellement chaude dans le sous-sol.⁵⁵

d. Les avantages :

- La géothermie est une énergie renouvelable, et propre (pas de déchets à stocker, très peu d'émissions de CO₂, Peu d'impact sur la nature).
- Énergie constante (24h/24).
- Indépendante de la météo, c'est-à-dire, elle ne dépend pas des conditions climatiques ce qui constitue un avantage certains. Elle est donc avantagée par rapport aux éoliennes et aux panneaux solaires.

e. Les inconvénients :

- Pas n'importe où.
- Si peu profonde :
- - Utilisation locale.
- - Utilisation locale.
- - Peu de production électrique.
- Si profonde :
- -Risque lié aux forages.

⁵³ CALEFFI, «Installation de pompes à chaleur géothermique,» chez Hydraulique, CALEFFI, 2010.

⁵⁴ Selon le livre livret pédagogique, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie Page 30.

⁵⁵ Selon info@explorateurs-energie.ch et Les énergies nouvelles Philippe BARBE.

D. Energie éolienne :**a. Historique :**

On estime que le principe de l'éolienne était déjà connu en 200 avant J-C, chez les Perses qui utilisaient alors des moulins à vents afin de moulinier le grain. Il faut attendre le XII^e siècle pour voir les premiers moulins apparaître en Europe. Les paysans les utilisèrent pour échapper aux impôts taxant l'utilisation des cours d'eau sur les terres seigneuriales. Mais c'est surtout au Moyen Age que les moulins à vent se sont considérablement développés notamment aux Pays Bas qui s'en servaient (encore aujourd'hui) pour pomper l'eau des rivières et des canaux. La fabrication de l'huile et du papier a alors connu un véritable essor pendant cette période.

La première éolienne destinée à produire de l'électricité fut construite par Charles F. Brush en 1887. Composée de 144 pâles et d'un diamètre de 17 m, elle ne produisait que 12 kW⁵⁶.

b. Définition :

* «Energie produite à partir de la force du vent sur les pales d'une éolienne. Lorsque le vent se met à souffler, les forces qui s'appliquent sur les pales des hélices induisent la mise en rotation du rotor. L'énergie électrique ainsi produite peut être distribuée sur le réseau électrique grâce à un transformateur»⁵⁷.

*«L'énergie éolienne désigne l'énergie cinétique véhiculée par les masses d'air, c'est-à-dire par les vents, autour de notre planète. Il s'agit d'une énergie renouvelable de plus en plus utilisée pour produire une électricité verte à grande échelle»⁵⁸.

*L'énergie éolienne est produite par des aérogénérateurs qui captent à travers leurs pales l'énergie cinétique du vent et entraînent elles mêmes une génératrice électrique qui produit de l'électricité d'origine renouvelable. Les éoliennes fonctionnent pour des vitesses de vent comprises entre 14 et 90 km/h. Au-delà, elles s'arrêtent pour des raisons de sécurité. La production électrique varie selon la vitesse du vent. C'est avec des vents de 45 à 90 km/h que l'éolienne produit sa puissance maximale. Le principal inconvénient de cette source d'énergie est l'indisponibilité et l'imprévisibilité du vent. Le potentiel éolien diverge selon la situation géographique.

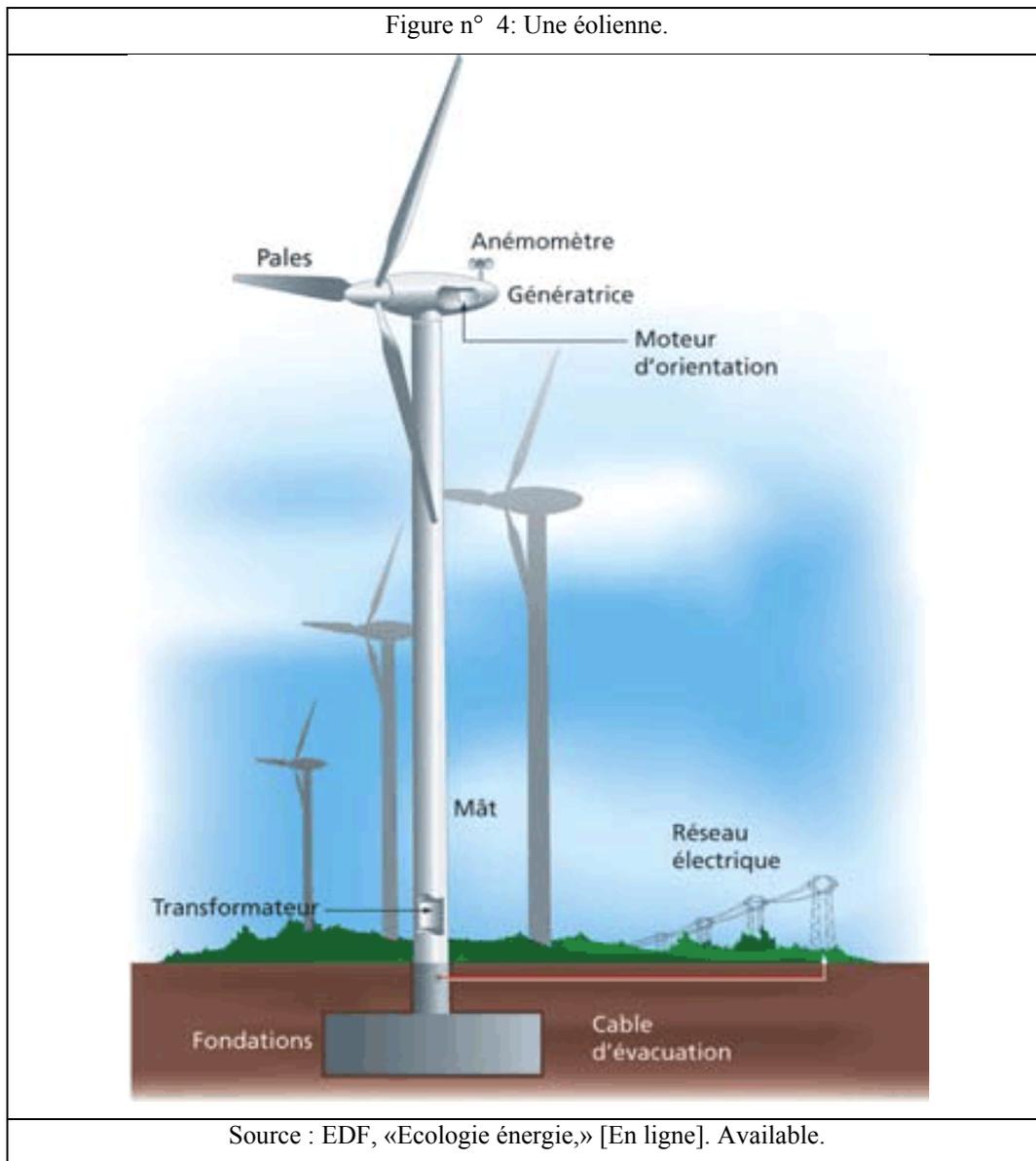
Le potentiel éolien dans notre pays, se caractérise par une vitesse moyenne des vents modérée (1 à 4 m/s) avec des microclimats au nord (Oran, Annaba...etc.) et sur les hauts plateaux (Biskra). Ce potentiel énergétique convient parfaitement pour le pompage de l'eau particulièrement

⁵⁶. Selon Le grand livre de l'éolien, Paul GIPE, publié aux éditions Moniteur en 2004.

⁵⁷. Selon le dictionnaire environnement.

⁵⁸. Selon Futura-Sciences.

sur les Hauts Plateaux. Au Sud, la vitesse moyenne des vents dépasse les 4m/s, plus particulièrement au sud-ouest, avec des vents qui dépassent les 6m/s dans la région d'Adrar⁵⁹.



c. Ses utilisations :

- **La mobilité :**

La navigation utilise depuis très longtemps la force du vent. Le vent qui s'engouffre dans les voiles fait avancer les voiliers. Le même principe permet aux cerfs-volants de s'élever dans le ciel, ou encore aux parapentes de « voler ».

- **L'énergie mécanique :**

⁵⁹ . NEAL, [En ligne]. Available.

L'énergie éolienne est aussi utilisée pour actionner des moulins. Le vent fait tourner les pales des moulins (sorte d'hélice!). Cette rotation actionne une roue, afin de moulinier le grain ou de faire fonctionner une pompe à eau.

- **L'électricité :**

Les éoliennes permettent de fabriquer de l'énergie électrique. Le principe est le même: le vent fait tourner les pales de l'éolienne. Cette rotation est ensuite transformée en énergie électrique⁶⁰.

d. Les types des éoliennes :

- ✚ **Les grands aérogénérateurs :**

Récents installés dans les parcs éoliens développent une puissance d'environ 2 MW, ce qui correspond à la consommation d'environ 2 000 foyers (hors chauffage). Le mât est en général deux fois plus haut que la longueur des pales : de l'ordre de 100 m pour des pales de 50 m.

- ✚ **Les petites éoliennes :**

Destinées aux particuliers fonctionnent sur le même principe. Leur puissance varie entre 0,1 et 36 kW. Le mât mesure entre 10 et 35 m. Elles peuvent alimenter des bâtiments isolés non reliés au réseau électrique ou bien être raccordées au réseau pour une vente de la production.

- ✚ **Les éoliennes les plus fréquentes :**

Sont à axe horizontal, mais il en existe aussi à axe vertical. Elles pourraient en théorie fonctionner avec des vitesses de vent plus importantes ou s'adapter, pour le petit éolien, à des zones de vent irrégulier.⁶¹(Voir les figures n° : 5 ; 6 ;7).

⁶⁰. Selon info@explorateurs-energie.ch et Les énergies nouvelles Philippe BARBE.

⁶¹. L'énergie éolienne, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Figure n° 5 : Eolienne à axe vertical de type Darrieus.	Figure n°6: Eolienne à axe vertical et à voileure tournante.
	
Source : Selon Futura-Science.	Source : Selon Futura-Science.

Figure n°7 : Eolienne à axe horizontal pour le pompage de l'eau.	
	
Source : Selon Futura-Science.	

e. Les avantages :

- Forme d'énergie durable et propre. Elle ne produit aucun rejet, émission ou déchet.
- Après son temps de fonctionnement (environ 20 ans), une éolienne est entièrement démontable et recyclable. La fondation en béton peut elle aussi être retirée.
- Energie ne nécessitant aucun carburant.
- L'éolienne n'aura laissé aucun produit contaminant autour d'elle et pourra facilement être remplacée.
- L'énergie éolienne est modulable et peut être adaptée aux besoins en énergie.

- Techniquement au point, les éoliennes sont rentables dans les régions bien ventées.
- La période de haute productivité, située en hiver où les vents sont les plus forts, correspond à la période de l'année où la demande d'énergie est la plus importante.
- Une installation optimisée d'une éolienne peut vous faire baisser votre facture d'électricité.
- Les éoliennes permettent l'électrification en site isolé⁶².

f. Les inconvénients :

- La production d'énergie a lieu en fonction du vent et non de votre consommation.
- Dans le cas d'installations pour votre propre consommation, il est nécessaire de recourir au stockage par des batteries pour faire face aux périodes de vent faible, ce qui augmente le coût.
- Bien qu'elles soient de plus en plus silencieuses, certains estiment que les éoliennes émettent des nuisances sonores.
 - Crainte de la dégradation de l'aspect visuel du paysage.
 - Risque de collision des oiseaux avec les pales⁶³.

E. Energie solaire:

L'énergie solaire est une source d'énergie qui dépend du soleil. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité à partir de panneaux photovoltaïques ou des centrales solaires thermiques, grâce à la lumière du soleil captée par des panneaux solaires.⁶⁴

3. Conclusion :

L'énergie, en général est divisée en deux formes principaux sont énergie non renouvelable et énergie renouvelable, la première forme contient deux catégories «énergie fossile et énergie nucléaire», les sources d'énergies de type fossile sont issues de la matière organique comme : le pétrole, gaz et charbon. Alors que la deuxième forme contient des différents types, dont la solaire, générée à partir de la chaleur et de la lumière du soleil, l'éolienne qui exploite la force du vent pour créer de l'énergie. On a aussi, l'énergie hydraulique, produite à partir des courants d'eau, ces trois types d'énergie considéré comme des types essentiels d'énergie, ainsi que la géothermique qui se

⁶². Selon CONSO neo, le portail info conso des énergies renouvelables.

⁶³. Idem.

⁶⁴. EDF, «Ecologie énergie,» [En ligne]. Available.

trouve surtout en profondeur à l'intérieur des roches et qui sert au chauffage urbain. Pour finir, on a l'énergie des végétaux ou biomasse, produite à partir de la combustion de la faune et flore.

Autrement, chaque pays valorise par une des ces trois types essentiels d'énergie, des pays valorisent les vents pour exploiter l'énergie éolienne, et autres pays valorisent l'eau pour exploiter l'énergie hydraulique, par contre d'autre pays valorisent le soleil pour exploiter l'énergie solaire, mais le soleil quitté de quelques pays six moins par donc ces pays peuvent dépend l'énergie soleil par des techniques développées dits les panneaux solaires dans les grattes ciel.

Ces énergies alternatives qui n'ont pas autant d'effet sur l'environnement, et qui permettrait de répondre aux besoins énergétiques de la population actuelle, mais également aux besoins des générations à venir, et leur plus grande utilisation permettra de mieux assurer la pérennité des ressources de la Terre et des énergies fossiles pour les générations de demain. Elle permettra également de prévenir l'épuisement des ressources naturelles avec les conditions nécessaires du développement durable, ces énergies sont les énergies renouvelables.

Et pour cette raison on a fait un chapitre introductif au chapitre qui va suivre, on a présentés les différents types d'énergie que ce soit renouvelable ou non renouvelable, et plus précisément nous allons étudiés l'importance d'énergie solaire en Algérie et dans le monde et leur techniques dans le chapitre suivant.

Chapitre II :
L'énergie
solaire et leurs
techniques

1. Généralités :

1.1. Introduction :

Le soleil fait partie de notre vie de tous les jours, il reste la source d'énergie la plus importante sur la planète. Le Soleil donne en permanence l'énergie de vie à tout ce qui vit sur ce monde et ailleurs, il a été toujours une source intarissable de créativité et d'inspiration chez l'architecte, en quête des idées et des formes nouvelles, de l'héliotropisme jusqu'à l'énergie solaire.

L'énergie solaire provient du rayonnement du soleil, directement ou de manière diffuse à travers l'atmosphère. Elle a peut transformer en plusieurs énergie pour utilisations différents dans des domaines différents (chimie, mécanique, architecture), donc est à l'origine de toutes les énergies sur terre, elle permet d'obtenir essentiellement de la chaleur et de l'électricité pour l'activité humaine.

En architecture bioclimatique, le soleil est considéré comme le matériau par excellence de la conception du bâtiment n'importe où, pouvant offrir confort et économie pour ses utilisateurs.

Donc, l'Algérie, de par sa situation géographique, bénéficie des conditions favorables à l'utilisation des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire d'origine photovoltaïque et l'introduction de ces nouvelles énergies pourrait être aisément envisagée sur de nombreux sites et dans de nombreux domaines, y compris l'architecture des bâtiments.

Afin de concevoir correctement l'enveloppe d'un bâtiment, il est nécessaire de connaître à tout moment l'énergie solaire effectivement reçus par celle-ci, et de connaître la technologie qui permet la conversion de cette forme d'énergie en énergie électrique et thermique.

1.2. Rayonnement solaire :

1.2.1. Définition de soleil :

«Étoile centrale du système solaire. Le Soleil est l'étoile la plus proche de la Terre, dont elle est distante d'environ 150 millions de kilomètres. Le Soleil est situé à 8,5 k par secs du centre de la Voie lactée. Dans la classification des étoiles, le soleil est une étoile de type G2.

La masse du Soleil représente la majeure partie de la masse du système solaire. Elle est utilisée comme unité de masse pour les étoiles. L'énergie solaire, d'une importance capitale pour la Terre et notamment pour la vie, est produite par les réactions nucléaires qui se déroulent au cœur du Soleil. Agé d'environ 5 milliards d'années, le Soleil continuera à briller, avec une luminosité augmentant lentement, pendant une durée équivalente, avant d'évoluer en géante rouge et finalement de mourir»⁶⁵.

⁶⁵. Selon Futura-Sciences.

«Le soleil est une grande sphère gazeuse. Son diamètre est 50 fois environ plus grand que celui de la terre. Il est composé de 80% d'hydrogène, 19% d'hélium et 1% d'un mélange de 100 éléments. L'énergie solaire vient des réactions nucléaires qui se produisent au centre du Soleil. Elle se propage dans le système solaire et dans l'Univers sous forme d'un rayonnement électromagnétique (photons).

Jusqu'à présente, le soleil reste source d'énergie la plus importante sur la planète malgré la distance considérable qui le sépare de la terre (150.10⁶de kilomètres) et malgré une atténuation importante lorsqu'elle traverse l'atmosphère, la quantité qui reste est encore assez importante quand elle arrive au sol. On peut ainsi compter sur 1000 W/m² crête dans les zones tempérées et jusqu'à 1400 W/m² lorsque l'atmosphère est faiblement polluée.

L'Algérie dispose de l'un des plus grands gisements solaires du monde. La durée moyenne d'ensoleillement du territoire algérien dépasse les 2000 heures annuelles, pour atteindre près de 3500 heures d'ensoleillement dans le désert du Sahara. L'énergie totale reçue est estimée à 169 400 TWh/an, soit 5000 fois la consommation d'électricité annuelle du pays»⁶⁶.

1.2.2. Définition de Rayonnement solaire:

«Le rayonnement solaire désigne l'ensemble des ondes électromagnétiques émises par le Soleil. Il se compose donc d'ultraviolets, de la lumière visible, mais également d'ondes radio en plus de rayons cosmiques»⁶⁷.

«En plus des rayons cosmiques (particules animées d'une vitesse et d'une énergie extrêmement élevées), le Soleil rayonne des ondes électromagnétiques dont le spectre s'étend des ondes décimétriques aux rayons gamma en passant par la lumière visible.

L'intensité du rayonnement n'est pas constante et augmente énormément lors des éruptions solaires pendant les maxima du cycle solaire. On distingue trois catégories de rayonnement solaire :

- L'émission du Soleil calme (voir constante solaire),
- La composante lentement variable,
- Les sursauts solaires»⁶⁸.

⁶⁶. NEAL, available.

⁶⁷. Selon Futura-Sciences.

⁶⁸. Selon Techno-science.

1.2.3. Les types de Rayonnement solaire:

A. Le rayonnement direct :

Le plus puissant, qui provient directement du soleil sans subir d'obstacles sur sa trajectoire (nuage, immeubles...). C'est lui qui nous aveugle lorsque l'on cherche à regarder le soleil "droit dans les yeux" par temps découvert⁶⁹.

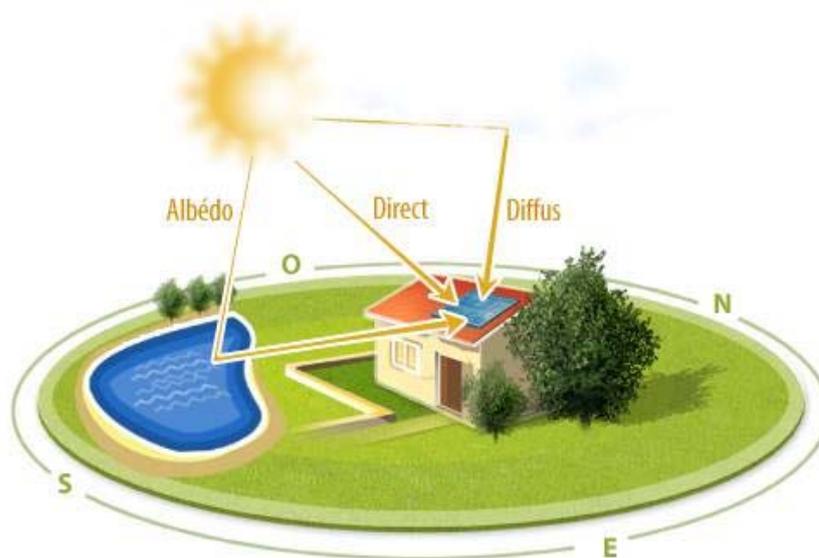
B. Le rayonnement diffus :

Provient des multiples diffractions et réflexions du rayonnement solaire direct par les nuages. C'est à lui que nous devons la "lumière du jour" qui nous permet d'y voir clair même quand le temps est couvert⁷⁰.

C. Le rayonnement global :

C'est la somme du rayonnement direct et diffus. C'est celui-ci qui est utilisé pour faire fonctionner les panneaux solaires thermiques et photovoltaïques (systèmes sans concentration)⁷¹. (Voir figure n ° 9).

Figure n ° 8 : Les 3 différents types de rayonnement solaire.



Source : Hespul.

⁶⁹. Photovoltaïque.info.

⁷⁰. Photovoltaïque.info.

⁷¹. Source : CNRS Héli odysée.

1.3. Energie solaire :

1.3.1. Historique :

L'énergie solaire n'est pas une énergie récente, contrairement à ce que l'on pourrait croire. Elle a d'ailleurs longtemps été l'unique source d'énergie par le biais de la chaleur qu'entraîne le cycle de l'eau et du vent, ou à la photosynthèse qui permet la production de bois. Elle est également à l'origine de toutes les énergies (hydraulique, éolienne, biomasse). Voici quelques étapes importantes de l'histoire de l'énergie solaire par l'homme : Il y a 5000 ans déjà, les civilisations anciennes, les anciens Egyptiens particulièrement, faisaient du soleil un véritable dieu. Le culte du soleil était d'une grande importance en Egypte et a laissé un grand nombre de traces dans les monuments. Depuis cette époque, de nombreux scientifiques ont passé leur vie à inventer des façons nouvelles de nous faire profiter de l'énergie solaire.

- Environ 250 ans avant notre ère, Archimède a mis au point des miroirs qui ont permis de concentrer l'énergie solaire et de mettre le feu à la flotte romaine qui assiégeait Syracuse.
- Environ 100 ans avant notre ère, Héron d'Alexandrie a construit une machine solaire qui permettait le pompage de l'eau.
- En 1757, on a fait fondre du fer et de l'argent au foyer d'un miroir d'un mètre de diamètre.
- Au 18ème siècle, Saussure un physicien suisse a inventé des capteurs solaires pour des fins scientifiques et Lavoisier, un physicien et chimiste français a fabriqué un four solaire qui chauffait à 1.755°C pour faire fondre du platine.
- En 1839, un physicien français du nom d'Edmond Becquerel découvre l'effet photovoltaïque et inventa la pile photovoltaïque.
- En 1878, Auguste Mouchot inventa un équipement à vapeur qui fonctionnait à l'aide d'un réflecteur parabolique, lui permettant de faire marcher une presse d'imprimerie.
- En 1900, plusieurs maisons « bioclimatiques » utilisant l'énergie solaire fonctionnait au Mexique et plus de 1.600 chauffe-eau solaire ont été mis en marche en Californie.
- En 1953, Felix Trombe, un chimiste français, a fait construire un four solaire de 15kW au Mont-Louis dans les Pyrénées. Il a également développé les systèmes passifs de chauffage solaire.

- En 1970, le plus puissant four solaire du monde à ce jour, permettant d'atteindre des températures de 3500°C, fût terminé à Odeillo Font Romeu dans les Pyrénées⁷².

1.3.2. Définition :

«L'énergie solaire est l'énergie transmise par le Soleil sous la forme de lumière et de chaleur. Cette énergie est virtuellement inépuisable à l'échelle des temps humains, ce qui lui vaut d'être classée parmi les énergies renouvelables (même si le Soleil disparaîtra un jour).

L'énergie solaire peut être utilisée directement par l'Homme pour s'éclairer (fenêtres, puits de lumière), se chauffer et cuisiner (chauffe-eau solaire, four solaire) ou pour produire de l'électricité par l'intermédiaire de panneaux photovoltaïques⁷³.

1.3.3. Les formes d'énergie solaire :

On distingue deux formes d'énergie solaire : énergie solaire thermique et énergie solaire photovoltaïque.

A. L'énergie solaire thermique :

a. Définition :

L'énergie solaire thermique désigne l'énergie récupérée à partir de la lumière du soleil par des capteurs solaires thermiques vitrés pour assurer le chauffage direct de l'eau et des locaux. La chaleur concentrée par les panneaux est transférée à un fluide caloporteur⁷⁴.

B. L'énergie solaire photovoltaïque :

b. Définitions :

«Désigne l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïques. Elle résulte de la conversion directe dans un semi-conducteur (le silicium, le CdTe, l'AsGa, le CIS, etc.) d'un photon en électron»⁷⁵.

«L'énergie solaire photovoltaïque est obtenue en convertissant une partie de l'énergie du rayonnement solaire en électricité. Cette opération se fait par le biais d'installations photovoltaïques. Il s'agit d'une énergie renouvelable»⁷⁶.

1.3.4. Domaines d'utilisations :

L'utilisation de l'énergie solaire passe par ses deux composantes principales : sa chaleur et sa lumière.

⁷². Selon le guide de panneau solaire photovoltaïque «pannephotovoltaïque.info, historique -de- l'énergie solaire».

⁷³. Selon Futura-Science.

⁷⁴. Selon dictionnaire d'environnement.

⁷⁵. Idem.

⁷⁶. Selon Futura-Sciences.

a. La chaleur du soleil :

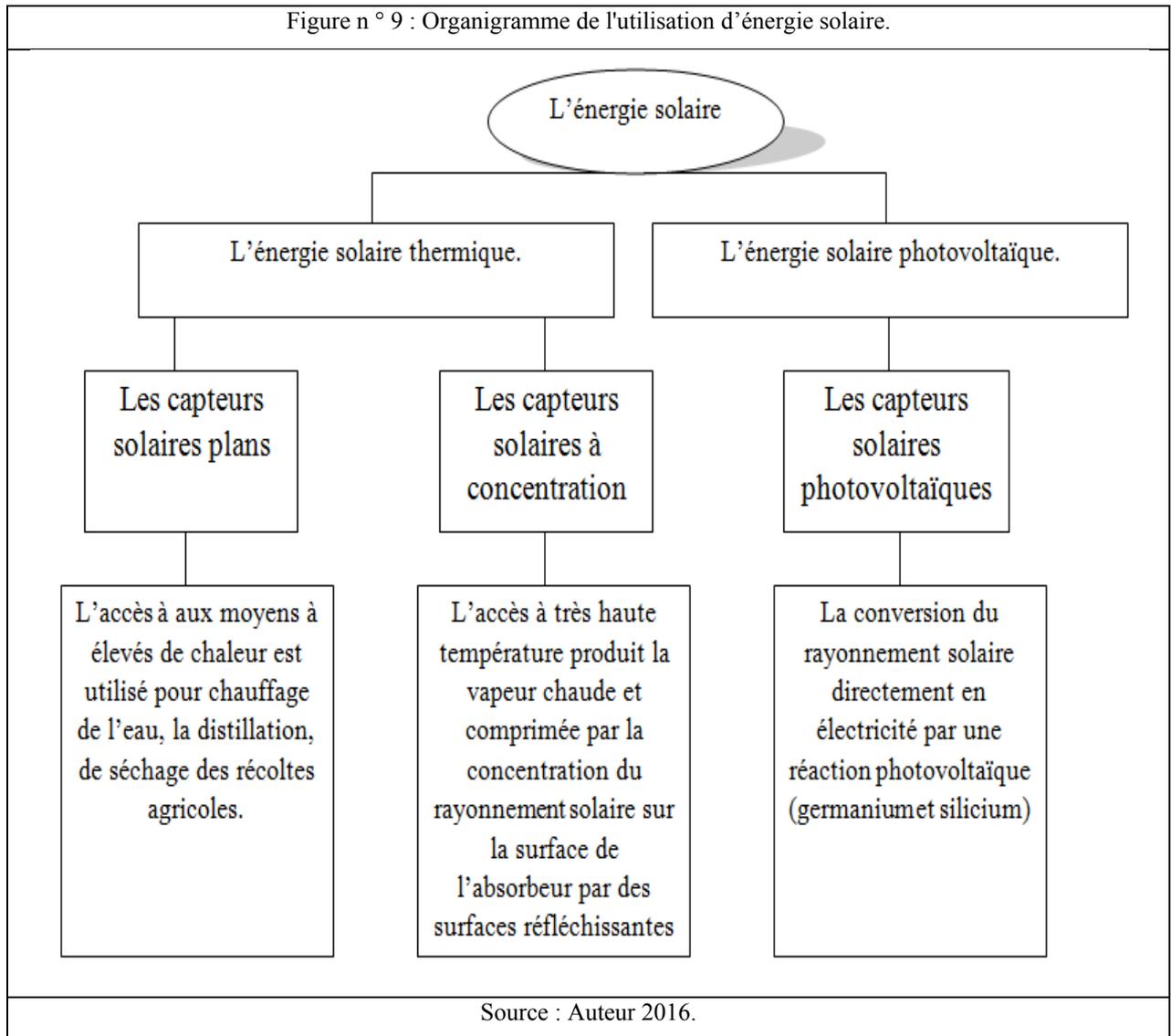
Elle peut être utilisée de manière directe ou indirecte. De manière directe, le soleil va servir au chauffage, pour chauffer un réservoir d'eau, sécher du linge ou tempérer les parois d'une maison. C'est l'énergie solaire thermique.

L'utilisation indirecte de la chaleur du soleil permet de produire de l'électricité. Cela implique de concentrer ses rayons à l'aide de miroirs pour chauffer de l'eau à haute température. Transformée en vapeur, elle sera utilisée pour faire fonctionner une turbine et ainsi créer de l'électricité. C'est l'énergie solaire thermodynamique.

b. La lumière du soleil :

Elle est également utilisée pour produire de l'électricité. On utilise des panneaux qui sont composés de cellules électroniques qui vont réagir au rayonnement du soleil. C'est l'énergie solaire photovoltaïque⁷⁷. (Voir figure n ° 10).

⁷⁷. Selon info@explorateurs-energie.ch et Les énergies nouvelles Philippe BARBE.



1.3.5. Les avantages et les inconvénients :

A. Les avantages :

- C'est une énergie renouvelable qui contrairement à des idées reçues peut être utilisée dans de nombreuses régions.
- L'énergie solaire est inépuisable et non polluante.
- L'énergie est propre et ne dégage pas de gaz à effet de serre.
- L'énergie solaire thermique permet d'assurer une partie des besoins en eau chaude sanitaire et en chauffage. L'installation des panneaux solaires thermiques permet de réaliser des économies conséquentes.
- Les frais de maintenance et de fonctionnement d'une installation thermique sont relativement faibles.

- Il s'agit d'une source d'énergie électrique totalement silencieuse ce qui n'est pas le cas, par exemple des installations éoliennes.

B. Les inconvénients :

- Le coût d'investissement d'une installation solaire thermique est relativement élevé.
- La production d'énergie solaire n'est possible que lorsqu'il y a du soleil. Il faut donc un système de chauffage d'appoint.
 - Il faut pouvoir stocker la chaleur dans des dalles chauffantes.
 - La taille des installations : il faut en effet de grandes superficies de panneaux solaires pour produire de l'énergie.
 - Une production d'énergie irrégulière, à cause du temps. Les panneaux produisent beaucoup l'été mais les besoins sont faibles. Au contraire, la production d'énergie en hiver est plus faible alors que les besoins sont élevés.

1.3.6. Les systèmes solaires :

Il existe trois systèmes d'énergie solaire :

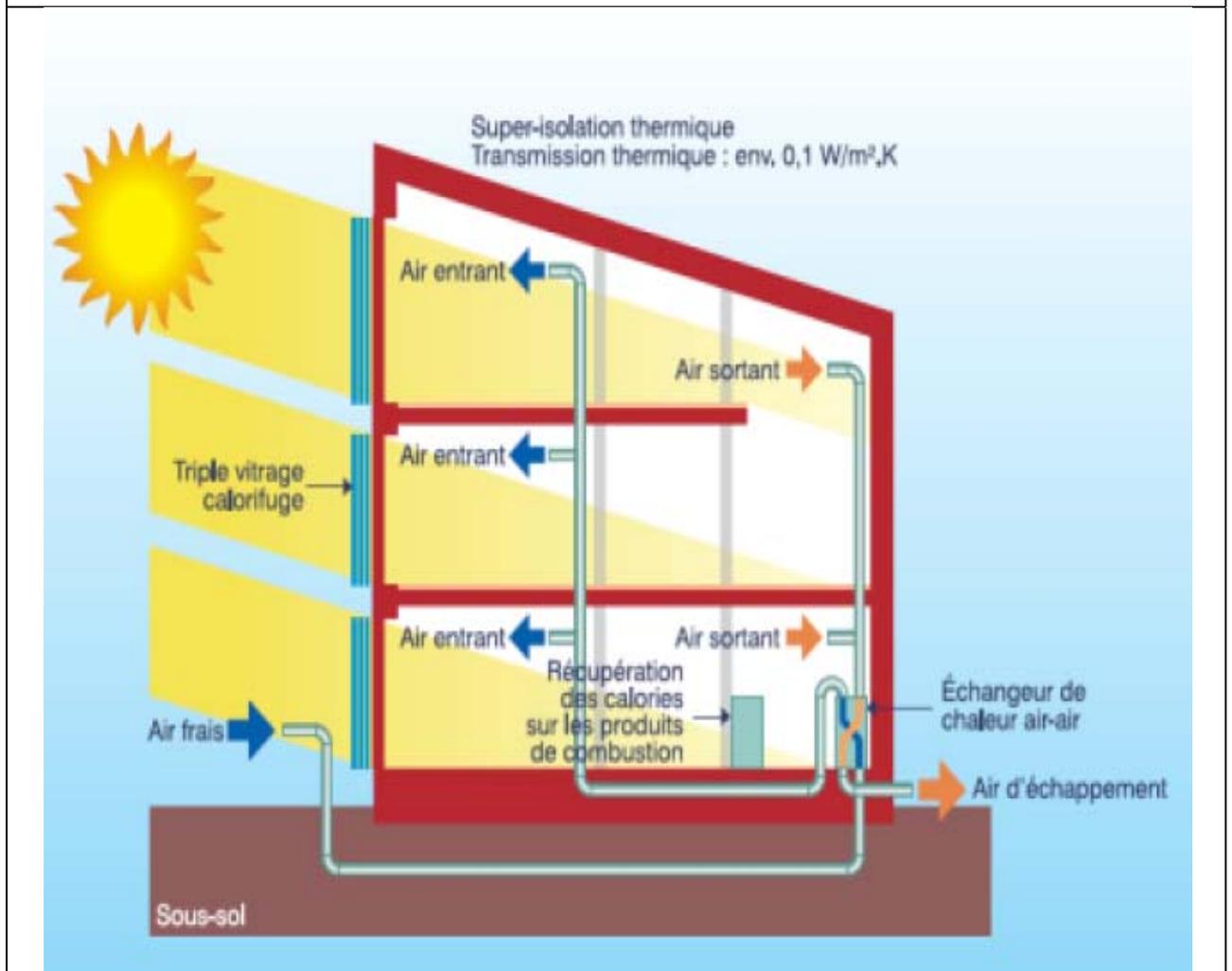
A. Système solaire passive :

Le domaine de l'énergie solaire passive suppose la conception de bâtiments et la mise en place des composants de construction appropriés afin d'utiliser la lumière solaire pour, le chauffage des locaux et/ou la climatisation des locaux. En plus de réduire la consommation d'énergie, un avantage primordial que procure l'énergie solaire passive est le confort ressenti par les occupants. L'éclairage naturel.

Le composant de construction le plus utilisé par l'énergie solaire passive est la fenêtre. Au cours d'une année, la perte d'énergie, pour la plupart des fenêtres, est plus importante que le gain en énergie. Les fenêtres à haut rendement thermique peuvent réellement fournir de l'énergie utile, elles ont un meilleur rendement en terme d'énergie utile annuelle que les parois isothermes les mieux isolées⁷⁸. (Voir figure n° 11).

⁷⁸. Selon energieable, énergie solaire passive.

Figure n ° 10 : Principes constructifs et techniques d'un bâtiment passif en Allemagne.



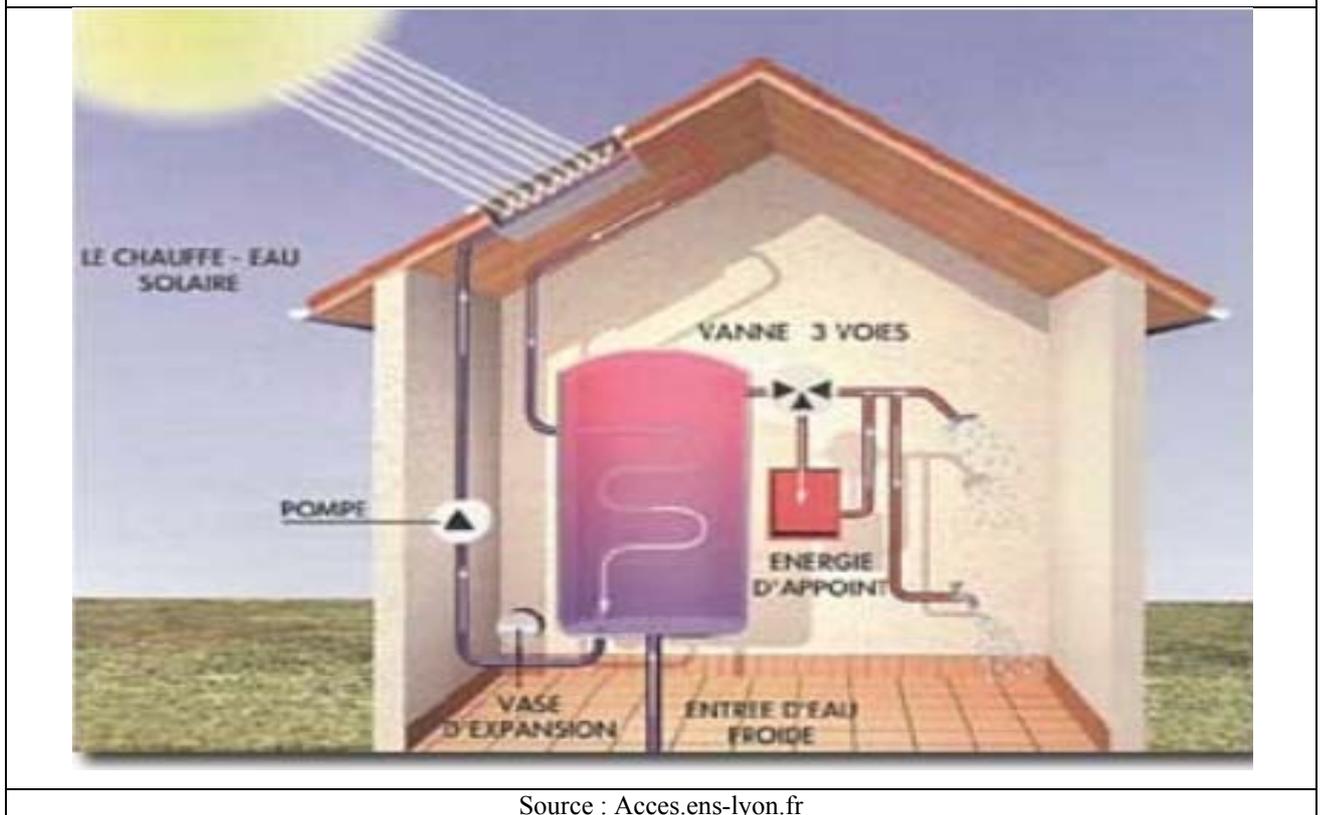
Source : [Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, p188b]. Alain Liébard et André De Herde, observ, ER 2005.

B. Système solaire active :

Système ou disposition constructive permettant de capter sous forme de chaleur et d'utiliser l'énergie solaire reçue en faisant appel à une autre source d'énergie⁷⁹. (Voir figure n ° 12).

⁷⁹. Selon le Journal Officiel du 21 mars 1986.

Figure n ° 11 : Principes de système solaire actif.



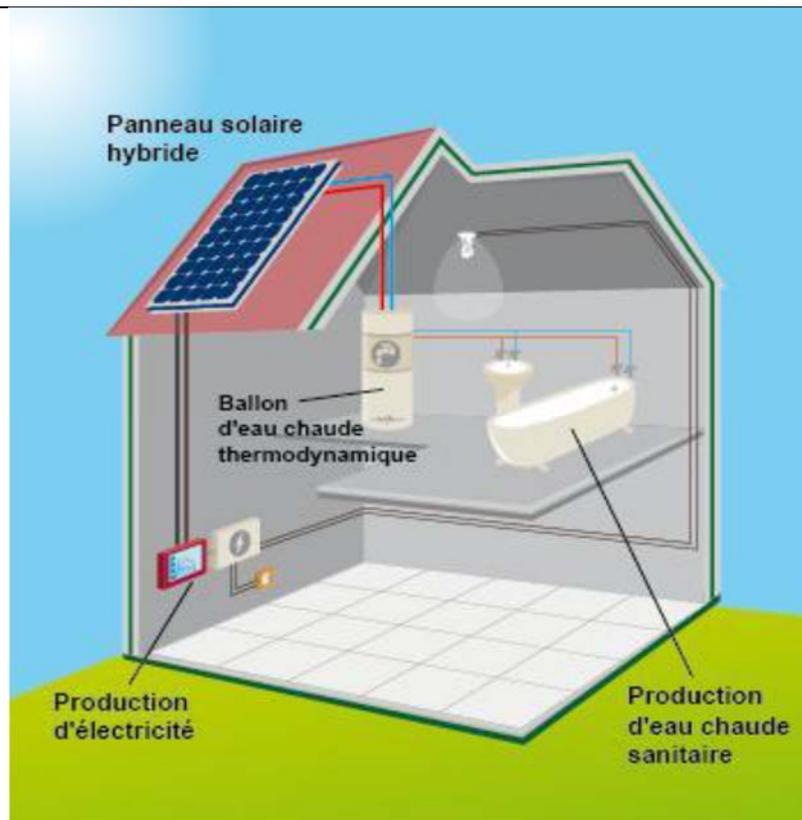
C. Système solaire hybride:

Système solaire hybride est comme son nom l'indique un mixe de deux fonctions pour un même panneau. Les deux faces du panneau sont utilisées : une côté soleil pour produire de l'électricité et une en dessous pour produire de la chaleur.

Le côté face au soleil fonctionne comme n'importe quel panneau solaire photovoltaïque. Il est composé de cellules photovoltaïques qui, lors de l'émission de rayonnement solaire, produisent de l'électricité. Ces cellules sont reliées au système électrique fournissant le courant au bâtiment. Le plus du panneau hybride est donc sa face intérieure. Elle est équipée d'un échangeur thermique qui va permettre de capter la chaleur non seulement du rayonnement solaire mais également des capteurs photovoltaïques en fonctionnement⁸⁰.

⁸⁰.Selon Blog Pages-Energie.

Figure n ° 12 : Principes de système solaire hybride.



Source : Mémoire La contribution dans le développement de l'architecture solaire passifs dans les haut plateaux «Cas d'étude, Tébessa», page 16.

a. Deux choix pour récupérer la chaleur :

L'air ou l'eau .Il existe donc deux moyens pour récupérer la chaleur dans ces panneaux hybrides :

- **La récupération par un circuit d'air (aéraulique) :** un réseau de gaines et un système de ventilation sont placés sous le panneau pour assurer la circulation d'air et ainsi transporter l'air chaud.
- **La récupération par un circuit de fluide :** comme une installation thermique classique, le fluide (eau ou fluide glycolé) va passer dans les tubes des capteurs thermiques, emmagasinant de la chaleur. Le liquide est alors acheminé jusqu'au ballon⁸¹. (voir figure n ° 13).

⁸¹. Selon Blog Pages-Energie.

1.3.7. Les applications de l'énergie solaire :

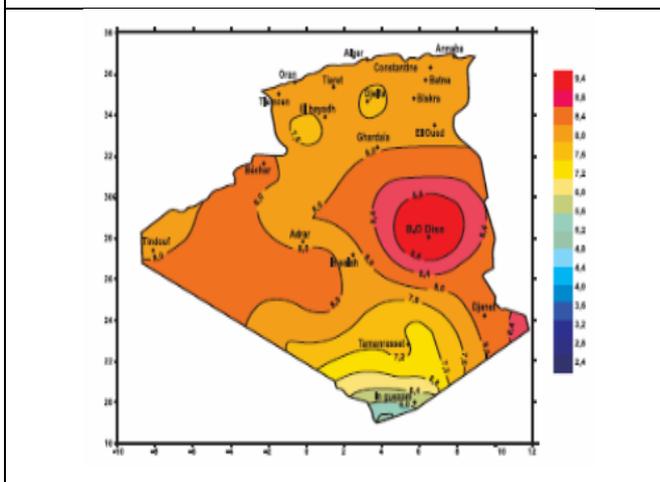
A. Les applications d'énergie solaire en Algérie :

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). 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 1700W/m². Au Sahara, ce potentiel peut constituer un facteur important de développement durable s'il est exploité de manière économique. Le tableau suivant indique le taux d'ensoleillement pour chaque région d'Algérie. (Voir tableau n° 3 , les figures n° : 14 ; 15 ; 16 ; 17).

Tableau n° 3 : Potentiel solaire en Algérie.			
Régions	Régions côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie	4%	10%	86%
Durée moyenne d'ensoleillement (Heures/an)	2650	3000	3500

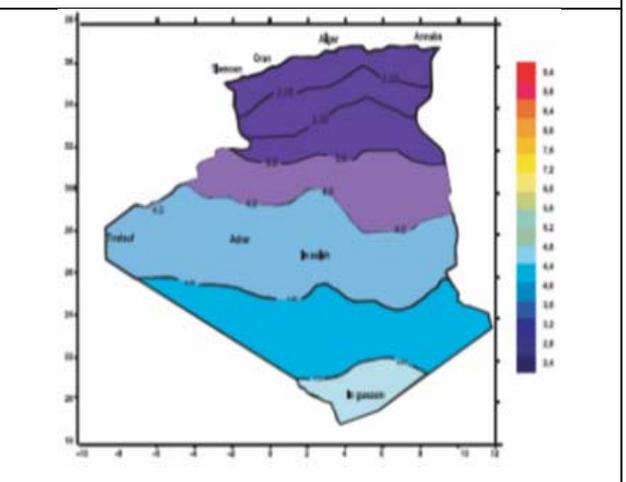
Source : Guide des énergies renouvelables, page 40.

Figure n° 13 : Irradiation globale journalière reçue sur le plan horizontal au moins de juillet.

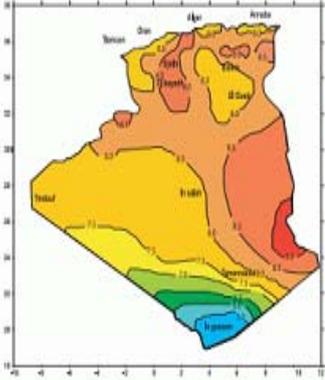
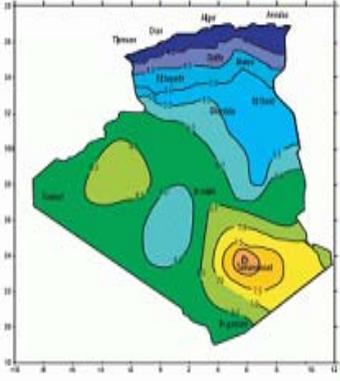


Source : Guide des énergies renouvelables, page 40.

Figure n° 14 : Irradiation globale journalière reçue sur le plan horizontal au moins de décembre.



Source : Guide des énergies renouvelables, page 40.

Figure n° 15 : Irradiation globale journalière reçue sur le plan normal au moins de juillet.	Figure n° 16 : Irradiation globale journalière reçue sur le plan normal au moins de décembre.
	
Source : Guide des énergies renouvelables, page 40.	Source : Guide des énergies renouvelables, page 40.

Le volet de l'énergie solaire le plus utilisé dans notre pays est le solaire photovoltaïque, les autres volets solaire, thermique et thermodynamique, restent toujours au stade production faibles entraînent des coûts très élevés, ce qui freine son développement expérimental. Toutefois, la complexité des procédés de fabrication des modules photovoltaïques en est la principale cause.^{(82),(83),(84)}

B. Les applications d'énergie solaire dans le monde :

Le solaire, sous toutes ses formes, constitue moins de 1 % du mix énergétique mondial. Mais sa progression est exponentielle et il devrait constituer un élément essentiel de la palette d'énergies du futur.

La part de l'énergie solaire, le photovoltaïque et l'énergie thermique, dans la consommation finale d'énergie est aujourd'hui dans l'épaisseur du trait. Sur plus de 12 milliards de tonnes équivalent pétrole (tep) consommées dans le monde, l'énergie solaire (chaleur et électricité) fournit 87 millions de tep, soit 0,7 % du mix énergétique mondial.⁸⁵

En 2011, environ 27 GW de puissance photovoltaïque ont été installés à travers le monde; soit le quart de la capacité totale de l'Afrique en 2008 et un peu plus que le tiers de la puissance de l'Afrique sub-saharienne.⁸⁶ (Voir figure n°18).

⁸². Ministère de l'Énergie et des Mines, «Guide des Énergies Renouvelables », page 5.

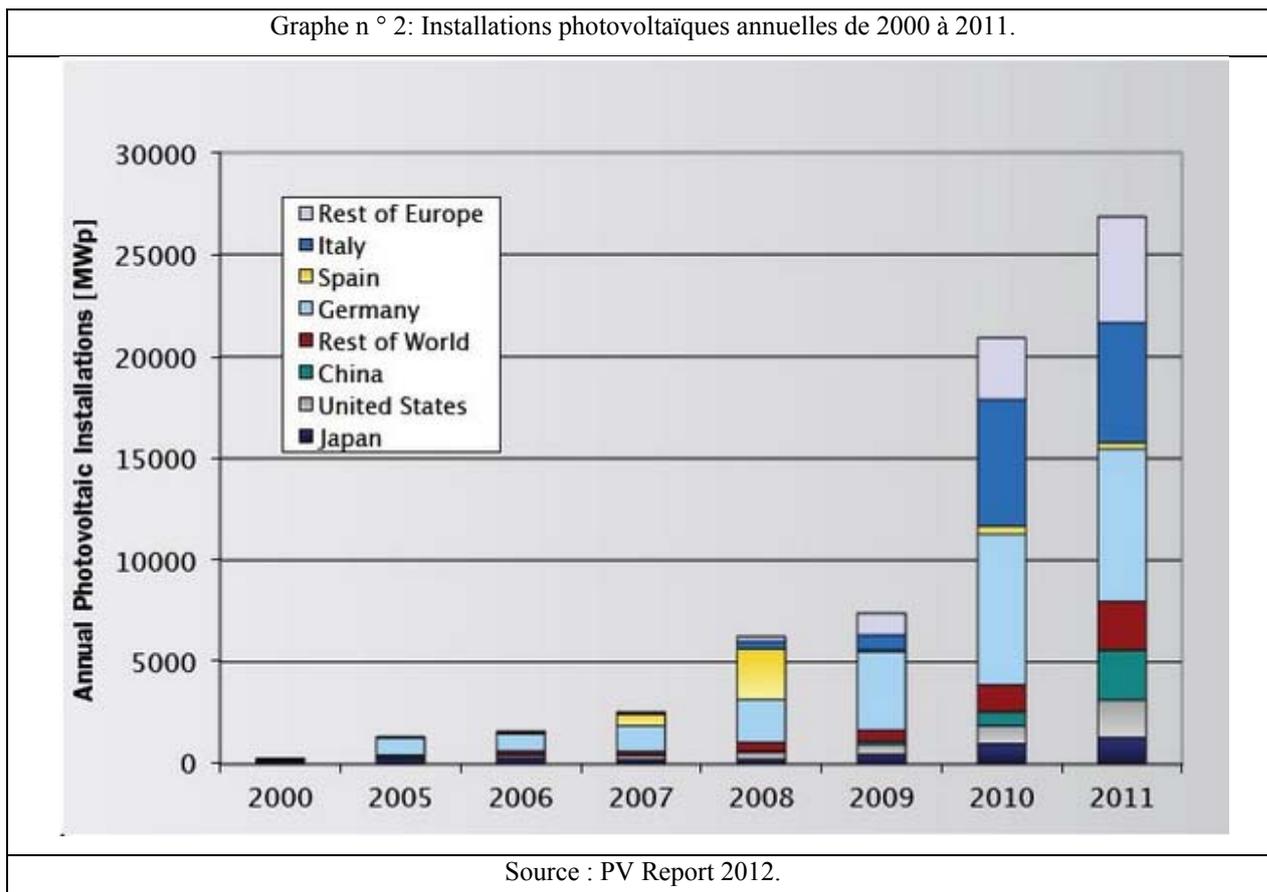
⁸³. «Situation des énergies renouvelables en Algérie », Conférence sur la maîtrise de l'énergie et de l'environnement dans un contexte d'économie de marché.

⁸⁴. Guide des Energies Renouvelables.

⁸⁵. Planète énergies, le-solaire-dans-le-mix-énergétique-mondial.

⁸⁶. L'électricité en Afrique ou le continent des paradoxes Christine Heuraux – IFRI

Graphe n ° 2: Installations photovoltaïques annuelles de 2000 à 2011.



a. Exemple 1 : Quartier Vauban (Fribourg-en-Brigau - RFA) :

❖ **Présentation :**

Le "Quartier Vauban" est un nouveau quartier de la ville de Fribourg en Brigau (Allemagne) situé à la limite sud de celle-ci. Les premiers travaux ont commencé en 1994 sur les friches d'une ancienne caserne militaire française et se poursuivent aujourd'hui encore. Ce sont les militaires français de l'époque qui ont donné à leur caserne le nom de "Quartier Vauban" en référence au célèbre maître en fortifications français Sébastien le Prester de Vauban.

❖ **Fiche technique :**

Tableau n ° 4 : fiche technique de Quartier Vauban.	
Nom	Vauban (RFA)
Type	Nouveau quartier
Situation	la ville de Fribourg en Brigau (Allemagne)
Nombre d'habitants	5000 habitants
Surface du site	38 ha

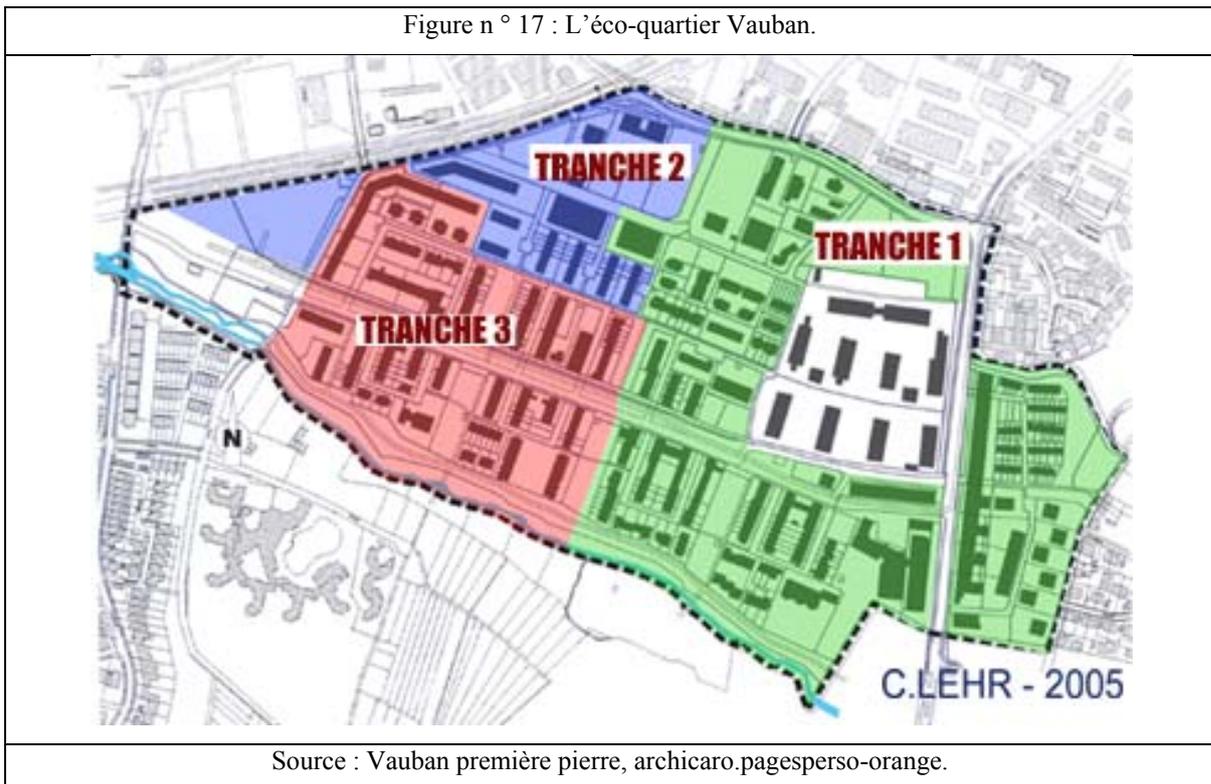
Source : energy-cities.eu, auteur 2016.

❖ Programme :

Le site est aménagé en 3 tranches :

- **Tranche 0** : constructions menées par l'organisation SUSI et le collectif d'étudiants. Ils ont aménagé 596 pièces d'habitation et 45 unités de logements.
- **Tranche 1** : construction de 422 logements : 233 d'investisseurs privés (dont 185 par des Baugruppen), 36 par l'association GENOVA et 153 par des promoteurs.
- **Tranche 2** : construction d'environ 645 logements.
- **Tranche 3** : construction d'environ 85 logements. (Voir figure n ° 19).

Figure n ° 17 : L'éco-quartier Vauban.

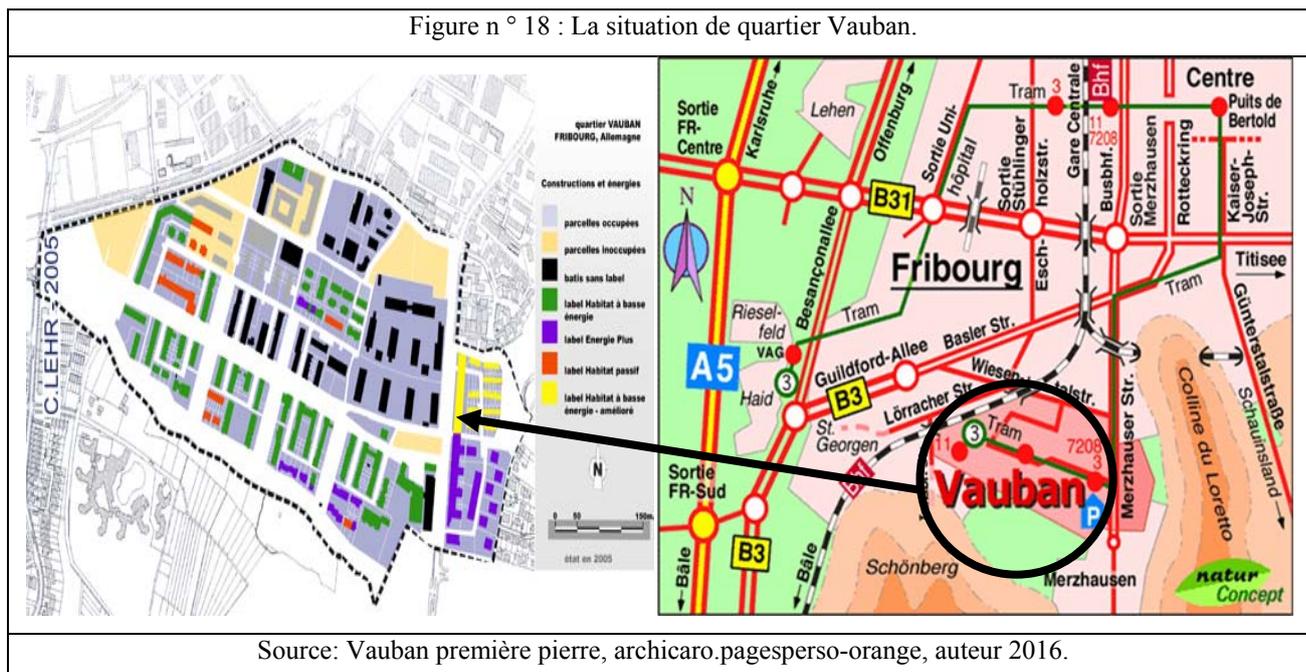


Source : Vauban première pierre, archicaro.pagesperso-orange.

❖ Situation :

Le quartier Vauban située au sud de Freiburg, à 3 km du centre ville sur les 38 ha du site d'anciennes casernes de l'armée française. (Voir figure n ° 20).

Figure n ° 18 : La situation de quartier Vauban.



Source: Vauban première pierre, archicaro.pagesperso-orange, auteur 2016.

❖ Les objectifs :

▪ Objectifs énergétiques :

- Ne pas utiliser d'énergies fossiles.
- Réduire de 50% la consommation d'énergie pour le transport.
- Réduire la demande de chauffage et électricité.
- Utiliser des énergies renouvelables,(Solaire).

▪ Objectifs Sociaux:

- Équilibre des groupes sociaux.
- intégration des nouveaux propriétaires d'immeubles (école primaire et jardins d'enfants).
- centres de quartier pour les interactions sociales,
- Événements culturels, etc.

▪ Objectifs environnementaux :

- Priorité aux piétons, aux cyclistes et aux transports en commun,
- Unités de cogénération et chauffage à courte distance,
- tous bâtiments pourvus au moins de systèmes améliorés de basse consommation énergétique (65 kWh/m² /an) avec préférence marquée pour les propriétaires d'immeuble qui atteignent des standards de maison passive (15 kWh/m² /an) dans des zones spécialement délimitées,
- Usage extensif de matériaux de construction écologiques et d'énergie solaire,

- perméabilisations des sols, sanitaires écologiques, espaces publics verts dessinés en collaboration avec les habitants, conservation des vieux arbres et des biotopes le long du ruisseau

❖ **Concept énergétique :**

Tous les nouveaux bâtiments consomment 65 kWh/m² /année, 92 unités correspondent à des standards de bâtiments passifs, avec une consommation de 15 kWh/m²/ans, 10 unités à des bâtiments passifs améliorés, à savoir des bâtiments « énergie plus » (c'est-à-dire qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment)

Un réseau de chauffage à distance pour l'ensemble du quartier et des unités de cogénération, fonctionnant soit aux granulés de bois (80%) soit au gaz (20%),

Un usage actif de l'énergie solaire (2500 m² de panneaux photovoltaïques et 500m² de panneaux solaires thermiques) font de Vauban l'un des plus grands quartiers solaires européens.

Figure n ° 19 : Les panneaux photovoltaïques utilisés.



Source : Vauban.de.

❖ **Synthèse :**

Au niveau de ses finalités écologiques, le quartier Vauban va au-delà des objectifs actuels. Il sert de laboratoire du développement durable. car L'énergie est produite par une combinaison de panneaux photovoltaïques, collecteurs solaires et une micro-unité de cogénération (à combustion de biomasse). Les panneaux photovoltaïques ont été intégrés sur les toitures de la

zone de parking et sur de nombreux bâtiments "Plus énergie" (bâtiments qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment).^{(87),(88),(89)}

b. Exemple 2 : Eco-quartier BedZED (Londres-grand-Bretagne) :

❖ **Présentation :**

BedZED est le premier quartier de cette taille et de ce niveau d'efficacité énergétique à avoir été construit au Royaume-Uni selon des principes d'habitat écologique, visant des alternatives à l'automobile, la diminution des pollutions et des émissions de CO₂ tout en poursuivant un objectif social. (Voir figure n° 22).

Figure n° 20 : Le quartier BedZED.



Source : Agence de développement et d'urbanisme de Lille métropole.

⁸⁷. Energy-cities.eu.

⁸⁸. Association du quartier Vauban. Quartier Freiburg Vauban.

⁸⁹. Quartiers Durables- Guide d'expériences européennes.

❖ **Fiche technique :**

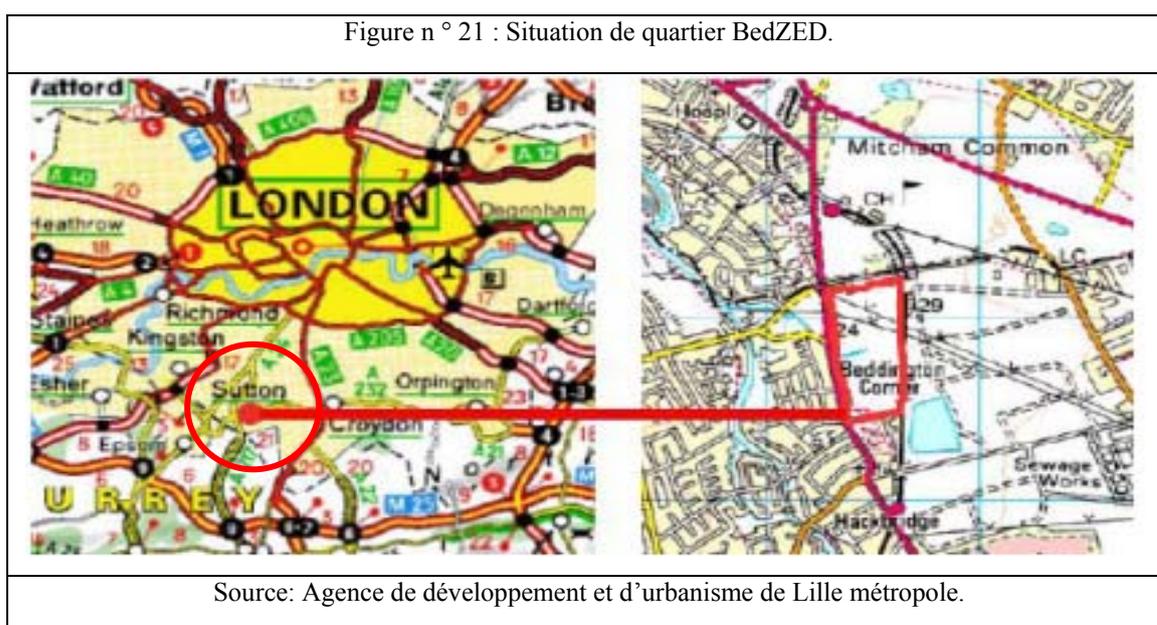
Tableau n ° 5 : Fiche technique d'éco-quartier BedZED	
Nom	BedZED ou Beddington Zéro Énergie (fossile) Développent
Type	Nouveau quartier
Situation	borough londonien de Sutton au sud de Londres.
Nature du site et localisation	Ancien site houiller
Nombre d'habitants	244(février 2002)
Nombre de logements	82 logs
Surface de bureaux et commerces	2 500 m ²
Surface du site	1,7 ha
L'architecte	Bill Dunster
Source : energy-cities.eu, auteur 2016.	

❖ **Programme :**

BedZED est composé de : 82 logements résidentiels, 2,500 m² de bureaux et de commerces, un espace communautaire, une salle de spectacles, des espaces verts publics et privés, un centre médico-social, un complexe sportif, une crèche, un café et un restaurant.

❖ **Situation :**

Située à Sutton au à 40 mn en train au sud-ouest de Londres et à une vingtaine de kilomètres de la Inner city londonienne. (Voir figure n ° 23).



- ❖ **Choix de site :**
 - Il est choisi avant tout parce qu'il présente plusieurs avantages stratégiques.
 - Il est situé dans une banlieue active en matière de développement durable (Agenda 21 local de Sutton).
 - Il dispose, à proximité, des plus grands espaces verts du sud de Londres.
 - Il est relié au réseau existant des transports publics ce qui permet de réduire l'utilisation des voitures particulières.
- ❖ **Les objectifs :**
 - ❖ **Objectifs énergétiques :**
 - Ne pas utiliser d'énergies fossiles.
 - Réduire de 50% la consommation d'énergie pour le transport.
 - Réduire la demande de chauffage de 90%.
 - Utiliser des énergies renouvelables. (Solaire).
 - ❖ **Objectifs environnementaux :**
 - Réduire la consommation d'eau de 33%.
 - Réduire le volume des déchets et accroître le recyclage.
 - Utiliser des matériaux de construction provenant pour moitié d'un rayon inférieur à 60 Km.
 - Développer la biodiversité des espaces naturels.
 - ❖ **Objectifs sociaux :**
 - Offrir aux résidents une haute qualité de vie sans sacrifier les avantages que procure le milieu urbain.
 - Mixité d'activités: commerce et postes de travail.
 - Mixité sociale: en proposant à la fois l'accès à la propriété pour des familles aisées et la location pour des foyers disposant de revenus modestes.
 - ❖ **Concept énergétiques :**
 - **Utilisation d'Énergie solaire dans le BedZED :**

L'énergie solaire est captée au maximum sur les façades sud des logements, via de grandes baies vitrées qui font office de serres. 777 m² de panneaux solaires photovoltaïques (toiture du local abritant la cogénération, allèges de certaines baies vitrées...) produisent 108 MWh d'électricité chaque année, soit Une économie de 46 tonnes d'émissions CO₂ complètent la production d'électricité et permettent également de recharger les batteries des 40 véhicules électriques de la société de location installée sur le site pour les seuls besoins des habitants du

quartier. Ces panneaux produiront en pointe jusqu'à 109 kW. Ils ont été financés, pour partie, par le programme Thermie de l'Union européenne. (Voir figure n° 24).

Figure n° 22 : panneaux solaires utilisés.



Source : BedZED un éco quartier durable au sud de Londres. Crfree.fr.

❖ **Synthèse :**

BedZED est rapidement devenue une référence en matière d'habitat écologique. Le projet BedZED peut être qualifié de « durable » dans la mesure où il prend en compte le respect de l'environnement et la recherche d'une équité sociale, tout en permettant une maîtrise des coûts.

BedZED utilise de l'énergie qui provient de ressources renouvelables générées sur site. C'est la première communauté de vie de cette dimension « neutre en carbone » (qui n'ajoute pas de CO₂ dans l'atmosphère). C'est l'exemple d'un développement qui ne fournit aucune contribution au réchauffement climatique mondial. L'empreinte écologique de BedZED est deux fois moindre que celle d'un quartier traditionnel^{(90),(91),(92),(93)}.

⁹⁰. Agence de développement et d'urbanisme de Lille métropole.

⁹¹. Université Européenne de l'Océan Indien, université de la Réunion.

⁹². Groupe Le Figaro.

⁹³. BedZED, un quartier "zéro émission" au sud de Londres.

1.4. Conclusion :

L'énergie solaire, généralement est une énergie renouvelable et en particulier comme énergie provient du rayonnement du soleil, elle est nécessaire pour minimiser l'augmentation de la consommation d'énergie fossile, et elle est importante pour le développement des pays.

Grâce à la technologie actuelle, l'énergie solaire est de plus facile à exploiter. Elle semble être l'énergie la plus prometteuse pour l'avenir.

La qualité du rayonnement solaire Algérien permet à l'Algérie de se classer parmi les trois pays qui disposent des meilleurs gisements solaires dans le monde, donc on peut y profiter dans l'objectif de développement et mettez la en lumière puisque elle reste timide.

Pour bénéficier par cette énergie et mettre l'Algérie dans la boîte de croissance et à l'heure des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile, donc pourquoi la conception des constructions reste basée sur les énergies non renouvelables « fossile », et l'utilisation d'énergie renouvelable telle que l'énergie solaire reste embarrassé ? Comment exploiter au mieux cette énergie ? Et quels sont les différentes techniques liées à son utilisation ?

2. Les techniques :

2.1. Introduction :

L'énergie solaire est considérée comme partie de ces concepts, elle est la plus élégante, silencieuse et discrète. Parce qu'elle provient de la transformation directe d'une partie du rayonnement solaire en énergie électrique continue ou en énergie thermique sous forme de chaleur et ceci respectivement à travers les technologies solaires (thermique et photovoltaïque) sont en progrès constants, tant au niveau de la fiabilité des matériels que de la facilité de leur mise en œuvre et de l'expérience acquise par les fabricants, les bureaux d'étude et les installateurs. Ces technologies solaires sont de nombreuses solutions innovantes émergent afin d'exploiter au mieux l'énergie solaire, et afin de valoriser leur rôle pour minimiser la consommation augmentée d'énergie fossile.

Actuellement Les technologies du système photovoltaïque ou thermique se développent rapidement et ont un rôle croissant dans la technologie électrique et se considère comme l'énergie verte du nouveau siècle parce qu'elle est inépuisable, non polluante et présente l'avantage de s'intégrer facilement à l'habitat (façades de bâtiments, toits).

2.2. Historique :

L'histoire du panneau solaire est en fait l'histoire d'une réaction qui se déroule à l'échelle atomique. Cette réaction est appelée l'effet photovoltaïque.

L'effet photovoltaïque a été découvert pour la première fois en 1839 par Antoine César Bequerel, un physicien français. Antoine a constaté que certains matériaux pouvaient produire de petites quantités d'électricité quand ils étaient exposés à la lumière. Albert Einstein se pencha sur ce travail. En 1905, Albert Einstein publie un papier sur le potentiel de production d'électricité à partir de la lumière du soleil. Ce document explore l'effet photovoltaïque, technologie sur laquelle est fondé le panneau solaire.

En 1913, William Coblentz a posé le premier brevet pour une cellule solaire, mais il ne pourra jamais la faire fonctionner. En 1916, Robert Millikan a été le premier à produire de l'électricité avec une cellule solaire. Pendant les quarante années suivantes, personne ne fit beaucoup de progrès en énergie solaire car les cellules photovoltaïques avaient un trop mauvais rendement pour transformer la lumière du soleil en énergie.

Le premier panneau solaire a été construit en 1954 par les laboratoires Bell. Il a été appelé batterie solaire mais c'était juste un effet d'annonce car il était trop coûteux à produire. Ceux sont les satellites qui ont réellement fait avancer l'énergie solaire dans les années 1960 lors la course à l'espace. Les satellites ont besoin d'une source d'énergie fiable. L'énergie solaire est parfaite car c'est

une source d'énergie constante pour les satellites en orbite. L'industrie spatiale mis beaucoup de fonds dans le développement des panneaux solaires. C'était la première utilisation importante de la technologie solaire.

Grâce à l'espace, les panneaux solaires ont prouvé leur fiabilité. Le coût de production des cellules solaires a également diminué. L'énergie solaire a eu un second élan au cours de la crise de l'énergie dans les années 1970. Quand le prix du pétrole a augmenté de façon spectaculaire, les panneaux solaires photovoltaïques ont commencé à être utilisé pour la première fois dans les maisons. Depuis les panneaux solaires se sont développés lentement. Pendant longtemps, ils ont été considérés comme des sources d'énergies alternatives. L'énergie solaire est de nouveau en pleine essor car on prévoit une pénurie de pétrole prochaine, on se préoccupe du réchauffement de la planète et les prix de l'énergie n'ont jamais été aussi hauts.

L'énergie solaire devient une priorité pour de plus en plus de pays . Des centrales **solaires** sont en cours de construction dans le monde entier. Les entreprises investissent également. Les entreprises d'électricités et les gouvernements ont offert des subventions et des réductions pour encourager les propriétaires à investir dans les panneaux solaires pour leur maison.

De nouveaux types de panneaux solaires ont été développés: panneau solaire très fins(4 mm d'épaisseur) et flexibles, des peintures solaires. L'objectif est de réduire très fortement le coût de l'énergie solaire. L'énergie solaire est l'énergie du futur.⁹⁴

2.3. Les technologies solaires thermiques :

On distingue trois types de technologies permettant d'exploiter l'énergie solaire thermique :

2.3.1. La technologie solaire thermique à basse température :

A. La technologie solaire «active» :

Traditionnellement, ce terme désigne les applications à basse et moyenne température. Des capteurs solaires thermiques sont installés sur les toits des bâtiments. Un capteur solaire thermique est un dispositif conçu pour recueillir l'énergie provenant du Soleil et la transmettre à un fluide caloporteur. La chaleur est ensuite utilisée afin de produire de l'eau chaude sanitaire ou bien encore chauffer des locaux.⁹⁵

Quelques exemples d'applications des techniques d'exploitation active de l'énergie solaire :

⁹⁴. Panneaux Solaires France.

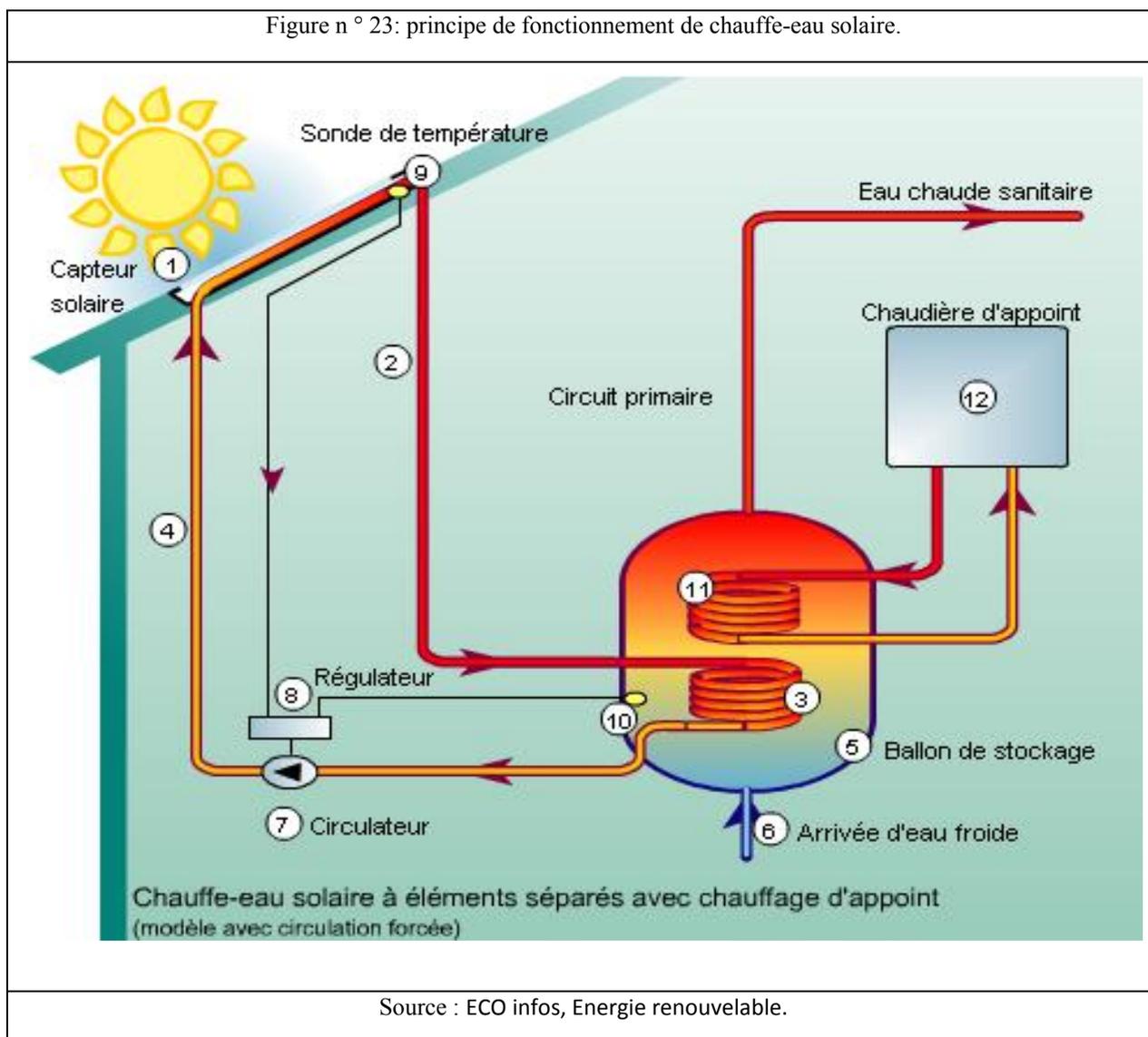
⁹⁵ . Energie solaire (Exploitation).

a. Le chauffe-eau solaire :

- Le capteur solaire (1) absorbe l'énergie des rayons du soleil et la restitue sous forme de chaleur, ce capteur est en général placé sur le toit.
- Le circuit primaire (2) transporte la chaleur, il est étanche, calorifugé et contient de l'eau additionnée d'antigel. Ce liquide s'échauffe en passant dans les tubes du capteur, et se dirige vers un ballon de stockage.
- L'échangeur thermique (3) (serpentin) cède ses calories solaires à l'eau sanitaire.
- Le liquide refroidi, repart vers le capteur (4) où il est à nouveau chauffé tant que l'ensoleillement reste efficace.
- Le ballon de stockage (5) ou le ballon solaire est une cuve métallique qui constitue la réserve d'eau sanitaire.
- L'eau froide du réseau (6) remplace l'eau chaude soutirée, elle sera de nouveau réchauffée à son tour par le liquide du circuit primaire.
- Le circulateur (7) met en mouvement le liquide caloporteur quand il est plus chaud que l'eau sanitaire du ballon.
- Son fonctionnement est commandé par un dispositif de régulation (8) jouant sur les différences de températures : si la sonde du ballon (10) est plus chaude que celle du capteur (9), la régulation coupe le circulateur. Sinon, le circulateur est remis en route et le liquide primaire réchauffe l'eau sanitaire du ballon.
- En hiver ou lors de longue période de mauvais temps, la totalité de la production d'eau chaude ne peut être assurée par cette énergie solaire, un dispositif d'appoint (résistance ou serpentin raccordé à une chaudière d'appoint (12) prend donc le relais et reconstitue un stock d'eau chaude⁹⁶. (Voir figure n°25).

⁹⁶ ECO infos, Energie renouvelable.

Figure n ° 23: principe de fonctionnement de chauffe-eau solaire.



b. Le plancher solaire :

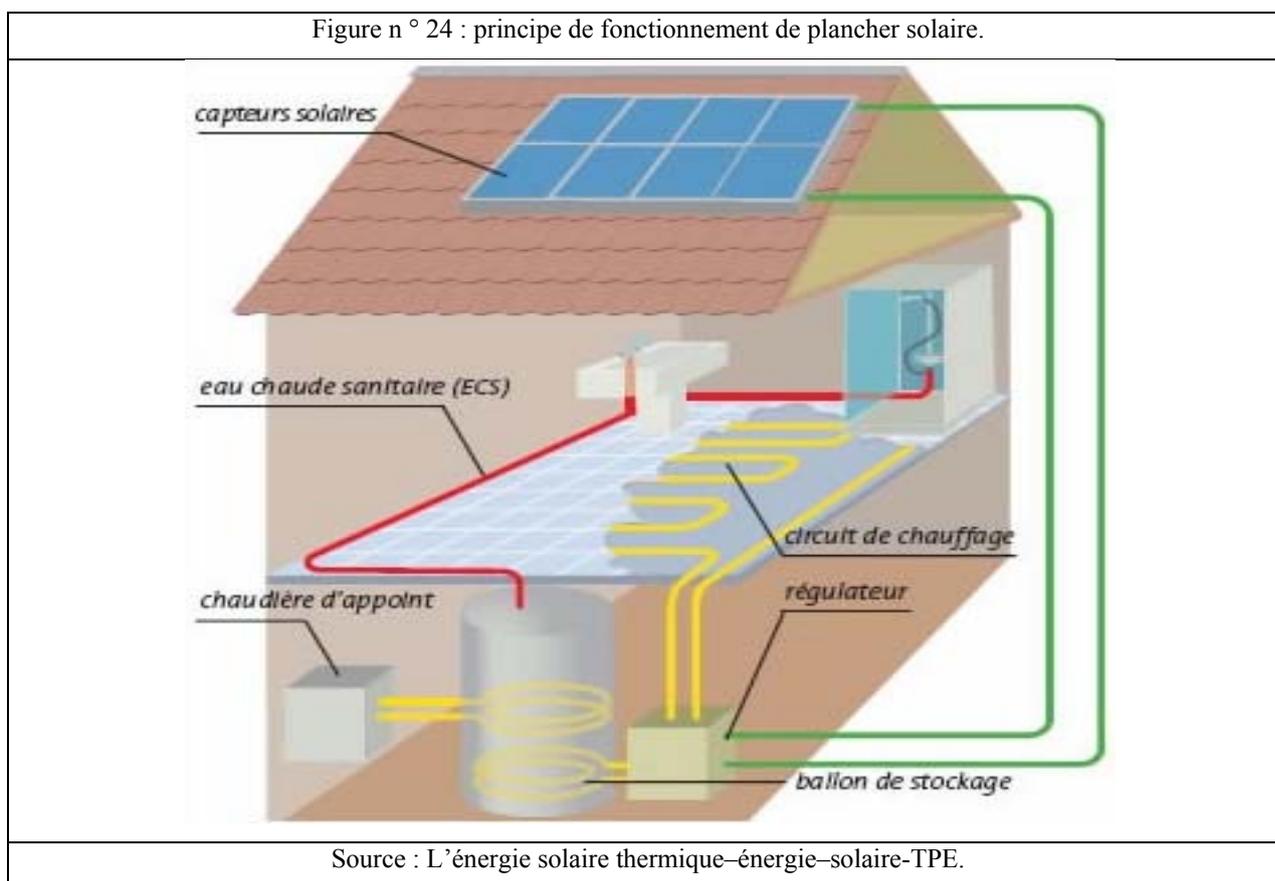
Le «PS» est un système de chauffage par le sol. La chaleur qu'il diffuse provient en partie du rayonnement solaire. En plus du chauffage, ce système assure la production de l'eau chaude sanitaire. Le plancher solaire permet donc de réduire de moitié sa facture de chauffage. Le système est composé de capteurs solaires, du plancher chauffant, d'un ballon d'eau chaude solaire et d'un liquide caloporteur. Une chaudière d'appoint peut être installée lorsque la production de chaleur du système n'est pas suffisante. Sur ce schéma nous pouvons observer l'utilisation simultanée d'un plancher solaire ainsi qu'un chauffage d'eau sanitaire.

Le réchauffement du ballon d'eau chaude sanitaire se fait avec un circuit en dérivation. Ce fluide est réchauffé dans les capteurs solaires par le rayonnement du soleil puis circule directement dans les tuyaux du plancher. C'est donc lui qui permet de véhiculer la chaleur du Soleil jusque dans la maison. Grâce à une forte inertie de la dalle, le fluide peut préserver

une température élevée (environ 25°C). En effet, sur 100 m² de plancher chauffant, on peut arriver à stocker jusqu'à 7000 litres d'eau tout en gardant une température de sol inférieure à 28°C ce qui permet d'éviter de créer des problèmes de circulation sanguine dans les jambes des résidents.

Pour couvrir un maximum des besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire, il faut prévoir environ 1 m² de capteur solaire pour 8 à 10 m² de plancher chauffant. Les capteurs doivent être de préférence orientés en plein sud et inclinés entre 45° et 60°. ⁹⁷(Voir figure n°26).

Figure n° 24 : principe de fonctionnement de plancher solaire.



Source : L'énergie solaire thermique–énergie–solaire-TPE.

c. Le rafraîchissement solaire :

1 Une solution composée d'un couple liquide réfrigérant et liquide absorbant est portée à ébullition à l'intérieur du désorbeur grâce à l'apport calorifique de panneaux solaires thermique. La pression augmente et le réfrigérant s'évapore en se séparant de l'absorbant.

2 Les vapeurs du réfrigérant sont dirigées vers le condenseur où elles cèdent leur par refroidissement au contact de l'air ambiant.

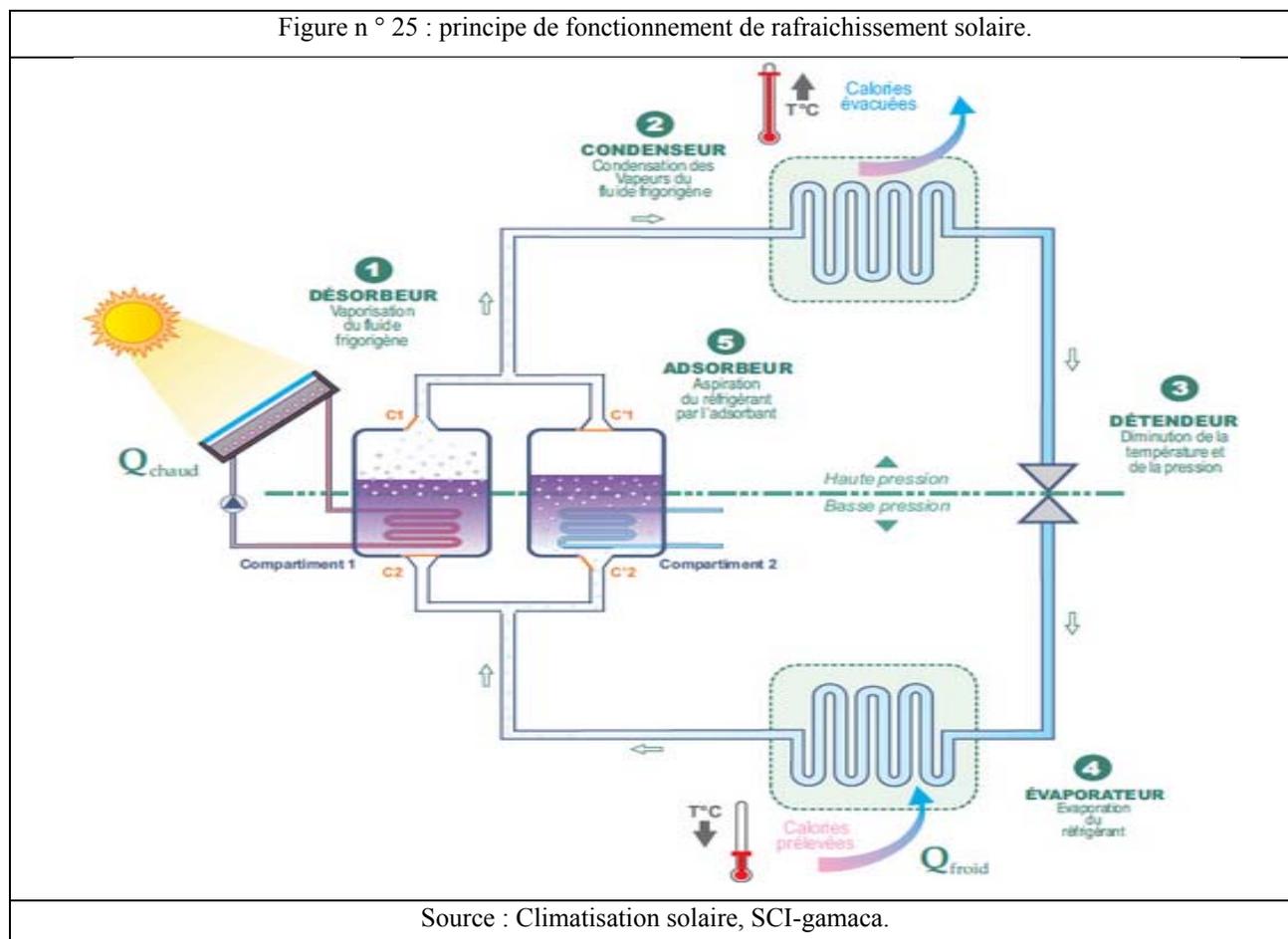
3 Les condensas du réfrigérant sont détendus pour accéder à la zone basse pression de l'installation.

4 Le réfrigérant à l'état liquide est dirigé dans l'évaporateur où il se vaporise instantanément en prélevant les calories du local à refroidir.

⁹⁷. L'énergie solaire thermique–énergie–solaire-TPE.

5 Conjointement, la solution absorbante « pauvre en réfrigérant » est soutirée du désorbeur via une vanne de détente pour alimenter l'absorbeur. Les vapeurs du réfrigérant mise en contact avec cette solution sont alors absorbées.

6 Le couple réfrigérant-absorbant ainsi régénéré est ramené vers le désorbeur par une pompe. Le cycle peut alors recommencer⁹⁸. (Voir figure n ° 27).



❖ **Les différents types de capteurs solaires : utilisés** dans la technologie solaire «active» :

▪ **Les capteurs plans non vitrés :**

Leur structure est assez simple, puisque composée d'un réseau de tubes plastiques noirs où circule le fluide caloporteur. Ils sont utilisés essentiellement pour le chauffage de l'eau des piscines en été.

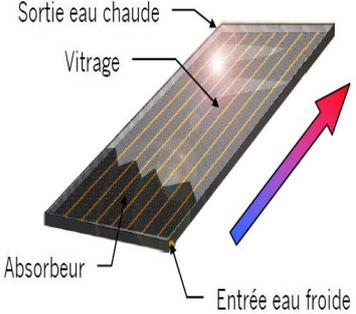
▪ **Les capteurs plans vitrés :**

Le fluide caloporteur, très souvent de l'eau mélangée à un antigel, passe dans un circuit en serpentin placé derrière une vitre.

⁹⁸ . Climatisation solaire, SCI-gamaca.

▪ **Les capteurs à tubes sous vides :**

Le fluide caloporteur circule à l'intérieur d'un double tube sous vide. Le principe est le même que pour les capteurs plans vitrés, l'isolation étant simplement assurée par l'absence de molécules d'air (sous vide)⁹⁹.

Figure n ° 286on vitrés.	Figure n ° 27 : Les capteurs plans vitrés.	Figure n ° 28 : Les capteurs à tubes sous vides.
		
Source : GUIDEnR SOLAIRE THERMIQUE L'information Solaire Thermique.	Source : l'énergie solaire thermique, CONSEIL GENERAL DES LONDES.	Source : Montjoie Solaire, - Les différents types de capteurs solaires.

B. La technologie solaire «passive» :

Toujours dans le domaine de la basse température, on peut également citer les installations solaires passives. Par opposition aux applications précédentes, celles-ci ne requièrent pas de composants dits actifs (les capteurs solaires). Ces applications reposent sur des concepts de génie civil et climatique impliquant une architecture adaptée et l'emploi de matériaux spéciaux. L'utilisation passive de l'énergie du Soleil permet de chauffer, d'éclairer ou de climatiser des locaux.

Quelques exemples d'applications des techniques d'exploitation passive de l'énergie solaire :

a. Le mur trombe :

L'air chauffé entre le vitrage et le mur accumulateur monte vers le haut, et pénètre dans la maison par des ouvertures supérieures.

Il se refroidit au contact de l'air de la pièce alimentée par le mur Trombe et, une fois rafraîchi, revient dans la lame d'air par des ouvertures inférieures.

⁹⁹. Energie solaire (Exploitation).

Au cours d'une journée d'hiver ensoleillée, il n'est pas rare que la température de la lame d'air entre le mur et le vitrage atteigne 60°C.

Comme pour la serre solaire, l'épaisseur du mur accumulateur est cruciale pour la bonne efficacité du système.

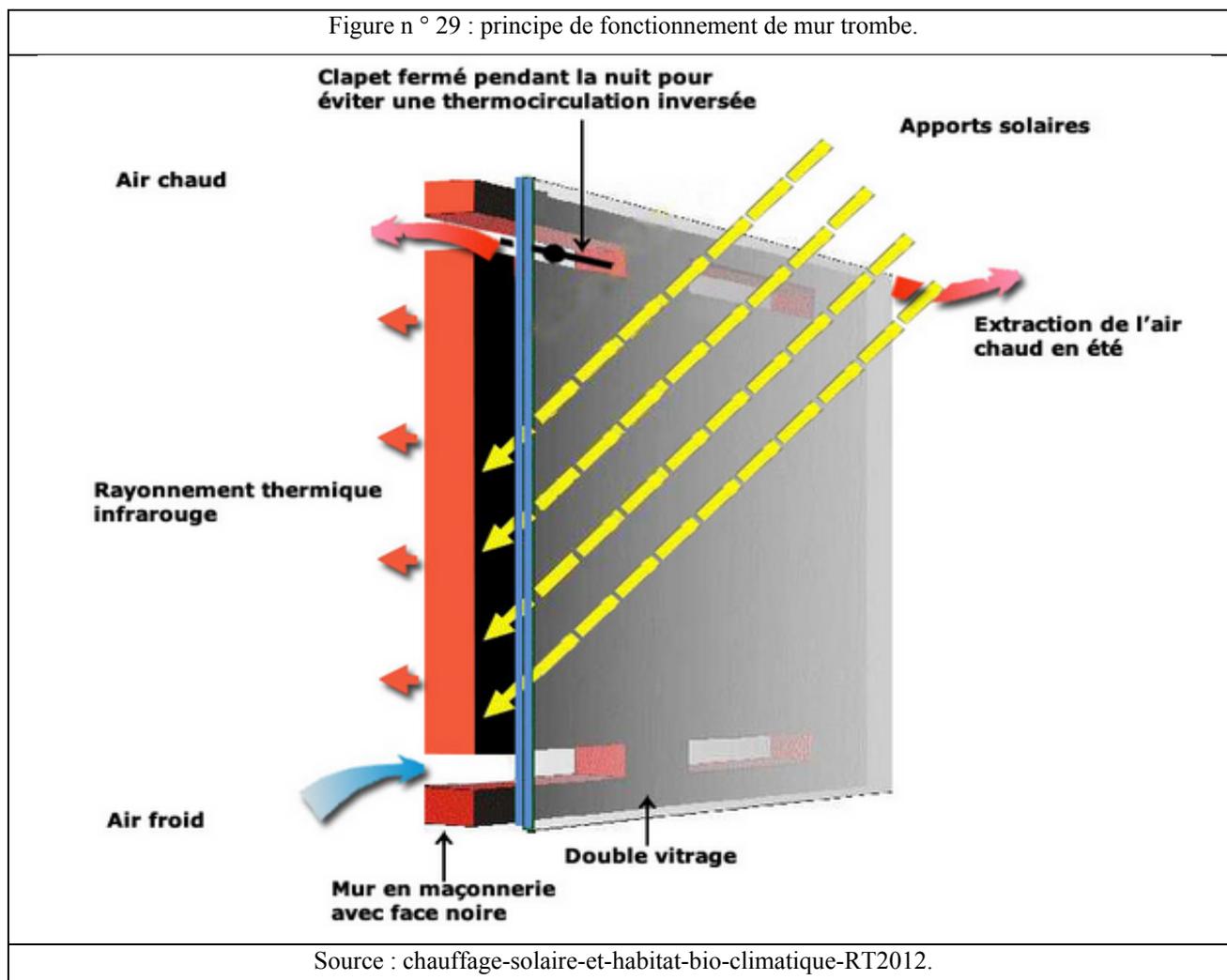
Le mur doit en effet fournir l'inertie et la masse suffisante pour couvrir les besoins de chauffage, mais doit également rester suffisamment isolant pour ne pas être une source de pertes thermiques.

Au cours de la nuit, l'air de la lame entre le mur et le vitrage se refroidit.

L'air alourdi se tasse vers le bas et pénètre par les orifices inférieurs tandis que l'air tiède de la pièce traverse les ouvertures du haut.

Pour éviter cette inversion nocturne et garder l'accumulation de chaleur de la journée, on place des panneaux ou des clapets sur les ouvertures¹⁰⁰. (Voir figure n° 31).

Figure n° 29 : principe de fonctionnement de mur trombe.



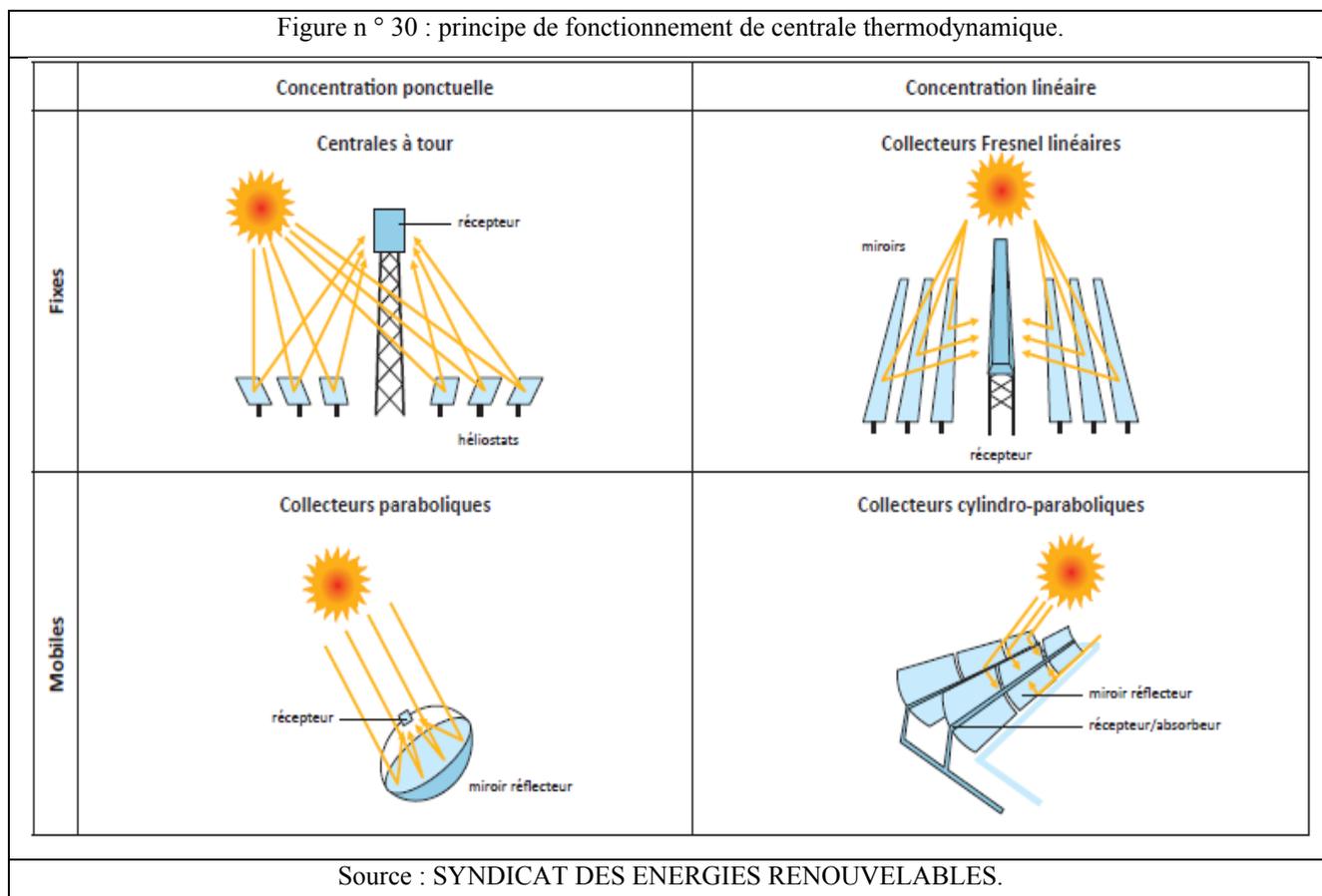
¹⁰⁰. LePannaeauSolaire.

2.3.2. La technologie solaire thermique à haute température :

A. La technologie solaire concentrée ou « thermodynamique » :

Ce procédé fournit de la chaleur haute température (de 250 à 1 000°C) par concentration du rayonnement solaire. Ce pouvoir calorifique est utilisé pour actionner des turbines à gaz ou à vapeur afin de produire de l'électricité¹⁰¹. (Voir figure n ° 32).

Figure n ° 30 : principe de fonctionnement de centrale thermodynamique.



2.4. Les technologies solaires photovoltaïques :

2.4.1. Les cellules photovoltaïques :

A. Définitions :

a. Définition 1 :

«Les cellules photovoltaïques ont la particularité de produire un courant électrique lorsqu'elles sont exposées aux rayonnements du Soleil. Elles sont constituées de semi-conducteurs à base, par exemple, de silicium, de sulfure de cadmium, ou de tellure de cadmium»¹⁰².

b. Sens 1 :

«La cellule photovoltaïque est un matériau électronique, souvent composé de semi-conducteurs, qui produit du courant électrique en continu lorsqu'il est exposé à la lumière».

¹⁰¹ . Energie solaire (Exploitation).

¹⁰² .Selon Futura Science.

c. Sens 2 :

«Composant électronique qui permet de produire de l'électricité à partir du rayonnement de la lumière, en s'appuyant sur l'effet photovoltaïque»¹⁰³.

B. Les types :

Les cellules photovoltaïques qui existent sont classées selon l'ordre des éléments de base (atomes et/ou molécules) du matériau semi-conducteur dans son état solide dans lequel se trouve-il. À cet effet, deux types sont les principaux : Les cellules monocristallines et les cellules amorphes. Un troisième type s'ajoute à eux, ce sont les cellules multi-cristallines qui font une sorte de transition entre les deux types précédents.

a. Les cellules monocristallines :

La cellule de silicium monocristallin est historiquement la plus largement utilisée et commercialisée. La fabrication de cellules de silicium commence avec l'extraction du cristal de dioxyde de silicium. Ce matériel est désoxydé dans de grands fours, purifié et solidifié. Ce processus a atteint une pureté de 98 et 99% ce qui permet un rendement énergétique fort (en effet, plus le revêtement de la cellule est pur, plus l'effet photovoltaïque est facile). Le silicium est alors fusionné avec une petite quantité de dopant, normalement le bore qui est de type P puis on coupe en fine tranches d'environ 300µm. Après la coupe et le nettoyage des impuretés des tranches, des impuretés de type N sont introduites via un processus de diffusion contrôlée : les tranches de silicium sont exposées à des vapeurs de phosphore dans un four où la température varie de 800 à 1000°C. Parmi les cellules photovoltaïques utilisant le silicium comme matériau de base, les monocristallins sont, en général, celles qui ont les meilleures performances. Ainsi, les cellules solaires commerciales obtenues avec le procédé décrit peuvent atteindre un rendement de 15 à 18%.

b. Les cellules poly/multi-cristallines :

Les cellules en silicium poly-cristallin sont moins coûteuses que celles en silicium monocristallin car les processus de préparation des cellules sont moins stricts. Leur efficacité est cependant plus faible.

Le processus de production est semblable à celui présenté précédemment dans le cas de la fabrication de cellule en silicium mais avec un contrôle moins rigoureux. Il en résulte que les cellules obtenues sont moins coûteuses mais aussi moins efficaces (12,5% de rendement en moyenne). Leur intérêt réside dans la multiplicité des formes sous laquelle le revêtement peut se présenter : lingots à découper, ruban ou fil à déposer,... . Chaque technique permet de produire des

¹⁰³. Selon dictionnaire français

cristaux ayant des caractéristiques spécifiques, y compris la taille, la morphologie et la concentration des impuretés.

c. Les cellules silicium amorphe :

Les cellules de silicium amorphe diffèrent des cellules présentées précédemment puisque leur structure présente un haut degré de désordre dans la structure des atomes. L'utilisation de silicium amorphe pour les cellules solaires a montré de grands avantages à la fois au niveau des propriétés électriques et le processus de fabrication (processus simple, faible consommateur d'énergie, peu coûteux, possibilité de produire des cellules avec grands secteurs). Mais, même avec un coût réduit pour la production, l'utilisation du silicium amorphe a deux inconvénients: le premier est le rendement de conversion faible par rapport aux cellules de monocristallin et poly-cristallin de silicium. Le deuxième est le fait que les cellules sont affectées par un processus de dégradation dans les premiers mois d'opération, réduisant ainsi leur durabilité.

En 1993, la production de cellules photovoltaïques a atteint un sommet à 60 MWp, et le silicium demeure le matériau le plus utilisé. Toutefois, la recherche de matériaux alternatifs est intense et concentrée dans le domaine des films minces, comme le silicium amorphe. La technologie des cellules de films minces n'est pas encore maîtrisée mais pourrait s'avérer intéressante car elle utilise moins de matériau que ceux en structure cristalline et elle nécessite moins d'énergie dans le processus de fabrication¹⁰⁴.

¹⁰⁴. Céline Bernard, Carolina Sebrao, Oliveira, Bernard Laval, Clément Vaudouer, «Panneau photovoltaïque et algorithme MPPT à base de logique floue».page : 5 , 6.

C. Les caractéristiques :

Tableau n ° 6 : les caractéristiques des cellules photovoltaïques.			
	monocristallines	poly/multi-cristallines	silicium amorphe
Figure de Cellule			
Dimensions (mm)	125*125 200 à 300 µm d'épaisseur	125 * 125 200 à 300 µm d'épaisseur	de 6 à 300 mm 0,5 à 2 µm d'épaisseur.
Durées de vie	30 ans	30 ans	20 ans
Coûts	143€	99€	Faible par rapport autre technologie
Rendement	(15 et 22 %)	(10 à 13 %)	(5 à 10 %)
Couleurs	bleue uniforme	bleues, non uniforme	couleur brune, mauve
Puissance	100 à 150 Wc/m2.	100 Wc/m2.	50 Wc/m2.
Fabrications	élaborés à partir d'un bloc de silicium fondu qui s'est solidifié en formant un seul cristal	élaborés à partir de silicium de qualité électronique qui en se refroidissant forme plusieurs cristaux.	Couches très minces de silicium qui sont appliquées sur du verre, du plastique souple ou du métal, par un procédé de vaporisation sous vide.
Source : ⁽¹⁰⁵⁾ , ⁽¹⁰⁶⁾ , ⁽¹⁰⁷⁾ .			

¹⁰⁵. Panneau solaire, panneauxolaire. Free.

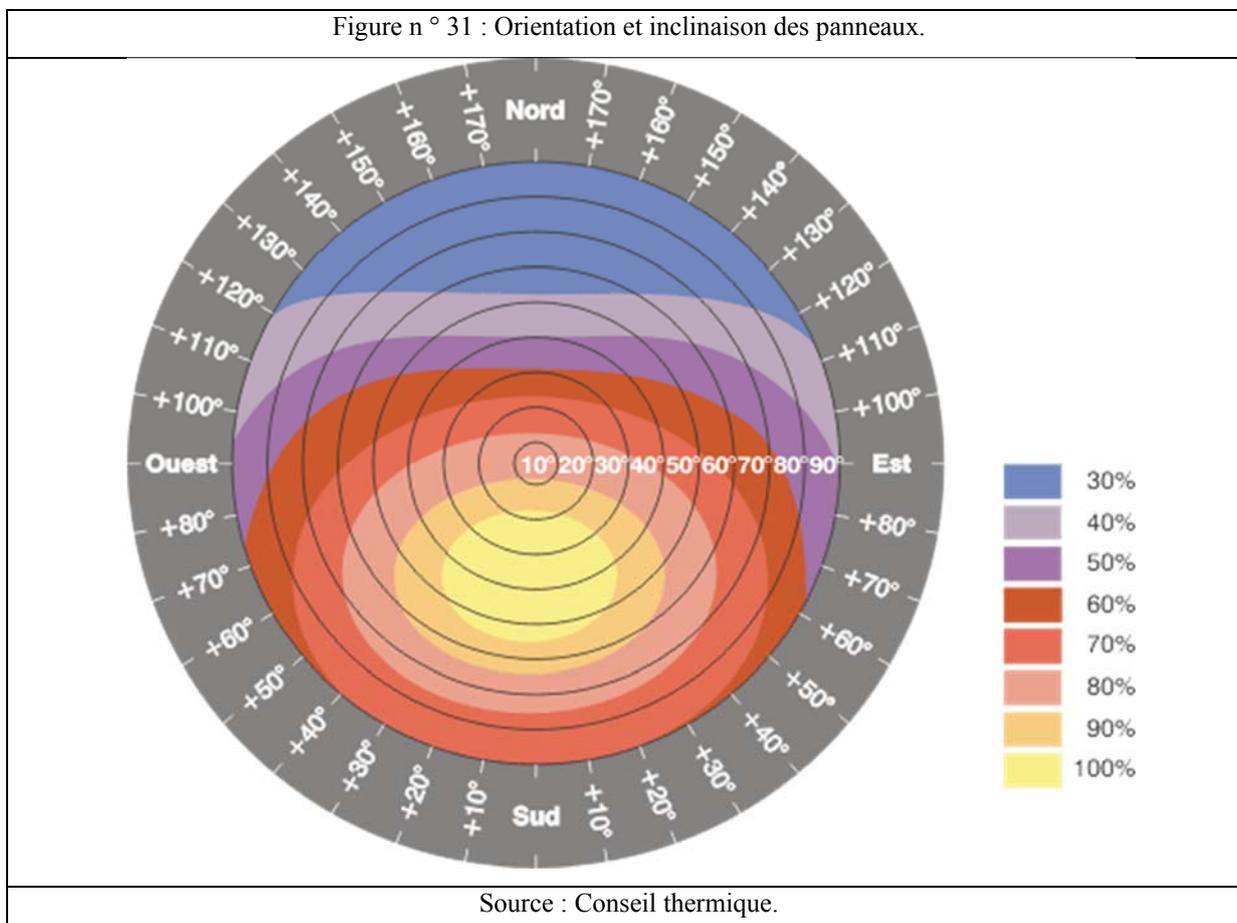
¹⁰⁶. Cellulesphotovoltaïque.Solems.

¹⁰⁷. Energie solaire photovoltaïque, Poitiers électromécanique.

D. L'inclinaison et l'orientation:

L'orientation optimale est pleine sud. Et l'angle d'inclinaison optimale est 35°. (Voir figure n ° 33).

Figure n ° 31 : Orientation et inclinaison des panneaux.



Source : Conseil thermique.

E. Les conseils de mise en œuvre:

a. L'orientation des modules :

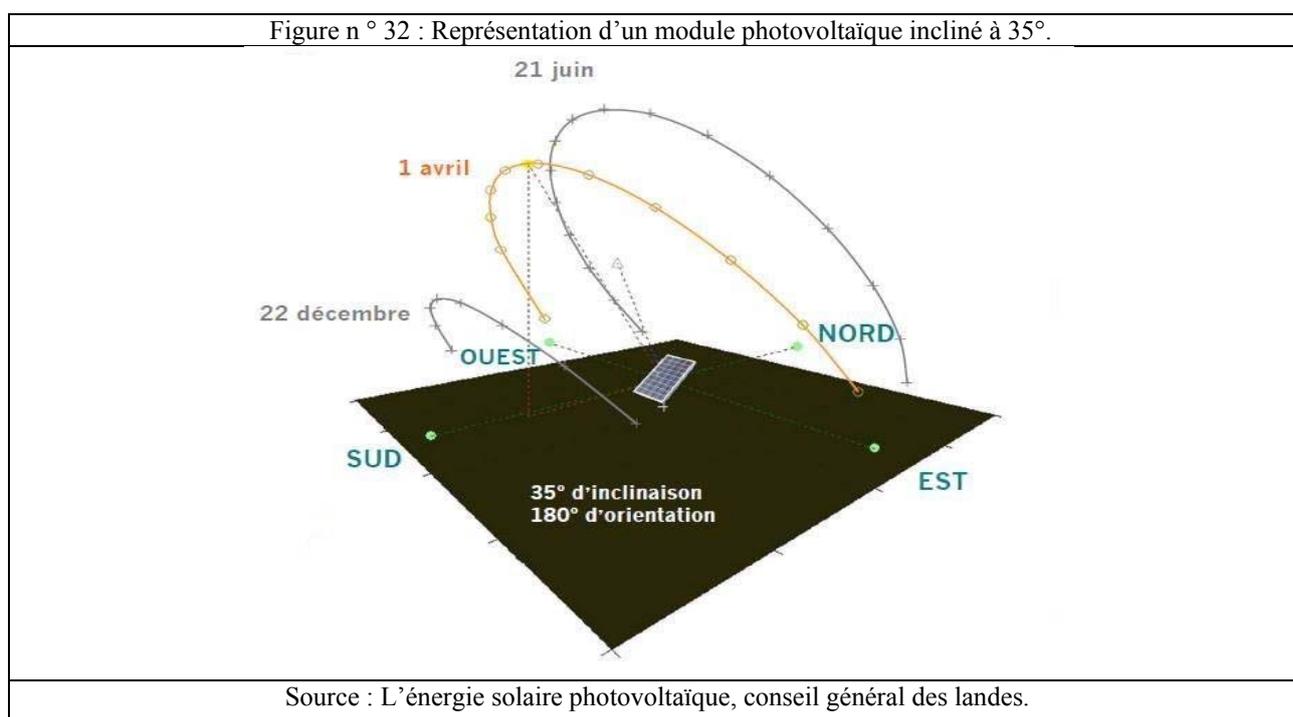
L'orientation des modules doit être plein sud d'une manière idéale. Toutefois, il faut tenir compte des deux paramètres suivants dans le cadre du choix d'une orientation : les masques environnants, l'orientation du site.

Dans le cas où le site présente des masques importants à l'est (végétation, bâtiments, etc.), il est peut-être préférable d'orienter plus à l'ouest le champ photovoltaïque plutôt que de le placer plein sud. La production sera alors plus importante l'après-midi sans pour autant défavoriser le matin (qui n'est pas ensoleillé du fait des masques).

L'orientation du bâtiment est aussi à prendre en compte dans la mesure où les modules seraient placés sur la façade du bâtiment ou encore sur la toiture. Il s'agit là d'intégrer au mieux les modules au bâti quitte à produire un peu moins d'énergie.

b. L'inclinaison des modules :

L'objectif est de produire le plus d'énergie sur l'année. La production est maximale lorsque les rayons du soleil sont perpendiculaires au module. L'incidence du rayonnement sur les modules photovoltaïques varie de manière importante entre l'été et l'hiver. D'autre part, la durée d'ensoleillement est elle aussi très variable entre l'été et l'hiver à tel point que chaque mois d'hiver représente moins de 5 % de la production totale. Il faut donc rechercher quelle est l'inclinaison qui permettra de produire le plus d'énergie sur l'année. Celle-ci dépend de la latitude du lieu et aussi de l'orientation des capteurs ¹⁰⁸(Voir figure n ° 34).



2.4.2. Les panneaux photovoltaïques (module):

A. Définitions :

«Dispositif transformant l'énergie de la lumière en électricité. Il utilise l'effet photoélectrique, par lequel un photon incident (la lumière, donc) peut arracher un électron à un atome.

- **Description d'un panneau photovoltaïque :**

Un panneau photovoltaïque est constitué d'une série de cellules photovoltaïques, formées d'un matériau semi-conducteur en deux couches, l'une dopée positivement (P) et l'autre négativement (N). C'est une jonction PN. Lorsqu'un électron est arraché, il se forme à la place un « trou », se comportant comme une charge positive.

¹⁰⁸. L'énergie solaire photovoltaïque, conseil général des landes.

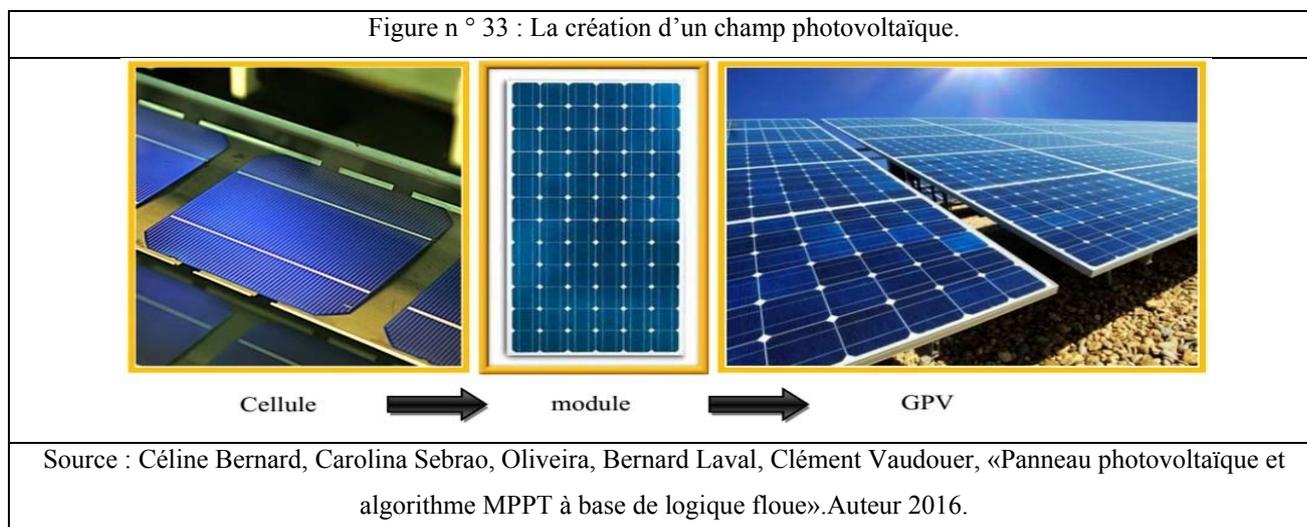
L'électron et le trou s'échappent de part et d'autre de cette jonction PN (les électrons vers N et les trous vers P), créant une différence de potentiel (ce que l'on mesure en volts). Une cellule photovoltaïque produit donc ainsi du courant électrique continu»¹⁰⁹.

2.4.3. Les champs photovoltaïques (générateur) :

A. Définitions :

«Désigne des modules photovoltaïques interconnectés et fonctionnant comme une seule unité de génération d'électricité. Les modules forment une structure distincte montée sur un support (ou châssis) commun. Dans le cas d'un système de dimension réduite, le champ peut consister en un seul module sur son support»¹¹⁰. (Voir figure n ° 35).

Figure n ° 33 : La création d'un champ photovoltaïque.



2.4.4. Différents types de systèmes photovoltaïques :

A. Alimentations électriques faibles puissances :

Il s'agit des alimentations électriques faibles telles que les cauclettes ou les chargeurs de piles. Des modules photovoltaïques (PV) peuvent faire fonctionner n'importe quel appareil alimenté par des piles¹¹¹.

B. Installations électriques photovoltaïques autonomes :

Une installation photovoltaïque autonome est une installation qui produit de l'électricité grâce au soleil, mais qui fonctionne indépendamment du réseau électrique. Dans la majorité des cas, ce système est utilisé dans les sites isolés où il serait beaucoup trop coûteux de raccorder l'habitation ou le local que l'on souhaite alimenter en électricité. La différence majeure avec une installation photovoltaïque standard (raccordée au réseau), c'est la présence de batteries.

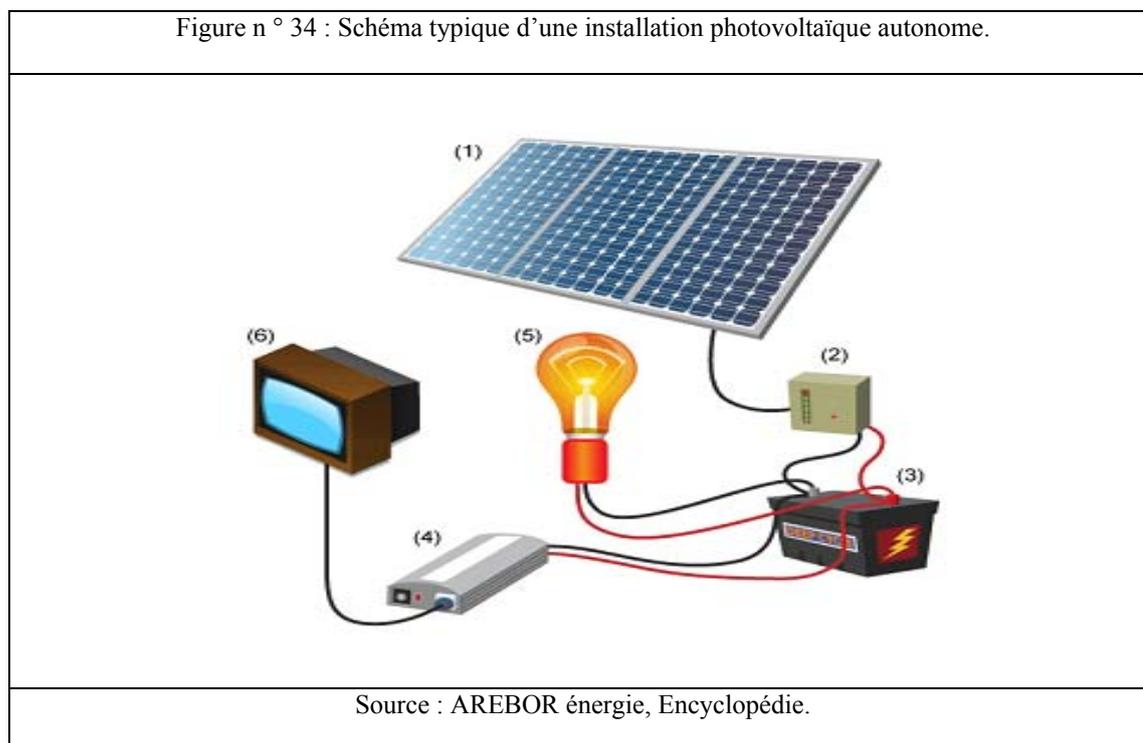
¹⁰⁹. Selon Futura-Sciences.

¹¹⁰. Selon dictionnaire environnement.

¹¹¹. Larroussi Omeiri, Kaddour Hanane Djellouli Fatma Zahra, « Etude et réalisation et similisations et essai d'un générateur photovoltaïque ».2014.

Une installation photovoltaïque autonome doit être capable de fournir de l'énergie, y compris lorsqu'il n'y a plus de soleil (la nuit ou en cas de mauvais temps). Il faut donc qu'une partie de la production journalière des modules photovoltaïques soit stockée. Cette installation se compose d'un ou plusieurs modules photovoltaïques(1), d'un régulateur de charge (2), d'une ou plusieurs batteries (3), et éventuellement d'un onduleur (4).

Les modules photovoltaïques sont la source d'énergie. Ils transforment la lumière du soleil en courant électrique continu (DC). Dans certaines applications (pompage, recharge d'appareils portables, ...), ce courant peut être utilisé directement. Cependant, dans la plupart des cas, les modules sont reliés à un régulateur de charge, puis à des batteries qui vont stocker l'énergie. Le rôle principal du régulateur est de protéger les batteries des surcharges car se sont les éléments les plus sensibles de l'installation. Quand on possède des appareils consommant du 12Vdc (5), il est possible de les relier aux batteries pour les alimenter. On peut également les relier via le régulateur, qui devient alors régulateur de charge/décharge, et il se chargera de la protection contre les décharges profondes. Pour finir, si certains des appareils électriques consomment du courant alternatif (230Vac) (6), il faut ajouter un onduleur pour convertir le courant continu des modules et des batteries¹¹². (Voir figure n ° 36).



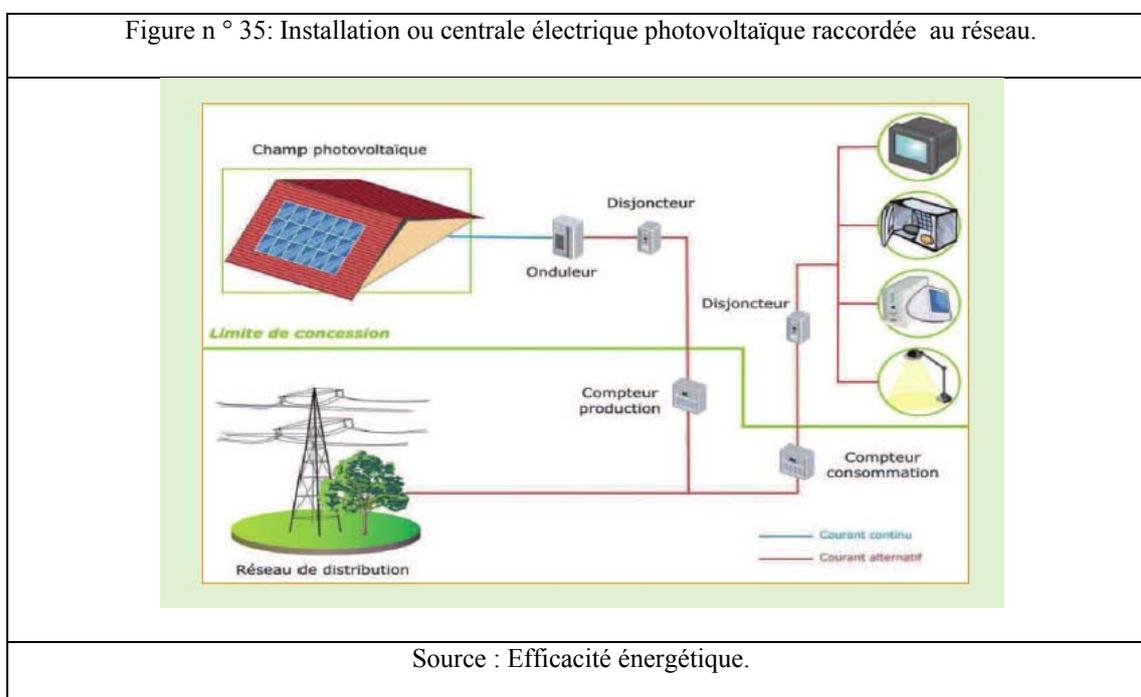
Le générateur photovoltaïque autonome comprend 5 sous-ensembles (dont 2 optionnels) :

¹¹². AREBOR énergie, Encyclopédie.

- ❖ Le champ de modules : produit l'énergie.
- ❖ L'armoire de régulation : gère le système.
- ❖ Le parc de batterie : stocke l'énergie (absent sur les systèmes au fil du soleil)
- ❖ L'onduleur (optionnel) : transforme l'énergie
- ❖ Le chargeur (optionnel) : permet de recharger la batterie à partir d'un groupe électrogène d'appoint en cas de besoins.¹¹³

C. Installations ou centrales électriques photovoltaïques raccordées au réseau :

Un générateur photovoltaïque connecté au réseau n'a pas besoin de stockage d'énergie et élimine donc le maillon le plus problématique d'une installation autonome. C'est en fait le réseau dans son ensemble qui sert de réservoir d'énergie. Deux compteurs d'énergie sont nécessaires : un compteur comptabilise l'énergie achetée au fournisseur d'énergie et un autre compteur mesure l'énergie renvoyée sur le réseau électrique lorsque la production dépasse la consommation¹¹⁴.



2.4.5. Secteurs d'application :

A. Domaine spatial :

C'est de loin le secteur le plus ancien puisque les premières utilisations de cellules solaires pour des engins spatiaux (satellites, navettes,...) remontent aux années soixante.

¹¹³. SPOTHITEC, l'électricité photovoltaïque, page 12.

¹¹⁴. Larroussi Omeiri, Kaddour Hanane Djellouli Fatma Zahra, « Etude et réalisation et similisations et essai d'un générateur photovoltaïque ».2014.

B. Télécommunications :

Téléphonie rurale, radiotéléphonie,...Sites isolés : Parcs nationaux, service des eaux et forêts, régions isolées, pays en voie de développement, pompage de l'eau, irrigation, domiciles, villages ... etc.

C. Acquisition de données :

L'énergie photovoltaïque joue un rôle très important pour les stations isolées d'acquisition de données, vu la haute fiabilité de fonctionnement, l'autonomie, la moindre sensibilité à la foudre, la résistance extrême aux conditions naturelles, la maintenance légère et la longévité des équipements (25 ans).

D. Domaine du transport:

Lampadaires, panneaux à messages variables, éclairage de panneaux, signalisation lumineuse routière et ferroviaire¹¹⁵.

¹¹⁵. Larroussi Omeiri, Kaddour Hanane Djellouli Fatma Zahra, « Etude et réalisation et similisations et essai d'un générateur photovoltaïque ».2014.

2.4.6. Exemples réalisés dans le monde :

Tableau n ° 7: Des exemples réaliser par des panneaux photovoltaïques dans le monde.		
Exemples :	Figure :	
1ère application terrestre dans un phare au Japon en 1963 (242 W).	Figure n ° 36 :	
1ère maison photovoltaïque, Solar One, construite à l'université de Delaware au USA en 1973.	Figure n ° 37 :	
1ère installation PV reliée au réseau électrique en Europe (TISO en Suisse) en 1982.	Figure n ° 38 :	
1ère installation PV reliée au réseau électrique en France en 1992 (900 W).	Figure n ° 39 :	
Source : INES. Institut national d'énergie solaire, le photovoltaïque intégré au bâtiment ENSAG, page 5.		

2.5. Conclusion :

À la lumière de ces études technologiques et environnementales, nous pouvons conclure que l'énergie solaire contient deux formes : l'énergie solaire thermique et photovoltaïque. Ils sont capables de renouveler les méthodes de production d'énergie actuelles. Le développement du photovoltaïque est beaucoup plus poussé par les besoins des différentes applications surtout le besoin en énergie électrique, les besoins en sites isolés, en les télécommunications....etc.

La technique photovoltaïque offre une approche multifonctionnelle en tant que matériau de construction, et une nouvelle technique pour la production électrique.

Partie II :
Partie
analytique

Chapitre III :

Cas d'étude

«Tébessa»

1. Introduction :

Dans le but d'utiliser l'énergie renouvelable, dans le secteur des bâtiments pour favoriser les technologies et les intégrer dans ce secteur pour minimiser l'augmentation de consommation d'énergie de types fossiles et bénéficie l'utilisation d'énergie solaire et précisément les technologies de venir, et pour cette raison on a choisis une étude comparatif entre cité alimentée par SONELGAZ et une proposition alimentée par l'énergie solaire, et on a adopté des panneaux photovoltaïque contient des cellules de types monocristallines pour la production électrique .

Et afin d'atteindre cet objectif, nous allons choisis l'une des façons qui est le calcul et on a fait des généralités sur l'un des logiciels «Ecotect» pour avoir leur principe de fonctionnement.

2. La simulation numérique dans les bâtiments :

2.1. Introduction :

Les outils de simulation numérique simplifiés permettent de décrire sommairement le bâtiment et d'effectuer des bilans énergétiques. Ils sont souvent utilisés à des fins plutôt professionnelles et règlementaires. Ils peuvent servir pour le dimensionnement d'équipements ou la vérification de normes applicables. Parmi ces outils, on peut citer, l'ECOTECT, DAYLIGHT (1-2-3) DAYA AMBIANCE, RADIANCE, SIMEB, PV GYSE, ...etc.

Ces outils de simulation dynamique sont plus complexes d'utilisation, Ils ont une application beaucoup plus scientifique et sont très utilisés par les chercheurs et les concepteurs de bâtiments. Ils prennent en compte la variation des paramètres tels que les gains solaires, les températures, les sources internes de chaleur, les caractéristiques de l'enveloppe, l'inertie du bâtiment, l'interaction avec l'environnement externe et interne en fonction des données météorologiques et des paramètres d'occupation

Donc La simulation numérique reste une représentation hypothétique du réel et La fiabilité des résultats dépend des données d'entrées et du moteur de calcul. Les Difficultés de prendre en compte le comportement de l'humain.

2.2. Définition :

La simulation informatique, ou simulation numérique, est une série de calculs effectués sur un ordinateur et reproduisant un phénomène physique. Elle aboutit à la description du résultat de ce phénomène, comme s'il s'était réellement déroulé. Cette représentation peut être une série de données, une image ou même un film vidéo.

Un simulateur peut réagir à des modifications de paramètres et modifier ses résultats en conséquence. Un simulateur de vol, par exemple, modifie la trajectoire calculée de l'avion en fonction des commandes transmises par l'utilisateur.

Une simulation numérique peut représenter des phénomènes physiques complexes dont la description repose sur un modèle mathématique comportant des équations aux dérivées partielles. L'ordinateur résout alors ces équations numériquement en utilisant la méthode des éléments finis. C'est le cas, par exemple, pour la modélisation, appuyée sur la mécanique des fluides, de l'écoulement de l'air ou de l'eau autour d'un avion ou d'un navire.¹¹⁶

2.3. Historique :

L'emploi des outils numériques de modélisation dans la conception a commencé dans les années 70 du XXème siècle au sein de l'industrie aérospatiale et automobile, pour s'élargir ensuite au domaine du design industriel, dans le milieu architectural, il a fallu attendre jusqu'aux années 80 ou 90 pour que leur utilisation soit généralisée. Au bout d'une vingtaine d'années, aujourd'hui les outils numériques ont pris une place fondamentale et nécessaire dans l'architecture et l'ingénierie, principalement dans le domaine de la conception mais aussi dans celui de la réalisation.¹¹⁷

2.4. Les principes:

L'évaluation fine des besoins énergétiques du bâtiment en tenant compte des apports passifs (puissance dissipée par les occupants ou les matériels, soleil...) est faite par un logiciel (ECO2 Initiative utilise Comfie-Pléiade) qui utilise les informations suivantes :

- Une description 3D des bâtiments, définissant le plan précis (au cm), la composition des parois et menuiseries, l'orientation...
- La définition du climat local, et des masques proches (ombres portées des reliefs, de la végétation, ou des bâtiments voisins).
- La mise au point de scénarios pour le fonctionnement des différentes zones du bâtiment: (occupation des usagers, ventilation, chauffage, climatisation...)¹¹⁸

2.5. Les avantages :

- Servent à étudier le fonctionnement et les propriétés d'un système et à en prédire l'évolution.
- Simuler l'état de l'objet, c'est donc déterminer les valeurs numériques des paramètres en tous points.
- Représenter la réalité telle qu'elle est perçue par les utilisateurs.
- Dans la logique de faire plus vite, mieux... et moins cher.

¹¹⁶. Selon Futura-Sciences.

¹¹⁷. Ibid.

¹¹⁸. ABDELATIF Merabtine «Modélisation Bond Graphs en vue de l'Efficacité Énergétique du Bâtiment» recherche pour obtenir le grade de Doctorat, Université de Lorraine, novembre 2012.

2.6. Les différents outils de simulation de la lumière naturelle :

On distingue quelle que outils informatiques permettant soit la simulation de la propagation de la lumière sous son aspect quantitatif ou qualitatif .constituant ainsi des outils d'aide a la décision.

2.6.1. Daylight (1-2-3) :

A. Définition :

Est un outil d'analyse conceptuelle d'usage général ou l'utilisateur doit choisie une typologie d'espace, d'ouverture, donnant ainsi un model géométrique type qu'il va personnaliser pour l'adapter à son idée de l'espace en précisant certains aspects. Il permet de calculer les résultats en utilisant le moteur de calcule (lightswitch).

Le but de ce logiciel est de donner aux architectes des informations utiles concernant l'utilisation de la lumière du jour dans un bâtiment dès la phase de l'avant –projet.

Il permet d'avoir une estimation quantitative du facteur de lumière du jour ainsi qu'un diagnostic qualitatif suivant une analyse experte qui se base sur les règles de la logique floue

Avec un ensemble d'indications à suivre permettant d'améliorer la qualité de l'espace conçu en effectuant des modifications directement sur le modèle.¹¹⁹

2.6.2. Radiance :

A. Définition :

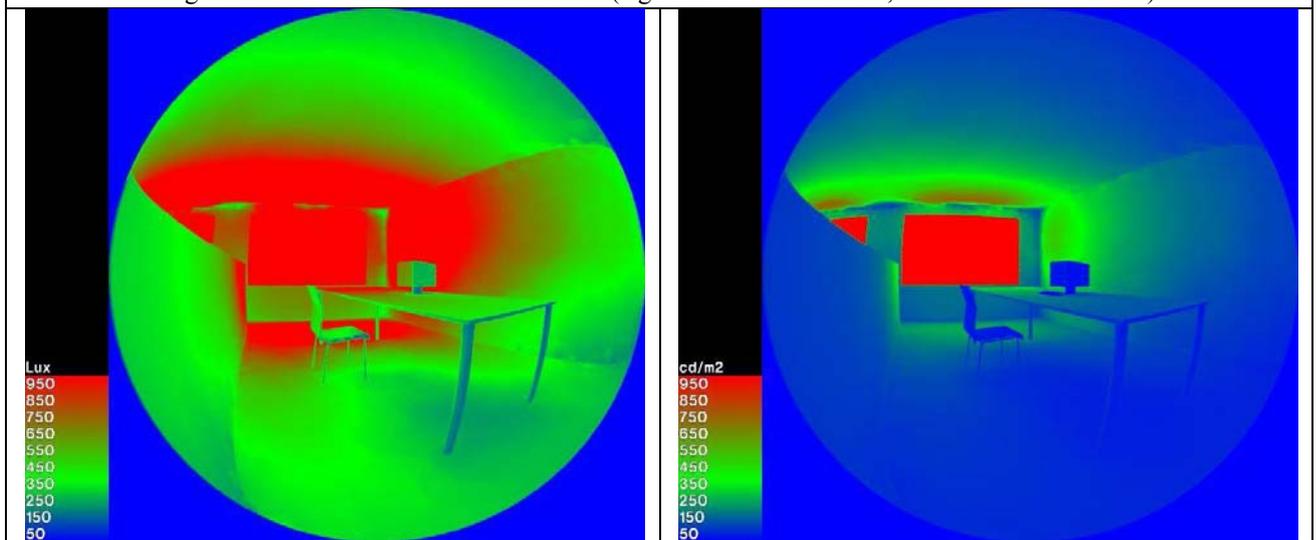
Un outil développé dans un cadre de recherche pour des opération de simulations directes de lumières naturelle et artificielle utilisant la technique du lancer inverse de rayon permettant aussi la simulation de réflexions spéculaires, semi-spéculaires ou diffuses.

Cet outil peut être aussi rattaché à d'autres logiciels de simulation comme Ecotect profitant ainsi de ce type d'interface pour un paramétrage plus adapté à des utilisateurs non expérimentés. Comme les architectes, pour l'importance de modèle géotrique, la définition des matériaux ainsi que tous les paramètres liés à la position du soleil¹²⁰. (Voir figure n ° 42).

¹¹⁹. MOHAMED ANIS GALLAS Mémoire de magister (lumière naturelle en phase de conception, quels outil /méthode pour l'architecte).

¹²⁰. MOHAMED ANIS GALLAS Mémoire de magister (lumière naturelle en phase de conception, quels outil /méthode pour l'architecte).

Figure n ° 40 : Simulation avec Radiance (à gauche les Eclaircement, à droite les luminances)



Source: M.A. Gallas Mémoire de magister (lumière naturelle en phase de conception, quels outil /méthode pour l'architecte).

2.6.3. Ecotect V5.50 :

A. Définition :

Ecotect (V5.50) est un logiciel de simulation complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail qui associe un modèleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. Ecotect offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse.

C'est est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. Il a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design. Il a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design. Le logiciel répond à ceci en fournissant la rétroaction visuelle et analytique, guidant progressivement le processus de conception en attendant que les informations plus détaillées soient disponibles. Ses sorties étendus rendent également la validation finale de conception beaucoup plus simple en se connectant par interface à Radiance, Energie Plus et à beaucoup d'autres outils plus spécialisés.¹²¹

B. Principe de fonctionnement :

Logiciel Ecotect conçu le principe de simulation des modèles, suivez plusieurs étapes :

¹²¹. Tahar Berrehail Mémoire de magister (La terre un matériau de construction, une alternative pour une solution durable).

- Une première étape consiste à concevoir le volume avec ces dimensions géométriques.
- Une deuxième étape consiste à intégrer les différents ouvertures au niveau des façades.
- Une troisième étape consiste à intégrer les différentes protections associées aux différentes orientations pour chaque modèle.

Intégration des données météorologiques :

▪ Intégrer les données météorologiques d'une ville dans le logiciel Ecotect après avoir converti le fichier à un fichier (Weather data). Les étapes d'intégration des données sont comme suite :

- ❖ Étape 1 : cliquer sur projet et chercher (Weather Data File).
- ❖ Étape 2 : sélectionner le fichier (Weather Data) d'une ville sur le tableau (load Climate Data File) et cliquer sur ouvrir.
- ❖ Étape 3 : sauvegarder le nouveau changement des données climatiques en cliquant sur «oui».
- ❖ Étape 4: les données climatiques d'une ville vont être affichées sur le logiciel Ecotect.¹²²

C. L'import et l'export dans l'Ecotect :

a. Import :

3D Studio (.3DS .ASC .PRJ); AUTOCAD (.DXF); EnergyPlus (.IDF); Windows Bitmap (.BMP).

b. Export :

DOE-2 (.INP); AIOLOS (.PPA); VRML (.WRL); ESP-r (.CFG); WinAir4 CFD (.GEO); Radiance (.RAD .OCT); EnergyPlus (.IDF); AUTOCAD (.DXF)¹²³ .

D. Les avantages et les inconvénients de l'Ecotect :

a. Les avantages :

- Prise en main assez rapide.
- Résultats très visuels (parfaits pour communiquer avec des architectes).
- Bon outil pour la phase esquisse et pour bien orienter la conception.
- Nombreuses sorties vers des logiciels plus performants.

¹²². Thesis.univ-biskra

¹²³. Ingénierie de l'Efficacité Énergétique et des Énergies Renouvelables.

b. Les inconvénients :

- Pas de calcul d'équilibre thermique (radiation et convection à chaque pas de temps).
- Pas de ventilation naturelle ni de multizones.
- Très faibles possibilités en chauffage, ventilation et air conditionné¹²⁴.

3. Présentation de la wilaya de Tébessa :

3.1. Introduction :

La ville de Tébessa est considérée comme l'une des villes les plus importantes en Algérie, son emplacement à la frontière Algérienne – Tunisienne lui a permis d'occuper une place économiquement stratégique vu le nombre des échanges et des transactions commerciales réalisées.

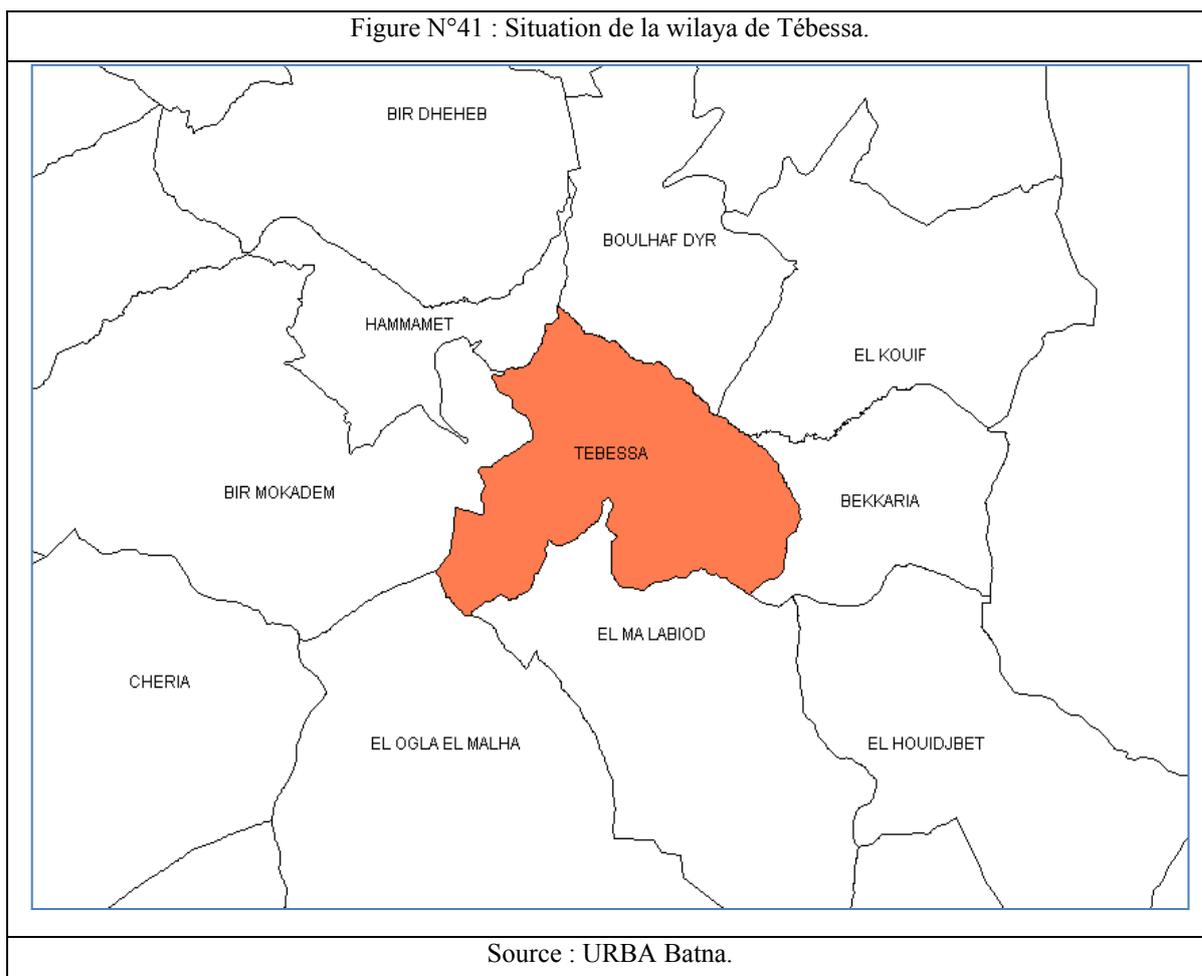
3.2. Situation :

3.2.1. Situation géographique :

La commune de Tébessa est située dans la partie nord par rapport au territoire de la wilaya, elle s'étale sur une surface totale de 184 km². Elle est limitées, au Nord par : les communes de Boulhaf dyr et de Hammamet, au sud par : la commune de El malabiod, à l'ouest par la commune de Bir mokadem, à l'est par : les communes de Bekkaria et d'El kouif¹²⁵. (Voir figure n ° 43).

¹²⁴. Idem.

¹²⁵. URBA Batna.



3.2.2. Situation administratif :

La wilaya de Tébessa est issue du découpage administrative de 1974, elle compte actuellement 28 communes regroupées en 12 daïras¹²⁶. (Voir figure n ° 32).

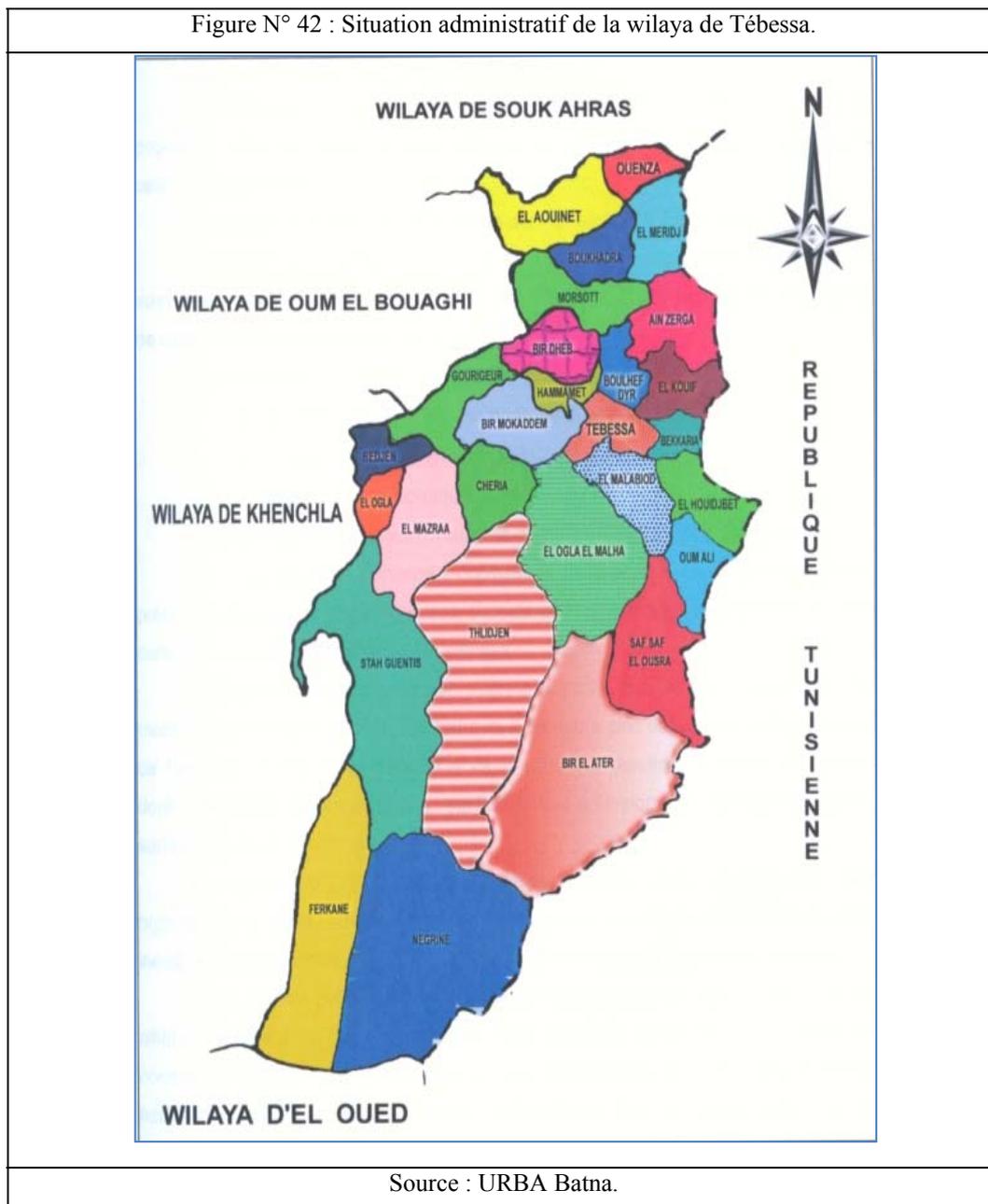
3.2.3. Situation astronomique :

Elle se situe à une longitude de 8,7°est, et une latitude de 35,24° nord¹²⁷. (Voir figure n ° 44).

¹²⁶. URBA Batna.

¹²⁷. Ibid.

Figure N° 42 : Situation administratif de la wilaya de Tébessa.



3.3. Le climat :

Le climat de la zone d'étude –Tébessa- appartient à l'étage bioclimatique semi-aride, avec une variation de la température dans l'année, et une distribution des champs des vents dans tous les mois d'année.

3.3.1. Température :

- La température la plus froide est de : -7.4° le mois décembre 2007.
- Juillet est le mois le chaud avec une moyenne mensuelle de 29.2°C .

- Le max le plus significatif de la température pour le période et de : 24.4 °C.¹²⁸

3.3.2. Vent:

La distribution du champ de Direction de vent est saisonnière Hiver- et avec prédominance :

- En direction «WNW» (Ouest – Nord – Ouest) de Novembre a avril.
- Et de «S» (Sud) plus significatif de mai à juillet.
- La vitesse maximal prédominante dans la classe (6 à 10 m/s)¹²⁹. (Voir tableau n ° 8).

Tableau n ° 8 : les données climatique de la wilaya de Tébessa.

Mois/Année 2014	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Moyenne mensuelle T°	7.8	8.9	8.7	15.2	19.0	23.6	27.4	28.3	24.6	19.1	14.0	7.9
T° maximale	20.5	23.6	21.7	29.2	35.3	38.2	41.6	41.7	38.7	34.8	27.6	17.6
T° minimale	-3.8	-2.6	-1.3	2.0	2.5	7.0	13.9	14.6	13.3	3.5	3.6	-2.8
Vent max mensuelle	30/22	22/25	32/25	22/25	24/24	02/29	34/27	32/23	30/36	20/25	20/25	30/23
Vent Min mensuelle	3.5	3.5	4.9	4.2	4.2	3.5	3.7	2.8	2.7	2.8	3.1	4.1

Source : Direction Météo. Auteur 2016.

A. Synthèse :

D'après les données climatiques (température et vent), on remarque que la ville de Tébessa a eu un gisement solaire qui assure un climat favorable pour alimenté les bâtiments en énergie solaire.

¹²⁸. Direction de météo.

¹²⁹. Direction de météo.

4. Présentation de la cité 4 mars –Tébessa :

4.1. Présentation:

Un groupement d'habitat social de 200 logements, il se compose de trios ilots (2 ilots de 80 logements, 1 ilot de 40 logements, du F3, tous les appartements bénéficient d'un balcon et d'un séchoir, le maître de l'ouvrage est la société O.P.G.I le bureau d'étude E.T.E.B. (Voir figure n° 45).

Image n° 1 : Des vues de 200 logements «cité 4 mars».

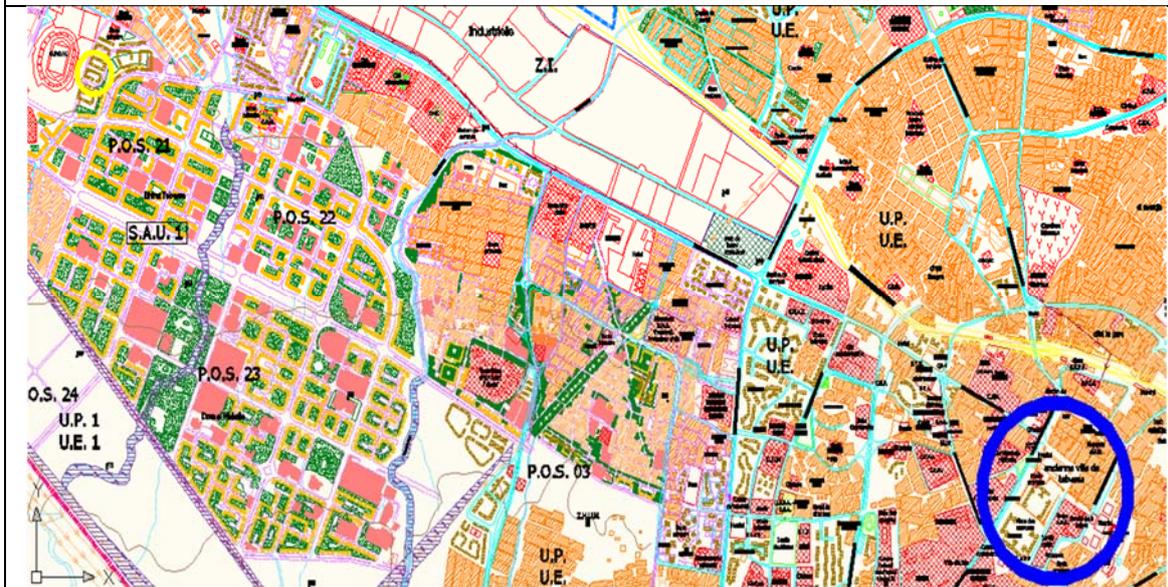


Source : Auteur 2016.

4.2. Situation et environnement:

Notre cas d'étude est situé dans la ville de Tébessa, situé à 4.66 Km de centre de la Ville et à 570 M de la route nationale N10, le projet est entouré par: «Stade 4 mars à l'ouest et par des habitats collectifs à l'est le nord et le sud». Une bonne situation par rapport au quartier "Calme, facilité d'accès aux unités d'habitation", par contre le quartier est un peu éloigné de la ville. (Voir figure n° 46).

figure n °43 : Plan de situation de groupement de 200 logements cité 400 mars.

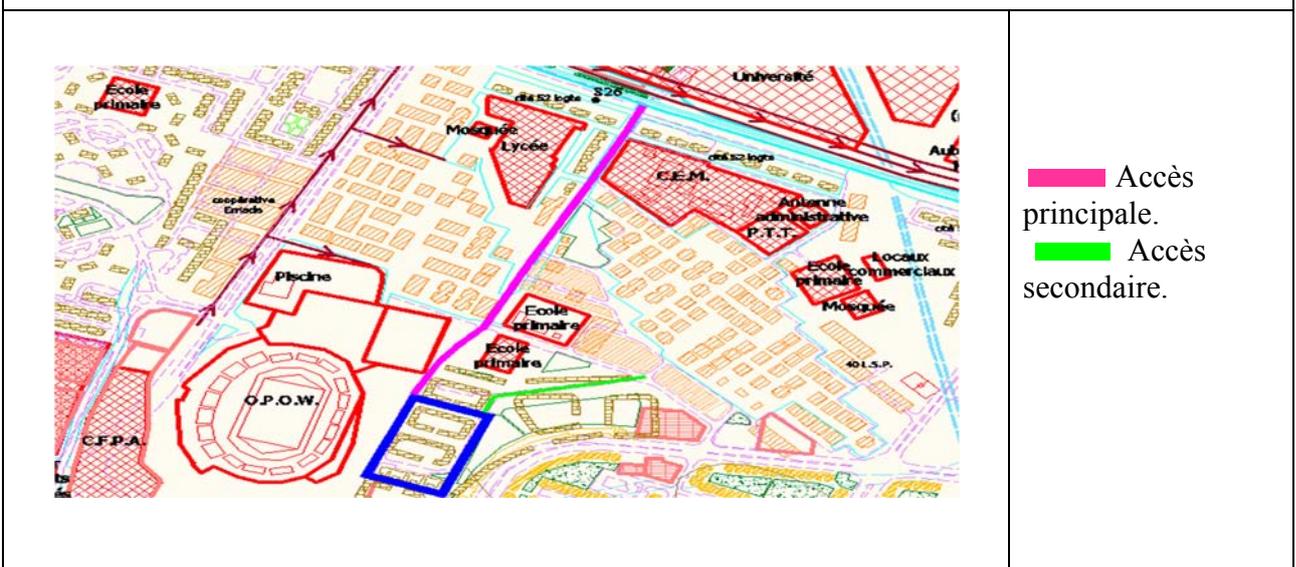


Source : PDAU révision 2008. Auteur 2016.

4.3. Accessibilité:

Le projet est accessible par un accès principal du côté Nord-est à lié avec la route nationale N10, et un deuxième accès du côté Est. Les accès principaux et secondaires sont suffisants avec une bonne organisation et pour assurer la sécurité des habitants par rapport à la masse de projet. (Voir figure n ° 47).

Figure n ° 44 : Plan représente les limites de groupement de 200 logements cité 400 mars.



■ Accès principale.
■ Accès secondaire.

Source : PDAU révision 2008. Auteur 2016.

4.4. Etude du plan de masse :

Les 200 logements se présentent sous forme de 3 groupements, 2 en forme d'un rectangle qui s'articule autour d'un espace intérieur, et une forme linéaire, lié entre eux par des voiries secondaires. Les aires de stationnement sont regroupés pérenduculiérement en face de l'accès piéton près des bâtiments.

4.4.1. Remarque :

L'espace extérieur est bien délimité par le bâti et la voirie. Le choix de type de parking est approprié car il est près de l'accès principale des bâtiments, il n'offre pas beaucoup de risque et des nuisances sonore pour les résident, ainsi que l'absence des espaces verts aires de jeux et des lieux de détente. (Voir figure n° 48).

Les trois regroupements ont eu une même hauteur qui permet de bénéficier et intégrer le système solaire sans faire face à tout problème (arbre, différence d'hauteur). (Voir figure n° 49).

Figure n° 45 : Plan de masse de groupement de 200 logements cité 4 mars.

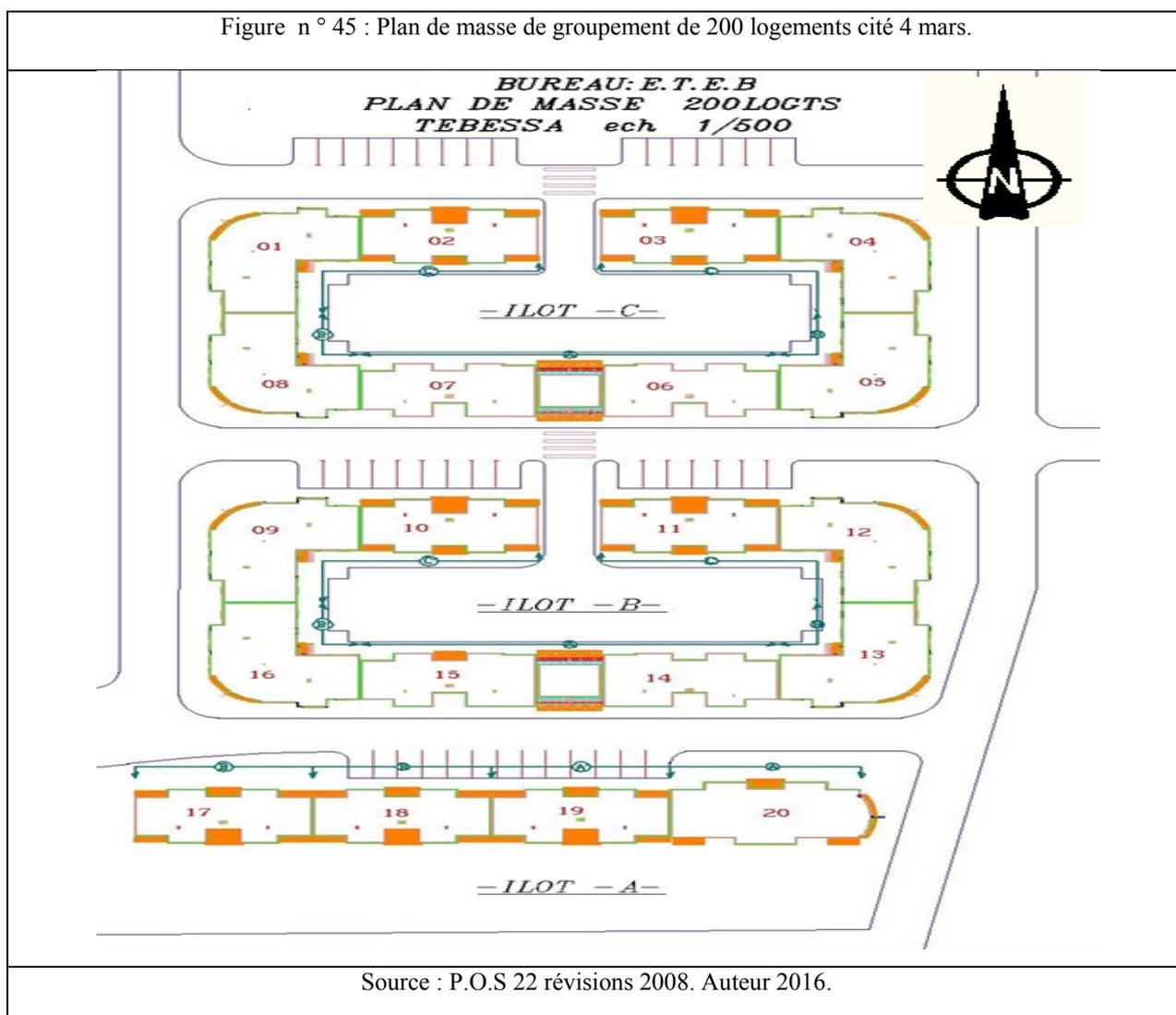
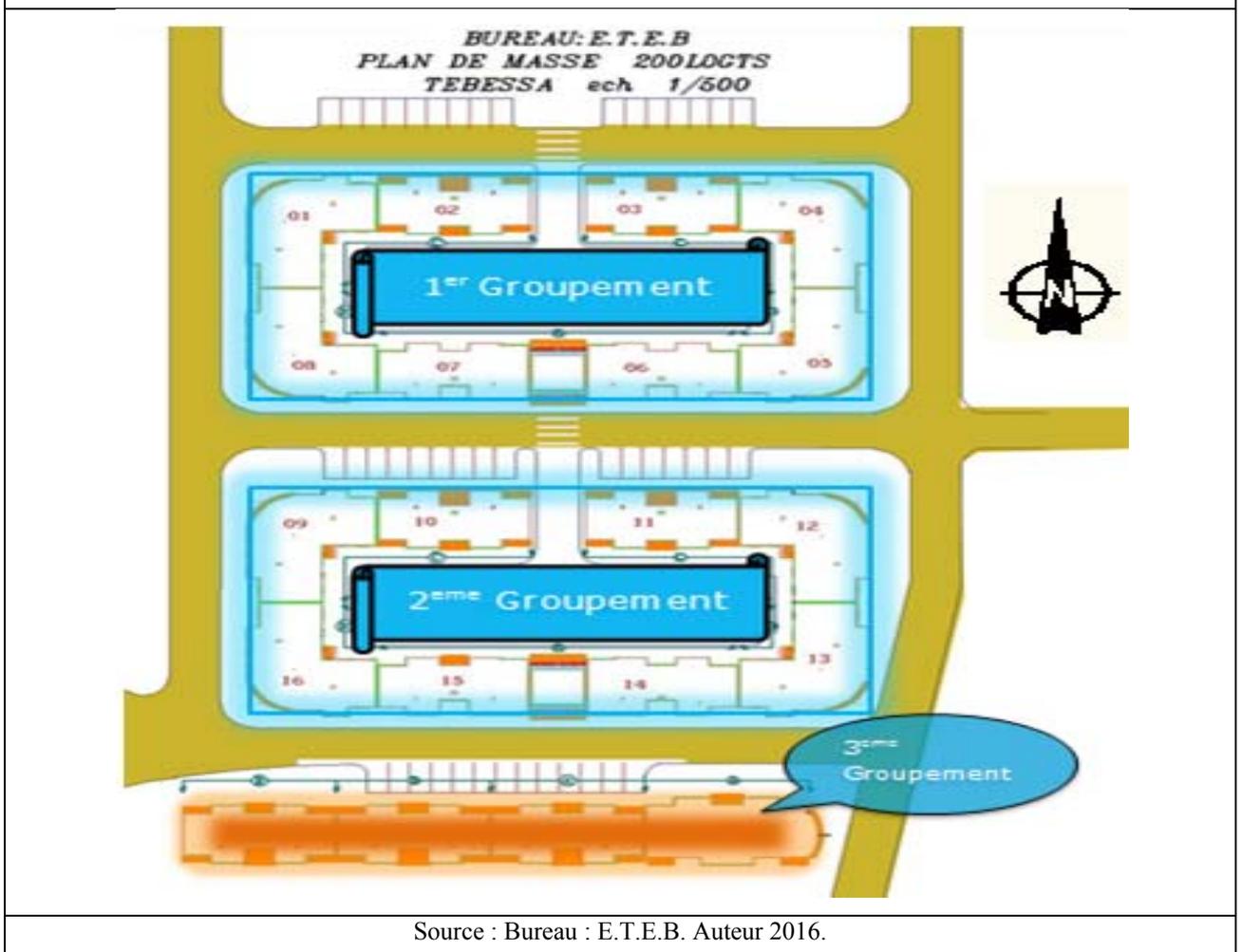
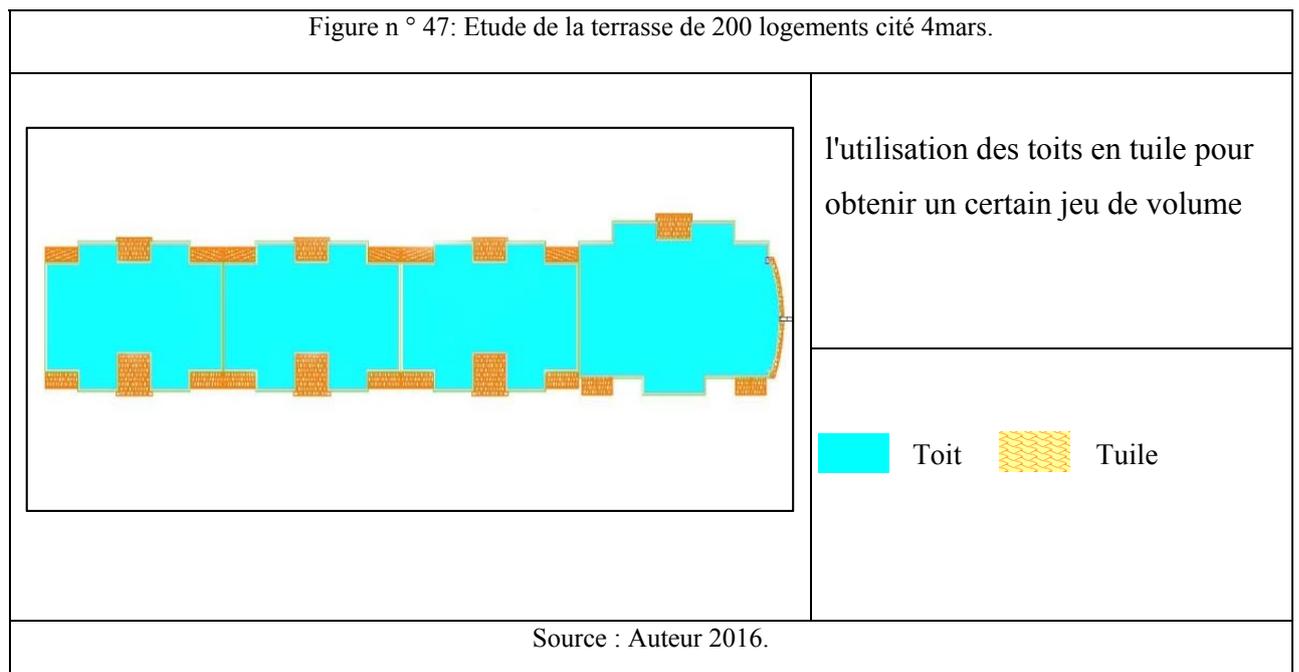


Figure n °46 : Présentation d'espace de regroupement au niveau de plan de masse de 200 logements cité 4mars.



4.5. Etude de la terrasse :

Figure n ° 47: Etude de la terrasse de 200 logements cité 4mars.



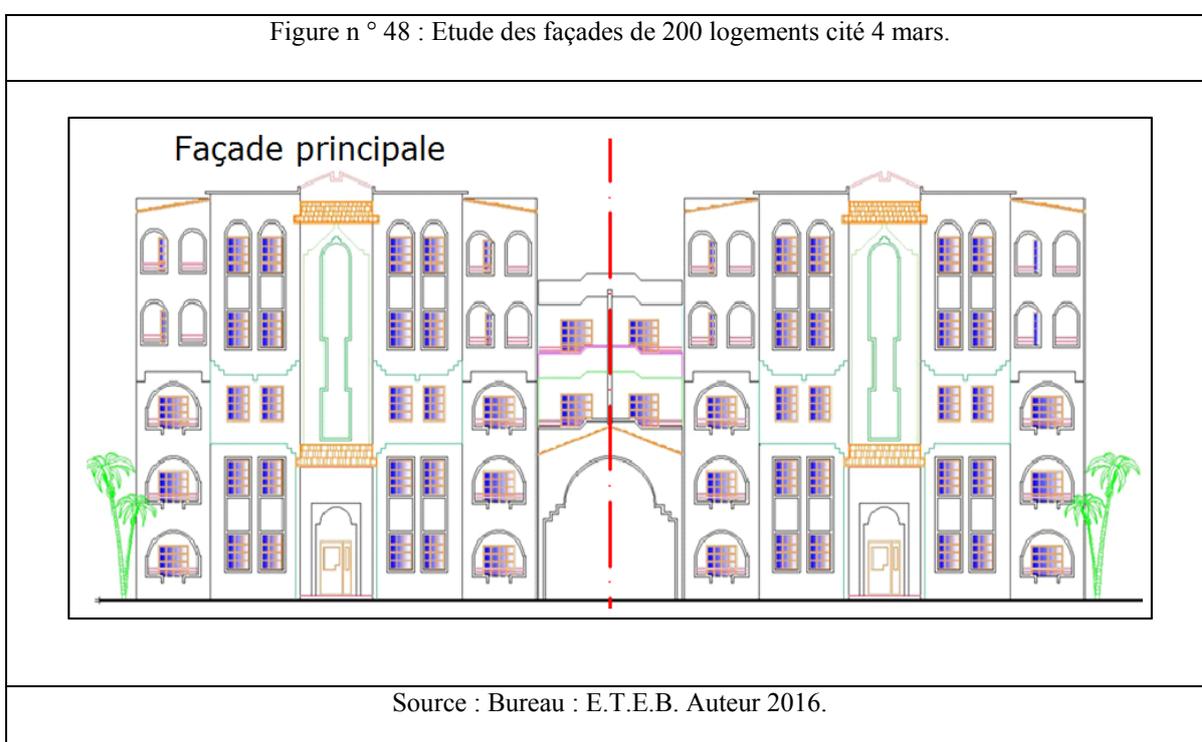
4.5.1. Remarque :

La surface de toiture est favorable pour intégrer les panneaux photovoltaïques de types monocristallins pour la production électrique de ces bâtiments.

4.6. Etude des Façades :

- Un traitement de façade est basé sur la symétrie parfaite selon un axe centrale longitudinale.
- Les ouvertures sont des formes géométriques simples, elles sont employées verticalement.
- L'accès est marqué par un volume qui avance et un auvent en tuile.
- La cage d'escalier est ornée d'une ouverture sous forme d'un élément verticale qui domine, et qui organise et contrôle la verticalité de la façade. (Voir figure n ° 51).

Figure n ° 48 : Etude des façades de 200 logements cité 4 mars.



4.6.1. Remarque :

Les panneaux photovoltaïques sont considérés comme éléments décoratif au niveau des façades.

4.7. La consommation d'électricité d'un logement F3 :

On a prend les facteurs de consommation de l'électricité et du gaz d'un logement f3 dans « la cité 4 mars» alimenté par SONELGAZ, pour calculer la consommation d'électricité et le montant annuelle de cet logement (Voir tableau n ° 9 et n ° 10).

Tableau n ° 9 : Consommation d'électricité d'un logement F3.

Trimestre	Consommation
Trimestre 1	492 kWh
Trimestre 2	489 kWh
Trimestre 3	512 kWh
Trimestre 4	492 kWh
Annuelle	1985 kWh

Source : Société de distribution de l'électricité et du gaz de l'Est. Auteur 2016.

Tableau n ° 10 : Montant d'électricité d'un logement F3.

Trimestre	Montant
Trimestre 1	2019.26 DA
Trimestre 2	2005.84 DA
Trimestre 3	2108.69 DA
Trimestre 4	2019.26 DA
Annuelle	8153.05 DA

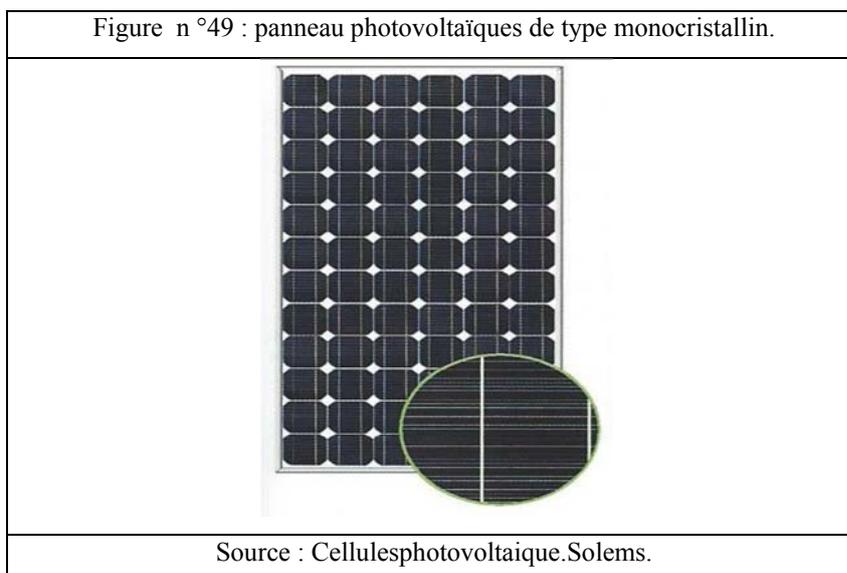
Source : Société de distribution de l'électricité et du gaz de l'Est. Auteur 2016.

4.7.1. Remarque :

On constate que le montant est augmenté à cause de l'augmentation de consommation électrique. C'est pour ça, nous somme dans le processus de l'étude d'utilisation d'énergie solaire qui affermir par les technologies de venir «panneau photovoltaïque».

4.8. Réalimentation des logements par l'énergie solaire :

On a prend un logement f3 de la cité 4 mars, et on a proposé que se bloc est bénéficié par l'énergie solaire, donc on a choisis un panneau solaire contient des cellules de type monocristallines caractérisent par rendement entre 15% et 20 % (voir tableau n °5 chapitre II), parce qu'elles sont les pus utilisées dans le monde.



En suite on a fait une étude comparative entre le logement qui est alimenté par SONELGAZ et le logement qui est alimenté par énergie solaire à partir un calcul.

4.9. Calcul de pourcentage estimé par panneau photovoltaïque dans un logement f3 :

- **La consommation annuelle d'électricité d'un logement f3 :**

La consommation annuelle d'électricité d'un logement f3, qui est alimenté par SONELGAZ = la consommation d'électricité de trimestre 1 + la consommation d'électricité de trimestre 2 + la consommation d'électricité de trimestre 3 + la consommation d'électricité de trimestre 4. « en kWh » (Kilo Watt Heur)¹³⁰ (Voir tableau n ° 9).

➤ **La consommation annuelle d'électricité** d'un logement f3, qui est alimenté par SONELGAZ = 492 + 489 + 512 + 492 = **1985 kWh (Kilo Watt Heur)**.

Le rendement annuel d'une cellule monocristalline est de 15 % à 22 %. (Voir tableau n ° 5 chapitre II).

Tableau n ° 11 : les caractéristiques des cellules monocristallines.

Figure de Cellule	
Dimensions (mm)	125*125 200 à 300 µm d'épaisseur
Durées de vie	30 ans
Coûts	143€
Rendement	(15 et 22 %)
Couleurs	bleue uniforme
Puissance	100 à 150 WC/m2.
Fabrications	élaborés à partir d'un bloc de silicium fondu qui s'est solidifié en formant un seul cristal

¹³⁰. Société de distribution de l'électricité et du gaz de l'Est.

• **Le rendement moyen d'une cellule monocristalline par an:**

Le rendement moyen d'une cellule monocristalline par an = (le rendement d'une cellule monocristalline annuelle maximale + le rendement d'une cellule monocristalline annuelle minimale) / 2 « en % » (en pourcentage).

➤ **Le rendement moyen d'une cellule monocristalline par an = (15 % + 22 %) / 2 = 18.5 %.**

• **La surface du panneau** de type monocristallin qui alimente un bloc contient 10 logements f3 :

La surface du panneau de type monocristallin qui alimente un bloc contient 10 logements f3 = la surface de toiture de ce bloc. «en m²» (mètre carré).

➤ **La surface du panneau** de type monocristallin qui alimente un bloc contient 10 logements f3 = 220 m².

• **La surface d'une cellule monocristalline :**

La surface d'une cellule monocristalline = 0.125 * 0.125 «en m²» (mètre carré) (Voir tableau n ° 5 chapitre II)

➤ **La surface d'une cellule monocristalline = 0.125 * 0.125 = 0.015 m².**

• **Le nombre des cellules** dans un panneau photovoltaïques de type monocristallines de surface (220m²) :

Le nombre des cellules dans un panneau photovoltaïques de type monocristallin de surface (220m²) = la surface de panneau / la surface d'une cellule.

➤ **Le nombre des cellules** dans un panneau photovoltaïques de type monocristallin de surface (220m²) = 220 / 0.015 = **14666.67 cellules**

• **La consommation annuelle d'électricité d'un bloc** qui contient 10 logements alimentés par SONELGAZ :

La consommation annuelle d'électricité d'un bloc qui contient 10 logements alimentés par SONELGAZ = la consommation annuelle d'électricité d'un logement f3 alimenté par SONELGAZ * 10 «en kWh» (**Kilo Watt Heur**).

➤ **La consommation annuelle d'électricité d'un bloc** qui contient 10 logements alimentés par SONELGAZ = 1985 * 10 = 19850 kWh.

- **Le rendement moyen total** d'un panneau photovoltaïque de type monocristalline :

• **Le rendement moyen total** d'un panneau photovoltaïque de type monocristalline = **Le rendement moyen** d'une cellule monocristalline **par an * nombre des cellules.**

➤ **Le rendement moyen total** d'un panneau photovoltaïque de type monocristalline = $18.5 \% * 14666.67 = 2713.33$.

- **Le pourcentage de participation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc en production d'énergie électrique :**

Le pourcentage d'alimentation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc en énergie électrique = la consommation annuelle d'électricité d'un bloc de 10 logement le cas optimale (19850 → 100%), le rendement moyen total d'un panneau photovoltaïque de type monocristalline (2713.33 → **X**).

➤ **Le pourcentage de participation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc en production d'énergie électrique** = $19850 \longrightarrow 100\%$
 $2713.33 \longrightarrow \mathbf{X}$

$$\mathbf{X} = 271333 / 19850 = \mathbf{13.67 \%}.$$

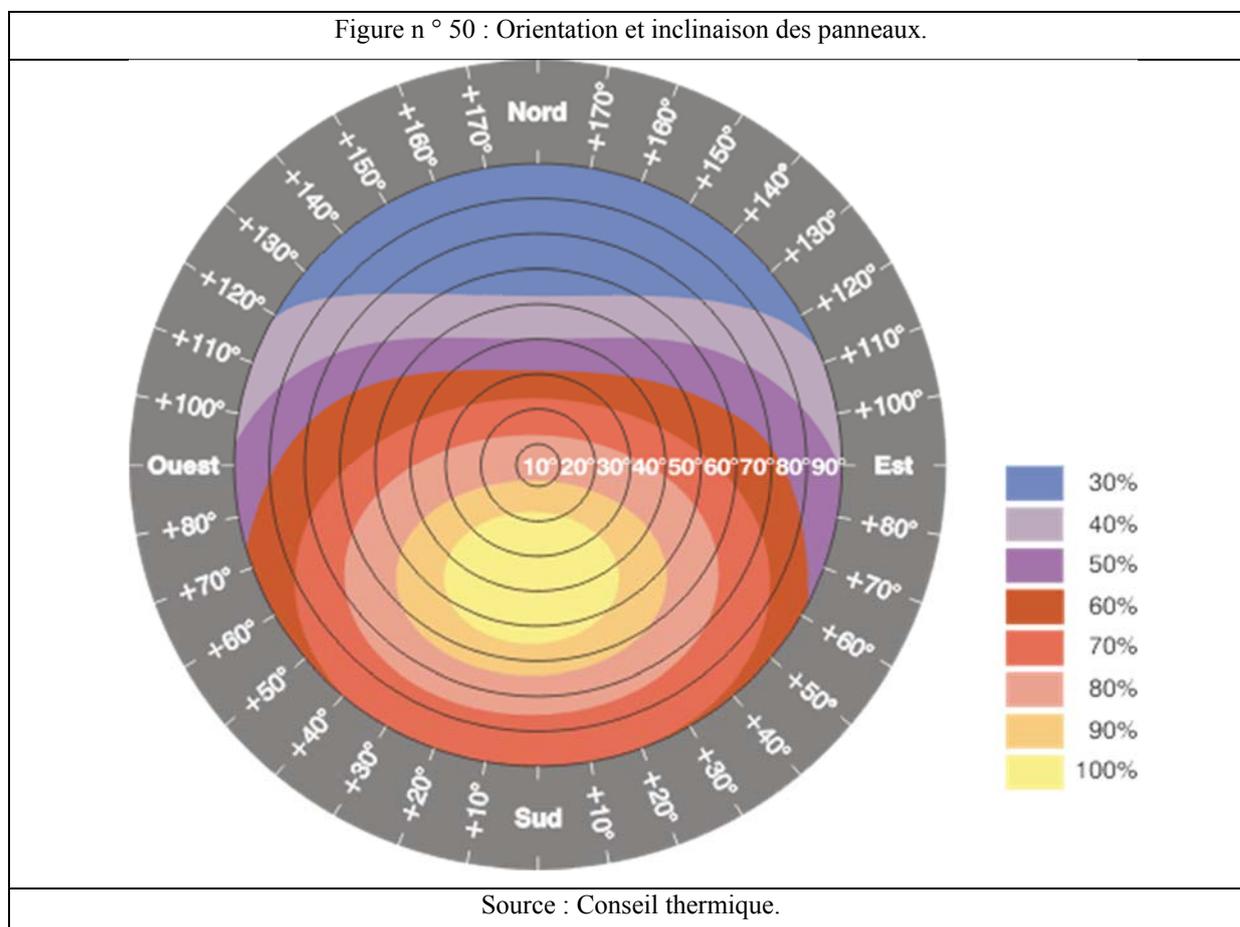
Donc : 13.67 % c'est **Le pourcentage de participation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc en production d'énergie électrique** dans le cas optimale (orientation pleine sud et inclinaison 35°). (Voir Figure n° 27 chapitre II).

- **Le pourcentage de participation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc en production d'énergie électrique dans tous les cas:**

Le pourcentage de participation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc en production d'énergie électrique dans tous les cas = Le pourcentage de participation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un logement en production d'énergie électrique dans le cas optimale *70%.

➤ **Le pourcentage de participation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc en production d'énergie électrique dans tous les cas** = $13.67 \% * 70\% = \mathbf{9.67 \%}$.

Donc Le pourcentage de participation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc en production d'énergie électrique dans tous les cas est de 9.67%. (Voir figure n ° 53).



5. Conclusion :

D'après l'étude comparatif entre la cité 4 mars alimenté par SONELGAZ, et une proposition d'études à cette cité alimenté par l'énergie solaire en Tébessa on a conclu que le pourcentage d'alimentation du panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc en énergie électrique est de (13.67 %), à cause de plusieurs facteur tels que l'orientation des blocs et l'inclinaison des panneaux et aussi le prix d'alimentation des panneaux est plus élevé, et pour cette raison l'utilisation d'énergie solaire reste timide en Algérie et encore il est basé sur l'énergie produite à partir de sources non – renouvelables (fossiles) bien que cette dernière présente de nombreux inconvénients et perméables.

Recommandation :

D'après notre recherche détaillée sur l'utilisation d'énergie solaire en Algérie et précisément sur les nouveaux systèmes solaire, ses avantages et après le résultat que nous avons obtenu, nous pouvons proposer des recommandations à plusieurs volets :

Au volet architectural :

- il faut prendre en considération dans la conception l'orientation des blocs ils doivent être orienté dans l'orientation optimale (pleine sud) pour bien profiter de l'énergie solaire dont Le but est que le bâtiment exploite directement et de manière optimale l'énergie solaire disponible et qu'elle se protège contre un ensoleillement trop intense.
- Construire avec des toitures inclinées pour intégrer les panneaux solaires directement dans les toits, et éviter les disproportions entre la surface des modules et la surface qui les reçoit.
- Orientera les espaces intérieurs dans les orientations favorable pour mieux bénéficie de l'énergie solaire.
- Faire des conceptions avec le principe de compacité (des formes compactés), dont le but limiter la surface de déperdition du bâtiment, et donc, d'une part, sa demande de chauffage.
- Utiliser des matériaux de constructions durables et recyclables : tels que construire en terre « le torchis, la brique crue, le pisé ... » et d es nouveaux matériaux : briques en papier, béton translucide, béton quasi éternel « super béton ».
- Faire des formations convenables pour les concepteurs Pour être formés conformément à la conception de technologies modernes solaires.
- Intégrer des espaces tels que Les serre et vérandas dans les bâtiments.

Au volet technique :

- Développer des composants industriels en rupture : un objectif technique (construire des usines des panneaux solaires en partenariat).
- Intégrer des autres techniques complémentaires pour les panneaux solaires tels que : des murs capteurs, des parois vitrés, chauffe- eau solaire, Les capteurs à air en façadeetc.
- Introduire la domotique dans nos maisons pour mieux gérer nos besoins en énergie.

Au volet politique :

- Création d'un laboratoire d'homologation et de certification du capteur solaire.
- La création d'une équipe composée d'experts et de chercheurs issus de laboratoires, centres de recherche, et d'universités pour participer à la préparation d'une stratégie algérienne de diversification économique.

- Développer de nouveaux services énergétiques pour garantir la performance : un objectif de services.

- focaliser sur la solution les plus adaptées au climat local pour une meilleure intégration environnementale et ensuite s'orienter vers les énergies renouvelables sans bousculer les habitudes constructives.

- Développer de projets liés à l'énergie solaire publique et privée pour répondre aux besoins locaux en garantissant de futurs parts sur le marché.

- Il est nécessaire de surveiller les tendances d'efficacité énergétique afin de pouvoir évaluer l'impact réel des politiques d'efficacité énergétique.

- Les réglementations devraient être correctement appliquées et régulièrement renforcées.

Au volet économique :

- Fusionner l'Algérie dans les pays producteurs des panneaux solaires pour le rendre dans les pays développés.

- Le prix de l'énergie devraient refléter le coût de l'approvisionnement énergétique afin d'envoyer aux consommateurs les bons signaux de prix.

- Des outils de financement innovants sont nécessaires afin de soutenir les investissements des utilisateurs des panneaux solaires.

- Le soutien du public à des politiques d'économies d'énergie est suffisant.

Conclusion générale :

Bien que le soleil est la création de l'univers par le Tout-Puissant, et est toujours une source inépuisable pour les humains, il est une participation à tous les mouvements naturels qui se produisent sur le sol ou poussent pour différentes végétations et séchés pour être une source d'énergie du bois, du charbon, ou l'évaporation de mers et océans pour assurer le cycle de l'eau de pluie coulent les rivières et fleuves pour ravitailler les barrages produisant l'énergie hydroélectrique, soit pour la production électrique pour les unités d'habitations afin de minimiser la consommation augmentes des énergie fossiles dit non renouvelables .

Toutes ses sources font 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 s'avèrent les plus pratiques , et en particuliers le solaire pour produire l'électricité par la technologie photovoltaïque, d'une part , le rendement des modules dépend de nombreux facteur (orientation , inclinaison conditions climatiques....etc.), et d'autre part le photovoltaïque requiert de la haute technologie et demande donc des investissements importants , essentiellement en matière de production.

D'après la recherche théorique on distingue que l'Algérie est un pays de vaste superficie, elle occupe une situation géographique qui favorise le développement et l'épanouissement de l'utilisation de l'énergie solaire, et l'expansion du photovoltaïque dans notre pays passera impérativement par le développement des applications connectées au réseau tel qu'il se fait ailleurs à travers le monde. Les systèmes de production d'électricité solaire photovoltaïque sont fiables, sans danger et d'une mise en œuvre très aisée. Les architectes algériens peuvent jouer un rôle crucial dans le développement de ces applications.

À la fin de notre recherche, nous avons essayé de faire une étude analytique comparative entre la cité 4 mars alimentée par SONELGAZ, et une proposition d'études à cette cité alimentée par l'énergie solaire en Tébessa, cette étude a conclu par un résultat du pourcentage d'alimentation de panneau photovoltaïque de type monocristalline dans un bloc (qui est dans les meilleurs conditions : orientation optimale «plein sud» et inclinaison optimale des panneaux photovoltaïques «35°») en énergie électrique est (13.67 %), donc si on a fait une cité de 100 logements alimenté par énergie solaire et précisément si on a intégré les panneaux photovoltaïques dans les toitures de ces logements nous obtenons un bon pourcentage de participation en production électrique , et aussi dans une cité de 1000 logements nous obtenons un bon pourcentage de participation en production électrique .

Les résultats de notre consultation confirme que l'utilisation d'énergie solaire en Algérie de la production électrique des logements est nécessaire pour minimiser l'augmentation de la consommation des énergies fossiles, qu'elle est importante pour le développement des économies des pays et aussi pour mettre l'Algérie parmi les pays bénéficiant d'énergie et technologies solaire et pourquoi pas parmi les pays producteurs de nouvelle technologie différente que les panneaux solaires qui les rendent bénéficiant de l'énergie solaire.

Table des matières

Introduction générale.....	I
Problématique.....	II
Les hypothèses	III
Les objectifs	IV
Méthodologie de travail	IV

Partie I : Partie théorique.

Chapitre I : Les types d'énergie.

1. Les énergies	1
1.1. Introduction	1
1.2. Historique	1
1.3. Définition	2
1.4. Le rôle	3
1.5. Les caractéristiques	3
2. Les formes	3
2.1. Les énergies non renouvelables.....	3
2.1.1. Définition	3
2.1.2. Les formes	3
A. Les énergies fossiles.....	3
a. Définition.....	3
b. Historique	4
c. L'impact de l'énergie fossile sur l'environnement.....	4
d. Les ressources d'énergie fossile sur l'environnement.....	4
❖ Le pétrole.....	4
▪ Historique	4
▪ Définition	5
▪ Composition	5
▪ Ses utilisations.....	6
▪ Les avantages	6
▪ Les inconvénients.....	6

▪ Les différents types de pétrole	7
✚ Le pétrole conventionnel et non conventionnel.....	7
✚ Le pétrole conventionnel	7
✚ Le pétrole non -conventionnel.....	7
✚ Le pétrole lourds et les sables bitumeux.....	7
❖ Le gaz naturel	7
▪ Historique	7
▪ Définition	8
▪ Ses utilisations.....	8
▪ Les avantages	8
▪ Les inconvénients.....	9
▪ Les différents types de gaz.....	9
✚ Gaz conventionnel non associe	9
✚ Gaz associe	9
✚ Gaz biogénique.....	9
✚ Gaz de charbon.....	10
✚ Gaz de schiste	10
✚ Hydrate	10
❖ Charbon	10
▪ Historique	10
▪ Définition	10
▪ Catégorie	10
▪ Ses utilisations.....	11
▪ Les avantages	12
▪ Les inconvénients.....	12
B. Les énergies nucléaires	12
a. Définition	12
b. L'impact d'énergie nucléaire sur l'environnement.....	12
c. Avantages	12
d. Inconvénients	13

2.2. Les énergies renouvelables.....	13
2.2.1. Définitions.....	13
2.2.2. Les types des énergies renouvelables.....	14
A. Energies hydraulique.....	14
a. Historique	14
b. Définition	15
c. Avantages	15
d. Inconvénients	16
B. Energies biomasse.....	16
a. Historique	16
b. Définition	16
c. Ses utilisations	17
d. Avantages	17
e. Inconvénients	17
C. Energies géothermique.....	18
a. Historique	18
b. Définition	18
✚ L'énergie géothermique à haute température	18
✚ L'énergie géothermique à température moyenne	19
✚ L'énergie géothermique à basse température	19
✚ L'énergie géothermique profonde des roches ou pas perméable	20
c. Ses utilisations	20
d. Avantages	20
e. Inconvénients	20
D. Energies éolienne	21
a. Historique	21
b. Définition	21
b. Les types	21
✚ Les grands aérogénérateurs	22
✚ Les petits éoliennes.....	23
✚ Les éoliennes les plus fréquentes	23
c. Ses utilisations	24

d. Avantages	24
e. Inconvénients	25
E. Energies solaire	25
2. Conclusion.....	25
Chapitre II : L'énergie solaire et leurs techniques.	
1. Généralités.....	27
1.1. Introduction	27
1.2. Historique	27
1.2.1. Définition de soleil	27
1.2.2. Définition de rayonnement de soleil	28
1.2.3. Les types de rayonnement de soleil.....	29
A. Rayonnement direct	29
B. Rayonnement diffus	29
C. Rayonnement globale.....	29
1.3. Energie solaire	30
1.3.1. Historique	30
1.3.2. Définition	31
1.3.3. Les formes d'énergie solaire	31
A. L'énergie solaire thermique	31
a. Définition	31
B. L'énergie solaire photovoltaïque	31
a. Définitions	31
1.3.4. Domaines d'utilisation	31
a. La chaleur du soleil	32
b. La lumière du soleil.....	32
1.3.5. Les avantages et les inconvénients.....	33
A. Les avantages	33
B. Les inconvénients.....	34
1.3.6. Les systèmes solaires.....	34

A. Systèmes solaire passive	34
B. Système solaire active	35
C. Système solaire hybride	36
a. Deux choix pour récupérer la chaleur	37
• La récupération par un circuit d'air (aéraulique)	37
• La récupération par un circuit de fluide	37
1.3.7. Les applications de l'énergie solaire	38
A. Les applications de l'énergie solaire en Algérie	38
B. Les applications de l'énergie solaire dans le monde	39
a. Exemple 1 : Quartier Vauban (Fribourg-en-Brisgau - RFA)	40
❖ Présentation	40
❖ Fiche technique	40
❖ Programme	41
❖ Situation	41
❖ Les objectifs	42
▪ Objectifs énergétiques	42
▪ Objectifs sociaux	42
▪ Objectifs environnementaux	42
❖ Concept énergétique	43
❖ Synthèse	43
b. Exemple 2 : Eco-quartier BedZED (Londres-grand-Bretagne)	44
❖ Présentation	44
❖ Fiche technique	45
❖ Programme	45
❖ Situation	45
❖ Choix de site	46
❖ Les objectifs	46
▪ Objectifs énergétiques	46
▪ Objectifs sociaux	46
▪ Objectifs environnementaux	46
❖ Concept énergétique	46
▪ Utilisation d'Énergie solaire dans le BedZED	46
❖ Synthèse	47

1.4. Conclusion.....	48
2. Les techniques.....	49
2.1. Introduction.....	49
2.2. Historique.....	49
2.3. Les technologies solaires thermiques.....	49
2.3.1. Les technologies solaires thermiques à basse température.....	50
A. La technologie solaire «active».....	50
a. Le chauffe-eau solaire.....	51
b. Le plancher solaire.....	52
c. Le rafraichissement solaire.....	53
❖ Les différents types de capteurs solaires.....	54
▪ Les capteurs plans non vitrés.....	54
▪ Les capteurs plans vitrés.....	54
▪ Les capteurs à tubes sous vides.....	54
B. La technologie solaire «passive».....	55
d. Le mur trombe.....	55
2.3.2. Les technologies solaires thermiques à haute température.....	57
A. La technologie solaire concentrée ou «thermodynamique».....	57
2.4. Les technologies solaires photovoltaïques.....	57
2.4.1. Les cellules photovoltaïques.....	57
A. Définitions.....	57
a. Définition 1.....	57
b. Sens 1.....	57
c. Sens 2.....	58
B. Les types.....	58
a. Les cellules monocristallines.....	58
b. Les cellules poly/multi-cristallines.....	58
c. Les cellules silicium amorphe.....	59
C. Les caractéristiques.....	60
D. L'inclinaison et l'ordination.....	61

E. Les conseils de mise en œuvre	61
a. L'orientation des modules	61
b. L'inclinaison des modules	61
2.4.2. Les panneaux photovoltaïques (module)	63
A. Définitions	63
2.4.3. Les champs photovoltaïques (générateur)	63
A. Définitions	63
2.4.4. Différents types de systèmes photovoltaïques	63
B. Alimentations électriques faibles puissances	63
C. Installations électriques photovoltaïques autonomes	63
D. Installations ou centrales électriques photovoltaïques raccordées au réseau	65
2.4.5. Secteurs d'application	65
A. Domaines spatial	65
B. Télécommunications	66
C. Acquisition de données	66
D. Domaine du transport	66
2.4.5. Exemples réalisés dans le monde	67
2.5. Conclusion	67

Partie I : Partie analytique.

Chapitre III : Cas d'études : étude comparative entre la cité 4 mars alimentée par SONELGAZ, et une proposition d'études à cette cité alimentée par l'énergie solaire -Tébessa –

1. Introduction	68
2. La simulation numérique dans les bâtiments	68
2.1. Introduction	68
2.2. Définition	68
2.3. Historique	69
2.4. Les principes	69
2.5. Les avantages	69
2.6. Les différents outils de simulation de la lumière naturelle	69
2.6.1. Daylight (1-2-3)	70

A. Définition	70
2.6.2. Radiance	70
A. Définition	70
2.6.5. Ecotect V5.50	71
A. Définition	71
B. Principe de fonctionnement	71
C. L'import et l'export dans l'Ecotect.....	72
a. Export.....	72
b. Import.....	72
D. Les avantages et les inconvénients.....	72
a. Les avantages	72
b. Les inconvénients	73
3. Présentation de la wilaya de Tébessa	73
3.1. Présentation	73
3.2. Situation	73
3.2.1. Situation géographique	73
3.2.1. Situation administratif.....	74
3.2.1. Situation astronomique	74
3.3. Le climat.....	75
3.3.1. Température	75
3.2.1. Vent.....	76
A. Synthèse	76
4. Présentation de la cité 4 mars Tébessa	77
4.1. Présentation	77
4.2. Situation et environnement.....	77
4.3. Accessibilité	78
4.4. Etude de plan de masse	79
4.4.1. Remarque	79

4.5. Etude de la terrasse	80
4.5.1. Remarque	81
4.6. Etude de façade	81
4.6.1. Remarque	81
4.7. La consommation d'électricité d'un logement F3	81
4.7.1. Remarque	82
4.8. Réalimentation des logements par l'énergie solaire	82
4.9. Calcul de pourcentage estimé par panneau photovoltaïque dans un logement f3	83
5. Conclusion	86

Recommandation

Conclusion générale

Biobibliographie

Liste des tableaux

Liste des graphes

Liste des images

Liste des figures

Annexes

Résumé

Bibliographies

I. Les livres:

1. le livre environnementale de l'énergie (page 73)
2. le livre valeur environnementale d'énergie (page 60)
3. le livre valeur environnementale de l'énergie (page 61, 62.)
4. le livre l'énergie hydraulique, **d'Ian Graham**, (page 36.)
5. Le livre des énergies renouvelables pour la production d'électricité, (page 59).
6. livre livret pédagogique, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Page 30)
7. Le grand livre de l'éolien, **Paul GIPE**, publié aux éditions Moniteur en 2004
8. Livre **Céline Bernard, Carolina Sebrao, Oliveira, Bernard Laval, Clément Vaudouer**, «Panneau photovoltaïque et algorithme MPPT à base de logique floue».page : 5 ; 6.

II. Thèses et mémoire :

9. Larroussi Omeiri, Kaddour Hanane Djellouli Fatma Zahra, (2014) « Etude et réalisation et similisations et essai d'un générateur photovoltaïque ».
10. ABDELATIF Merabtine «Modélisation Bond Graphs en vue de l'Efficacité Énergétique du Bâtiment» recherche pour obtenir le grade de Doctorat, Université de Lorraine, novembre 2012.
11. MOHAMED ANIS GALLAS Mémoire de magister (lumière naturelle en phase de conception, quels outil /méthode pour l'architecte).
12. Tahar Berrehail Mémoire de magister (La terre un matériau de construction, une alternative pour une solution durable).
13. KABOUCHE AZOUZ (2012) ARCHITECTURE ET EFFICACITE ENERGETIQUE DES PANNEAUX SOLAIRES
14. Article et publication :
15. B. ROBYNS et P. BASTARD, «Production décentralisé d'électricité: contexte et enjeux techniques,».
16. Conférence sur la maîtrise de l'énergie et de l'environnement dans un contexte d'économie de March «Situation des énergies renouvelables en Algérie »,
17. site officiel de l'Agence de développement et d'urbanisme de Lille Métropole - 2016.
18. (Octobre 2012)
19. La Commission Européenne, intelligent énergie "Efficacités Energétique dans le secteur industriel" manuel de L'élève Edition, FR 1.0 - Octobre 2010, p.7
20. Portail Algérien des énergies renouvelables, Utilisation rationnelle de l'énergie en Algérie : Quels efforts à faire et comment y parvenir ?

21.M. Amirat en (2005), Economies d'Énergie dans le Secteur de l'Habitat Consommation
Électrique des Ménages

22.Christine Heuraux – publié par l'IFRI, L'électricité en Afrique ou le continent des paradoxes

III. Autre :

23.GVEP international, Global village energy partnership: Accelerating Access to energy.

24. l'académie bordeaux technologie connaissance énergie 32

25.Le CEDER (Centre pour l'Environnement et le Développement des Énergies
Renouvelables).

26.les explorateurs d'énergie

27.sougez. - En Fossiles

28.Ministère de l'Énergie et des Mines, «Guide des Énergies Renouvelables », page 5.

29.Economie et fourniture-Gaz.

30.Fondation la main à la pâte-les énergies fossiles, Auteurs : David Wilgenbus.

31.énergie conventionnelles Réseau-In-Terre-Actif

32.Par Christelle YANEZ. (Le guide n°1 de vos projets Déco & Travaux)

33.Selon le guide de panneau solaire photovoltaïque «pannephotovoltaïque.info, historique -
de- l'énergie solaire».

34.Blog Pages-Energie

35.Guide des Energies Renouvelables.

36.Energy-cities.eu

37.Quartiers Durables- Guide d'expériences européennes

38.Université Européenne de l'Océan Indien, université de la Réunion

39.Panneaux Solaires France.

40.ECO infos, Energie renouvelable.

41.Energie solaire (Exploitation).

42.L'énergie solaire photovoltaïque, conseil général des landes.

43.Ingénierie de l'Efficacité Énergétique et des Energies Renouvelables

IV. Documents électroniques :

44.<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9nergie/29421>

45.<http://www.molwick.com/fr/gravitation/240-energie.html>

46.<http://www.gvepinternational.org/fr/business/pourquoi-1%C3%A9nergie>

47. <http://www.scidev.net/afrique-sub-saharienne/energie/article-de-fond/caracteristiques-des-differentes-sources-energie.html>
48. http://www.dictionnaire-environnement.com/energie_non_renouvelable_ID3302.html
49. http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9nergie_non_renouvelable_/29530
50. <http://www.ceder-provence.fr/>
51. <http://sti.ac-bordeaux.fr/techno/projets/FC12/5eme.htm>
52. <http://www.explorateurs-energie.com/index.php/les-energies/fossiles>
53. http://sougnez.com/Documents/FGS6/FGS6_2_En%20Fossiles.pdf
54. <http://sti.ac-bordeaux.fr/techno/projets/FC12/5eme.htm>
55. <http://www.explorateurs-energie.com/index.php/les-energies/fossiles>
56. http://sougnez.com/Documents/FGS6/FGS6_2_En%20Fossiles.pdf
57. http://www.jpbinvoke.com/Sharjah/3/34Responsa/doc34/ProdEcrit/Energies_fossiles_final.pdf
58. <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/formation-du-petrole>
59. http://www.stopaugazdeschiste07.org/IMG/pdf/rapport_expert_comm_scientifique_petroles_lourds_extra_lourds.pdf
60. http://www.in-terre-actif.com/nos_outils_par_types/animations_et_diaporamas
61. http://sougnez.com/Documents/FGS6/FGS6_2_En%20Fossiles.pdf
62. <http://www.futura-sciences.com/magazines/sante/infos/dico/d/medecine-maladie-charbon-4228/>
63. <http://www.fondation-lamap.org/node/11167>
64. <https://blogacabdx.ac-bordeaux.fr/ressii/fiches-connaissances-college/>
65. http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/energie_renouvelable.php4
66. <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/agence-internationale-de-l-energie-aie>
67. www.connaissancedesenergies.org > ... > Énergies renouvelables
68. <http://www.solut-enr.fr/histoire-de-la-geothermie/>
69. http://www.dictionnaire-environnement.com/energie_geothermique_ID938.html
70. CALEFFI, «Installation de pompes à chaleur géothermique,» chez Hydraulique
71. http://www.grainecentre.org/telechargement/livret_eedd.pdf
72. http://meurthe.crai.archi.fr/wordpressFr/wp-content/plugins/Lab_BD/media/pdf/memoiregallas.pdf
73. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00789679/document>
74. <http://bu.umc.edu.dz/theses/architecture/BER6279.pdf>

75. <http://thesis.univ-biskra.dz>

76. <http://logiciels.i3er.org/ecotect.html>

Les listes

Numéro de tableau :	Titre de tableau :	Page de tableau :
Tableau n °1.	Les principaux constituants du pétrole.	Page 5.
Tableau n ° 2.	Les principaux constituants du charbon.	Page 11.
Tableau n ° 3.	Potentiel solaire en Algérie.	Page 38
Tableau n ° 4.	fiche technique de Quartier Vauban.	Page 40
Tableau n ° 5.	Fiche technique d'éco-quartier BedZED	Page 45
Tableau n ° 6.	les caractéristiques des cellules photovoltaïques.	Page 60
Tableau n ° 7.	Des exemples réalisés par des panneaux photovoltaïques dans le monde.	Page 67
Tableau n ° 8.	les données climatiques de la wilaya de Tébessa.	Page 76
Tableau n ° 9.	Consommation d'électricité d'un logement F3.	Page 82
Tableau n ° 10.	Montant d'électricité d'un logement F3.	Page 82
Tableau n ° 11.	les caractéristiques des cellules monocristallines.	Page 83

Numéros de graphe	Titre de graphe	Page de graphe:
Grappe n ° 1.	Energie renouvelable dans le monde en 2005..	page 14.
Grappe n ° 2.	Installations photovoltaïques annuelles de 2000 à 2011.	page 40.

Numéros d'image	Titre de l'image	Page de l'image:
Image n ° 1.	Des vues de 200 logements «cité 4 mars».	page 77.

	Titre de figure :	Page de figure :
Figure n ° 1.	Produits obtenu à partir le pétrole.	page 6.
Figure n ° 2.	Le principe de fonctionnement de la géothermie haute énergie.	page 19.
Figure n ° 3.	Le principe de fonctionnement de la géothermie basse énergie.	page 19.
Figure n ° 4.	Une éolienne.	page 22
Figure n ° 5.	Eolienne à axe vertical de type Darrieus.	page 24.
Figure n ° 6.	Eolienne à axe vertical et à voilure tournante.	page 24.
Figure n ° 7.	Eolienne à axe horizontal pour le pompage de l'eau.	page 24.
Figure n ° 8.	Les 3 différents types de rayonnement solaire..	Page 29
Figure n ° 9.	Organigramme de l'utilisation d'énergie solaire.	Page 33
Figure n ° 10.	Principes constructifs et techniques d'un bâtiment passif en Allemagne	Page 35
Figure n ° 11.	Principes de système solaire actif.	Page 36
Figure n ° 12.	Principes de système solaire hybride.	Page 37
Figure n ° 13.	Irradiation globale journalière reçue sur le plan horizontale au moins de juillet.	Page 38
Figure n ° 14.	Irradiation globale journalière reçue sur le plan horizontale au moins de décembre.	Page 38
Figure n ° 15.	Irradiation globale journalière reçue sur le plan normal au moins de juillet.	Page 39
Figure n ° 16.	Irradiation globale journalière reçue sur le plan normal au moins de décembre.	Page 39
Figure n ° 17.	<i>L'éco-quartier Vauban.</i>	Page 41
Figure n ° 18.	La situation de quartier Vauban.	Page 42
Figure n ° 19.	Les panneaux photovoltaïques utilisés.	Page 43
Figure n ° 20.	Le quartier BedZED.	Page 44
Figure n ° 21.	Situation de quartier BedZED	Page 45
Figure n ° 22.	panneaux solaires utilisé.	Page 47
Figure n ° 23.	principe de fonctionnement de chauffe-eau solaire.	Page 52
Figure n ° 24.	principe de fonctionnement de plancher solaire.	Page 53
Figure n ° 25.	principe de fonctionnement de rafraichissement solaire.	Page 54
Figure n ° 26.	on vitrés.	Page 55
Figure n ° 27.	Les capteurs plans vitrés.	Page 55
Figure n ° 28.	Les capteurs à tubes sous vides.	Page 55
Figure n ° 29.	principe de fonctionnement de mur trombe.	Page 56
Figure n ° 30.	principe de fonctionnement de centrale thermodynamique.	Page 57
Figure n ° 31.	Orientation et inclinaison des panneaux.	Page 61
Figure n ° 32.	Représentation d'un module photovoltaïque incliné à 35°.	Page 62
Figure n ° 33.	La création d'un champ photovoltaïque.	Page 63
Figure n ° 34.	Schéma typique d'une installation photovoltaïque autonome.	Page 64

Figure n ° 35.	Installation ou centrale électrique photovoltaïque raccordée au réseau.	Page 67
Figure n ° 36.	1ère application terrestre dans un phare au Japon en 1963 (242 W).	Page 67
Figure n ° 37.	1ère maison photovoltaïque, Solar One, construite à l'université de Delaware au USA en 1973	Page 67
Figure n ° 38.	1ère installation PV reliée au réseau électrique en Europe (TISO en Suisse) en 1982.	Page 67
Figure n ° 39.	1ère installation PV reliée au réseau électrique en France en 1992 (900 W).	Page 67
Figure n ° 40.	Simulation avec Radiance (à gauche les Eclairment, à droite les luminances)	Page 71
Figure n ° 41.	Situation de la wilaya de Tébessa.	Page 74
Figure n ° 42.	Situation administratif de la wilaya de Tébessa.	Page 75
Figure n ° 43.	Plan de situation de groupement de 200 logements cité 400 mars	Page 78
Figure n ° 44.	Plan représente les limites de groupement de 200 logements cité 400 mars.	Page 78
Figure n ° 45.	Plan de masse de groupement de 200 logements cité 4 mars.	Page 79
Figure n ° 46.	Présentation d'espace de regroupement au niveau de plan de masse de 200 logements cité 4mars.	Page 80
Figure n ° 47.	Etude de la terrasse de 200 logements cité 4mars.	Page 80
Figure n ° 48.	Etude des façades de 200 logements cité 4 mars.	Page 81
Figure n ° 49.	panneau photovoltaïques de type monocristallin.	Page 82
Figure n ° 50.	Orientation et inclinaison des panneaux.	Page 86

Les annexes

Annexe 1 :

Tableau n ° 8 : les données climatique de la wilaya de Tébessa.												
Mois/Année 2014	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Moyenne mensuelle T°	7.8	8.9	8.7	15.2	19.0	23.6	27.4	28.3	24.6	19.1	14.0	7.9
T° maximale	20.5	23.6	21.7	29.2	35.3	38.2	41.6	41.7	38.7	34.8	27.6	17.6
T° minimale	-3.8	-2.6	-1.3	2.0	2.5	7.0	13.9	14.6	13.3	3.5	3.6	-2.8
Vent max mensuelle	30/22	22/25	32/25	22/25	24/24	02/29	34/27	32/23	30/36	20/25	20/25	30/23
Vent Min mensuelle	3.5	3.5	4.9	4.2	4.2	3.5	3.7	2.8	2.7	2.8	3.1	4.1
Source : Direction Météo. Auteur 2016.												

Annexe 2



Capital Social de 24000000000 de DA

FACTURE N° 249150811713

établie le 07.09.15

Direction Distribution: TEBESSA

FAX: 037591824

N° RC: 010680066723 N° IS: 000625019001848

Dépannage Electricité: 037506007

N° RIP: 0079999000038062141

N° RIB: 00100491030030002235

Dépannage Gaz: 037506007

Agence Commerciale: 0079999000038062141
TEBESSA 2

CITE 500 LGTS AADL

Tél. 037506007
037506007

CLIENT

Référence : N° RC :

N° IS :

Nom et Prénom : 12801-38-18775-108

Tél. :

Fax :

SAADI SALIMA

Adresse lieu de consommation :

Nom & adresse du Destinataire de facture : CITE 270 LOG BT 16/04/TEBESSA

Nous vous prions de bien vouloir régler cette facture par l'un des moyens indiqués au verso.

periode: 3eme Trimestre 2015

CONSOmmATIONS	TARIF	NUMERO COMPTEUR	RELEVÉ DE COMPTEUR			COEF..	CONSOmmATIONS (KWh/THERMIE)
			Index Nouveau	Index Ancien	Différence		
PMD= 6 Kw	E01	075178	9272 R	8760 R	512	1.00	512
DMD= 5 m3h	G83	049643	8080 R	8010 R	70	8.90	623
R:Releve E:Estime M:Releve speciale							

DETAIL DE FACTURATION
(en hors taxes)

CONSOmmATION	PREMIERE TRANCHE		DEUXIEME TRANCHE		TROISIEME TRANCHE		PRIMES FIXES (DA)
	PRIX UNITAIRE (DA)		PRIX UNITAIRE (DA)		PRIX UNITAIRE (DA)		
ELEC. E01	125.0	1.779	387.0	4.179			131.10
GAZ G83	523	0.168					85.50

CALCUL DES TAXES ET RECAPITULATION

	MONTANT HORS TVA (DA)	T.V.A		MONTANT TOUTES TAXES (DA)
		TAUX %	MONTANT (DA)	
ELEC E01	1970.74	07	137.95	Le montant de votre consommation moyenne d'énergie par jour : 27.64 DA/jour Cle EBP: 351
GAZ G83	190.16	07	13.31	
DROIT FIXE	100.00			
TAXE HABITATION	75.00			
Contribution aux coûts permanents du système :	4.28 DA			2108.69
	2335.90		151.26	203.47
				100.00
				75.00
				2487.16
				25.00
				2512.16

Montant à payer TTC (A la poste, chèque ou virement)

Droit de timbre

Montant total à payer en espèces

La présente facture est arrêtée à la somme :

à régler avant le : deux mille quatre cent quatre vingt sept dinars algeriens ,16 cts

25.09.15



Capital Social de 24000000000 de DA

FACTURE N° 249151111882

établie le 07.12.15

Direction Distribution:

TEBESSA

FAX: 037591824

N° RC: 0106B0066723 N° IS: 000625019001848

N° RIP: 00799999000038062141 N° RIB: 00100491030030002235

Agence Commerciale: 00799999000038062141

TEBESSA 2

00100491030030002235

Dépannage Electricité: 037506007

Dépannage Gaz: 037506007

Tél: 037506007
037506007

CITE 500 LGTS AADL

CLIENT

Référence : N° RC: 12801-38-18775-108

Nom et Prénom: SAADI SALIMA

Tél.: Fax:

Adresse lieu de consommation:

Nom & adresse du Destinataire de facture: CITE 270 LOG BT 16/04/TEBESSA

Nous vous prions de bien vouloir régler cette facture par l'un des moyens indiqués au verso.

periode: 4eme Trimestre 2015

CONSOUMATIONS	TARIF	NUMERO COMPTEUR	RELEVÉ DE COMPTEUR			COEF..	CONSOUMATIONS (KWh/THERMIE)
			Index Nouveau	Index Ancien	Différence		
PMD= 6 Kw	E01	075178	9764 R	9272 R	492	1.00	492
DMD= 5 m3h	G83	049643	8434 R	8080 R	354	8.90	3150
R: Releve							
E: Estime							
M: Releve Speciale							

DETAIL DE FACTURATION
(en hors taxes)

CONSOUMATION	PREMIERE TRANCHE		DEUXIEME TRANCHE		TROISIEME TRANCHE		PRIMES FIXES (DA)
	PRIX UNITAIRE (DA)	CONSOUMATION	PRIX UNITAIRE (DA)	CONSOUMATION	PRIX UNITAIRE (DA)	CONSOUMATION	
ELEC. E01	125.0	1.779	367.0	4.179			131.10
GAZ G83	1125	0.168	2025	0.324			85.50

CALCUL DES TAXES ET RECAPITULATION

ELEC E01
GAZ G83
DROIT FIXE
TAXE HABITATION

MONTANT HORS TVA (DA)	T.V.A	
	TAUX %	MONTANT (DA)
1887.16	07	132.10
930.60	07	65.14
100.00		
75.00		
2992.76		197.24

Le montant de votre
consommation moyenne
d'énergie par jour :
35.44 DA / jour
Cte EBP: 306

MONTANT TOUTES TAXES (DA)
2019.26
995.74
100.00
75.00
3190.00
32.00
3222.00

Contribution aux coûts permanents du système:

5.89 DA

Montant à payer TTC (A la poste, chèque ou virement)

Droit de timbre

Montant total à payer en espèces

La présente facture est arrêtée à la somme:

trois mille cent quatre vingt dix dinars algeriens ,00 cts

à régler avant le:

25.12.15



Capital Social de 24000000000 de DA

FACTURE N° 249150511666

établie le 03.06.15

Direction Distribution: TEBESSA

FAX 037591824

N° RC: 010630066723 N° IS: 000625019001848 Dépannage Electricité 037506007
N° RIP: Agence Commune 0079999000038062141 N° RIB: 00100491030030002235 Dépannage Gaz: 037506007
TEBESSA 2 CITE 500 LGTS AADL Tél. 037506007

CLIENT

Référence : 12801--38-18775-108 N° RC: N° IS:
Nom et Prénom: SAADI SALIMA Tél.: Fax:

Adresse lieu de consommation : CITE 270 LOG BT 16/04/TEBESSA
Nom & adresse du Destinataire de facture :

⊕ Nous vous prions de bien vouloir régler cette facture par l'un des moyens indiqués au verso. periode: 2eme Trimestre 2015

CONSOMMATIONS	TARIF	NUMERO COMPTEUR	RELEVÉ DE COMPTEUR			COEF..	CONSOMMATIONS (kWh/THERMIE)
			Index Nouveau	Index Ancien	Différence		
PMD= 6 kw	E01	075178	8760 R	8271 R	489	1.00	489
DMD= 5 m3h	G83	049643	8010 R	7514 R	496	8.90	4414
R: Releve E: Estime M: Releve speciale							

DETAIL DE FACTURATION (en hors taxes)	PREMIERE TRANCHE		DEUXIEME TRANCHE		TROISIEME TRANCHE		PRIMES FIXES (DA)
	CONSOMMATION	PRIX UNITAIRE (DA)	CONSOMMATION	PRIX UNITAIRE (DA)	CONSOMMATION	PRIX UNITAIRE (DA)	
ELEC. E01	125.0	1.779	364.0	4.179			131.10
GAZ G83	1125	0.168	3289	0.324			85.50

CALCUL DES TAXES ET RECAPITULATION	MONTANT HORS TVA (DA)	T.V.A		Le montant de votre consommation moyenne d'énergie par jour : 40.16 DA / jour Cle EBP: 367	MONTANT TOUTES TAXES (DA)
		TAUX %	MONTANT (DA)		
ELEC E01	1874.62	07	131.22		2005.84
GAZ G83	1340.13	07	93.80		1433.93
DROIT FIXE	100.00				100.00
TAXE HABITATION	75.00				75.00
Contribution aux coûts permanents du système : 6.76 DA	3389.75		225.02		

Montant à payer TTC (A la poste, chèque ou virement)

3614.77

Droit de timbre

37.00

Montant total à payer en espèces

3651.77

La présente facture est arrêtée à la somme :

trois mille six cent quatorze dinars algeriens ,77 cts

à régler avant le :

21.06.15



Capital Social de 24000000000 de DA

FACTURE N° 249150211571

établie le 05.03.15

Direction Distribution: TEBESSA

FAX: 037591824

N° RC: 0106B0066723 N° IS: 000625019001848

Dépannage Electricité: 037506007

N° RIP: 0079999000038062141 N° RIB: 00100491030030002235

Dépannage Gaz: 037506007

Agence Commerciale: 0079999000038062141 TEBESSA 2 CITE 500 LGTS AADL

Tél. 037506007

CLIENT

Référence : N° RC : N° IS :
Nom et Prénom : 12801-38-18775-108 SAADI SALIMA
Tél. : Fax :
Adresse lieu de consommation :
Nom & adresse du Destinataire de facture : CITE 270 LOG BT 16/04/TEBESSA

Nous vous prions de bien vouloir régler cette facture par l'un des moyens indiqués au verso.

periode: 1er Trimestre 2015

CONSOMMATIONS	TARIF	NUMERO COMPTEUR	RELEVÉ DE COMPTEUR			COEF..	CONSOMMATIONS (kWh/THERMIE)
			Index Nouveau	Index Ancien	Différence		
PMD= 6 Kw	E01	075178	8271 R	7779 R	492	1.00	492
DMD= 5 m3h	G83	049643	7514 R	6366 R	1148	8.90	10217
R:Releve E:Estime M:Releve Speciale							

DETAIL DE FACTURATION
(en hors taxes)

CONSOMMATION	PREMIERE TRANCHE		DEUXIEME TRANCHE		TROISIEME TRANCHE		PRIMES FIXES (DA)
	CONSOMMATION	PRIX UNITAIRE (DA)	CONSOMMATION	PRIX UNITAIRE (DA)	CONSOMMATION	PRIX UNITAIRE (DA)	
ELEC. E01	125.0	1.779	367.0	4.179			131.10
GAZ G83	1125	0.168	9092	0.324			85.50

CALCUL DES TAXES ET RECAPITULATION

	MONTANT HORS TVA (DA)	T.V.A		Le montant de votre consommation moyenne d'énergie par jour : 62.67 DA/jour Cle EBP: 319	MONTANT TOUTES TAXES (DA)
		TAUX %	MONTANT (DA)		
ELEC E01	1887.16	07	132.10		2019.26
GAZ G83	3220.30	07	225.42		3445.72
DROIT FIXE	100.00				100.00
TAXE HABITATION	75.00				75.00
Contribution aux coûts permanents du système : 10.84 DA	5282.46		357.52		

Montant à payer TTC (A la poste, chèque ou virement)

5639.98

Droit de timbre

57.00

Montant total à payer en espèces

5696.98

La présente facture est arrêtée à la somme :

cinq mille six cent trente neuf dinars algériens ,98 cts

à régler avant le :

23.03.15

Abstract :

Several studies that have been carried out on the topic of solar energy use have affirmed that solar energy has a massive role in the production of electricity in housing units. Based on this perspective, the main objective of our research is to discover the cause behind the non-use of solar energy in Algeria despite the fact that Algeria has quality sunlight that would allow the country to be ranked amongst the world's leading countries in terms of solar deposits.

Based on this question, we have hypothesised the following: The lack of trainings devoted to specific designers for the use of solar panels, the high cost of solar panels' supply in Algeria, the lack of various modern technologies in regard to solar energy, Algeria is classified as an importer rather than a producer of solar panels, there are not any architectural studies devoted to the use of solar energy.

Then, in order to confirm and affirm these hypotheses, we are going to conduct a theoretical research on the two forms of energy, their advantages as well as their drawbacks, and we have focused our research on solar energy and its modern techniques be them thermal or photovoltaic. Then, we have completed our research by a comparative study between the «neighbourhood 4 mars" that is powered by SONELGAZ and a proposal study of this neighbourhood powered by solar energy in TEBESSA. This study has affirmed the reasons behind the non-use of solar energy in Algeria and has also confirmed the importance of solar energy in reducing the high consumption of fossil energy.

The keywords

Energy, solar, photovoltaic panel cell housing.

Résumé :

Des plusieurs recherches, sur le thème de l'utilisation d'énergie solaire ont affirmé que l'énergie solaire a un rôle dans la production d'électricité pour les unités d'habitation.

À partir de cette vision, l'objectif de notre recherche est de connaître la cause de la non utilisation d'énergie solaire en Algérie, portant la qualité du rayonnement solaire Algérien permet à l'Algérie de se classer parmi les pays qui disposent des meilleurs gisements solaires dans le monde.

D'après cette question posée, nous avons faits des hypothèses tels que : l'absence de formation des concepteurs spécifique pour l'utilisation des panneaux solaire, le coût d'alimentation des panneaux solaires qui est plus élevé en Algérie, l'absence des différentes technologies modernes considérées pour l'énergie solaire, l'Algérie classifié comme pays importateur et pas producteur des panneaux solaires, Y'a pas des études architecturales spécialisée pour l'utilisation de l'énergie solaire.

Donc pour confirmer et affirmer ses hypothèses nous allons fais une recherche théorique sur les deux formes d'énergie, ses avantages et ses inconvénients et nous avons précise notre recherche sur l'énergie solaire et leurs techniques modernes soit thermique ou photovoltaïque, puis nous avons terminé notre recherche par une étude comparative entre la cité 4 mars alimentée par SONELGAZ, et une proposition d'études à cette cité alimentée par l'énergie solaire en Tébessa, cette étude est confirmé les raison de la non utilisation d'énergie solaire en Algérie , et est affirmé l'importance d'utilisation d'énergie solaire pour réduire l'augmentation de consommation d'énergie fossile.

Les mots clé :

Energie, énergie solaire, panneau photovoltaïque, cellule, logement.