



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf USTO - MB -
Faculté d'Architecture et de Génie civil
Département de Génie Civil

Polycopié intitulé :

**Infrastructure Qualité dans le secteur
de l'énergie solaire thermique**

**Cours destiné aux étudiants en Master II
« Equipements et Habitat »**

Elaboré par
MENHOUDJ Sayeh
Docteur en Génie Civil - Maître de Conférences B

Préambule

Le présent ouvrage est un cours de la matière « Infrastructure qualité dans le secteur de l'énergie solaire » adressé aux ingénieurs, Masters en technologie et particulièrement aux étudiants en 2^{ème} année de Master académique de génie Civil, option « Equipements et Habitat ». Ce polycopié est élaboré dans le but de permettre à l'étudiant d'assimiler et de comprendre la chaîne de valeur qui doit fournir un produit de qualité. Il touche à de nombreux aspects : métrologie, Normalisation, Essais de Labo, Certification et l'Accréditation. Le contexte énergétique et environnemental à l'échelle mondiale ou locale met en évidence la nécessité du changement de notre mode de consommation d'énergie actuel. La problématique liée aux équipements énergétiques utilisés et leur impact environnemental amènent inévitablement à épuiser sur les sources à énergies renouvelables, dans l'ensemble de la chaîne économique, écologique et industrielle. Compte tenu des enjeux que représentent les sources d'énergies renouvelables, durables, leur promotion constitue l'un des grands axes de la politique énergétique des pays. Le développement de ces ressources énergétiques (solaire, éolien, géothermie, biomasse et cogénération) demeure l'une des préoccupations majeures des pouvoirs publics en Algérie.

L'utilisation de l'énergie solaire est une opportunité pour l'Algérie de couvrir ces propres besoins, croissants, en énergie tout en générant des recettes à l'export et en favorisant l'industrialisation et l'innovation. La mise en place d'une industrie locale de production d'énergie à partir de sources renouvelables ainsi que l'augmentation de la valeur ajoutée au cours de ce processus peut permettre la création d'emplois pour les populations locales.

Pour assurer un développement efficace et durable de l'énergie solaire, l'Algérie doit consolider le système d'infrastructure de qualité (I.Q.). En effet le renforcement des capacités des acteurs dans les domaines de la normalisation, de l'évaluation de conformité, de la métrologie et de l'accréditation des laboratoires contribuera au développement de la qualité des produits industriels solaires qui seront fabriqués ou importés sur le territoire national.

Cette mise à niveau devrait être promue dans un contexte d'harmonisation régionale et en établissant un lien plus consistant entre les acteurs de l'Infrastructure qualité et ceux de la recherche et de l'éducation ainsi que le secteur privé, qui représentera à court terme la cible essentielle des services de l'I.Q.

Table des matières

Préambule

Introduction Générale	1
Chapitre I : L'énergie solaire et ses applications	3
I.1 Energie solaire	3
I.1.1 Spectre solaire	5
I.2 Techniques d'exploitation de l'énergie solaire	6
I.2.1 Systèmes solaires passifs	7
I.2.2 Systèmes solaires actifs	8
I.3 Potentiel énergétique solaire en Algérie	9
I.4 Promotion de l'énergie solaire en Algérie	10

Chapitre II : Systèmes solaires de production d'eau chaude sanitaire

II.1 Introduction	12
II.2 Eléments d'un système de chauffe-eau solaire	12
II.3 Chauffe-eau solaire monobloc direct (thermosiphon)	13
II.3.1 Principe de fonctionnement	13
II.3.2 Conditions techniques pour les installations à thermosiphon	14
II.4 Chauffe-eau solaire avec vidange automatique (Drainback)	15
II.4.1 Principe de fonctionnement	15
II.4.2 Systèmes de chauffe-eau solaire avec vidange automatique	16
II.5 Branchement hydraulique des capteurs	16
II.6 Différents types de capteurs solaires	19
II.6.1 Capteurs plans vitrés	19
II.6.2 Capteurs à tubes sous vide	20
II.7 Rendement des différents types de capteurs	21
II.8 Évaluation de la production énergétique instantanée d'un capteur solaire	21

Chapitre III : Infrastructure qualité pour l'énergie solaire

III.1	Introduction à l'infrastructure qualité.....	23
III.2	Objectifs d'une infrastructure qualité.....	23
III.3	Eléments de l'infrastructure qualité.....	25
III.3.1	Normes	25
III.3.2	Métrologie	26
III.3.3	Essais	26
III.3.4	Evaluation de la conformité (Certification).....	26
III.3.5	Accréditation	26
III.3.6	Interdépendance entre les différents éléments de l'IQ.....	27

Chapitre IV : Normalisation

IV.1	Introduction à la normalisation.....	28
IV.1.1	Définition.....	28
IV.1.2	Différents types de normes.....	28
IV.2	Validité et révision des normes.....	30
IV.3	Traçabilité des normes.....	30
IV.4	Cadre de mise en œuvre.....	31
IV.5	Exemples de normes dans le solaire thermique.....	31

Chapitre V : Métrologie

V.1	Introduction	33
V.2	Définition des termes en métrologie	33
V.3	Métrologie scientifique, métrologie industrielle et métrologie légale.....	34
V.3.1	Métrologie légale.....	34
V.3.2	Métrologie industrielle.....	35
V.3.3	Métrologie scientifique.....	35
V.4	Instituts Nationaux de métrologie.....	35
V.5	Comparabilité Universelle en métrologie.....	36

Chapitre VI : Certification et Accréditation

VI.1 Introduction.....	38
VI.2 Certification.....	38
VI.2.1 Missions d'un organisme de certification.....	38
VI.2.2 Caractéristiques de la certification.....	39
VI.2.3 Processus de certification.....	39
VI.2.4 Système de Management.....	40
VI.3 Accréditation.....	41
VI.3.1 Organisation de l'accréditation.....	41
VI.3.2 Système d'accréditation.....	41
VI.3.3 Caractéristiques de l'accréditation.....	42
VI.3.4 Différence entre la certification et l'accréditation	43
VI.3.5 Organisme d'accréditation en Algérie.....	43
Références bibliographiques	44

Introduction Générale

L'Algérie dispose d'un des gisements solaire parmi les plus élevés au monde [1]. 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) [1]. L'intégration des énergies renouvelables (solaire, géothermie, éolien, biomasse et cogénération) dans le mix énergétique national constitue un enjeu majeur dans la perspective de préservation des ressources fossiles et la protection de l'environnement contre l'effet de serre et destruction de la couche d'ozone, de diversification des filières de production de l'électricité de l'énergie thermique et de contribution au développement durable. En 2011, notre pays s'est doté d'un programme national ambitieux de développement des énergies renouvelables. Ce dernier porte essentiellement sur le développement du solaire photovoltaïque et de l'éolien à grande échelle. Aussi il porte sur l'introduction des filières de la biomasse (valorisation des déchets), de la cogénération et de la géothermie. Il porte également sur le report, à 2021, du développement du solaire thermique (CSP). La mise en place d'un système d'infrastructure qualité s'avère nécessaire pour le développement de la qualité des produits industriels solaires qui seront fabriqués ou importés sur le territoire national. Cela permettra aux industriels Algériens de s'introduire sur le marché régional, international et d'être concurrentiels. Le renforcement de l'infrastructure et de l'assurance qualité pour le consommateur, contribue à l'augmentation de la durabilité des installations solaires photovoltaïques et thermiques, ainsi qu'au remplacement des systèmes conventionnels par des installations solaires, ce qui contribuera à la réduction d'émissions de CO₂ ainsi qu'à l'intégration des énergies renouvelables en Algérie. Les diplômés universitaires ayant profité d'un enseignement axé sur les notions théoriques et pratiques traitant le domaine de l'utilisation de l'énergie solaire et son application dans les différents secteurs et des notions sur l'infrastructure qualité pour l'énergie solaire auront les possibilités de trouver un emploi qualifié qu'ils peuvent occuper avec succès. Le renforcement de l'infrastructure qualité contribue aussi à l'augmentation de la compétitivité du secteur solaire en Algérie.

Ce cours s'articule autour de six chapitres. Le premier chapitre concerne une introduction à l'énergie solaire et ses applications. Un état des lieux sur la consommation d'énergie et le développement des ressources énergétiques renouvelables en Algérie par la mise en place d'un programme des énergies renouvelables est présenté.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons une synthèse sur les systèmes de production d'eau chaude sanitaire. Le troisième chapitre est consacré au système d'infrastructure qualité pour l'énergie solaire, ses objectifs, ainsi que les différents éléments le constituant.

Dans le quatrième chapitre, nous abordons un des éléments essentiels de l'infrastructure qualité « la normalisation », les différentes normes, leur cadre de mise en œuvre, leur validité ainsi que des exemples de normes dans le domaine du solaire thermique.

Nous présentons dans le cinquième chapitre, la métrologie, les termes employés dans ce domaine et le rôle des instituts nationaux de métrologie.

Enfin, le sixième et dernier chapitre concerne la certification et l'accréditation et leur rôle en tant qu'éléments du système d'infrastructure qualité.

L'énergie solaire et ses applications

I.1 Energie solaire

La Terre est située à 150 millions de km du Soleil. Celui-ci émet en permanence 1026 Watt sous forme de rayonnement et la Terre reçoit 178 millions de milliard de Watt sur sa face éclairée soit 350 Watt par m² à l'équateur. Le rayonnement solaire est un rayonnement électromagnétique composé essentiellement :

- de **lumière visible** de longueur d'onde comprise entre 400 nm et 800 nm ;
- de **rayonnement infra rouge** (IR) de longueur d'onde inférieure à 400 nm ;
- de **rayonnement ultra violet** (UV) de longueur d'onde supérieure à 800nm.

Sur Terre, l'atmosphère (via le dioxyde de carbone, l'ozone, la vapeur d'eau...) absorbe en grande partie les IR et les UV et un peu la lumière visible. Ainsi plus l'épaisseur d'atmosphère traversée est importante, plus la quantité d'énergie solaire reçue par le sol est faible.

Quand on se rapproche des pôles, les rayons sont plus inclinés : la même quantité d'énergie se répartie sur une plus grande surface. C'est pourquoi le rayonnement solaire par unité de surface reçu diminue de l'équateur vers les pôles (ceci, avec l'inclinaison de l'axe de la Terre, est à l'origine du phénomène des saisons)

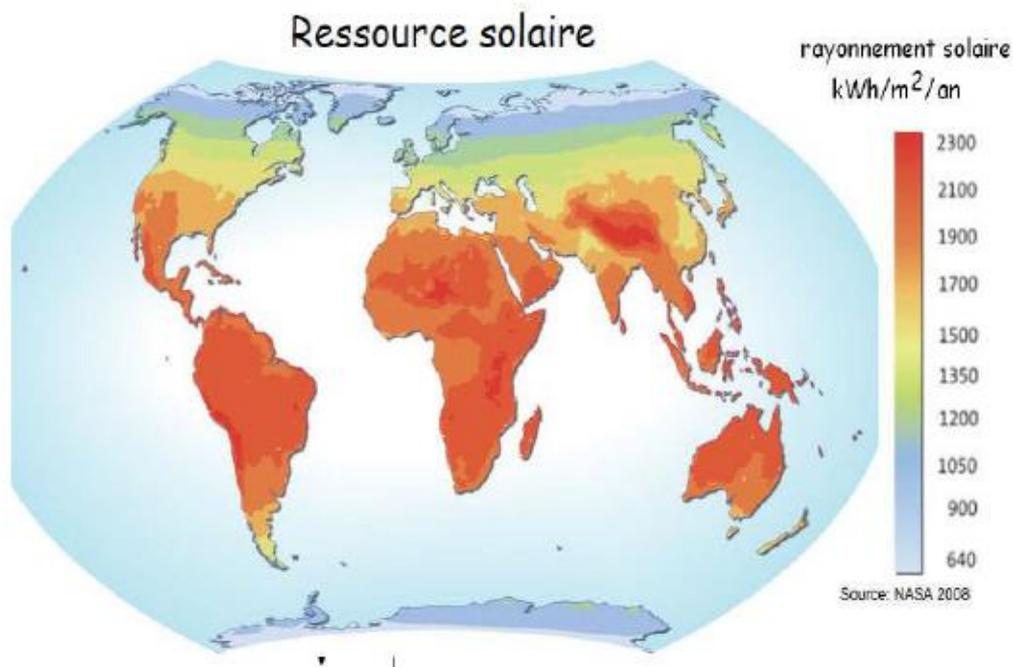


Figure I.1 : Rayonnement solaire annuel en [kWh/m²/an],[2].

Le rayonnement solaire est un rayonnement thermique qui se propage sous la forme d'ondes électromagnétiques. Il produit à la lisière, mais en dehors de l'atmosphère terrestre, un éclairement énergétique à peu près constant et égal à $1\,370\text{ W/m}^2$ (figure I.2), appelé de ce fait : constante solaire I_{cs} .

Pour atteindre chaque point de la surface éclairable du globe terrestre, les rayons solaires traversent l'atmosphère qui dissipe une partie de l'énergie provenant du soleil par :

- Diffusion moléculaire (en particulier pour les radiations U.V.)
- Réflexion diffuse sur les aérosols atmosphériques (gouttelettes d'eau, poussières...)
- Absorption sélective par les gaz de l'atmosphère.

L'atténuation correspondante du rayonnement solaire dépend de l'épaisseur de l'atmosphère traversée, celle-ci dépendant à son tour de la latitude du lieu considéré et du temps.

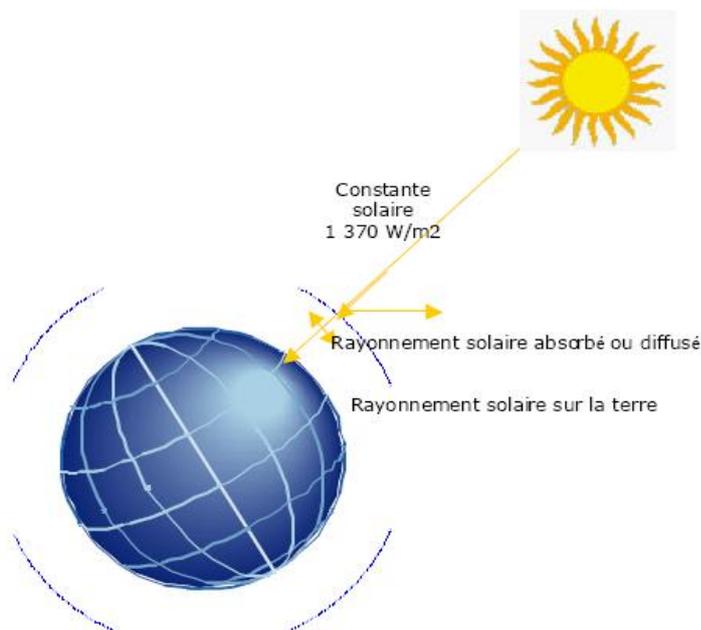


Figure I.2 : Propagation du rayonnement solaire dans l'atmosphère [2].

A la surface de la terre, le rayonnement solaire global est la somme des rayonnements :

- Direct, ayant traversé l'atmosphère,
- Diffus, en provenance de toutes les directions de la voûte céleste.

Une surface exposée reçoit ainsi du rayonnement direct et diffus (Figure I.3), mais elle reçoit en plus une partie du rayonnement global réfléchi par les objets environnants, en particulier par le sol, dont le coefficient de réflexion est appelé « albédo ».

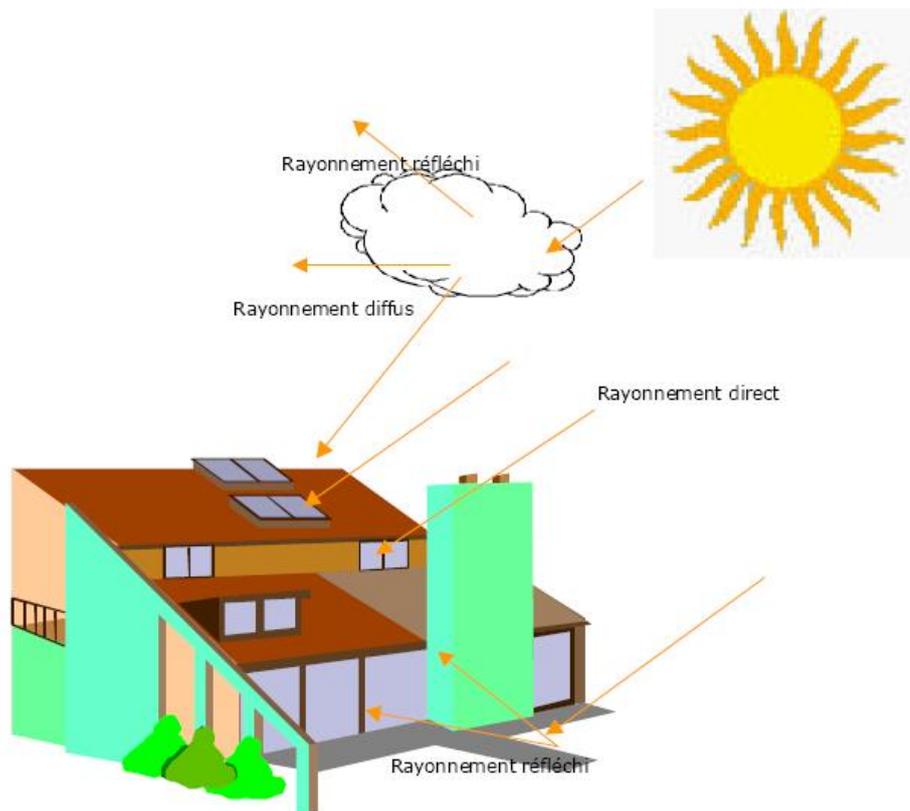


Figure I.3 : Le rayonnement solaire à la surface de la terre [2] .

I.1.1 Spectre solaire

Les réactions thermonucléaires qui se produisent au sein du soleil, provoquent l'émission d'onde électromagnétique de très forte puissance ou rayonnement thermique solaire. Le rayonnement ou spectre solaire se présente sensiblement comme celui d'un corps noir à 5800°K.

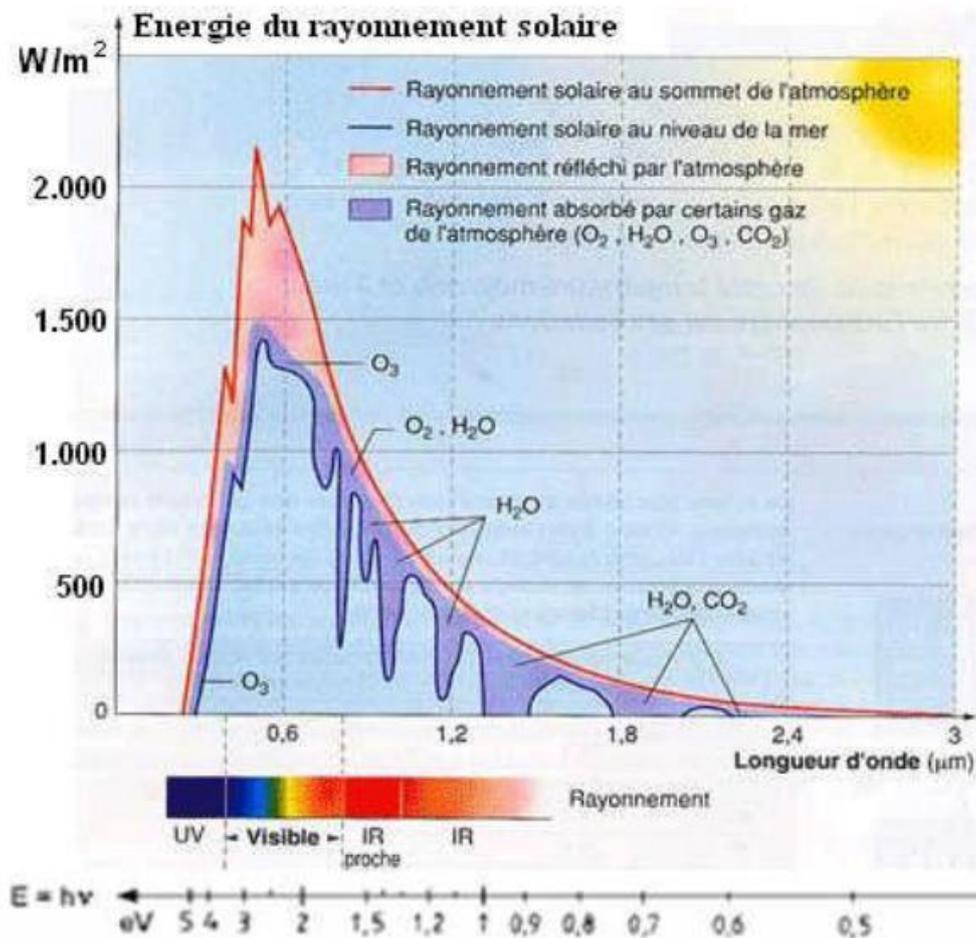


Figure I.4 : Répartition spectrale du rayonnement solaire [3].

Le domaine de longueur d'onde utile pour les applications solaires est situé entre $0.25\mu m$ et $2.5\mu m$, l'énergie émise dans cette bande (contenant les zones UV, Visible et IR) représente 95% environ du total [90]. Mais en traversant l'atmosphère l'énergie radiative solaire est atténuée par absorption et diffusion, et l'énergie enregistrée au niveau de la mer est l'ordre de $1000 W/m^2$ [3].

I.2 Techniques d'exploitation de l'énergie solaire

Deux techniques existent et permettent d'exploiter l'énergie solaire :

1. Le solaire photovoltaïque (photopiles) ou La lumière du soleil désigne l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïques.

2. Le solaire thermique à haute température et à basse température pour le chauffage de l'eau et des locaux ou Le flux solaire peut être directement converti en chaleur par l'intermédiaire de capteurs solaires thermiques.

L'exploitation de cette énergie solaire dans le domaine de l'habitat se fait par :

- La technique du captage passif (maison bioclimatique) : Le système solaire passif se dit d'un principe de captage, de stockage et de distribution capable de fonctionner seuls, sans apport d'énergie extérieure.
- La technique du captage actif : Le système solaire actif se dit d'un principe de captage, de stockage et de distribution solaire nécessitant, pour son fonctionnement, l'apport d'une énergie extérieure (par opposition à l'énergie solaire passive). Pour la captation active de l'énergie solaire, les appareils utilisés sont les capteurs solaires.

I.2.1 Systèmes solaires passifs

Les systèmes passifs sont les procédés agissant sur les échanges thermiques du bâtiment avec son environnement et ne consommant pas directement d'énergie. Ils sont intégrés à la structure du bâtiment et sont difficilement ajoutés à un bâtiment déjà existant. Le système solaire passif se dit d'un principe de captage, de stockage et de distribution capable de fonctionner seuls, sans apport d'énergie extérieure. Le rafraichissement passif d'un bâtiment s'articule sur les principes suivants [4] :

1. Minimiser les apports de chaleur, à la fois internes et externes, en limitant le rayonnement et la conduction à travers les parois.
2. Apporter de la masse thermique, afin d'amortir la chaleur extérieure pénétrant dans le bâtiment.
3. Ventiler, avec de l'air frais, en favorisant les échanges par convection.
4. Humidifier, afin d'apporter de la fraîcheur par évaporation ou évapotranspiration en présence de plantes.

Les systèmes passifs présentent des avantages et des inconvénients :

- Une facilité de mise en œuvre par l'absence d'organes mécaniques,
- Difficulté du contrôle de la quantité d'énergie apportée au volume chauffé.
- Ils ne nécessitent aucune installation d'éléments supplémentaires. Ainsi, ils ne contribuent pas à l'augmentation du coût de bâtiment.
- on doit savoir contrôler et maîtriser la quantité de chaleur captée pour éviter les surchauffes lors des périodes de la journée fortement ensoleillées. Cela est possible au

niveau de la conception en choisissant l'orientation appropriée des espaces de vie ou par la mise en place du système de régulation.

- Le système de régulation est soit manuel, dans ce cas c'est l'utilisateur qui déplace les clapets, soit automatique ce qui entraîne un coût supplémentaire.
- Il est important d'installer des protections solaires efficaces afin de limiter la quantité de chaleur reçue. La chaleur du côté ensoleillé du bâtiment peut être distribuée vers les zones plus froides à l'aide des ventilateurs.

I.2.2. Systèmes solaires actifs

Le système solaire actif se dit d'un principe de captage, de stockage et de distribution solaire nécessitant, pour son fonctionnement, l'apport d'une énergie extérieure. Pour la captation active de l'énergie solaire, les appareils utilisés sont les capteurs solaires [4]. L'utilisation d'un système solaire actif présente des avantages telles que :

- Les technologies à mettre en œuvre pour utiliser l'énergie solaire thermique sont aisément maîtrisables et adaptables aux situations de toutes les régions. Les techniques et les matériaux utilisés sont similaires à ceux employés dans le secteur traditionnel du chauffage, du sanitaire et des verrières.
- Il s'agit d'une forme modulable de production d'énergie que l'on peut adapter en fonction de ses besoins.
- Les frais de maintenance sont réduits. Si l'entretien des installations ne doit pas être négligé, les frais de maintenance et donc de fonctionnement sont cependant relativement faibles.

L'énergie solaire thermique active a toutefois certaines limites :

- Elle est variable dans le temps ; Ceci entraîne une nécessité de stocker cette énergie, ce qui augmente considérablement le coût des installations.
- C'est une énergie diffuse. La puissance disponible par unité de surface est relativement limitée; ceci rend difficile une réponse à des besoins importants (grands ensembles d'appartements, par exemple).

I. 3 Potentiel énergétique solaire en Algérie

L'Algérie dispose d'un des gisements solaire parmi les plus élevés au monde. Le tableau I.1 montre la durée d'ensoleillement sur la quasi totalité du territoire national qui dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara).

Tableau I.1 : Le potentiel énergétique solaire en Algérie [5].

Régions	Région côtière	Hauts Plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (Heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh/m ² /an)	1700	1900	2650

L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1m² est de l'ordre de 5 kWh sur la majeure partie du territoire national (Figure I.5), soit près de 1700KWh/m²/an au Nord et 2263 kWh /m²/an au Sud. Ce gisement solaire dépasse les 5 milliards de GWh.

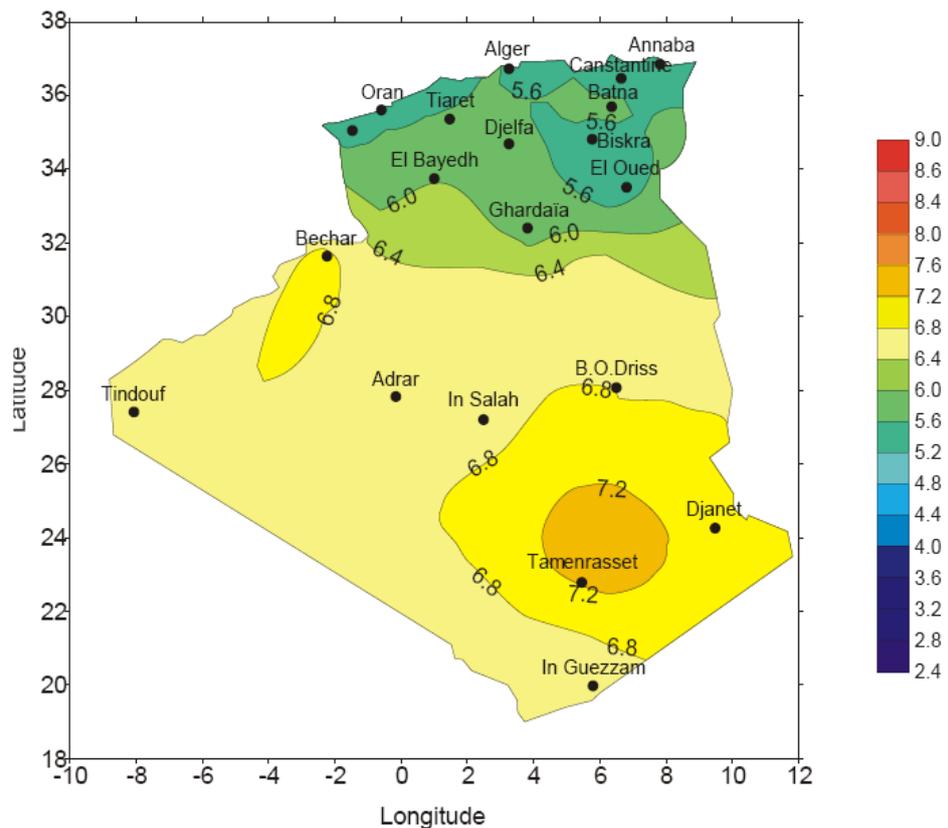


Figure I.5 : Irradiation solaire globale reçue sur plan incliné à la latitude du lieu moyenne annuelle [5].

I.4 Promotion de l'énergie solaire en Algérie

Le développement de nouvelles ressources énergétiques demeure l'une des préoccupations majeures des pouvoirs publics en Algérie. En effet, l'intégration des énergies renouvelables comme le solaire dans le mix énergétique national constitue un enjeu majeur dans la perspective de préservation des ressources fossiles, de diversification des filières de production de l'électricité et de contribution au développement durable.

Le programme consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de près de 22000 MW entre 2011 et 2030 dont 12000 MW seront dédiés à couvrir la demande nationale en électricité et 10000 MW à l'exportation [5]. D'ici 2030, environ 40% de la production d'électricité destinée à la consommation nationale sera d'origine renouvelable. Le programme des énergies renouvelables est défini ainsi pour les différentes phases :

- d'ici 2013, il est prévu l'installation d'une puissance totale de l'ordre de 110 MW;
- à l'horizon 2015, une puissance totale de près de 650 MW serait installée;
- d'ici 2020, il est attendu l'installation d'une puissance totale d'environ 2 600 MW pour le marché national et une possibilité d'exportation de l'ordre de 2 000 MW;
- d'ici 2030, il est prévu l'installation d'une puissance de près de 12 000MW pour le marché national ainsi qu'une possibilité d'exportation allant jusqu'à 10 000 MW.

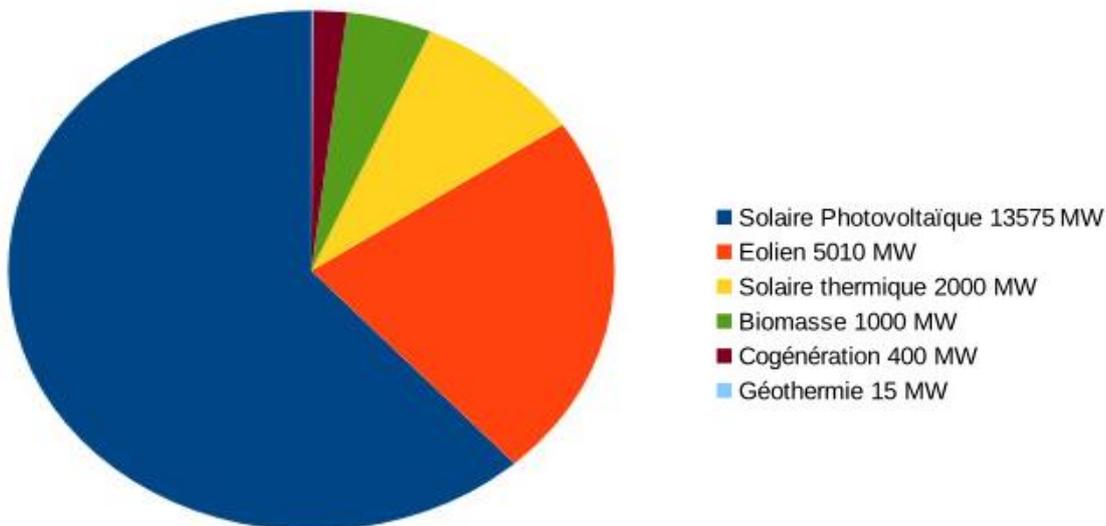


Figure I. 6 : Répartition du Programme national des Energies renouvelables 2011-2030 [5].

Ce Programme prévoit une mise en œuvre progressive en trois phases successives d'ici à 2020:

1. La réalisation de projets pilotes pour tester les technologies disponibles (2011- 2013) avec 111 MW attendus à la fin 2013;
2. puis le démarrage opérationnel du programme (2014-2015) avec 655 MW réalisé à la fin 2015;
3. enfin le développement du programme à grande échelle (2016-2020) avec 2570 MW à la fin 2020.

Les institutions responsables chargées de la mise en œuvre des objectifs solaires en Algérie sont :

- L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE), créée par décret présidentiel en 1985, placée sous la tutelle du Ministère de l'Energie et des Mines. Elle a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise de l'énergie, et ce à travers la promotion de l'efficacité énergétique.
- L'institut Algérien des énergies renouvelables « I.A.E. R », placé sous la tutelle du ministre chargé de l'énergie créé en janvier 2011.
- Le centre de recherche et de développement de l'électricité et du gaz (CREDEG), filiale du groupe Sonelgaz, intervient dans la réalisation et la maintenance des installations solaires réalisées dans le cadre du programme national d'électrification rurale, le Haut-commissariat au développement de la steppe (HCDS) qui réalise des programmes importants dans le domaine du pompage de l'eau et de l'électrification par énergie solaire au profit des régions de la steppe.
- New Energy Algeria (NEAL), société par action (45% Sonatrach, 45% Sonelgaz et 10% SIM groupement privé représentant les semouleries de Mitidja) ; société créée en 2002, dont la mission est le développement des énergies renouvelables en Algérie à une échelle industrielle.
- Le centre de développement des énergies renouvelables (CDER) Alger, unité de développement de la technologie du silicium (UDTS) Alger, unité de développement des équipements solaires (UDES) Tipaza, unité de recherche appliquée en énergie renouvelable (URAER) Ghardaïa, unité de recherche en énergie renouvelable dans les milieux sahariens (URERMS) Adrar.

Chapitre II : Systèmes solaires de production d'eau chaude sanitaire

II.1 Introduction

L'utilisation active de l'énergie solaire pour la production de l'eau chaude sanitaire (ECS) et le chauffage des bâtiments fait appel à plusieurs techniques qui utilisent l'eau comme fluide caloporteur, d'autres l'air. On peut répartir les systèmes solaires de chauffage de l'eau selon les catégories suivantes :

- Les installations à thermosiphon.
- Les systèmes vidange automatique (drain back).
- Les systèmes à recirculation (circulation forcée).

II.2 Eléments d'un système de chauffe-eau solaire

La figure II.1 représente la structure complète d'un système de chauffage solaire de l'eau.

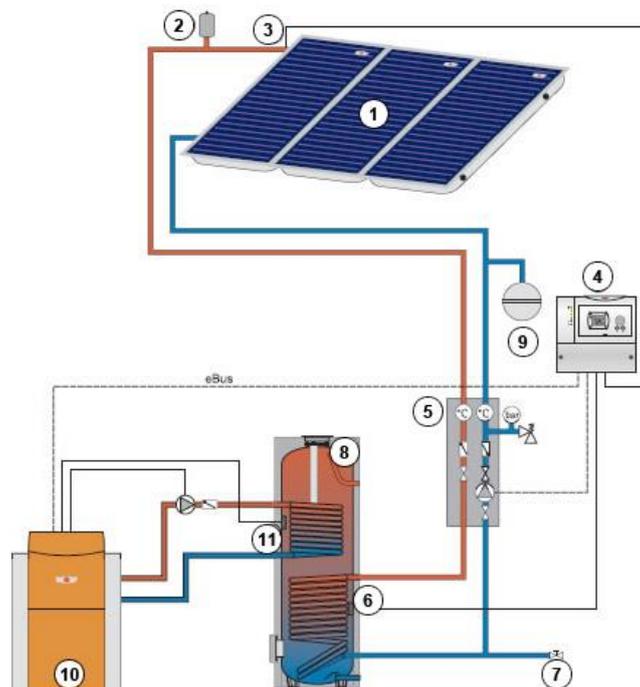


Figure II.1 : Eléments d'un système de chauffage solaire de l'eau [6].

Un système de chauffe-eau solaire est composé des éléments ci-dessous:

- 1 : Champ de capteurs.
- 2 : Soupape de purge.
- 3 : Capteur de température du capteur solaire.
- 4 : Régulateur.
- 5 : Pompe, soupape anti-retour et soupape de sécurité
- 6 : Capteur de température du ballon (régulateur solaire)
- 7 : Vanne de remplissage et vanne de vidange.
- 8 : Accumulateur (ballon).
- 9 : VEM.
- 10 : Chauffage d'appoint (chaudière à gaz par exemple).
- 11 : Capteur de température du ballon (pour le chauffage d'appoint)

II.3 Chauffe-eau solaire monobloc direct (thermosiphon)

II.3.1 Principe de fonctionnement

Une installation à thermosiphon est un système de circulation naturel (sans pompe) qui fonctionne selon le principe de la gravité. Le ballon doit donc être installé plus haut que le capteur. Lorsque le caloporteur se réchauffe, il monte grâce à sa densité réduite (convection naturelle). Un tel système ne nécessite donc pas de raccordement électrique pour une pompe et un régulateur. La figure II.2 représente une installation simple sans échangeur thermique. Il existe également des installations à thermosiphon équipées d'un ballon à double enveloppe et dans lesquelles le capteur peut donc être protégé du gel à l'aide d'un antigel [6].

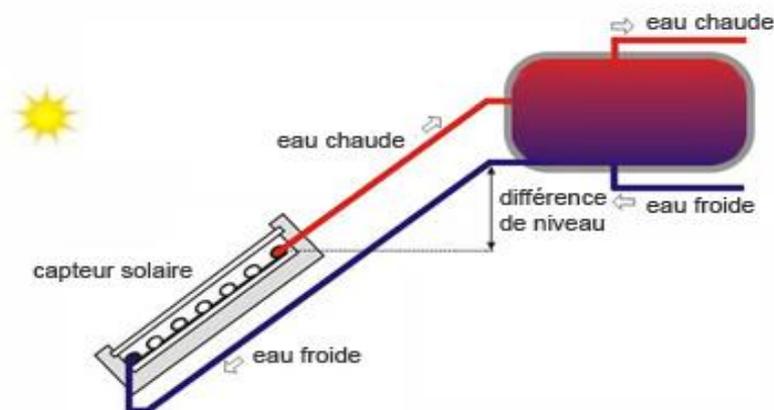


Figure II.1 : Schéma d'une installation de chauffe-eau solaire monobloc direct [6].

Les installations à thermosiphon présentent des avantages, mais aussi des inconvénients (cf. comparaison ci-dessous).

Avantages :

- Ne nécessite pas de régulation ;
- Peu de maintenance (pas de pièces mobiles) ;
- Faible coût ;
- Dimensions compactes ;
- pour les installations simples : pas de vieillissement du fluide caloporteur étant donné que l'on utilise de l'eau.

Inconvénients :

- Pour les installations simples : Il n'y a pas de protection contre le gel étant donné que l'eau est utilisée comme fluide caloporteur ;
- En cas de basses températures extérieures, de fortes déperditions thermiques en raison de l'exposition au froid du ballon sur le toit ;
- Pas possible d'utiliser le système comme chauffage d'appoint.
- Pertes thermiques importantes et intégration architectural.

II.3.2 Conditions techniques pour les installations à thermosiphon

Les Conditions techniques à respecter pour les installations à thermosiphon sont :

- **La pente :**

Toutes les conduites doivent être installées en pente afin de ne pas entraver l'effet de la convection naturelle. De plus, il faut veiller à ce que le ballon soit suffisamment élevé par rapport au capteur (support du ballon au moins 30 cm au-dessus du capteur) étant donné que la direction de circulation s'inverse la nuit et que l'eau stockée pourrait alors refroidir. Il est également possible d'installer un dispositif anti-retour pour éviter ce désagrément.

- **Angle d'inclinaison du capteur :**

L'angle d'inclinaison des capteurs doit être $> 10^\circ$ afin d'assurer une bonne circulation par convection naturelle.

- **Dimensionnement :**

Lors du dimensionnement d'installations à thermosiphon, il faut veiller à garder une friction aussi faible que possible dans les tuyaux afin que la convection naturelle puisse s'effectuer même à de faibles différences de température. Il est donc conseillé d'utiliser des tuyaux de diamètre élevé. La plupart du temps, on essaiera de concevoir le système de manière à ce que le contenu du ballon suffise pour deux jours de consommation afin de compenser une période de faible irradiation solaire.

- **Chauffage complémentaire de l'eau :**

Le ballon est souvent équipé d'une résistance électrique complémentaire au cas où l'irradiation solaire ne suffirait pas.

II.4 Chauffe eau-solaire avec vidange automatique (Drainback)

II.4.1 Principe de fonctionnement

Contrairement aux installations à thermosiphon, la circulation dans un système drainback s'effectue au moyen d'une pompe (Figure II.2). Les systèmes avec vidange automatique sont des systèmes protégés contre les dégâts causés par le gel ou la formation de condensation grâce au fait que le fluide caloporteur (donc l'eau) soit transporté du capteur vers le ballon lors d'un arrêt de la pompe. C'est-à-dire que les capteurs sont remplis d'air en cas d'arrêt du système. Ceci n'est toutefois possible que si les tuyaux ont été posés en respectant une pente d'au moins 2 %.

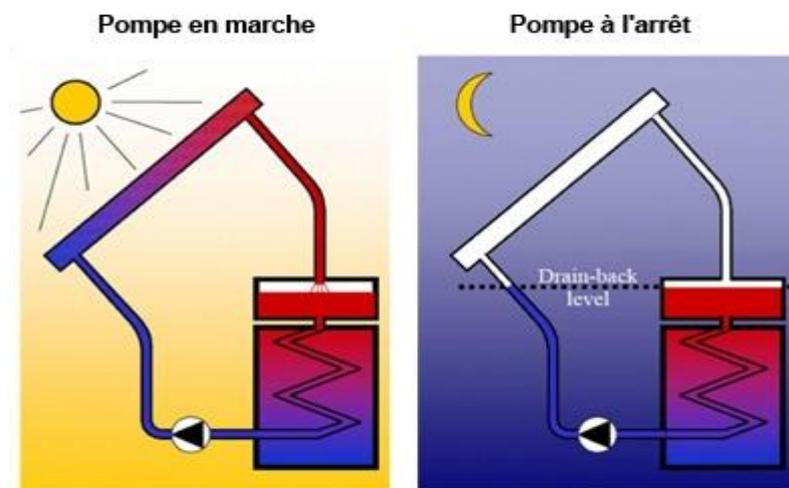


Figure II.2 : Schéma d'une installation de chauffe-eau solaire avec vidange automatique [6].

II.4.2 Systèmes de chauffe-eau solaire avec vidange automatique

Il existe deux systèmes de chauffe-eau solaire avec vidange automatique (systèmes ouverts et systèmes fermés) :

1. Système ouvert

Lorsque la pompe est à l'arrêt, l'eau retourne directement vers le ballon et n'est pas séparée à l'aide d'un échangeur thermique. Ceci veut donc dire que le niveau à l'intérieur du ballon est variable et qu'il n'est pas sous pression. Un tel système nécessite des pompes ayant des hauteurs de refoulement très élevées (en général des pompes volumétriques de refoulement) qui sont plus bruyantes et dont la durée de vie est moins élevée.

2. Système fermé

Les capteurs sont découplés du ballon par un échangeur thermique. Lors d'un arrêt de la pompe, l'eau remplit entièrement l'échangeur thermique ; lorsque le système est en opération, l'air contenu dans le système se trouve dans les serpentins supérieurs de l'échangeur thermique. Le système est rempli sous pression atmosphérique puis clos. Ce système requiert également des pompes ayant des hauteurs de refoulement importantes.

II.5 Branchement hydraulique des capteurs

Lors de la mise en place d'une installation solaire composée de plusieurs capteurs, la question du raccordement des capteurs entre eux se pose toujours. Trois types de montage peuvent être envisagés :

- Le raccordement en série,
- Le raccordement en parallèle,
- Le raccordement en séries parallèles.



Figure II.3 : Raccordement en série [7].



Figure II.4 : Raccordement en parallèle [7].

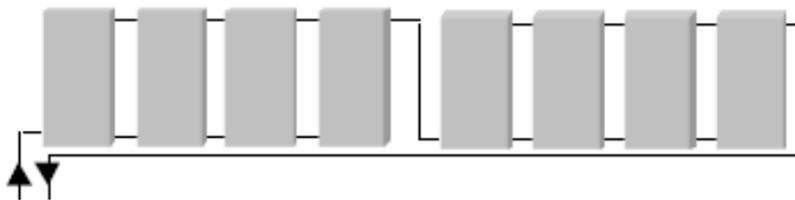


Figure II.5 : Raccordement en série parallèle [7].

Un raccordement en parallèle est caractérisé par :

- une faible perte de pression ;
- un faible écart de température ;
- la possibilité d'installer un grand nombre de capteurs ;
- un débit éventuellement non-uniforme.

Le raccordement en série est caractérisé par :

- une perte de pression élevée ;
- un écart de température élevé ;
- la possibilité d'installer au maximum 4-5 capteurs ;
- un débit uniforme ;
- une tuyauterie plus simple à installer.

Les installations solaires peuvent fonctionner avec différents débits volumiques spécifiques : bas débit ou haut débit.

Tableau II.1: Avantages et inconvénients des installations solaires (Bas débit, Haut débit).

<i>Débit</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
Bas débit (15-20 l/m ² .h)	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de raccordement en série. - Perte de pression élevée. - Faible section des conduites. - Raccords de tuyauterie simple, peu de pertes, faible cout. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertes thermiques des capteurs plus importantes en raison de l'écart de températures plus élevée. - Pas toujours possible pour les petits systèmes de capteurs étant donné que le débit minimum n'est pas atteint dans chaque capteur.
Haut débit (30- 40 l/m ² .h)	<ul style="list-style-type: none"> - Faible écart de température. - Basses de température au niveau des capteurs et bon rendement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sections de tuyau élevées. - Tuyauterie plus complexe avec pertes et couts plus élevés.

II.6 Différents types de capteurs solaires

II.6.1 Capteurs plans vitrés

Les capteurs plans effectuent la conversion du rayonnement électromagnétique émis par le soleil, en chaleur et permettent le transfert de cette énergie calorifique en la cédant à un fluide caloporteur.

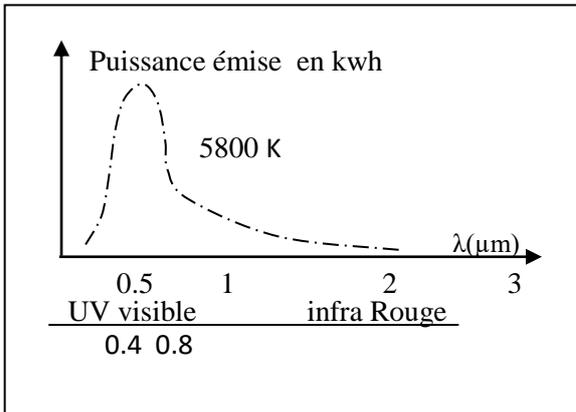


Figure II.6: Le Rayonnement solaire [8].

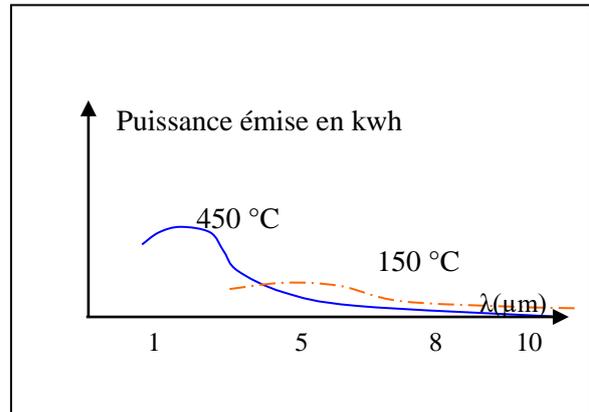


Figure II.7: Le Rayonnement thermique [8].

Les capteurs solaires plans sont les éléments fondamentaux de la transformation de l'énergie solaire en énergie thermique à basse température, utilisant les composantes directe et diffuse du rayonnement incident. Ils sont principalement utilisés pour la production d'eau chaude sanitaire (E.C.S) et le chauffage d'habitations ou de piscines. La figure II.9 représente les différentes parties composant un capteur plan vitré.

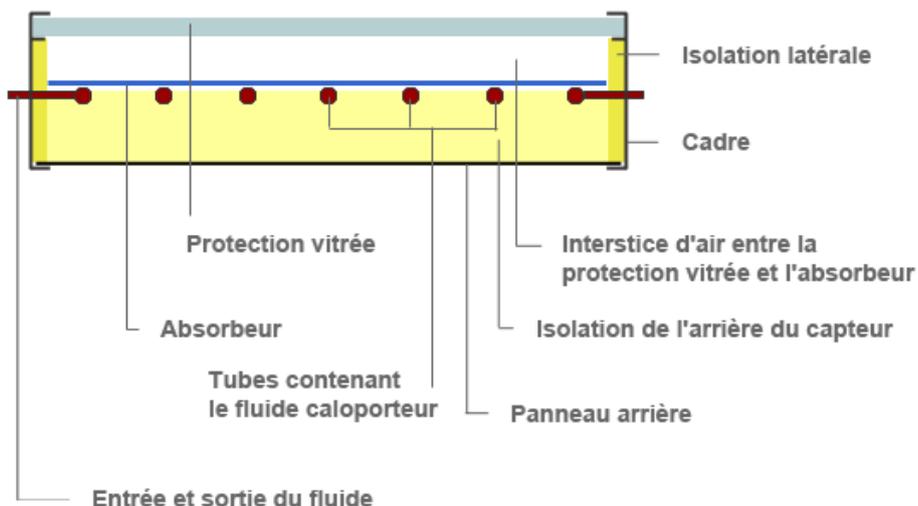


Figure II.9 : Composants d'un capteur plan vitré [6].

Il est constitué d'un coffre isolant à l'intérieur duquel est disposée une feuille métallique noire destinée à absorber l'énergie solaire. Le processus utilisé est dit « processus de l'effet de serre ». Les rayons du soleil traversent la couverture transparente supérieure en verre puis frappent l'absorbeur. Celui-ci étant noir, il absorbe la majeure partie de la lumière reçue et par conséquent il se réchauffe. La chaleur reste prisonnière du capteur.

Un liquide caloporteur (eau + antigel) circule dans un tuyau situé dans le capteur et conduit la chaleur emprisonnée vers l'unité de stockage. La figure II.10 représente les différentes pertes thermiques dans un capteur plan vitré.

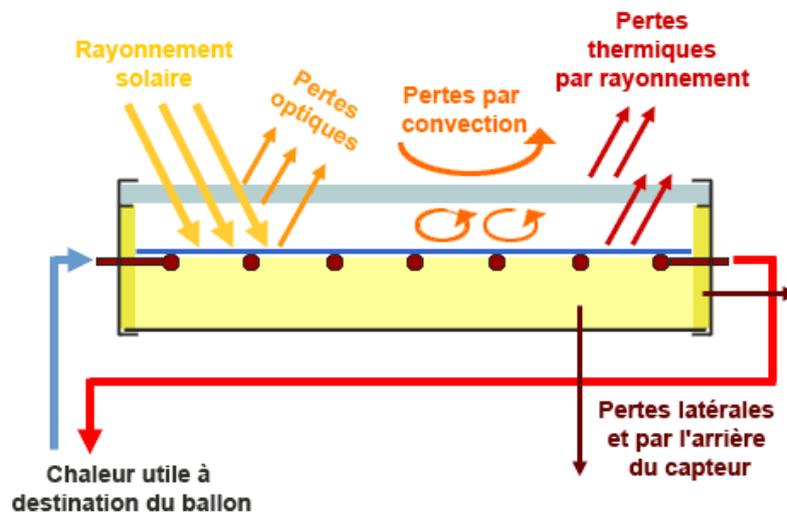


Figure II.10 : Pertes thermiques dans capteur plan vitré [6].

II.6.2 Capteurs à tubes sous vide

Il possède un très bon rendement à haute température les capteurs sous vide permettent de réduire les pertes par convection en plaçant l'absorbeur à l'intérieur d'une enceinte en verre dans laquelle un vide d'air a été fait. Il est recommandé pour des températures supérieures à 70 °C, ce qui convient pour le chauffage au sol, la production d'eau chaude pour l'industrie [6].

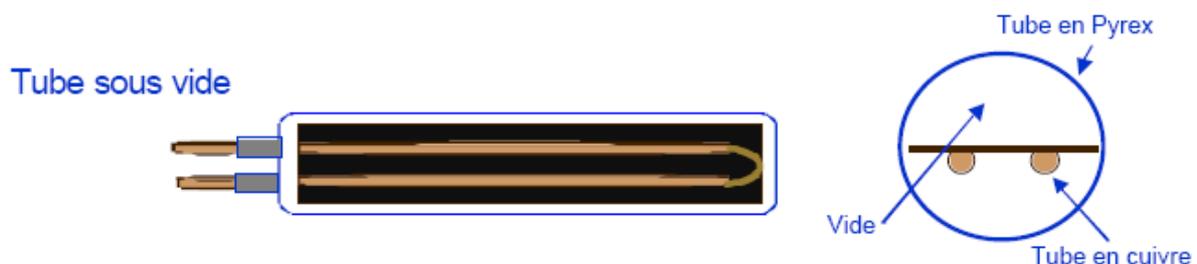


Figure : Coupe d'un capteur sous vide [6].

Il existe deux types de structure de capteurs à tubes sous vide :

1. Les capteurs à tubes sous vide à circulation directe.
2. Les capteurs à tubes sous vide caloduc (heat-pipe).

II.7 Rendement des différents types de capteurs

Les différents capteurs thermiques ont des rendements très différents suivant les températures utilisées. Voici les courbes des rendements en fonction des températures pour chaque type de capteur.

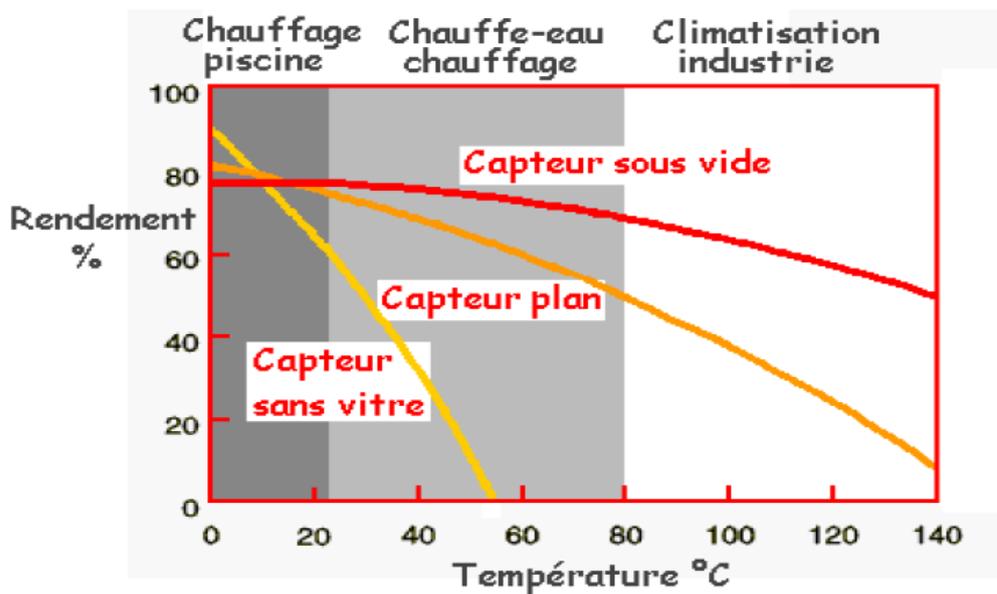


Figure. II.5: les courbes des rendements en fonction des températures [8].

II.8 Évaluation de la production énergétique instantanée d'un capteur solaire

La production énergétique instantanée d'un capteur solaire peut être définie par une équation caractéristique simple dans laquelle le capteur est caractérisé par sa surface et par deux coefficients caractéristiques [8].

$$P_u = S [B \cdot I - K (T_{fm} - T_e)] \quad (\text{II-1})$$

Avec:

- P_u : Puissance utile (W/m^2).
- B : Coefficient caractéristique des gains du capteur.
- I : Flux de rayonnement disponible sur le plan des capteurs (W/m^2).
- K : Coefficient caractéristique des pertes du capteur ($W/m^2/^\circ C$).
- T_{fm} : Température moyenne du fluide dans les capteurs ($^\circ C$).
- T_e : Température ambiante ($^\circ C$).

Tableau : Valeurs des coefficients K et B des capteurs plans et des capteurs sous vide [8].

Type de capteurs	Coefficient K ($W/m^2/^\circ C$) compris entre	Coefficient B compris entre
Capteurs plans	4 et 10	0,7 et 0,8
Capteurs sous vide	1,5 et 3	0,5 et 0,8

Chapitre III : Infrastructure qualité

III.1 Introduction à l'infrastructure qualité

L'infrastructure qualité se compose de différentes institutions qui fournissent leurs services à l'État, l'économie ainsi qu'aux consommateurs. L'évaluation de la conformité n'est possible qu'avec un système de gestion de la qualité reconnu. La production industrielle requiert des instruments de mesure dont la précision a été constatée. En outre, cela nécessite des laboratoires d'essais dont les compétences ont été confirmées. Celles et ceux qui effectuent des étalonnages et des contrôles, qui attribuent des accréditations ou doivent établir des certificats doivent également prouver leurs compétences en la matière. Tout ceci forme un système complexe qui est étroitement lié aux normes internationales. Pour pouvoir prouver la conformité de produits et/ou services à des exigences nationales et internationales, il est nécessaire de disposer d'un réseau cohérent que l'on nomme "**infrastructure qualité**".

III.2 Objectifs d'une infrastructure qualité

Une infrastructure qualité internationalement reconnue contribue à atteindre de nombreux objectifs :

1. Accès aux marchés internationaux

L'infrastructure qualité facilite l'accès aux marchés internationaux en aidant à surmonter les barrières d'entrées telles que les règlements techniques ou les normes de qualité facultatives.

2. Compétitivité accrue des entreprises nationales

L'infrastructure qualité rend les entreprises nationales plus compétitives. Les entreprises qui sont en mesure de répondre aux exigences de qualité internationales ont l'opportunité d'exporter leurs produits vers d'autres pays. En même temps, leur compétitivité sur le marché national se voit renforcée étant donné que leurs produits peuvent, par exemple, faire concurrence à des produits importés.

3. Promotion de l'intégration régionale

L'infrastructure qualité contribue à l'intégration régionale. Les accords concernant l'usage commun d'infrastructures complémentaires sont particulièrement utiles pour les petits pays

ayant des ressources limitées. L'harmonisation permet de consolider les liens entre pays voisins.

4. Protection des consommateurs

L'infrastructure qualité protège les consommateurs. Ceci semble évident pour les produits alimentaires ainsi que les services de santé mais s'applique également aux articles de consommation quotidienne tels que les jouets pour enfants ou les appareils électriques.

5. Soutien des politiques et règlement nationaux

L'infrastructure qualité aide les organes de réglementation ainsi que les décideurs politiques à faire leur travail. Ces personnes ont pour fonction de protéger les consommateurs ainsi que l'environnement mais aussi de renforcer l'économie et beaucoup plus encore. Une IQ qui fonctionne correctement fait que des processus fiables sont en place et que les décideurs politiques peuvent se concentrer sur les thèmes essentiels.

Pour le domaine de la production des chauffe eau solaires, l'infrastructure qualité présente des avantages :

- Permettre aux entreprises quelle que soit leur taille d'augmenter les ventes de leurs produits, étant donné qu'elles peuvent fournir la preuve de la qualité de ces produits.
- Pour un ménage seront par exemple le fait d'être sûr que le CES qu'il a installé répond à certains critères de qualité (en ce qui concerne les performances et la durée de vie) ainsi qu'à des critères de sécurité définis.
- Les entreprises importatrices de composants entrant dans la fabrication des CES sont assurées de la qualité des produits qu'elles importent.
- Grâce aux essais et à la certification de leur produit, les entreprises exportant des CES ont accès aux marchés étrangers.
- La recherche et le développement dans les entreprises qui, par exemple, veulent augmenter les performances de leurs produits ont plus facilement accès à tous les éléments de l'assurance qualité.
- Les communautés scientifique et universitaire désirant développer de nouveaux produits s'appuyant sur l'énergie solaire sont tributaires d'essais et de mesures fiables et internationalement reconnus.
- Les instituts financiers seront plus enclins à octroyer des crédits à des entreprises dotées de certificats de qualité.

Le bénéficiaire principal est la population tout entière. Plus d'entreprises concurrentielles, l'intégration à l'économie mondiale et une protection accrue des consommateurs et de l'environnement, tout ceci a un impact positif sur le marché de l'emploi et donc sur les revenus et la qualité de vie.

III.3 Eléments de l'infrastructure qualité

L'infrastructure qualité se compose de cinq éléments : les normes, l'accréditation, la métrologie, les essais et la certification (Figure III.1).



Figure III.1 : Eléments de l'infrastructure qualité [6].

III.3.1 Normes

Une norme est un document établissant des exigences, des spécifications, des conseils ou des caractéristiques et qui peut être utilisé de manière cohérente pour garantir que des matériaux, produits, processus et services répondent aux exigences pour leur utilisation prévue (Organisation internationale de normalisation, ISO). Les normes peuvent être utilisées de manière volontaire ou rendues obligatoires par des règlements nationaux ou internationaux. Dans le dernier cas, on parle alors de "règlements techniques". En tant qu'éléments de règlements techniques, les normes font partie du système économique et législatif et

représentent un élément fondamental de la protection de l'environnement, mais aussi de la santé et de la sécurité du travail.

III.3.2 Métrologie

Les mesures doivent être définies, décrites et rendues publiques. Telles sont les tâches d'un institut national de métrologie. Les mesures sont diffusées aux usagers de manière volontaire par le biais d'un réseau de laboratoires d'étalonnage qui ont normalement été soumis à un processus d'accréditation pour fournir la preuve de leurs compétences.

III.3.3 Essais

Procéder à des essais représente la forme la plus commune d'évaluation de la conformité. Mais les essais peuvent englober d'autres activités telles que des mesures et l'étalonnage. Les essais sont également la technique la plus utilisée lors de la certification de produits. Sans essais, toutes les dispositions légales et normes n'auraient aucune valeur car on ne pourrait pas prouver qu'elles sont respectées. Les essais sont aussi variés que les domaines auxquels les règlements s'appliquent. Ils peuvent aller d'un simple examen à l'œil nu à des essais effectués en laboratoire dans des conditions bien définies. Si l'essai est concluant, on applique en général un cachet (par exemple un badge de contrôle pour les voitures ou une marque de vérification pour les instruments de mesure).

III.3.4 Evaluation de la conformité (Certification)

L'évaluation de la conformité s'appuie sur les essais systématiques afin de déterminer si un produit ou un processus remplit certaines conditions telles qu'elles sont spécifiées dans les normes ou les documents normatifs correspondants. Une fois la conformité évaluée, des déclarations ou certificats de conformité sont alors émis. Ces derniers sont en général une pré condition pour la commercialisation d'un produit. C'est en établissant des pratiques fiables et efficaces d'évaluation de la conformité que l'on peut faciliter les échanges de produits et de services tout en assurant une protection publique réglementée, équilibrée et une concurrence industrielle loyale.

III.3.5 Accréditation

L'accréditation est la confirmation formelle, s'appuyant sur des normes internationales, attribuée par un tiers indépendant selon laquelle un organisme a les compétences requises pour certaines tâches. L'accréditation réduit les risques pour les entreprises et leurs clients en

leur assurant que les organismes accrédités sont en mesure d'effectuer les travaux qu'ils entreprennent.

III.3.6 Interdépendance entre les différents éléments de l'IQ

Les éléments de l'IQ sont étroitement interconnectés. Une infrastructure qualité fonctionnant correctement exige que tous les éléments fonctionnent activement et qu'ils soient intégrés et reconnus au niveau international.

1. Une **norme**, avec ses dimensions et ses tolérances, ne saurait être définie sans faire référence à des mesures fiables.
2. Les **mesures**, à leur tour, doivent être normalisées au niveau international pour éviter d'avoir à établir des équivalences coûteuses.
3. Un produit doit être soumis à des **essais** pour déterminer si oui ou non il est conforme aux exigences définies dans les normes ou les règlements techniques.
4. La compatibilité internationale exige que les procédures d'essais soient **normalisées** et elle dépend de mesures fiables.
5. **L'accréditation**, qui s'appuie sur des normes internationales, est la procédure qui confère à l'ensemble du processus sa fiabilité et sa crédibilité.

Chapitre IV : Normalisation

IV.1 Introduction à la normalisation

IV.1.1 Définition

Il existe de nombreuses définitions, des plus philosophiques aux plus techniques. On parle d'"heure légale" et de "mètre étalon". Certaines entreprises prétendent établir des normes dans leur domaine d'activité, d'autres être "meilleures que la norme". Dans le contexte de la normalisation organisée, il existe une définition sur laquelle tous les membres de l'ISO (l'organisme international de normalisation) se sont mis d'accord :

« Document établi par consensus et approuvé par un organisme reconnu fournissant, pour des usages communs et répétés, des règles, directives ou caractéristiques pour des activités ou leurs résultats ayant pour objectif d'atteindre un niveau maximum d'ordre dans un contexte donné. »

Cette définition est utilisée par tous les organismes membres de l'ISO, que ce soit en tant que point de départ pour leurs traductions ou comme interprétation de ce qu'est une "norme".

IV.1.2 Différents types de normes

Les termes et définitions suivants ne sont sensés établir ni une classification systématique, ni une liste complète des différents types de normes, il s'agit uniquement des types les plus courants.



Figure V.1 : Différents types de normes [6].

1. Norme de base

Il s'agit d'une norme couvrant un large domaine ou contenant des dispositions d'ordre général pour un domaine particulier. Une norme de base peut fonctionner comme norme d'application directe ou en tant que base pour d'autres normes

2. Norme terminologique

Il s'agit d'une norme relative à la terminologie, habituellement accompagnée de définitions et parfois de notes explicatives, illustrations et exemples, etc.

3. Norme d'essais

Il s'agit d'une norme traitant des méthodes d'essais, parfois complétée par d'autres dispositions relatives aux essais telles que l'échantillonnage, l'utilisation de méthodes statistiques, les séquences d'essais, etc.

4. Norme applicable à un produit

Il s'agit d'une norme spécifiant les exigences relatives à un produit ou un groupe de produits afin d'établir sa/leur aptitude à l'emploi.

Remarque : Une norme s'appliquant à un produit peut inclure directement ou indirectement, outre des exigences relatives à l'aptitude à l'emploi, des aspects tels que la terminologie, l'échantillonnage, l'emballage et l'étiquetage, voire parfois des exigences relevant de la transformation.

5. Norme sur les données à fournir

Il s'agit d'une norme contenant une liste de caractéristiques pour lesquelles des valeurs ou autres données doivent être fournies afin de définir un produit, processus ou service. Certaines normes spécifient typiquement des données devant être indiquées par les fournisseurs et d'autres devant être fournies par les acquéreurs.

6. Norme de service

Il s'agit d'une norme spécifiant les exigences relatives à un service afin d'établir si oui ou non il est apte à l'emploi. Les normes de services peuvent être élaborées dans des domaines tels que le blanchissage, l'hôtellerie, les transports, l'entretien automobile, les télécommunications, les assurances, les prestations bancaires, les transactions.

7. Norme applicable aux interfaces

Il s'agit d'une norme spécifiant les exigences relatives à la compatibilité de produits ou systèmes à leur point de connexion.

8. Norme de processus

Il s'agit d'une norme spécifiant les exigences relatives à un processus afin d'établir si oui ou non il est apte à l'emploi.

IV.2 Validité et révision des normes

Étant donné que les normes et la normalisation en général jouent un rôle important dans les activités économiques et sont donc référencées dans des documents légaux, des traités ou accords de nature technique ainsi que d'autres formes de contrats, il est essentiel de connaître une norme en profondeur.

Les normes sont révisées régulièrement. Il existe donc différentes versions d'une norme, mais seule la plus récente est considérée comme décrivant l'état de l'art dans le domaine traité par cette norme. Il est donc extrêmement important de s'assurer que l'on fait bien usage de l'édition la plus récente d'une norme. Ceci est particulièrement vrai lorsqu'il existe une norme à l'état de projet alors qu'une version finale de cette norme est aussi disponible. Le contenu d'un projet de norme peut encore évoluer car on en est encore au processus d'élaboration ; ainsi ne faut-il jamais faire référence à un projet de norme. Les anciennes versions d'une norme sont retirées dès qu'une nouvelle version est publiée.

IV.3 Traçabilité

En général, un organisme élaborant des normes est la source d'origine pour se procurer des normes et obtenir des renseignements à leur sujet. Ces organismes passent parfois par une maison d'édition pour commercialiser les normes.

IV.4 Cadre de mise en œuvre

Lorsque des normes sont élaborées, on n'exige de personne de les utiliser ou de les mettre en application. Toutes les normes sont donc de par leurs natures facultatives. Il existe toutefois des mécanismes ou des cadres qui rendent obligatoire l'utilisation d'une norme spécifique ou qui suggèrent l'application d'une telle norme afin de remplir certaines conditions. C'est souvent le cas dans des domaines où il en va du bien-être des citoyens (par exemple la construction, la sécurité routière, les produits alimentaires, les jouets, les médicaments ou encore les produits chimiques).

Une large application d'une norme spécifique telle que ISO 9001 par exemple ne rend pas cette dernière obligatoire en soi. Il s'agit plutôt d'une confirmation de sa validité, de sa valeur et de son impact potentiel. D'un autre côté, il existe des exigences que certains usagers attribuent à une norme alors qu'en réalité, son application obligatoire n'est pas imposée par la norme elle-même, mais par une loi, une directive ou un règlement.

IV.5 Exemples de normes dans le solaire thermique

Au sein de l'organisation internationale de normalisation « ISO », ce sont le Comité Technique 180 "Énergie Solaire" et au comité européen de normalisation « CEN », le Comité Technique « 312 » "Installations solaires thermiques et leurs composants" qui élaborent les normes dans le domaine du solaire thermique. Le comité technique 180 de l'ISO est composé de deux sous-comités qui élaborent également des normes dans le domaine du solaire thermique. On a le sous comité « SC 1 », "Climat – Mesures et données" d'une part et le sous comité « SC 4 », "Systèmes – Performance thermique, fiabilité et durabilité". En plus, il y a les groupes de travail « TC 180/WG1, Nomenclature » et « TC 180/WG3, Composants et matériaux ». Les normes publiés par les comités CEN 312 et TC 180 sont représentées dans le tableau IV.1.

Tableau IV.1 : Normes dans le solaire thermique [6].

Normes CEN / TC 312	Normes ISO / TC 180	ISO /TC 180/ SC1 et SC4
<u>EN 12975-1:2006+A1:2010</u>	<u>ISO 9488:1999</u>	<u>ISO 9059:1990</u>
<u>EN 12976-1:2006</u>	<u>ISO 9553:1997</u>	<u>ISO 9060:1990</u>
<u>EN 12976-2:2006</u>	<u>ISO 9806:2013</u>	<u>ISO 9845-1:1992</u>
<u>EN 12977-1:2012</u>	<u>ISO 9808:1990</u>	<u>ISO 9846:1993</u>
<u>EN 12977-2:2012</u>	<u>ISO 22975-3:2014</u>	<u>ISO 9847:1992</u>
<u>EN 12977-3:2012</u>		<u>ISO 9459-1:1993</u>
<u>EN 12977-4:2012</u>		<u>ISO 9459-2:1995</u>
<u>EN 12977-5:2012</u>		<u>ISO 9459-4:2013</u>
<u>EN ISO 22975-3:2014</u>		<u>ISO 9459-5:2007</u>
<u>EN ISO 9488:1999</u>		
<u>EN ISO 9806:2013</u>		

Chapitre V : Métrologie

V.1 Introduction

La métrologie revêt une grande importance en tant qu'élément de l'infrastructure qualité. La métrologie est la science des mesures correctes et fiables. Les termes employés en métrologie sont définis dans le VIM (Vocabulaire international de métrologie).

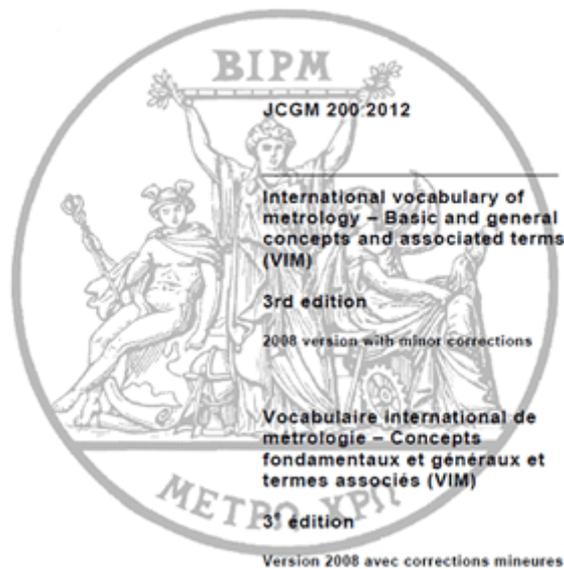


Figure V.1 : Vocabulaire Internationale de métrologie [6].

V.2 Définition des termes en métrologie

- **Étalonnage** : C'est l'opération qui, dans des conditions spécifiées, établit en une première étape une relation entre les valeurs et les incertitudes de mesure associées qui sont fournies par des étalons et les indications correspondantes avec les incertitudes associées, puis utilise en une seconde étape cette information pour établir une relation permettant d'obtenir un résultat de mesure à partir d'une indication.

- **Étalons de mesure** : Les étalons sont la réalisation de la définition d'une grandeur donnée, avec une valeur déterminée et une incertitude de mesure associée, utilisée comme référence.
- **Étalons primaires** : Étalons établis à l'aide d'une procédure de mesure primaire ou créé comme objet choisi par convention.
- **Étalon de travail** : Étalon qui est utilisé couramment pour étalonner ou contrôler des instruments de mesure ou des systèmes de mesure.
- **Incertitude de mesure** : Paramètre non négatif qui caractérise la dispersion des valeurs attribuées à un mesurande, à partir des informations utilisées.
- **Étalon national** : Étalon reconnu par une autorité nationale pour servir, dans un état ou une économie, comme base à l'attribution de valeurs à d'autres étalons de grandeurs de la même nature.
- **Traçabilité métrologique** : Propriété d'un instrument de mesure selon laquelle ce résultat peut être relié à une référence par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue et documentée d'étalonnages dont chacun contribue à l'incertitude de mesure.

V.3 Métrologie scientifique, métrologie industrielle et métrologie légale

V.3.1 Métrologie légale

La métrologie légale obéit à des critères définis dans des règlements techniques. Les instruments utilisés dans le cadre de transactions commerciales (balances, taximètres, pompes à carburant) sont vérifiés afin de garantir la protection des consommateurs. La métrologie légale vérifie que les valeurs mesurées par les instruments en question soient dans les limites des tolérances spécifiées dans un règlement technique (réussite ou échec).

- **Exemple de métrologie légale** : Garantir que les clients d'une station service ne paient que le montant exact du carburant qu'ils ont mis dans leur réservoir, ni plus ni moins.

V.3.2 Métrologie industrielle

En métrologie industrielle, l'exactitude et l'adéquation des instruments de mesure utilisés dans le cadre des processus de contrôle de la production et de la qualité des produits sont régulièrement vérifiées. Ceci est réalisé au moyen de comparaisons de leur exactitude par rapport à un étalon (processus d'étalonnage) et en évaluant l'incertitude de mesure.

- **Exemple de Métrologie industrielle :** Vérifier l'exactitude de manomètres utilisés par une entreprise de transformation de denrées alimentaires.

V.3.3 Métrologie Scientifique

La métrologie scientifique est dédiée aux étalons ou méthodes primaires ainsi qu'à l'élaboration de nouvelles méthodes de mesure.

- **Exemple de métrologie Scientifique :** Elaborer une méthode de mesure pour des températures extrêmement élevées.

V.4 Instituts nationaux de métrologie (INM)

Chaque pays possède son institut national de métrologie (INM) qui est responsable du développement du maintien des étalons nationaux pour les grandeurs physiques et chimiques. L'institut national de métrologie (INM) peut être considéré comme le gardien et vérificateur national des étalons de référence dont les missions sont :

- Procurer, conserver, développer et disséminer les unités de mesure de base et les étalons les plus exacts en matière d'étalonnage.
- Garantir la traçabilité au système national et assure que les directives techniques internationales sont respectées pour les procédures de performance et d'essais métrologiques des instruments de mesure soumis à la vérification légale.
- Du point de vue des fabricants, il assure que leurs produits sont conformes aux spécifications internationales en matière de performance et d'essais métrologiques.



Figure V.2 : Rôle de l'INM dans le développement social et économique [7].

En Algérie il existe un office National de métrologie légale « ONM », relevant du Ministère de l'Industrie, de la Petite et Moyenne Entreprise et de la Promotion de l'Investissement doté de l'autonomie financière et créé en 1986 par décret n°86-250 du 30 septembre 1986. Sa mission principale est de s'assurer de la fiabilité de la mesure des instruments nécessitant une qualification légale et ayant incidence directe sur :

- L'équité des échanges commerciaux ;
- La santé ;
- La sécurité ;
- L'environnement ;
- La qualité de la production industrielle.

Ses objectifs sont la sauvegarde de la garantie publique, la protection de l'économie nationale sur le plan des échanges nationaux et internationaux et la protection du consommateur.

V.5 Comparabilité Universelle en métrologie

Pour assurer une comparabilité Universelle en métrologie, Il y existe deux conditions à cela : la traçabilité et la comparabilité.

1. La traçabilité

La première condition est que la traçabilité aux étalons nationaux soit établie pour tous les instruments de mesure concernés, en majeure partie dans l'industrie, mais aussi au niveau des laboratoires d'essais et des instances d'inspection dans chaque pays. Il est quasiment impossible – et inutile – d'étalonner tous les instruments de mesure d'un pays en les raccordant directement à l'étalon national. La traçabilité est établie au moyen d'une chaîne d'étalonnage au sein de laquelle un instrument de mesures est comparé à un autre instrument se trouvant à un niveau supérieur de la hiérarchie métrologique. Alors que l'institut national de métrologie d'un pays est le gardien des étalons nationaux, les laboratoires d'étalonnage secondaires dont les instruments ont été étalonnés à l'INM étalonnent à leur tour les étalons de travail utilisés dans l'industrie.

2. La comparabilité :

Afin de faire partie de cet univers de comparabilité, un pays doit posséder une ligne d'action correspondante ainsi que les moyens de fonder un institut national de métrologie fournissant la traçabilité et les compétences métrologiques dans les grandeurs vitales pour le pays, collaborant avec d'autres pays de la région et encourageant la création de laboratoires d'étalonnage privés selon la demande respective.

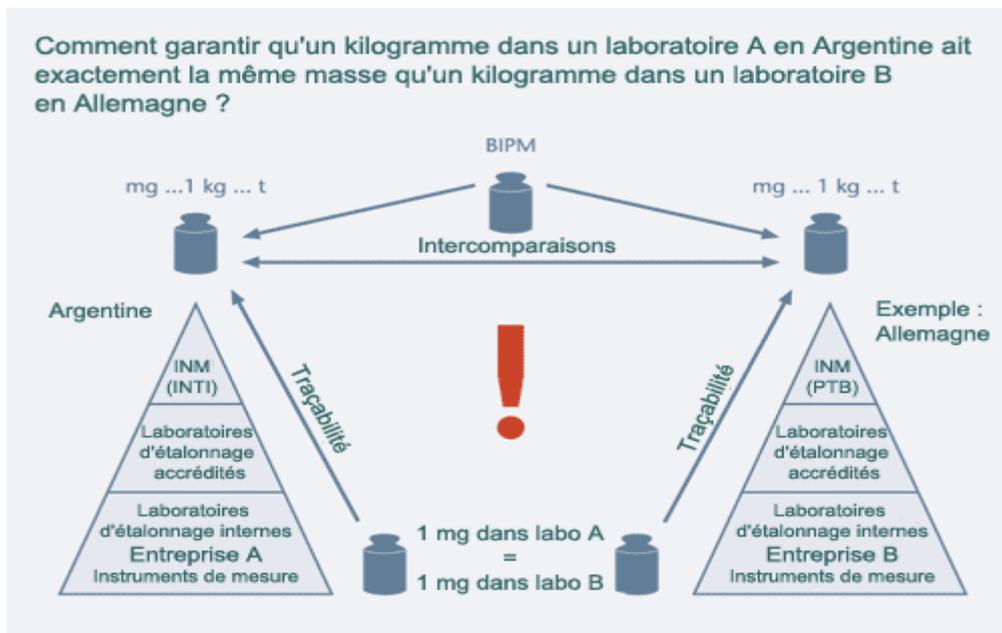


Figure V.3: la traçabilité et la comparabilité [7].

Chapitre VI : Certification et Accréditation

VI.1 Introduction

La certification est une procédure servant à démontrer le respect de certaines exigences. Les certifications sont attribuées par des organismes de certifications indépendants et contrôlés de manière indépendante quant aux normes à respecter. Les domaines concernés par la certification sont : Produits, processus, services, personnes et systèmes. La certification de produits confirmant que ces derniers sont conformes aux exigences fixées (normes) peut remédier à ce problème. Pour pouvoir établir de tels certificats pour des produits, il faut que les organismes de certification fassent des visites d'évaluation pour vérifier que toutes les exigences de telle ou telle norme soient bien observées. Selon le type de certification effectué, les essais de laboratoires peuvent également être pris en compte. Les laboratoires d'essais à leur tour doivent aussi répondre à certaines exigences. Les instruments de mesure utilisés doivent être raccordés à l'étalon national par le biais des laboratoires d'étalonnage, c'est-à-dire que l'exactitude de mesure doit être testée à certains intervalles à l'aide d'un instrument de mesure d'ordre supérieur. En outre, il faut également des organismes d'inspection qui effectuent certaines activités de vérification (par exemple surveillent la production ou le transport). L'accréditation est définie comme étant une attestation délivrée par une tierce partie, ayant rapport à un organisme d'évaluation de la conformité, constituant une reconnaissance formelle de la compétence de ce dernier à réaliser des activités spécifiques d'évaluation de la conformité.

VI.2 Certification

VI.2.1 Missions d'un organisme de certification

Un organisme de certification doit exercer le contrôle tel que spécifié par le programme de certification sur la propriété, l'utilisation et l'affichage des licences, des certificats, des marques de conformité, ainsi que de tout autre dispositif destiné à indiquer la certification d'un produit. La certification poursuit le but premier de donner confiance à toutes les entités impliquées quant au respect d'exigences établies pour un produit. Pour atteindre ce but, un organisme de certification doit lui-même répondre à certaines exigences :

- 1. Impartialité :** Les activités de certification doivent être réalisées de manière impartiale, c'est-à-dire que les organismes de certification doivent prendre les mesures nécessaires pour garantir leur impartialité. Il s'agit entre autres d'identifier les risques pouvant mettre en danger l'impartialité ainsi que de mettre en place des mécanismes pour réduire, voire éliminer, ces risques.
- 2. Conditions non discriminatoires :** Les règles et procédés des organismes de certification ainsi que l'accès au processus de certification ne doivent en aucun cas être discriminatoires, c'est-à-dire que la certification ne peut dépendre ni de la taille du client, ni de son affiliation à une association, ni du nombre de certifications ayant déjà été attribuées. En outre, il faudra exclure catégoriquement toute participation déloyale – financière ou autre.
- 3. Confidentialité :** Les informations mises à disposition de l'organisme de certification dans le cadre de ses activités sont confidentielles. L'organisme de certification doit au préalable informer le client des informations qu'il a l'intention de rendre publiques.

VI.2.2 Caractéristiques de certification

Les caractéristiques de la certification sont les suivantes:

- Elle implique des auditeurs.
- Elle est chargée de l'évaluation de produits, services, systèmes et personnel.
- Il existe de nombreux organismes.
- Il n'existe pas d'organisation faîtière internationale unique pour les organismes de certification.
- Elle est axée sur le respect d'exigences.
- Elle agit conformément à ISO/CEI 17065 et/ou ISO 170212.

VI.2.3 Processus de certification

La figure VI.1 représente le processus de certification. Les étapes nécessaires pour la certification sont :

- Toutes les informations nécessaires doivent être mises à la disposition de l'organisme de certification.
- L'organisme de certification doit évaluer les informations reçues.

- L'organisme de certification doit disposer d'un plan d'évaluation afin de permettre l'application des règles nécessaires.
- Les informations et résultats de l'évaluation doivent être jugés par au moins une personne n'ayant pas participé au processus d'évaluation.
- La décision quant à la certification ou non doit être prise par une personne ou un comité n'ayant pas participé au processus d'évaluation.
- L'organisme de certification doit fournir au client une documentation formelle de la certification.
- L'organisme de certification doit tenir à jour un registre des produits à certifier. Le programme de certification définit quelle partie des informations doit être publiée et sous quelle forme.
- L'organisme de certification doit ordonner les mesures de surveillance requises par le programme de certification.



Figure VI.1 : Processus de certification selon Norme EN ISO/CEI 17065 [7].

VI.2.4 Système de Management

Afin de pouvoir effectuer les activités de certification, un organisme de certification doit être pourvu d'un système de management. Conformément à la norme EN ISO/CEI 17065, il existe deux options pour cela :

1. Soit l'organisme s'est doté d'un système de management conforme aux exigences de la norme ISO/CEI 9001 et le maintient. Ce système doit être en mesure de prouver que les exigences de la norme EN ISO/CEI 17065 sont continuellement remplies.
2. Ou bien le système de management doit traiter des points suivants :
 - Documentation générale du système de management (par exemple manuel, règles de base, définition des compétences).
 - Maîtrise des documents.
 - Maîtrise des registres.
 - Évaluation du management.
 - Audit interne.
 - Mesures correctives.
 - Mesures préventives.

VI.3 Accréditation

Les organismes nationaux d'accréditation sont responsables de surveiller de manière compétente l'infrastructure de l'évaluation de la conformité et d'assurer que les meilleures pratiques internationalement acceptées soient appliquées tel que le prévoient les normes et directives internationales correspondantes.

VI.3.1 Organisation de l'accréditation

L'accréditation est un processus complexe. L'organisme d'accréditation lui-même fait partie d'un système d'accréditation national plus important qui, à travers divers mécanismes, implique un large éventail d'acteurs représentant les groupes d'intérêts principaux. En raison du statut particulier de l'accréditation et du rôle crucial de l'organisme d'accréditation dans des questions relevant aussi bien des intérêts publics que privés, il est d'une importance toute particulière que chacun des groupes d'acteurs soit impliqué de manière équilibrée pour une bonne acceptation de l'organisme d'accréditation.

VI.3.2 Système d'accréditation

La Figure VI.2 représente les éléments principaux d'un système d'accréditation et leur interaction. Au cœur du processus d'accréditation se trouvent les "évaluateurs" : des évaluateurs de systèmes ainsi que des évaluateurs et experts techniques. La majorité d'entre eux ne sont pas employés par l'organisme d'accréditation mais ont cependant été formé spécialement. Idéalement, les profils de qualification des évaluateurs sont définis par les

comités techniques sectoriels. L'organisme d'accréditation entretient une banque de données d'évaluateurs et mobilise les experts après avoir reçu les demandes d'accréditation nécessitant leur expertise.

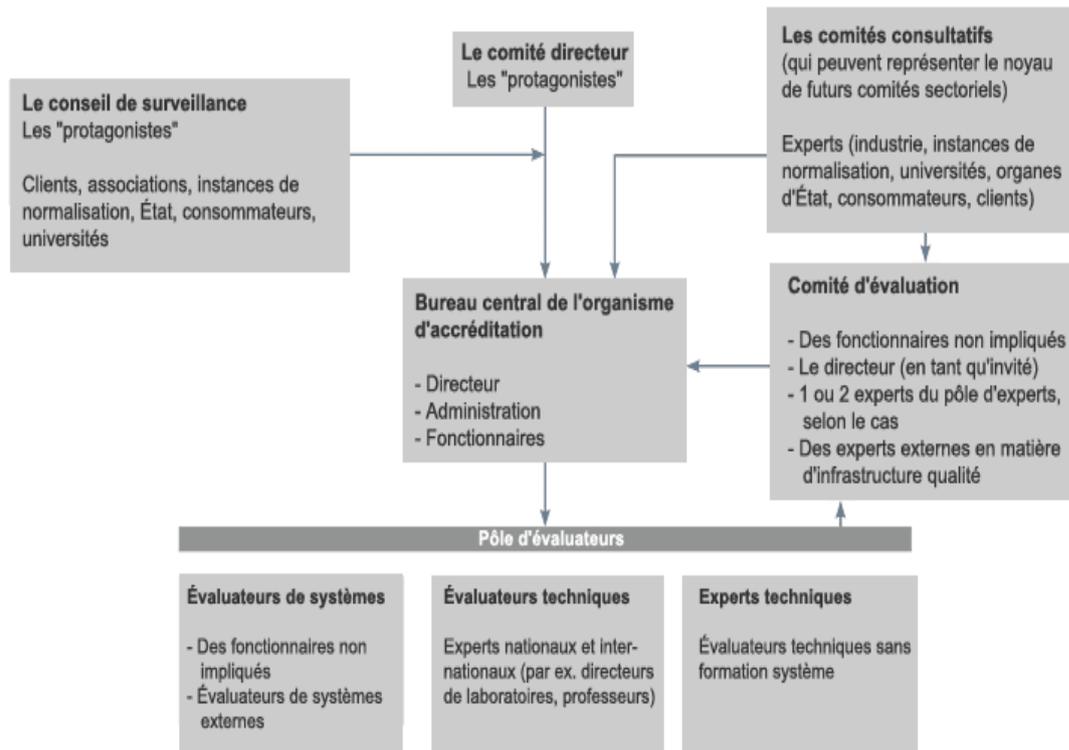


Figure VI. 2 : Eléments principaux d'un système d'accréditation [7].

VI.3.3 Caractéristiques de l'accréditation

Les caractéristiques de l'accréditation sont les suivantes:

- Elle implique des évaluateurs.
- Elle ne s'adresse pas directement aux consommateurs.
- Elle est chargée d'évaluer les organismes.
- L'ILAC et l'IAF sont les organisations faîtières des organismes d'accréditation.
- Elle n'implique pas de marquage.
- Elle est axée sur les compétences.
- Elle agit conformément à ISO/CEI 17011.

VI.3.4 Différence entre la certification et l'accréditation

Dans tout pays donné, il peut y avoir une multitude d'organismes de certification offrant leurs services dans les domaines suivants :

- Produits, processus et services.
- Systèmes de management.
- Personnel.

Mais il n'y aura qu'un seul et unique organisme national d'accréditation (et peut-être même pas du tout) auquel ces organismes de certification vont s'adresser pour l'attestation formelle de leurs compétences – attestation qui est indispensable à leur survie sur un marché hautement compétitif. Outre ces organismes de certification, il existe toutes sortes de laboratoires d'essais et d'étalonnage ainsi que des organismes d'inspection qui peuvent également faire une demande d'accréditation auprès d'un organisme d'accréditation.

VI.3.5 Organisme d'accréditation en Algérie

L'Organisme Algérien d'Accréditation (ALGERAC), créé en décembre 2005, complète, avec les autres structures déjà existantes, comme l'IANOR (Institut Algérien de Normalisation) ou l'ONML (Office National de la Métrologie Légale), le système national de la qualité essentiel à toute stratégie industrielle. La création d'ALGERAC s'inscrit ainsi dans le cadre du renforcement de la démarche qualité initiée par les pouvoirs publics visant à l'amélioration de la compétitivité des entreprises algériennes et à faciliter leur insertion dans l'économie mondiale. Les objectifs visés à travers la création de l'Organisme Algérien d'Accréditation (ALGERAC) consistent en la protection de l'économie nationale et particulièrement les secteurs stratégiques, en la garantie de la qualité des services et produits algériens, en la promotion de la production nationale sur les marchés mondiaux et enfin en la facilitation de l'adhésion de l'Algérie aux standards et organismes internationaux.

Références bibliographiques :

- [1] Rapport annuel de l'Agence de la promotion et de la rationalisation, APRUE, en Algérie, 2015.
- [2] A D E M E, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie « Eau chaude solaire, Manuel pour la conception, le dimensionnement et la réalisation des installations collectives », France, Avril 2002.
- [3] BENCHATI Toufik, « Utilisation du solaire thermique passif pour le confort thermique par traitement de l'air pour différentes saisons », Thèse de Doctorat, Université AMAR TELIDJI, Laghouat, Année 2015.
- [4] JEAN CLAUDE BABADOUNIER « Nouvelles technologie de l'énergie », Lavoisier 2006.
- [5] Bulletin des énergies renouvelables, centre des énergies renouvelables, CDER, Algérie, 2011.
- [6] Support de cours, Participation au cursus en Blended learning « Infrastructure qualité pour l'énergie solaire», Janvier-Décembre 2015, PTB, Allemagne.
- [7] JACQUES BERNARD « Energie solaire calculs et optimisation », édition ellipses ,2004.
- [8] Pagliano Allowing for thermal comfort in free-running buildings in the new European Standard EN15251L. Pagliano Politecnico di Milano, Italy 2007.