

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de Master

Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : **Architecture**

Spécialité : **Architecture**

Option : **ARCHITECTURE ECOLOGIQUE**

Présenté par : **LACHI ELYES**

**Thème : Bâtiments à zéro énergie, une tentative vers
l'autonomie énergétique**

Sous la direction de : **Dr. LAZRI. Y**

Juin 2017

Résumé:

L'objectif principal de ce travail est le développement d'une approche de conception afin d'informer et sensibiliser les gens que la solution est les bâtiments performant et sur tout l'autonomie énergétique avec des bâtiments à zéro énergie sur le plan énergétique et thermique et économique.

Nous situons en premier, le bâtiment à zéro énergie dans son contexte environnemental et énergétique, via à un bilan sur la consommation mondiale et algérienne. Ainsi, Nous passons par la caractérisation et la compréhension des différents concepts et notions-clés liées aux bâtiments à haute performance énergétique.

Puis dans un second temps, nous aborderons la conception architecturale de ce type de bâtiments tout en intégrant la notion de l'efficacité énergétique dans ses processus.

Enfin, une fois les différentes connaissances sont déterminées, et la performance énergétique est intégré dans les processus de conception architecturale, nous développons une approche de conception architecturale de bâtiment à zéro énergie.

Mots-clés: Le bâtiment zéro énergie, l'approche bioclimatique, consommation énergétique, production énergétique, technologie

Abstract:

The main objective of this work is the development of a design approach In order to inform and make people aware that the solution is high-performance buildings and on all the energy autonomy with zero-energy buildings in terms of energy and thermal and economic.

We first place the building at zero energy in its environmental and energy context, via a balance sheet on global and Algerian consumption. Thus, we go through the characterization and understanding of the various concepts and key concepts related to buildings with high energy performance.

Then, in a second phase, we will discuss the architectural design of this type of buildings while integrating the notion of energy efficiency in its processes.

Finally, once the different knowledge is determined, and the performance Energy is integrated into architectural design processes, we are developing a zero energy building architectural design approach that assists the architect during these design activities.

Keywords: Zero energy building, bioclimatic approach, energy consumption, energy production, technology

ملخص:

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تطوير نهج التصميم لتوعية وتثقيف الناس أن الحل هو أداء جميع المباني والاستقلال في مجال الطاقة بالأبنية صفر الطاقة على الصعيد الطاقوي والحراري والاقتصادي.

ونحن نضع أولاً، بناء صفر الطاقة في السياق البيئي والطاقة، عن طريق التوازن في العالم، واستهلاك الجزائري. لذلك نحن نذهب من خلال توصيف وفهم المفاهيم المختلفة والمفاهيم الرئيسية المتعلقة بالمباني ذات الأداء العالي للطاقة.

ثم في المرة الثانية، وسوف نناقش التصميم المعماري من هذه المباني في حين دمج مفهوم كفاءة استخدام الطاقة في عملياتها.

وأخيراً، وبمجرد أن معرفة مختلفة يتم تحديدها والأداء تم دمج الطاقة في عملية التصميم المعماري، ونحن نطور مبنى الطاقة تصميم نهج الصفر المعماري .

كلمات البحث: بناء صفر الطاقة، نهج الحيوي المناخي، واستهلاك الطاقة وإنتاج الطاقة والتكنولوجيا

Table des matières

Sommaire:

Introduction et problématique.....	1
Les hypothèses.....	1
Les Objectifs.....	2

Table des matières

I. Première partie : Préalables théoriques entre concepts et conceptualisations.....	1
I.1. Premier chapitre : Définitions et concepts.....	1
Introduction.....	1
1.1. Bâtiments performants:.....	1
1.1.1. Le bâtiment zéro énergie.....	1
1.1.2. Le bâtiment passif.....	2
1.1.3. Le bâtiment basse consommation (BBC).....	4
1.1.4. Le bâtiment à énergie positive (BEPOS).....	4
1.1.5. Les bâtiments bioclimatiques.....	6
1.2. L'approche bioclimatique.....	8
1.2.1. L'implantation.....	8
1.2.2. L'orientation.....	9
1.2.3. La ventilation naturelle.....	9
1.2.4. Le confort thermique:.....	10
a. Confort hivernal.....	11
b. Confort estival.....	11
1.2.5. L'isolation thermique.....	11
1.3. Consommation énergétique:.....	11
1.3.1. Définition De L'énergie.....	11
1.3.2. L'homme et l'énergie à travers les âges.....	12
1.3.3. La consommation énergétique au monde.....	13
1.3.4. La consommation énergétique en Algérie:.....	15
a. Par types.....	15
b. Par secteur.....	16
1.4. Production d'énergies renouvelables:.....	17
1.4.1. Energie solaire.....	18
1.4.2. La biomasse.....	19
1.4.3. L'énergie éolienne.....	20
1.4.4. La géothermie.....	21
1.5. L'architecture et la technologie:.....	23
1.5.1. le Light - Tech : L'approche active.....	23
1.5.2. Le High - Tech: L'approche « intégrée ».....	27
Conclusion.....	29
I.2. Deuxième chapitre : Etat de l'art.....	29
Introduction.....	29
2.1. Expériences internationales:.....	30
2.1.1. Le centre d'héritage Aldo Leopold (Baraboo, Wisconsin, USA).....	30

2.1.2. Adam Joseph Centre Lewis pour les études environnementales, Oberlin College (Oberlin, Ohio, USA).....	36
2.2. Expériences nationales:.....	40
-Siège du Touring Voyages Algérie à Biskra (mellaoui smail).....	40
Conclusion.....	42
Conclusion de la première partie I.....	42
II. Deuxième partie: Règlementation et état de lieu.....	43
II.3. Troisième chapitre: Corpus législatif et réglementaire: La maîtrise de l'énergie.....	43
Introduction.....	43
3.1. Règlementation internationale:.....	43
3.1.1. La réglementation thermique française.....	43
3.1.2. Les labels de performance énergétique au monde:.....	44
a. PASSIVHAUSS (Allemagne).....	44
b. MIN ERGIE® (Suisse).....	44
c. ZERO ENERGY BUILDING (USA).....	46
d. Les labels français.....	46
e. Des labels globaux.....	48
3.2. Règlementation nationale:.....	48
3.2.1. L'Agence nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie(APRUE).....	49
3.2.2. La Comité Sectoriel de la Maitrise de l'énergie (CIME).....	49
3.2.3. Le Fond National de Maitrise de l'énergie (FNME).....	49
3.2.4. Le Programme Nationale de Maitrise de l'Energie (PNME).....	49
3.2.5. La réglementation thermique algérienne.....	50
Conclusion.....	51
II.4. Quatrième chapitre: Analyses et interprétations de résultats.....	51
Introduction.....	51
4.1. Analyse de l'état de lieu.....	52
4.1.1. Présentation de la wilaya de Guelma.....	52
4.1.2. Analyse climatique.....	53
4.2. Analyse de site.....	55
4.2.1. Motivation du choix de terrain pour un musée d'art.....	55
4.2.2. Situation.....	56
4.2.3. Environnement immédiat.....	57

4.2.4. Accessibilité.....	57
4.2.5. Morphologie de terrain.....	58
4.3. Analyse microclimatique.....	59
4.3.1. Ensoleillement.....	59
4.3.2. Ventilation.....	59
4.4. Schémas de principe.....	60
4.4.1. Inspiration.....	60
4.4.2. Esquisse.....	62
4.4.3. Volumétrie.....	62
4.5. Vérification des hypothèses.....	62
Synthèse.....	63
Conclusion générale.....	63
- Bibliographie.....	64
- Liste des figures.....	66
- Annexes:	67
I. Les chiffres de la consommation énergétique.....	67
II. Lois et décrets législatifs.....	72
III. Programmation.....	74

Introduction et problématique :

« Pour bien disposer une maison, il faut avoir égard au pays et au climat ou on veut bâtir, car elle doit être autrement construite.. »¹

L'architecture écologique, encore appelée architecture solaire, bioclimatique ou durable, se préoccupe des paramètres qui conditionnent le bien-être de l'habitant, mais celui-ci se doit d'apprendre à vivre en symbiose avec son environnement, il doit s'y intégrer et le respecter et c'est le meilleur moyen de protection contre les changements climatiques planétaires, l'épuisement des ressources naturelles, la pollution et la perte de la biodiversité.

L'énergie, un des piliers fondamentaux de l'architecture écologique, et sa production occupe de nos jours les débats multidisciplinaires (économiques, politiques, etc.).

Le bâtiment à zéro énergie est un bâtiment qui produit autant ou plus d'énergie qu'il n'en consomme, ce bâtiment et raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique.

Le secteur de la construction passive est encore peu développé, et difficilement accessible au particulier, il s'agit à priori et davantage d'une question de volonté, en Algérie ce secteur est un nouveau né qui fasse ses premiers pas avec des petites formations professionnelles sur l'énergie solaire et un support juridique inexistant, néanmoins dans la région de Guelma une absence totale des acteurs industriels et de formation des professionnels s'y manifestent.

- Aujourd'hui la solution serait elle le retour aux énergies fondamentales, le soleil, la biomasse et d'autres ? mais à quel coût ?
- Est il possible de convaincre les gens de retourner vers la construction passive ?
- Serons nous capables de construire des bâtiments zéro énergie et les entretenir ?

Les hypothèses :

- La tendance " bâtiments à zéro énergie " est entièrement nouvelle et ça lui rend méconnu.
- Beaucoup pense que le « bâtiment à zéro énergie » est une mauvaise affaire économiquement.
- Le narcissisme de l'Homme et l'absence de l'esprit de responsabilité vers la planète.

¹-Izard.jean.Louis. **Archi Bio éditions : parenthèses Paris. 1979 p.8**

Les objectifs :

- Contribuer énormément à la protection de l'environnement et la santé de la planète.
- Relever le défi de ne plus dépendre des énergies fossiles

I. Première partie : Préalables théoriques entre concepts et conceptualisations.

I.1. Premier chapitre : Définitions et concepts

Introduction:

Nous aborderons ce chapitre par un essai de définir l'ensemble de concepts qui constituent le corpus théorique de notre recherche, afin de mettre en exergue l'architecture écologique qui focalise les préoccupations des architectes contemporains, et qui constitue un terrain d'entente entre architecture et environnement .

Nous définirons donc les différents types de bâtiments performants, puis le développement durable et ces critères, aussi l'énergie et sa consommation mondiale et nationale ainsi la production d'énergies renouvelables finissons en par l'architecture et technologie et tout cela pour faire une tentative de circonscrire le bâtiment à zéro énergie qui constitue un alternatif au marasme de l'architecture actuel.

1.1. Bâtiments performants:

Suite à la présentation des différents labels de performance énergétique, on peut présenter, maintenant, les divers concepts des bâtiments performants qui sont encadrés par ces labels.

En effet, ces bâtiments sont classés en trois catégories de même que les labels qui leurs associent : bâtiments performants, bâtiments très performants, et bâtiments zéro énergie ou à énergie positive.

1.1.1. Le bâtiment zéro énergie:

En anglais “zero energy house”. Le bâtiment zéro énergie combine de faibles besoins d'énergie à des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation. Ce bâtiment est quasi autonome en énergie sur l'année (son bilan énergétique net annuel est donc nul), il obtient tous ses énergies requise par d'énergies solaire et d'autres sources d'énergie renouvelable et il présente des niveaux d'isolations supérieurs à la moyenne [LAUSTENS J. 2008, p.71].

Les maisons zéro énergie se chauffent en général par des panneaux solaires thermiques, avec l'appoint fourni par une pompe à chaleur alimentée en électricité. Les panneaux photovoltaïques sont donc dimensionnés par les besoins en électricité de la pompe à chaleur, additionnés par les autres besoins électriques.

Le principe de la maison à énergie zéro est donc complètement différent de celui de la maison passive, puisqu'il consiste en une compensation de la consommation totale, quelle qu'elle soit, et non en une optimisation des conditions favorisant la sobriété énergétique de la maison. Le bilan de consommation de la maison à énergie zéro prend en considération 5 usages principaux que sont le chauffage, la climatisation éventuelle, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les auxiliaires. Cette consommation doit tendre vers l'objectif [CLIMAMAISON., 2012] :

- Maison énergie zéro (5 usages) = consommation env. 0 à 15 kWh/m².an, en énergie primaire.
- Maison énergie zéro (tous les usages, compris appareils électriques, ...) = env. 100 kWh/m².an, en énergie primaire.



Figure I-01: maison “zero energy” (source : RUELLE, F., 2008)

1.1.2. Le bâtiment passif:

En anglais “Passive House”, en allemand “Passivhaus”. Le concept de bâtiment passif a été développé dans les années 1970 et formalisé en 1985 par le Pr. Bo Adamson de l’université de Lund (Suède) et Wolfgang Feist de l’institut de logement et de l’environnement (IWU) de Darmstadt (Allemagne).



Figure I-02 : Ecole passive à Beernem, Buro II.
(Source : Passiefhuis-Platform vzw, 2012)



Figure I-03: Maison passive à Kalmthout, artmen.
(Source : Passiefhuis-Platform vzw, 2012)

Le bâtiment passif désigne [LAUSTENS J. 2008, p.66] un bâtiment garantissant un climat intérieur confortable aussi bien en été qu’en hiver sans recours aux systèmes de chauffage ou de refroidissements actifs ; c’est à dire les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure agréable toute l’année.

Pour réaliser cela on prend en considération les principes suivants [PMP¹, 2012]:

- Le solaire passif : l'utilisation passive du rayonnement solaire.
- La sur-isolation : une isolation thermique particulièrement performante, une absence des ponts thermiques et une étanchéité à l'air très élevées.
- La récupération de la chaleur et le chauffage d'appoint : un système d'aération approvisionne constamment en air frais.
- L'efficacité électrique et énergies renouvelables : grâce à des appareils électroménagers performants et une installation solaire thermique.

Ce bâtiment très faiblement consommateur d'énergie ; 80% de moins d'énergie de chauffage que les constructions existantes ou neuves traditionnelles (fig.I-04), il n'a pas besoin de plus de 15 kWh par m² et par an de chauffage, que la consommation d'énergie

primaire ne doit pas dépasser la valeur de 120 kWh par m² et par an et que l'étanchéité à

l'air soit efficace avec un paramètre n₅₀ < 0,6 h⁻¹.

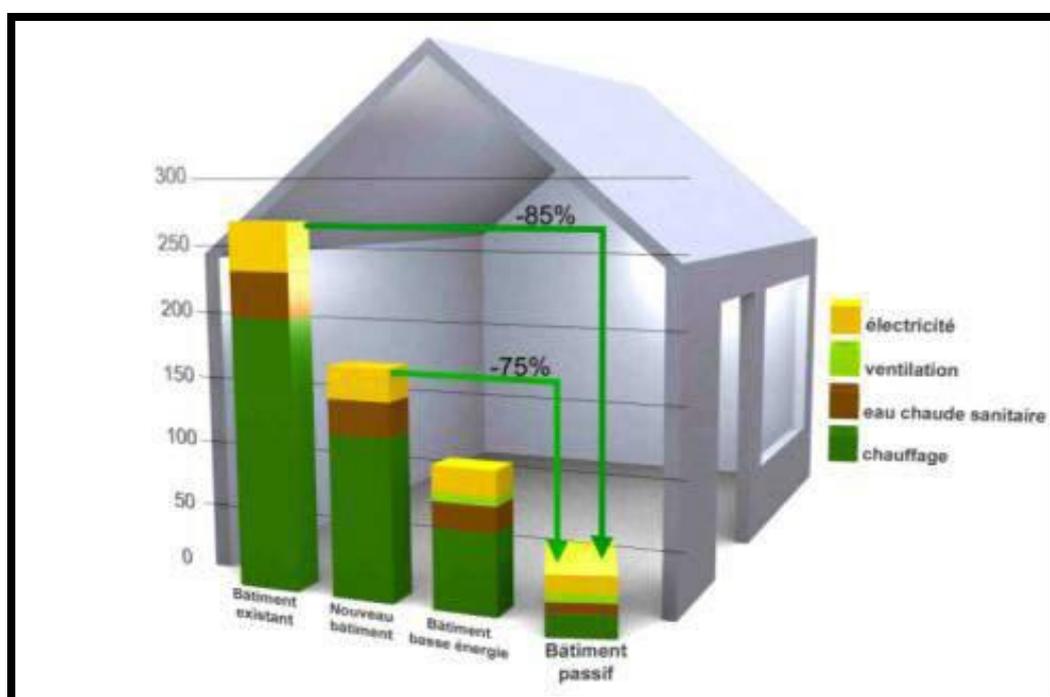


Figure I-04: Comparaison entre les indices de performance énergétique en kWh/m².an

(Source : Plate-forme Maison Passive, 2012)

¹ **PMP** : La Plate-forme Maison Passive (www.maisonpassive.be), et son équivalent en Région Alamande, la Passiefhuis-Platform (PHP), sont des associations sans but lucratif, indépendantes et neutres. Leur objectif est de stimuler la réalisation de bâtiments à très faible besoin en énergie, basée sur le concept de la maison passive. Elles sont également les organismes certificateurs partenaires des régions, la certification étant nécessaire à l'obtention des primes et de la déduction fiscale. Cette démarche de certification est donc adoptée par le propriétaire sur une base volontaire (et motivée par la réception des avantages en découlant).

1.1.3. Le bâtiment basse consommation (BBC):

En Anglais “low energy house”. Ce terme est généralement utilisé pour désigner des bâtiments dont des performances énergétiques sont supérieures à celles des bâtiments standards [LAUSTENS J. 2008, p.65].

Les bâtiments d’habitation sont BBC (selon le label Effinergie) lorsque la consommation d’énergie primaire est inférieure à 50 kWh/m²/an pour les postes suivants : Chauffage, Eau Chaude Sanitaire, Ventilation, Eclairage et Refroidissement. Cependant La consommation énergétique globale des bâtiments à usage autre que d’habitation (tertiaire,...) ne doit pas dépasser 50 % de la consommation conventionnelle de référence de la RT 2005.

D’après l’association Effinergie, ce niveau de performance peut être atteint par l’optimisation de l’isolation, la réduction des ponts thermiques et l’accroissement des apports passifs. Ce concept ne comprend a priori aucun moyen de production local d’énergie, sans toutefois l’exclure.

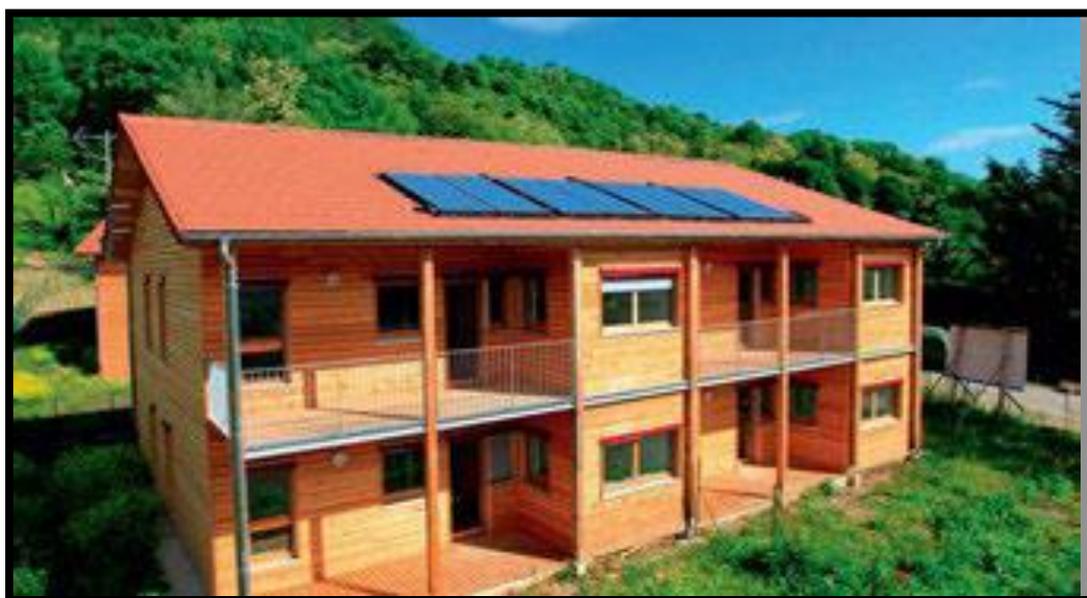


Figure I-05: Des logements sociaux BBC-Effinergie à la commune de La terrasse.
(Source : MAES P. 2010)

1.1.4. Le bâtiment à énergie positive (BEPOS):

Le bâtiment à énergie positive est un bâtiment dont le bilan énergétique global est positif (il dépasse le niveau zéro énergie), c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie (thermique ou électrique) qu'il n'en consomme. L'énergie complémentaire peut être soit stockée afin d'être consommée ultérieurement, soit réinjectée au réseau de distribution d'électricité pour être revendue [THIERS S., 2008, p.15].

Pour qualifier un bâtiment qui serait à énergie positif [ADEME, 2009, p.2], deux indicateurs énergétiques sont retenue :

- Le bâtiment doit être sobre en énergie hors production locale et à faible contenu carbone.

- La consommation totale d'énergie primaire du bâtiment doit être compensée en moyenne par la production locale d'énergie.



Figure I-06: logements collectif à énergie positive à Freiburg. Allemagne.
(Source :THIERS Stéphane, 2008)

Cela se traduit par de nombreux éléments à traiter :

- La définition du périmètre spatial de l'objet à énergie positive et la gestion des flux énergétiques : bâtiment, parcelle, groupe de bâtiments... ;
- L'optimisation de la conception bioclimatique du bâtiment ;
- La mise en oeuvre d'une enveloppe multifonctionnelle (isolation, production, stockage...) ;
- La définition du périmètre des consommations à prendre en compte et la manière de les comptabiliser ;
- La prise en compte de la production d'énergie renouvelable ;
- Le contrôle systématique de l'étanchéité à l'air et des ponts thermiques à la fin des travaux ;
- Le renforcement des exigences sur le confort d'été ;
- Le suivi du bâtiment en exploitation avec l'introduction d'instruments de mesure permettant un suivi des consommations.

En résumant, les différents concepts décrits dans cette partie convergent autour l'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment et la valorisation des ressources énergétiques locales. Leurs caractéristiques principales sont :

- Le besoin énergétique annuel de chauffage, rapporté à une surface, généralement la surface chauffée.
- La consommation d'énergie, également par unité de surface, pouvant inclure le chauffage, mais aussi l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, la ventilation, les auxiliaires, voire les autres usages de l'électricité, cet indicateur étant le plus souvent exprimé en énergie primaire.

- La production d'énergie à partir de ressources renouvelables.
- l'étanchéité du bâtiment à l'air
- les performances des équipements et des matériaux mis en œuvre.

Les concepts diffèrent surtout par les niveaux d'exigence² de chacun d'eux vis-à-vis de ces caractéristiques. Ces niveaux d'exigence constituent des critères permettant de vérifier si les objectifs du concept sont atteints.

Par ailleurs, les bâtiments performants se basent, avant tout, sur une approche bioclimatique pour favoriser les apports solaires passifs nécessaires à la réduction des besoins de chauffage. Ainsi, La situation, l'orientation, la compacité du bâtiment, la position et la performance des vitrages doivent donc être optimisés. Pour cela, il est fondamentale d'évoquer ce concept qui est couramment rencontré.

1.1.5. Les bâtiments bioclimatiques:

L'architecture bioclimatique cherche de la meilleure adéquation entre le bâtiment, le climat et ses occupants pour réduire au maximum les besoins énergétique non renouvelable [LIEBARD A. et DE HERDE A., 2005, p.60].

Le bâtiment bioclimatique tire parti du climat (fig.I-07) afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort avec des températures agréables, une humidité contrôlée, un éclairage naturel, et permet de réduire les besoins énergétique (chauffage ou climatisation).

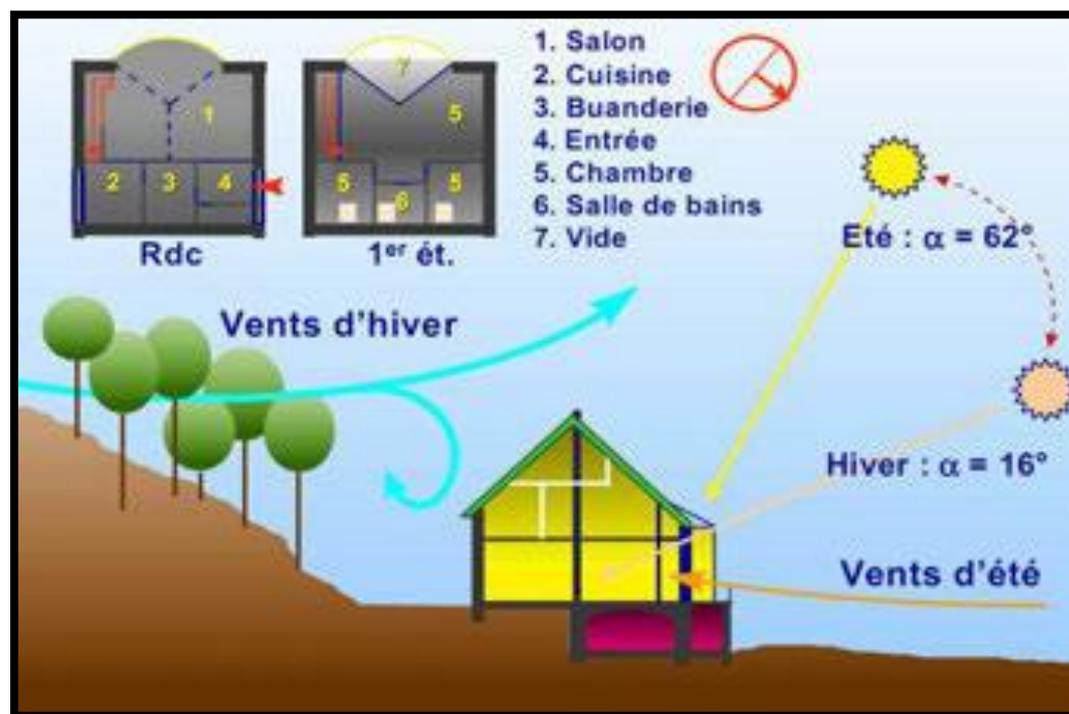


Figure I-07: Illustration de quelques principes d'architecture bioclimatique (implantation et organisation spatiale) (source : LIEBARD A. et DE HERDE A. 2005)

² Le niveau d'exigence et les spécificités géographiques locales expliquent la variété des critères considérés.

Ce type d'architecture consiste à (§.IV-3) :

- Utiliser la chaleur de soleil pour chauffer en hiver (stratégie du chaud) : le concepteur prend en compte l'orientation, la disposition des pièces, le positionnement des ouvertures afin de profiter au maximum de l'énergie du rayonnement solaire.
- Garder la fraîcheur en été avec une bonne isolation, une protection solaire et une minimisation des apports (stratégie du froid) : le concepteur calcule et dispose des masques (avancées de toiture, brises soleils, végétation à feuilles caduques) qui viennent protéger les parties vitrées. Il étudie aussi les possibilités de ventilation naturelle afin de créer des circulations d'air frais dans les espaces intérieurs.
- Valoriser l'éclairage naturel (stratégie de l'éclairage naturel) : cette stratégie vise à mieux capter la lumière naturelle et faire la pénétrer, puis à mieux la répartir et la focaliser. Le concepteur veillera à contrôler la lumière pour éviter la gêne visuelle (éblouissement, fatigue).

La conception bioclimatique d'un bâtiment permet de satisfaire les quatre fonctions principales :

- Capter le rayonnement solaire.
- Stocker l'énergie ainsi captée.
- Distribuer cette chaleur dans le bâtiment.
- Régulier cette chaleur.

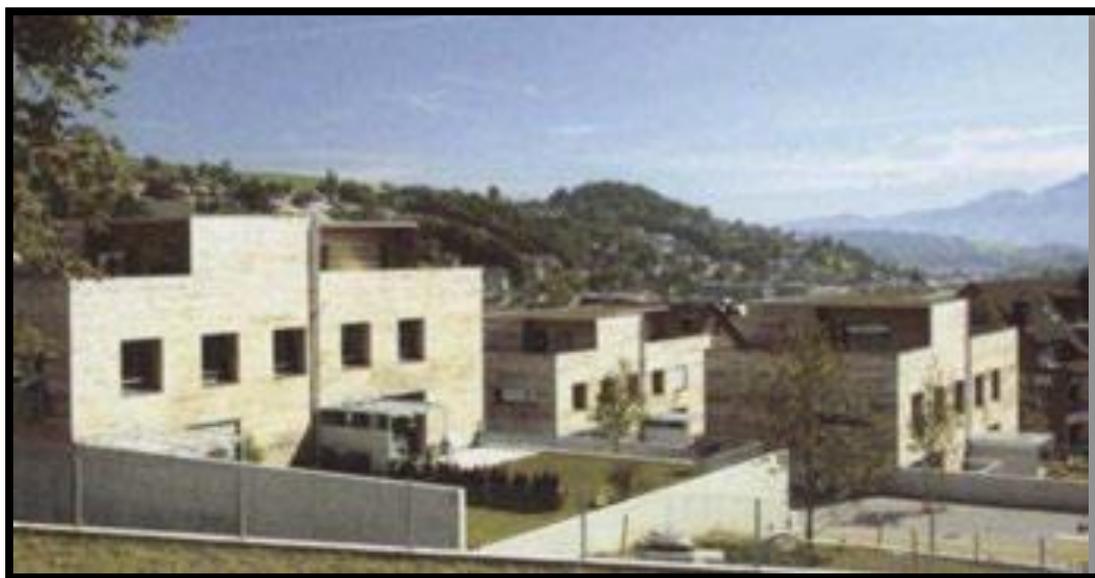


Figure I-08: lotissement de maisons bioclimatiques jumelées à Kriens.
(Source: Roberto GONZALO Karl J. HABERMANN, 2008)

1.2. L'approche bioclimatique:

Pour répondre à la réflexion du rapport étroit qu'il faut entretenir entre l'architecture et l'environnement, débat à l'ordre du jour, l'approche bioclimatique est une réponse à la mise en relation entre l'homme et sa capacité à la recherche du confort, son architecture, et le climat. De ce fait, elle devient une dimension indispensable à la qualité de la construction.

C'est dans ce sens qu'elle s'intéresse aux leçons de l'habitat vernaculaire et du devenir de l'enseignement des anciens que le présent a ignoré par ses technologies, ses climats artificiels compensant les conditions locales et faisant abstraction même de la nature.

On trouve dans l'architecture vernaculaire des pays d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient des techniques de construction ancestrales basées sur les énergies naturelles qui permettent aux bâtiments de répondre aux conditions climatiques³. En effet, l'homme est à la fois constructeur et utilisateur de son environnement. Son savoir faire technique dépend de trois milieux interactifs⁴:

- l'humain.
- le naturel.
- le matériel.

Chacun de ces milieux peut contribuer à déterminer la forme de la maison. De même pour construire, on doit se plier aux règles que dicte l'utilisation des matériaux. On ne dispose que des matériaux auxquels la nature pourvoit.

Nous énumérerons les différents paramètres de conception de l'architecture bioclimatique à prendre en charge, à savoir l'implantation, la densité urbaine, la compacité architecturale, l'orientation du bâtiment et des ouvertures, la ventilation... Enfin, nous préciserons que l'architecture bioclimatique nécessite un traitement spécifique des données météorologiques⁵, elle se préoccupe des paramètres qui conditionnent le bien être de l'habitant⁶, c'est-à-dire que la composition des solutions architecturales doit répondre à un résultat thermique voulu, qui serait conforme aux exigences de l'utilisateur.

Pour ce faire, un minimum de connaissances relatives aux exigences thermiques en matière de confort thermique doit être envisagé.

1.2.1. L'implantation:

Concernant les critères de choix d'un site d'implantation, ils remontent loin dans le temps, le souci bioclimatique prenait souvent un caractère spontané. Nous pouvons citer Vitruve, dans son ouvrage les dix livres d'architecture, qui note : « Quand on veut bâtir une ville, la première des choses qu'il faut faire est de choisir un lieu sain il doit être élevé qu'il ait une bonne température d'air, qu'il ne soit exposé ni aux grandes chaleurs, ni aux grands froids... »⁷.

³ Alexandroff, G. et J.-M. (1982). "Architectures et climats - Soleil et Energies naturelles dans l'habitat"(Berger-Levrault.Paris).

⁴ Cataldi, G. (1987-1988), "Le ragioni dell'abitare - Les raisons de l'habiter", Studi e documenti di architettura, no. 15(Prato).

⁵ Izard, Archi bio, ed parenthèses, 1979, p 14

⁶ A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, ed le moniteur, 2004, p 60

⁷ Izard,op cit,p 96

Une bonne implantation tient compte du relief, de l'ensoleillement, des vents locaux, elle détermine l'éclairage, les déperditions, les apports solaires, les possibilités d'aération⁸.

1.2.2. L'orientation

L'orientation dépend de l'utilisation et de la destination du bâtiment, de ses besoins en lumière naturelle, de l'intérêt ou non du rayonnement solaire, de l'existence des vents qui vont contribuer à rafraichir en été par exemple. L'intérêt étant de minimiser et de réduire les consommations de chauffage et d'éclairage, sachant que le sud permet de tirer parti du meilleur ensoleillement⁹. Pour la position géographique de l'Algérie, l'orientation sud est la plus privilégiée, voir figure I-09¹⁰. En effet pendant la période hivernale les ouvertures vers le sud nous permettent de capter les rayons solaires, vue la position basse du soleil, le contraire est juste pour la période estivale où la position du soleil est haute.

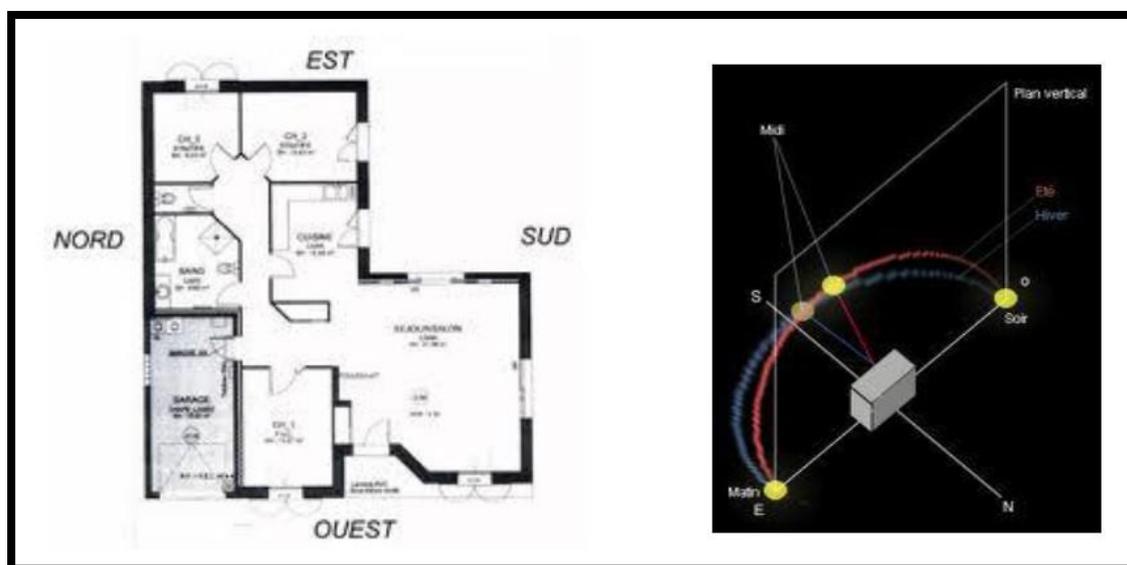


Figure I-09 : Plan et schéma montrant l'Orientation sud privilégiée

1.2.3. La ventilation naturelle:

La ventilation naturelle permet de renouveler l'air vicié par de l'air frais et sain, elle participe aussi au confort thermique du corps en lui prélevant de la chaleur, par évaporation de sueur.

Enfin, la ventilation permet le refroidissement de la masse interne des bâtiments dans certaines conditions de climat chaud. Elle permet d'évacuer la chaleur cumulée pendant la journée afin d'atténuer l'inconfort lors des périodes chaudes de l'année. La ventilation naturelle est principalement utilisée pour le contrôle de la qualité de l'air intérieur et aussi pour fournir le confort thermique en été¹¹. Enfin, en paraphrasant A. Liebard, la ventilation naturelle est provoquée par une différence de

⁸ A.Liebard, op cit, page63

⁹ A.Liebard, op cit, page64

¹⁰ Images correspondant à Orientation d'un bâtiment. www google.fr

¹¹ Medjelekh D, Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment,2006, p 93

température ou de pression entre les façades d'un bâtiment¹². Pour illustrer ces dires, nous analyserons dans le prochain chapitre des exemples de l'architecture vernaculaire qui proposent spontanément des typologies d'habitat adaptés aux différents climats, utilisant des dispositifs architecturaux permettant une bonne ventilation.

1.2.4. Le confort thermique:

Le confort thermique est défini comme un état de contentement et d'équilibre de l'homme vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement¹³. Il est fonction de 6 paramètres physiques¹⁴:

- Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne du corps humain ;
- L'habillement, qui va représenter une résistance thermique aux échanges de chaleur entre l'environnement et la surface de la peau ;
- La température ambiante de l'air ;
- La température de surface des parois ;
- L'humidité de l'air ;
- La vitesse de l'air.

Différents auteurs ont travaillé sur la question du confort thermique, où différents outils d'évaluation ont vu le jour¹⁵.

Parmi elles, la méthode OLGYAY, la méthode GIVONI. Concernant la méthode Olgyay, elle consiste à dire que le confort thermique doit être estimé en tenant compte de la température de l'air, de l'humidité et de la vitesse de l'air¹⁶. Cette dernière est plutôt recommandée pour assurer le confort extérieur en climat chaud et humide. La méthode Givoni a mis au point un diagramme psychométrique figure I-10, où il exprime les techniques à prévoir pour assurer un confort intérieur.

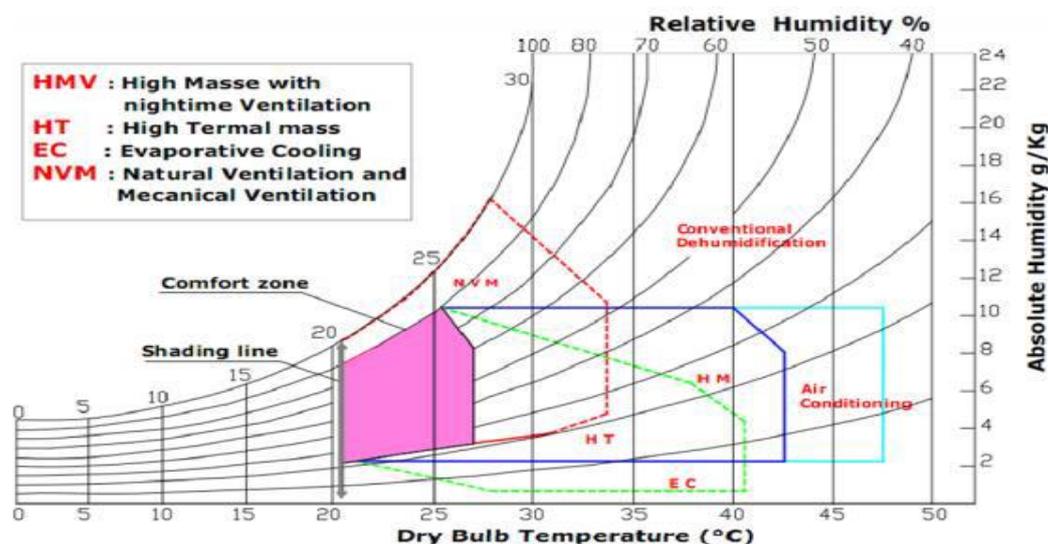


Figure I-10 Diagramme bioclimatique de Givoni,
Source : Givoni. Baruch, L'homme, l'architecture et le climat.

¹² A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, ed le moniteur, 2004, p 135

¹³ A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, ed le moniteur, 2004, p 30

¹⁴ Ibid, page30

¹⁵ Izard, Archi bio, ed parenthèses, 1979, p12

¹⁶ Ibid p12

a. Confort hivernal:

Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud : c'est-à-dire capter la chaleur du rayonnement solaire souvent par effet de serre, la stocker dans la masse d'un matériau à forte inertie thermique et surtout la conserver par l'isolation thermique (utilisation des matériaux isolants thermiques) et enfin la distribuer dans l'habitat tout en la régulant¹⁷.

b. Confort estival:

Au confort d'été répond la stratégie du froid c'est-à-dire se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès souvent par ventilation naturelle ou artificielle¹⁸.

1.2.5. L'isolation thermique

L'isolation thermique est un moyen de lutte contre le transfert de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur ou bien le contraire. Seule, elle ne suffit pas à rendre habitable une maison, mais c'est un élément nécessaire pour une construction non conditionnée et une source d'économie pour une construction à air conditionné.

L'effet d'isolation thermique d'un matériau se définit par sa conductivité thermique, plus le matériau est léger plus il est isolant thermiquement parlant¹⁹. D'après A. Liebard, l'aptitude d'une paroi à laisser passer la chaleur se mesure par le coefficient de transmission « k », il mesure le pouvoir isolant d'une paroi, où sont pris en compte l'épaisseur, la nature et la composition du matériau²⁰.

Parmi les matériaux isolants nous énumérerons tous les matériaux fibreux d'origine végétale, animale ou synthétique, les matériaux non fibreux naturels comme le liège, le bois, la perlite, les laines minérales à savoir la laine de verre, la laine de roche. A tous ces matériaux s'ajoutent d'autres comme le polystyrène, le polyuréthane, l'argile expansée.

L'isolation thermique est également appréciée à travers la résistance thermique d'une paroi, bien que le matériau ne réponde pas aux critères ou normes d'isolation thermique. C'est d'ailleurs ce que nous retrouvons dans l'habitat vernaculaire, où les murs et planchers épais opposent une résistance aux transferts ou beaucoup plus aux déperditions thermiques.

1.3. Consommation énergétique:

1.3.1. Définition De L'énergie:

Le mot énergie est d'origine latine, « energia » qui veut dire « puissance physique qui permet d'agir et de réagir »²¹

L'énergie est capable de produire soit du travail, soit de la chaleur, soit tous les deux. Parce que le travail et la chaleur sont fondamentaux pour notre vie.

¹⁷ A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, éd. le moniteur, 2004, page 31

¹⁸ Ibid, page 32

¹⁹ A.Liebard, Traité d'architecture et d'urbanisme climatiques, ed le moniteur, 2004, p 134

²⁰ Ibid, p134

²¹ Grand Larousse De La Langue française, librairie Larousse, tome2 paris, 1972, p.1613.

La définition de l'énergie est vague, a une acceptation large suivant les différents domaines ou on se trouve :

- Par rapports aux physiciens et naturalistes ; l'énergie est la puissance matérielle du travail.²²

- Par rapports aux économistes ; C'est la quantité de l'énergie mécanique commercialisée ; c'est-à-dire l'ensemble des sources et des formes d'énergie susceptibles d'utilisation massive, aussi bien pour produire de la chaleur que pour actionner des machines.²³

Dans tous les cas elle contribue au bien être de l'individu c'est pourquoi elle est considérer comme un bien social elle est :

- Limitée : au sens où il ne s'agit que d'un bien de consommation pour les ménages,
- Et considérable : Car sans énergie tout s'arrête. Ce qui explique l'importance qu'on y attache.²⁴

Vu qu'elle est indispensable au confort, L'énergie peut s'introduire dans l'architecture à travers deux axes principaux :

- Le coût énergétique « initial » de la construction à partir du coût énergétique des matériaux et de la construction.

- Le coût énergétique « vécu » de la consommation du au chauffage, climatisation, éclairage et alimentation.

1.3.2. L'homme et l'énergie à travers les âges:

La seule source dont disposait l'homme primitif était sa nourriture où il consomme environ 200 Kcal/jour, soit environ 66Kg de pétrole par an ou 100Kg de charbon.

Il y a environ 10 000 ans, l'homme après la maîtrise du feu, avait plus d'aliments et brûlait du bois pour se chauffer et cuisiner ; il consommait environ 5000 Kcal/jour. Par contre au moyen âge, l'homme utilisait déjà le charbon pour se chauffer, l'énergie hydraulique, éolienne et l'énergie animale pour le transport ; sa consommation d'énergie était double de la précédente soit 24 000 Kcal/jour.

Avec la révolution industrielle, l'homme consommait en moyenne 70 000 Kcal/jour. Dont environ 10% pour sa nourriture, 10% pour le transport, 50% pour le domestique et le tertiaire (chauffage...) et 30% pour l'industrie et l'agriculture. La société technique se représente vers les années 70, l'énergie était disponible à l'échelle de l'unité individuelle. Le taux de croissance de la consommation d'énergie par habitant aux Etats- Unis par exemple avait atteint 230 000Kcal /jour /habitant.

Donc la plus grande partie de cette énergie était consommée sous forme d'électricité. Les valeurs de la consommation d'énergie de l'homme à travers les ages sont indiquées dans le (Tableau I-01)

²² Donald.W.Curran, la nouvelle donnée énergétique, Masson, collection géographie 1981,p.17

²³ DONALD. W. CURRAN, La Nouvelle Donnée Energétique, Masson, collection géographie 1981.p.17

²⁴ LOUAFI CHAHRAZED –L'énergie Electrique En Algérie – Université de Constantine 1998. p.191.

Consommation individuelle exprimée en [10 ³ Kcal/j]	Alimentation, domestique et unitaire		Industrie et agriculture	transport	total
	unitaire	domestique			
1- Homme primitif (-1million d'années)	2	-	-	-	2
2- chasseurs (- 100 000 ans)	3	2	-	-	5
3-Agriculteur primitifs (- 7000 ans)	4	4	4	-	12
4-Agriculteur évolué (+ 1400 ans)	6	12	7	1	26
5- Hommes industriels (+ 1870 ans)	7	32	24	14	77
6-Homme technologique (Etat Unis)(+ 1970 ans)	10	66	91	63	230

Tableau I-01: Evolution de la consommation énergétique de l'homme de la préhistoire à nos jours. Source : CHITOUR.Ch.E, 1994

La remarque qu'on peut faire est que ces consommations énergétiques ont évolué au cours des âges, surtout dans les secteurs autre que l'alimentation

Après les deux crises énergétiques successives de 1973 et 1979, les consommations mondiales en matière d'énergie ont diminué à partir de 1980 comme c'est remarqué dans le (Tableau I-02)

	1925	1955	1960	1972	1980	1984	1992	2000
Etat unis	568	957	1119	1810	2170	2019	-	-
Europe-Ouest	388	438	670	1240	1570	1207	-	-
Le japon	29	37	9	333	524	362	-	-
URSS+ Europe Est +Chine	78	380	976	1595	2047	2377	-	-
Reste du monde	56	146	452	904	1143	1138	-	-
total	1113	1958	3310	5880	7154	7105	8000	9275

Tableau I-02: Etat de la consommation de 1925 à nos jours par grandes régions en million de tonnes. Source : CHITOUR.Ch.E, 1994

1.3.3. La consommation énergétique au monde:

a. Par types:

La consommation mondiale est répartie par type d'énergie comme suite [EIA.2011] (figure I-11) (voir annexe-I. A) :

- Produit pétrolières :

La consommation mondiale des combustibles liquides se développe de 85.7 millions de barils par jour en 2008 à 97.6 millions de barils par jour en 2020 et 112.2 million de barils par jour en 2035.

- Le gaz naturel :

La consommation mondiale du gaz naturel est élevée de 52%, de 111 trillion pieds

cubes²⁵ en 2008 à 169 trillion pieds cubes en 2035.

- Le charbon :

La consommation de charbon du monde est évoluée de 139 quadrillion Btu en 2008 à 209 quadrillion Btu en 2035 avec un taux annuel moyen de 1.5%.

- L'électricité :

La consommation d'électricité du monde est augmentée de 84%, de 19.1 trillion kilowattheures en 2008 à 25.5 trillions kilowattheures en 2020 et 35.2 trillion kilowattheures en 2035.

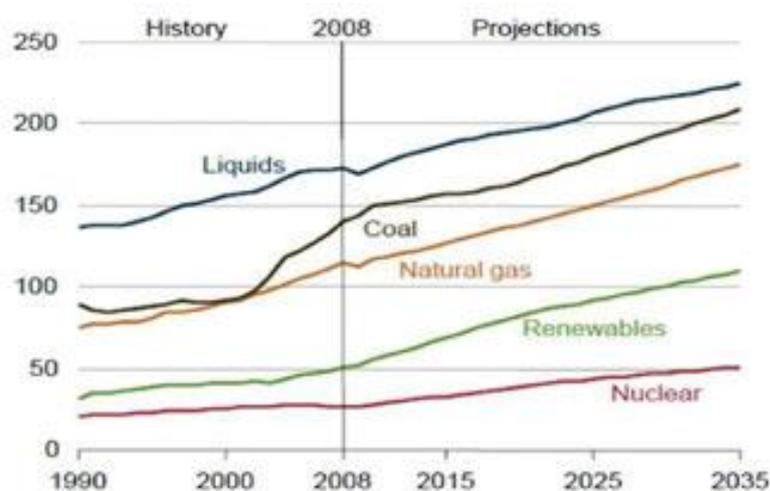


Figure I-11 : évolution de la consommation mondiale énergétique entre 1990 et 2035 par type d'énergie en quadrillion Btu (prévisions)

(source : The International Energy Outlook (EIA) 2011)

b. Par secteur:

Cette consommation est répartie par secteur comme suite [EIA.2011] (voir annexe-I. A) :

- **Le secteur résidentiel :** la consommation mondiale d'énergie est élevée de 1.1% par an, de 52 quadrillion Btu en 2008 à 69 quadrillion Btu en 2035.

- **Le secteur commercial :** ce secteur représente 7% de la consommation mondiale d'énergie en 2008. Cette consommation augmente de 1.5% par an de 2008 à 2035. En 2008 la consommation était environ 28.1 quadrillion Btu et elle augmente vers 42.1 quadrillion Btu en 2035.

- **Le secteur de transport :** le secteur de transport représente 27% de la consommation énergétique mondiale en 2008. Cette consommation augmente de 1.4% par an de 2008 à 2035, passant de 98.2 quadrillion Btu en 2008 à 142.1 quadrillions Btu en 2035.

- **Le secteur industriel :** l'énergie utilisée dans ce secteur évolue de 2% par an dans les pays non- OCDE comparées à 0.5% par an dans les pays d'OCDE, cette consommation augmente de 191 quadrillion Btu en 2008 à 288 quadrillion Btu en 2035.

Les précédents résultats confirment que l'humanité consomme d'avantage d'énergie jour après jour. Mais cette consommation croissante pose aujourd'hui la question des réserves de ces métiers et l'épuisement de ces ressources.

²⁵ Pieds cubes : 1 pied cube = 0.028 m3.

Cet épuisement des ressources n'est pas la seule raison de s'intéresser aux enjeux de l'énergie. Par ailleurs les combustibles fossiles participent effectivement à l'augmentation de l'effet de serre et au réchauffement climatique de la planète par Les rejets de gaz à effet de serre.

1.3.4. La consommation énergétique en Algérie:

a. Par types:

La consommation finale par type d'énergie est répartie comme suit [APRUE, 2007] [MEM, 2011] (fig.I-12) (voir annexe-I. B) :

- Produit pétrolières :

La consommation finale de ce produit a augmenté de 7.9 million de TEP en 2005 à 12.3 millions de TEP en 2010. Ce produit est utilisé dans des usages multiples et différents et presque dans tous les secteurs d'activités (la production de chaleur pour l'industrie, le chauffage pour les ménages, le tertiaire et le transport...).

- Gaz naturel :

La consommation finale du gaz naturel a connu un taux de croissance annuel moyen (TCAM) de 6.14% entre 2000 et 2005, ce TCAM est élevé jusqu'à 12.42% entre 2005 et 2010 ce qui est exprimé par l'augmentation de 4.9 million de TEP en 2005 à 8 million de TEP en 2010.

- Electricité :

La consommation finale d'électricité a augmenté de 2.1 million de TEP en 2005 à 8.6 millions de TEP en 2010. La consommation de l'électricité en Algérie a été en forte progression, notamment dans le secteur résidentiel, à cause de la croissance démographique élevée, l'amélioration du niveau de vie, et le phénomène de l'urbanisation qui est de plus en plus important.

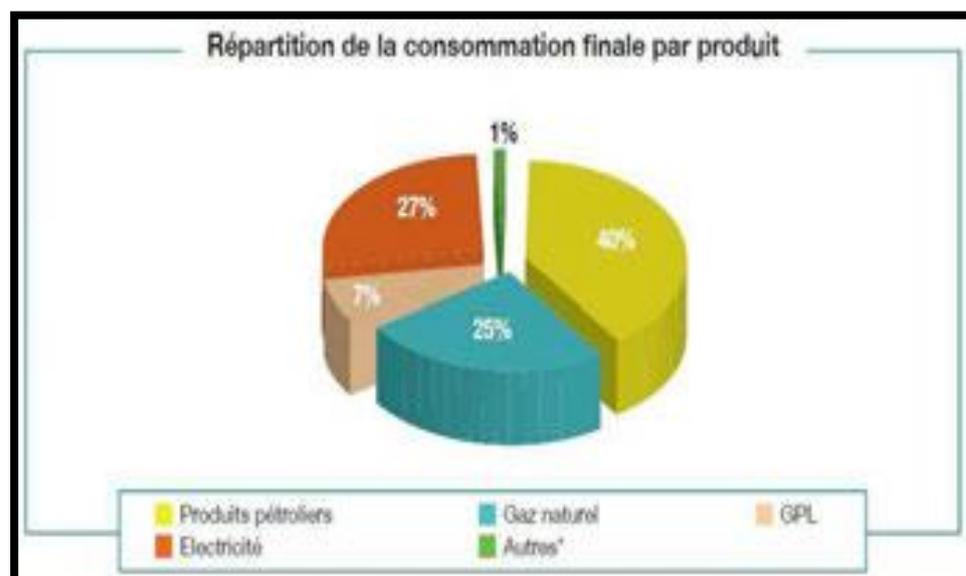


Figure I-12 : la consommation énergétique finale par type d'énergie en 2010
(source : MEM, 2011)

b. Par secteur:

La consommation énergétique par secteur d'activité est donnée comme suite [APRUE, 2007] [MEM, 2011] (fig.I-13) (voir annexe-I. B) :

- Le secteur industriel :

La consommation énergétique de ce secteur a un taux de croissance annuel moyen de 5.86% entre 2000 et 2005 pour atteindre 3.2 million de TEP qui est augmenté à 8.0 million de TEP en 2010.

- Le secteur de transport :

Le taux de croissance annuel moyen de la consommation finale de ce secteur entre 2000 et 2005 est de 4.49% pour atteindre 5.5 million TEP. En 2010 la consommation est élevée jusqu'à 11.2 million TEP.

- Le secteur ménages et autres :

La consommation énergétique est augmentée de 31.4% entre 2000 et 2005 pour atteindre 7 million TEP. Cette consommation a atteint 12.4 million TEP en 2010. Ce qui est expliqué par les efforts d'électrification et amélioration du confort des ménages en matière d'équipement et d'appareils.



Figure I-13 : la consommation énergétique finale par secteur d'activité en 2010

(source : MEM, 2011)

En Algérie, La part la plus importante de la consommation a été enregistrée dans le secteur des ménages et autre qui représente 40% de la consommation finale globale. Ainsi, la consommation électrique dans le secteur résidentiel a atteint 807 KTEP, elle représente 38% de la consommation totale d'électricité. En conséquent, ce secteur a un effet de 16% dans les émissions des gaz à effet de serre globale.

1.4. Production d'énergies renouvelables:

Au vue de la loi Algérienne, les énergies renouvelables²⁶ qualifiées en tant que tel sont:

Les formes d'énergies électriques, mécaniques, thermiques ou gazeuses sont obtenues à partir de la transformation du rayonnement solaire, de l'énergie du vent, de la géothermie, des déchets organiques, de l'énergie hydraulique et des techniques d'utilisation de la biomasse (voir figure 2.2). Toutefois, de nombreux experts estiment que la part des énergies renouvelables, même si elle augmente dans les années qui viennent, restera globalement faible. D'une part, parce que les ressources d'énergies fossiles sont encore considérables²⁷ : 40 ans de réserves prouvées de pétrole, 62 ans pour le gaz, 400 ans pour le charbon. D'autre part, parce que les énergies renouvelables resteront probablement toujours plus chères que les énergies classiques. Cette source solaire fournit des rayonnements en moyenne, interceptés par la surface de la terre, équivalent à 8000 fois plus grand que la consommation d'énergie primaire.

Avec la population mondiale actuelle, ce taux monte à une moyenne incroyable de 20 MW par personne (20 millions de W). Donc, le flux d'énergie peut être obtenu directement en utilisant une technologie thermique ou photovoltaïque, ou indirectement, grâce au vent, aux vagues, aux barrages sur rivière et aux biocarburants. La plupart des énergies renouvelables sont facilement convertibles en électricité. Mais les énergies solaire, géothermique ou provenant de la biomasse peuvent aussi servir à fournir de la chaleur. Elles peuvent assurer tous les services prévus par les sources conventionnelles : le chauffage, la réfrigération, l'électricité, et quoiqu'avec difficulté et surcoût pour le transport. Pour une source naturelle, c'est un avantage supplémentaire de pouvoir aussi fournir de l'énergie à des zones éloignées sans avoir besoin d'un réseau de transport coûteux. Il est important de noter qu'il n'est pas toujours nécessaire de convertir une énergie renouvelable en électricité.

L'eau chaude solaire ou l'éolienne actionnant une pompe à eau sont des exemples de systèmes pouvant fonctionner sans aucun circuit électrique. Cependant, pour satisfaire de plus en plus les besoins des consommateurs, les énergies renouvelables seront surtout utilisées sous forme électrique.

Aucune source d'énergie n'a un comportement neutre²⁸ vis-à-vis de la nature et tout est affaire de compromis. L'objectif qui se dégage peu à peu est celui d'un développement durable ce qui signifie qu'il doit se poursuivre dans le temps sans épuiser les ressources rares, qu'il doit être viable économiquement et qu'il permette un développement harmonieux de l'économie mondiale, notamment pour les pays les plus pauvres, « un développement qui satisfait les besoins présents sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs »²⁹.

Un aperçu sur les différents types d'énergie renouvelable d'une façon générale est nécessaire:

²⁶ La loi nationale n°04/09 du 14 Aout 2004, relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.

²⁷ Ministère Algérien de l'énergie et des mines, « guide des énergies renouvelables », 2007.

²⁸ C.NGO, « quelles énergies pour demain », Commissariat à l'énergie Atomique Européen, 1999.

²⁹ Le rapport Brundtland, ONU, 1987.

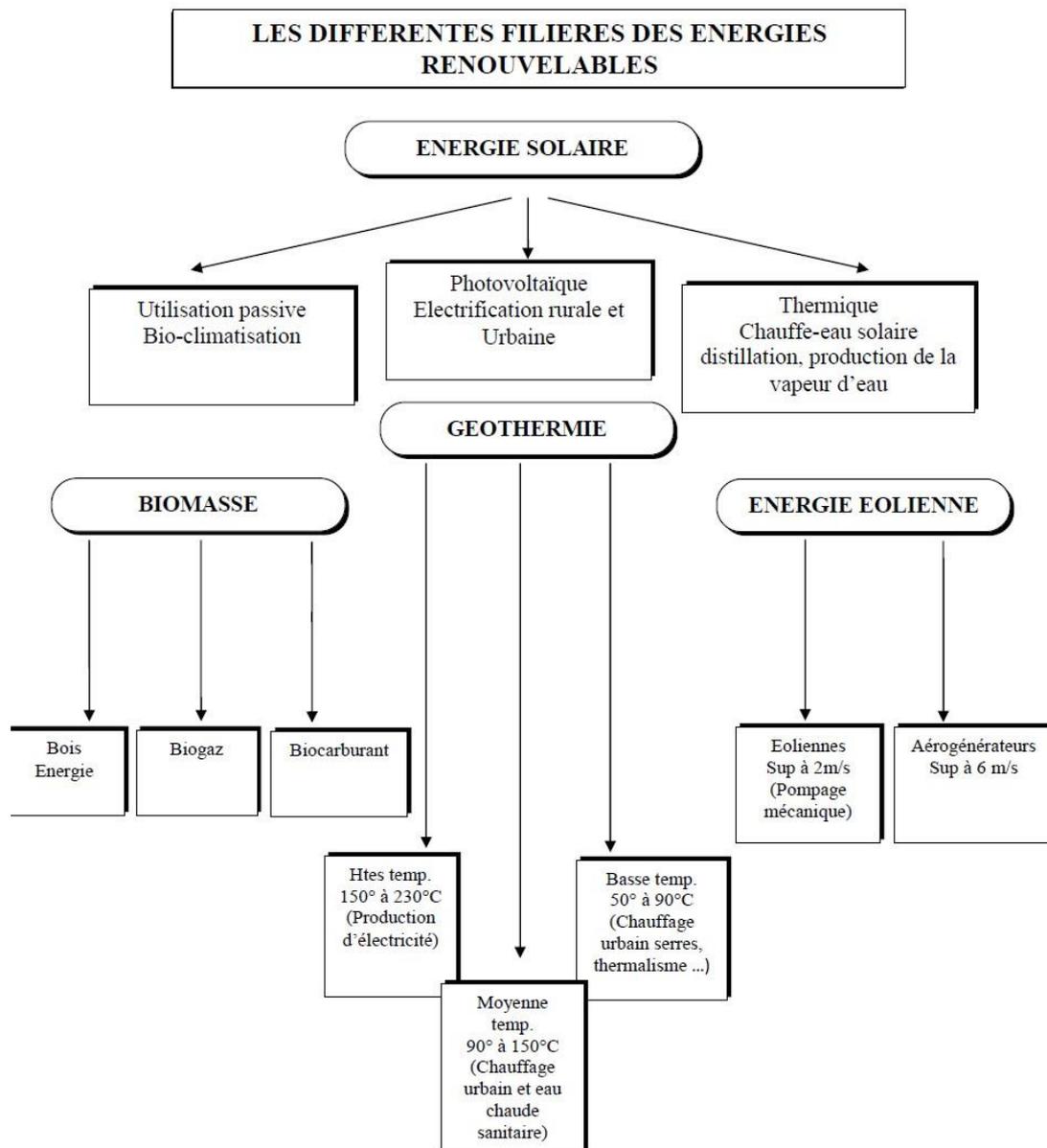


Figure : I-14- Les différentes filières Des énergies renouvelables. Source: Guide des ER, 2007.

1.4.1. Energie solaire:

Produire de l'électricité solaire n'est plus, depuis longtemps, une utopie. Des toits solaires ayant une puissance de quelques kilowatts jusqu'aux centrales de quelques mégawatts, tous ces installations contribuent à un approvisionnement en énergie respectueux de l'environnement et grâce à leur souplesse, recèlent d'énormes potentiels pour le secteur de l'énergie. Aussi avec les centrales héliothermiques, il est possible d'utiliser l'énergie du soleil à l'échelle industrielle pour la production d'électricité (grâce à la transformation du rayonnement solaire en chaleur).

L'énergie solaire est inépuisable, gratuite et non polluante et même si l'énergie solaire reçue par la terre est d'intensité variable, intermittente et peu dense, son utilisation offre de nombreuses possibilités. Parmi ses nombreuses applications, on distingue le solaire thermique qui transforme le rayonnement solaire en chaleur et le solaire photovoltaïque qui convertit la lumière en électricité.

1.4.2. La biomasse:

Grâce à la photosynthèse, les plantes utilisent l'énergie solaire pour capturer le gaz carbonique et le stocker sous forme d'hydrates de carbone, tout en assurant leur croissance.

Les premiers hommes ignoraient bien sûr ce processus physico-chimique, mais ils ont vite compris l'intérêt de la « biomasse » pour se chauffer. Employé pour désigner toute la matière vivante, ce terme de biomasse s'applique depuis peu à l'ensemble des végétaux employés comme sources d'énergie. Le bois de feu est bien sûr la plus ancienne de ces sources.

Aujourd'hui on peut ajouter la biomasse dite « humide » ; déchets organiques agricoles, déchets verts, boues des stations d'épuration, ordures ménagères qui constituent, à une moindre échelle, autant de sources d'énergie, mais pas forcément très écologiques.

a. Bois énergie :

Le bois est sans doute la source d'énergie la plus intéressante dans la problématique des énergies renouvelables. Tout le monde a en tête les dégâts provoqués par la déforestation dans les régions tropicales. Le bois constitue donc une source d'énergie renouvelable et relativement propre. Sans entrer dans un débat de spécialistes, un petit rappel s'impose ; en brûlant (ou en pourrissant sur le sol), un arbre rejette dans l'atmosphère le gaz carbonique qu'il avait absorbé en grandissant, ni plus ni moins. Dans un pays qui pratique la sylviculture et replante au minimum autant d'arbres qu'il en coupe, le bilan écologique est donc neutre.

b. Le biocarburant :

L'autre atout de la biomasse est la possibilité de fabriquer des biocarburants. Il en existe deux types : les éthanol et les biodiesels. Les éthanol, destinés aux moteurs à essence, sont issus de différentes plantes comme le blé, le maïs, la betterave et la canne à sucre. Le procédé consiste à extraire le sucre de la plante pour obtenir de l'éthanol après fermentation.

Quant aux biodiesels, ils sont extraits des oléagineux (colza, tournesol, soja etc.) Les esters d'huile obtenus peuvent alors être mélangés au gazole. En règle générale, ces biocarburants sont mélangés aux carburants classiques, essence et gazole. Ils entraînent alors une petite diminution des rejets de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone, gaz responsable de l'effet de serre. Mais ces biocarburants ont un énorme inconvénient ; ils occupent des surfaces agricoles au détriment des cultures vivrières.



Figure I.15- différents types de biomasse, source : CDER.

c. Le biogaz :

Le biogaz est un mélange composé essentiellement de méthane (CH₄) et de gaz carbonique (CO₂). Suivant sa provenance ⁶, il contient aussi des quantités variables d'eau, d'azote, d'hydrogène sulfuré (H₂S), d'oxygène, d'aromatiques, de composés organo-halogénés (chlore et fluor) et des métaux lourds, ces trois dernières familles chimiques étant présentes à l'état de traces.

Le biogaz est produit par un processus de fermentation anaérobie des matières organiques animales ou végétales, qui se déroule en trois étapes (hydrolyse, acidogènes et méthanogènes) sous l'action de certaines bactéries. Il se déroule spontanément dans les entres d'enfouissement des déchets municipaux, mais on peut le provoquer artificiellement dans des enceintes appelées "digesteurs" où l'on introduit à la fois les déchets organiques solides ou liquides et les cultures bactériennes. Cette technique de méthanisation volontaire peut s'appliquer :

- aux ordures ménagères brutes ou à leur fraction fermentescible,
- aux boues de stations d'épuration des eaux usées urbaines ou industrielles,
- aux déchets organiques industriels, (cuirs et peaux, chimie, parachimie,...),
- ainsi qu'aux déchets de l'agriculture et de l'élevage (fientes, lisier, fumier,...).

Les voies de valorisation du Biogaz sont : chaleur seule, électricité seule, cogénération, carburant automobile, injection dans le réseau de gaz naturel.

1.4.3. L'énergie éolienne:

Une hélice entraînée en rotation par la force du vent permet la production d'énergie mécanique ou électrique en tout lieu suffisamment venté. Les applications de l'énergie éolienne sont variées mais la plus importante consiste à fournir de l'électricité. Ce sont des parcs d'aérogénérateurs ou «fermes» éoliennes. Ils mettent en œuvre des machines de moyenne et grande puissance (200 à 2 000 kW). Des systèmes autonomes, de 500 W à quelques dizaines de kW, sont intéressants pour électrifier des sites isolés du réseau électrique (îles, villages...), et récemment dans des buildings ultra modernes, citant ici les twin-towers du Bahreïn.

a. La production d'énergie mécanique grâce au vent :

Les éoliennes mécaniques servent le plus souvent au pompage de l'eau. L'hélice entraîne un piston, qui remonte l'eau du sous-sol. Cette technique est bien adaptée pour satisfaire les besoins en eau (agriculture, alimentation, hygiène) de villages isolés.

b. La production d'électricité par aérogénérateurs:

La figure ci-dessous présente les éléments principaux qui composent la machine. L'énergie du vent captée sur les pales entraîne le rotor, couplé à la génératrice, qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Celle-ci est ensuite distribuée aux normes sur le réseau, via un transformateur.

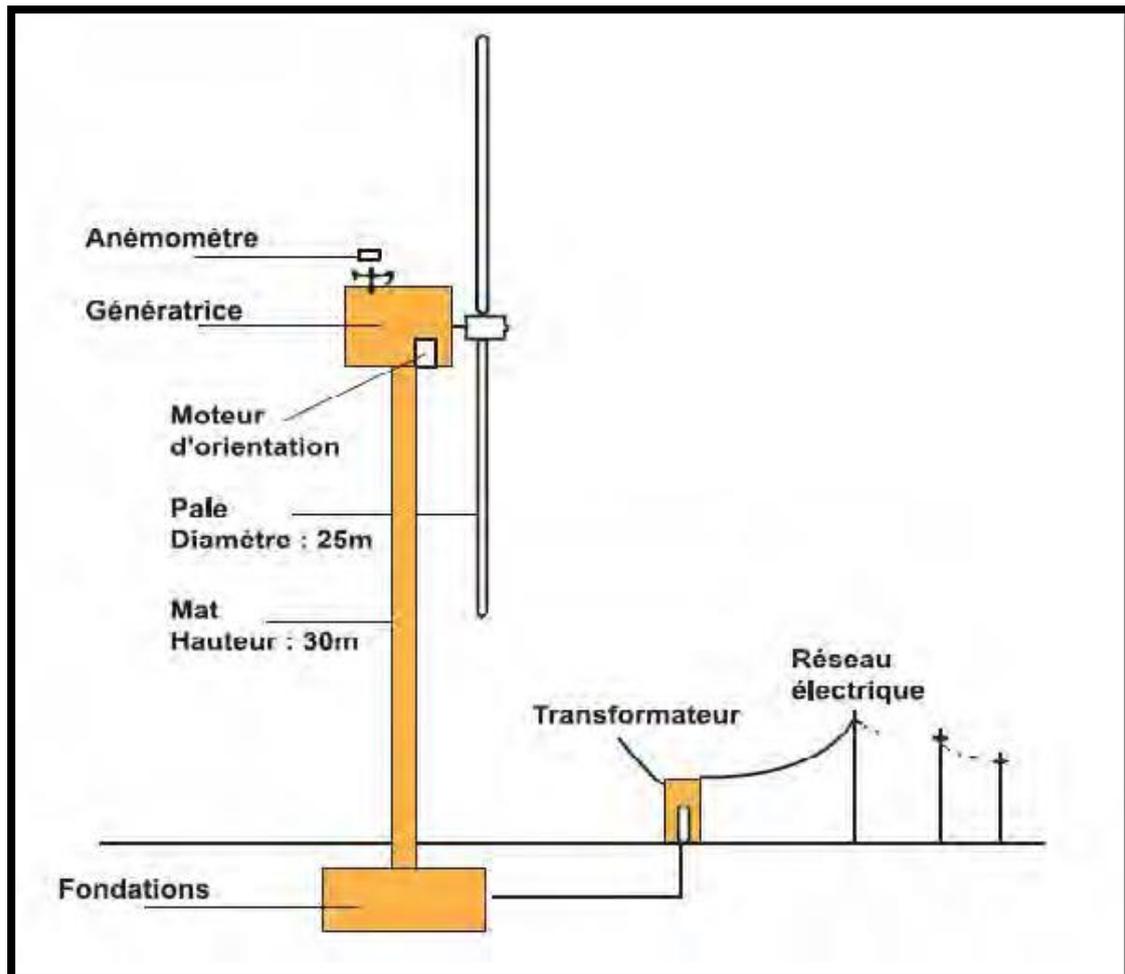


Figure I-16 . Fonctionnement d'une éolienne. Guide des Energies Renouvelables, 2007.

1.4.4. La géothermie :

Le principe de la géothermie consiste à extraire l'énergie contenue dans le sol pour l'utiliser sous forme de chauffage ou d'électricité. Partout, la température croît depuis la surface vers l'intérieur de la Terre. Selon les régions l'augmentation de la température avec la profondeur est plus ou moins forte, et varie de 3 °C par 100 m en moyenne jusqu'à 15 °C ou même 30 °C.

Cette chaleur est produite pour l'essentiel par la radioactivité naturelle des roches qui constituent la croûte terrestre. Elle provient également, pour une faible part, des échanges thermiques avec les zones internes de la Terre dont les températures s'étagent de 1000°C à 4300°C. Cependant, l'extraction de cette chaleur n'est possible que lorsque les formations géologiques qui constituent le sous-sol sont poreuses ou perméables et contiennent des aquifères (nappe souterraine renfermant de l'eau ou de la vapeur d'eau). On distingue quatre types de géothermie ; la haute, la moyenne, la basse et la très basse énergie.

a. La géothermie de haute énergie et de moyenne énergie:

La géothermie de haute énergie (> 180 °C) et de moyenne énergie (température comprise entre 100 °C et 180°C) valorisent les ressources géothermales sous forme d'électricité.

b. La géothermie basse énergie:

La géothermie basse énergie (températures comprises entre 30 °C et 100 °C) permet de couvrir une large gamme d'usages : chauffage urbain, chauffage de serres, utilisation de chaleur dans les processus industriels, thermalisme....Par rapport à d'autres énergies renouvelables, la géothermie présente l'avantage de ne pas dépendre des conditions atmosphériques (soleil, pluie, vent), ni même de la disponibilité d'un substrat, comme c'est le cas de la biomasse. C'est donc une énergie fiable et stable dans le temps. Cependant, il ne s'agit pas d'une énergie entièrement inépuisable dans ce sens qu'un puits verra un jour son réservoir calorifique diminuer. Si les installations géothermiques sont technologiquement au point et que l'énergie qu'elles prélèvent est gratuite, leur coût demeure, dans certains cas, très élevé.

c. La géothermie très basse énergie : les pompes à chaleur

Le principe des pompes à chaleur (PAC) qui utilisent la chaleur contenue dans le sol pour alimenter un plancher chauffant est connu depuis une vingtaine d'années, elle a subi de notables évolutions techniques qui lui permettent aujourd'hui de rivaliser avec les moyens de chauffage « Traditionnels ». Cependant une part non négligeable de l'énergie fournie par une PAC est d'origine électrique. La technique d'utilisation des PAC est basée sur des capteurs enterrés constitués d'un réseau de tubes dans lequel circule un fluide caloporteur : fluide frigorigène de type HCFC dérivé du fréon, ou de l'eau glycolée. Pour restituer cette chaleur dans le plancher chauffant de la maison plusieurs solutions existent. La plus répandue consiste à utiliser un «module de transfert» comprenant le compresseur, un ou deux échangeurs...La surface de captage préconisée varie entre 1,5 et 3,5 fois la surface chauffée de l'habitation. Une PAC peut être réversible et permettre au plancher de devenir rafraîchissant en période estivale. Pour 1 kWh électrique consommé, une pompe à chaleur produit en moyenne 2 à 4 kWh de chaleur. Une PAC est donc une forme adoucie de chauffage électrique. Les deux principales qualités de ce mode de chauffage sont liées au mode de diffusion de la chaleur par plancher chauffant basse température, et à la part d'énergie gratuite utilisée (qualités que l'on retrouve chez les Planchers Solaires Directs). Par contre des problèmes de gel précoce peuvent apparaître sur certains types de terrain pour des capteurs enterrés à faible profondeur, ainsi que des assèchements estivaux si la fonction rafraîchissement est utilisée. De plus les fluides frigorigènes sont nuisibles pour la couche d'ozone (certains d'entre eux sont interdits).

d. Les petites centrales hydrauliques (PCH) :

Depuis des siècles, l'énergie hydraulique est captée par les hommes : c'est ainsi qu'en 1688, la machine de MARLY, ensemble de 14 roues à aubes et tuyauteries a permis de refouler l'eau de la Seine à 162m de haut pour les besoins des étangs et fontaines de Versailles.

Les petites centrales hydrauliques sont présentes partout dans le monde mais leur dénombrement s'avère difficile. On estime que la capacité mondiale installée s'élève à 37000 MW³⁰. En «haute chute», l'eau d'une source ou d'un ruisseau est captée par une prise d'eau sommaire, elle est ensuite dirigée à travers une conduite vers une turbine située plus bas.

³⁰ www.ademe.fr, consulté en janvier 2011.

L'écoulement de l'eau fait tourner la turbine qui entraîne un générateur électrique et enfin l'électricité produite peut soit être utilisée directement, soit stockée dans des accumulateurs.

Enfin, l'eau est restituée à la rivière. En «basse chute», on ne passe plus par une conduite, l'eau est dérivée dans un canal sur lequel est aménagé la PCH.

En ce qui concerne le fonctionnement d'une centrale, la quantité d'énergie hydraulique produite dépend de deux facteurs :

-Le débit de la rivière et la hauteur de la chute.

-Une faible masse d'eau tombant de haut produira donc la même quantité d'électricité que beaucoup d'eau dévalant un faible dénivelé.

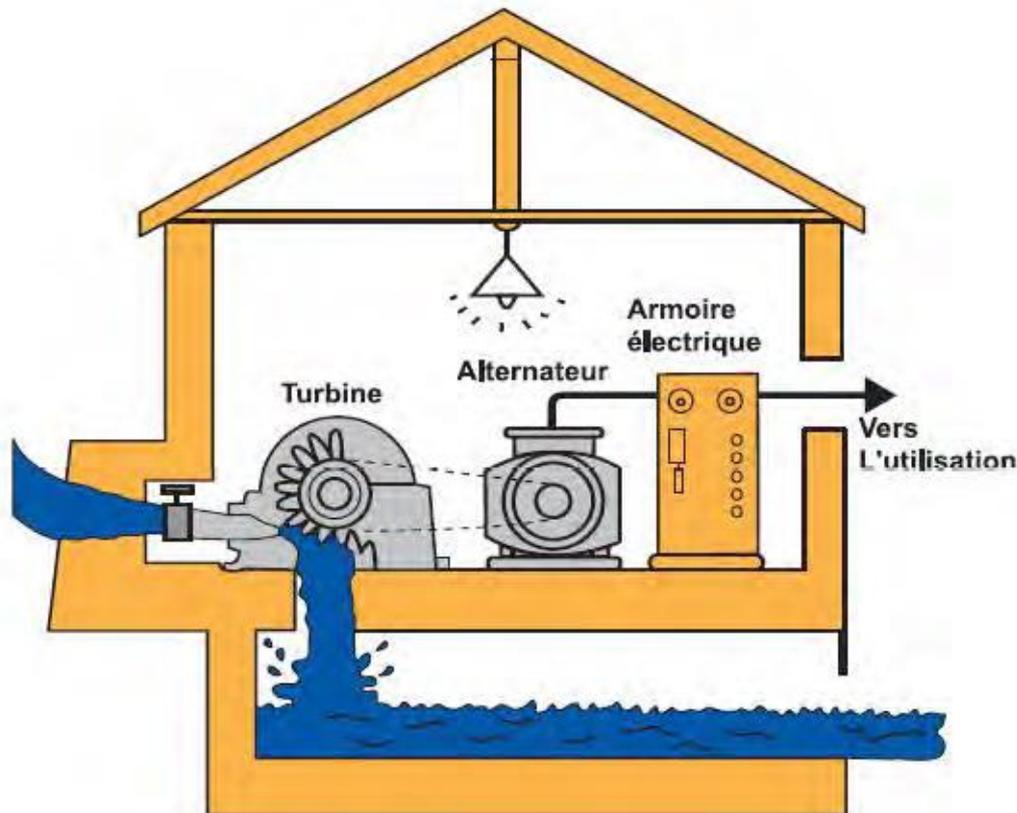


Figure I-17 . Centrale hydraulique, Source : Guide des Energies Renouvelables, 2007.

1.5. L'architecture et la technologie:

1.5.1. le Light - Tech : L'approche active

Cette approche propose une démarche intéressante par rapport à l'utilisation respective de techniques traditionnelles et de techniques numériques. La conception commence par la mise en place de procédés simples, ne demandant pas un énorme effort de mise en place et surtout d'entretien et est ensuite optimisée par des techniques plus développées, permettant d'obtenir de meilleurs résultats.

L'approche « active », plus consommatrice d'énergie, permet d'appréhender toutes les variations de l'environnement extérieur aussi bien que des activités et fonctions intérieures à la conception et durant leur cycle de vie, quelques soient le niveau de sollicitations exercées (chauffage-climatisation, ventilation, production et stockage

énergétique, traitement des eaux usées, sécurité et automatisation,...). Les solutions sont rassemblées dans un modules autonome de type « plug and play » concentrant les principales fonctions d'un bâtiment, avec un haut niveau d'automatisation, assurant le contrôle des paramètres clés.

Nous soulignerons donc l'importance des systèmes de chauffage, de ventilation, des équipements de gestion de l'énergie et les principales innovations des dernières années dans le bâtiment.

a. Les systèmes de chauffage:

Le chauffage est devenu source de confort au point que les systèmes de production, distribution et régulation sont de plus en plus performants : les bâtiments sont ainsi héritiers d'une approche de conception active.

Ainsi, alors que le remplacement d'une chaudière d'ancienne génération par une chaudière moderne (basse température ou à condensation) permet un gain de consommation énergétique de 20 à 30%, seulement 3% des chaudières sont remplacées en France chaque année alors qu'on compte 4,5 millions de chaudières de plus de 15 ans encore en service, soit un tiers du parc. La maintenance des systèmes de chauffage permet jusqu'à 10% d'économie d'énergie tandis qu'un contrat d'exploitation - avec garantie de résultats - dans le collectif résidentiel ou tertiaire engendre un gain d'énergie de l'ordre de 20 ou 25%, selon les situations.

La mise en place d'un régulateur de température sur un système de chauffage réduit sa consommation d'énergie globale de 7 à 15%. Le système de régulation se compose de robinets thermostatiques, d'un régulateur, d'un programmeur d'intermittence.

b. Les systèmes de ventilation:

En termes purement énergétiques, et compte tenu notamment de l'augmentation progressive de l'isolation des bâtiments, les déperditions liées à la ventilation représentent une part relative de plus en plus importante des besoins de chauffage des bâtiments (jusqu'à 30 %) ³¹. Il est d'autant plus important d'adapter au mieux la ventilation aux besoins. C'est aussi le moyen, dans les bâtiments climatisés, de limiter les consommations d'énergie en été ou en mi-saison. Ce poste peut être réduit par une ventilation hybride avec un système de ventilation naturelle pendant certaines périodes, (normalement plus de 50% de l'année). Idéalement, l'escalier central est incluse dans la stratégie de ventilation hybride. C'est surtout lorsque la structure est plus élevée que des effets thermiques peuvent être utilisés en jouant le rôle de moteur. Afin d'utiliser également l'énergie éolienne, la construction technique de la toiture de la circulation peut assister la ventilation naturelle.

La ventilation est un aspect essentiel car construire un bâtiment sans fuites thermiques nécessite de réduire les échanges d'air entre intérieur et extérieur. Si ces conditions favorisent l'impact calorifique des apports internes, l'environnement doit rester vivable et la qualité de l'air satisfaisante. Les systèmes évoluent vers plus d'efficacité (diminution des consommations des ventilateurs, meilleure diffusion d'air, échangeurs double flux haute efficacité, isolement acoustique, modulation de débit...). Les

³¹ Source : ADEME

gammes et types de produits permettent de répondre à des besoins de ventilation exigeants.

c. Les systèmes de gestion et production d'énergie:

La gestion de l'énergie permet de mieux intégrer les besoins des occupants en anticipant, si possible, leur consommation. A grande échelle, le management énergétique permet d'effectuer du délestage de charges électriques afin d'éviter des pics de consommation sur le réseau. L'avènement des compteurs intelligents centralisant les données d'offre et de demande contribuera à favoriser les flux. Un bâtiment peut être relié à des réseaux de chaleur ou d'électricité. Parmi les évolutions attendues, le concept de *smart grids*³² (réseaux 150 électriques intelligents) sera peu à peu mis en place à l'échelon régional et national. Le réseau énergétique sera global et les flux énergétiques seront bi directionnels (consommateur / producteur). Les bâtiments pourront, couplés à la production d'électricité par voie renouvelable, jouer le rôle de « tampon énergétique » ou même stocker de l'énergie (sous forme thermique dans de l'eau chaude sanitaire par exemple).

Le photovoltaïque permet la production d'électricité fondée sur la conversion de la lumière du soleil, source d'énergie renouvelable, par des photopiles, actuellement à base de silicium. Un système photovoltaïque complet comprend, outre les photopiles associées en modules et panneaux, un convertisseur courant continu-courant alternatif, un régulateur et, éventuellement, un équipement de stockage de l'électricité. La réduction des coûts de fabrication des systèmes photovoltaïques reste une priorité à court et moyen termes. Elle concerne en particulier la production de silicium de qualité « solaire », moins onéreux que celui de qualité « électronique ». À plus long terme, de nouveaux matériaux pourraient succéder au silicium cristallin : silicium amorphe, CIS (cuivre-indium-sélénium), CdTe (tellure de cadmium), matériaux organiques, en particulier sous forme de couches minces. Par ailleurs, l'amélioration de la partie conversion-gestion peut permettre de réduire les pertes et d'améliorer la fiabilité des systèmes photovoltaïques.

Toutefois, le solaire photovoltaïque reste, par nature, une source intermittente. Sa mise en oeuvre implique donc, en parallèle, un complément d'approvisionnement en électricité (réseau d'alimentation ou production locale, avec un groupe électrogène, par exemple) et/ou le stockage de l'électricité photovoltaïque produite durant les périodes ensoleillées – périodes qui ne coïncident pas nécessairement avec les périodes de consommation.

L'architecture évolue également dans une dynamique d'optimisation énergétique globale, impliquant une évolution des infrastructures et une meilleure gestion de l'énergie à travers des *smart grids*. Des réflexions sont menées sur les interconnexions envisageables, à l'instar de projets d'urbanisme conciliant moyens de transport individuels et bâtiments. Par exemple, des véhicules électriques pourraient charger leur batterie à partir du surplus d'énergie généré par les bâtiments à énergie positive. Ils seraient ainsi utilisés comme moyen de stockage.

³² Les Smart grids, sont des réseaux qui utilisent des technologies informatiques de manière à optimiser la production, la distribution, la consommation et qui a pour objectif de mieux mettre en relation l'offre et la demande entre les producteurs et les consommateurs d'électricité. Source : wikipedia

d. Les innovations techniques:

L'avenir du bâtiment à énergie positive s'inscrit dans le cadre des innovations techniques dans les matériaux, les techniques, les systèmes et la gestion de l'énergie. Au-delà des aspects énergétiques, l'enveloppe peut également intégrer des fonctions nouvelles : les composants de façade ou de toiture deviennent ainsi de plus en plus multifonctionnels. On peut envisager de passer des façades traditionnelles purement « statiques » aux façades « dynamiques », dont les propriétés (transparence, perméabilité à l'air ...) sont modulées automatiquement ou à la demande, en fonction des phases climatiques ou de la luminosité. Les façades peuvent également devenir démontables, évolutives, réutilisables et recyclables.

d.1. Les isolants sous vide:

La performance thermique des isolants sous vide se base sur la combinaison de deux phénomènes pour réduire la convection de la phase gazeuse : la basse pression pour éliminer le gaz au maximum et des matériaux nanoporeux tels que les poudres de silice et les aérogels, qui sont utilisés pour emprisonner le gaz restant dans des cavités de dimension inférieure au libre parcours moyen du gaz. Les effets de convection du gaz sont ainsi minimaux.

Avec une densité de 180 kg/m³, ces isolants améliorent considérablement l'inertie du bâtiment. A performance thermique équivalente, 1 cm d'isolant sous vide correspond à 6 cm de PSE et 9 cm de laine de verre. Le gain en surface et en volume dans le cadre d'isolation par l'intérieur est considérable. L'épaisseur de ces matériaux varie entre 15 et 30 mm, pour un coût entre 40 à 60 €/m². L'application de ces matériaux a été expérimentée en Allemagne. Elle est conseillée pour les portes, les coffres de volets roulants, les planchers de rénovation et les façades. Cependant la fragilité de ce produit limite son utilisation.

d.2. Les vitrages:

Les *vitrages actifs* verre passant instantanément de l'état transparent à l'état translucide grâce à une commande électrique ; le vitrage dont la coloration change, toujours à l'aide d'une commande électrique, selon la transmission lumineuse et le facteur solaire recherché ; enfin, les produits adaptables à la température ou à la luminosité ambiante. Parmi eux figure le projet Fluxeo, qui vise à inclure et à polariser des cristaux liquides dits «cholestériques» dans des vitrages. Capables de réfléchir ou de laisser passer la lumière, ces vitrages pourront chauffer le bâtiment ou le protéger du soleil, voire même produire de l'électricité lorsqu'ils intégreront du silicium photovoltaïque. En Allemagne, de nombreuses recherches sont menées par des instituts et entreprises pour développer des projets pilotes sur ces technologies de vitrage actif.

Les *vitrages PCM* intègrent 4 composantes du système dans une unité fonctionnelle: isolation thermique, protection contre la surchauffe, conversion de l'énergie et stockage thermique. Un triple vitrage isolant fournit une excellente isolation thermique d'une valeur $U = 0,48 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Un volet de prismes dans la lame d'air extérieure reflète le rayonnement solaire à haute altitude en été et les transmet à des altitudes inférieures à 35 ° en hiver. Un des composants essentiels est le fin module de stockage de chaleur dans un matériau à changement de phase, qui équivaut à une capacité de stockage d'environ 20 cm de béton. La chaleur est stockée dans le MCP

au moyen d'un procédé de fusion. Au cours de la nuit et les jours suivants, la chaleur stockée est livrée à l'intérieur pendant la recristallisation.

Les *vitrages photovoltaïques* intègrent des éléments capteurs d'énergie et offrent aux architectes et aux planificateurs de nouvelles possibilités pour la conception des façades qui produisent de l'énergie en conservant l'esthétique à travers la (Wafer Polycristallin Engineering). Les baies vitrées dans les immeubles de bureaux, les jardins d'hiver ou sur les toits ouvrants automobiles, constitueront des fournisseurs d'énergie à cellules PV transparentes. Les modules translucides POWER-CELLS peuvent être directement intégrés dans la façade. Tous les types commerciaux de verre sont adaptés, de verre feuilleté de sécurité à isolation thermique, vitrages, même les surfaces courbes peuvent constituer des générateurs solaires avec POWER-cellules. La matière première de base pour les cellules solaires est le silicium polycristallin. Les POWER-CELL mesurent 10 X 10 centimètres pour une épaisseur d'environ 0,3 millimètres. Chaque cellule produit, selon son type, entre 0,6 et 0,9 watts. Les cellules peuvent être intégrées dans des modules de différentes tailles, jusqu'à 2 X 3,5 mètres. Ils ont un pic de production de 80 watts par mètre carré. Le produit standard permet à un dixième de la lumière de passer en travers avec un taux d'efficacité de 10%. Dans l'avenir, les cellules permettront un maximum de 30% de transmission lumineuse et seront fabriquées sur demande. Une large surface de systèmes photovoltaïques sera possible avec la nouvelle technologie. La transparence remplace les modules classiques qui génèrent de l'ombre, contribuant ainsi à la diminution des coûts de construction et à la réduction des consommations d'énergie pour le refroidissement des pièces. La surface de la structure des cellules POWER devrait permettre d'accroître le rendement énergétique des systèmes.

4.2.3. Le High - Tech: L'approche « intégrée »

L'évolution des matériaux et des systèmes serait en train d'arriver à un point optimal. L'amélioration de l'isolation des bâtiments dans la recherche de la réduction des besoins énergétiques pour le chauffage, aurait inversé la logique du confort : un bâtiment fortement isolé aurait tendance à surchauffer plus qu'un bâtiment traditionnel, même en période hivernale [Sidler, 2007]. De même, les systèmes de ventilation, étanchéité à l'air, et éclairage sont de plus en plus performants. Il semblerait que l'évolution de l'architecture résiderait dans l'optimisation de l'enveloppe pour produire de l'énergie, et ceci se ferait à travers les nouvelles technologies de conception.

La conception « intégrée » est la mise en concordance des stratégies de conception bioclimatique avec l'ensemble des systèmes et des technologies innovantes dans les techniques et les modes de conception architecturale. Nous retrouverons cette réflexion dans « l'ère informatique » [Daniels, 1998].

« Les constructions traditionnelles du passé n'ont pas profité du grand nombre d'options techniques disponibles aujourd'hui, et pourtant elles nous orientent vers la bonne direction tout comme les bâtiments contemporains dans lesquels les ressources naturelles sont utilisées de façon optimale. Les bâtiments de demain devront répondre à des hautes exigences écologiques et techniques dans leur construction et délivrer à la fois le cadre nécessaire pour le traitement de l'information et la communication, ainsi qu'à l'automatisation et l'optimisation des processus. »

Klaus Daniels - dans le domaine de l'ingénierie environnementale - et plus tard Stephen Wolfram – dans le domaine des mathématiques appliquées à l'informatique [Wolfram, 2002] – développeront le concept d'optimisation du processus à travers le traitement des informations en couplage avec les structures de la nature. Autrement dit, l'évolution de la science pour Wolfram, et plus particulièrement de l'architecture pour Daniels, serait liée à un rapprochement de la structure d'un bâtiment aux *structures formelles* existantes dans la nature. Ceci est valable non seulement pour l'interprétation ou la représentation de ces formes, mais pour la compréhension des conditions de l'environnement comme éléments générateurs d'une *morphologie*.

Le parallèle établi entre *forme* et *structure* n'est pas gratuit. Nous avons évoqué précédemment §4.1 la composante *systémique* de l'architecture héritée de Le Corbusier dans sa vision du logement comme une machine à habiter. Celle-ci sera considérée plus tard comme une machine à produire du *confort* (domotique).

Mais il est important de comprendre que les principes de l'architecture moderne évoqués par Le Corbusier, séparaient la *structure* de l'*enveloppe* (pilotis, toit-terrasse, plan libre, fenêtre en longueur, façade libre). Il a anticipé qu'il y aurait une évolution naturelle de l'architecture en se détachant des murs porteurs avec le développement des matériaux et des techniques constructives. Par conséquent et depuis plusieurs décennies, la *morphologie* du bâtiment est déterminée par une enveloppe indépendante de la structure.

Or, les investigations de Wolfram [Wolfram, 2002] sur la relation entre les mathématiques et les structures de la nature montrent que ces dernières correspondent à des expressions optimales en réponse à une problématique du contexte environnant. Par ex., le développement morphologique d'une plante répond à la maximisation des surfaces d'enveloppe en partie haute pour le captage de l'énergie solaire, l'optimisation des canaux de conduite des fluides, et l'utilisation performante des ressources disponibles, comme l'eau. L'observation des structures dans la nature nous montre à quel point elles sont optimales. La relation entre forme et structure serait donc plus étroite.

Kas Osterhuis, architecte et professeur de l'Université TU Delft a repris les travaux de Wolfram [Wolfram, 2002] de façon à intégrer les nouvelles technologies dans la conception architecturale. A partir de la compréhension des structures optimales de la nature il serait possible de modéliser le processus de construction morphologique d'une entité. En d'autres termes, l'optimisation *morphologique* d'une structure répondrait à une logique d'optimisation des ressources disponibles dans son environnement.

Osterhuis montre dans quelle mesure – à différence de Corbusier - la recherche de la performance d'un bâtiment rapproche la structure de son enveloppe. On pourrait même affirmer que les enveloppes sont en train de devenir des structures au point d'être fusionnées. Le mouvement moderne a produit des nombreux exemples de rapprochement de ces deux composantes, comme le *Seagram building* de Mies Van der Rohe à New York. Cependant, la différence résiderait dans l'évolution vers une des enveloppes qui suivent une logique *organique* et non pas une logique *industrielle* de répétition.

Conclusion

Les avancées techniques ont permis aujourd'hui d'optimiser la performance énergétique des bâtiments du point de vue de la qualité des matériaux et du rendement des systèmes. Il est certain que la prolifération des solutions techniques a donné lieu au développement de projets «écologiques» sous forme de maisons individuelles, voire des «quartiers écologiques». La conception des bâtiments performants repose en grande partie sur des techniques innovantes, mais elle laisse parfois de côté une réflexion plus vaste sur l'architecture. Il n'est pas étonnant que la plupart des projets d'habitation écologique ressemblent les uns des autres, au point de devenir quasiment identiques.

Nous pouvons comprendre l'intégration de la composante énergétique à la conception d'un bâtiment, à partir de la transition entre une « machine architecturale » vers une « entité énergétique ». Ceci suppose le dépassement de l'état purement mécaniciste et fonctionnel d'une cellule de logements, pour aborder la réflexion sur l'influence de l'environnement extérieur sur la configuration générale des bâtiments (implantation, forme et caractérisation des espaces).

Cependant, malgré l'essor des architectures bioclimatiques, les bâtiments écologiques du futur ne fonctionneront plus sur des systèmes uniquement passifs. L'architecture évolue vers l'intégration des nouvelles technologies, non seulement dans les matériaux, les systèmes ou les techniques constructives, mais dans les modes et les outils de conception. Ces outils devront s'intégrer certainement aux nouveaux modes de conception de l'architecte, et ils vont modifier l'approche architecturale à certaines caractéristiques de l'environnement.

Il faut considérer en particulier l'évolution des outils de design paramétrique, qui seraient les seuls capables d'intégrer les données environnementales, de synthétiser des grandes quantités d'information pour le concepteur et de représenter des morphologies optimales.

I.2. Deuxième chapitre : Etat de l'art

Introduction

Plusieurs recherches et travaux ont été poussés sur les bâtiments énergétiquement performants. Ces derniers connaissent actuellement un grand intérêt, grâce au rôle important qu'ils jouent : d'une part, leur contribution à la réduction des émissions des gaz à effet de serre par la réduction des besoins énergétiques, et d'autre part, leur garanti de bien être des occupants (notamment le confort thermique).

Ce chapitre représente un état de l'art sur les bâtiments à zéro énergie, afin de faire un bilan de connaissances. Il présente un aperçu sur l'évolution des bâtiments performants, les définitions des concepts et leurs principaux caractéristiques.

2.1. Expériences internationales:

2.1.1. Le centre d' héritage Aldo Leopold (Baraboo, Wisconsin, USA):



Figure I-18 . Le centre Aldo Leopold source: www.dorma-hueppe.com

Ouvert au public en 2007, le Centre Aldo Leopold Legacy, ou Leopold Center, sert de siège pour la Fondation Aldo Leopold, un centre d'accueil et une salle de réunion .

Des dizaines d'entreprises de conception et d'ingénierie, des conseillers techniques, des entrepreneurs, des fournisseurs, des artisans et d'autres partenaires ont travaillé sur le bâtiment , y compris l'architecte en chef, The Kubala Washatko Architects et le directeur de la construction, Oscar J. Boldt Construction .

Construit pour répondre aux normes les plus élevées en matière de conception et de construction «écologiques», le Centre Leopold incarne le concept d' éthique foncière d' Aldo Leopold : l'idée que les gens vivent sur terre non seulement à leur avantage, mais aussi pour profiter du sol , L'eau, les plantes et les animaux qui composent "la terre", aussi³³.

a. Le «plus vert» des bâtiments:

Suite à une évaluation rigoureuse, le programme Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) a attribué le Centre Leopold 61 des 69 points possibles en 2007, plus que tout autre bâtiment aux États-Unis à l'époque. C'était aussi le premier bâtiment à être certifié «carbone neutre» par LEED, ce qui signifie que ses activités annuelles ne produisent aucun gain net dans les émissions de dioxyde de carbone. Et il s'agit d'un bâtiment énergétique net nul, répondant à tous ses besoins énergétiques sur le site.

³³ www.aldoleopold.org

En fait, malgré les hivers glaciaux du Wisconsin et les étés chauds et humides, le Centre Leopold utilise 70 pour cent d'énergie de moins qu'un bâtiment typique de sa taille. De cette façon, le centre nous aide non seulement à imaginer comment nous pouvons utiliser les ressources de manière plus judicieuse pour la santé de la planète, mais aussi de nombreuses autres façons de mettre l'éthique terrestre de Léopold en pratique.



Figure I-19 . Le centre Aldo Leopold source: www.dorma-hueppe.com

b. Projet et construction:



Figure I-20. Le centre Aldo Leopold source: www.countymaterials.com

Dans la conception et la construction du Centre Leopold, nous avons embrassé à la fois les nouvelles technologies et les idées éprouvées pour que le centre crée des liens positifs entre le paysage bâti et le paysage naturel.

Les bureaux et les espaces de réunion sont éclairés par la lumière du soleil et refroidis par des brises naturelles de l'extérieur. Les plantations autochtones sur le terrain du centre se fondent dans les savanes et les forêts environnantes. Le bâtiment utilise également des sources d'énergie renouvelables pour le chauffage, le refroidissement et la puissance, réduisant notre dépendance à l'égard des combustibles fossiles et des émissions nettes de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

En outre, les arbres plantés par Aldo Leopold et sa famille dans les années 1930 et 40 sont une composante importante du bâtiment dans le centre de Leopold. En intégrant autant de bois local que possible, le bâtiment a été intégré aux efforts de conservation en cours sur le Leopold Shack and Farm.

c. S'installer dans le paysage:



Figure I-21. Le centre Aldo Leopold source: www.aldoleopold.org

Les architectes et les ingénieurs qui ont conçu le bâtiment ont réfléchi attentivement à sa place dans le paysage plus vaste et à la façon dont les visiteurs l'expérimenteraient - en bref, comment le Centre Léopold habitait son monde. Les valeurs écologiques et culturelles ont déterminé son placement. Le Leopold Center est proche de la Cabane sans l'avoir surdimensionné. Il se trouve

nécessairement au-dessus de la plaine d'inondation de la rivière Wisconsin, et a été construit sur un site déjà perturbé (où deux maisons se trouvaient autrefois) plutôt que dans une zone naturelle.

L'expérience du visiteur était également critique. Le centre emploie une disposition sur le campus, avec de nombreux points d'accès entre les espaces intérieurs et extérieurs pour souligner la connexion du visiteur à la nature même à l'intérieur. De même, les plantations autochtones autour du bâtiment, des parcs de stationnement et des chemins renforcent la beauté de notre patrimoine naturel. L'empreinte de toutes les zones imperméables (bâtiment et stationnement) a été réduite au minimum, permettant autant de pluie que possible de tremper naturellement dans le sol. De même, les eaux pluviales du toit sont transportées par un aqueduc vers notre rain garden, où la pluie est absorbée par le sol et les plantes indigènes.

d. Matériaux locaux:



Figure I-22. Les arbres initialement plantés par la famille Leopold ont été utilisés pour construire le bâtiment.
source: www.aldoleopold.org

En 1935, Léopold a choisi une ferme usée et abandonnée pour un camp de chasse familiale. Pendant plus d'une décennie après, il et sa famille ont planté des milliers d'arbres dans la cabane et la ferme de Leopold pour conserver le sol, fournir un habitat à la faune et retrouver la beauté et la folie dans les terres épuisées.

En 2003, les forestiers ont déterminé que ces «pins de Léopold» étaient surpeuplés et souffraient de la concurrence. La sécheresse, la maladie, le vent ou une épidémie d'insectes pourraient tuer beaucoup d'entre eux. Ainsi, les forestiers ont recommandé un éclaircissement des plus petits arbres pour restaurer la santé de la forêt. Dans le même temps, un bois de chêne sur la propriété a été coupé pour soutenir les chênes amoureux de la lumière, une partie importante mais décroissante du paysage du sud du Wisconsin.

Non seulement ces récoltes aident à restaurer la forêt, mais elles ont également fourni une quantité impressionnante de bois de haute qualité. Fabriqués en colonnes, poutres et chevrons dans le Centre Leopold, les chênes, les pins et les cerisiers récoltés forment maintenant un bel espace pour découvrir l'héritage de Léopold.

Nous avons également utilisé des arbres de petit diamètre "en rond" comme supports structurels - démontrant une utilisation de grande valeur pour un produit en bois typiquement bas.

Le Leopold Center comprend également des matériaux réutilisés. Notre aqueduc d'eaux pluviales et la cheminée dans notre hall sont confrontés au calcaire récupéré. Il a été récupéré à partir d'un cintre d'avion construit par le Corps civil de conservation dans les années 1930 à l'aéroport régional du comté de Dane.

e. Énergie renouvelable et efficacité énergétique:



Figure I-23. Un aqueduc transmet les eaux pluviales du toit à un raingarden. source: www.aldoleopold.org

Le Leopold Center utilise 70% moins d'énergie qu'un bâtiment typique de sa taille. Environ la moitié de ces économies d'énergie proviennent de solutions de conservation familières, telles que la lumière du jour afin de réduire les besoins en éclairage; Installer des niveaux d'isolation plus élevés que standard; Et fournir une ventilation naturelle à travers les fenêtres et les portes.

Le bâtiment comprend également des surplombs de toit pour bloquer le soleil en été et une «zone de flux thermique» pour réduire le flux de chaleur entre le bureau principal et l'extérieur.

En plus de ces techniques de conservation, l'utilisation intensive des énergies renouvelables par le bâtiment l'a permis d'obtenir une certification «carbone neutre» et «énergie nulle nette». Le neutre en carbone signifie que le bâtiment ne produit pas d'émissions nettes de dioxyde de carbone dans l'atmosphère et l'énergie nette nulle signifie que tous les besoins énergétiques annuels du centre sont satisfaits sur place.

Quelles sont ces sources renouvelables? Les panneaux solaires sur le toit du bâtiment captent l'énergie du soleil pour générer de l'électricité et chauffer l'eau. Plusieurs cheminées et poêles à bois - alimentés par des barrages forestiers et des arbres sélectionnés avec soin de la propriété - réduisent notre dépendance à l'égard des énergies non renouvelables telles que le charbon et le gaz naturel.

Le centre utilise également un système d'énergie géothermique pour le chauffage, le refroidissement et la ventilation. Par rapport aux extrêmes de la température de l'air qui se produisent au cours d'une année typique du Wisconsin, les températures souterraines restent relativement stables. Les systèmes géothermiques en profitent, en extrayant la chaleur du sol en hiver et en l'utilisant pour dissiper la chaleur en été.

Avec l'énergie rayonnante du sol fournissant une partie du chauffage et du refroidissement, le centre a besoin de moins d'énergie globale pour rester au chaud en hiver et frais en été³⁴.

³⁴ www.aldoleopold.org

2.1.2. Adam Joseph Centre Lewis pour les études environnementales, Oberlin College (Oberlin, Ohio, USA):



Figure I-23. Adam Joseph Lewis Centre. source: www.chippendaleconsulting.com

- Date : 2000
- Adresse : 122 Elm Street
- Architectes / Collaborateurs: William McDonough + Partners, Charlottesville, VA (architectes) CT Consultants, Inc., Lorain, OH (ingénieur civil); Mosser Construction, Inc., Fremont, OH (entrepreneur) John Lyle Andropogon Associates, Ltd., Philadelphie, PA (architecte paysagiste).
- Style: Postmoderne

a. Matériaux:

Les concepteurs ont souligné la durabilité et le faible impact environnemental lors du choix du matériel. Parmi leurs priorités figuraient des produits durables, à faible entretien, tels que des unités de maçonnerie en béton pour les murs intérieurs, des murs extérieurs en brique et des châssis en acier recyclé. D'autres produits recyclés ou réutilisés comprennent l'aluminium pour le toit, les fenêtres et les panneaux de rideaux, les carreaux de céramique dans les toilettes et les cloisons de toilette.

Les concepteurs ont également cherché des produits de service qui sont loués plutôt que des moquettes achetées et louées pour le bâtiment. La moquette est placée sur des carrés qui peuvent être remplacés car ils sont usés. La société de crédit-bail peut réutiliser ou recycler le tapis utilisé qu'il supprime du bâtiment.

Le bois dans tout le bâtiment provenait de forêts certifiées gérées durablement dans le nord de la Pennsylvanie .



Figure I-24. Adam Joseph Centre en état de construction. source: www.new.oberlin.edu

b. Chauffage, refroidissement et ventilation:

Le climat de l'Ohio a à la fois des conditions de chauffage et de refroidissement. En été, la chaleur et l'humidité sont répandues; L'hiver apporte des températures froides avec beaucoup de couverture nuageuse. Les concepteurs ont choisi de tempérer le bâtiment avec un système de pompe à chaleur en boucle fermée, qui utilise la température constante de la Terre sous terre pour chauffer et refroidir le bâtiment et par des techniques passives.

Dans ce système, l'eau circule à travers le bâtiment à partir de 24 puits géothermiques, chaque 240 pieds de profondeur. Les pompes à chaleur transfèrent la chaleur des tuyaux dans le bâtiment. Les unités de pompage eau-air individuelles chauffent et refroidissent les salles de classe, les bureaux, l'auditorium et la salle de conférence. Au cours de l'hiver, une pompe à chaleur eau-eau réchauffe l'atrium à l'aide d'un chauffage au sol radiant qui fait circuler de l'eau chauffée à travers des tuyaux incorporés au sol.

Le bâtiment est allongé le long de l'axe est-ouest pour fournir un peu de chauffage solaire passif pendant les mois d'hiver. Le sol d'hiver inférieur atteint la masse thermique dans les sols en béton et la maçonnerie intérieure exposée, qui conserve et ré-irradie de la chaleur pour tremper l'espace. Les vitres sont traitées avec un revêtement à faible émissivité pour réduire la quantité de chaleur perdue.

Au cours de l'été, les avant-toits surplombent les fenêtres du sud du soleil élevé et un treillis est conçu pour nuire à l'atrium du soleil sur le côté est, ce qui réduit le gain solaire. Les fenêtres utilisables permettent une ventilation naturelle, en particulier dans l'atrium.

Lorsque le bâtiment est activement chauffé ou refroidi, un ventilateur de récupération d'énergie échange la chaleur entre l'air sortant et l'air entrant. Les contrôles programmés et individuels permettent d'équilibrer l'efficacité énergétique et le confort des occupants.



Figure I-25. Adam Joseph Centre . Source: www.pinterest.com

c. Énergie:

Plus de 4 000 pieds carrés de panneaux photovoltaïques (PV) couvrent le toit, fournissant jusqu'à 45 kilowatts d'énergie électrique pour le bâtiment. Le système photovoltaïque est interconnecté par la grille: le bâtiment renvoie l'énergie à la grille lorsque le système photovoltaïque produit plus que l'utilisation du bâtiment, et il importe de l'énergie lorsque le système photovoltaïque ne produit pas assez pour répondre aux besoins du bâtiment. Les contrôles de construction intégrés gèrent les systèmes de traitement mécanique, de sécurité, d'incendie et d'eau, optimisant l'efficacité énergétique.

d. Éclairage:

Les fenêtres expansives orientées vers le sud du bâtiment offrent une lumière du jour pour l'atrium et les salles de classe. Lorsque l'éclairage électrique est nécessaire, les luminaires efficaces, les variateurs et les capteurs réduisent la quantité d'énergie

utilisée. Les systèmes de gradation permettent aux occupants de contrôler les niveaux d'éclairage, en économisant de l'énergie en réduisant l'utilisation de l'éclairage à pleine puissance. Les salles de classe, les bureaux, les couloirs et les toilettes ont un éclairage sensible aux mouvements, s'allumer lorsque les pièces sont occupées. Les feux de passage sont également connectés aux capteurs photo, qui remplacent les capteurs d'occupation en cas de lumière du jour. Les surfaces de couleur claire et les fenêtres intérieures profitent au maximum de la lumière dans le bâtiment.

e. Paysage:



Figure I-26. Adam Joseph Centre . Source: www.studyblue.com

L'environnement du bâtiment fait partie intégrante du Centre Adam Joseph Lewis. L'aménagement paysager comprend un échantillonnage d'écosystèmes, y compris les microcosmes de forêts de feuillus et les zones humides d'origine urbaine originaires de l'Ohio.

Un verger de 50 poires et pommiers et un jardin de permaculture démontrent l'agriculture urbaine, et une berme en terrasses réduit l'érosion et isole le côté nord du bâtiment. Une citerne, des drains étendus et les zones humides empêchent les précipitations au centre de surcharger le système de collecte des eaux pluviales de la ville pendant de fortes pluies.

Les chemins, les bancs de pierres et un jardin de roche constituent une partie du paysage "social" du bâtiment, dont le centre est une place de soleil, un hommage à la chaleur, à la lumière et à l'énergie que le soleil fournit au centre³⁵.

³⁵ Highlighting High Performance: Adam Joseph Lewis Center for Environmental Studies, Oberlin College, Oberlin, Ohio, Shannon Burgert: NREL, page: 03.

2.2. Expériences nationales:

Siège du Touring Voyages Algérie à Biskra (mellaoui smail) :



Figure I-27. Siège du Touring Voyages Algérie à Biskra. Source: mellaoui-smail.com



Figure I-28. Siège du Touring Voyages Algérie à Biskra. Source: mellaoui-smail.com

«Le projet se situe dans la ville de Biskra qui tire ses origines des Carthaginois. La ville est bâtie dans la plaine, surnommée La Reine des Zibans, elle est située à 470km au sud d'Alger. Biskra est très connu pour Les palmeraies qui l'entourent et qui font la richesse économique de cette région. En effet, c'est là que poussent les dattes " Deglet Nour " ou " Doigts de lumière " connues mondialement. C'est un Oasis de 150.000 palmiers (13.000 hectares) qui produisent les dattes de 1ère catégorie. Par rapport au terrain j'avais à traiter un bâtiment d'angle, ce que j'ai fait. Mais avec le souci d'assurer une continuité et une fluidité de lecture de la façade sud. D'où la forme en demi-cercle je voulais aussi donner l'impression d'un équipement important de par la taille cela à cause du programme très concis de l'agence touristique. Pour ce projet, j'ai porté principalement ma réflexion sur l'aspect climatique. Je voulais protéger mon bâtiment des chaleurs de l'été de Biskra, j'avais à l'esprit la canicule de 2012 qui a malheureusement fait pas moins de 50 victimes dans cette wilaya. Donc j'ai pensé aux oasis, à la palmeraie et je me suis dit tout simplement : Le Touring de Biskra doit devenir une palmeraie pour ses clients. C'était le parti architectural que j'avais pris. »³⁶



Figure I-29. Siège du Touring Voyages Algérie à Biskra. Source: mellaoui-smail.com

³⁶ www.archilovers.com

Conclusion:

Les bâtiments performants ont tous un point commun : ils se veulent de garantir un confort plus important à leurs occupants et de réduire les besoins énergétiques par une conception architecturale bioclimatique et par l'usage de technologies plus efficaces. Ces concepts des bâtiments sont définis par un ensemble d'objectifs (niveau de performance à atteindre) et de solutions techniques destinés à guider le concepteur. Ce dernier, en s'appuyant sur divers outils d'aide à la conception, associe des techniques, matériaux, structures et équipements de manière à atteindre au mieux les objectifs fixés.

Donc, afin de concevoir des bâtiments performants, il apparaît plus efficace de prendre en considération l'aspect environnemental et la performance énergétique en particulier dans les phases amont de la conception.

Conclusion de la première partie I :

Dans cette partie, nous avons présenté le contexte énergétique du monde et d'algerien. On a ciblé le secteur du bâtiment, parce que ce secteur et son usage présentent de nombreux inconvénients, et tout particulièrement pour l'environnement. En effet c'est le secteur le plus consommateur d'énergie et le plus émetteurs des gaz à effet de serres. Les chiffres parlent d'eux-mêmes. A cet égard, il apparaît bien que le secteur du bâtiment est l'un des acteurs majeurs de l'intégration du développement durable et présente un très fort potentiel d'amélioration d'efficacité énergétique.

Ensuite, nous avons dressé l'état de l'art des bâtiments performants en termes de réglementation thermique, de labels, de caractéristiques, d'applications et de technologies. Cet état de l'art montre que les démarches du bâtiments à basse consommation d'énergie, reposent sur un même principe, à savoir, la réduction des besoins énergétiques et la production du complément des besoins via de systèmes efficaces utilisant diverses sources d'énergie, y compris des énergies renouvelables.

Cette réduction des besoins énergétiques est atteinte par une conception architecturale bioclimatique et par l'usage de technologies plus efficaces. Donc, le poste prioritaire d'investissement d'efficacité énergétique doit être dédié à la conception architecturale performante. Cette dernière doit prendre en considération l'aspect environnemental en générale et l'aspect énergétique en particulier dans les processus de conception architecturale du bâtiment.

II. Deuxième partie: Règlementation et état de lieu

II.3. Troisième chapitre: Corpus législatif et réglementaire: La maîtrise de l'énergie

Introduction

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédant, l'amélioration des pratiques dans le domaine du bâtiment constitue un gisement d'économie d'énergie important. Plusieurs recherches et travaux ont été poussés sur les bâtiments énergétiquement performants. Ces derniers connaissent actuellement un grand intérêt, grâce au rôle important qu'ils jouent : d'une part, leur contribution à la réduction des émissions des gaz à effet de serre par la réduction des besoins énergétiques, et d'autre part, leur garanti de bien être des occupants (notamment le confort thermique).

Ce chapitre présente les principales réglementations thermiques et les labels d'efficacité énergétiques, de fait que les différents concepts des bâtiments performants sont souvent accompagnés des règlements ou associées à des labels.

3.1. Règlementation internationale:

3.1.1. La réglementation thermique française:

a. La réglementation thermique 2005 (RT2005) :

Qui fait suite à la réglementation 2000. Elle s'applique aux bâtiments neufs (ou extension de bâtiment) à vocation résidentiels et non résidentiels (tertiaires, bâtiments industriels...), elle est applicable à tous les permis de construire depuis 1er septembre 2006 (décret et arrêt de 24 mai 2006).

Cette réglementation renforce les exigences de performance énergétique des bâtiments neufs, par rapport à la réglementation thermique précédente (RT 2000), de 15 %. Parmi ses exigences aussi : la consommation énergétique primaire pour les besoins de chauffage, rafraîchissement, ventilation, éclairage et production d'eau chaude sanitaire (ECS) d'un bâtiment doit être au maximum de 130 kWh/m².an contre 250 kWh/m².an en cas de chauffage électrique, tandis que le parc existant se situe à 400 kWh/m².an en moyenne [MAES P. 2010, p.19].

Les autres objectifs de la RT2005 sont [MAES P. 2010, p.20]:

- la valorisation de la construction bioclimatique, qui permet de diminuer les besoins de chauffage et d'assurer un meilleur confort d'été.
- un renforcement des exigences sur l'enveloppe ce qui implique un renforcement de l'isolation thermique (+ 10 % sur les déperditions par les parois opaques et les baies vitrées, + 20 % sur les déperditions par les ponts thermiques).
- la valorisation des énergies renouvelables par une meilleure prise en compte des chaudières bois, capteurs solaires thermiques et photovoltaïques, pompes à chaleur.
- la prise en compte des consommations relatives à la climatisation (la limitation du recours à la climatisation mécanique).
- la prise en compte des consommations relatives à l'éclairage étendue au résidentiel.

a. La réglementation thermique 2012 (RT2012) :

La RT 2012 rentra en application à partir du 1er juillet 2011, pour tous les permis de construire déposés pour les bâtiments neufs du secteur tertiaire, et à partir du 1er janvier 2013, pour tous les permis de construire déposés pour tous les autres types de bâtiments neufs.

Elle augmentera les exigences réglementaires de façon à pouvoir atteindre petit à petit l'objectif fixé à moins de 40 % de consommation d'énergie en 2020. Dans cette réglementation les besoins en énergie des bâtiments neufs sont divisés par 2 à 2,5 par rapport à la pratique actuelle de la RT 2005 et l'exigence de performance des systèmes de chauffage sera ainsi relevée de 10 à 20 % et l'éclairage sera lui réduit en puissance de 30 % [rt2005, 2011].

3.1.2. Les labels de performance énergétique au monde:

Les labels sont des indicateurs en termes de confort, de performance énergétique et de respect de l'environnement, afin de réaliser des bâtiments à faibles consommations d'énergie, ils s'appuient sur des référentiels et sont soumis à des procédures d'audit et d'évaluation. Les principaux labels -notamment européens- sont les suivants :

a. PASSIVHAUSS (Allemagne):

Est un concept global de construction de bâtiments à très basse consommation d'énergie. Créé en 1996 créé par le Dr. Wolfgang Feist, il évolue régulièrement en intégrant de nouvelles données fournies par le Passivhaus Institut (PHI). Le label Maison Passive/Passivhaus s'applique à tous les bâtiments neufs et à la rénovation, aux maisons individuelles, logements collectifs et individuels groupés, bâtiments d'enseignement, immeubles de bureaux, bâtiments publics, etc.

Un bâtiment Passivhaus est caractérisé par trois principes de base [MAES P. 2010, p.44]: des besoins en chauffage minimisés à l'extrême (l'utilisation de l'énergie solaire passive), une enveloppe très étanche et une faible consommation en énergie primaire totale.

Les principaux critères correspondant au label Passivhaus (Allemagne) sont les suivants [MAES P. 2010, p.45] [Passivhaus, 2012]:

- Consommation pour le chauffage en énergie finale inférieure à 15 kW.h/m².an
- Consommation totale du bâtiment (chauffage, eau chaude sanitaire (ECS), ventilation et électricité domestique) en énergie primaire inférieure à 120 kW.h/m².an.
- Puissance de chauffage maximale : 10 W/m².
- Etanchéité à l'air 0.6 vol/h pour une différence de pression de 50 Pa entre l'intérieur et l'extérieur.
- Ventilation double flux (récupérateur de chaleur avec rendement de plus de 75%).

b. MIN ENERGIE® (Suisse):

Créé en 1998, Le label MINERGIE® est un label de qualité destiné aux bâtiments neufs ou rénovés, il peut s'appliquer à tout type de bâtiment : individuel, collectif, tertiaire, commercial, industriel ; hôpital école, hôtel-restaurant,....Ce label vise [MINERGIE, 2012] à promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie et avec l'utilisation des énergies renouvelables pour assurer le confort des usagers du

bâtiment. Afin d'obtenir le label Minergie, la consommation pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire (ECS), la ventilation et la climatisation en énergie finale doit être inférieure à un seuil de référence en énergie primaire et le surcoût de construction doit être limité par rapport à un bâtiment standard.

Un bâtiment Minergie est caractérisé par trois principes de base [MAES P. 2010, p.35]:

- Une enveloppe à isolation thermique renforcée et étanche à l'air ;
- Une aération automatisée et économe en énergie ;
- Une production de chaleur à haut rendement et associée à l'utilisation d'énergies renouvelables (bois, solaire).

Il existe quatre labels qui certifient l'efficacité énergétique dans les bâtiments:

b.1. MINERGIE® standard :

Les principales exigences à respectées sont les suivantes [MINERGIE®, 2012]: des exigences primaires pour l'enveloppe du bâtiment, un renouvellement de l'air au moyen d'une aération de type double flux, une valeur limite de consommation pondérée en fonction de la localisation (stations météo de référence) et de l'altitude, un justificatif du confort thermique d'été, des exigences supplémentaires suivant la catégorie de bâtiment (éclairage, froid industriel et production de chaleur).

Dans ce label la consommation énergétique doit être inférieure à 42 kW.h/m².an et le Surcoût par rapport à un bâtiment standard équivalent inférieur à 10%.

b.2. MINERGIE-P® (passif) :

Créé en 2003. Le référentiel du label Minergie-P correspond au standard "Passivhaus" parce qu'il intègre en grande partie les critères des constructions passives : sur isolation, étanchéité à l'air contrôlée, ventilation double flux à haut rendement.

L'objectif premier est de réduire la consommation énergétique qui doit être inférieure à 30 kWh/m².an et les besoins en chauffage inférieurs à 15 kWh/m².an. Le dimensionnement de la puissance de chauffage doit être inférieur à 10 W/ m². Et le surcoût égal au maximum à 15% par rapport à un bâtiment standard [Fadi CHLELA, 2008, p.17] (fig.II-3).

b.3. MINERGIE-Eco (écologique) :

Créé en 2006. Les exigences liées au confort et de rendement énergétique sont identique à Minergie ou Minergie-P, mais les bâtiments certifiés Minergie Eco doivent répondre à des exigences supplémentaires ; sanitaires (lumière, bruit et air intérieur) et écologiques (matière première, fabrication et déconstruction) [MAES P. 2010, p.40].

b.4. MINERGIE P-Eco (passif et écologique):

Il est le plus exigeant des labels proposés par Minergie, Minergie-P-ECO est un

label qui combine les labels Minergie-P et Minergie-ECO, c'est-à-dire la combinaison des différents critères, ce qui fait que Minergie-P-ECO est un label extrêmement difficile à obtenir.

c. ZERO ENERGY BUILDING (USA):

Un bâtiment zéro énergie (ZEB) ou nette zéro énergie du bâtiment est un terme général appliqué à l'utilisation d'un bâtiment résidentiel ou commercial avec des besoins énergétiques considérablement réduits (consommation nulle d'énergie nette) et zéro émission de carbone par an.

Les principes de ce label consistent à réduire au maximum les besoins en chauffage, de refroidissement et d'électricité, grâce à une enveloppe et des équipements performants et économes dont les besoins en énergie sont satisfaits par des gains d'efficacité tels que l'utilisation des technologies renouvelables (panneaux photovoltaïques, une turbine de vent, ou un générateur de biogaz...) [TORCELLINI P., PLESS S., and D. CRAWLEY M., 2006, p.1].

Parmi les principaux objectifs de ce label [HANNACHI-BELKADI N-K, 2008, p14]:

- La réalisation de bâtiments consommant 30 à 90% d'énergie en moins pour le neuf et 20 à 30% de moins pour l'existant.
- L'intégration de systèmes de production décentralisée afin d'arriver en 2020 à des bâtiments zéro énergie.
- Le développement des technologies qui réduisent les consommations d'énergie et de matière.

Aux États-Unis, les maisons ne doivent consommer que 50% d'énergie en moins que la réglementation pour être considérées comme faisant partie du programme «Zero Energy Homes ». Elles devraient donc plutôt être classées dans les maisons à basse énergie [LAUSTENS J., 2008, p.72].

La figure ci-dessous (fig.II-4) illustre l'évolution des bâtiments à énergie zéro aux États- Unis, Le label « Energy Star » correspond à des bâtiments utilisant 15% moins d'énergie que les exigences d'efficacité énergétique pour les nouveaux bâtiments.

d. Les labels français:

d.1. Le label HPE 2005 (Haute Performance Énergétique):

l'HPE associée à la réglementation thermique 2005, mais il est plus exigeants que ce dernier, ce label comporte deux niveau de performance [MAES P. 2010, p.22]:

- Le label **HPE 2005** (Haute Performance Énergétique): concerne les bâtiments dont les consommations énergétiques conventionnelles sont au moins inférieures de 10 % à la consommation conventionnelle de référence dans la RT 2005.
- Le label **THPE 2005** (Très Haute Performance Énergétique): concerne les bâtiments dont les consommations énergétiques conventionnelles sont au moins inférieures de 20 % à la consommation conventionnelle de référence dans la RT 2005.

- Le label **HPE EnR 2005** (Haute Performance Energétique Energies Renouvelables 2005) : outre au respect des exigences du label HPE ce label exige le recours aux énergies renouvelables dont au moins 50 % de l'énergie employée pour le chauffage est issue d'une installation biomasse ou d'une alimentation par un réseau de chaleur utilisant plus de 60 % d'énergies renouvelables.

-Le label **THPE EnR 2005** (Très Haute Performance Energétique Energies Renouvelables) : concerne les bâtiments dont les consommations énergétiques conventionnelles sont au moins inférieures de 30 % à la consommation conventionnelle de référence dans la RT 2005. Les constructions concernées devront également utiliser des énergies renouvelables comme la biomasse, le solaire thermique ou photovoltaïque et les pompes à chaleur très performantes.

- Le label **BBC 2005** (Bâtiment Basse Consommation) ou **EFFINERGIE** : le label BBC exige que la consommation énergétique des bâtiments résidentiels doit être au maximum 50 kWh/m².an en fonction de la zone climatique et de l'altitude. Mais pour les bâtiments non résidentiels la consommation conventionnelle d'énergie doit être inférieure d'au moins 50 % à la consommation conventionnelle de référence selon la RT 2005.

d.2. EFFINERGIE :

Il a été mis au point par l'association Effinergie pour promouvoir la construction et la réhabilitation à basse consommation d'énergie, Ce label correspond au label Bâtiment Basse Consommation, BBC 2005 et il est du même niveau que les labels suisse Minergie et allemand Passivhaus mais le label Effinergie tient compte des spécificités françaises en termes de réglementations et de normes, de zones climatiques, de modes de construction...

Pour obtenir le label Effinergie, la consommation énergétique globale doit être inférieure à 50 kWh/m².an d'énergie primaire pour les constructions résidentielles neuves (Cette valeur est pondérée selon l'altitude et la zone climatique). Concernant les bâtiments tertiaires neufs, la consommation énergétique globale ne doit pas dépasser 50 % de la consommation conventionnelle de référence de la RT 2005 [MAES P. 2010, p.54].

Maintenant que la RT 2012 entre progressivement en application, Effinergie a travaillé à des nouveaux labels en adoptant une vision plus large de l'impact énergétique d'un bâtiment. Pour cela Effinergie lance :

- Le label Effinergie+, importante évolution de la certification des bâtiments efficaces en énergie.

- Une expérimentation pilote Effinergie+ vers l'énergie positive.

Ces nouveaux labels ont vocation à relancer l'expérimentation et faire émerger des nouveaux équipements et des nouvelles techniques. [EFFINERGIE, 2012].

En résumant, les labels peuvent être classés, suivant leurs exigences en termes de consommation d'énergie, en trois familles [CHLELA F. 2008, p.13] (fig. II-5):

performants (Minergie, Minergie-Eco), très performants (Minergie-P, Passivhaus et Effinergie) et zéro énergie ou à énergie positive (Zero Energy Building).

Les labels de performance énergétique en générale reposent sur un même principe, à savoir, la réduction des besoins énergétiques et la production du complément des besoins via de systèmes efficaces utilisant diverses sources d'énergie, y compris des énergies renouvelables.

Les besoins de chauffage sont réduits grâce à une amélioration de l'isolation thermique, la réduction des ponts thermique, et une bonne étanchéité à l'air. Ainsi, Le confort d'été est traité par des solutions passives, associées dans certains cas à des systèmes de rafraîchissement performants.

e. Des labels globaux:

D'autres labels et approches globales prennent en compte l'interaction du bâtiment avec son environnement selon un point de vue plus large, l'aspect énergétique ne forme qu'une partie de ces interactions, tel que : la méthode LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) [LEED, 2012] en États-Unis d'Amérique, CASBEE (Comprehensive Assesment System for Building Environmental Efficiency) [CASBEE 2012] au Japon, BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assesment Method) [BREEAM 2012] en Grande Bretagne et la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) [HQE,2012] en France.

Ces méthodes permettent d'évaluer l'impact environnemental de différents types de bâtiments (immeubles de bureaux, logements, surfaces commerciales et bâtiments industriels). Ainsi, elles intègrent la dimension de performance énergétique comme exigence environnementale à satisfaire, sans fixent aucun objectif de performances, seulement les organismes certificateurs qui proposent des référentiels.

Ces démarches sont volontaires, fondée sur la responsabilité des acteurs, et en premier lieu du maître d'ouvrage, elles proposent des critères de performances environnementales nombreux et variables selon la démarche, la HQE par exemple définit 14 critères (cibles) Chaque cible se décompose en cibles élémentaires, La quatrième cible concerne la gestion de l'énergie qui se décompose en quatre cibles élémentaires [assohqe, 2012]:

- Renforcement de la réduction de la demande et des besoins énergétiques.
- Renforcement du recours aux énergies environnementalement satisfaisantes.
- Renforcement de l'efficacité des équipements énergétiques.
- Utilisation de générateurs propres lorsqu'on a recours à des générateurs à combustion.

3.2. Réglementation nationale:

Cette réglementation renforce de la performance énergétique globale du bâtiment et laisse ainsi de larges possibilités aux concepteurs et aux maîtres d'ouvrage de choisir entre les performances thermiques globales du bâtiment aussi bien dans le choix des matériaux que la conception du cadre bâti.

La réglementation Algérienne s'inspire en grande partie de la réglementation

française, notamment dans l'aspect d'isolation thermique.

L'Algérie dispose, sur le plan législatif et réglementaire, un arsenal juridique important en matière de rationalisation de l'utilisation de l'énergie :

- La loi N° 99-09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie (voir annexe-I.C).
- La loi 04-09 du 14 Août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.
- Le décret exécutif 04-149 du 19 Mai 2004 fixant les modalités d'élaboration du programme national de maîtrise de l'énergie.

En effet, la maîtrise d'énergie couvre l'ensemble des mesures et des actions mises en œuvre en point de vue utilisation rationnelle de l'énergie et du développement des énergies renouvelables. Elle répond aux soucis suivants [APRUE, 2005, p.7-8]:

- La préservation des ressources nationales d'hydrocarbures.
- La préservation des capacités de financement de pays utilisable dans d'autres domaines que le secteur énergétique.
- La protection de l'environnement.

Pour maître en œuvre cette nouvelle orientation et politique, le ministère de l'énergie et des mines (MEM) adopte les instruments suivants [APRUE, 2005] :

3.2.1. L'Agence nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE):

L'APRUE représente l'élément central des instruments, elle est chargée de missions d'information, de communication et de formation en direction de tous les acteurs publics impliqués dans la maîtrise de l'énergie.

3.2.2. La Comité Sectoriel de la Maîtrise de l'énergie (CIME):

La CIME est un organisme consultatif, elle est chargée d'organiser la concertation et le développement du partenariat public/privé. Aussi, elle émet des avis sur toutes les questions relatives aux domaines de la maîtrise de l'énergie, sur les travaux d'élaboration, de mise en œuvre et de suivi du programme nationale de maîtrise de l'énergie (PNME).

3.2.3. Le Fond National de Maîtrise de l'énergie (FNME):

Le FNME est un instrument public spécifique d'incitation financière de la politique de maîtrise de l'énergie. Il doit favoriser la continuité des moyens de cette politique.

3.2.4. Le Programme Nationale de Maîtrise de l'Energie (PNME):

Le PNME constitue le cadre de mise en œuvre de la maîtrise de l'énergie au niveau national. Il comprend :

- Le cadre et les perspectives de la maîtrise de l'énergie.
- L'évaluation des potentiels et la définition des objectifs de la maîtrise de l'énergie.

- Les moyens d'action existants et à mettre en oeuvre pour atteindre les objectifs à long terme.
- Un programme d'action quinquennal.

Ce dernier comprend les programmes suivants [BOUZERIBA M. S., 2009, p.5-6] :

❖ **Programme Top-Industrie**

Ce programme a pour objectif d'identifier les gisements d'économie d'énergie et de proposer des actions appropriées de maîtrise des consommations d'énergie des industriels afin de réduire leurs coûts de production et d'améliorer leur compétitivité. La mise en oeuvre de ce programme consiste à financer des projets porteurs d'efficacité énergétique exemplaires et à vulgariser les bonnes pratiques d'efficacité énergétique en vue de leur «réplicabilité» à grande échelle.

❖ **Programme Prop-Air :**

Le programme Prop-Air a pour objectif d'apporter un appui au développement du GPL Carburant, afin de réduire l'impact de la pollution des transports dans les zones urbaines.

❖ **Programme Eco-Lumière :**

Le programme Eco-Lumière a pour objectif d'introduire l'éclairage performant dans les ménages, de réduire leur facture d'électricité et de favoriser à terme l'émergence d'un marché national de lampes à basse consommation. Ce programme porte sur la diffusion d'un million de Lampes à basse consommation (Lampes économiques) dans les ménages. Ces lampes sont destinées à remplacer les lampes à incandescence. Elles seront diffusées sur l'ensemble du territoire national, en quatre tranches annuelles, correspondant aux quatre régions (Centre, Est, Ouest et Sud).

❖ **Programme Alsol :**

Ce programme vise à promouvoir le chauffe-eau solaire et à mettre en place les conditions d'un marché durable du solaire thermique en Algérie. Il est prévu, dans ce cadre, la diffusion de 1 000 chauffe-eau solaires individuels dans le secteur des ménages et 1 000 autres dans le secteur du tertiaire.

Le potentiel énergétique solaire en Algérie étant le plus important de tout le Bassin méditerranéen, cette initiative contribuera à réaliser des économies d'énergie primaire sur la durée de vie de l'équipement et de réduire l'émission de CO2 dans l'atmosphère.

❖ **Programme Eco-Bât :**

Ce programme vise à apporter le soutien financier et technique nécessaire à la réalisation de logements assurant une optimisation du confort intérieur en réduisant la consommation énergétique liée au chauffage et à la climatisation. Dans ce cadre, il est prévu la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique répartis sur l'ensemble des zones climatiques, dans le cadre d'un partenariat entre l'Aprue et onze Offices de gestion et de promotion immobilière (OPGI).

3.2.5. La réglementation thermique algérienne:

En Algérie, Le nouveau règlement thermique est porté par le décret exécutif n°2000-90 (voir annexe-II. A) qui est inclus dans la loi 99-90 relative à la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment. Celle-ci est pour introduire l'efficacité

énergétique dans les bâtiments neufs à usage d'habitation et autres. La mise en application de cette réglementation permettra de porter le niveau d'économie d'énergie à plus de 40% pour les besoins en chauffage et en climatisation [DALI k. 2006, p.2].

Aux bords de cette réglementation, le centre national de la recherche de l'industrie du bâtiment (CNERIB) a préparé trois documents techniques réglementaires à l'usage des professionnels du bâtiment :

- Le DTR.C 3-2 qui établit les règles de calcul des déperditions calorifiques d'hiver pour les bâtiments à usage d'habitation ;
- Le DTR.C 3-4 relatif aux règles de calcul des apports calorifiques d'été pour les bâtiments ;
- Le DTR.C 3-31 relatif à la ventilation naturelle des locaux à usage d'habitation.

Conclusion:

Les différents labels sont des indicateurs de performances énergétiques basées sur des référentiels (niveau de performance). En effet, ils représentent un levier très important pour le développement de technologies innovantes (pompes à chaleur, capteurs solaires, ventilation double flux, ...). Mais, cela implique le domaine de l'ingénierie plus que le domaine d'architecture. Par ailleurs, les méthodes et les labels globaux visant à réduire l'impact des constructions sur l'environnement (en particulier : LEED, CASBEE, BREEAM, HQE) évaluent le bâtiment en tant que (construit) plutôt qu'en tant que (conçu), et qu'elles ne permettent pas d'orienter la conception en phase préliminaire.

II.4. Quatrième chapitre: Analyse de l'état de lieu et analyse programmatique

Introduction:

La conception d'une manière générale et particulièrement en architecture représente un domaine vaste et complexe qui a fait l'objet de nombreux travaux de recherche et d'investigation, tel que ceux de Philippe Boudon, Michel Conan, Robert Prost, Jean Charles Lebahar, Pierre Fernandez, etc.

La conception désigne un état (le projet) et un processus (le cheminement qui permet d'accéder au projet), ce dernier nécessite la manipulation des données nombreuses et hétérogènes. Donc, nous semble que la connaissance du processus de projet architecturale ainsi que les différentes phases opérationnelles qui le compose est primordiale. En effet, cela nous permet de comprendre les pratiques des concepteurs concernant l'intégration des aspects relatifs à la performance énergétique et au confort thermique dans le processus du projet architecturale.

4.1. Analyse de l'état de lieu:

4.1.1. Présentation de la wilaya de Guelma:



Figure II-01: Situation géographique de la wilaya de Guelma. Source: guelmacity.skyrock.com

Guelma (en arabe فالمة , en berbère □□□□□), appelée autrefois Calama ou encore Malaca, est une wilaya de Nord Est de l'Algérie, dont elle est située à 60 km au sud-ouest d'Annaba, à 110 km à l'est de Constantine, à 60 km de la mer Méditerranée et à 150 km de la frontière tunisienne.



Figure II-02: Vue naturelle, wilaya de Guelma. Source <http://photos.guelma.org>

Guelma se situe au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, entourée de montagnes (Maouna, Dbegh, Houara) ce qui lui donne le nom de ville assiette, sa région bénéficie d'une grande fertilité grâce notamment à la Seybouse et d'un grand barrage qui assure un vaste périmètre d'irrigation. Ses ressources agricoles et thermales étaient depuis la nuit des temps la fierté de cette localité. Elle occupe aussi une position géographique stratégique, en sa qualité de carrefour dans la région

nord-est de l'Algérie, reliant le littoral des Wilaya de Annaba, El Tarf et Skikda, aux régions intérieures telles que les Wilaya de Constantine, Oum El Bouagui et Souk-Ahras.

4.1.2. Analyse climatique:

a. Température:

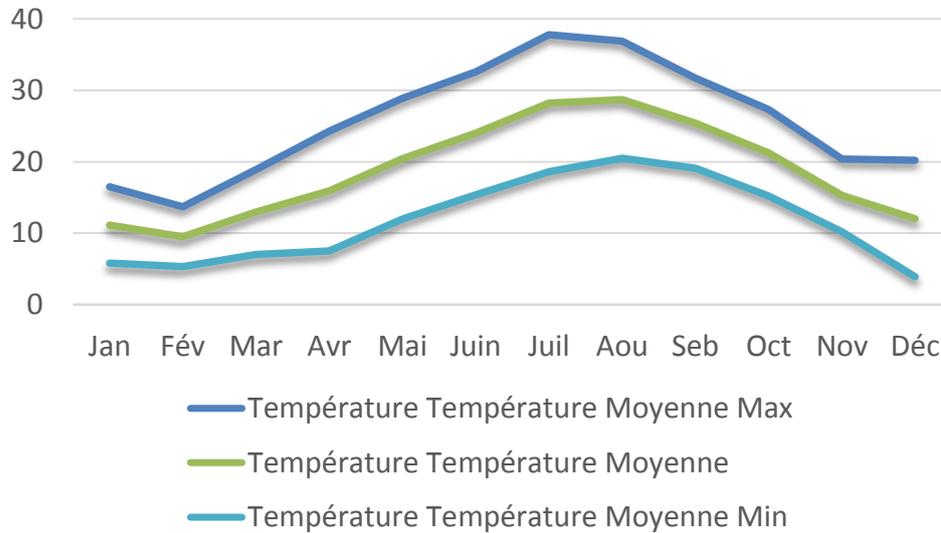


Figure II-03

La température moyenne annuelle est de 18,73 °C, avec 37,80°C en juillet pour le mois le plus chaud et 3,90°C en janvier pour le mois le plus froid. La courbe des températures moyennes mensuelles évolue d'une manière régulière.

b. Humidité:

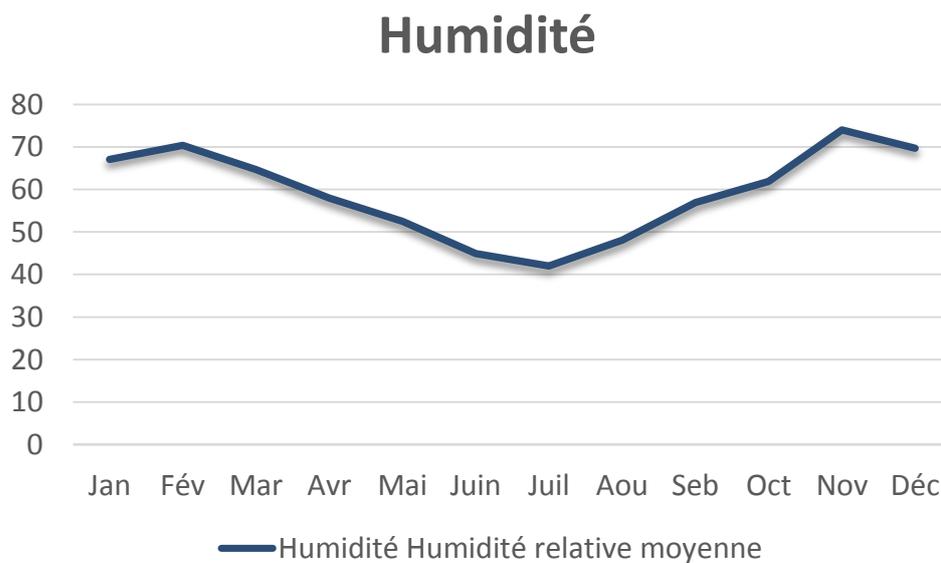


Figure II-04

La courbe de l'humidité relative décroît dans le sens inverse de celle des températures.

c. Précipitation:

Précipitations mm

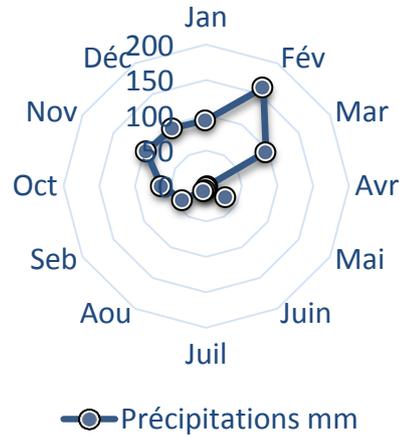


Figure II-04

La répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période de sécheresse (4 mois : mai, juin, juillet et août) où les précipitations sont très faibles et, si, elles existent, tombent sous forme d'orages.

d. Ventilation:

Vent moyen m/s

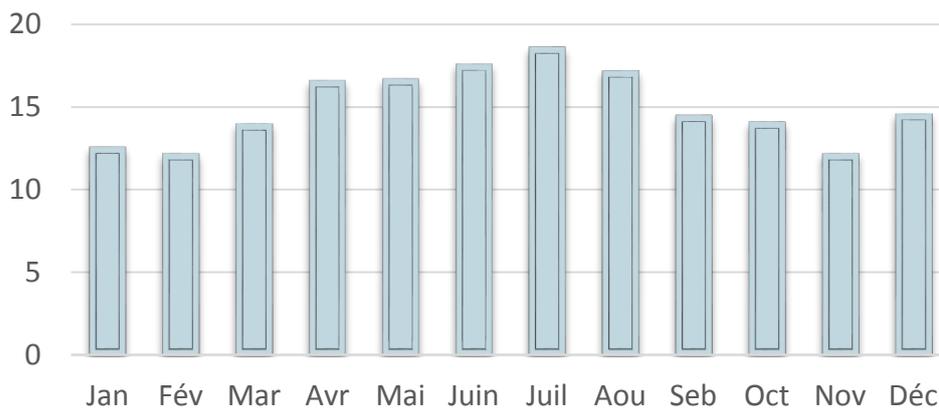


Figure II-05

Les vents qui prédominent à Guelma sont de direction nord-ouest et sud-est avec des vitesses moyennes qui varient entre 12 m/s et 18 m/s.

Ces vents de nord-ouest sont froids et humides pendant la période hivernale.

Et les vents de sud-est sont chauds et secs.

Diagramme ombro-thermique :

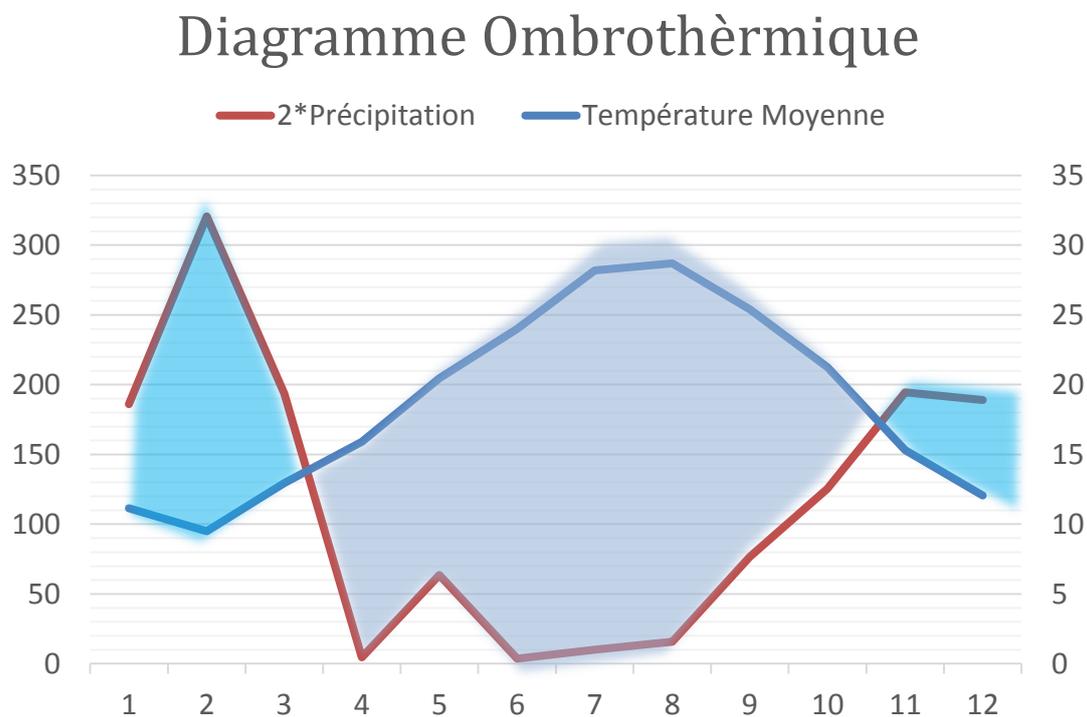
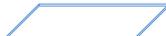


Figure II-06

 Mois humides

 Mois sec

Selon le diagramme ombro-thermique on peut définir les mois secs qui sont Avril, Mai, Juin, Juillet, Aout, septembre et Octobre.

La plus part 7/12 des mois sont secs.

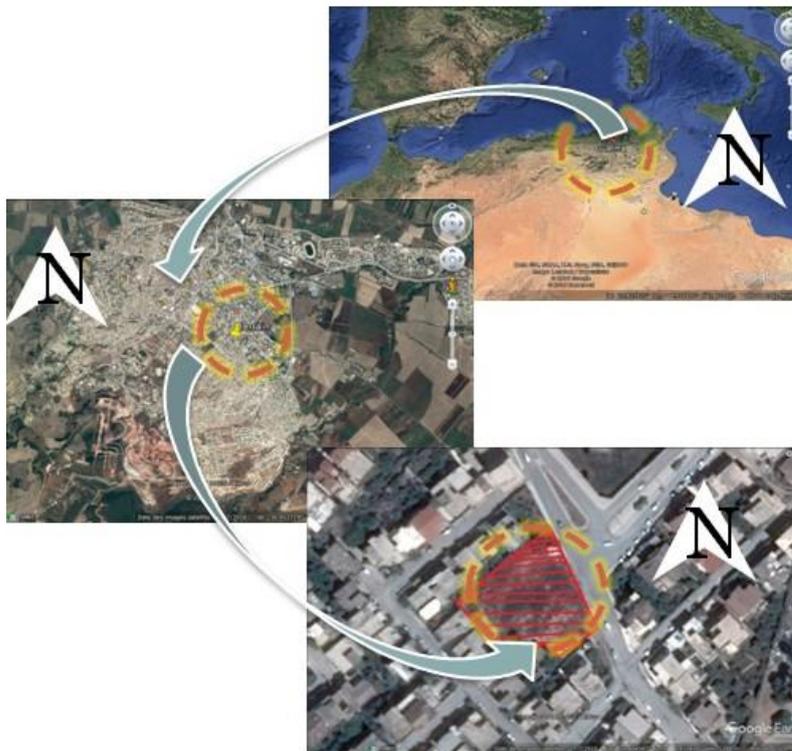
4.2. Analyse du site:

4.2.1. Motivation du choix de terrain pour un musée d'art :

On a choisi ce terrain pour un musée d'art car il est déjà projeté par les autorités concernées pour réaliser un musée régional .

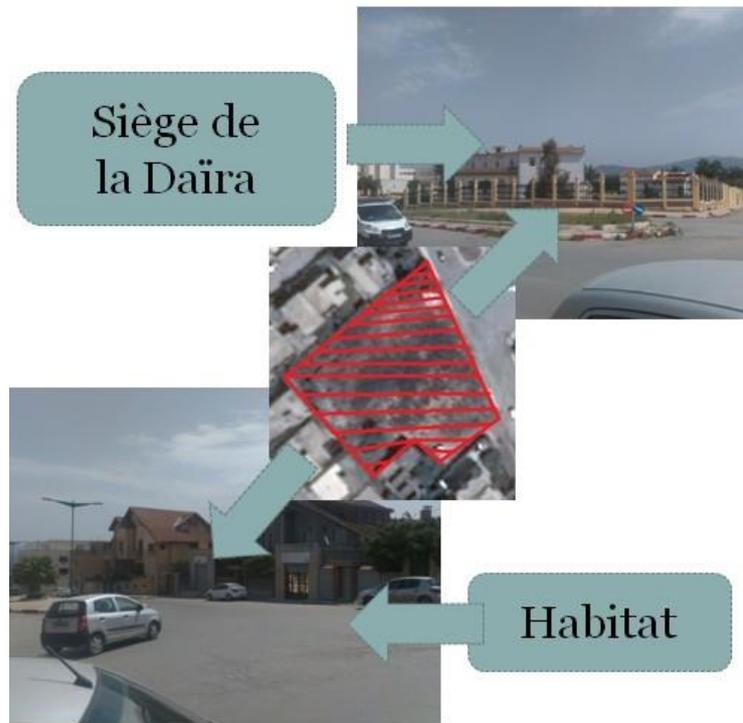


4.2.2. Situation :



Le terrain est situé dans la partie Est de la ville de Guelma

4.2.3. Environnement immédiat:



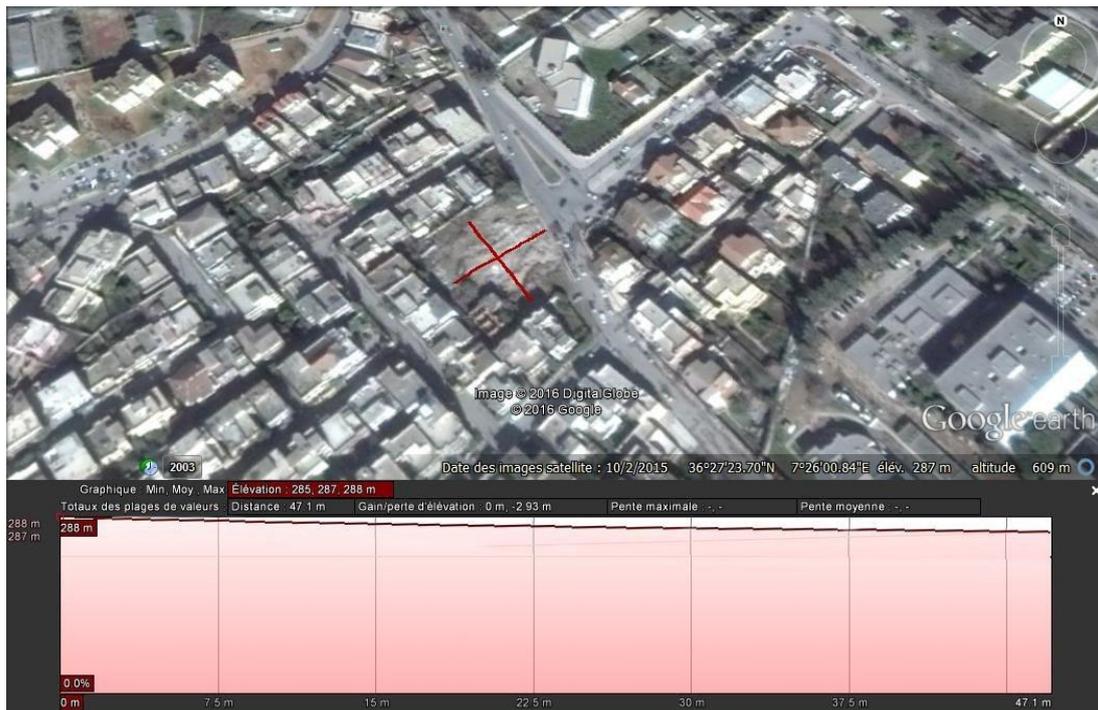
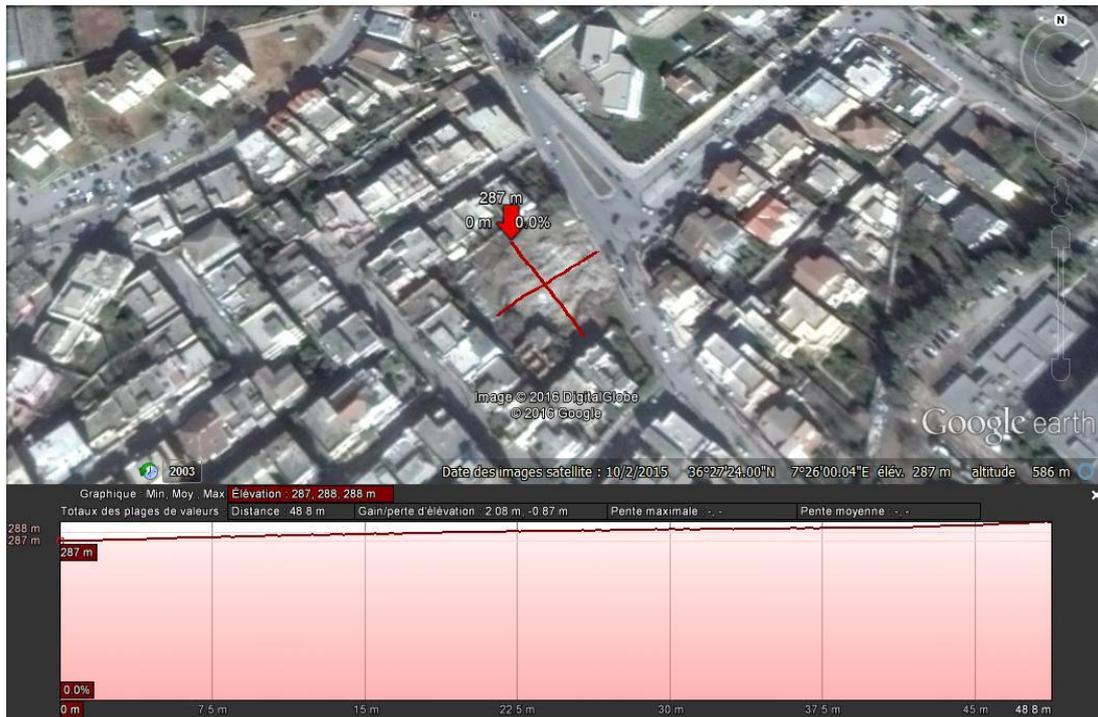
Le terrain est totalement entouré avec des habitat individuels sauf par le Nord-Est il y en a le siège de la daïra

4.2.4. Accessibilité:



La zone d'étude est structurée par un système de voirie qui lui rend facilement accessible

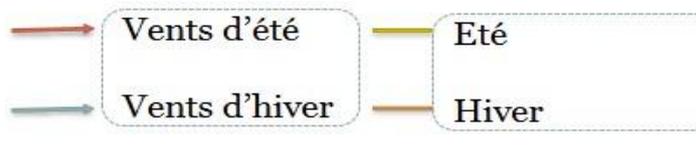
4.2.5. Morphologie de terrain:



D'après les coupes topographique qu'on a fait les résultats nous informe que ce terrain est plat avec une très faible pente de 2% .

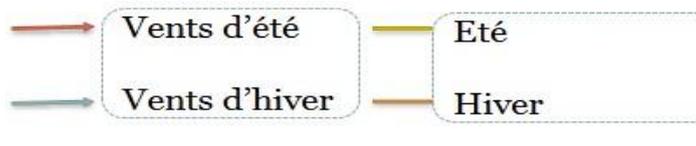
4.3. Analyse microclimatique:

4.3.1. Ensoleillement:



Le site est dégagé et bénéficie d'un bon ensoleillement.

4.3.2. Ventilation:



Le site est doté d'une bonne ventilation, il est protégé des vent d'hiver du coté Nord-ouest par les immeubles tout en restant bien airée du coté Nord-est pour profiter des vents d'été.

4.4. Schémas de principes:

4.4.1. Inspiration:



Figure II-07: source: www.epochtimes.fr

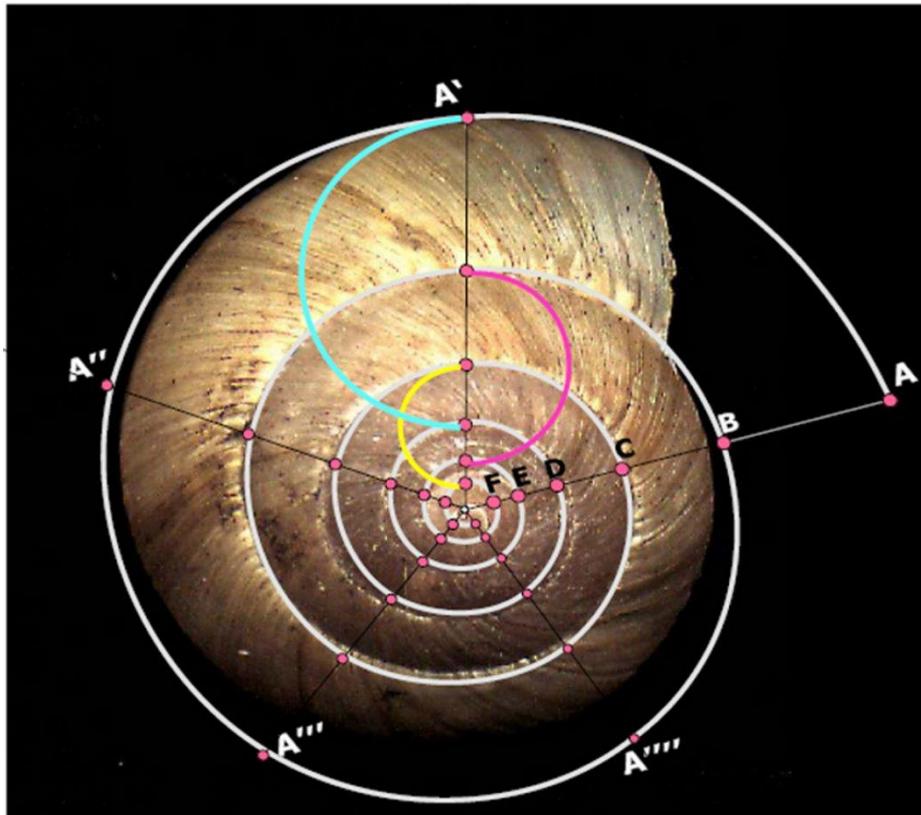


Figure II-08: source: www.epochtimes.fr

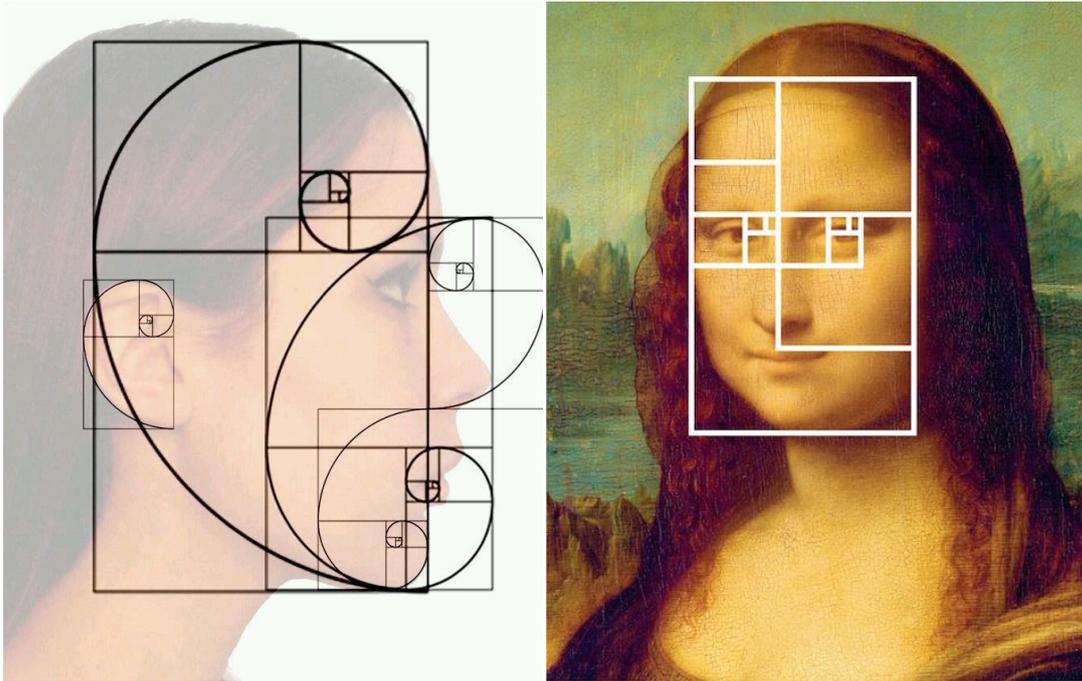


Figure II-09: source: www.epochtimes.fr

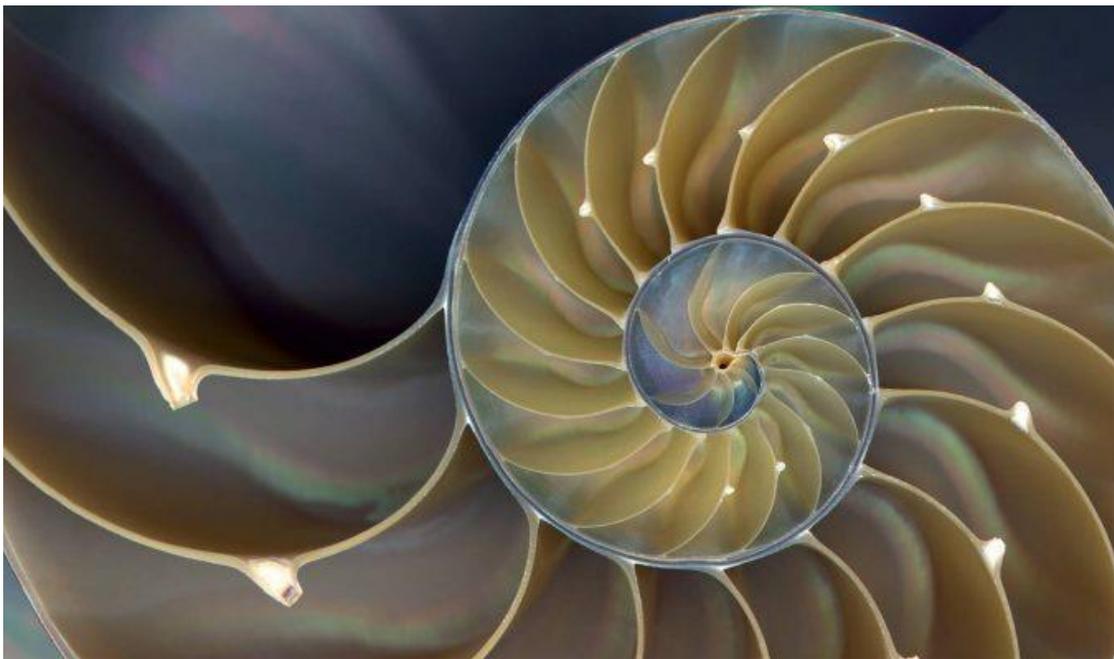
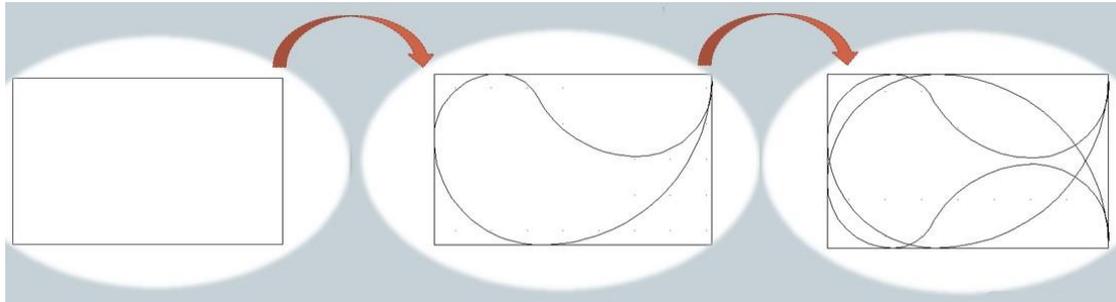


Figure II-10: source: www.epochtimes.fr

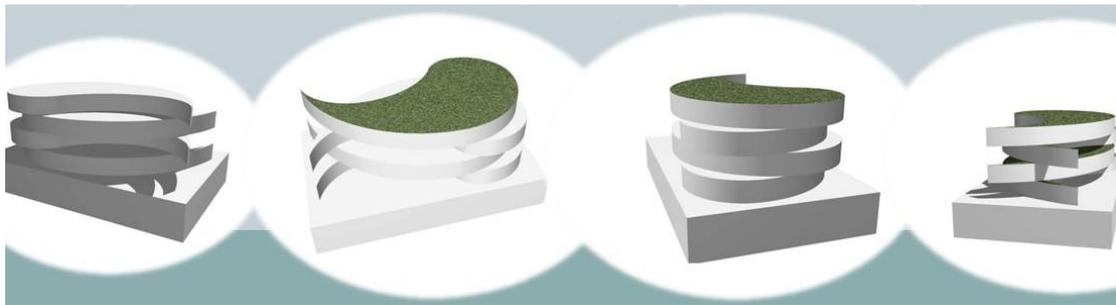
« La géométrie a deux grands trésors : l'un est le théorème de Pythagore, l'autre... le rapport du nombre d'or. Le premier peut être comparé à une mesure d'or ; le second à un bijou précieux » disait Kepler.

4.4.2. Esquisse:



On a commencé par un rectangle en premier lieu puis on a ajouté cette forme spirale inspirée du n'ombre d'or, ensuite on l'a inversé pour avoir un jeu de volume au niveau du volume .

4.4.3. Volumétrie:



4.5. Vérification des hypothèses

Pour vérifier les hypothèses on a fait un sondage avec les 3 hypothèse suivantes:

- 1- La tendance " bâtiments à zéro énergie " est entièrement nouvelle et ça lui rend méconnu
- 2- Beaucoup pense que le « bâtiment à zéro énergie » est une mauvaise affaire économiquement
- 3- Le narcissisme de l'Homme et l'absence de l'esprit de responsabilité vers la planète

On a obtenu les résultats suivantes :



Donc, on confirme la première hypothèse et même la deuxième et on annule la dernière.

Synthèse:

Le constat est vite dressé : la production est basée sur des ressources non renouvelables (au niveau mondial et beaucoup plus national) qui nous rend dépendants, la demande est en constante évolution, le potentiel en énergie renouvelable est bien présent mais très peu exploité et délocalisé en dehors des zones consommatrices.

La politique énergétique nationale n'est pas clairement définie, bien que ses objectifs et intentions soit prometteurs, elle manque de concrétisation et d'efficacité. Ces constats confortent l'intérêt de notre sujet. La prépondérance d'usage des sources non renouvelables d'énergie en Algérie exige dans l'avenir sa maîtrise, surtout en milieu architectural.

Conclusion générale:

La réalisation des objectifs d'économie d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre passe par la conception, la réalisation de bâtiments à haute performance énergétique et le maintien de cette performance dans le temps (la gestion).

L'objectif principal de ce travail est le développement d'une approche de conception afin d'informer et sensibiliser les gens que la solution est les bâtiments performant et sur tout l'autonomie énergétique avec des bâtiments à zéro énergie sur le plan énergétique et thermique et économique.

Pour que cette conception devienne utile, elle doit prendre en considération l'aspect environnemental en générale et l'aspect énergétique en particulier dans les processus de conception architecturale du bâtiment.

Bibliographie:

- **ADEME, 2009**, Objectif 2020 : *bâtiments à énergie positive. note de cadrage et perspective*, ADEME-Département Bâtiment et Urbanisme, Paris, 08p.
- **APRUE, 2005**, « *Maitrise d'énergie. ses principaux acteurs et instruments* », *La Lettre de l'Aprue, Bulletin trimestriel n° 08 Mai 2005*, APRUE, Alger, 11p.
- **APRUE, 2007**, *consommation énergétique finale de l'Algérie. Chiffres clés année 2005. Donnée et indicateurs*, APRUE, Alger, 11p.
- **AUSTERVEIL T., 2009**, *Defining the "Ideal Construction Methods and Conditions"(I.C.M.C.) in Srby, Czech Republic, Temperate to Continental European climate, for integrated environmental respect and optimized energie consumption in residential buildings*. Ecole Polytechnique de Lausanne (EPFL), Lausanne, 100p.
- **BARROSO-KRAUSE C., 1995**, *La climatisation naturelle : modélisation des objets architecturaux. aide à la conception en climat tropical*, Thèse de doctorat, École des Mines de Paris, Paris, 214p.
- **Beguïn, D. 2011**, *Énergie solaire*, (disponible sur internet: www.scribd.com/doc/3874692/Guide-de-ecoconstruction. consulter le 23/08/2011).
- **BEN ABDEL FATAH M., 2010**, *Contribution méthodologique : L'intégration des exigences parasismiques architecturales dans le processus de conception du projet architectural*, Mémoire de magister, Ecole Polytechniques d'Architecture et d'Urbanisme (epau), Alger, 118p.
- **BENLATRECHE T., 2006**, *Effets thermo-radiatifs et caractérisation microclimatique des cours intérieures dans les édifices publics*, Mémoire de magister, université Mentouri. Constantine, Constantine, 212p.
- **BERGHOUT B., 2012**, *Effet De L'implantation D'un Bâtiment Collectif Sur Le Confort Hygrothermique Intérieure. Cas De Biskra, Algérie*, Thèse de doctorat, Ecole de Technologie Supérieure. Université du Québec, Montréal, 186p.
- **BOUZERIBA M. S., 2009**, « *Economie d'énergie des programmes arrivés à maturité* », *La Lettre de l'Aprue, Bulletin trimestriel n° 14 Avril 2009*, APRUE, Alger, p.05-06.
- **BREEM, 2012**, *Building Research Establishment Environmental Assesment Method (BREEM)* (disponible sur internet: www.breeam.org. consulter le 17/03/2012).
- **CASBEE, 2012**, *Comprehensive Assesment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE)* (disponible sur internet: www.ibec.or.jp/CASBEE/english. consulter le 17/03/2012).
- **CASTRO E.B.P., 2005**, *método de auxílio à concepção arquitetônica baseado na análise multicritério e em dados simulados dos comportamentos da edificação – vol. 1 (des données simulées des comportements des batiments-Vol2)*, Thèse de doctorat, université fédérale de Rio de Janeiro (Brasille), Rio de Janeiro, 198p.
- **CCAA (Cement Concrete & Aggregates Australia),2007**,*Climate-responsive house design with concrete*, CCAA, s.l., 27p;
- **CHLELA F., 2008**, *Développement d'une méthodologie de conception de bâtiments à basse consommation d'énergie*, Thèse de doctorat, Université de La Rochelle, Rochelle, 282p.
- **Climamaison, 2012**, le site officiel de climamaison (disponible sur internet : www.climamaison.com, consulter le 18/03/2012).

- **DALI k., 2006**, « *Mise en application de la réglementation thermique des bâtiments* », *La Lettre de l'Aprue, Bulletin trimestriel n° 10*, décembre 2006, APRUE, Alger, 06p.
- **Décret exécutif n°2000-90, 24 avril 2000**, portant règlementation thermique dans les bâtiments neufs, *JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 25*, pp.3-31.
- **Décret exécutif n° 04-149, 2004**, fixant les modalités d'élaboration du programme national de maîtrise de l'énergie (PNME), *JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 32*, pp.4-5.
- **DE DEAR R., s.d.**, *Adaptive comfort applications in australia and impacts on building energy consumpt*, Division of Environmental and Life Sciences, Macquarie University, Australia, Sydney, p.03.
- **DERRAJI L., AMARA M. et BOUDALI ERREBAI F. (CNERIB), 2009**, *Etude de l'efficacité énergétique d'une maison à faible consommation d'énergie*, Rapport de phase de projet numéro 2 (évaluation de la consommation énergétique et du confort thermique d'une maison à basse consommation d'énergie), CNERIB, Alger, 51p.
- **DERRAJI L. et al, s.d.**, *Etude expérimentale du comportement thermique d'une maison rurale à faible consommation d'énergie*, CNERIB, Alger, 6p.
- **DUTREIX A., 2010**, *Bioclimatisme et performance énergétique des bâtiments*, Eyrolles, Paris, 239p.
- **EFFINERGIE, 2012**, site officiel de Effinergie (disponible sur internet : www.effinergie.org, consulter le 15/03/2012).
- **EIA (Energy Information Administration), 2011**, *The International Energy Outlook 2011 (IEO 2011)*, "World energy demand and economic outlook", U.S. Energy Information Administration (EIA), Washington, 292p.
- **ELLEN J., 2007**, *L'Eco construction*, Mémoire de Master 2, Université Paris I - Panthéon Sorbonne, Paris, 67p.
- **EVANS J.M., 2007**, *the Comfort Triangles. a new tool for bioclimatic design*, University of Technology, Delft, 291p.
- **FERNANDEZ Pierre, LAVIGNE Pierre, 2009**, *Concevoir des bâtiments bioclimatiques. Fondements et méthodes*, Le moniteur, Paris, 430p.
- **FLORY-CELINI C., 2008**, *Modélisation et positionnement de solutions bioclimatiques dans le bâtiment résidentiel existant*, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon, p.365.
- **FOURA S., 2008**, *Simulation des paramètres du confort thermique d'hiver en Algérie*, Thèse de doctorat, université Mentouri, Constantine, 254p.
- **Givoni B., 1978**, *L'homme, l'architecture et le climat*, Le Moniteur, Paris, 460p.
- **LAUSTENS J., 2008**, *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings*, International Energy Agency, OECD/IEA, Paris, 85p.

Liste des figures:

Figure I-01: maison “zero energy” (source : RUELLE, F., 2008).....	2
Figure I-02 : Ecole passive à Beernem,Buro IL. (Source : Passiefhuis-Platform vzw, 2012).....	2
Figure I-03: Maison passive à Kalmthout, artmen. (Source : Passiefhuis-Platform vzw, 2012).....	2
Figure I-04: Comparaison entre les indices de performance énergétique en kwh/m2.an (Source : Plate-forme Maison Passive, 2012).....	3
Figure I-05: Des logements sociaux BBC-Effinergie à la commune de La terrasse. (Source : MAES P. 2010).....	4
Figure I-06: logements collectif à énergie positive à Freiburg. Allemagne. (Source : THIERS Stéphane, 2008).....	5
Figure I-07: Illustration de quelques principes d’architecture bioclimatique (implantation et organisation spatial) (source : LIEBARD A. et DE HERDE A. 2005).....	6
Figure I-08: lotissement de maisons bioclimatiques jumelées à Kriens. (Source: Roberto GONZALO Karl J. HABERMANN, 2008).....	7
Figure I-09 : Plan et schéma montrant l’Orientation sud privilégiée.....	9
Figure I-10 Diagramme bioclimatique de Givoni, Source : Givoni. Baruch, L’homme, l’architecture et le climat.....	10
Figure I-11 : évolution de la consommation mondiale énergétique entre 1990 et 2035 par type d’énergie en quadrillion Btu (prévisions) (source : The International Energy Outlook (EIA) 2011).....	14
Figure I-12 : la consommation énergétique finale par type d’énergie en 2010 (source : MEM, 2011).....	15
Figure I-13 : la consommation énergétique finale par secteur d’activité en 2010 (source : MEM, 2011).....	16
Figure : I-14- Les différentes filières Des énergies renouvelables. Source: Guide des ER, 2007.....	18
Figure I.15- différents types de biomasse, source : CDER.....	19
Figure I-16 . Fonctionnement d’une éolienne. Guide des Energies Renouvelables, 2007.....	21
Figure I-17 . Centrale hydraulique, Source : Guide des Energies Renouvelables, 2007.....	23
Figure I-18 . Le centre Aldo Leopold source: www.dorma-hueppe.com	30
Figure I-19 . Le centre Aldo Leopold source: www.dorma-hueppe.com.....	31
Figure I-20. Le centre Aldo Leopold source: www.countymaterials.com.....	31
Figure I-22. Les arbres initialement plantés par la famille Leopold ont été utilisés pour construire le bâtiment. source: www.aldoleopold.org.....	33
Figure I-23. Adam Joseph Lewis Centre. source: www.chippendaleconsulting.com.....	36
Figure I-25. Adam Joseph Centre . Source: www.pinterest.com.....	38
Figure I-26. Adam Joseph Centre . Source: www.studyblue.com.....	39
Figure I-27. Siège du Touring Voyages Algérie à Biskra. Source: mellaoui-smail.com.....	40
Figure I-28. Siège du Touring Voyages Algérie à Biskra. Source: mellaoui-smail.com.....	40
Figure II-01: Situation géographique de la wilaya de Guelma. Source: guelmacity.skyrock.com.....	52
Figure II-02: Vue naturelle, wilaya de Guelma. Source http://photos.guelma.org.....	52
Figure II-07: source: www.epochtimes.fr.....	61
Figure II-08: source: www.epochtimes.fr.....	61
Figure II-09: source: www.epochtimes.fr.....	62
Figure II-10: source: www.epochtimes.fr.....	62

Annexes:

Annexes I: Les chiffres de la consommation énergétique

-La consommation énergétique totale du monde par secteur d'activité et par type d'énergie (2008-2035) (Quadrillion Btu) (EIA. 2011).

Sector/fuel	2008	Projections					Average annual percent change, 2008-2035
		2015	2020	2025	2030	2035	
Residential							
Liquids	9.8	9.7	9.1	8.9	8.8	8.8	-0.4
Natural gas	20.8	22.3	23.3	24.3	24.8	25.4	0.8
Coal	4.4	4.5	4.6	4.6	4.5	4.4	0.0
Electricity	16.2	19.4	22.0	24.7	27.5	30.3	2.3
Renewables	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	-0.2
Total	51.7	56.2	59.4	62.9	66.1	69.3	1.1
Commercial							
Liquids	4.6	4.3	4.2	4.1	4.1	4.1	-0.4
Natural gas	8.3	9.2	9.6	10.0	10.3	10.6	0.9
Coal	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	0.7
Electricity	13.8	17.0	19.3	21.7	23.9	25.8	2.3
Renewables	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	28.1	31.9	34.6	37.3	39.9	42.1	1.5
Industrial							
Liquids	55.3	57.5	59.2	61.9	65.1	68.6	0.8
Natural gas	44.0	49.7	54.3	58.8	63.9	69.5	1.7
Coal	49.8	61.2	64.5	68.7	72.3	75.5	1.6
Electricity	27.9	32.4	36.3	41.1	46.1	51.4	2.3
Renewables	14.2	15.4	17.2	19.4	21.4	23.2	1.8
Total	191.3	216.2	231.5	249.9	268.8	288.2	1.5
Transportation							
Liquids	93.5	106.8	114.6	123.9	130.7	136.1	1.4
Natural gas	3.6	3.7	3.8	3.9	4.2	4.6	0.9
Coal	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	--
Electricity	0.9	1.2	1.2	1.3	1.5	1.4	1.6
Renewables	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--
Total	98.2	111.9	119.9	129.1	136.5	142.1	1.4
All end-use sectors							
Liquids	163.3	178.2	187.1	198.8	206.7	217.7	1.1
Natural gas	76.8	84.8	91.0	96.9	103.3	110.1	1.3
Coal	55.6	67.3	70.6	74.7	78.2	81.3	1.4
Electricity	58.9	70.1	78.9	88.9	99.1	108.9	2.3
Renewables	14.8	15.9	17.7	19.9	21.9	23.7	1.8
Delivered energy	389.4	416.3	445.4	479.2	511.3	541.7	1.4
Electricity-related losses	135.3	157.2	174.1	192.3	210.2	228.1	2.0
Total	594.7	673.5	619.5	671.5	721.5	769.8	1.6
Electric power*							
Liquids	9.7	9.0	8.6	8.2	7.8	7.5	-0.9
Natural gas	37.5	42.5	47.0	52.5	59.0	64.6	2.0
Coal	83.4	90.0	94.0	105.0	116.4	127.8	1.6
Nuclear	27.2	33.1	38.9	43.7	47.4	51.2	2.4
Renewables	36.5	52.6	64.5	71.7	78.7	85.8	3.2
Total	194.3	227.3	253.0	281.1	309.3	337.8	2.1
Total energy consumption							
Liquids	173.0	187.2	195.8	207.0	216.6	225.2	1.0
Natural gas	114.3	127.3	138.0	149.4	162.3	174.7	1.6
Coal	139.0	157.3	164.6	179.7	194.7	209.1	1.5
Nuclear	27.2	33.1	38.9	43.7	47.4	51.2	2.4
Renewables	51.3	68.5	82.2	91.7	100.6	109.5	2.9
Total	594.7	673.5	619.5	671.5	721.5	769.8	1.6

Sector/fuel	Projections						Average annual percent change, 2008-2035
	2008	2015	2020	2025	2030	2035	
Residential							
Liquids	5.3	5.8	5.3	5.2	5.2	5.2	-0.1
Natural gas	8.8	10.0	10.9	11.9	12.7	13.5	1.6
Coal	3.8	3.9	4.0	4.0	4.0	3.9	0.2
Electricity	6.1	8.6	10.6	12.7	14.8	16.9	3.9
Renewables	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--
Total	24.0	28.3	30.8	33.8	36.7	39.6	1.9
Commercial							
Liquids	1.7	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	0.0
Natural gas	1.7	2.1	2.3	2.7	3.0	3.2	2.4
Coal	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.0
Electricity	3.8	5.9	7.2	8.6	9.9	10.9	4.0
Renewables	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--
Total	8.1	10.8	12.4	14.2	15.8	17.1	2.8
Industrial							
Liquids	27.2	31.2	32.2	34.4	37.5	40.6	1.5
Natural gas	25.0	29.4	33.1	36.9	41.1	45.6	2.3
Coal	40.7	52.7	56.0	59.9	63.3	66.2	1.8
Electricity	16.5	20.9	24.0	28.1	32.5	37.0	3.0
Renewables	8.9	10.0	11.2	12.4	13.8	15.2	2.0
Total	118.3	144.2	156.3	171.8	188.1	204.5	2.1
Transportation							
Liquids	35.6	48.1	55.1	63.4	69.0	72.9	2.7
Natural gas	2.6	2.5	2.7	2.9	3.2	3.4	1.0
Coal	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-21.5
Electricity	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.0	2.2
Renewables	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--
Total	38.9	51.8	58.7	67.2	73.3	77.3	2.6
All end-use sectors							
Liquids	69.8	86.9	94.2	104.7	113.9	120.4	2.0
Natural gas	38.1	44.0	49.1	54.4	59.9	65.7	2.0
Coal	45.6	57.9	61.3	65.2	68.6	71.4	1.7
Electricity	26.9	36.0	42.5	50.3	58.2	65.8	3.4
Renewables	8.9	10.0	11.2	12.4	13.8	15.2	2.0
Delivered energy	189.4	234.8	258.3	287.0	313.8	338.5	2.2
Electricity-related losses	71.1	88.2	100.6	114.7	128.9	143.1	2.6
Total	260.5	323.1	358.9	401.7	442.8	481.6	2.3
Electric power^a							
Liquids	6.7	6.2	5.9	5.6	5.3	5.1	-1.0
Natural gas	19.9	24.0	27.5	31.5	35.3	38.4	2.5
Coal	45.6	56.8	60.2	69.9	80.8	91.1	2.5
Nuclear	4.6	7.9	12.2	15.8	18.3	21.4	5.9
Renewables	20.2	29.3	37.4	42.2	47.4	52.9	3.6
Total	98.0	124.2	143.2	165.0	187.2	208.9	2.8
Total energy consumption							
Liquids	76.4	93.1	100.1	110.3	118.7	125.5	1.9
Natural gas	58.0	68.1	76.6	85.9	95.2	104.1	2.2
Coal	92.2	114.7	121.4	135.1	149.4	162.5	2.1
Nuclear	4.6	7.9	12.2	15.8	18.3	21.4	5.9
Renewables	29.2	39.3	48.6	54.6	61.2	68.1	3.2
Total	260.5	323.1	358.9	401.7	442.8	481.6	2.3

Sector/fuel	Projections						Average annual percent change, 2008-2035
	2008	2015	2020	2025	2030	2035	
Residential							
Liquids	4.5	3.9	3.8	3.7	3.6	3.5	-0.8
Natural gas	12.0	12.3	12.4	12.3	12.1	11.9	0.0
Coal	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	-1.4
Electricity	10.1	10.8	11.5	12.1	12.7	13.3	1.0
Renewables	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	-0.2
Total	27.7	28.0	28.6	29.1	29.4	29.7	0.3
Commercial							
Liquids	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	-0.7
Natural gas	6.6	7.1	7.3	7.3	7.3	7.4	0.4
Coal	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	-1.0
Electricity	10.0	11.2	12.1	13.0	14.0	15.0	1.5
Renewables	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	20.0	21.1	22.2	23.1	24.1	25.1	0.8
Industrial							
Liquids	28.1	26.2	27.0	27.4	27.6	28.0	0.0
Natural gas	19.1	20.2	21.2	21.9	22.9	24.0	0.9
Coal	3.2	8.6	8.6	8.8	9.0	9.2	0.0
Electricity	11.4	11.5	12.3	13.0	13.7	14.4	0.9
Renewables	5.3	5.4	6.1	7.0	7.6	8.0	1.6
Total	73.0	72.0	75.2	78.1	80.7	83.6	0.5
Transportation							
Liquids	57.9	58.7	59.6	60.5	61.7	63.3	0.3
Natural gas	1.0	1.2	1.1	1.0	1.1	1.1	0.5
Coal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--
Electricity	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
Renewables	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--
Total	59.3	60.4	61.2	61.9	63.2	64.8	0.3
All end-use sectors							
Liquids	93.5	91.3	92.9	94.1	95.4	97.3	0.2
Natural gas	38.6	40.8	42.0	42.5	43.4	44.3	0.5
Coal	10.0	9.4	9.3	9.5	9.6	9.9	-0.1
Electricity	32.0	34.1	36.3	38.6	40.9	43.2	1.1
Renewables	5.8	5.9	6.6	7.5	8.1	8.5	1.4
Delivered energy	180.0	181.5	187.1	192.2	197.4	203.2	0.5
Electricity-related losses	64.2	68.9	73.4	77.5	81.3	85.0	1.0
Total	244.3	250.4	260.6	269.8	278.7	288.2	0.6
Electric power*							
Liquids	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	-0.8
Natural gas	17.6	18.4	19.5	21.0	23.7	26.2	1.5
Coal	36.7	33.2	33.8	35.1	35.6	36.8	0.0
Nuclear	22.6	25.2	26.7	27.8	29.1	29.8	1.0
Renewables	16.3	23.4	27.1	29.6	31.3	32.9	2.6
Total	96.2	103.0	109.8	116.1	122.2	128.1	1.1
Total energy consumption							
Liquids	96.5	94.1	95.6	96.7	97.9	99.7	0.1
Natural gas	56.3	59.2	61.4	63.6	67.1	70.6	0.8
Coal	46.8	42.6	43.1	44.6	45.3	46.7	0.0
Nuclear	22.6	25.2	26.7	27.8	29.1	29.8	1.0
Renewables	22.1	29.3	33.6	37.1	39.4	41.4	2.4
Total	244.3	250.4	260.6	269.8	278.7	288.2	0.6

-Les émissions mondiales de CO2 par région (2006 – 2035) (Million Tons métriques de dioxyde de carbone) ((EIA. 2011).

Region	History			Projections					Average annual percent change, 2008-2035
	2006	2007	2008	2015	2020	2025	2030	2035	
OECD									
OECD Americas	7,014	7,123	6,926	6,773	6,924	7,189	7,431	7,772	0.4
United States ^a	5,918	6,022	5,838	5,680	5,777	5,938	6,108	6,311	0.3
Canada	504	607	595	569	582	608	635	679	0.5
Mexico/Chile	502	494	493	524	565	623	688	782	1.7
OECD Europe	4,428	4,413	4,345	4,115	4,147	4,158	4,198	4,257	-0.1
OECD Asia	2,165	2,206	2,201	2,143	2,181	2,224	2,253	2,294	0.2
Japan	1,240	1,254	1,215	1,125	1,142	1,136	1,110	1,087	-0.4
South Korea	484	503	522	553	562	597	634	678	1.0
Australia/New Zealand	440	449	464	466	477	492	509	528	0.5
Total OECD	13,606	13,742	13,472	13,031	13,252	13,549	13,882	14,323	0.2
Non-OECD									
Non-OECD Europe and Eurasia	2,823	2,790	2,832	2,803	2,767	2,782	2,863	2,964	0.2
Russia	1,668	1,618	1,663	1,648	1,607	1,603	1,659	1,747	0.2
Other	1,155	1,172	1,169	1,154	1,159	1,179	1,204	1,217	0.2
Non-OECD Asia	8,835	9,416	10,100	13,238	14,475	16,475	18,238	19,688	2.5
China	5,817	6,257	6,801	9,386	10,128	11,492	12,626	13,441	2.6
India	1,281	1,367	1,462	1,802	2,056	2,398	2,728	3,036	2.7
Other	1,737	1,793	1,838	2,050	2,291	2,585	2,884	3,211	2.1
Middle East	1,446	1,479	1,581	1,889	2,019	2,199	2,435	2,659	1.9
Africa	984	1,016	1,078	1,209	1,311	1,430	1,568	1,735	1.8
Central and South America	1,064	1,085	1,128	1,287	1,386	1,497	1,654	1,852	1.9
Brazil	380	397	423	528	579	644	739	874	2.7
Other	684	688	705	759	807	853	916	978	1.2
Total Non-OECD	15,152	15,786	16,718	20,426	21,958	24,383	26,758	28,897	2.1
Total World	28,758	29,529	30,190	33,457	35,210	37,932	40,640	43,220	1.3

-Consommation énergétique en Algérie par produit et par secteur (MEM. 2011):

Consommation nationale par produit	Unités	2009		2010		TCA (%)
		Quant	%	Quant	%	
Produits solides	(K tep)	308	0,7	367	0,8	19,4
	(K tec)	374		-		
Pétrole brut ⁶	(K tep)	703	1,6	787	1,8	11,9
	(K Tonnes)	639		715		
Condensat	(K tep)	-	-	6	-	-
	(K Tonnes)	-		5		
Produits pétroliers	(K tep)	13 397	30,9	13 325	30,7	-0,5
	(K Tonnes)	12 179		12 114		
Gaz naturel	(K tep)	14 663	33,8	14 462	33,4	-1,4
	(10 ⁹ M ³)	15 848		15 241		
GPL	(K tep)	2 365	5,5	2 329	5,4	-1,6
	(K Tonnes)	2 005		1 973		
Electricité	(K tep)	11 541	26,6	11 742	27,1	1,7
	(GWh)	43 062		45 666		
Autres (Ethane, GHF...etc.)	(K tep)	381	0,9	343	0,8	-9,9
	-	-		-		
Total	(K tep)	43 358	100	43 362	100	+0,0

Consommation finale par secteur d'activité (K tep)	2009		2010		TCA (%)
	Quant.	%	Quant.	%	
Industrie et BTP, dont :	7 382	24,0	8 019	25,3	8,6
- Matériaux de construction	2 864	9,3	3 204	10,1	11,9
A- Cimenteries	1 533	5,0	1 513	4,8	-1,3
- ISMME	1 030	3,3	1 040	3,3	1,0
- BTP	635	2,1	792	2,5	24,7
- Industries Manufacturières	801	2,6	671	2,1	-16,2
A - Industrie Agroalimentaire	600	1,9	471	1,5	-21,5
B - Verrieres	101	0,3	97	0,3	-3,9
- Chimie	292	0,9	348	1,1	19,3
Transport, dont :	10 869	35,2	11 215	35,4	3,2
- Routier	10 165	32,9	10 510	33,3	3,4
- Aérien	495	1,6	495	1,6	0,0
Ménages et autres, dont :	12 653	40,9	12 415	39,2	-1,9
- Résidentiel	9 006	29,1	8 862	28,1	-1,6
- Agriculture	224	0,7	322	1,0	44,1
Total	30 904	100	31 650	100	+2,4

Annexes II: Lois et décrets législatifs

Le décret exécutif n° 2000-90 portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs.

Décret exécutif n° 2000-90 du 19 Moharram 1421 correspondant au 24 avril 2000 portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport conjoint du ministre de l'habitat et du ministre de l'énergie et des mines;

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement;

Vu la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme;

Vu la loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie, notamment ses articles 11 et 12;

Vu le décret présidentiel n° 99-299 du 15 Ramadhan 1420 correspondant au 23 décembre 1999 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 99-300 du 16 Ramadhan 1420 correspondant au 24 décembre 1999 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Décrète :

Article 1er. — En application des dispositions des articles 11 et 12 de la loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 susvisée, le présent décret a pour objet de fixer la réglementation thermique dans les bâtiments neufs.

Art. 2. — Pour l'application des dispositions du présent décret, il est entendu par bâtiments neufs :

— Les bâtiments neufs à usage d'habitation; l'habitation;

— Les bâtiments neufs à un usage autre que l'habitation;

— La partie de construction réalisée comme extension du bâtiment existant.

Art. 3. — Pour l'application des dispositions du présent décret, il est entendu par bâtiments individuels, les bâtiments neufs individuels à usage d'habitation.

Art. 4. — Le maître d'ouvrage est tenu de s'assurer que la conception et la construction des bâtiments neufs obéissent aux principes suivants :

— Les caractéristiques thermiques des bâtiments neufs doivent être telles que les transferts de chaleur par transmission thermique, à travers les parois constituant l'enveloppe de ces bâtiments, soient en adéquation avec les niveaux de transfert de chaleur requis;

— Les systèmes de ventilation dans les bâtiments neufs doivent être tels que le renouvellement d'air soit en adéquation avec le niveau de renouvellement d'air requis;

— Les systèmes de chauffage d'hiver et de climatisation d'été dans les bâtiments doivent compter des dispositifs automatiques de régulation.

Art. 5. — Les caractéristiques d'isolation thermique dans les bâtiments neufs doivent répondre à l'une au moins des deux conditions ci-après:

— Les déperditions calorifiques calculées pour la période d'hiver doivent être inférieures à une limite appelée "déperdition de référence";

— Les apports calorifiques calculés pour la période d'été doivent être inférieurs à une limite appelée "apport de référence".

Art. 6. — Les valeurs de référence relatives aux déperditions et aux apports calorifiques concernant les bâtiments neufs à usage d'habitation sont fixés dans des documents techniques réglementaires (D.T.R) approuvés par arrêté du ministre chargé de l'habitat.

Art. 7. — Les valeurs de références relatives aux déperditions et aux apports calorifiques concernant les bâtiments neufs à un usage autre que d'habitation sont fixées dans des documents techniques réglementaires (D.T.R) approuvés par arrêté conjoint du ministre chargé de l'habitat, du ministre chargé de l'énergie et des ministres concernés.

Art. 8. — Sont également définies dans les documents techniques réglementaires (D.T.R.) visés dans les articles 6 et 7 ci-dessus:

— les méthodes relatives au calcul des déperditions et des apports calorifiques;

— les zones climatiques correspondant aux périodes d'hiver et d'été ainsi que les valeurs des paramètres du climat extérieur associés aux zones climatiques;

— les valeurs limites pour le climat intérieur des locaux.

Art. 8. — le débit de renouvellement d'air induit par le système de ventilation doit être :

— inférieur à une limite appelée débit d'air neuf de référence;

— supérieur ou égal à un débit minimal d'air neuf.

Art. 10. — Le débit minimal d'air neuf et le débit d'air neuf de référence des bâtiments neufs à usage d'habitation sont définis dans des documents techniques réglementaires (D.T.R) approuvés par arrêté du ministre chargé de l'habitat.

— Art. 11. — Le débit minimal d'air neuf et débit d'air neuf de références des bâtiments neufs à usage autre que d'habitation sont définis dans des documents techniques réglementaires (D.T.R) approuvés par arrêté conjoint du ministre chargé de l'habitat, du ministre chargé de l'énergie et des ministres concernés.

— Art. 12. — Sont également définies dans les documents techniques réglementaires visés dans les articles 10 et 11 ci-dessus, les méthodes relatives au calcul du débit de renouvellement d'air.

Art. 13. — Les ouvrants, entre un local climatisé et l'espace extérieur ou entre un local climatisé et un local non climatisé, doivent avoir une perméabilité à l'air inférieure à la valeur de référence définie dans des documents techniques réglementaires (D.T.R) approuvés par arrêté du ministre chargé de l'habitat.

Art. 14. — Les systèmes de chauffage d'hiver, à l'exception des installations individuelles dont le principe de fonctionnement n'autorise que le réglage manuel, doivent comporter des dispositifs automatiques qui régulent la fourniture de chaleur en fonction, soit du climat intérieur, soit du climat extérieur.

Art. 15. — Les systèmes de climatisation d'été doivent comporter des dispositifs automatiques qui régulent la fourniture du froid en fonction, soit du climat intérieur, soit du climat extérieur.

Art. 16. — Les modalités d'application des articles 14 et 15 ci-dessus sont précisées par arrêté conjoint du ministre chargé de l'habitat, du ministre chargé de l'énergie et des ministres concernés.

Art. 17. — La période transitoire pendant laquelle le caractère obligatoire de l'isolation thermique ne s'applique pas aux bâtiments neufs individuels est fixée à cinq (5) ans à compter de la date de publication du présent décret au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Art. 18. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

19 Moharram 1421 correspondant au 24

Ahmed BENBITOUR

Annexes III: Programmation

- Programme Officiel :

Espaces	Surfaces
<u>1 - Accueil:</u>	
Hall d'accueil	100 m ²
Réception- affichage	20 m ²
<u>2 - Administration:</u>	
Secrétariat	30 m ²
Bureau du conseiller culturel	30 m ²
Bureau du gestionnaire	50 m ²
Bureau des guides	50 m ²
Bureau d'associations	30 m ²
Service des relations extérieurs	30 m ²
Archives	60 m ²
Service sécurité	100 m ²
Salle de réunion	50 m ²
Sanitaires	
<u>3- Exposition:</u>	
Exposition permanente	1800 m ²
Exposition temporaire	600 m ²
Galerie d'art	600 m ²
Labyrinthe photo	600 m ²
Jardin des sculptures	
<u>4 - Restauration:</u>	
Laboratoire et atelier de restauration	
Salle de réserve et de stockage	4*150 m ²
Salle de mise en catalogue	300 m ²
Dépôt de restauration	150 m ²
Laboratoire de recherche	50 m ²
Laboratoire photo	2*150 m ²
Sanitaires	200 m ²
Espaces	Surfaces
<u>5- Information:</u>	
Unité de documentation spéciale	500 m ²
Chercheur- conservateur- restaurateur	
Bibliothèque des arts et médiathèque:	250 m ²
* Salle de lecture	250 m ²
* Salle périodique	50 m ²
* Dépôt	150 m ²
* Cybercafé	
Salle de conférence	300 pers
<u>6- Création et apprentissage:</u>	
Ateliers de dessin enfants	250 m ²
Ateliers de peinture enfants	50 m ²
Ateliers de sculpture	250 m ²
Atelier de poterie	50 m ²
Atelier de tissage	50 m ²
Ateliers de dessin	250 m ²
Ateliers de peinture	50 m ²
Dépôt de matériel artistique	100 m ²
<u>7 - Commerce et détente:</u>	
Cafétéria panoramique	200 m ²
Vente livres et objets d'art	20 m ²
Vente CD	20 m ²
Vente tabac et journaux	20 m ²
Librairie	20 m ²
Taxiphone	20 m ²
<u>8 - Locaux techniques et annexes:</u>	
Chaufferie et climatisation	80 m ²
Factotum	80 m ²

Programme retenu:

Espaces	Surfaces
<u>1 - Accueil:</u>	
Hall d'accueil	100 m ²
Réception- affichage	20 m ²
<u>2 - Administration:</u>	
Secrétariat	30 m ²
Bureau du conseiller culturel	30 m ²
Bureau du gestionnaire	50 m ²
Bureau des guides	50 m ²
Bureau d'associations	30 m ²
Service des relations extérieurs	30 m ²
Archives	60 m ²
Service sécurité	50 m ²
Salle de réunion	50 m ²
Sanitaires	
<u>3 - Exposition:</u>	
Exposition permanente	800 m ²
Exposition temporaire	600 m ²
Galerie d'art	600 m ²
Labyrinthe photo	600 m ²
Jardin des sculptures	
Espaces	Surfaces
<u>4 - Restauration:</u>	
Laboratoire et atelier de restauration	
Salle de réserve et de stockage	150 m ²
Salle de mise en catalogue	300 m ²
Dépôt de restauration	150 m ²
Laboratoire photo	100 m ²
Sanitaires	
<u>5 - Information:</u>	
Unité de documentation spéciale	500 m ²
Chercheur- conservateur- restaurateur	
* Dépôt	150 m ²
<u>6- Création et apprentissage:</u>	
Ateliers de dessin enfants	250 m ²
<u>7 - Commerce et détente:</u>	
Cafétéria panoramique	20 m ²
Librairie	20 m ²
Taxiphone	
<u>8 - Locaux techniques et annexes:</u>	
Chaufferie et climatisation	80 m ²
Factotum	80 m ²