



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Architecture et Urbanisme
Spécialité : Architecture et Environnement

Réf. :

Présenté et soutenu par :
BOUCHERIT Samiha

Le : dimanche 21 juillet 2019

**Le thème : L'effet de l'architecture passive
sur l'optimisation de la consommation
énergétique, cas d'étude :
Experimentarium à Biskra**

Jury :

Mme. MADHOU Meriem	MAA	Université de Biskra	Président
Mme. BELARBI Samia	MAB	Université de Biskra	Rapporteur
M. BERKOUK Djihed	MCB	Université de Biskra	Examineur

Dédicace

À mon héros ... mon soutien ... ma force

À toi ... mon cher papa

À mon soleil ... ma vie ... ma confiance

À toi ... ma chère maman.

Aux brins de lumière ... roses de ma vie ... mes bougies

À vous ... Yasmine, Okba, Mouatez Billah, Ahmed

A ceux qui ont éclairé mon chemin ... A tous qui ont

Laissé une empreinte dans ma vie

Remerciements

Louange à Dieu, le tout puissant qui nous a donné le soutien, la patience et le courage d'élaborer et de concevoir ce modeste travail.

Je tiens à remercier les personnes grâce auxquelles ce travail a pu être réalisé :

Je remercie en premier lieu mon Directeur de mémoire Mme Belarbi Samia, d'abord pour avoir accepté de diriger ce travail, ensuite pour sa disponibilité, pour son suivi, ses précieux conseils et ses critiques constructives pour l'élaboration de cette recherche.

Je voudrais également adresser mes remerciements aux membres du jury qui ont accepté de porter leur apport et orientation. Je remercie Mme Madhoui Meriem d'avoir accepté la présidence du jury et Mr Berkouk Djihed d'avoir accepté à son tour d'examiner le travail de recherche du présent mémoire.

Je veux remercier du fond du cœur mes parents qui ont tout fait Pour ma réussite, que Dieu me les protège et toute ma famille qui me soutient depuis toujours, sur tous mes frères Riad et Souhib.

Merci à tous mes amies, qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail, qu'ils trouvent toute ma gratitude. Merci particulièrement à mes chères sœurs : Merzaka, Khadidja, Nourehanne, Meriem, Hiba, Fatima et Chaima pour contribuer au bon déroulement de cet épisode de ma vie.

Merci à tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont fourni documents, aide et encouragements pour la réalisation de ce travail, qu'ils trouvent toute ma gratitude.

Résumé

La notion de l'architecture passive et sa relation avec la maîtrise de la consommation énergétique et son contrôle sont caractérisées par une grande complexité, elles sont considérées comme un domaine à explorer pour assurer la réalisation des équipements efficaces énergétiquement et une architecture durable respectueuse de l'environnement, donc quelles sont les stratégies architecturales passives qui contribuent à réduire la consommation d'énergie ? Quelles sont les propriétés des bâtiments économes en énergie ?

Le présent travail est une Recherche fondamentale qui se base sur l'étude des statistiques et l'analyse de contenu des documents et des articles scientifiques (études quantitatives et qualitatives) et il vise obtenir des solutions architecturales efficaces et fondamentales au contrôle de la consommation énergétique dans les bâtiments relatifs à un climat chaud et aride tel que : (l'orientation – la protection solaire –l'inertie thermique – la ventilation naturelle...etc.) qui assurent un confort inévitable et un environnement sain comme nous avons assuré aussi de les appliquer dans notre projet d'étude « L'Experimentarium » à Biskra « contexte chaud et aride ».

En fin, En conclure que l'utilisation des stratégies passives pour l'optimisation de la consommation énergétique et son non-épuisement sont une nécessité absolue pour ne pas compromettre les besoins des futures générations en ressources naturelles sous la notion de la durabilité architecturale.

Mots clés : L'architecture passive, la consommation énergétique, la performance énergétique, les stratégies passives, le confort, L'Experimentarium.

Abstract

The concept of passive architecture and its relationship with the control of energy consumption are characterized by a great complexity, they are considered as a field to be explored to ensure the realization of an energy efficient equipments and a sustainable architecture that is respectful of the environment, So what are the passive architectural strategies that help reduce energy consumption? What are the properties of the energy efficient buildings ?

The present work is a fundamental research based on the study of statistics and content analysis of documents and scientific articles (quantitative and qualitative studies) and It aims to obtain effective and fundamental architectural solutions to the control of energy consumption in buildings relative to a hot and arid climate such as : (the orientation - the sun protection – the thermal inertia - the natural ventilation ... etc.) which ensure an inevitable comfort and a healthy environment as we have tried also to apply them in our study project "The Experimentarium" in Biskra "hot and arid context".

Finally, we conclude that the use of passive strategies to optimize energy consumption and its non-exhaustion are an absolute necessity to avoid compromising the needs of the future generations of natural resources under the concept of architectural sustainability.

Keywords: Passive architecture, energy consumption, energy performance, passive strategies, comfort, The Experimentarium.

المخلص

ان مفهوم الهندسة المعمارية السلبية يتميز بتعقيد كبير كما هو الحال بالنسبة لمفهوم تحسين استهلاك الطاقة والتحكم بها حيث أصبح هذا الأخير ميدان ضروري وجب الخوض فيه من أجل تحقيق منشآت فعالة طاقيًا ومن أجل تحقيق عمارة مستدامة محافظة على البيئة، وهذا يجعلنا نقف عند التساؤل التالي: فما هي الاستراتيجيات المعمارية السلبية التي تساعد في تقليل استهلاك الطاقة؟ ما هي خصائص المباني الموفرة للطاقة؟

العمل الحالي عبارة عن بحث أساسي يعتمد على دراسة الإحصاءات وتحليل محتوى المستندات والمقالات العلمية وفقا للدراسات الكمية والنوعية ويهدف إلى للوصول لحلول معمارية فعالة لترشيد استهلاك الطاقة نذكر منها (التوجيه-الحماية من الشمس-العزم الحراري-التهوية الطبيعية... الخ.) والتي تضمن مستوى عال من الرفاهية للمستعمل وكذا نظافة المحيط.

وفي الأخير، توصلنا الى ان استعمال استراتيجيات الهندسة المعمارية السلبية بهدف تحسين استهلاك الطاقة وعدم استنزافها هو ضرورة حتمية من أجل عدم المساس بحاجيات الأجيال المستقبلية من مصادر الطاقة الطبيعية تحت مفهوم الاستدامة المعمارية. كما أكدنا تطبيق هذه الاستراتيجيات في مشروع دراستنا "الأكسيريومونتايريوم" في بسكرة "مناخ حار وجاف".

الكلمات المفتاحية: الهندسة المعمارية السلبية -الاستهلاك الطاقي -الأداء الطاقي -استراتيجيات العمارة السلبية -الرفاهية -الأكسيريومونتايريوم.

Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	I
Abstract	III
الملخص.....	III
Table des matières	IVV
Liste des tableaux	IXX
Liste de figure.....	XI
Chapitre introductif	
Introduction générale.....	1
1. Problématique de la recherche	2
2. Hypothèses de la recherche	3
3. Objectifs de la recherche	3
4. la méthodologie de la recherche.....	4
5. Structure du mémoire	4
Chapitre I : L'architecture Passive : Strategies Et Dispositifs	
Introduction	6
I.1 L'approche écologique	6
I.2 L'architecture bioclimatique	6
I.3 L'architecture passive	7
I.3.1 Avantages et Inconvénients de la construction passive.....	8
I.4 Le confort thermique.....	9
I.5 Les stratégies et les techniques de la conception architecturale passive.....	10
I.5.1 les stratégies de chaud (Confort d'hiver en climat tempéré).....	10
I.5.2 les stratégies de froid (confort d'été en climat tempéré)	10

I.6 Les paramètres et techniques de construction selon les stratégies de froid	11
I.6.1 L’implantation (La localisation).....	11
I.6.2 L’orientation	12
I.6.3 La compacité.....	14
I.6.4 La protection solaire (le control solaire).....	16
I.6.4.1 Les brise soleil	16
I.6.5 Les végétations et espaces d’eau	17
I.6.5.1 Les parois végétales	18
I.6.6 Le traitement des ponts thermiques	18
I.6.7 L’isolation thermique.....	19
I.6.8 matériaux de construction (le couleur et texture)	20
I.6.9 La ventilation et le rafraichissement.....	21
I.6.9.1 Les éléments pour une ventilation écologique.....	22
I.6.9.2 Les capteurs à air.....	22
I.6.9.3 Le puits canadien	23
I.6.9.4 L’enveloppe « façade type double-peau »	24
I.6.10 L’inertie thermique	24
I.6.10.1 L’application de la stratégie.....	24
Conclusion.....	25

Chapitre II : L’efficacite Energetique

Introduction	26
II.1 Le contexte énergétique et la Consommation mondial.....	26
II.2 Le contexte énergétique et la Consommation en Algérie	27
II.3 L’architecture écoresponsable	28
II.4 Définition de l’énergie	29
II.5 Le bilan énergétique.....	30
II.6 Efficacité énergétique	31

II.7	l'énergie et le bâtiment.....	31
II.7.1	Analyse du cycle de vie (ACV) d'un bâtiment	33
II.7.2	Démarche de réduction de la consommation d'énergie dans le bâtiment	34
II.7.2.1	L'amélioration de l'efficacité énergétique.....	35
II.7.2.2	Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique	35
II.7.3	Diminuer les besoins : efficacité énergétique « passive ».....	35
II.7.4	Utilisation des énergies renouvelables	35
II.7.4.1	Les cinq ressources d'énergie renouvelables.....	35
II.8	Les concepts de bâtiments performants	36
II.8.1	Le bâtiment à basse consommation.....	37
II.8.2	Le bâtiment « passif »	37
II.8.3	Le bâtiment « producteur d'énergie	38
II.8.4	Le bâtiment « zéro énergie » ou « zéro net »	38
II.8.5	Le bâtiment « à énergie positive »	38
II.8.6	Le bâtiment autonome	38
II.9	Les labels haute performance énergétique.....	39
	Conclusion.....	41
Chapitre III : L'état De L'art		
	Introduction	42
III.1	Maîtrise De L'énergie Et Le Contexte Réglementaire En Algérie.....	43
III.2	La Stratégie Nationale De La Maitrise D'énergie	43
III.2.1	L'agence nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie (APRUE).....	43
III.2.1.1	Le programme ECO-BAT	44
III.2.2	La Comité Sectoriel de la Maitrise de l'énergie (CIME).....	44
III.2.3	Le Fond National de Maitrise de l'énergie (FNME).....	44
III.2.4	Le Programme Nationale de Maitrise de l'Énergie (PNME).....	44

III.3	La Réglementation Algérienne	45
III.4	Synthèse De L'état De L'art	47
	Conclusion	50
Chapitre IV : Cas D'étude « L'experimentarium »		
	Introduction	51
IV.1	Partie theorique.....	51
IV.1.1	Définition de la science.....	51
IV.1.2	Définition de la culture	51
IV.1.3	aperçue sur la cité des sciences.....	52
IV.1.3.1	les cités des sciences et ses caractéristiques.....	52
IV.1.3.2	Modèles de la cité des sciences	52
IV.1.3.3	L'Experimentarium et ses caractéristiques	53
IV.1.3.4	Les objectifs de l'Experimentarium	53
IV.1.4	présentation du projet de fin d'étude (l'Experimentarium)	53
IV.1.5	La relation du thème avec le projet.....	54
IV.1.6	Les raisons du choix du projet	54
IV.2	Partie pratique.....	55
IV.2.1	Analyse des exemples	55
IV.2.1.1	Exemple 01 « la cité de science de l'Égypte »	55
IV.2.1.2	Exemple 02 « l'Experimentarium de Danemark »	56
IV.2.1.3	Exemple 03 « la terre de science de Kaunas »	57
IV.2.1.4	Exemple 04 « la cité de science d'Alger »	58
IV.2.1.5	Exemple 05 « le chalet de Souidania ».....	59
IV.2.1.6	synthèse de l'analyse des exemples.....	60
IV.2.2	Analyse de programme.....	62
IV.2.2.1	La programmation du projet de fin d'étude	62
IV.2.2.2	La détermination de la capacité du projet	62

IV.2.2.3	l'approche normative	63
IV.2.2.4	Le programme de construction d'un Experimentarium	65
IV.2.3	l'analyse de terrain.....	68
IV.2.3.1	Etude environnementale.....	69
IV.2.3.1.1	Les recommandations du tableau De Mahoney.....	69
IV.2.3.1.2	Les recommandations du diagramme De Giovanni	69
IV.2.3.1.3	Les recommandations de Oueld Henia.....	70
IV.2.4	Les éléments de passage.....	71
IV.2.4.1	Les principes.....	71
IV.2.4.2	Les objectifs.....	71
IV.2.4.3	les intentions.....	72
IV.2.5	les documents graphiques.....	74
Conclusion.....		83
Conclusion générale		84
Bibliographie.....		85

Liste des tableaux

Chapiter II

- Tableau II.1. Le bilan énergétique d'un bâtiment (Source : Nicolas Morel et Edgard 29Gnansounou, 2008) 30
- Tableau II.2. Tableau comparatif des réglementations et labels dans le cas d'une construction neuve (Source : CAUE de Loire-Atlantique, 2010)..... 39
- Tableau II.3. Tableau comparatif des réglementations et labels dans le cas d'un projet de rénovation (Source : CAUE de Loire-Atlantique, 2010) 40

Chapitre III

- Tableau III.1. Synthèse de l'état de l'art (source : l'auteur) 47
- Tableau III.2. Synthèse de l'état de l'art (source : l'auteur) 48
- Tableau III.3. Synthèse de l'état de l'art (source : l'auteur) 49

Chapitre IV

- Tableau IV.1. l'analyse de l'exemple 01 : la cité de science de l'Égypte (source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis, <https://www.archdaily.com/794806/weston-williams-plus-partners-win-competition-to-design-science-city-in-egypt> et <https://www.westonwilliamson.com/projects/science-city> et Google earth) 56
- Tableau IV.2. l'analyse de l'exemple 02 : Experimentarium de Danemark (source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis <https://www.archdaily.com/804130/experimentarium-cebra> et Google earth et <https://www.experimentarium.dk/en/> et <https://www.exemagazine.fr/restructuration-et-extension-de-l-experimentarium-au-danemark-par-cebra-a-1298>)..... 57
- Tableau IV.3. l'analyse de l'exemple 03 : Terre de science de Kaunas (source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis, <https://www.archdaily.com/tag/kaunas-science-island> et Google earth et <http://www.tari-architects.com/portfolio-item/kaunas-science-island/> et <https://fr-be.topographic-map.com/>)..... 58
- Tableau IV.4. l'analyse de l'exemple 03: la cité de science d'Algérie (source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis, www.algerie-dz.com/article4973.html et Google earth et <https://fr-be.topographic-map.com/>).....59
- Tableau IV.5. l'analyse de l'exemple 05 du chalet de Souïdania (source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis(B,Djebri., L,Derradji., F,Boudali Errebai., M. Amara et Y, Maoudj.(2015). Etude expérimentale du comportement thermique d'une maison rurale à faible consommation d'énergie. Revue des Energies Renouvelables, 18 (4) 657 – 666.) et <https://www.djazairress.com/fr/lemaghreb/28109>) 60

- Tableau IV.6. le synthèse de l'analyse (source : l'auteur) 61
- Tableau IV.7. l'approche normative (source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis Hoyet, J.M. (2009). Neufert .Edition 10. France : Dunod, et Google image) 63
- Tableau IV.8. Le programme de construction d'un Experimentarium (source : l'auteur) 65
- Tableau IV.9. . Le programme de la réception (Source : l'auteur) 65
- Tableau IV.10. Le programme de l'administration (source : l'auteur) 65
- Tableau IV.11. Le programme de la centre de recherche (source : l'auteur)..... 66
- Tableau IV.12. Le programme de les expositions (source : l'auteur)..... 66
- Tableau IV.13. Le programme de centre de conférence (source : l'auteur) 67
- Tableau IV.14. Le programme de services (source : l'auteur)..... 67
- Tableau IV.15. Le programme du parc scientifique (source : l'auteur)..... 67
- Tableau IV.15. l'analyse de terrain (source : l'auteur) 68
- Tableau IV.16. Les recommandations du tableau De Mahoney (source : Mahoney. C, 1971) 69
- Tableau IV.17. Les recommandations du diagramme De Giovanni (source : Givoni, B. 1978) 69
- Tableau IV.18. Les recommandations de Ouled Henia (source : Ould-Hennia, 2003) 70
- Tableau IV.18. les stratégies appliquées dans le projet (source : auteur)83

Liste de figure

Figures de Chapitre introductif

- Figure 1.1. Schéma de la structure de mémoire (Source : auteur)..... 4
- Figure 1.2. Schéma de la structure de mémoire (Source : auteur)..... 5

Figures de Chapitre I

- Figure I.1. L'évolution temporelle de l'architecture passive (Source : <https://docplayer.fr/13747640-Energie-positive-se-preparer-a-la-conception-bepos.html>) 7
- Figure I.2. Exemple de la maison passive et sa consommation énergétique (source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis <https://fanvid-recs.com/passive-solar-house-plans-california/>) 8
- Figure I.3. Avantages et Inconvénients de la construction passive (Source : auteur) 8
- Figure I.4. le confort thermique (Source : <https://www.monisolationecologique.com/>)..... 9
- Figure I.5. Les stratégies de chaud « systèmes de chauffage solaire passif » (Source : Liébard et de Herde, 2005)..... 10
- Figure I.6. les stratégies de froid « systèmes de refroidissement passif » (Source : Liébard et de Herde, 2005)..... 10
- Figure I.7. Les critères du choix du site d'implantation (Source : <http://charpenterie.fr/maison-passive/>)..... 11
- Figure I.8. L'orientation optimale des bâtiments selon la position du soleil (Source : www.maisons-bebium.com/blog/pre-t-a-taux-zero-et-rt-2012/strategies-adopter-conception-bioclimatique/)..... 12
- Figure I.9. Répartition des reçues du soleil suivant les orientations des façades (Source : <http://www.bc-maison-ecologique.fr/les-5-points-cles.concevoir-bioclimatique.html>) 13
- Figure I.10. L'orientation du bâtiment selon la direction des vents dominants (Source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis <http://blog.ldt.fr/construction-maison-bbc/construction-maison-bioclimatique-0895.html>)..... 13
- Figure I.11. L'organisation spatiale d'un bâtiment « passive » en fonction de l'usage (Source : <https://carapacehabitat.fr/category/conception/>). 14
- Figure I.12. La compacité de la tissu urbaine selon la surface et le nombre des bâtiments (Source : <https://journals.openedition.org/cybergeogeo/27584>)..... 15
- Figure I.13. La compacité varie suivant la forme, la taille et le mode de contact des volumes construits (Source : Liébard et de Herde, 2005) 15

- Figure I.14. Les types des brises soleil d'un bâtiment passif dans son sens le plus générale (Source : https://www.les-caue-occitanie.fr/sites/default/files/fichiers/ressource/field_fichiers/protectionsolaire2/) 16
- Figure I.15. Le traitement des ouvertures Selon les recommandations d'Oueld Henia (Source : auteur)..... 17
- Figure I.16. L'effet de la végétation dans la conception architectural passive Source : (<http://sti2d.f5mxh.fr/implantation/index.html?Problematique.html>)..... 17
- Figure I.17. Les parois végétales et la protection solaire (Source : <https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=101> modifier par auteur)..... 18
- Figure I.18. Les pertes de chaleur Dans la maison passive (Source : https://www.moasteel.com/savoir_faire.php) 19
- Figure I.19. L'isolation et Les déperditions thermiques dans un bâtiment passif (Source : <http://www.consofutur.com/meilleur-isolant-ecologique-4053/> Marie-France -17 mai 2019.20
- Figure I.20. Coefficients d'absorption pour différents matériaux et couleurs (Source : MAZARI Mohammed, 2012) 20
- Figure I.21. L'impact d'une façade à texture rigoureuse sur l'ombrage (Source : <http://www.pierremaroc.com/les-types-de-finition-en-pierre-de-taza/>) 21
- Figure I.22. Les principes du rafraîchissement passif et la ventilation naturelle (Source : Lavoye., De Herde.2008)..... 22
- Figure I.23. Le capteur à air comme un dispositif passif (Source : Gonzalo, R., Habermann. K. J, 2008) 23
- Figure I.24. Le fonctionnement d'un puits canadien (Source : <https://dreamteam-ee.fr/author/coudrier-moreau>) 23
- Figure I.25. L'effet de L'enveloppe « façade type double-peau »sur le confort thermique » (Source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis <http://franck-boutte.com/?p=2077>) 24
- Figure I.26. L'effet de L'application de la stratégie de L'inertie thermique (Source : <https://www.econology.fr/eco-bati/inertie-thermique.html> modifier par auteur) 25

Figures de Chapitre II

- Figure II.1. La consommation mondiale d'énergie primaire dans le monde Source : (BP Statistical Review of World Energy, 2018)..... 27

- Figure II.2. Répartition de la consommation finale par secteur d'activité Source :
Ministère de l'Énergie (2017) 28
- Figure II.3. Une maison d'architecture écoresponsable et sa consommation
énergétique Source : <https://www.pinterest.ca/pin/412853490835935968/> 29
- Figure II.4. La comparaison entre l'efficacité énergétique active et passive (Source
:auteur).....31
- Figure II.5. Consommation énergétique par usage (étude comparatif) Source : (Antoinette
GILLET et Alain MAUGARD, 2008) 32
- Figure II.6. Gammes d'indices de dépense d'énergie de bâtiment Source : (Nicolas Morel
et Edgard Gnansounou, 2008) 32
- Figure II.7. Cycle de vie d'un bâtiment Source : (A. Liébard et A.de Herde, 2004) 33
- Figure II.8. Démarche négaWatt Source : (Pierre Tittlein ,2012)..... 34
- Figure II.9. La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique Source : (Pierre
Tittlein ,2012) 34
- Figure II.10. Les ressources d'énergie renouvelables (Source : www.habitat-durable.com)
.....36
- Figure II.11. Les ressources d'énergie renouvelables (Source : www.habitat-durable.com) 37

Figures de Chapitre IV

- Figure IV.1. La cité des sciences Tsukuba (Japan) (Source : Anttiroiko, A.-V. 2004) 52
- Figure IV.2. La cité des sciences Kansai (Source : Anttiroiko, A.-V, 2004)..... 52
- Figure IV.3. La cité des sciences Kista (Source : Anttiroiko, A.-V, 2004) 53
- Figure IV.4. La relation entre la science et l'architecture passive Source : auteur 54
- Figure IV.5. Les raisons de choix de l'Experimentarium (Source : auteur)..... 55
- Figure IV.6. Analyse des exemples (Source : auteur) 54
- Figure IV.7. La programmation du projet de fin d'étude (Source : auteur) 62
- Figure IV.8. La détermination de la capacité du projet (Source : auteur) 62
- Figure IV.9. les principes de la conception de l'Experimentarium (Source : Auteur) 71
- Figure IV.10. Figure IV.10. Les objectifs conceptuels (Source : Auteur)..... 72
- Figure IV.11. Les intentions de l'Experimentarium (Source : Auteur) 73
- Figure IV.12. Plan de situation (Source : Auteur).....74
- Figure IV.13. Plan de masse (Source : Auteur)74

- Figure IV.14. Plan d'ensemble (Source : Auteur).....75
- Figure IV.15. Plan sous –sol (niveau -6m) (Source : Auteur)75
- Figure IV.16. Plan sou –sol (niveau -3m) (Source : Auteur)76
- Figure IV.17. Plan RDC (niveau 0m) (Source : Auteur)76
- Figure IV.18. Plan premier étage (niveau +3m) (Source : Auteur)77
- Figure IV.19. Plan deuxième étage (niveau +6m) (Source : Auteur)77
- Figure IV.20. Plan troisième étage (niveau +9m) (Source : Auteur)78
- Figure IV.21. Quatrième étage (niveau +13m) (Source : Auteur)78
- Figure IV.22. Cinquième étage (niveau +17m) (Source : Auteur)79
- Figure IV.23. Coupe AA (Source : Auteur) 79
- Figure IV.24. Façade ouest (Source : Auteur) 80
- Figure IV.25. Façade est (Source : Auteur) 80
- Figure IV.26. Façade sud (Source : Auteur) 80
- Figure IV.27. Façade nord (Source : Auteur)..... 80
- Figure IV.28. Les vues du projet de fin d'étude (l'Experimentarium) (Source :
Auteur).....82
- Figure IV.29. Les vues du projet de fin d'étude (l'Experimentarium) (Source : Auteur)
.....82
- Figure IV.30. Les vues du projet de fin d'étude (l'Experimentarium) (Source : Auteur)
.....83

Chapitre introductif

*« Le secteur du bâtiment est un secteur très énergivore ; il présente 30% à 40% de la consommation énergétique totale. Cette énergie est utilisée pour le chauffage et le refroidissement, qui représente les solutions offertes pour régler les problèmes d'inconfort liés soit ; à la sous chauffe, résultante des pertes thermique en période froide, soit à la surchauffe liée à l'exposition excessive du bâtiment aux radiations solaire en période chaude et principalement sous des conditions d'un climat aride »
(Liébard ,2005)*

Introduction générale

Au cours du siècle dernier, le monde a connu un développement remarquable dans les domaines de l'industrie et de l'énergie. La révolution industrielle européenne en a été le berceau de ce développement. L'homme a épuisé ces énergies pour tenter de réaliser son confort. Et par inadvertance, il a provoqué des pénuries et l'épuisement de ces ressources naturelles génératrices d'énergie.

Cette situation a porté un coup pour les pays occidentaux (lors de la crise pétrolière), ce qui a amené ces derniers à envisager des solutions et des stratégies durables pour réduire la crise énergétique dans le monde et préserver le droit des générations futures aux ressources naturelles, d'où le concept de durabilité et l'émergence d'une révolution intellectuelle et d'un processus qui a touché tous les domaines, y compris le domaine de l'architecture et donc l'émergence du concept d'architecture verte durable qui se base sur les principes d'architecture vernaculaire passive parce que la vie ne prospère que dans des conditions environnementales et climatiques favorables . Et pour cela les anciens colons ont découvert ces conditions qui ont affecté la façon dont ils ont planifié leurs bâtiments. Une fois ces facteurs et conditions étaient clairs et compris, alors les principes ont été déduits et leurs dessins étaient basés sur eux.

Et pour cet effet, actuellement les concepteurs tirent leur principe de la prise en considération des conditions et des facteurs naturels favorisant une architecture durable à travers laquelle ils identifient des stratégies bioclimatiques assurant des espaces intérieurs confortables pour les occupants.

Comme Gonzalo, R., Habermann. K. J. (2008).expliquent « il n'existe pas de style propre à la construction économe en énergie. Celle-ci ne réclame pas d'esthétique particulière,

ni même de régie générale, juste une attitude respectueuse de l'environnement du moins qui ne le pollue pas) ».

En parcourant des régions chaudes ou semi-arides « près de 43% de la surface terrestre de la planète se trouve dans des régions chaudes et arides » on peut voir facilement dans quelle mesure le climat a façonné le tissu urbain des villes et des cités.

L'Algérie est l'un des pays confrontés à un défi constant en matière de climat, car 80 % du territoire national est classé en climat sec et chaud. Le domaine de la construction est généralement le plus grand consommateur d'énergie au monde (premier consommateur) et la première cause du réchauffement planétaire (l'effet de serre),c'est pourquoi la construction écologique fait ses premiers pas en Algérie cette dernière a adopté quelques programmes d'habitat spécial et de passer d'un logement énergivore à un logement de haute qualité environnemental et de haute efficacité énergétique du stade de la construction à celui de l'utilisation citons l'exemple de la maison rurale à faible consommation d'énergie de Soudania à Alger ,Le travail réalisé dans ce projet est une contribution à l'effort de la maîtrise de l'énergie dans le secteur de l'habitat qui est une des priorités de préoccupation du gouvernement Algérien qui a pour but d'étudier le comportement thermique d'une maison économique réalisée par le CNERIB dans le cadre du projet MED-ENEC. Ce qui a conduit à la réduction de la facture énergétique des moyens et de l'état Pour ce faire, des instruments de mesures ont été mis en place afin de, quantifier l'environnement intérieur global et en particulier l'ambiance thermique qui est caractérisée par trois grandeurs physiques : la température de l'air, la température des parois et l'humidité de l'air et tout ça pour la protection de l'environnement.

1. Problématique de la recherche

D'une façon générale La notion de l'architecture passive est caractérisée par une grande complexité également la maîtrise de la consommation énergétique et son contrôle constitue un enjeu primordial pour les architectes et les chercheurs ; pour la réalisation des équipements efficaces énergétiquement et obtenir une architecture durable respectueuse de l'environnement.

À travers cette recherche, nous allons essayer de répondre aux préoccupations suivantes :

- Comment une architecture passive peut-elle résoudre les problèmes de la consommation d'énergie excessive et quelles stratégies et dispositifs architecturaux sont appropriés pour cette approche ?

- Quels sont les critères déterminants un bâtiment énergétiquement performant ?

2. Hypothèses de la recherche

Les hypothèses formulées dans le cadre de cette étude pour répondre à la problématique posée en dessus sont :

- L'on suppose hypothétiquement que l'architecture passive se base sur les principes de l'architecture bioclimatique pour assurer le confort de l'être humain avec une optimisation énergétique à partir des stratégies et dispositifs architecturaux spécifiés
- Les Stratégies et les dispositifs qui sont déterminants pour la performance énergétique d'un bâtiment passif sont : l'orientation, la protection solaire, la ventilation, l'inertie thermique, l'isolation thermique ...etc.

3. Objectifs de la recherche

Ce mémoire de recherche essaye d'étudier l'effet de la conception architecturale passive sur l'optimisation de la consommation énergétique et à partir de ce travail nous visons la compréhension de ses stratégies ainsi que les dispositifs architecturaux qui assurent une bonne écoconception.

Il vise également à :

- Premièrement on a visé l'obtention des solutions architecturales fondamentales au contrôle de la consommation énergétique pour assurer un confort inévitable pour l'occupant.
- Deuxièmement on a visé la maîtrise de la consommation énergétique (le Défi actuel) pour assurer un environnement sain et ne pas compromettre les besoins des générations futures en ressources naturelles.

4. La méthodologie de la recherche

Le présent travail est une Recherche fondamentale qui se base sur l'étude des statistiques et l'analyse de contenu des documents et des articles scientifiques (études quantitatives et qualitatives) aussi il est une recherche explicative qui vise à mettre en relation l'architecture passive et la consommation énergétique selon la méthode descriptive pour présenter en détail l'architecture passive et ses principes et stratégies.

5. Structure du mémoire

Le mémoire de recherche a été structuré en deux parties. La première partie concerne l'approche théorique et comprend trois chapitres. Le premier chapitre porte sur l'architecture passive, ses stratégies et dispositifs, le deuxième chapitre est focalisé sur l'efficacité énergétique et sa relation avec l'architecture et le troisième chapitre est analysé des littératures des différentes recherches. La deuxième partie, contient tout ce qui concerne le volet analytique et comprend un chapitre, ce dernier a présenté le projet de fin d'étude « l'Experimentarium ».

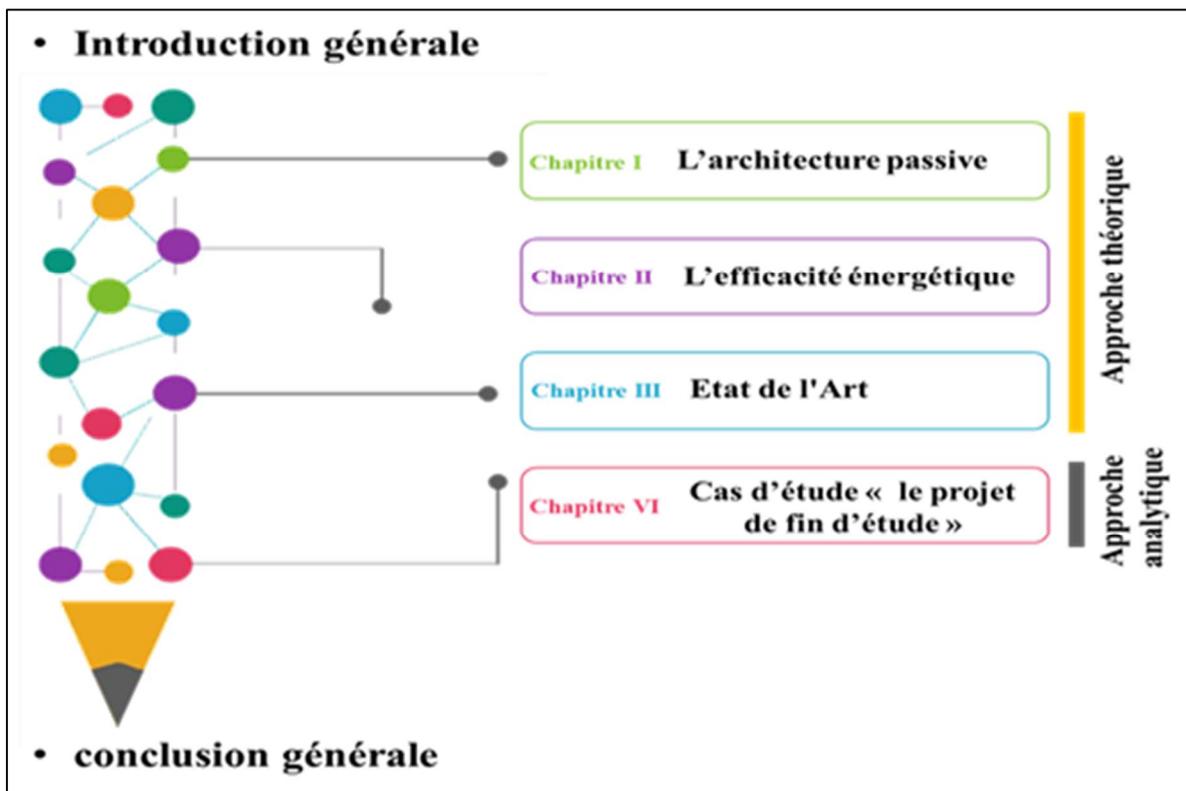


Figure 1.1. Schéma de la structure de mémoire

(Source : auteur)

Le schéma suivant expliquera le contenu de la recherche en détail et sa structure. (Figure 1.2)

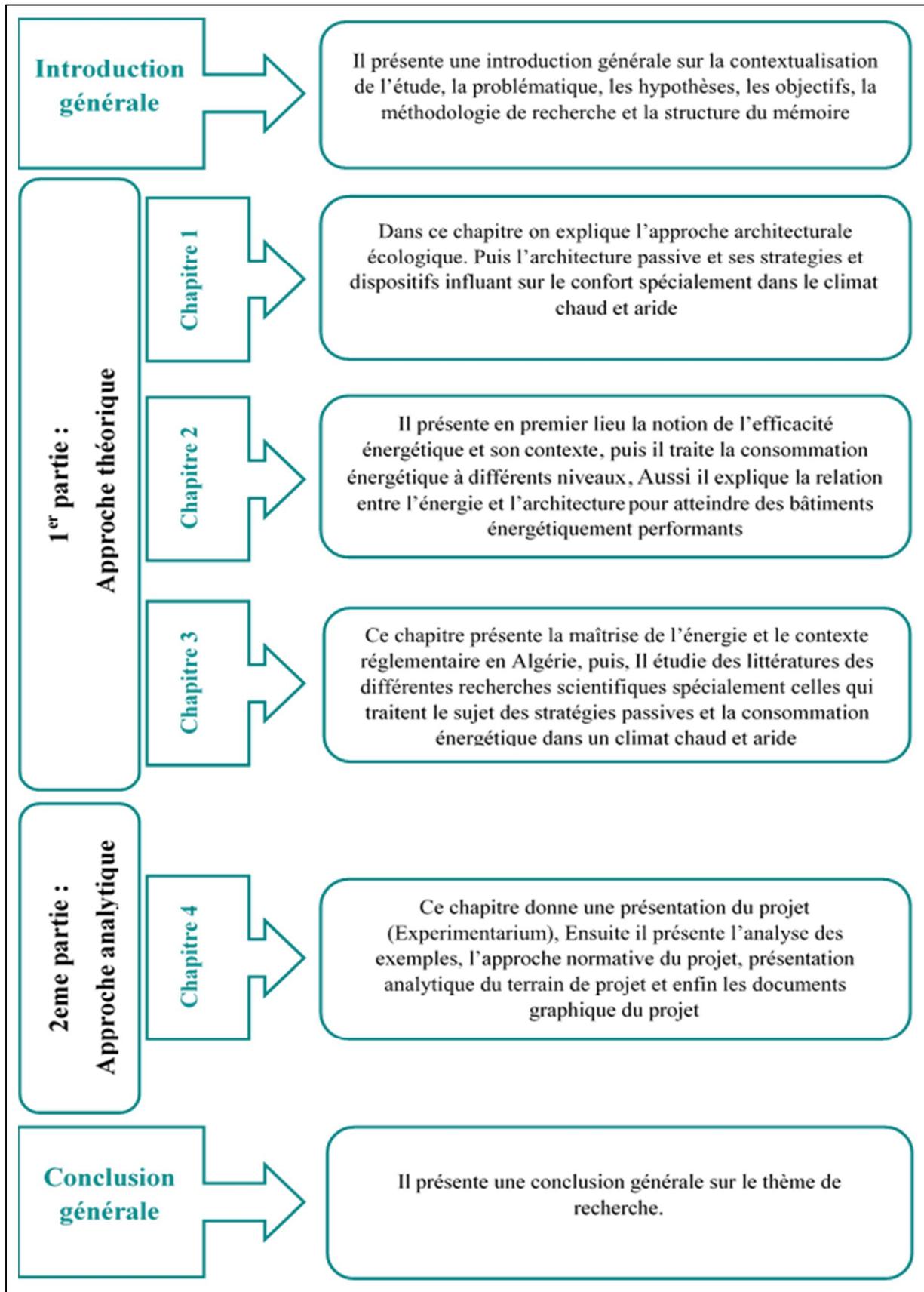


Figure 1.2. Schéma le contenu de la recherche en détail et sa structure

(Source : auteur)

CHAPITRE I :

L'ARCHITECTURE PASSIVE : STRATEGIES ET DISPOSITIFS

Introduction

L'architecture écologique est l'architecture la plus ancienne ; elle représentait plusieurs techniques de construction tels que : utilisation de matériaux locaux, la protection contre les contraintes climatiques, recours à des systèmes ingénieux pour améliorer le confort des occupants, etc.

Elle n'est pas nouvelle, les anciens construisaient en suivant nombreux de ces principes, ce type d'architecture a été oublié quelque temps, et on la redécouvre de nos jours en y incluant les progrès techniques acquis depuis. On peut dire que ce type d'architecture et spécialement l'architecture passive permet au bâtiment de moins consommer d'énergie ; le chauffage en période froide et le rafraîchissement en période chaude, la ventilation, la protection solaire...etc., Donc l'enjeu est de créer des équipements confortables et économes énergétiquement en utilisant les ressources disponibles. Il y a donc des bénéfices pour l'occupant d'un point de vue qualitatif (qualité de vie), d'un point de vue quantitatif (économique mais aussi un bénéfice énorme pour notre environnement).

Après d'optimiser et assurer le confort des occupants tout en préservant le cadre naturel de la construction, de nombreux paramètres sont à prendre en compte. Une attention toute particulière sera portée aux paramètres et techniques de construction donc dans ce chapitre, par conséquent nous rappellerons l'approche architecturale écologique, Puis l'architecture passive et ses stratégies et dispositifs influant sur le confort spécialement dans le climat chaud et aride.

I.1 L'approche écologique

L'approche écologique inspirée de l'approche des anciens, s'est développée depuis les années 1970 sous le nom de bioclimatisme, elle se fonde sur une conception globale de l'habitat considéré comme un organisme vivant situé dans son environnement et réagissant avec lui et concernant l'enjeu thermique, cette approche systémique de l'habitat, qui consiste à créer une enveloppe bâtie « vivant avec le climat ». (Courgey et Oliva, 2006-2007)

I.2 L'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique est une manière de construire avec l'environnement. Le concept global est également appelé «architecture climatique» ou «architecture naturelle». (Courgey et Oliva, 2006-2007, p : 23)

L'architecture bioclimatique utilise les potentiels du local (climats, matériaux, main-d'œuvre...) pour but de réaliser un climat intérieur confortable en s'adaptant à toutes les variations climatologiques du lieu.

« Elle rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme et au climat. C'est pourquoi on ne peut définir une unique typologie de l'architecture bioclimatique : il y en a autant que de climats. Ceci est d'autant plus vrai que le confort de chacun se déplace avec les conditions climatologiques. L'architecture bioclimatique passe donc inévitablement par une excellente connaissance de son environnement » (Lavoye et De Herde, 2008, p : 01)

I.3 L'architecture passive

La « construction passive » développée dans les années 1970, mais formalisée en 1988 par le Pr Bo Adamson de l'université de Lund, (Suède)

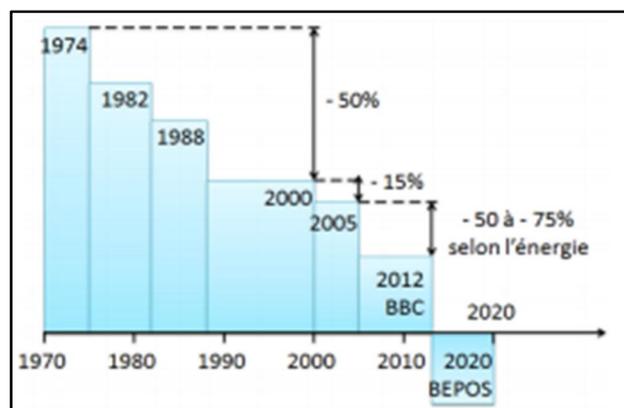


Figure I.1. L'évolution temporelle de l'architecture passive

(Source : <https://docplayer.fr/13747640-Energie-positive-se-preparer-a-la-conception-bepos.html>)

L'architecture passive assure des bâtiments passifs qui se distinguent par un haut niveau de bien-être en même temps qu'une consommation énergétique très faible ; selon Guerriat (2006) L'architecture passive assurer un bâtiment avec un climat intérieur agréable en hiver comme en été sans installation de chauffage ou de refroidissement conventionnelle.

Ce standard de construction est atteint grâce aux composants (par exemple : les fenêtres triple vitrage, la ventilation double flux, l'isolation ...etc.). C'était déjà le cas dans le premier bâtiment passif, construit entre 1990 et 1991 à Darmstadt. A l'époque, les composants devaient être fabriqués à la main, sur mesure mais actuellement tous les éléments sont fabriqués de manière industrielle .de l'extérieur, les maisons passives ne se distinguent pas des maisons conventionnelles : le terme bâtiment passif décrit un standard et non une catégorie de construction précise. (Vekemans, 2016-2017, p : 05)

La construction passive consomme 90% d'énergie de moins que les constructions existantes. Et même 75% de moins qu'un bâtiment nouvellement construite. Il est encore nettement plus faible qu'un bâtiment basse énergie. Et pourtant le confort est nettement supérieur ; L'architecture passive utilise toutes les sources de chaleur disponibles de manière efficace, comme la chaleur corporelle ou celle apportée par le soleil car l'énergie solaire est valorisée de façon naturelle pour assurer un chauffage suffisant dans le logement (Wolfgang Feist, 2006) donc on peut dire que la construction passive consomme très peu d'énergie, car elle repose sur une intégration intelligente dans son environnement.

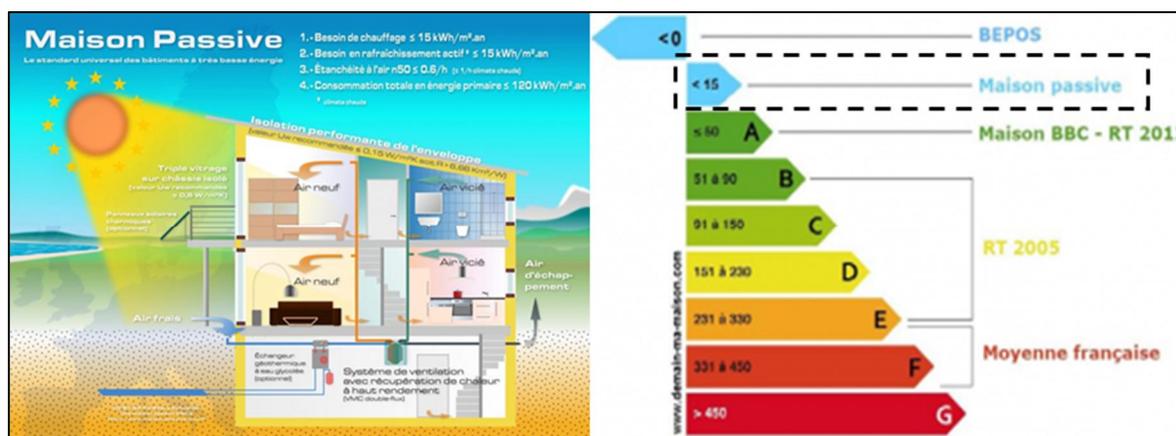


Figure I.2. Exemple de la maison passive et sa consommation énergétique

(source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis <https://fanvid-recs.com/passive-solar-house-plans-california/>)

I.3.1 Avantages et Inconvénients de la construction passive

Selon Bernard Afflatet et all (2019) le bâtiment passif est scrupuleusement pensé en amont pour être, à l'usage, opérationnel et efficace de façon optimale

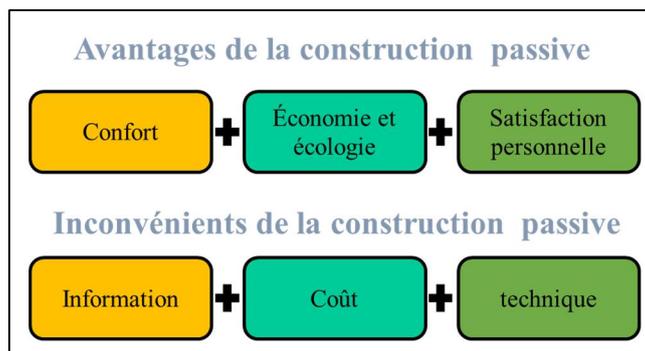


Figure I.3. Avantages et Inconvénients de la construction passive

(Source : auteur)

I.4 Le confort thermique

« Il peut être défini dans un sens négatif, comme l'absence de gêne ou d'inconfort dû à la chaleur ou au froid, ou dans un sens positif comme un état engendrant le bien-être » (Givoni, 1978).

D'après Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva (2007) Le confort thermique est l'état de l'esprit qui exprime la satisfaction avec l'environnement thermique et la notion de bien-être thermique est plus large que celle de confort thermique car elle fait intervenir celle de plaisir qui commence par le ressenti conscient de l'ambiance thermique. Il est lié à la notion de variation des ambiances dont joue aussi l'architecture bioclimatique pour les créer.

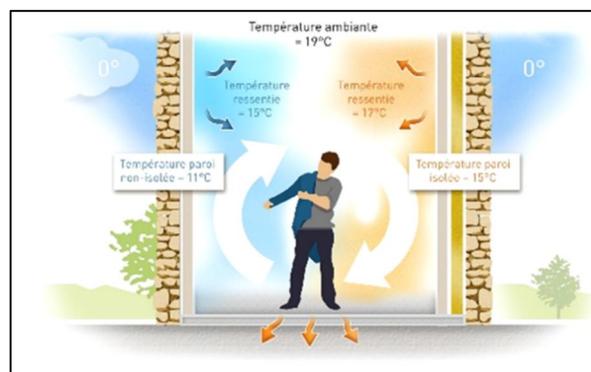


Figure I.4. Exemple de la maison passive et sa consommation énergétique

(Source : <https://www.monisolationecologique.com/>)

I.4.1 Les paramètres affectant le confort thermique

-Le confort thermique est une notion subjective très changeable c'est pour quoi ses paramètres sont divisés en trois groupes :

Paramètres liés au climat : tels que l'humidité de l'air et la température et la vitesse de l'air ...etc.

Paramètres liés à l'individu : tels que l'habillement et le genre et l'activité...etc.

Paramètres liés au milieu bâtis : tel que l'orientation du bâtiment et les matériaux de construction...etc.

I.5 Les stratégies et les techniques de la conception architecturale passive

Les stratégies passives utilisent des sources énergétiques ambiantes au lieu d'énergie achetée. Ces stratégies comprennent l'éclairage naturel, la ventilation naturelle et l'énergie solaire...etc. (Autodesk Sustainable design, 2018).

I.5.1 les stratégies de chaud (Confort d'hiver en climat tempéré)

S'il est important de se protéger des surchauffes en été ; Les principes de la stratégie de chaud (systèmes de chauffage solaire passif) sont : capter le rayonnement solaire, stocker l'énergie ainsi capter et distribuer cette chaleur dans le bâtiment, réguler cette chaleur et enfin éviter les déperditions dues au vent (MAZARI Mohammed, 2012).

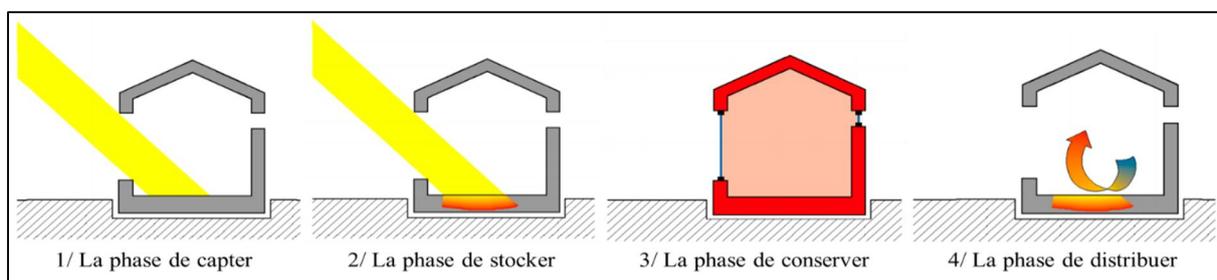


Figure I.5. Les stratégies de chaud « systèmes de chauffage solaire passif »

(Source : Liébard et de Herde, 2005)

I.5.2 les stratégies de froid (confort d'été en climat tempéré)

Aux saisons chaudes, les apports gratuits sont indésirables et il faut assurer le rafraîchissement. La stratégie de refroidissement naturel répond au confort d'été. Il s'agit de se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, de minimiser les apports internes, de dissiper la chaleur et de refroidir naturellement le bâtiment (MAZARI Mohammed, 2012).

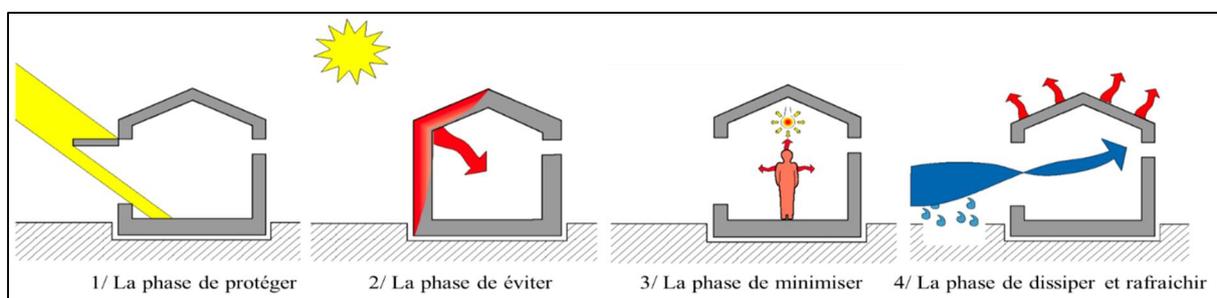


Figure I.6. Les stratégies de froid « systèmes de refroidissement passif »

(Source : Liébard et de Herde, 2005)

I.6 Les paramètres et techniques de construction selon les stratégies de froid

Il existe de nombreuses paramètres et techniques de construction influant sur le confort à travers les différentes stratégies qui aident à la conception architectural passive dans le contexte chaude et aride, telles que :

I.6.1 L'implantation (La localisation)

Le mot implantation peut avoir plusieurs significations selon les dictionnaires et les domaines divers :

- En topographie, une implantation est l'art de passer du plan, qu'il soit informatisé ou papier, au terrain
- En urbanisme, l'implantation signifie la disposition d'un bâtiment sur un terrain donné

Selon Daniel BEGUIN (2006) les critères de sélection du site d'implantation devraient inclure :

1. L'orientation du site
2. L'environnement naturel (végétation, vents, ensoleillement)
3. Le potentiel solaire passif
4. Le zonage, le lotissement et les autres réglementations locales applicables
5. La topographie et le type de sol
6. Les vues et les voies de circulation
7. La relation du site avec ses voisins
8. L'accès aux services à proximité
9. Les services municipaux disponibles (eau, égouts).

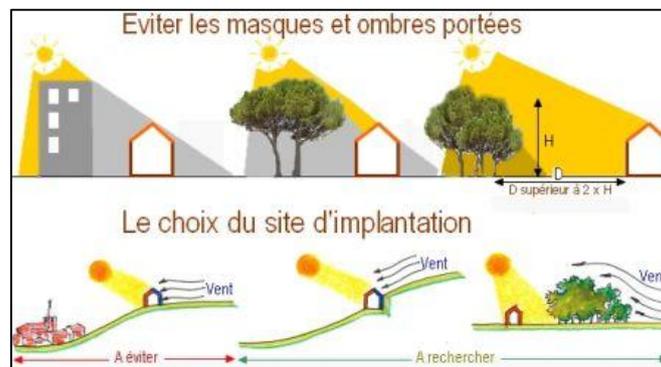


Figure I.7. Les critères du choix du site d'implantation

(Source : <http://charpenterie.fr/maison-passive/>)

I.6.2 L'orientation

Le choix de l'orientation d'après GIOVONI. B (1980) est soumis à de nombreuses considérations, telles que :

- La vue
- La position du bâtiment par rapport aux voies
- La topographie du site d'implantation
- La position des sources des nuisances et la nature du climat (facteurs climatique ; les radiations solaires et le vent)

Le terrain doit permettre d'orienter le bâtiment de façon optimale pour profiter des apports solaires ; L'orientation Nord-Sud selon l'axe Est – Ouest offre la meilleure maîtrise de l'ensoleillement et elle évite les gênes entraînées par le soleil (Éblouissement, surchauffe...) et de diminuer le facture de chauffage (MAZARI Mohammed, 2012).

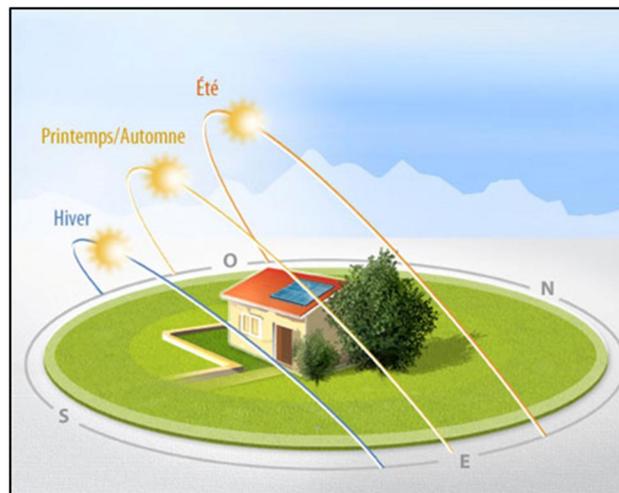


Figure I.8. L'orientation optimale des bâtiments selon la position du soleil

(Source : www.maisons-bebium.com/blog/pret-a-taux-zero-et-rt-2012/strategies-adopter-conception-bioclimatique/)

Les orientations sont divisées en fonction de la répartition des reçues du soleil, On peut distinguer :

Le nord : lumière égale toute l'année et rayonnements diffus et un éblouissement difficile à contrôler au matin et le soir pièces préconisées : garde à manger, cave, local de chauffage.

Le sud : la lumière est facile à contrôler et l'ensoleillement est maximal en hiver et minimal en été grâce à la hauteur du soleil pièces préconisées : salle à manger, salle de séjour, jardin, véranda, jardin d'hiver.

L'ouest : surexposition l'été ce qui peut amener des surchauffes (l'orientation la plus défavorable) pièces préconisées : les escaliers, débarras, chambre, salle de bains, salle de jeux, pas de grandes surfaces vitrées.

L'est : lumière difficile à maîtriser le matin en raison des rayons rasants. Exposition solaire faible en hiver mais importante en été pièces préconisées : bureau, chambre, atelier, cuisine (Daniel BEGUIN, 2006).

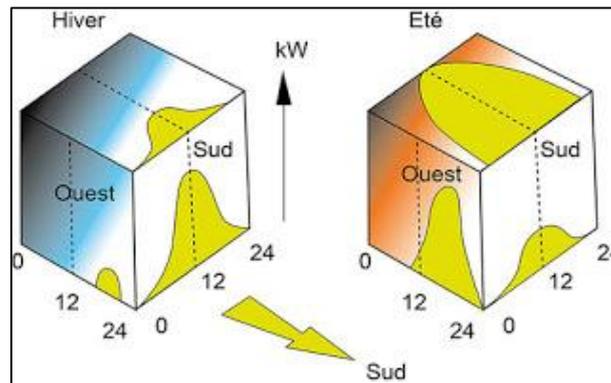


Figure I.9. Répartition des reçues du soleil suivant les orientations des façades

(Source : <http://www.bc-maison-ecologique.fr/les-5-points-cles.concevoir-bioclimatique.html>)

Les vents peuvent également contrôler l'orientation du bâtiment ; Le vent peut être défini comme le déplacement d'air généralement horizontal, d'une zone de haute pression (masse d'air froid) vers une zone de basse pression (masse d'air chaud). En effet, le régime des vents est largement conditionné par l'orientation des édifices et la topographie locale et par la rugosité des surfaces et on peut utiliser des obstacles tels que des écrans de végétation qui peuvent freiner de façon significative la vitesse du vent (MAZARI Mohammed, 2012).

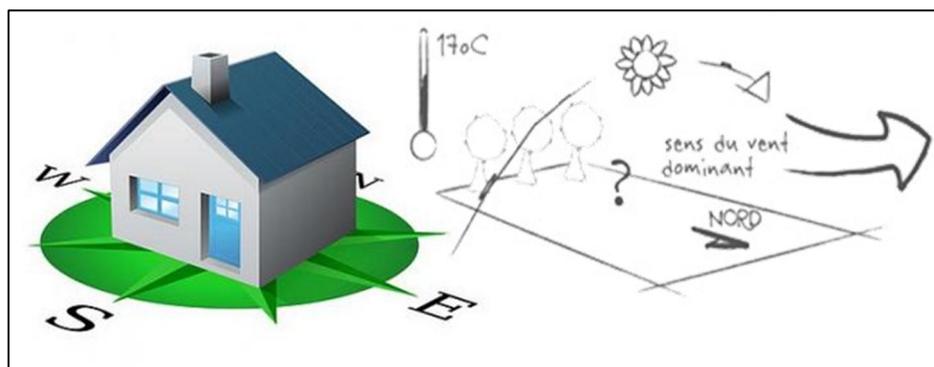


Figure I.10. L'orientation du bâtiment selon la direction des vents dominants

(Source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis <http://blog.ltd.fr/construction-maison-bbc/construction-maison-bioclimatique-0895.html>)

En ce qui concerne l'orientation des espaces intérieurs, nous constatons que « *Les espaces intérieurs sont organisés en fonction de l'usage, de manière à ce que l'ambiance thermique corresponde aux activités et aux heures d'utilisation. Définir ces différents espaces (zones) et caractériser leurs besoins thermique permet de les disposer rationnellement les uns par rapport aux autres. Les zones habitées en permanence de jour ou de nuit étant ceux qui nécessitent le plus de chaleur en hiver sont séparés de l'extérieur par des espaces intermédiaires, dits « tampons» qui jouent le rôle de transition et de protection thermique. La hiérarchisation des espaces assure la transition entre l'extérieur et l'intérieur* » (MAZARI Mohammed, 2012).

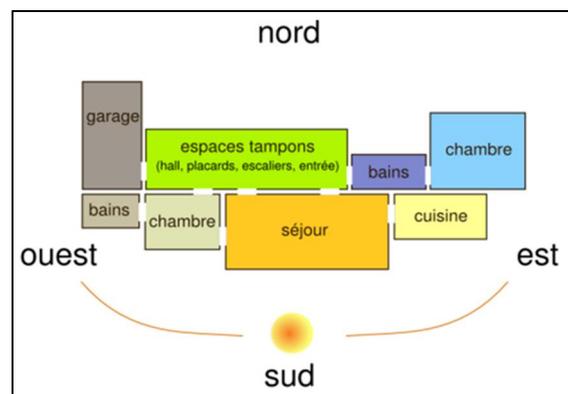


Figure I.11. L'organisation spatiale d'un bâtiment « passive » en fonction de l'usage

(Source : <https://carapacehabitat.fr/category/conception/>)

I.6.3 La compacité

La stratégie de compacité se reflète à deux niveaux :

Le premier niveau est la compacité au niveau de la ville ; Où on trouve de nombreuses études préconisent une ville compacte comme ville écologique et passive parce que la conception des villes de manière cohérente et compacte assure le bien être thermique au sein de la ville car les formes de bâtiments contribuent à tromper le milieu environnant et ainsi à réduire la température et contribuent à la réduction du vent et à la réorientation afin de créer des courants d'air adaptés aux besoins de la population et pouvant être pris en charge, ce qui permet de superposer certains espaces verts et des espaces d'eau pour briser les ondes sonores et assurer le bien-être acoustique (Laëtitia Arantes et all , 2016)

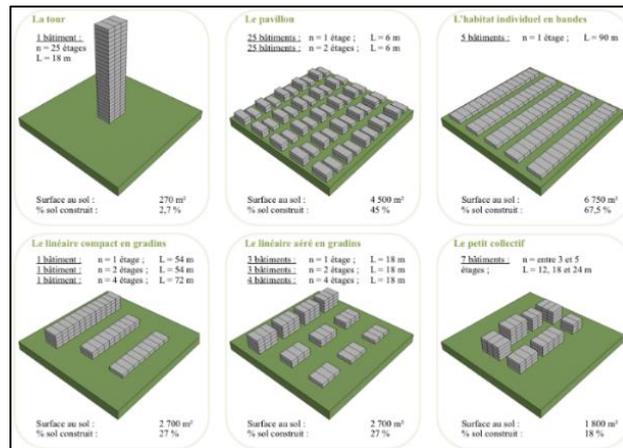


Figure 1.12. La compacité du tissu urbain selon la surface et le nombre des bâtiments

(Source : <https://journals.openedition.org/cybergeog/27584>)

Et pour le deuxième niveau qui est à l'échelle du bâtiment, on trouve que les formes compactes limitent les déperditions énergétiques et optimisent la répartition de la chaleur, le bâtiment compact est un bâtiment qui a un rapport faible entre la surface de l'enveloppe extérieure et la surface habitable. Sans brider la conception architecturale, il est plus économique et bénéfique pour l'efficacité thermique. (Antoinette GILLET, Alain MAUGARD, 2008).

Le coefficient de forme : SURFACE / VOLUME [0,2 - 5], Plus le coefficient de forme est bas, plus la forme est compacte.

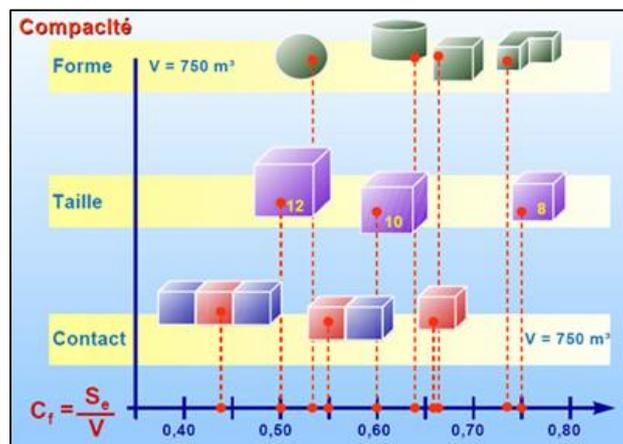


Figure 1.13. La compacité varie suivant la forme, la taille et le mode de contact des volumes construits

(Source : Liébard et de Herde, 2005)

I.6.4 La protection solaire (le control solaire)

Selon Gonzalo, R., Habermann. K. J. (2008).la protection solaire est « *De simples moyens passifs suffisent pour assurer le confort sous presque tous les climats* ».

Le rayonnement solaire est le principal facteur climatique pour une architecture énergétiquement efficace ; Il est important de comprendre la géométrie solaire «architecture solaire» qu'est l'art de construire en harmonie avec la nature.

La protection solaire est un élément clé pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et pour la gestion de la lumière naturelle et l'optimisation de la conception des Bâtiments à Basse Consommation. Et on peut l'assurer par plusieurs dispositifs tel que :

I.7.4.1 Les brise soleil

On désigne par « brise soleil » dans son sens le plus générale, que ce soit un dispositif dont le rôle n'est pas de brider le soleil, ils doivent être horizontaux au Sud et verticaux à l'Est et à l'Ouest par exemple une loggia, ou que ce soit un dispositif dont le rôle spécifique est d'éviter que tout ou partie du rayonnement solaire pénètre à travers une ouverture. (Labreche, 2009).

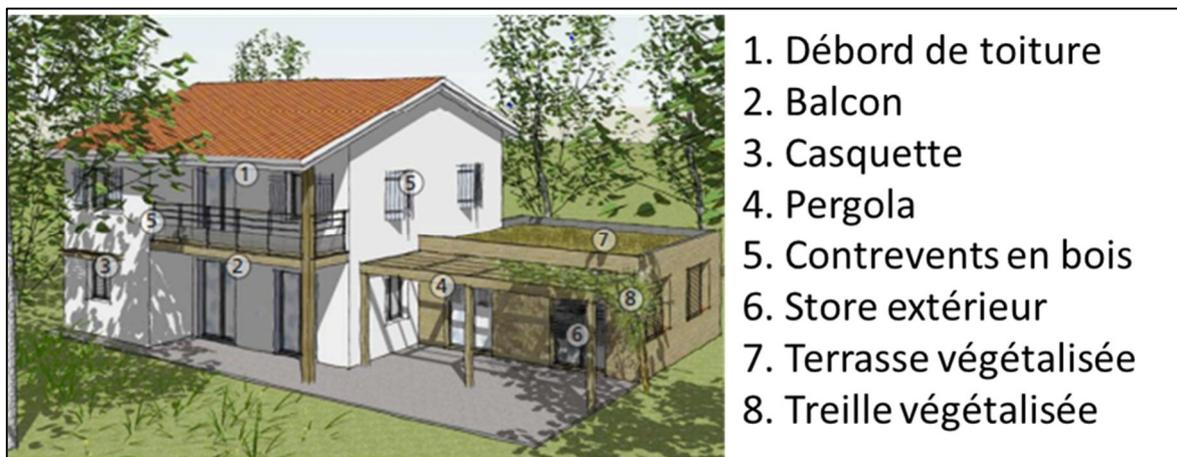


Figure I.14. Les types des brises soleil d'un bâtiment passif dans son sens le plus générale
(Source : https://www.les-caue-occitanie.fr/sites/default/files/fichiers/ressource/field_fichiers/protectionsolaire2/)

Lors de la création des brise-soleil, il faut tenir compte du bien-être visuel par le traitement des ouvertures ; Selon les recommandations d'Oueld Henia La source de l'éclairage naturel est fondamentalement le soleil, dans les climats chauds et arides trop l'éclairage peut provoquer une surchauffe, c'est pourquoi la dimension des fenêtres doit être mesurée comme se suit :

- une moyenne de 25% à 40% de la surface du mur (comme recommandé par Ould Henia).
- Ne vitrer que selon les normes de l'éclairage naturel sauf au sud (1/5ème de la surface du plancher environ).
- réduire au maximum les entrées solaires alors que l'éclairage solaire est important.

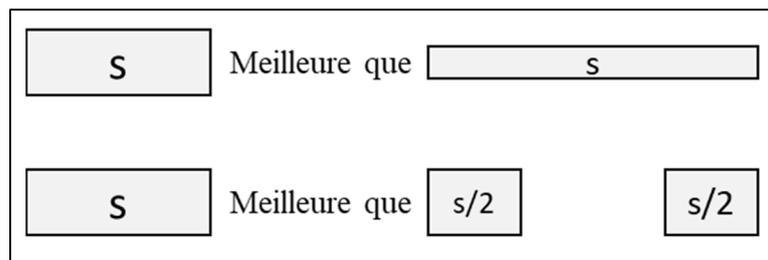


Figure I.15. Le traitement des ouvertures Selon les recommandations d'Ould Henia

(Source : auteur)

I.6.5 Les végétations et espaces d'eau

Les espaces verts et les espace d'eau contribuent au confort lors des fortes chaleurs, selon Liébard (2005) « *La végétation procure de l'ombrage et réduit donc l'insolation directe sur les bâtiments et les occupants ; elle réduit localement la vitesse du vent et diminue les pertes par convection du bâtiment* ».

Les plantations à feuilles caduques sont à positionner de préférence à proximité de la maison pour optimiser l'apport de l'ombrage et la protection solaire en l'été sans arrêter le soleil l'hiver et les espace humide sont nécessaires pour le rafraîchissement d'air.

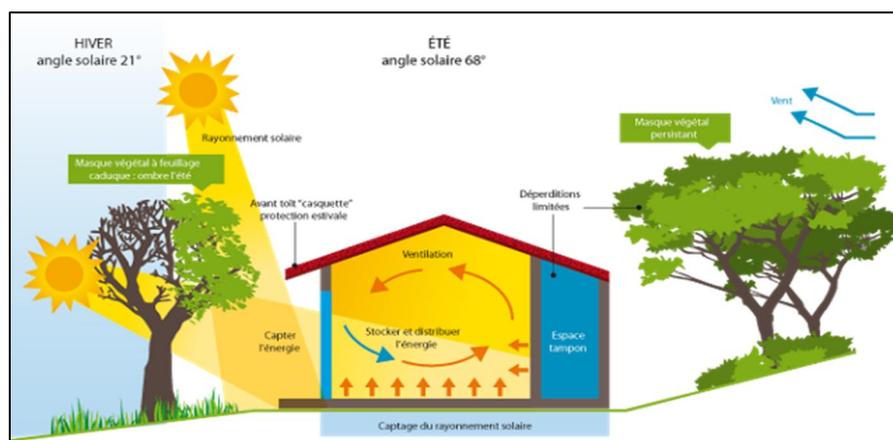


Figure I.16. L'effet de la végétation dans la conception architectural passive

(Source : <http://sti2d.f5mxh.fr/implantation/index.html?Problematique.html>)

I.6.5.1 Les parois végétales

Les parois végétales est un écosystème conçu comme une œuvre d'art ou un noyau écologique servant à recouvrir les façades.

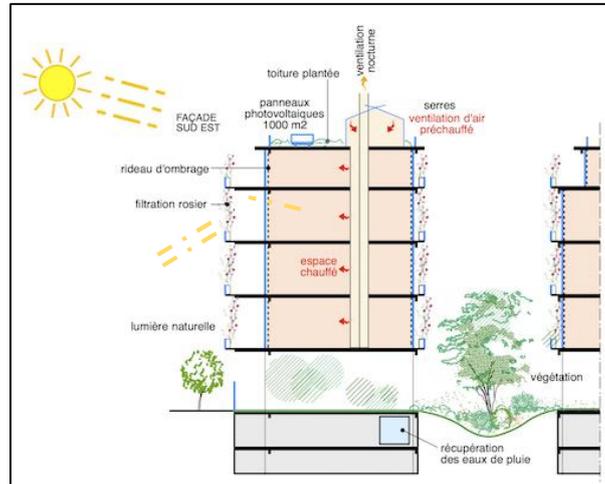


Figure I.17. Les parois végétales et la protection solaire

(Source : <https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=101> modifier par auteur)

I.6.6 Le traitement des ponts thermiques

Dans la maison passive, les pertes de chaleur par les ponts thermiques devront être extrêmement réduites ; Les ponts thermiques sont des zones de fuite de chaleur, Ils se situent généralement aux points de jonction des différentes parties de la construction : nez de planchers, linteaux à la périphérie des ouvertures...

Les conséquences des ponts thermiques sont :

- Des températures changées, le plus souvent plus faibles sur les surfaces intérieures, qui peuvent dans les pires de cas conduire à l'humidification des éléments du bâti, ce qui aboutit à la formation de champignons.
- Des pertes de chaleur, généralement plus élevées (Wolfgang Feist, 2006).

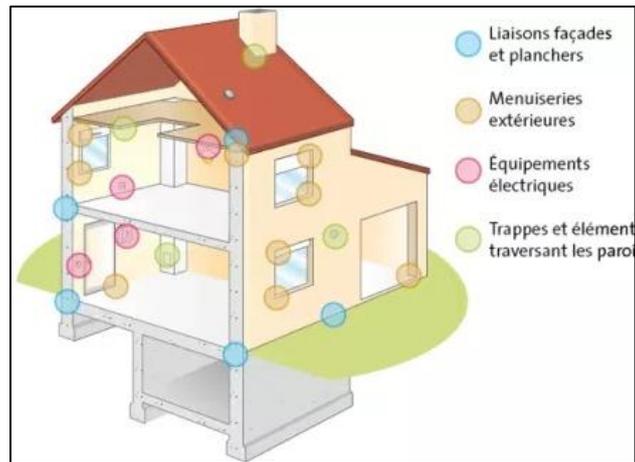


Figure I.18. Les pertes de chaleur Dans la maison passive

(Source : https://www.moasteel.com/savoir_faire.php)

Les pertes de chaleur les plus importantes sont Les déperditions par transmission d'un bâtiment qui sont proportionnelles à la qualité de son Isolation, mais aussi aux surfaces extérieures Susceptibles de perdre de la chaleur. Du point de vue urbanisme, deux aspects sont à considérer :

- Le type de bâtiment.
- Les proportions du bâtiment. (Roberto Gonzalo Karl J. Habermann, 2009).

I.6.7 L'isolation thermique

"L'isolation thermique est la propriété que possède un matériau de construction pour diminuer le transfert de chaleur entre deux ambiances. Elle permet à la fois de réduire les consommations d'énergie de chauffage ou de climatisation (limite les déperditions en hiver et les apports de chaleur en été), et d'accroître le confort (maintien des températures et l'hygrométrie aux niveaux de confort d'été comme d'hiver et règle le problème de parois froides en hiver ou chaudes en été)" (MAZARI Mohammed, 2012).

L'isolation concerne :

- la couverture.
- le plancher bas.
- les murs (extérieurs ou donnant sur des locaux non chauffés).
- les fenêtres (celles-ci sont abordées dans la rubrique qui leur est consacrée).

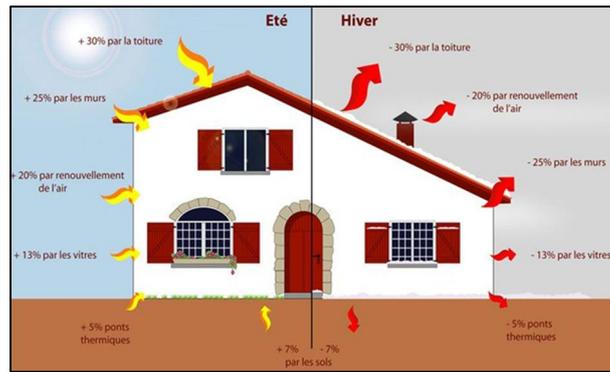


Figure I.19. L'isolation et Les déperditions thermiques dans un bâtiment passif

(Source : <http://www.consofutur.com/meilleur-isolant-ecologique-4053/>)

I.6.8 matériaux de construction (le couleur et texture)

L'énergie reçue par le rayonnement solaire sur la façade poursuivra trois destins différents. Elle peut être partiellement réfléchiée, partiellement absorbée ou partiellement transmise à travers un matériau et Cheng.V affirme que l'application de la couleur de surface claire sur une façade est un moyen très efficace pour réduire la température intérieure et participe donc à la protection solaire du bâti en climat chaud et humide (CHENG.V, NG.E & GIVONI.B, 2005).

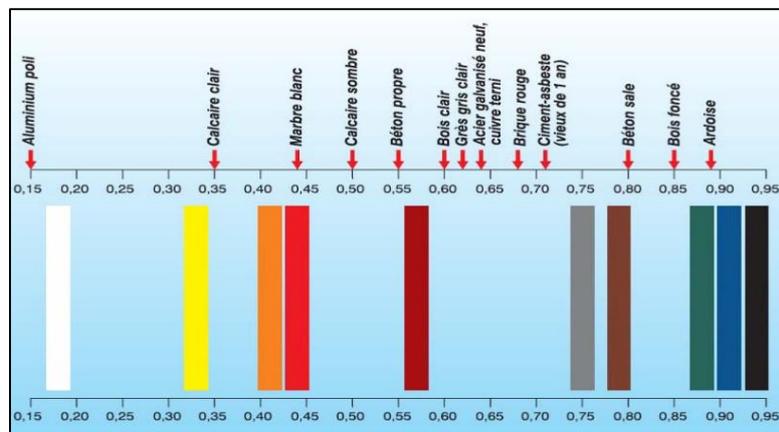


Figure I.20. Coefficients d'absorption pour différents matériaux et couleurs

(Source : MAZARI Mohammed, 2012)

La texture rigoureuse comme l'appareillage en pierre naturelle ou bien en brique ou simplement un enduit tyrolien apporte un ombrage sur les parois des édifices.



Figure I.21. L'impact d'une façade à texture rigoureuse sur l'ombrage

(Source : <http://www.pierremaroc.com/les-types-de-finition-en-pierre-de-taza/>)

I.6.9 La ventilation et le rafraîchissement

Les écoulements d'air naturels reposent sur les effets du vent et les variations de la densité de l'air dus aux différences de températures, elle est considérée comme principe de rafraîchissement passif et la ventilation naturelle est définie comme étant le mouvement d'air qui s'effectue à travers un espace sans l'influence d'appareillage mécanique (MAZARI Mohammed, 2012).

L'air se déplace grâce à la différence de masse volumique de l'air en fonction de sa température et grâce aux différences de pression qui existent entre les façades et selon les recommandations d'Oueld Henia il faut respecter les conditions suivantes :

- organiser une ventilation quand $T_e < T$, grâce au vent, une ventilation continue étant inenvisageable compte tenu des températures maximales.
- il est à remarquer que les vents dominants ayant une composante principale selon la direction Nord/Sud dans les deux sens, le renouvellement d'air par ventilation traversant Nord/Sud (dans les deux sens) doit être prévu.
- Opter pour une ventilation performante : Plus la maison est étanche, mieux il faut la ventiler : mais sans gaspiller l'énergie, en rejetant le minimum d'air chaud à l'extérieur de la maison.

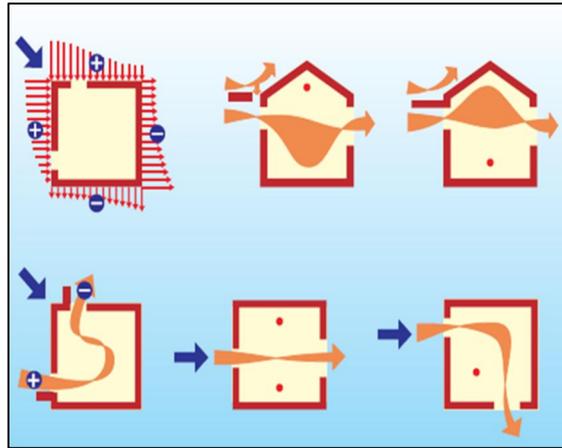


Figure I.22. Les principes du rafraîchissement passif et la ventilation naturelle

(Source : Lavoye., De Herde.2008)

I.6.9.1 Les éléments pour une ventilation écologique

- La conception écologique cherche à optimiser les bâtiments au niveau thermique.
- Limiter les déperditions thermiques en hiver et les risque de surchauffes en été.
- Tempérer l'air entrant en période de chauffe et rafraichir les bâtiments en périodes chaudes.
- Créer des mouvements d'air pour optimiser le confort intérieur des occupants.
- Intégrer les options bioclimatiques type puits canadiens, capteur à air, serre solaire.
- L'utilisation de la ventilation nocturne.
- Assurer l'aire saine à l'intérieur de bâtiment (Samuel Courgey, jean pierre Oliva, 2007).

I.6.9.2 Les capteurs à air

D'après Samuel Courgey et jean pierre Oliva (2007) « Les capteurs à aire est un dispositif généralement assez sommaire : l'air suit un parcours entre un vitrage et un absorbeur (capteur) au cours duquel il est réchauffé avant d'être introduit par thermosiphon, ou plus généralement pulsé par un ventilateur pour être utilisé dans l'espace habité ».

L'intégration de ces dispositifs est à penser dès la phase de conception de l'enveloppe et justifie leur présence dans les techniques bioclimatiques spécifiques de la conception ; La performance d'un capteur à air dépend :

- De son orientation et de son inclinaison.
- Du pouvoir d'absorption de la surface réceptionnant le rayonnement solaire.
- De l'adéquation entre la vitesse de l'air dans le capteur avec la température d'utilisation souhaitée.

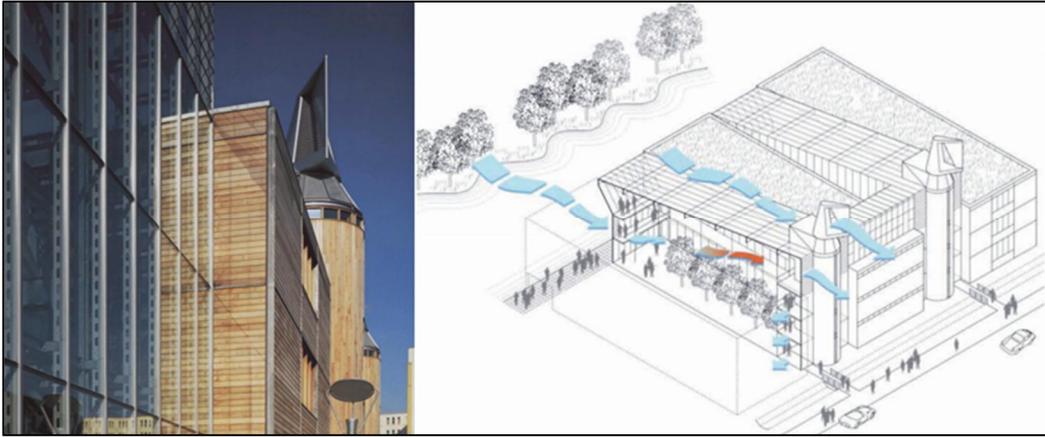


Figure I.23. Le capteur à air comme un dispositif passif

(Source : Gonzalo, R., Habermann, K. J, 2008)

I.6.9.3 Le puits canadien

Selon Samuel Courgey, Jean Pierre Oliva (2007) « Le puits canadien appelé aussi puits climatique ou puits provençal constitue un système de ventilation qui tempère l'air neuf entrants dans la maison. L'air neuf, aspiré à l'extérieur, circule dans un tube d'une vingtaine de mètres de long, enfoui à plus d'un mètre de profondeur dans le sol où la température est assez constante toute l'année. Il s'y rafraîchit en été, s'y réchauffe en hiver. Il est ensuite pulsé à l'intérieur ».

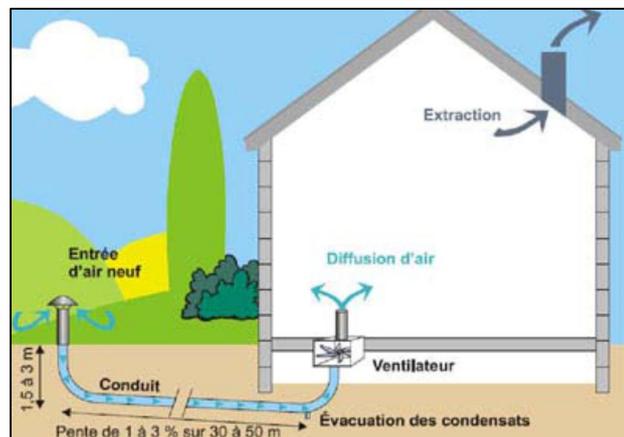


Figure I.24. Le fonctionnement d'un puits canadien

(Source : <https://dreamteam-ee.fr/author/coudrier-moreau>)

I.6.9.4 L'enveloppe « façade type double-peau »

La "façade de type double-peau" que nous voulons étudier est plus exactement une fenêtre ventilée donnant sur l'extérieur. Ces façades permettent à l'air de circuler entre les deux vitrages. L'intérêt de cette ventilation d'air est né du souci d'améliorer le rendement thermique des fenêtres et de pouvoir récupérer un maximum de gains énergétiques (Nassim SAFER, 2006).

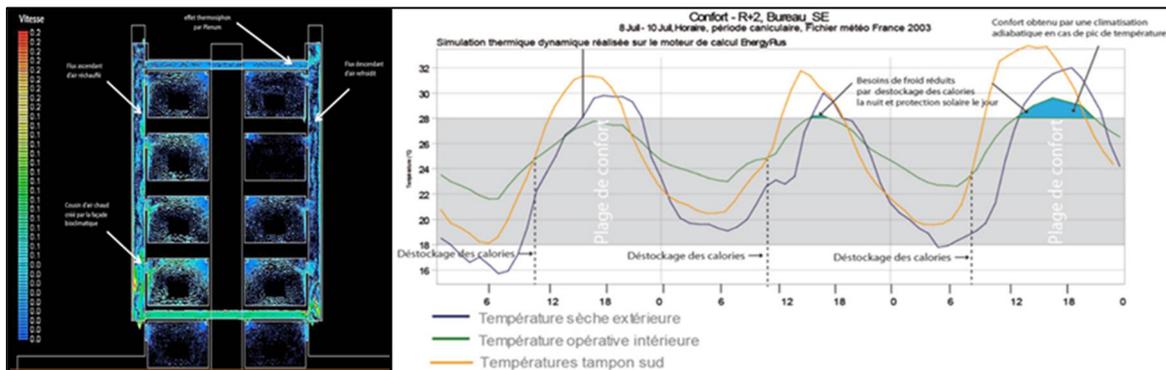


Figure I.25. L'effet de L'enveloppe « façade type double-peau » sur le confort thermique »

(Source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis <http://franck-boutte.com/?p=2077>)

I.7.10 L'inertie thermique

D'après Samuel Courgey et Jean pierre Oliva (2007) C'est la résistance aux variations thermique des conditions extérieures est une des stratégies majeures pour avoir des bâtiments confortables et écologique. De fait c'est là un des stratégies principaux de l'architecture passives, l'inertie d'un bâtiment ou d'une paroi représente son amplitude à stoker de la chaleur. Pour un bâtiment elle s'exprime généralement par l'appartenance à une classe d'inertie (de « très faible » à « très forte ») pour une paroi, elle s'exprime en wathheure par mètre carré (Wh/m².K).

I.7.10.1 L'application de la stratégie

En été : est un moyen pour maintenir des températures relativement fraîches à l'intérieur à condition qu'elle soit associée à des moyens efficaces de protection solaire et à un rafraichissement des structures pendant la nuit.

En hiver : le bénéfice de l'inertie sera inverse et permettra de profiter pleinement des apports solaires des belles journées pour offrir la surchauffe.

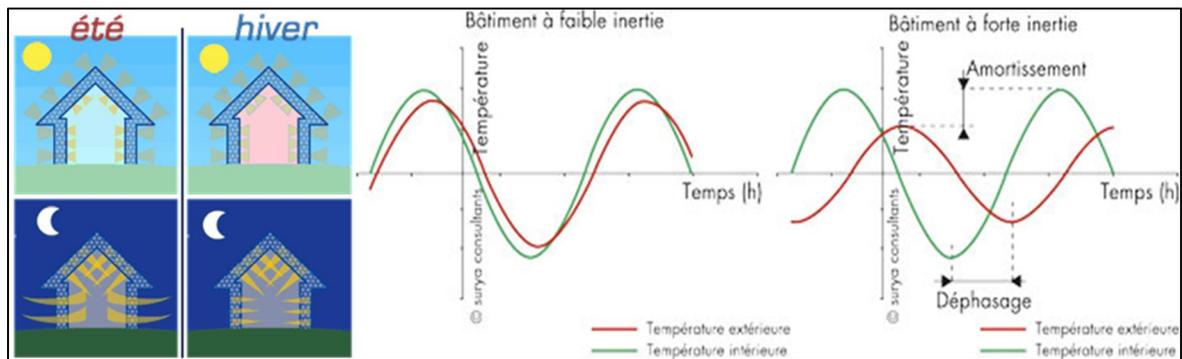


Figure I.26. L'effet de l'application de la stratégie de l'inertie thermique

(Source : <https://www.econology.fr/eco-bati/inertie-thermique.html> modifier par hauteur)

Conclusion

Dans ce chapitre, L'objectif principal est de concevoir des bâtiments avec une architecture passive intégrés leur environnement, On s'est intéressé aux stratégies passives et ses dispositifs qui se basent sur l'adaptation climatique dans les zones chaudes et arides.

Selon les dispositifs architecturaux, on a expliqué les effets de chaque stratégie, ainsi que les conditions et les moyens à mettre en œuvre, ayant pour but d'améliorer l'efficacité énergétique. Dans le chapitre suivant on va poursuivre notre approfondissement en explorant la notion de l'efficacité énergétique et son contexte.

CHAPITRE II :

L'EFFICACITE ENERGETIQUE

« La Force est ce qui donne au Jedi son pouvoir. C'est un champ d'énergie créé par tous les êtres vivants. Elle nous entoure et nous pénètre. C'est ce qui lie la galaxie en un tout uni ». Obi-Wan Kenobi, Star Wars

Introduction

De nos jours, le modèle énergétique mondial est insoutenable sur les plans économique, social et environnemental. En raison de l'impact important de la production et de la consommation d'électricité, il est de plus en plus nécessaire de bien gérer la demande en électricité pour atteindre l'efficacité énergétique. Dans le même temps, l'exploitation optimale des sources d'énergie renouvelables est un autre aspect fondamental dans le but de déplacer les pics de charge chaque fois que cela est possible. Au cours des vingt dernières années, une importance particulière a été accordée à la construction de bâtiments à l'architecture écologique et passive, qui peuvent bénéficier de l'énergie solaire et du flux d'air naturel pour une utilisation dans la chaleur naturelle et le refroidissement passif, réduisant ainsi l'électricité intensive consommation.

L'efficacité énergétique dans les bâtiments est un sujet qui fait l'objet de nombreuses études. Afin d'atteindre l'efficacité énergétique, il est nécessaire de réaliser à la fois une gestion correcte de la demande électrique et une exploitation optimale des sources d'énergie renouvelables, en utilisant pour cela des stratégies de contrôle spécifiques.

Ce chapitre présente en premier lieu la notion de l'efficacité énergétique et son contexte, puis il traite la consommation énergétique à différents niveaux, Aussi il explique la relation entre l'énergie et l'architecture pour atteindre des bâtiments énergétiquement performants.

II.1 Le contexte énergétique et la Consommation mondiale

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a publié l'édition 2017 de ses « Key World Energy Statistics ». Cette publication annuelle regroupe toutes les données de l'énergie au niveau mondial.

En mars 2018, l'Agence internationale de l'énergie avait déjà fait état d'une hausse de la consommation mondiale d'énergie de 2,1% en 2017. BP confirme que toutes les sources d'énergie ont été davantage consommées l'an dernier dans le monde, y compris le charbon (+ 1%, sous l'effet de la hausse de la demande en Inde) pour la première fois depuis 2013.

Au total, les énergies fossiles auraient encore compté pour 85,2% de la consommation mondiale d'énergie primaire en 2017 selon les dernières données de BP (85,5% en 2016).

Le développement des énergies renouvelables hors hydroélectricité a été particulièrement important (+ 16,6%) mais celles-ci ne comptaient encore que pour 3,5% de la consommation d'énergie primaire dans le monde en 2017. La part de l'énergie nucléaire reste pour sa part relativement stable (4,4% en 2017) (BP Statistical Review of World Energy, 2018).

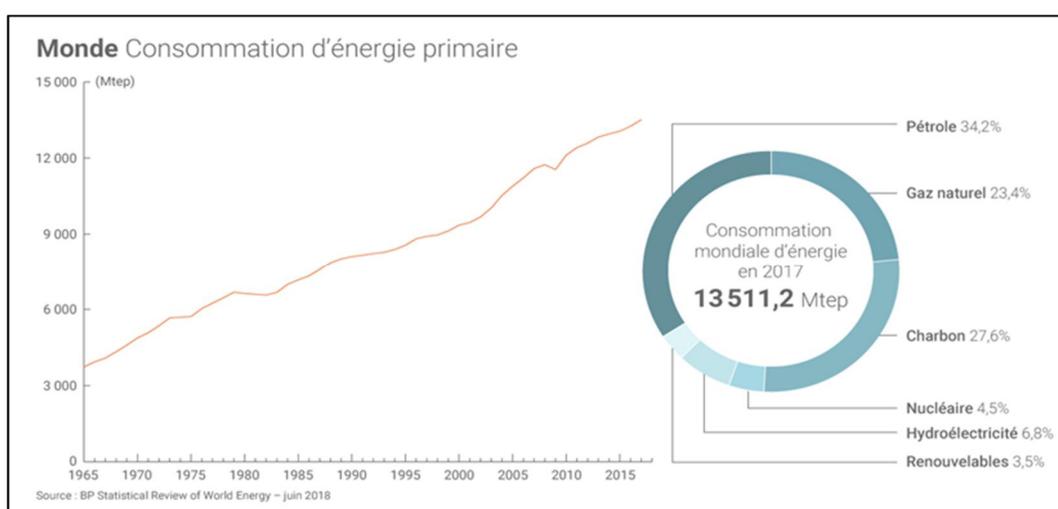


Figure II.1 La consommation mondiale d'énergie primaire dans le monde

(Source : BP Statistical Review of World Energy, 2018.)

II.2 Le contexte énergétique et la Consommation en Algérie

La consommation énergétique des ménages a atteint 19 808 tonnes de produits pétroliers durant l'année 2017, dont 14 196 tonnes pour le résidentiel et 416 pour l'agriculture.

Le rythme de consommation interne d'énergie poursuit sa tendance haussière et risque de doubler à l'horizon 2030, voire triplé à l'horizon 2040. Ainsi, la consommation finale d'énergie a enregistré une hausse de 4,1 % en 2017, atteignant 44,6 millions de tonnes de produits pétroliers, tirée notamment par le gaz naturel (+7,9%), et l'électricité (+6,4%) (Noredine Izouaouen.2018).

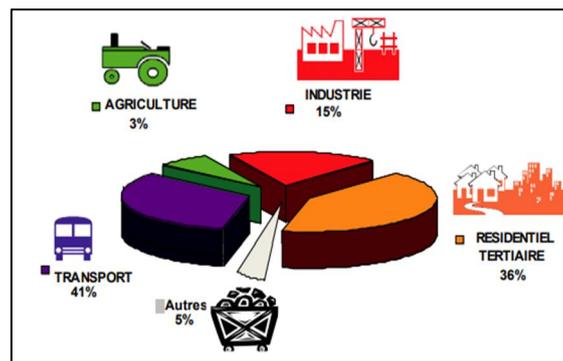


Figure II.2. Répartition de la consommation finale par secteur d'activité

(Source : APRUE, 2015)

En Algérie, La consommation énergétique des bâtiments est estimée à 40 %, et c'est dans ce contexte, que le gouvernement algérien entend réaliser 3000 logements écologiques et la rénovation thermique de 4000 autres logements existants, ainsi que 20 pour le tertiaire (audit énergétique) dans le cadre du programme quinquennal 2010/2014. Avec le potentiel solaire évalué à plus de 3000 heures d'ensoleillement par an, l'Algérie est l'un des pays les plus aptes à promouvoir l'énergie solaire.

Donc la politique nationale de mise en valeur des technologies des énergies renouvelables doit s'articuler autour d'une stratégie financière en mesure d'allouer des ressources adéquates à ce secteur d'activité d'avenir. Rappelons que la mise en application de la loi 99.09 relative à la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment, s'est concrétisée par la promulgation le 24 avril 2000 d'un décret exécutif n°2000-90 portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs. Celle-ci a pour objectif d'assurer l'efficacité énergétique dans les bâtiments neufs à usage d'habitation et dans les parties de constructions réalisées comme extension des bâtiments existants.

Ex : projet habitat écologique à Tlemcen et chalet de Souidania (M.A. Boukli Hacène *et al*, 2011).

II.3 L'architecture écoresponsable

Afin de réduire la consommation excessive d'énergie, les architectes ont eu recours à la création d'un nouveau concept pour améliorer la relation entre l'architecture et l'environnement.

La notion d'architecture écoresponsable est indissociable de celle de « développement durable » qui a été popularisée par le Sommet de la Terre organisé en 1992 à Rio de Janeiro.

Selon Mira lavandier (2019) L'architecture éco responsable peut également être nommée architecture écologique. Elle a pour objet de :

- Créer un environnement sain et confortable.
- Réduire la consommation énergétique de la maison pour le chauffage, pour la ventilation, pour la climatisation...
- Privilégier l'utilisation de matériaux écologiques à source renouvelable et réutilisables ou recyclables.



Figure II.3. Une maison d'architecture écoresponsable et sa consommation énergétique

(Source : <https://www.pinterest.ca/pin/412853490835935968/>)

II.4 Définition de l'énergie

Selon le dictionnaire le Grand Larousse (1972) Le mot énergie est d'origine latine, « Energia » qui veut dire la puissance physique qui permet d'agir et de réagir.

Selon Donald.W.Curran (1981) le travail et la chaleur sont fondamentaux pour notre vie ; L'énergie est capable de produire soit de la chaleur, soit du travail, soit tous les deux.

Selon Louafi Chahrazed (1998) La définition de l'énergie est vague, elle a une acceptation large suivant les différents domaines où on se trouve :

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

Il Ya une relation très forte entre l'architecture et l'énergie et le confort « *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. » (P. DEPECKER, 1985).*

II.5 Le bilan énergétique

Le bilan énergétique du bâtiment est basé pratiquement sur toute l'énergie entrant dans un bâtiment finit par être transformée en chaleur. Étant donné qu'en moyenne, l'intérieur du bâtiment est à température constante, toute cette énergie finit par en sortir.

Pour simplifier l'idée le bâtiment peut être comparé à un tonneau des Danaïdes dans lequel on maintient un niveau d'eau en le remplissant continuellement et le niveau correspond au confort demandé et le débit d'eau aux flux d'énergie. Une partie de l'énergie est perdue, parce que versée à côté du tonneau.

« *Le bilan énergétique est une comptabilité des entrées et des sorties d'énergie du bâtiment pendant une période de temps donnée. Ce bilan doit évidemment être équilibré, par conservation de l'énergie » (Nicolas Morel et Edgard Gnansounou, 2008).*

Tableau II.1. Le bilan énergétique d'un bâtiment

(Source : Nicolas Morel et Edgard Gnansounou, 2008)

Déperditions	Gains
Transmission de chaleur au travers de l'enveloppe	Rayonnement solaire entrant par les fenêtres et autres systèmes de captage passifs
Transmission de chaleur au travers du sol	Chaleur métabolique des habitants
Pertes de chaleur dans l'air vicié	Capteurs solaires
Pertes de chaleur dans les égouts (eau chaude)	Chaleur restituée par la structure
Chaleur accumulée dans la structure	Apport d'énergie: électricité combustibles
Déperditions des installations techniques	
Total des pertes	= Total des gains

II.6 Efficacité énergétique

Il existe plusieurs définitions de l'efficacité énergétique, nous retiendrons que quelques-unes :

L'efficacité énergétique des bâtiments base sur une bonne conception architecturale, un traitement adapté de l'enveloppe et du renouvellement d'air mais aussi par une bonne gestion du bâtiment (températures de consigne adaptées, ouverture - fermeture des stores, etc.) (Pierre Tittlein ,2012).

- « C'est le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l'énergie qui y a été consacrée » (Yves. Robillard ,2011).
- « C'est de réduire à la source la quantité d'énergie nécessaire pour un même service, mieux utilisé l'énergie à qualité de vie constante. » (Salomon, et al, 2004).
- « L'efficacité énergétique se définit comme une consommation en énergie moindre pour le même service rendu. » (De Béthencourt, et al, 2013).

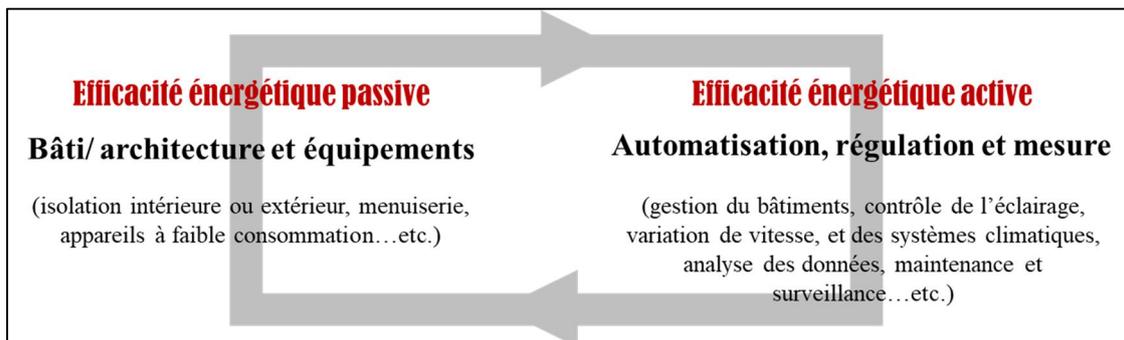


Figure II.4. La comparaison entre l'efficacité énergétique active et passive

(Source : auteur)

II.7 l'énergie et le bâtiment

Les bâtiments consomment une partie importante de l'énergie utilisée par la société donc ils sont une source d'une partie non négligeable de la pollution. Cette énergie est l'objet de nombreux usages, notamment :

- Le chauffage et/ou le refroidissement, pour assurer le confort intérieur.
- La circulation de fluides tels que l'air (ventilation), l'eau (eau chaude, chauffage).
- Les transports (ascenseurs).
- L'éclairage pour le confort visuel.
- Les communications (téléphone, radio, télévision).

- La production de biens (fabriques, cuisines, couture, etc.) (Nicolas Morel et Edgard Gnansounou, 2008).

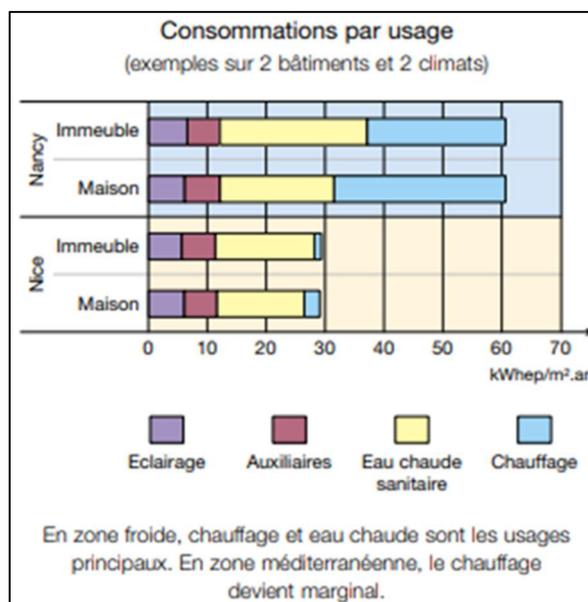


Figure II.5. Consommation énergétique par usage « étude comparatif »

(Source : Antoinette GILLET et Alain MAUGARD, 2008)

« Un indice souvent utilisé pour comparer la consommation d'énergie des bâtiments est l'Indice de Dépense d'Énergie, ou IDE. On obtient cet indice en divisant la consommation annuelle d'énergie totale (de tous les agents énergétiques) exprimée en MJ (ou en kWh) par la surface brute de plancher chauffé (murs inclus). Cet indice est expliqué plus en détail dans la section 7.2.2, et la norme SIA 180/4 donne le mode de calcul officiel en Suisse » (Nicolas Morel et Edgard Gnansounou, 2008).

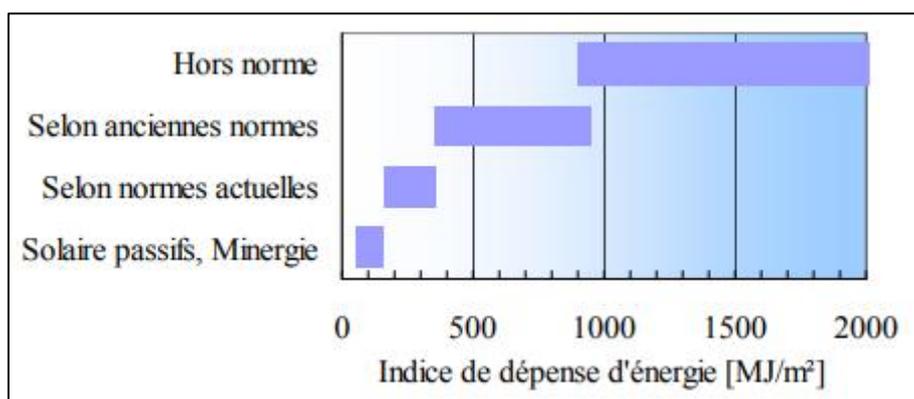


Figure II.6. Gammes d'indices de dépense d'énergie de bâtiment

(Source : Nicolas Morel et Edgard Gnansounou, 2008)

II.7.1 Analyse du cycle de vie (ACV) d'un bâtiment

Pour préserver notre environnement, le secteur du bâtiment doit jouer un grand rôle car il est responsable d'un large impact environnemental ; Le cycle de vie d'un bâtiment comprend plusieurs phases qui vont de l'extraction des éléments primaires et la fabrication des composants de construction, jusqu'à sa déconstruction sélective en fin de vie et à la remise en état du site (A. Liébard et A.de Herde, 2004) :

- 45% de la consommation totale d'énergie.
- 50% des ressources naturelles exploitées.
- 40% des déchets produits (hors déchet ménager).
- 30% des émissions de gaz à effet de serres.
- 16% de la consommation d'eaux dont 1 à 2% pour l'alimentation humaine.

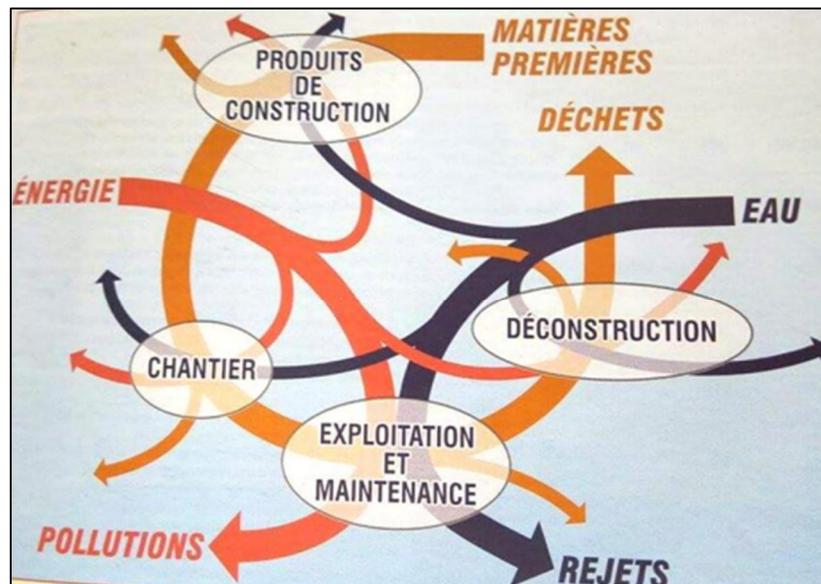


Figure II.7. Cycle de vie d'un bâtiment

(Source : A. Liébard et A.de Herde, 2004)

Il faut maîtriser et réduire autant que possible les impacts environnementaux des bâtiments à prendre en considération l'ensemble des différentes phases du cycle de vie des produits de construction et plus largement du bâtiment :

- Fabrication des produits de construction.
- Construction.
- Exploitation et maintenance.
- Réhabilitation ou adaptation.

- Déconstruction.

II.7.2 Démarche de réduction de la consommation d'énergie dans le bâtiment

L'association négaWatt1 propose la démarche générale suivante qui devrait être le fondement de toute action de maîtrise d'énergie dans tous les domaines et tout ça pour réduire l'impact environnemental d'un bâtiment, de réduire ses consommations énergétiques.

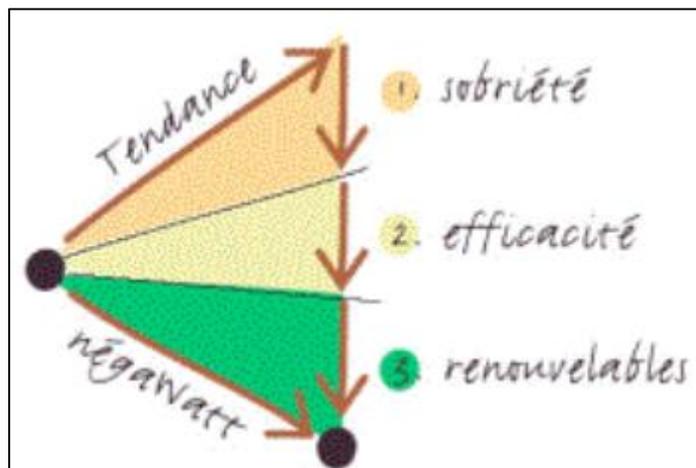


Figure II.8. Démarche négaWatt

(Source : Pierre Tittlein ,2012)

Dans le domaine du bâtiment, L'idée se base sur les trois leviers que sont la sobriété, l'efficacité et le recours à des énergies renouvelables. Il est parfois difficile de distinguer ce qui relève de la sobriété (réduction des besoins) et ce qui relève de l'efficacité (réduction des consommations). Nous incluons donc ici le levier sobriété dans le levier efficacité (Pierre Tittlein ,2012).

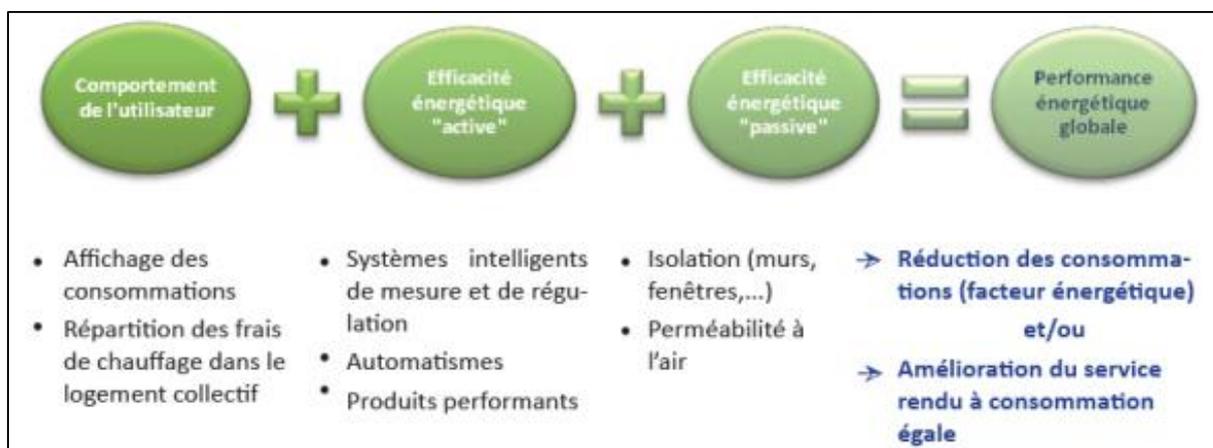


Figure II.9. La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique

(Source : Pierre Tittlein ,2012)

II.7.2.1 L'amélioration de l'efficacité énergétique

En matière d'efficacité énergétique, il faut diminuer les besoins qui sont relatifs au bâti et améliorer les équipements techniques du bâtiment et leur gestion et le comportement de l'utilisateur être inclus.

II.7.2.2 Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique

L'amélioration de l'efficacité énergétique consiste, par rapport à une situation de référence soit à :

- Augmenter le niveau de service rendu (consommation d'énergie constante).
- Économiser l'énergie à service rendu égal.
- Réaliser les deux simultanément ; Les solutions d'efficacité énergétique consistent le plus souvent à économiser l'énergie à service rendu égal ou à augmenter le niveau de service rendu, à consommation d'énergie (Yves. Robillard ,2011).

II.7.3 Diminuer les besoins : efficacité énergétique « passive »

L'efficacité énergétique passive résulte de l'isolation du bâtiment et sa perméabilité à l'air, en utilisant des matériaux performants d'isolation thermique ou des menuiseries à triple vitrage... etc. et du choix d'équipements les plus performants c'est à dire des produits qui rendront le même service en consommant moins.

II.7.4 Utilisation des énergies renouvelables

Une fois que les consommations énergétiques ont été réduites, on a, par là même, réduit l'énergie finale nécessaire au fonctionnement du bâtiment. Pour réduire encore l'impact environnemental dû à la consommation énergétique, on peut avoir recours à des énergies renouvelables et ainsi réduire la consommation d'énergie primaire. Des énergies renouvelables sont aujourd'hui facilement intégrables aux bâtiments. La source peut être capitalisée au niveau du quartier ou au niveau de la ville (Pierre Tittlein, 2012).

II.7.4.1 Les cinq ressources d'énergie renouvelables

- 1- L'énergie solaire, qui provient du flux de photons émis par le soleil, utilisée soit pour la production de chaleur (solaire thermique), soit pour la production directe d'électricité (solaire photovoltaïque).
- 2- L'énergie hydraulique, obtenue à partir de la force mécanique des chutes d'eau.

- 3- L'énergie éolienne qu'on tire de la force du vent qui circule des hautes vers les basses pressions de l'atmosphère terrestre.
- 4- L'énergie de la biomasse, obtenue par la combustion d'un combustible ou d'un carburant tiré de la matière organique.
- 5- La géothermie, qui exploite le flux de chaleur qui provient des couches profondes de la terre (MAZARI Mohammed, 2012)

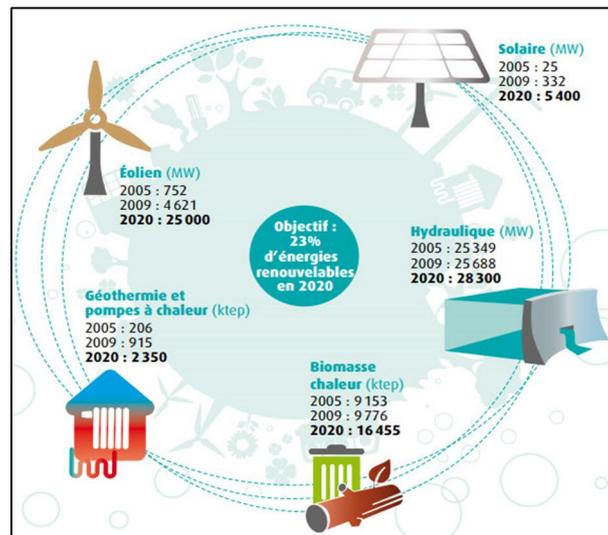


Figure II.10. Les ressources d'énergie renouvelables

(Source : www.habitat-durable.com)

II.8 Les concepts de bâtiments performants

Selon Stéphane Thiers (2009) le concept de bâtiment performant est défini par des objectifs et des solutions techniques destinés à guider le concepteur qui en s'appuyant sur des outils divers d'aide à la conception, associe des techniques, matériaux, structures et équipements de manière à atteindre au mieux les objectifs fixés.

Les bâtiments performants, souvent appelés bâtiments basse énergie, existent à plusieurs milliers d'exemplaires. Ils se caractérisent principalement par une conception architecturale bioclimatique, une bonne isolation thermique (15 à 20 cm d'isolant), des fenêtres performantes, un système de ventilation double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait, parfois associé à un puits climatique, un système de génération performant (pompe à chaleur, chaudière bois, chaudière à condensation...). On a également recours à des sources d'énergies renouvelables pour la production d'énergie (Fadi CHLELA, 2008).

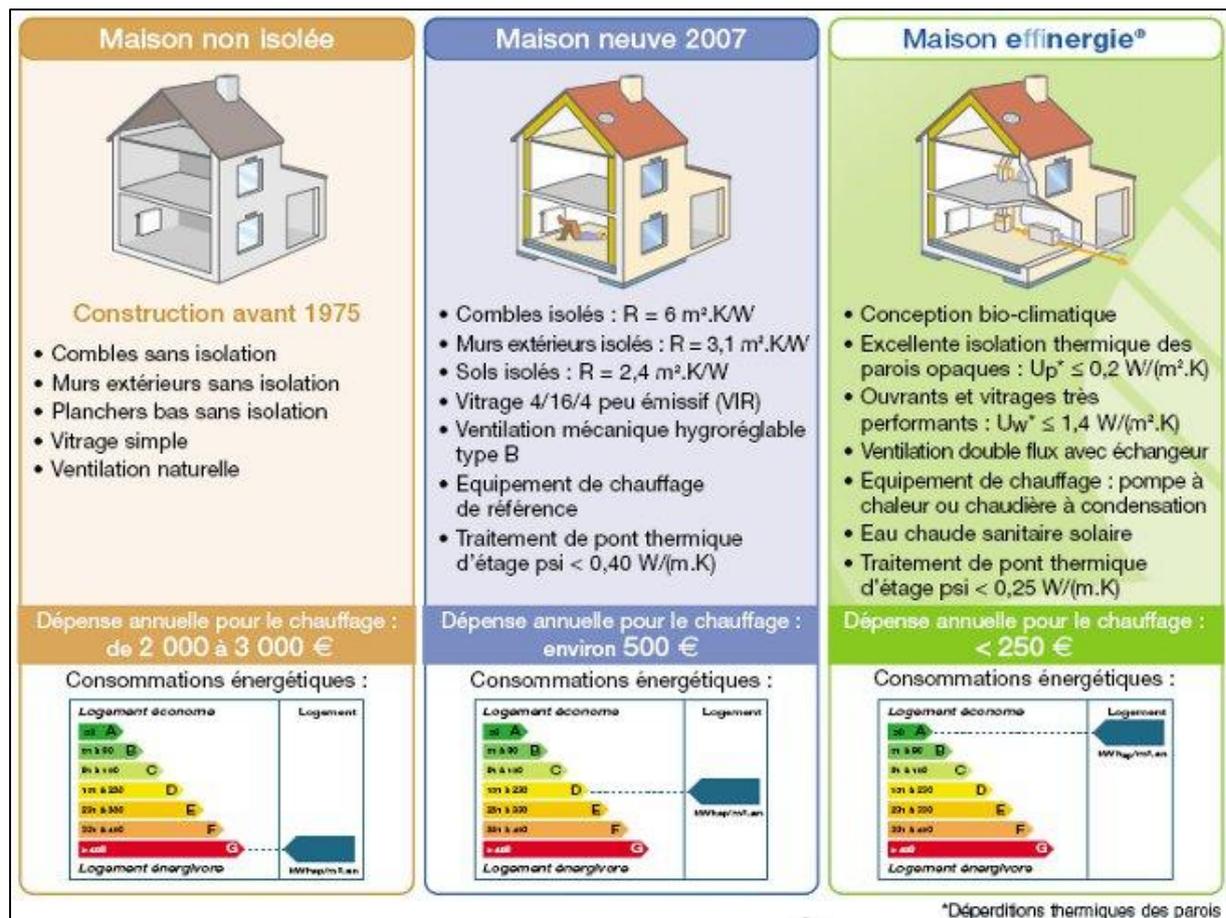


Figure II.11. Les ressources d'énergie renouvelables

(Source : <https://www.effinergie.org/web/index.php/mieux-connaître-le-label-effinergie>)

II.8.1 Le bâtiment à basse consommation

Ou « basse énergie » (Low Energy house) Ce bâtiment se caractérise par des besoins énergétiques plus faibles que les bâtiments standards. Ce premier niveau de performance peut être atteint par l'optimisation de l'isolation et la réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs. Ce concept ne comprend a priori aucun moyen de production local d'énergie.

II.8.2 Le bâtiment « passif »

Ce bâtiment est très faiblement consommateur d'énergie, il ne nécessite pas de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actifs : les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure confortable. Ce concept inclut également une réduction des besoins en électricité spécifique et éventuellement une production d'électricité à base de sources d'énergie renouvelables. En pratique, un petit

système d'appoint est nécessaire au maintien du confort thermique durant les jours les plus froids ; il est le plus souvent associé à la ventilation.

II.8.3 Le bâtiment « producteur d'énergie »

Il est doté de moyens de production d'énergie locaux. Cette dénomination ne spécifie ni le niveau de consommation ni la part de cette consommation couverte par la production ni même la nature de l'énergie produite. Il s'agit donc plus d'une caractéristique du bâtiment que d'un concept du bâtiment.

II.8.4 Le bâtiment « zéro énergie » ou « zéro net »

Ce bâtiment combine de faibles besoins d'énergie à des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation (durant une année) donc son bilan énergétique net annuel est donc nul (Bernier 2006).

II.8.5 Le bâtiment « à énergie positive »

Ce bâtiment producteur d'énergie dépasse le niveau « zéro énergie » : il produit globalement plus d'énergie qu'il n'en consomme et ce bâtiment est raccordé à un réseau de distribution d'électricité vers lequel il peut exporter le surplus de sa production électrique (Disch, 2008 ; Maugard et al. 2005).

II.8.6 Le bâtiment autonome

La fourniture énergétique d'un bâtiment autonome ne dépend d'aucune ressource distante et la totalité de l'énergie consommée par le bâtiment est produite sur place à partir de ressources locales. En pratique, le bilan net d'énergie de ce bâtiment est nul à tout instant. Un tel bâtiment se passe des avantages apportés par les réseaux d'approvisionnement (foisonnement, sécurité d'approvisionnement), ce qui impose l'usage de moyens de stockage d'énergie (batteries d'accumulateurs, inertie thermique etc.) parce que Ce type de bâtiment est particulièrement adapté aux sites isolés ou insulaires.

II.9 Les labels haute performance énergétique

Tableau II.1. Tableau comparatif des réglementations et labels dans le cas d'une construction neuve (Source : CAUE de Loire-Atlantique, 2010)

	Consommation en énergie primaire maximum (kWh/m ² /an)	Usages concernés	Autres exigences	Informations / Organisme(s) certificateur(s)
Référence : RT 2005	80 à 250 kWh/m ² /an*	chauffage, ECS, refroidissement, ventilation, éclairage	Confort d'été et gardes fous : isolation, ponts thermiques,...	www.logement.gouv.fr et www.rt-batiment.fr
HPE 2005	RT2005 -10 %	chauffage, ECS, refroidissement, ventilation, éclairage	Confort d'été et gardes fous : isolation, ponts thermiques,...	PROMOTELEC : label performance. - CEQUAMI : certification NF maison individuelle - CERQUAL : certification Habitat et Environnement (individuels groupés) Plus d'infos sur : www.energie.org (label BBC)
THPE 2005	RT2005 -20 %	chauffage, ECS, refroidissement, ventilation, éclairage	Confort d'été et gardes fous : isolation, ponts thermiques,...	
HPE EnR 2005	RT2005 -10 %	chauffage, ECS, refroidissement, ventilation, éclairage	Utilisation des EnR (biomasse ou réseau de chaleur)	
THPE EnR 2005	RT2005 -30 %	chauffage, ECS, refroidissement, ventilation, éclairage	Utilisation des EnR (solaire thermique et photovoltaïque, éoliennes, PAC)	
BBC - Effinergie®	50 kWh/m ² /an modulé selon l'altitude et la zone climatique (40 à 75 kWh/m ² /an)	chauffage, ECS, refroidissement, ventilation, éclairage	Perméabilité à l'air ≤ 0,6 m ³ / (h.m ²) sous 4 Pa	
Minergie® standard	38 kWh/m ² /an	chauffage, ECS, ventilation	Aération douce (récupération de chaleur)	Prestaterra (filiale de l'association Prioriterra) Plus d'infos sur : www.minergie.fr
Minergie®-P	30 kWh/m ² /an dont 15 kWh/m ² /an pour le chauffage	chauffage, ECS, ventilation	Utilisation des EnR Perméabilité à l'air ≤ 0,6V/h sous 50Pa Triples vitrages Electroménagers classe A Aération douce	
PassivHaus	120 kWh/m ² /an et 42 kWh/m ² /an en énergie finale dont 15 kWh/m ² /an pour le chauffage	chauffage, ECS, refroidissement, ventilation, éclairage électroménager	Perméabilité à l'air ≤ 0,6V/h sous 50Pa Suppression des ponts thermiques Triples vitrages	Maison passive France Plus d'infos sur : www.lamaisonpassive.fr

CHAPITRE II : L'EFFICACITE ENERGETIQUE

Tableau II.2. Tableau comparatif des réglementations et labels dans le cas d'un projet de rénovation
(Source : CAUE de Loire-Atlantique, 2010)

	Consommation en énergie primaire maximum (kWh/m ² /an)	Usages concernés	Autres exigences	Informations / Organisme(s) certificateur(s)
Référence : RT 2005 Rénovation « élément par élément »	Pas d'exigence	-	Garde fous : isolation, menuiseries, systèmes de chauffage, d'ECS, de ventilation et refroidissement	www.logement.gouv.fr et www.rt-batiment.fr
HPE rénovation	150 kWh/m ² /an*	chauffage, ECS, refroidissement, éclairage, auxiliaires de chauffage et de ventilation	Confort d'été	- CEQUAMI : label « Maison rénovée » - CERQUAL : certification « Patrimoine Habitat® »
BBC rénovation 2009	80 kWh/m ² /an*	chauffage, ECS, refroidissement, éclairage, auxiliaires de chauffage et de ventilation	Confort d'été	
BBCEffinergie rénovation	80 kWh/m ² /an*	chauffage, ECS, refroidissement, éclairage, auxiliaires de chauffage et de ventilation	Perméabilité à l'air ≤ 0,8 m ³ /(h.m ²) sous 4 Pa	- PROMOTELEC : label « Rénovation énergétique BBC-Effinergie » - CEQUAMI : label « Maison rénovée » - CERQUAL : certification « Patrimoine Habitat® » et « Patrimoine Habitat et Environnement® » Infos BBC : www.effinergie.org
Minergie	60 kWh/m ² /an	chauffage, ECS, refroidissement, éclairage, auxiliaires de chauffage et de ventilation	Aération douce (récupération de chaleur)	Prestaterre (filiale de l'association Prioriterre) Plus d'infos sur : www.minergie.fr
PassivHaus	120 kWh/m ² /an et 42 kWh/m ² /an en énergie finale dont 15 kWh/m ² /an pour le chauffage	chauffage, ECS, refroidissement, ventilation, éclairage, électroménager	Perméabilité à l'air ≤ 0,6V/h sous 50Pa Suppression des ponts thermiques Triples vitrages	Maison passive France Plus d'infos sur : www.lamaisonpassive.fr

Conclusion

Dans ce chapitre, L'objectif principal est d'assurer une bonne efficacité énergétique du bâtiment, donc nous devons prendre en considération la conception efficace du bâtiment et la performance de ses équipements, Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de comprendre l'énergie et les contextes d'application, ainsi que leur impact sur l'architecture. Selon Fadi CHLELA(2008) la conception doit répondre aux exigences qui sont liées à sa destination, tel que le confort acoustique ou hygrothermique, éclairage, pureté de l'air, accessibilité, sécurité, Etc. parce que dans la pratique la conception architecturale est parfois à l'origine d'une augmentation des besoins de refroidissement et de chauffage dans les bâtiments et ainsi influence l'exploitation de l'énergie.

CHAPITRE III :

L'ETAT DE L'ART

Introduction

Do nos jours, La maîtrise de la consommation énergétique et son control arrive au premier rang des politiques et domaines qu'il faut mettre en œuvre, parce que c'est celle qui possède le plus grand potentiel, qu'elle est applicable dans tous les secteurs et dans tous les pays du monde , la maîtrise de la consommation énergétique représente l'instrument fondamental de la lutte contre le changement climatique, ce dernier a provoqué le problème de l'intégration climatique des bâtiments , donc une consommation considérable de l'énergie et la crise de l'énergie a brutalement mis l'accent sur l'importance du volume de combustible utilisé pour le chauffage et la climatisation , en raison de cette consommation qui influe sur la charge d'exploitation des bâtiments et également sur l'ensemble de l'économie du pays. Pour cela la prise en considération de l'aspect climatique, notamment dans le secteur du bâtiment est nécessaire parce qu'elle permet de ralentir l'épuisement des ressources fossiles, tandis qu'une part croissante de la consommation d'énergie peut être assurée par les énergies renouvelables (Zekraoui, 2017).

La situation de crise que nous vivons nous confirme de nouveau que le pétrole qui est une source d'énergie épuisable ne pourra jamais être une ressource économique stable et rentable, elle nous pousse aussi à la recherche d'autres ressources économiques comme les énergies renouvelables mais avec le développement dans tous les secteurs résultant de la forte croissance démographique la nécessité de fournir des logements aux citoyens s'est accrue indépendamment de leur qualité « *Pour faire face à cette crise croissante du logement, on a dû trouver des solutions rapides et pas très coûteuses, Des modèles étrangers se sont généralisés sur tout le territoire algérien. Inappropriée au contexte culturel, social et climatique du pays* » (Ould-Henia, 2003).

Les stratégies passives sont devenues des solutions architecturales qui assurent un bâtiment avec un confort intérieur agréable en été et en hiver ; Les pertes de chaleur sont minimisées de manière optimale afin de réduire la facture énergétique et de diminuer, par la même occasion, l'empreinte environnementale. C'est une construction qui offre des techniques constructives variées et qui permet de développer la créativité architecturale. Et c'est ce qui a poussé les pays à se précipiter vers le domaine de l'architecture passive.

Ce chapitre présente la maîtrise de l'énergie et le contexte réglementaire en Algérie, puis, Il étudie des littératures des différentes recherches scientifiques spécialement celles qui

traitent le sujet des stratégies passives et la consommation énergétique dans un climat chaud et aride.

III.1 Maîtrise De L'énergie Et Le Contexte Réglementaire En Algérie

Il y a un grand développement dans le contexte réglementaire en Algérie dans le domaine de l'architecture passive et il se traduit par la réglementation thermique de 1997 des bâtiments à usage d'habitation, il a été conçue pour but de réduire la consommation de chauffage de l'ordre de 25%. Une réflexion est engagée actuellement pour porter ce niveau d'économie à plus de 40%. Pour ce faire, des simulations numériques ont été menées sur des logements types. Il ressort de l'étude qu'en agissant sur la seule limitation des déperditions thermiques par transmission, il est possible d'atteindre ce nouvel objectif tout en réduisant substantiellement la charge de climatisation d'été. Cette étude est une étape importante dans l'amélioration de l'utilisation de l'énergie dans le domaine de l'architecture passive (SIDI MOHAMED & al ,2002).

III.2 La Stratégie Nationale De La Maitrise D'énergie

Selon APRUE (2005), la maitrise d'énergie nationale utilise tous les stratégies qui assurent l'exploitation rationnelle de l'énergie et du développement des énergies renouvelables dans les objectifs suivants :

- 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 et de la nature.

Le ministère de l'énergie et des mines (MEM) adopte les instruments suivants pour maitre en œuvre cette nouvelle orientation et politique :

III.2.1 L'agence nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie (APRUE)

L'APRUE est chargée de missions d'information, de communication et de formation en direction de tous les acteurs publics impliqués dans la maitrise de l'énergie. Elle dispose plusieurs programmes visant la maitrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment tel que :

III.2.1.1 Le programme ECO-BAT

Le programme assure l'amélioration du confort thermique dans les logements et la réduction de la consommation énergétique pour le besoin de chauffage et la climatisation par :

- La mobilisation des acteurs du bâtiment autour de la problématique de l'efficacité énergétique.
- La provocation d'un effet d'entraînement des pratiques de prise en considération des aspects de maîtrise de l'énergie dans la conception architecturale.
- La réalisation d'une action démonstrative, preuve de la faisabilité des projets à haute performance énergétique en Algérie.

Le programme Eco-Bât est très important parce qu'il consiste à concevoir des bâtiments performant en matière d'énergie. On peut dire que c'est une stratégie efficace et réussie.

III.2.2 La Comité Sectoriel de la Maitrise de l'énergie (CIME)

La CIME est un organisme consultatif et elle est pour un objectif d'organiser la concertation du partenariat public/privé. Il s'intéresse à tous les aspects de la maitrise de l'énergie, sur les travaux d'élaboration, de mise en œuvre et de suivi du programme nationale de maitrise de l'énergie (PNME).

III.2.3 Le Fond National de Maitrise de l'énergie (FNME)

Le FNME est un instrument public spécifique d'incitation financière de la politique de maitrise de l'énergie, pour promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie.

III.2.4 Le Programme Nationale de Maitrise de l'Énergie (PNME)

Le PNME constitue le cadre de mise en œuvre de la maitrise de l'énergie national, Il comprend :

Le cadre et les perspectives de la maitrise de l'énergie au niveau national.

- L'évaluation des potentiels énergétiques nationaux et la détermination des objectifs de la maitrise de l'énergie.
- Les outils d'action existants et à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs à long terme.
- Un programme d'action quinquennal.

III.3 La Réglementation Algérienne

Selon MAZARI Mohammed (2012) Aujourd'hui notre pays dispose d'un arsenal juridique très important en matière de rationalisation de l'utilisation de l'énergie et son exploitation dans le bâtiment parce qu'en 1986, l'Algérie (pays exportateur de pétrole et de gaz naturel) subit de plein fouet le contrechoc pétrolier ; les prix du pétrole baissent et provoquent une diminution des rentrées de devises pour le financement de l'activité économique. Dans ce contexte, le pays prend conscience de la nécessité de définir une politique d'efficacité énergétique.

- « **La loi 09-99 du 28 Juillet 1999**, relative à la maîtrise d'énergie¹⁵⁹ est une loi cadre, elle traduit un des objectifs fondamentaux de la politique énergétique nationale, à savoir la gestion rationnelle de la demande d'énergie et fixe de nombreux aspects liés à la maîtrise de l'énergie dans le domaine de la construction » (JORA, 1999).
- « **Le décret exécutif 04-149 du 19 Mai 2004** fixant les modalités d'élaboration du Programme national de maîtrise de l'énergie » (JORA, 2004).
- « **La loi 04-09 du 14 Août 2004** relatives à la promotion des énergies renouvelable dans le cadre de développement durable » (JORA, 2004).
- « **Arrêté interministériel du 29 novembre 2008** définissant la classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique soumis aux règles spécifiques d'efficacité énergétique et fonctionnant à l'énergie électrique » (JORA, 2009).

La réglementation Algérienne s'est enrichie de documents techniques réglementaires "Ces documents qui sont destinés uniquement aux bâtiments à usage d'habitation", les DTRC initiés par le ministère de l'habitat et mis en œuvre par le Centre National d' Études et Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB ,1985).

Les lois concernant la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment :

- « **Le DTR.C 3-2** qui établit les règles de calcul des déperditions calorifiques d'hiver pour les bâtiments à usage d'habitation ; il vise la limitation de la consommation énergétique relative au chauffage des locaux à travers le calcul des déperditions thermiques ».

- « **Le DTR.C 3-4** relatif aux règles de calcul des apports calorifiques d'été pour les bâtiments ; il vise la limitation de la consommation énergétique relative à la climatisation des locaux ».
- « **Le DTR.C 3-31** relatif à la ventilation naturelle des locaux à usage d'habitation, fournit les principes généraux qu'il y a lieu d'adopter lors de la conception des installations de ventilation naturelle ».

L'objectif de cette réglementation est le renforcement de la performance énergétique globale du bâtiment et sa mise en application permettra d'après l'APRU, de réduire les besoins calorifiques de nouveaux logements de l'ordre de 30 à 40% pour les besoins en chauffage et en climatisation. Mais il n'existe aucune volonté politique pour prendre en charge la surconsommation énergétique dans nos bâtiments. C'est pour ça que la quasi-totalité des bureaux d'études en architecture n'ont pas une copie de cette réglementation et c'est ce qui le rend considéré comme une encre sur papier ([Kamel Dali ,2006](#)).

III.4 Synthèse De L'état De L'art

Tableau III.1. Synthèse de l'état de l'art (source : l'auteur)

Exploitation de l'article	résultats	Instrument et méthode de mesure	Objectifs de la recherche	auteur	source	Sujet de la recherche
<p>Cet article représente les techniques de l'amélioration de la performance d'un bâtiment tel que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de l'espace extérieur (microclimat) - La conception du bâtiment - Le respect de La réglementation thermique 	<p>le résultat de cette recherche a mis en évidence les aspects qui ont un impact sur l'adaptation climatique de l'habitat contemporain tel que la forme du bâtiment, l'orientation, les matériaux de constructions... qui réduite la consommation énergétique</p>	<p>Cette recherche est basée sur deux approches complémentaires : qualitative et quantitative ; L'analyse thermique par simulation analyser les différents flux qui traverse la paroi et l'évaluation potentiels thermique qui peuvent améliorer l'ambiance intérieure</p>	<p>L'objectif de cet article est d'optimiser les potentiels thermiques et d'évaluer le degré d'adaptation climatique du cadre bâti étudié pour réaliser des microclimats favorables</p>	<p>Z. Chelghoum A. Belhamri</p>	<p>Rev. Energy. Ren. : Journées de Thermique (2001) 59-64</p>	<p>Habitat à Bas Profil Energétique</p>
<p>cet article fournit une vue d'ensemble des critères de conception des bâtiments susceptibles de réduire la demande en énergie pour le chauffage et le refroidissement des bâtiments résidentiels</p>	<p>Morphologie, orientation, ventilation, Compacité, ouvertures, dispositif d'ombrage ... sont préférés comme des stratégies et dispositifs principaux pour réaliser un édifice performant énergétiquement.</p>	<p>Cette article concentre sur l'étude des performances des stratégies passive et les assure par des équations et des schémas</p>	<p>L'objectif de cette étude est de clarifier et d'étudier les stratégies et les dispositifs d'architecture passive qui affectent l'exploitation de l'énergie pour améliorer sa consommation</p>	<p>R. Pacheco J. Ordóñez G. Martínez</p>	<p>Revue d'Énergie renouvelable et durable</p>	<p>Energy efficient design of building : A review</p>

Tableau III.2. Synthèse de l'état de l'art (source : l'auteur)

Exploitation de l'article	résultats	Instrument et méthode de mesure	Objectifs de la recherche	auteur	source	Sujet de la recherche
<p>Cette étude et très utile car elle assure que le bâtiment auto-ombragé est une bonne solution « architecture passive » pour réaliser un design économisant l'énergie de la bâtiment</p>	<p>A partir de ces modèles on peut constater que les bâtiments auto-ombragé économise la Consommation d'énergie pour la climatisation et l'éclairage ; ils diffusent les rayonnements solaire « stratégie de la protection solaire » pour assurer le confort thermique</p>	<p>Cette étude s'appuie sur l'utilisation de la conception de « solaire collection enveloppe (SCE) » et de la model appelé « the sustainable architecture (SustArc) » pour déterminer l'influence de l'inclinaison de la façade auto-ombragé sur la consommation énergétique</p>	<p>L'étude est pour but d'améliorer l'influence de la géométrie du bâtiment auto-ombragées « l'enveloppe solaire » sur la l'optimisation de la performance énergétique</p>	<p>I. Guedi Capeluto*</p>	<p>Revue d'Énergie et bâtiments 35 (2003) 327–336</p>	<p>Energy performance of the self-shading building envelope</p>
<p>Cet article étudie l'impact du dispositif « façade ventilée » sur le comportement thermique et l'efficacité énergétique des constructions dans un climat chaud et aride comme une solution passive</p>	<p>Les résultats ont démontré que le fonctionnement thermique de la cavité d'air d'une façade ventilée influe d'une façon positive sur le comportement thermique de la façade et par la suite sur la performance thermique et énergétique de la construction.</p>	<p>Cette recherche est basée sur un travail expérimental à travers l'exploitation des cellules tests à une échelle réduite. Les paramètres étudiés sont : les températures surfaciques externes, surfaciques internes et les températures ambiantes.</p>	<p>L'objectif de cette recherche est d'étudier le comportement thermique d'une façade ventilée sur son efficacité dans une zone chaude et aride</p>	<p>M.A. Khadraoui et L. Sriti</p>	<p>Revue des Energies Renouvelables Vol. 20 N°4 (2017) 626 - 634</p>	<p>Etude expérimentale du comportement thermique d'une façade ventilée dans un climat chaud et aride</p>

Tableau III .3. Synthèse de l'état de l'art (source : l'auteur)

Exploitation de l'article	résultats	Instrument et méthode de mesure	Objectifs de la recherche	auteur	source	Sujet de la recherche
Cet article assure que ce type de construction assure un excellent confort thermique en tant que moyen d'architecture passive, mais il doit être soutenu en assurant les moyens de la lumière et la ventilation naturelle	L'avantage potentiel le plus économe en énergie de la mise à la terre consiste à obtenir de faibles fluctuations et un état stable de la température interne. Et en abaissant les températures maximales du jour et de la nuit où les fluctuations sont très importantes (les zones chauds et arides)	C'est un travail expérimental à l'aide de mesures réelles de trois types de structures différents et de programmes de simulation pour analyser le confort thermique	La recherche est pour but de résoudre le problème thermique dans les zones chaud et arides, en atteignant un confort thermique élevé avec une consommation minimale d'énergie.	H. Hassan T. Arima A. Ahmed D. Sumiyoshi Y. Akashi ³	IBPSA Asia Conference Nagoya, Japan November 28-29 (2014)	Testing the Basements Thermal Performance as an Approach to the Earth-Sheltered Buildings Application at Hot Climates, Case Study (Egypt).
La végétation (végétal urbain) affecte et améliore le confort thermique de la place publique dont elle minimise et intercepte les rayons solaires dans un contexte aride et chaud « Biskra »	l'amélioration des conditions climatiques s'avère nécessaire et elle se passe de l'intervention sur la morphologie urbaine (forme urbaine). En général, elle participe à la modification positive des ambiances physiques (chaleur, humidité, lumière,...)	L'adoption des instruments d'urbanismes La technique suivie dans ce travail est une combinaison entre les mesures des facteurs climatiques nécessaires 'in situ' et la simulation par le biais d'un logiciel.	L'étude vise à Trouver la stratégie adéquate et faisable. Pour introduire la conception de la végétation dans l'espace public comme élément améliorant le confort thermique dans les zones chaudes et arides	A. Hanafi D. Alkama	Revue des Energies Renouvelables Vol. 19 N°3 (2016) 465 - 480	Stratégie d'amélioration du confort thermique d'une place publique d'une ville saharienne 'Biskra/Algérie'

Conclusion

Ce chapitre présente quelques recherches sur les stratégies architecturales passives et ses dispositifs qui contribuent à l'amélioration de l'exploitation et l'efficacité énergétique ainsi il aborde le concept d'architecture passive dans un contexte climatique chaud et aride et la maîtrise de l'énergie et le contexte réglementaire en Algérie. Les stratégies et les instruments qui ont été discutés contribuent à la création d'un bon confort pour les occupants et ces stratégies sont basées sur des principes qui ont pour but de diminuer le changement climatique, tel que le réchauffement climatique, qui est l'un des plus grands défis auxquels l'humanité est confrontée.

On peut dire aussi que la coopération entre les institutions nationales publiques et privées peut contribuer à la diffusion des principes architecturaux passifs dans le domaine pour réduire l'épuisement de l'énergie et à protéger la nature et ses ressources pour les générations futures.

CHAPITRE IV :

CAS D'ETUDE

« L'EXPERIMENTARIUM »

Introduction

A travers les recherches théoriques entamées dans les chapitres précédents, ou nous avons traité les stratégies et les dispositifs passifs qui ont un effet sur l'optimisation de la consommation énergétique tel que (l'orientation, la ventilation, la protection solaire, l'inertie thermique ...etc.) il nous reste à choisir les stratégies architecturales efficaces dans le climat local de la région de Biskra (climat chaud et aride) et lier les informations théoriques et pratiques pour réussir le projet.

Dans ce chapitre, nous présenterons des concepts généraux sur le projet et sa relation avec le thème de recherche, on suite on présentera l'analyse des exemples, le programme utilisé, et l'approche normative, Aussi L'analyse environnementale avec une présentation analytique du terrain de projet et en fin une conclusion contenant les stratégies choisies.

IV.1 Partie théorique

IV.1.1 Définition de la science

Selon le dictionnaire Larousse « *Ensemble cohérent de connaissances relatives à certaines catégories de faits, d'objets ou de phénomènes obéissant à des lois et/ou vérifiés par les méthodes expérimentales.* ».

Selon le nouveau dictionnaire collégial de Webster (2018) « *Connaissances acquises par l'étude ou la pratique ou Connaissances couvrant les vérités générales du fonctionnement des lois générales, en particulier obtenues et testées par des méthodes scientifiques [et] concernées par le monde physique* » Cela signifie que La science fait référence à un système d'acquisition de connaissances qui utilise l'observation et l'expérimentation pour décrire et expliquer les phénomènes étudiées.

IV.1.2 Définition de la culture

Selon le dictionnaire Larousse « *Enrichissement de l'esprit par des exercices intellectuels* ».

Pour l'organisation internationale l'UNESCO « *Dans son sens le plus large, la culture peut aujourd'hui être considérée comme l'ensemble des traits distinctifs, spirituels et matériels, intellectuels et affectifs, qui caractérisent une société ou un groupe social. Elle englobe, outre les arts, les lettres et les sciences, les modes de vie, les droits fondamentaux de l'être humain, les systèmes de valeurs, les traditions et les croyances.* ».

IV.1.3 aperçue sur la cité des sciences

IV.1.3.1 les cités des sciences et ses caractéristiques

Selon Anttiroiko, A.-V, (2004) Les villes des sciences possèdent certaines caractéristiques qui associent science et environnement urbain. Ainsi, le concept de la cité des sciences fait référence à la fois à la concentration d'activités scientifiques et à l'environnement urbain. Les villes scientifiques ont été créées par les gouvernements pour accroître l'innovation, créer des effets de synergie, promouvoir les progrès technologiques et servir de point nodal de la science et de la technologie dans la région ou un pays. Donc on peut dire que les cités des sciences sont des institutions publiques qui visent à diffuser la science et à la rendre facile à comprendre.

IV.1.3.2 Modèles de la cité des sciences

Selon Anttiroiko, A.-V, (2004) On peut distinguer trois modèles de base de la cité des sciences :

- Science City en tant que nouvelle construction de ville basée sur la science.



Figure IV.1. La cité des sciences Tsukuba (Japon)

(Source : Anttiroiko, A.-V, (2004))

- Science city en tant que projet de développement local ou régional.

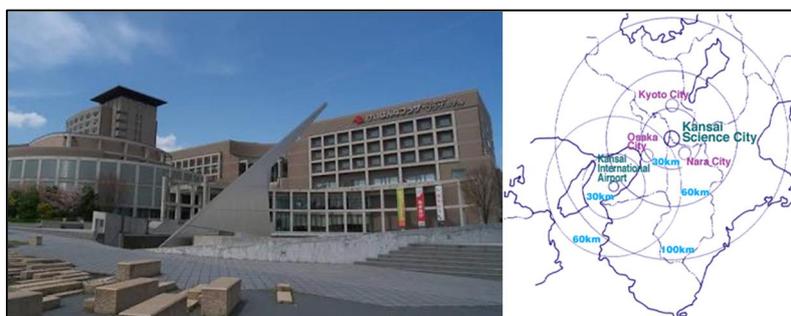


Figure IV.2. La cité des sciences Kansai

(Source : Anttiroiko, A.-V, (2004))

- Cité des sciences comme prolongement d'un parc scientifique.



Figure IV.3. La cité des sciences Kista

(Source : Anttiroiko, A.-V, (2004))

IV.1.3.3 L'Experimentarium et ses caractéristiques

Experimentarium est un établissement public et une fondation qui a pour objectif de stimuler l'intérêt des gens pour la science et la technologie et de les sensibiliser aux méthodes et aux résultats obtenus dans le domaine de la science et de la technologie de manière interactive.

Le public cible est l'ensemble de la population, avec une attention particulière pour les enfants et les jeunes (Experimentarium, 2019).

IV.1.3.4 Les objectifs de l'Experimentarium

- La curiosité s'anime avec une approche pratique. Par conséquent, tout est conçu pour être touché à Experimentarium, de sorte que le jeu et l'apprentissage vont toujours de pair.
- L'ambition est de transformer la manière dont les visiteurs ressentent et assurer l'importance de la science et de la technologie pour nos vies.
- Son objectif est de créer des rencontres entre chercheurs et différents publics (Experimentarium, 2019).

IV.1.4 présentation du projet de fin d'étude (l'Experimentarium)

Le projet de l'Experimentarium est un établissement public de capacité d'au moins 700 visiteurs qui vise à vulgariser la science et à diffuser la connaissance et l'amour de la découverte parmi les différents segments de la société de manière amusante et interactive et maîtriser la consommation énergétique par l'utilisation des stratégies passives qui assurent les conditions de confort. Le projet est situé au Biskra (contexte chaud et aride) et le terrain a des

potentiels environnementaux intéressants, il est situé le long de la route entre la wilaya de Biskra et la municipalité de sidi Okba.

IV.1.5 La relation du thème avec le projet

L'architecture passive n'est pas confinée à un seul domaine mais à un vaste domaine qui peut voir ses implications pour n'importe quel bâtiment me j'ai choisis Experimentarium parce que :

- Le projet reflète les progrès scientifiques.
- nous choisissons ce projet parce que c'est un projet de l'époque et nous voulons appliquer les principes de la durabilité et d'architecture passive pour être un nouveau projet avec une vision de la tendance moderne de la nouvelle architecture.
- Les scientifiques commencent par eux-mêmes donc les architectes doivent commencer par des bâtiments basés sur une architecture passive et l'amélioration de l'exploitation énergétique.



Figure IV.4. La relation entre la science et l'architecture passive

(Source : auteur)

IV.1.6 Les raisons du choix du projet

- L'Experimentarium a été choisi comme un projet de fin d'étude parce qu'il est le projet de l'époque qui se tient au courant des progrès scientifiques dans le monde.
- Selon CRSTRA Il existe une abondance de matériaux scientifiques qui doivent être présentés au public, Mais on note l'absence des lieux dédiés à ce type d'activités.
- Le projet permettra de mettre en relation les institutions scientifiques et le public, il contribuera ainsi à élever le niveau scientifique dans la région.

- Le projet sera une icône touristique qui contribuera au développement de la région et à sa consolidation économique afin de promouvoir la science et d'atteindre l'égalité régionale entre le nord et le sud en Algérie.



Figure IV.5. Les raisons de choix de l'Experimentarium

(Source : auteur)

IV.2 Partie pratique

IV.2.1 Analyse des exemples

Nous avons analysé plusieurs exemples afin de saisir tous les aspects du projet et le thème de la recherche qui sont :

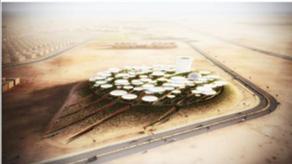
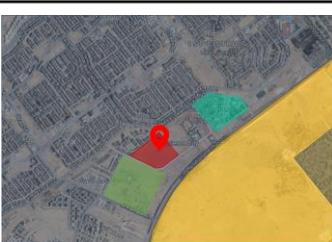
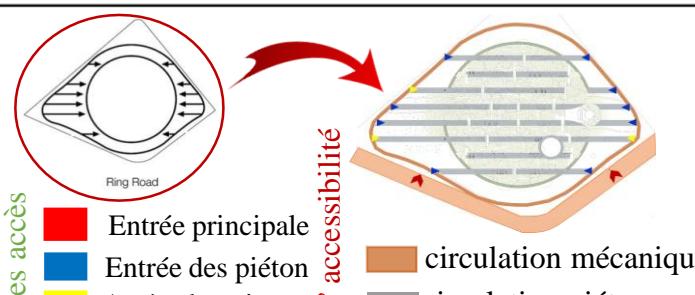
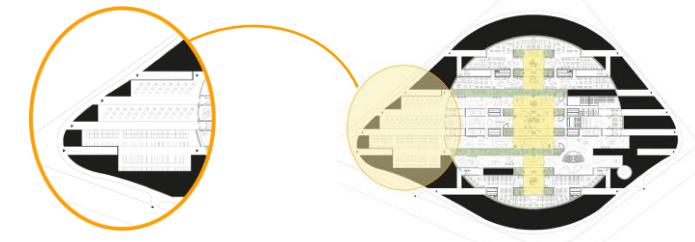
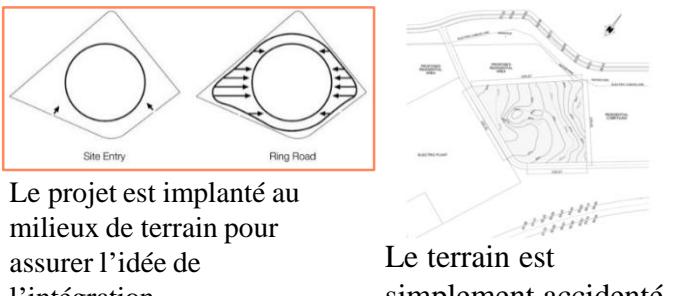
	la cité de science de l'Égypte	Experimentarium de Danemark	la terre de science de Kaunas	la cité de science d'Algérie
projet				
thème	le chalet de Souïdania 			

Figure IV.6. L'analyse des exemples

(Source : auteur)

Tableau IV.1: l'analyse de l'exemple 01 (la cité de science de l'Égypte)

<p>Les raisons de choix</p>	<p>Cet exemple a été sélectionné pour les raisons suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1-La maison de design Weston Williamson a été sélectionnée pour produire la ville des sciences prévue au Caire qui a un climat chaud et aride 2-Les rendus de conception sont clairement inspirés de la nature et de nombreuses stratégies passive ont été utilisées pour l'intégration optimal du projet
<p>la fiche technique</p>	<p>Architectes : Weston Williamson + Partenaires Le Lieu du projet : 6 octobre cité Giza ,Caire, Égypte Surface : 125 000 mètres carrés Année de réalisation: Concours de 2016 Client : La bibliothèque Alexandrina</p> 
<p>Situation du projet par rapport à la ville</p>	   <p>Le projet a achevé le dessin du triangle structurel de la science en Égypt.</p>
<p>situation Au niveau du d'environnement immédiat</p>	 <ul style="list-style-type: none"> Terrain de projet Octobre Université moderne de littérature Station de transfert d'électricité Tissu urbain Tissu naturel <p>la surface foncière 125 000 mètres carrés</p>
<p>L'accessibilité</p>	 <ul style="list-style-type: none"> Les accès <ul style="list-style-type: none"> Entrée principale Entrée des piéton Accès de voiture circulation mécanique circulation piéton
<p>Les stationnements</p>	 <p>Il y a un garage de stationnement au sous sol pour les visiteurs et les travailleurs</p>
<p>le repérage et l'intégration</p>	<p>Intégration du projet : par contraste</p>  <p>Les rendus de conception sont clairement inspirés de la nature</p> <p>" L'ensemble de l'architecture proposée ressemble à une cueillette de champignons blancs enveloppés de verdure au milieu du désert aride de l'Égypte"</p>
<p>L'implantation et la topographie :</p>	 <p>Le projet est implanté au milieu de terrain pour assurer l'idée de l'intégration</p> <p>Le terrain est simplement accidenté</p>

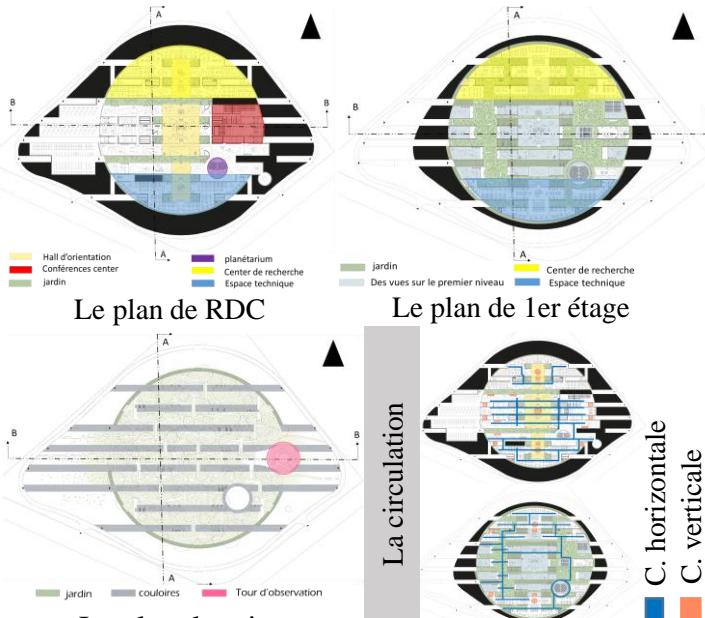
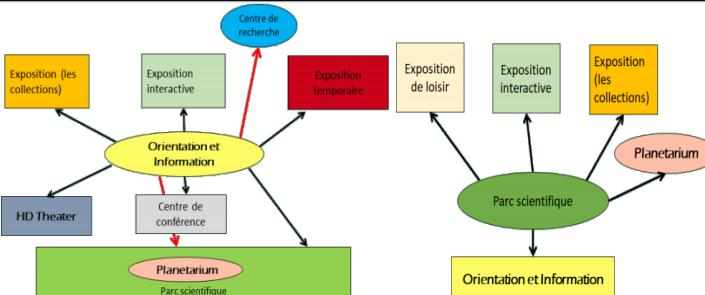
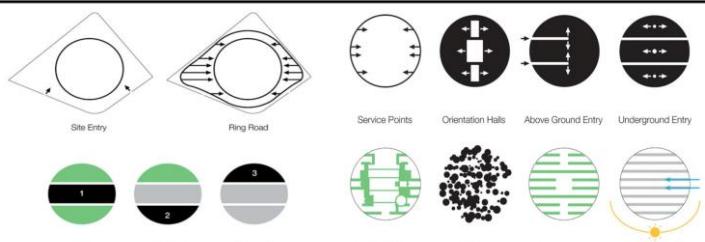
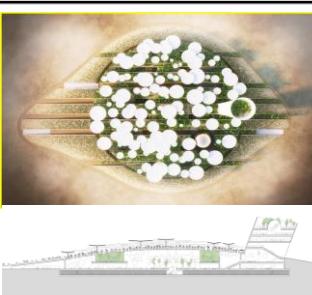
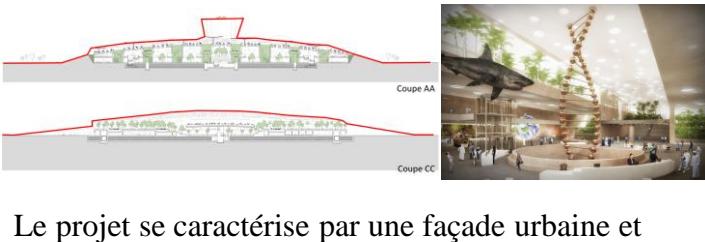
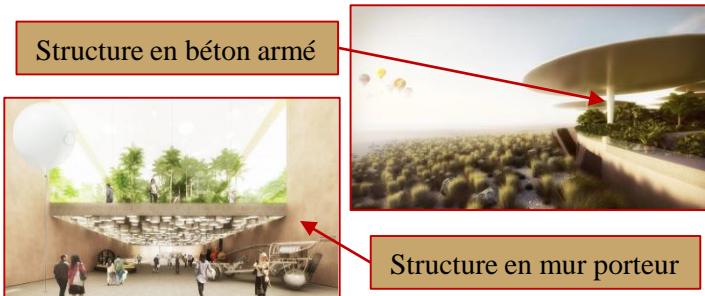
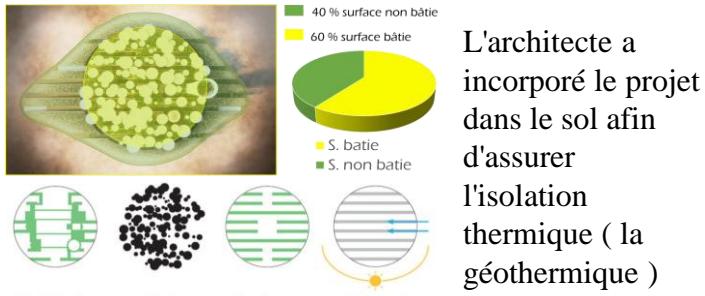
A / DIMENSION URBAINNE :

C / DIMENSION CONCEPTUELLE :

D/ DIMENSION STRUCTUREL LE ET TECHNIQUE :

E/ DIMENSION ENVIRONNEMENTAL :

B / DIMENSION FONCTIONNEL :

<p>Les plans (l'organisation spatiale) et la circulation</p>	 <p>Le plan de RDC</p> <p>Le plan de 1er étage</p> <p>Le plan de toiture</p> <p>La circulation</p> <p>C. horizontale</p> <p>C. verticale</p>
<p>Organisation fonctionnel</p>	 <p>Exposition (les collections)</p> <p>Exposition interactive</p> <p>Exposition temporaire</p> <p>Exposition de loisir</p> <p>Exposition interactive</p> <p>Exposition (les collections)</p> <p>Planétarium</p> <p>Parc scientifique</p> <p>Orientation et Information</p> <p>Centre de recherche</p> <p>Centre de conférence</p> <p>HD Theater</p> <p>Planétarium Parc scientifique</p>
<p>l'idée et les concepts et les principes</p>	 <p>Site Entry</p> <p>Ring Road</p> <p>Service Points</p> <p>Orientation Halls</p> <p>Above Ground Entry</p> <p>Underground Entry</p> <p>Phase 1</p> <p>Phase 2</p> <p>Phase 3</p> <p>Elevated Gardens</p> <p>Roof</p> <p>Green Avenues</p> <p>Environment</p> <p>«des espaces qui doivent être inspirants de l'extérieur, motivants et passionnants de l'intérieur des visiteurs et des employés.»</p>
<p>Hierarchie</p>	 <p>Coupe BB</p> <p>- Il y a une hiérarchie au niveau des espaces que nous observons dans les passages creusés dans le sol -l'hierarchisation dans les espaces suit une hierarchisation dans la hauteur du bâtiment</p>
<p>l'ordre des façades</p>	 <p>Coupe AA</p> <p>Coupe CC</p> <p>Le projet se caractérise par une façade urbaine et une relation directe entre l'intérieur et l'extérieur</p>
<p>Structure en béton armé</p>	 <p>Structure en mur porteur</p>
<p>40 % surface non bâtie</p> <p>60 % surface bâtie</p> <p>S. bâtie</p> <p>S. non bâtie</p>	 <p>Elevated Gardens</p> <p>Roof</p> <p>Green Avenues</p> <p>Environment</p> <p>L'architecte a incorporé le projet dans le sol afin d'assurer l'isolation thermique (la géothermique)</p>

Source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis, <https://www.archdaily.com/794806/weston-williams-plus-partners-win-competition-to-design-science-city-in-egypt> et <https://www.westonwilliamson.com/projects/science-city> et Google earth (modifier par auteur)

Tableau IV.2 : l'analyse de l'exemple 02 (Experimentalium de Danemark)

Les raisons de choix
 Cet exemple a été sélectionné pour les raisons suivantes :
 1- Le bâtiment contient de nombreuses expositions interactives actuelles ; C'est le premier du genre au monde
 2- la conception est un changement radical de l'expression architecturale de l'Experimentalisme traditionnel.
 3- le parcours intérieur est c'est la marque qui caractérise le projet

la fiche technique
 Architectes : CEBRA
 Le Lieu du projet : Tuborg Havnevej, 2900 Hellerup, Danemark
 Surface totale : 25000.0 mètres carrés
 Année de réalisation : 2017



Situation du projet par rapport à la ville


 Le projet est situé dans le sud-est de la ville Hellerup au Danemark à côté du port de la ville

situation Au niveau du d'environnement immédiat

Les noms des équipements
 Restaurant Address
 Café Rotunden
 Experimentarium
 Waterfront
 Shopping Implement Consulting Group
 Saxo Bank A/S
 Tissu naturel
 Tissu urbain

L'accessibilité

 L'accessibilité
 Entrée de voitures
 Entrée des piétons
 Entrée de jardin

Les stationnements

 Il y a beaucoup de places de stationnement dans le parking souterrain sous Experimentarium ou sous le centre commercial Water front, à seulement cinq minutes à pied de Experimentarium

le repérage et l'intégration

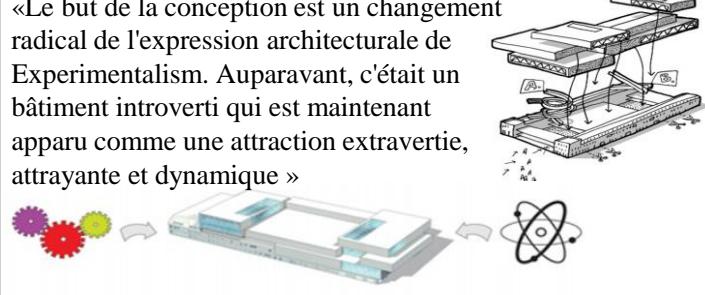
 Les différentes fonctions du bâtiment sont rendues visibles par la ville sous forme de boîtes empilées, décalées du socle

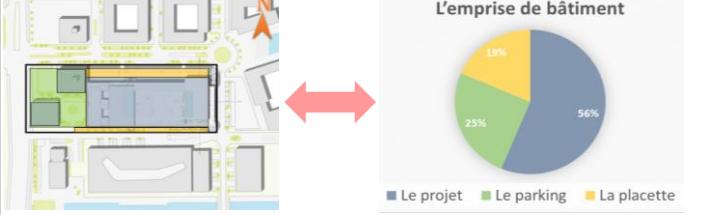
L'implantation et la topographie :

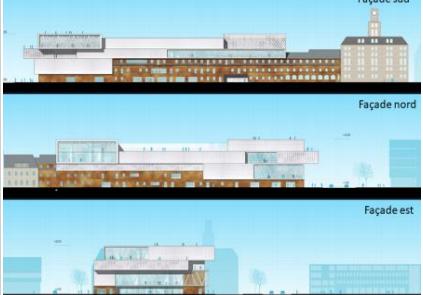
 l'architecte implante son projet à la coté Est de la parcelle
 La parcelle
 Le projet
 La placette semi publique

B / DIMENSIONII _ FONCTIONNEL :
 Les plans (l'organisation spatial) et la circulation

 la circulation
 auditorium
 orientation
 Circulation vertical
 restaurant
 Exposition interactive
 théâtre
 exposition d'eau
 Exposition Interactive temporaire
 Toiture interactive
 Relation directe
 Relation indirecte
 Organisation fonctionnel
 Reception
 cafeteria
 Centre de recherche
 Centre de conférence
 Exposition alternatifs
 Jardin semi publique
 administration

C / DIMENSIONII CONCEPTUELLE :
 l'idée et les concepts et les principes
 «Le but de la conception est un changement radical de l'expression architecturale de l'Experimentalisme. Auparavant, c'était un bâtiment introverti qui est maintenant apparu comme une attraction extravertie, attrayante et dynamique »


Hiérarchie

 L'emprise de bâtiment
 19% Le projet
 25% Le parking
 56% La placette
 L'architecte a séparé les espaces intérieurs et extérieurs, où l'extérieur a été utilisé comme parkings et un jardin semi-public pour assurer l'hiérarchisation

l'ordre des façades

 Façade sud
 Façade nord
 Façade est
 Les caisses sont habillées d'une façade légère en panneaux d'aluminium perforés, formant un contraste avec la base

D/ DIMENSION STRUCTUREL LE ET TECHNIQUE :

 Structure métallique
L'ESCALIER HELIX
 L'escalier de 100 m de long est construit à partir de 160 tonnes d'acier et revêtu de 10 tonnes de cuivre.

E/ DIMENSION ENVIRONNEM EN-TAL :

 La conception permet une bonne protection des façades contre les agences climatiques tout au long de la journée
 Les caisses sont habillées d'une façade légère en panneaux d'aluminium perforés pour assurer une ventilation naturelle et pour l'isolation acoustique

Tableau IV.3: l'analyse de l'exemple 03 (terre de science de Kaunas)

Les raisons de choix

Cet exemple a été sélectionné pour les raisons suivantes :

- 1-Le bon emplacement du projet au centre-ville nous a incité à essayer de comprendre la relation entre le projet et la ville au niveau de l'échelle urbaine
- 2-L'intégration étonnante entre le projet et le parc, qui crée une atmosphère scientifique et sociale

la fiche technique

Architectes : TARI-Architect
 Le Lieu du projet :Kaunas Science Island
 Surface totale : 13,000 mètres carrés
 Année de réalisation :
 Concours de 2016
 Coût : €25M



Situation du projet par rapport à la ville



Kaunas est la deuxième ville de Lituanie, Elle est aussi la capitale administrative

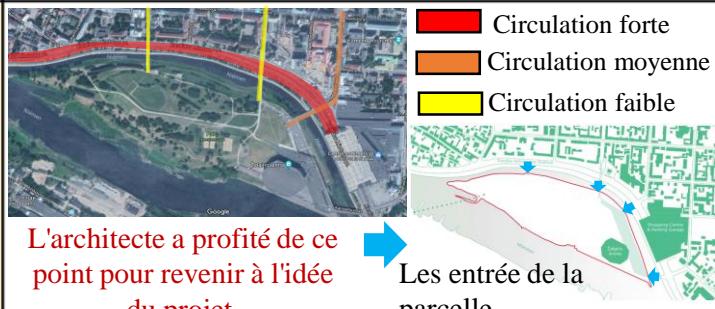
Le projet est situé au Lituanie

situation Au niveau du d'environnement immédiat



L'île, qui appartient à la municipalité de la ville de Kaunas, est utilisée comme base de loisirs

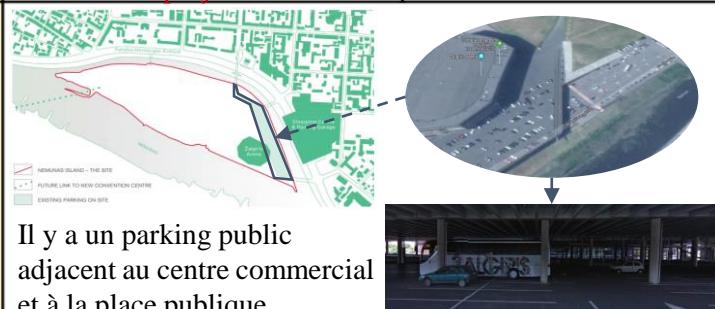
L'accessibilité



L'architecte a profité de ce point pour revenir à l'idée du projet.

Les entrée de la parcelle

Les stationnements



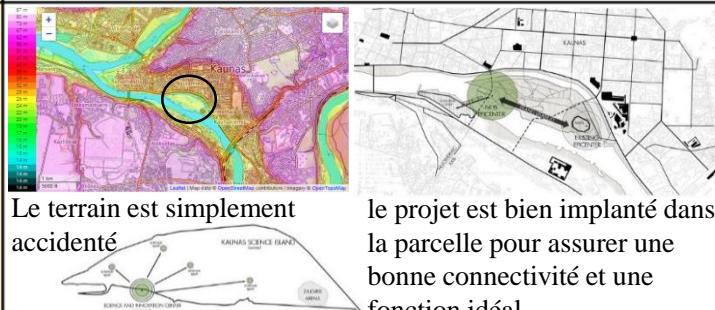
Il y a un parking public adjacent au centre commercial et à la place publique

le repérage et l'intégration



Le projet est parfaitement intégré

L'implantation et la topographie :

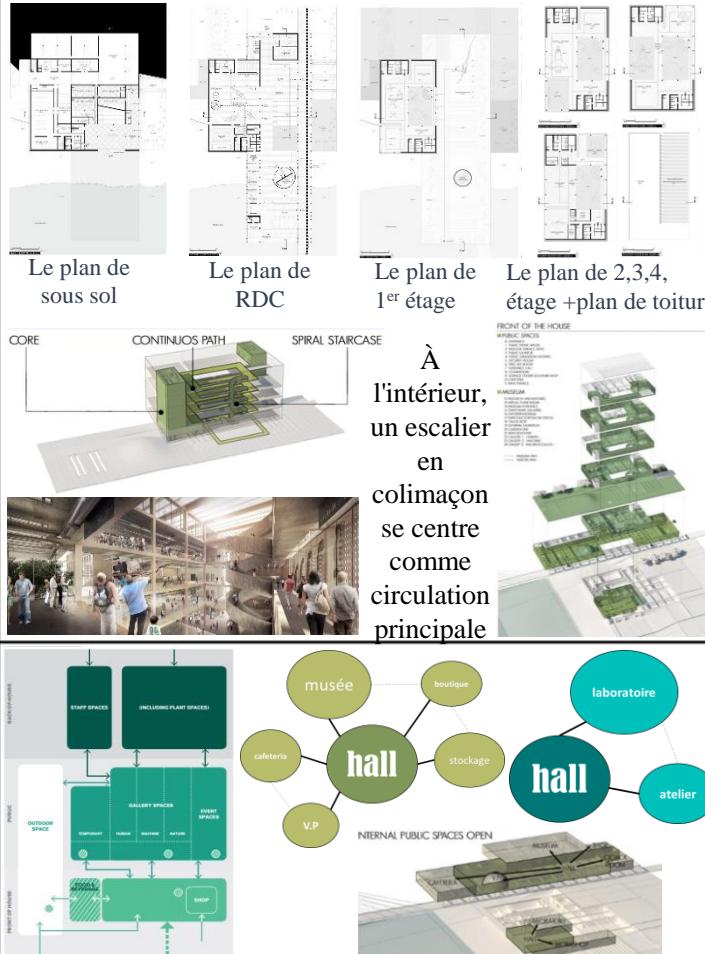


Le terrain est simplement accidenté

le projet est bien implanté dans la parcelle pour assurer une bonne connectivité et une fonction idéal

B / DIMENSIONII _ FONCTIONNEL :

Les plans (l'organisation spatial) et la circulation



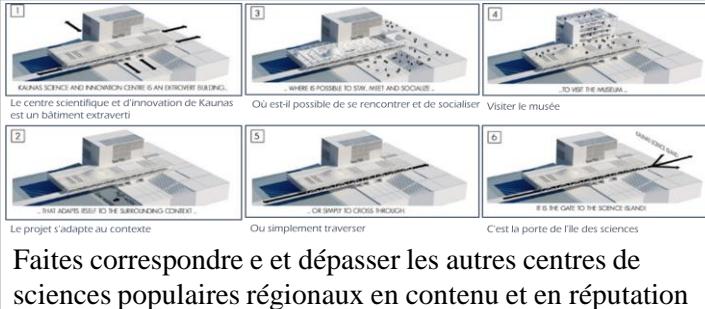
Le plan de sous sol, Le plan de RDC, Le plan de 1er étage, Le plan de 2,3,4, étage +plan de toiture

À l'intérieur, un escalier en colimaçon se centre comme circulation principale

Organisation fonctionnel: musée, boutique, laboratoire, atelier, stockage, hall, V.P., cafeteria, CORE, CONTINUOUS PATH, SPIRAL STAIRCASE, INTERNAL PUBLIC SPACES OPEN

C / DIMENSIONII CONCEPTUELLE :

l'idée et les concepts et les principes



1. Le centre scientifique et d'innovation de Kaunas est un bâtiment extraverti
 2. Le projet s'adapte au contexte
 3. Ou est-il possible de se rencontrer et de socialiser
 4. Visiter le musée
 5. Ou simplement traverser
 6. C'est la porte de l'île des sciences

Faites correspondre e et dépasser les autres centres de sciences populaires régionaux en contenu et en réputation

Hiérarchie

L'ESPACE PUBLIC INTERNE est le symbole du Centre, en tant que foyer accueillant les visiteurs

La conception de l'architecture externe vise à présenter un bâtiment attrayant et accueillant, exprimant le concept fonctionnel du centre des sciences d'une manière innovante

l'ordre des façades

Le système de façade est composé d'un revêtement en céramique typique, recouvert de verre ou de couches mates.

La silhouette

surface opaque, Surface transparente, surface perforée

D/ DIMENSION STRUCTUREL LE ET TECHNIQUE :

La structure sera constituée de bois lamellé-collé, résistant et durable à la fois, tandis que le système de véranda adopté garantit des portées élevées nécessaires aux fonctions logées dans la galerie.



E/ DIMENSION ENVIRONNEM EN-TAL :

L'architecte intègre les stratégies de conception passive de la ventilation naturelle, de l'éclairage naturel et de l'apport de chaleur solaire, assurant l'efficacité énergétique et le confort des espaces de travail.

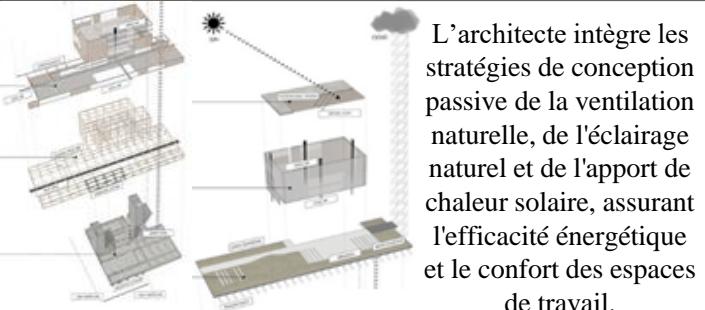
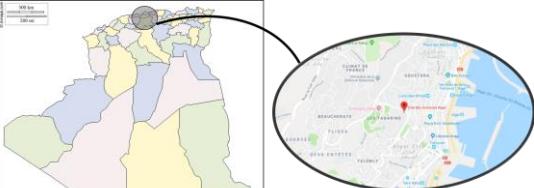
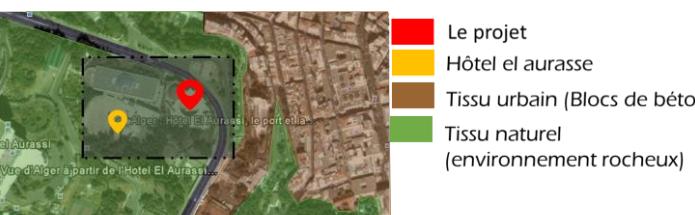
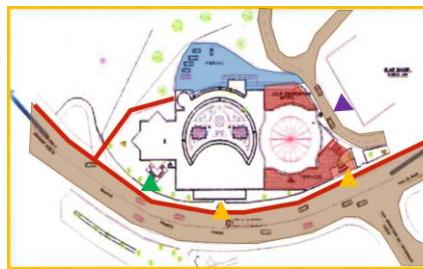
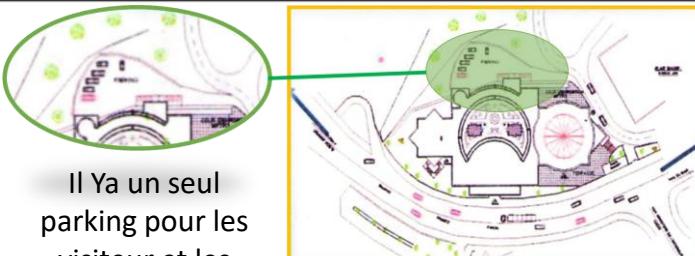
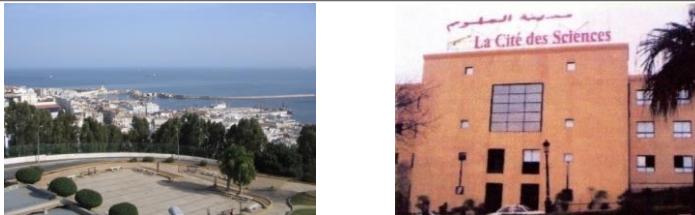


Tableau IV.4: l'analyse de l'exemple 04 (la cité de science d'Algérie)

<p>Les raisons de choix</p>	<p>Cet exemple a été sélectionné pour les raisons suivantes : 1-C'est un exemple vivant en Algérie qui a été pris en compte pour revoir son efficacité en tant que projet national et en tirer les lacunes pour l'éviter lors de la conception du projet.</p>	
<p>la fiche technique</p>	<p>Architectes : Le BDT BEREG Le Lieu du projet : Rue Franz-fanon Alger central ,Algérie Surface totale : 1700 mètres carrés Année de réalisation : 2000 Client : Municipalité d'Algérie Centrale</p> 	
<p>Situation du projet par rapport à la ville</p>	 <p>Le projet est situé au sud d'Alger sur l'avenue FRANTZ-FANON Abayar, surplombant la mer et un petit parc public</p>	
<p>situation Au niveau du d'environnement immédiat</p>	 <p>« Le projet vise à renforcer la contribution scientifique de la région aux niveaux scientifique national. »</p>	
<p>L'accessibilité</p>	<p>Accessibilité</p> <ul style="list-style-type: none"> Accès mécanique Accès piéton Accès mixte <p>Les accès</p> <ul style="list-style-type: none"> Accès du bâti Accès technique Entrée principale (visiteurs) 	
<p>Les stationnements</p>	 <p>Il Ya un seul parking pour les visiteur et les usagés</p>	
<p>le repérage et l'intégration</p>	 <p>Lorsque nous voyons le projet du point de vue architectural, nous constatons l'absence de l'identité scientifique et l'integration architecturale du projet qui en suggère la fonction</p>	
<p>L'implantation et la topographie :</p>	 <p>le projet est bien implanté dans la parcelle pour assurer une bonne connectivité</p>	

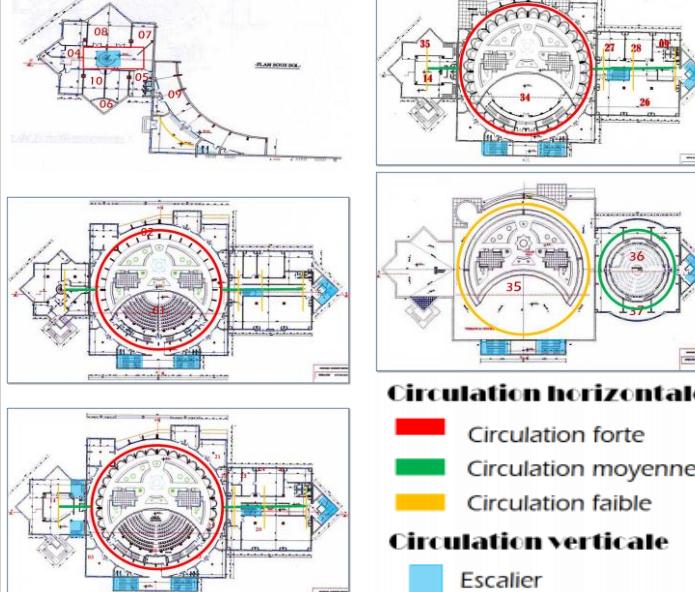
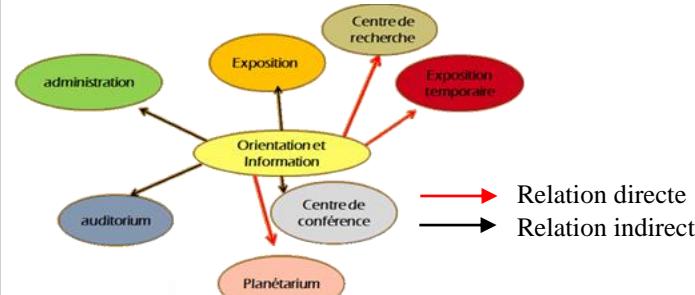
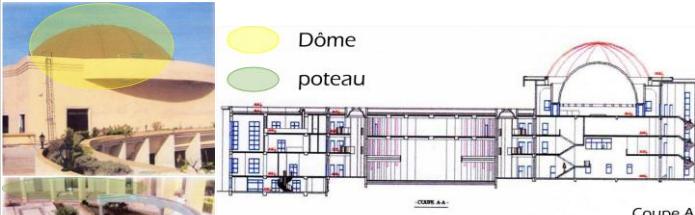
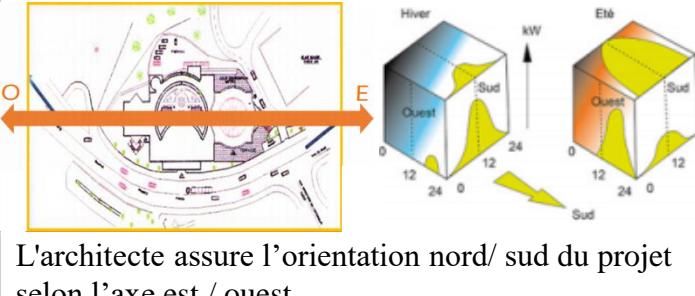
A / DIMENSION URBAINNE :

B / DIMENSION FONCTIONNELLE :

C / DIMENSION CONCEPTUELLE :

D/ DIMENSION STRUCTURELLE ET TECHNIQUE :

E/ DIMENSION ENVIRONNEMENTAL :

<p>Les plans (l'organisation spatial) et la circulation</p>	 <p>Circulation horizontale</p> <ul style="list-style-type: none"> Circulation forte Circulation moyenne Circulation faible <p>Circulation verticale</p> <ul style="list-style-type: none"> Escalier 	
<p>Organisation fonctionnel</p>	 <p>Relation directe (red arrow) Relation indirecte (black arrow)</p>	
<p>l'idée et les concepts et les principes</p>	<p>Le projet comprend trois volumes principales composées de différents domaines:</p> <ul style="list-style-type: none"> Carré : comprend les domaines de gestion, de maintenance et certains domaines scientifiques Cercle: comprend des zones d'affichage et des accessoires de divertissement. étoile: comprend des laboratoires et des ateliers scientifiques 	
<p>Hierarchie</p>	 <p>Le projet est situé dans un environnement verdoyant, mais l'architecte ne s'est pas soucié de créer des espaces verts pour le projet et s'est concentré uniquement sur la préservation de l'environnement extérieur.</p>	
<p>l'ordre des façades</p>	<p>L'édifice se caractérisais par :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Répétitif dans les ouvertures avec une balance entre vide et remplissage. * Utilisation de la symétrie * l'horizontalité  	
<p>D/ DIMENSION STRUCTURELLE ET TECHNIQUE :</p>	 <p>L'utilisation du système (poteau et poutre)</p>	
<p>E/ DIMENSION ENVIRONNEMENTAL :</p>	 <p>L'architecte assure l'orientation nord/ sud du projet selon l'axe est / ouest</p>	

Source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis, www.algerie-dz.com/article4973.html et Google earth et https://fr-be.topographic-map.com/ (modifier par auteur)

Tableau IV.5: l'analyse de l'exemple 05 (chalet de Souïdania)

Les raisons de choix

Ce travail avait pour but l'étude thermique d'une maison à faible consommation d'énergie. Les résultats expérimentaux présentés permettent de comprendre le comportement thermique de l'enveloppe de la maison prototype. Ces résultats montrent aussi que les températures intérieures et extérieures sont très faiblement corrélées, par contre celles de l'intérieure sont relativement stables, comprise la plupart du temps entre 26 et 28 °C

la fiche technique

Le Lieu du projet : a région d'Alger, dans le village de Souïdania ,Algérie
Surface totale : 90 mètres carrés
Année de réalisation : 2009
Client : MED-ENEC et Cnerib

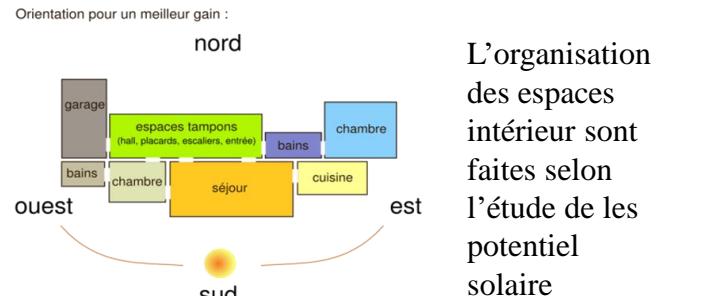


orientation:

à l'extérieur : L'architecte assure l'orientation nord/sud du projet selon l'axe est / ouest



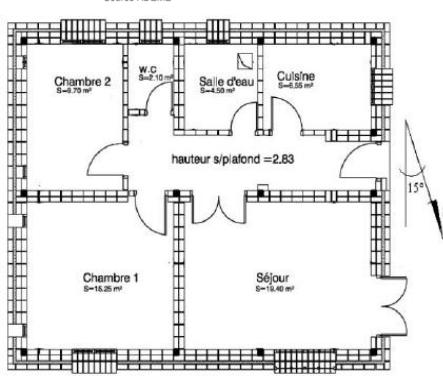
à l'intérieur : Orientation pour un meilleur gain :



L'organisation des espaces intérieurs sont faites selon l'étude de les potentiel solaire

l'organisation spatial :

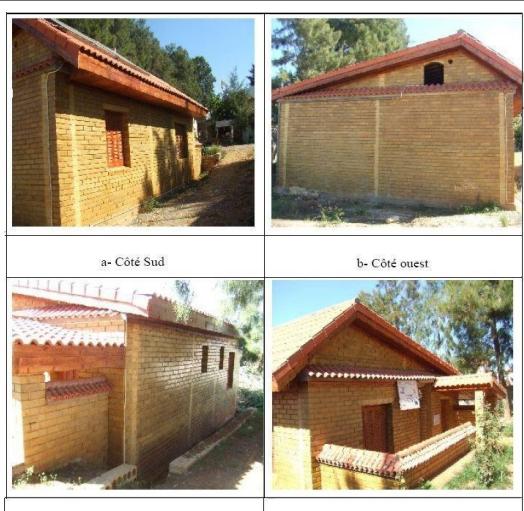
La maison contient deux chambres, la chambre 1 est positionnée du côté Sud-ouest et la chambre 2 est positionnée du côté Nord-Ouest



. La salle de séjour a une grande fenêtre orientée vers le sud pour bien profiter de l'éclairage naturel en laissant pénétrer le maximum de lumière et une porte-fenêtre orientée vers l'Est. La cuisine est du côté Est, et enfin la salle de bain et les toilettes sont orientées vers le Nord.

L'étude des façades :

on remarque a partir les façades: l'utilisation de matériaux locaux dans la construction et le taux d'ouverture (fenêtres) sont



façade nord :19 %
 façade sud:12.7 %
 façade est : 22 %
 façade ouest :1.17 %

Matériaux de la construction

Composition	Epaisseur (m)	R=e / λ (m²K/W)	Rg (m²K/W)
Mur extérieur	BTS	0.14	0.11
	Polystyrène	0.09	2.25
	BTS	0.29	0.22
Plancher Bas	Béton lourd	0.05	0.03
	Polystyrène expansé	0.06	1.50
	Béton lourd	0.15	0.09
	Mortier + sable	0.03	0.03
Plancher Haut	Carrelage	0.02	0.01
	Couche de mortier	0.03	0.02
	Polystyrène expansé	0.16	4.00
	Béton lourd	0.08	0.05
	Voûtain en plâtre	0.04	0.11

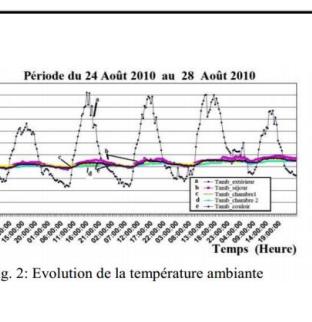
Les matériaux de construction utilisés contribuent à l'isolation thermique du bâtiment (le confort thermique en été est un défi) et ces matériaux ont été utilisés de manière écologique

A/ Analyse Energétique

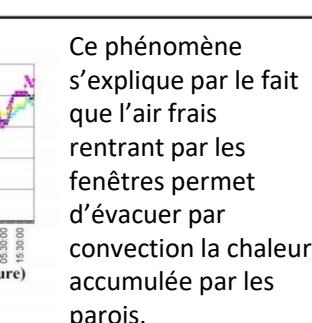
Analyse des résultats

La température et la ventilation et l'humidité ...

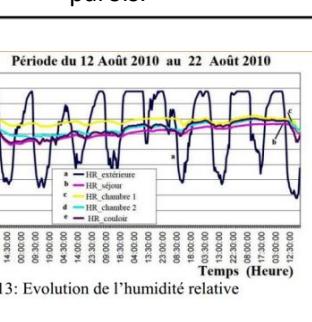
l'effet de l'isolation thermique (9 cm de polystyrène expansé) et de la bonne inertie thermique des murs construits en brique terre stabilisée (BTS) sur le comportement thermique des parois. Et une ambiance therm acceptable en période d'été sans le recours à un système de climatisation.



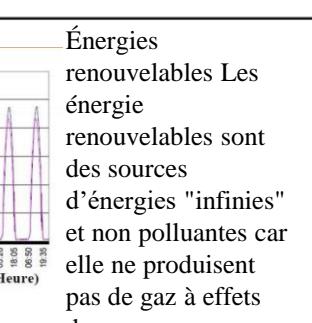
Ce phénomène s'explique par le fait que l'air frais rentrant par les fenêtres permet d'évacuer par convection la chaleur accumulée par les parois.



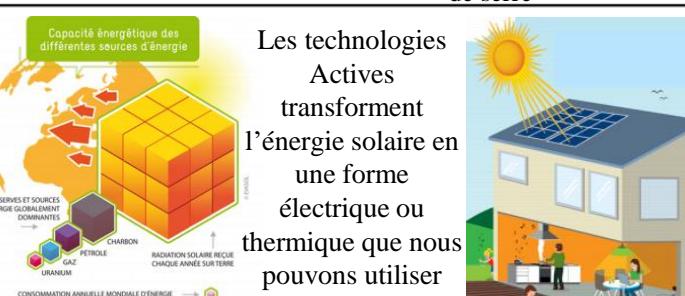
humidité relative évolue de la même manière dans les 3 pièces. Elle est de l'ordre de 70 %, ce qui est une valeur élevée Pour la saison d'été. Ce phénomène est expliqué par le manque d'aération qui est du à l'absence d'une ventilation efficace



Énergies renouvelables Les énergies renouvelables sont des sources d'énergies "infinies" et non polluantes car elle ne produisent pas de gaz à effets de serre



Les technologies Actives transform l'énergie solaire en une forme électrique ou thermique que nous pouvons utiliser directement



B/ Les 7 Clés D'un Bâtiment Écône En Énergie

- Clé 1 / Valoriser les apports solaires
- Clé 2 / Isolation renforcée des parois
- Clé 3 / Traiter les ponts thermiques
- Clé 4 / Installer des fenêtres performantes
- Clé 5 / Éviter les fuites d'air
- Clé 6 / Opter pour une ventilation performante
- Clé 7 / Investir dans un chauffage à haut rendement

Source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis(B,Djebri., L,Derradji., F,Boudali Errebai., M. Amara et Y,Maoudj.(2015). Etude expérimentale du comportement thermique d'une maison rurale à faible consommation d'énergie. Revue des Energies Renouvelables, 18 (4) 657 – 666.) et https://www.djazairress.com/fr/lemaghreb/28109

Le synthèse

Experimentarium

est un Etablissement Public à caractère scientifique, culturel et professionnel spécialisé dans la diffusion de la culture scientifique et technique à l'échelle nationale

➤ Le monde a connu une renaissance scientifique de tous les domaines après la révolution industrielle, c'est la raison pour laquelle on cherche à propager la science à travers le pays



A / DIMENSION URBAINNE :

Situation du projet par rapport à la ville	1/ Le projet vise à renforcer la contribution scientifique de la région aux niveaux scientifique et national 2/ la situation du projet permet une connectivité forte et diversifiée qui assure sa connexion à l'environnement externe et son intégration à la ville.
situation Au niveau du d'environnement immédiat	1/ La mise en œuvre du projet dans un contexte urbain intensif, de sorte qu'il puisse être utilisé par tous les Segments de la société dans un but d'intégration sociale et de facilité d'utilisation en tant que centre de services. 2/ la mise en œuvre du projet dans une zone fonctionnellement diverse et à proximité des équipements urbains (culturels et éducatifs...) pour rendre l'intégration fonctionnelle
L'accessibilité	1/ Le projet est situé à proximité des rues principales à grand débit afin de fournir un accès facile à tous les visiteurs (mécaniques et piétonniers). 2/ L'accessibilité du projet doit être bonne, ceci afin d'assurer la communication entre l'intérieur et l'extérieur du projet et la connectivité visuelle 3/ Les entrées mécaniques et piétonnières sont divisées pour éviter le chaos, elles doivent être visibles pour les visiteurs, afin de faciliter le contrôle de la sécurité.
Les stationnements	1/ Le plan de masse doit être utilisé pour fournir du stationnement (parking) aux visiteurs et aux travailleurs. 2/ les Parkings des installations à proximité peut être utilisés si disponible 3/ Le parking doit être situé dans un endroit dégagé, visible et facilement accessible par les utilisateurs
le repérage et l'intégration	1/ Experimentarium doit respecter les limitations suivantes: - Sa relation avec l'environnement immédiat, - Axes et flux, - Paysages et la nature - Structure urbaine, limites du territoire - Données et données climatiques de la région - Histoire de la région 2/ l'utilisation des réseaux urbains comme une idée au service de la fonction et de la monumentalité du projet
L'implantation et la topographie :	Les critères de sélection du site d'implantation devraient inclure : • L'orientation du site (nord- sud) • L'environnement naturel (végétation, vents dominants, ensoleillement) • Le potentiel solaire passif • La topographie, les pentes de drainage et le type de sol • Le zonage, et les autres réglementations locales applicables • L'accès aux services à proximité

B / DIMENSION FONCTIONNELLE :

C / DIMENSION CONCEPTUELLE :

D/ DIMENSION STRUCTURELLE ET TECHNIQUE :

E/ DIMENSION ENVIRONNEMENTALE :

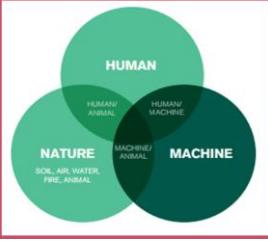
Les plans (l'organisation spatiale) et la circulation	1/ L'organisation spatiale incarne la division des espaces par l'organisation fonctionnelle et la répartition en fonction du degré de calme et de la spécificité des espaces (publique, semi publique, semi privé , privé) 2/ L'utilisation du principe de (l'hierarchisation des espaces) dans l'organisation des espaces internes et externes La circulation horizontale: Guide du visiteur pour découvrir tous les espaces et assurer la promenade scientifique et architecturale dans le projet La circulation verticale : mettez en évidence les escaliers et les pentes dans le processus de conception afin de garantir l'intégration des personnes handicapées et d'obtenir une vue panoramique à partir une promenade scientifique
Organisation fonctionnel	1/ L'Organisation des zones constitutives du projet en fonction de leurs relations, qui se divisent en relations fortes, en relations moyennes et en relations faibles, il est nécessaire de garantir le bon positionnement de l'espace en fonction de l'étude de ses relations avec ce qui se passe. 
l'idée et les concepts et les principes	La conception du projet était basée sur les principes de de l'architecturale moderne, qui peut être divisée en deux idées: Idees géométriques : basées sur la manipulation scientifique des formes, pour obtenir des espaces assurant le confort de l'utilisateur grâce à la ventilation et à l'éclairage... Idees philosophiques: essayer d'atteindre une autre dimension en créant une plate-forme scientifique pour assurer l'amour de la découverte entre différents catégories sociales
Hiérarchie	1/ l'hierarchisation dans les espaces suit l'hierarchisation dans la hauteur du bâtiment 2/ la Conception d'espaces extérieurs pour assurer le confort des utilisateurs et réaliser l'intégration sociale du projet avec son environnement en créant une placette public 3/ L'espace extérieur du projet est utilisé comme parkings, parcs publics et espaces d'exposition permanents et temporaires...
l'ordre des façades	1/ l'utilisation de la transparence pour la communication entre l'intérieur et l'extérieur du projet afin de fournir autant que possible de la lumière naturelle et donner une vue panoramique 2/ la diversité architecturale au niveau des façades : le traitement de façades et les matériaux de construction (revêtements) 3/ le système des façades utilisés doit assurer une façade urbaine pour la monumentalité du projet et sa intégration au niveau du quartier et d'environnement immédiat
	1/ Utilisation du système structurel non seulement comme un élément porteur du bâtiment, mais aussi comme élément esthétique et fonctionnel pouvant être utilisé dans la division et l'organisation du mouvement des utilisateurs 2/ Utilisation du système structurel a grand porté pour libérer l'espace
	1/ L'enveloppe du bâtiment doit être la plus compacte possible pour limiter les déperditions thermiques 2/ L'orientation du bâtiment et l'aménagement des espaces intérieurs doivent être bien pensés pour bénéficier pleinement des apports solaires 3/ l'utilisation de l'éclairage naturel et la ventilation naturelle pour assurer le confort 4/ Exploitation des caractéristiques climatiques de la zone considérée comme un défi pour la conception du projet

Tableau IV.6: : le synthèse de l'analyse

Source : l'auteur

IV.2.3 Analyse de programme

IV.2.3.1 La programmation du projet de fin d'étude

Pour obtenir un programme idéal qui assure le confort des usagers on utilise :

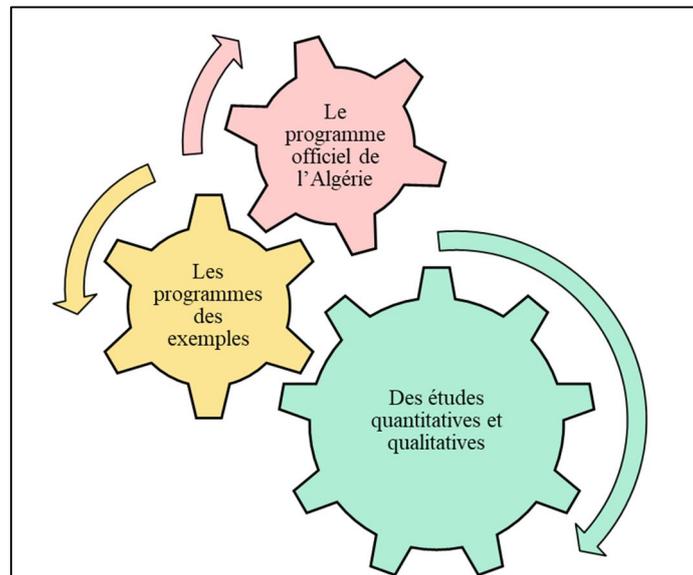


Figure IV. 7. La programmation du projet de fin d'étude

Source : auteur

IV.2.3.1 La détermination de la capacité du projet

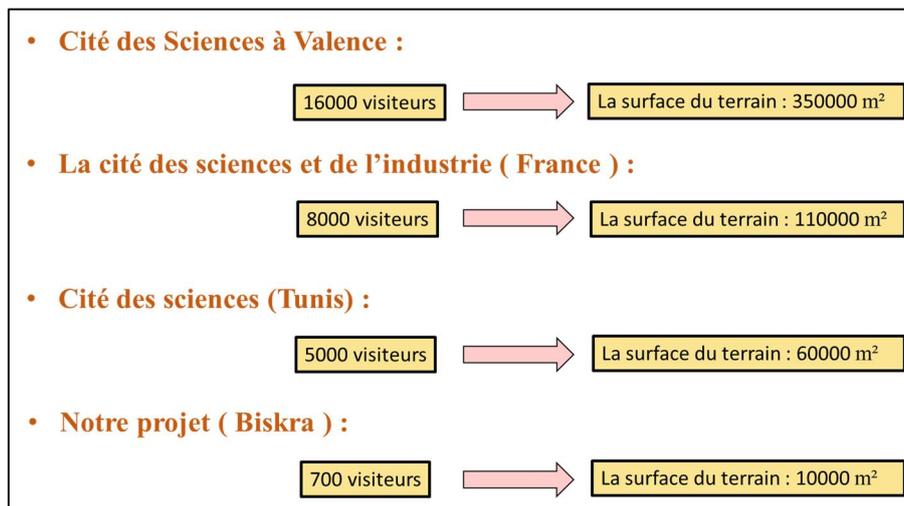
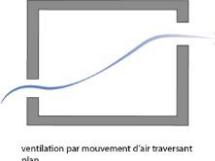
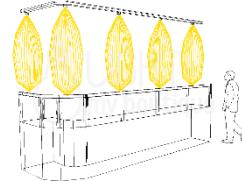
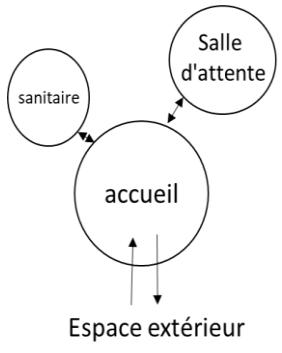
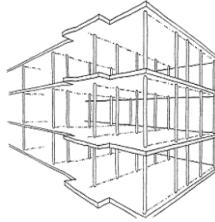
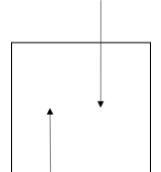
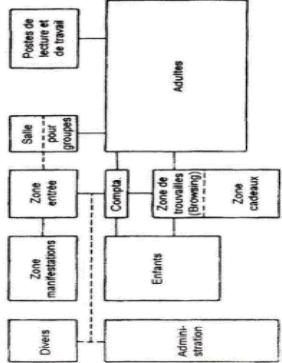
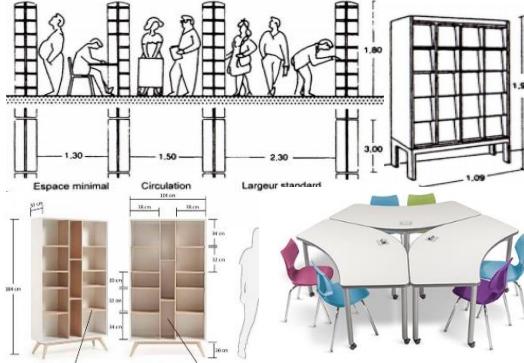
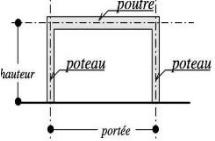
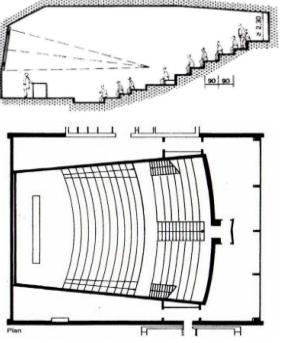
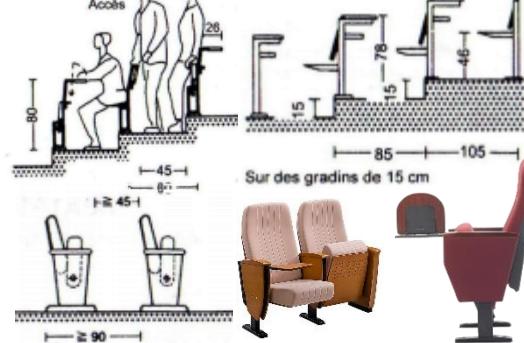
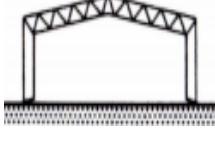
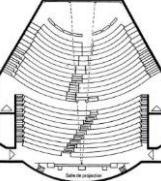
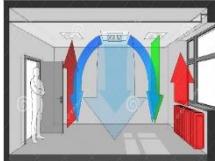
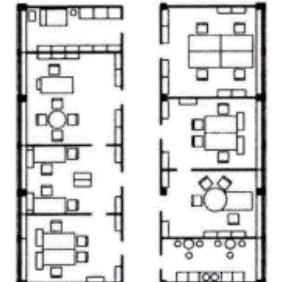
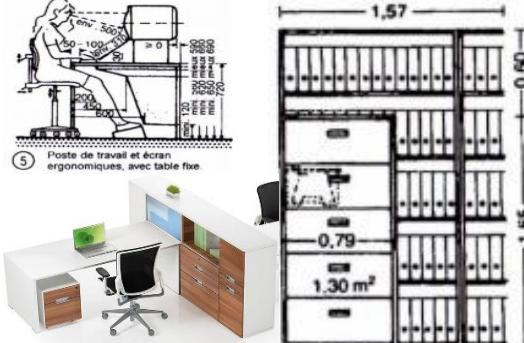
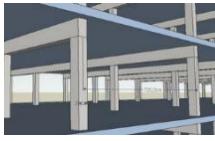
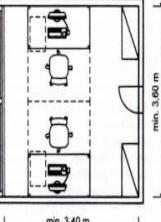


Figure IV. 8. La détermination de la capacité du projet

Source : auteur

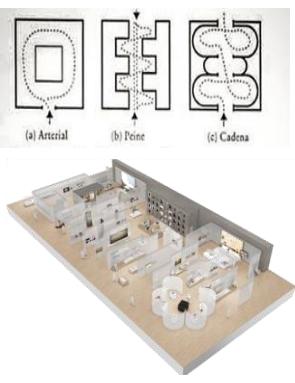
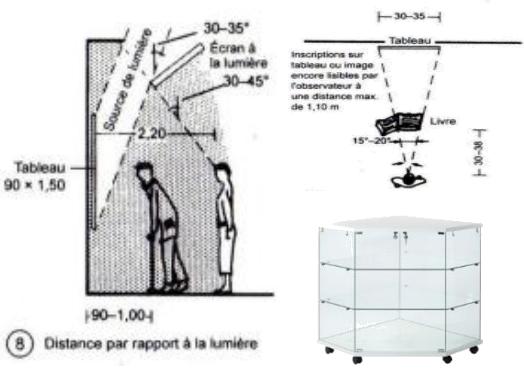
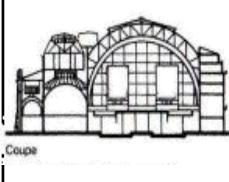
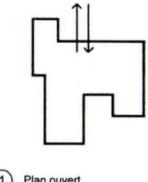
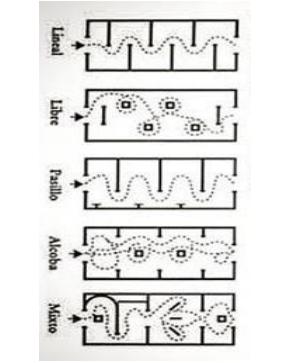
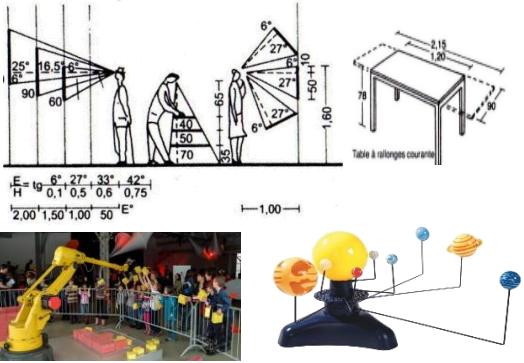
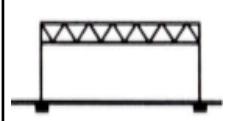
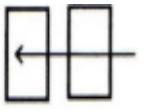
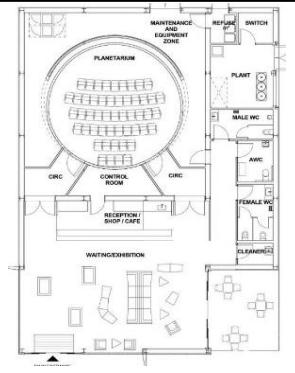
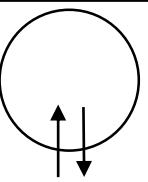
IV.2.2.3 l'approche normative

Tableau IV.7. l'approche normative (source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis Hoyet, J.M. (2009). Neufert .Edition 10. France : Dunod, et Google image)

espace	activité	Aspect qualitatifs								Aspects quantitatifs
		utilité					solidité		beauté	
		Fonction et but	La ventilation	L'éclairage	L'organisation	Mobilier + équipements	La structure	Les matériaux de construction	La forme	
réception	Orienter + payer + attendre	C'est un espace d'accueil et de guidage des visiteurs	une ventilation naturelle de préférence 	Intensité de l'éclairage entre 300 et 600 lux 	sanitaire, Salle d'attente, accueil, Espace extérieur 		La structure poteau/poutre en béton armé 	 Le sol doit être facile à nettoyer	Plan libre Pour la facilité d'utilisation 	100m2 généralement double hauteur
Centre de recherche	Lire + chercher l'information	Son objectif principal est d'évaluer, faire effectuer toutes recherches présentant un intérêt pour l'avancement de la science	renouvellement de l'air (flux d'air neuf) 20 m3/h par une ventilation naturelle ou bien artificielle	la salle de consultation : env. 250-300 lux et 500 lux pour les postes de lecture/travail, 	Postes de lecture et de travail, Salle pour groupes, Zone entrée, Zone manifestations, Divers, Compta, Zone de lecture (Browsing), Zone chaises, Enfants, Administration 		La structure poteau/poutre peut assurer la bonne fonctionnalité de l'espace 	 Matériaux avec une bonne isolation phonique	Formulaires réguliers pour faciliter la division interne	surface 50 m2 (20 à 40 utilisat-eur)
Centre de conférence	Assister à des conférences	recevoir les informations directement et réunir les scientifiques et les apprenants pour enrichir leurs connaissances.	La combinaison entre la ventilation naturelle et l'artificiel pour assurer le confort de les utilisateurs	Les besoins de l'éclairage : 600 lux l'éclairage naturel et artificiel 			La charpente métallique pour libéré l'espace (les grandes portées) 	 Les matériaux qui évitent l'écho sonore	Les forme braisées sont utilisées (raisons acoustique) 	140 m2 de superficie Pour 150 places)
administration	contrôler	C'est le lieu de gestion du projet et assurer sa bonne conduite	La combinaison entre la ventilation naturelle et l'artificiel 	On doit combiner entre l'éclairage naturel et artificiel, Intensité de l'éclairage entre 300 et 500 lux,			La structure poteau/poutre en béton armé 	 Le béton –le verre - le bois ...	 Exemple de bureau double avec postes de travail face aux murs La forme rectangule	12-42 m2 (hauteur d'environ 3,2 m)

IV.2.2.3 l'approche normative

Tableau IV.7. l'approche normative (source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis Hoyet, J.M. (2009). Neufert .Edition 10. France : Dunod, et Google image)

espace	activité	Aspect qualitatifs								Aspects quantitatifs
		utilité				solidité		beauté		
		Fonction et buts	La ventilation	L'éclairage	L'organisation	Mobilier + équipements	La structure	Les matériaux de construction	La forme	
Exposition « collection »	Regarder + cultiver	Les musées n'ont pas une unique fonction d'exposition, ils sont aussi utilisés comme centres culturels. (multifonctionnalité)	L'utilisation de la ventilation artificielle pour éviter l'humidité de l'air La température comprise entre 15 et 18 °C en hiver et entre 20 et 22 °C en été.	La lumière du jour directe ne doit jamais frapper les pièces de musée exposition très sensible 50-80 lux exposition sensible 100-150 lux exposition peu sensible 150-300 lux					 ① Plan ouvert Une forme libre pour une circulation libre	100- 300 m2. Hauteur sous plafond : 3,30 m
Exposition interactive	Interagir + connaître+ tester	Son but est d'interagir avec les expositions et simplement transmettre les informations	la ventilation naturelle et artificiel selon les besoins de l'espace et le type de l'expérience	l'utilisation de l'éclairage en fonction du type d'expérience (naturel/ artificiel)					La forme doit assurer : parcours défini, orientation claire 	À partir de 200 m2 Un atelier moyen : à partir de 25 m2
planétarium	Regarder + vivre l'espace	Il a un but pédagogique, complémentaire de l'observation de l'espace et de la constellation de planètes solaires	La ventilation artificielle est préférable dans l'espace La température 18 °C en hiver et 22 °C en été.	L'utilisation de la lumière artificiel à cause de la projection (espace sombre généralement)			Des triangles sphériques équilatéraux en acier qui sont fixés sur une fine ossature métallique	Généralement l'acier et plusieurs couches assurant respectivement l'isolation incendie, thermique et phonique, ainsi que l'étanchéité	 La Géode est de type dôme géodésique, proche d'une sphère	Selon la taille du projet Environ 10-40m de diamètre (dans les projet régionaux)
L'aquarium	Regarder + instruire	Enrichir les connaissances des gens sur les milieux aquatiques	La combinaison entre la ventilation naturelle et l'artificiel	l'éclairage naturel et artificiel Les besoins de l'éclairage : entre 300 et 500 lux,			La charpente métallique pour libéré l'espace ou bien les murs porteurs	 Le verre acrylique Poly méthacrylate de méthyle l'isolation l'étanchéité	Les forme fluides sont généralement utilisées	À partir de 200 m2 Selon les types et les tailles de poisson

IV.2.3.3 Le programme de construction d'un Experimentarium

Tableau IV.6. Le programme de construction d'un Experimentarium (source : l'auteur)

Le programme de construction d'un Experimentarium (700 visiteurs)
Totale des surfaces : 13635 m²

1/ la réception :

Tableau IV.7. Le programme de la réception (Source : l'auteur)

locaux	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface totale (m ²)
sas	1	16	16
Orientation + information	1	500	500
Salle d'attente	1		
Billetterie (guichet)	1	20	20
Bureau de sécurité	1	12	12
restaurant	1	500	500
cafeteria	1	50	50
Commerce (boutique)	1	50	50
infirmière	1	25	25
Total			1173 m²
Surface de la circulation 20%			235
Surface Total			1408 m²

2/ l'administration :

Tableau IV.8. Le programme de l'administration (Source : l'auteur)

locaux	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface totale (m ²)
Bureau de directeur	1	32	32
Bureau de chef de secteur	4	16	64
Salle de réunion	1	40	40
L'archive	1	30	20
Bureau de control de sécurité	1	16	16
Bureau de comptable	1	16	16
Bureau de représentant légal	1	16	16
Total			204 m²
Surface de la circulation 20%			41
Surface Total			245 m²

3/ center de recherche :

Tableau IV.9. Le programme de la centre de recherche (Source : l'auteur)

locaux		nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface totale (m ²)
bibliothèque	Salle de lecture	1	100	100
	Les rayonnages des livres	1	50	50
	Salle d'informatique	2	35	70
Installation de la recherche partagée (forum)		1	100	100
Total				320 m²
Surface de la circulation 20%				64
Surface Total				384 m²

4/ les expositions :

Tableau IV.10. Le programme de les expositions (Source : l'auteur)

locaux		nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface totale (m ²)
Exposition « collection » musée		1	150	150
Exposition temporaire		1	150	150
forum		1	300	300
expositions	La terre dans l'univers	1	400	400
	Atelier + clubs	2	50	100
	La végétation « plante + agriculture »	1	400	400
	Atelier + clubs	2	50	100
	Biologie et corps humain	1	400	400
	Atelier + clubs	2	50	100
	planétarium	1	200	200
	Le monde de la mer	1	400	400
	Atelier + clubs	2	50	100
	technologie	Langage et communication	1	400
Atelier + clubs		2	50	100
La matière et le travail		1	400	400
Atelier + clubs		2	50	100
Total				3800 m²
Surface de la circulation 20%				760
Surface total				4560 m²

5/ center de conférences :

Tableau IV.11. Le programme de centre de conférence (Source : l'auteur)

locaux	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface totale (m ²)
Auditorium (conférence + animation) (100 places)	1	250	250
Salle de réunion	1	50	50
Hall multi- fonctionnel	1	50	50
Total			350 m²
Surface de la circulation 20%			70
Surface Total			370 m²

6/ services :

Tableau IV.12. Le programme de services (Source : l'auteur)

locaux	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface totale (m ²)
Local de control : climatisation et réchauffement	1	32	32
Bâche à eau	1	16	16
Chambre électrique	1	16	16
Local d'entretien	1	16	16
Dépôt	1	32	32
Sanitaires (homme / femme)	/	450	450
Total			562 m²
Surface de la circulation 20%			113
Surface Total			788 m²

7/ le parc scientifique :

Tableau IV.13. Le programme du parc scientifique (Source : l'auteur)

locaux	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface totale (m ²)
Placette extérieur		2700	2700
Exposition temporaire extérieure		500	400
Exposition permanente extérieure		800	600
park ing	Pour les visiteurs	30 places	900
	Pour les employés	08 places	300
Total P			4900 m²
Surface de la circulation 20%			980
Surface Total			5880 m²

V.2.3 L'analyse du terrain

Critères du choix du terrain

Ce terrain a été choisi parce qu'elle assure :

- 1- une situation stratégique
- 2- Le terrain a une valeur dans la cité de Biskra parce qu'elle assure des vues panoramiques sur les oasis de palmeraies et les montagnes (image environnemental)
- 3- une bonne accessibilité
- 4- sa proximité avec l'établissement (le jardins de Ziban) pour but d'encourager le mouvement touristique dans la région
- 5- La bonne visibilité du terrain (l'image de la ville)

Délimitation du site

Le terrain se situe dans un environnement multi fonctionnel qui assure la bonne intégration urbaine du projet

- Le terrain
- L'université de Biskra
- Jardins de ziban
- Salle de fête
- Station
- Caserne militaire

La situation de la ville

Biskra est situé dans la partie sud-est du pays, sous les pentes des montagnes Aurès, qui forment une frontière naturelle avec le nord et occupe une superficie de 21509 km, composée de 33 municipalités et de 12 districts

Accessibilité du site

Le site se caractérise par la présence des nuisances sonores provoqué par l'alignement du terrain avec la route

- Circulation forte
- Circulation moyenne
- Circulation faible
- Le terrain

Situation du terrain par rapport à la ville

Le terrain du projet est situé à l'ouest du centre-ville du Biskra près du village filiache

Rapport au microclimat (ensoleillement + vents)

- Le terrain sujettes au vent et il n'y a pas de protection de la côte Sud - est

- Les vents dominants sont nord-ouest en hiver (vents froid), sud est en été souvent chargés de particules de sable et du siroco « vent très chaude souffle durant une bonne partie de l'été »

- Le terrain est exposé au soleil pendant toutes les saisons de l'année mais il n'y a pas de protection

Le tissu urbain

Le tissu qui caractérise la région du terrain est :

Un tissu contemporaine

vues de l'intérieur ver l'extérieur:

Le terrain assure plusieurs vues panoramiques

La morphologie du terrain

La forme de terrain est une forme rectangulaire (une forme régulière)

100 m

100 m

la surface du terrain : 10000 m2

Les végétations

La région est caractérisée par des palmeraies

Le terrain est bordé par les oasis des palmiers est et ouest

Contexte

situation au niveau d'environnement immédiat

Le terrain est situé dans un tissu (urbain naturel)

- Groupements urbains
- Environnement naturel
- Les jardins des ziban
- Le terrain
- Les palmeraies

L'implantation du terrain

Terrain du projet est d'altitude : 92m

Coupe morphologique :

Terrain du projet est de nature presque plate

Tableau IV.6 : l'analyse de terrain

Source : Collection faite via internet par l'auteur et depuis, <https://fr-be.topographic-map.com/> et Google earth (modifier par auteur)

IV.2.4.1 Etude environnementale

IV.2.4.1.1 Les recommandations du tableau De Mahoney

Tableau IV.17. Le programme de construction d'un Experimentarium (source : Mahoney. C, 1971))

niveau	Les recommandations
Plan De Masse	Plans compactes avec cours intérieures
Circulation D'air	Bâtiments double orientation permettant une circulation d'air intermittente
Dimensions Des Ouvertures	Moyennes 25 à 40 de la surface des murs
Position Des Ouvertures	Ouvertures dans les murs nord et sud à hauteur d'homme de la cote exposée au vent mais y compris ouvertures pratiquées dans les murs intérieures
Murs Et Planchers	Construction massive décalage horaire supérieure à 08 heures
Toiture	Construction massive décalage horaire supérieure à 08 heures
Espaces Extérieurs	Emplacement pour le sommeil en plein air

IV.2.4.1.2 Les recommandations du diagramme De Giovanni

Tableau IV.18. Le programme de construction d'un Experimentarium (source : Givoni, B. 1978)

mois	Les recommandations
Janvier	Gains internes + Chauffage solaire actif ou chauffage conventionnel + Chauffage solaire passif
Février	Gains internes + Chauffage solaire passif
Mars	Gains internes + Chauffage solaire passif + confort
Avril	Gains internes + confort + Ventilation
Mai	Gains internes + confort + Ventilation + Forte inertie
Juin	Ventilation + Forte inertie + Très forte inertie et ventilation
Juillet	Ventilation + Forte inertie + Très forte inertie et ventilation + Déshumidification
Aout	Très forte inertie et ventilation + Ventilation + Forte inertie
Septembre	Ventilation + Forte inertie + confort
Octobre	Gains internes + Ventilation + confort
Novembre	Forte inertie + confort + Chauffage solaire passif
décembre	Ventilation + Forte inertie + confort + Gains internes

IV.2.4.1.3 Les recommandations de Ouled Henia

Principe de conception des bâtiments « Zone climatique Sahara » :

Tableau IV.19. Le programme de construction d'un Experimentarium (source : Ould-Hennia, 2003)

Recommandation	H3periode d'hiver (4 mois)	E 3 4 5 période d'été (5 mois)
Orientation	Nord –sud souhaitée avec occupation verticale des espaces	Nord-sud (est ouest à proscrire)
Espacement entre bâtiments	Plan compact en diminuant l'exposition des murs en contact avec l'extérieur	Plan compact en diminuant l'exposition des murs avec l'extérieure avec cour intérieure pour les zones E4 et E5
Ventilation ou aération d'été		Ventilation nocturne
Ouvertures fenêtres	Sur surface totale ouvertures prévues affecter pour captage soleil hiver surface vitrage sud égale à 0,15par m2 planché	Moyenne 25 à40 pour la zone E3 petite 15 à 25 pour les zones E4 et E5
Murs et planchers	Murs et plancher massifs- inertie thermique journalière supérieure que 8 heures compromis à prendre avec l'été	Mur et planchers massifs forte inertie thermique multi journalière (hors période surchauffe) avec couleurs claire
Toiture	Toiture massive et isolée	Massive forte inertie thermique multi journalière (hors période surchauffe) avec couleurs claire
Isolation thermique	Isolation thermique toiture	Toiture isolée
Protection	D'hiver des vents de sable par plantation à feuilles persistantes qui poussent dans le sud (pin d'Alep)	Protection d'été occultation totale ouvertures ouverture nord-sud
Espaces extérieurs		Emplacement pour le sommeil en plein air cuisine à l'extérieur
Végétation	Végétation à feuilles persistantes pour vents dominants froids et surtout de sable	Végétation ombrage murs et fenêtres
Chauffage passif	Chauffage passif par stockage murs massifs inertes- déphasage 8à12 heures ou vitrage sud	
Climatisation		climatisation naturelle par humidification de l'air

IV.2.5 Les éléments de passage

IV.2.5.1 Les principes

- Les principes de l'architecture passive parce qu'elle est devenue le point qui symbolise le style de la vie durable.
- La fondamentale géométrique par les formes rationnelles inscrites par fonction (forme follows fonction).
- Rien à cacher pour avoir le sens de la vérité (la crédibilité du projet).
- L'alchimie de la lumière et la hiérarchie de l'espace.
- Bâtiments auto-ombrageant (self shading building) pour assurer le confort d'utilisateur.
- Le concept de contenir aux différents niveaux du projet.

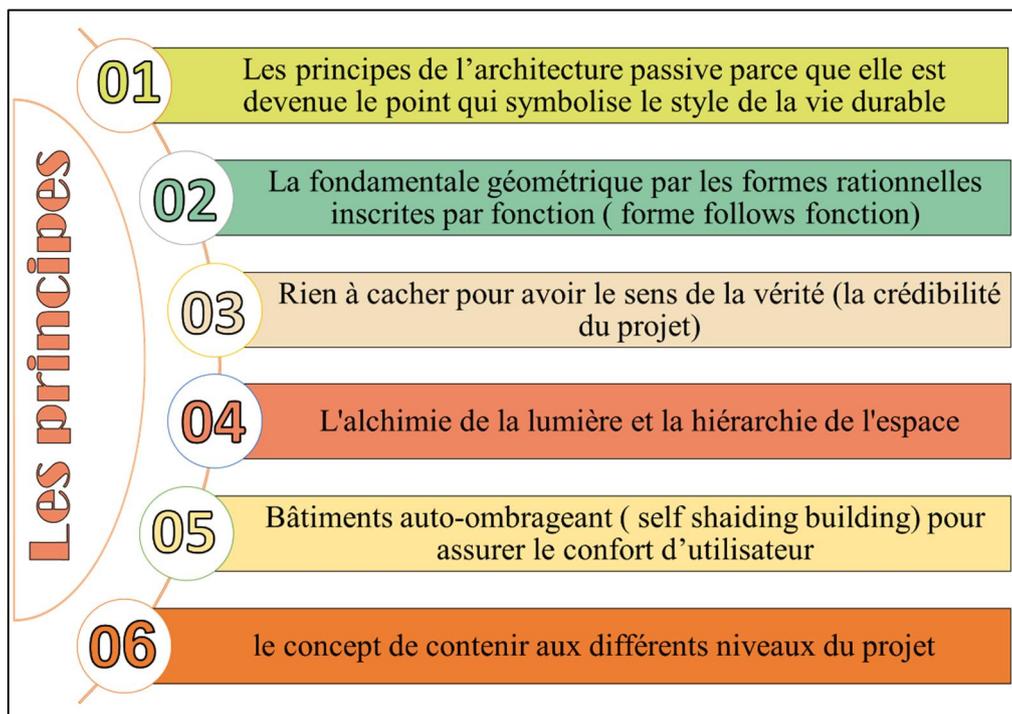


Figure IV.9 : les principes de la conception de l'Experimentarium

Source : Auteur

IV.2.5.2 Les objectifs conceptuels

- L'utilisation des stratégies architecturales passive pour la mise au point de la consommation énergétique des bâtiments.
- Non pas comme un costume et une cravate, mais plutôt comme un reflet de l'informalité pour encourager tous les segments de la société à visiter.

- Une nouvelle vision de l'intégration sociale par la création d'une place publique (plazza).
- Crées un mouvement dans le projet pour assurer la connectivité entre l'intérieure et l'extérieure.

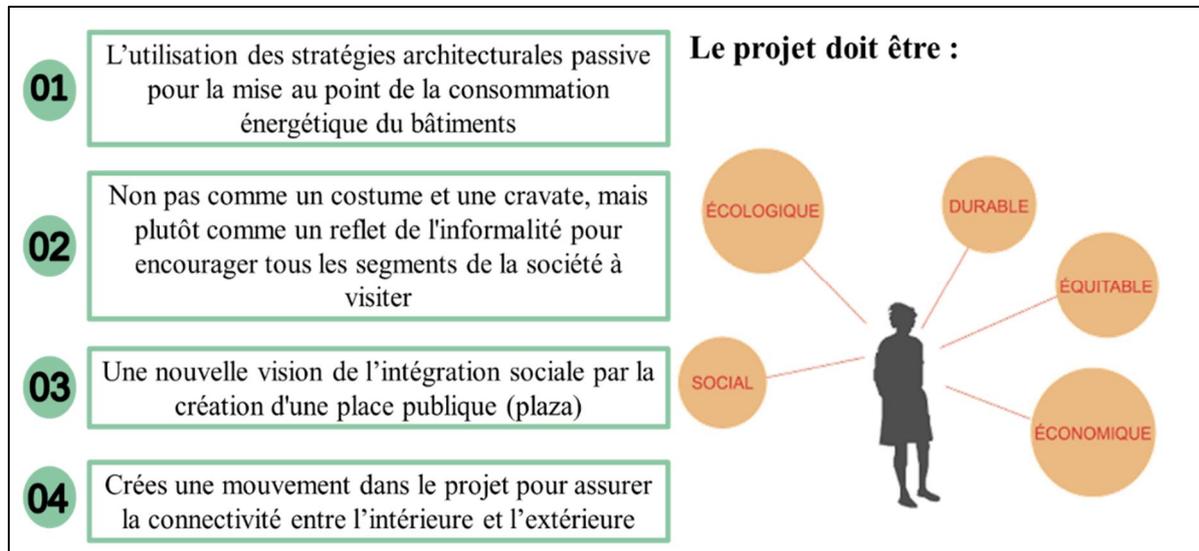


Figure IV.10. Les objectifs conceptuels

Source : Auteur

IV.2.5.3 Les intentions

Basé sur les principes de conception et pour atteindre les objectifs on assure :

- La création des parcours divers au niveau de projet pour assurer le plaisir scientifique et la promenade architectural et la continuité visuel.
- La création d'une placette publique (plazza) pour obtenir une expérience spatiale cinématographique entre les bâtiments.
- La réalisation un espace intéressant multifonctionnel pour attirer tous les segments de la société. (IV.11.)

➤ La curiosité est l'élément central de L'Experimentarium. Nous voulons créer une étincelle chez les enfants et les jeunes, en les incitant à explorer et à comprendre notre monde merveilleux.

➤ Plaza urbaine (un symbolique) est une expérience spatiale cinématographique entre les bâtiments."

➤ Il n'a pas de portes ou de murs. Il est ouvert à tout le monde et à tout moment, en toute transparence avec les rues et le pouls de la vie quotidienne.

Crées des parcours divers au niveau du projet pour assurer le plaisir scientifique et le promenade architecturale et la continuité visuelle

Déclarations influentes

Allah dit : « *dit sont-ils égaux ceux qui savent et ceux qui ne savent pas seul les doués d'intelligence se rappellent* »

(L'architecture est un voyage fascinant vers l'inattendu.)
Antoine Predock

(je crois que la façon dont les gens peuvent être un peu orientés est par l'architecture) Tadao Ando

(la forme suit le profit , c'est le principe esthétique de notre époque) Richard Rogers

Figure IV.11. Les intentions de l'Experimentarium

Source : Auteur

IV.2.5 Les documents graphiques

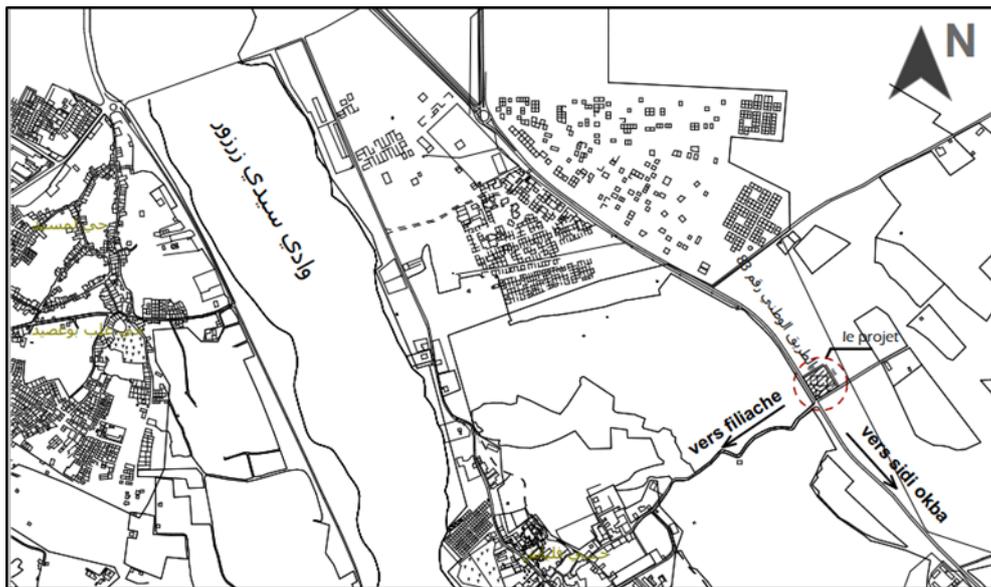


Figure IV.12. Plan de situation

(Source : Auteur)



Figure IV.13. Plan de masse

(Source : Auteur)

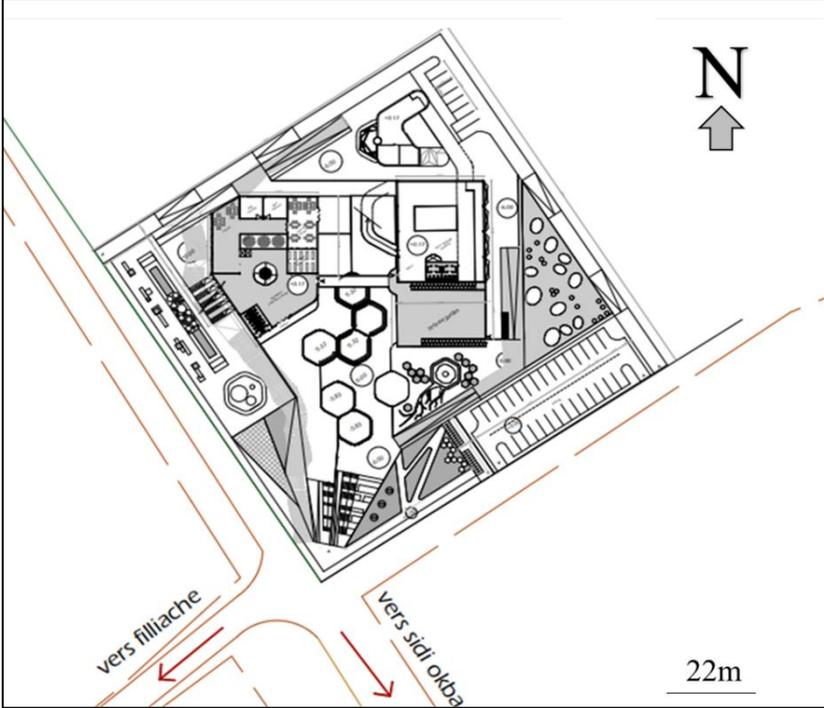


Figure IV.14. Plan d'ensemble
(Source : Auteur)

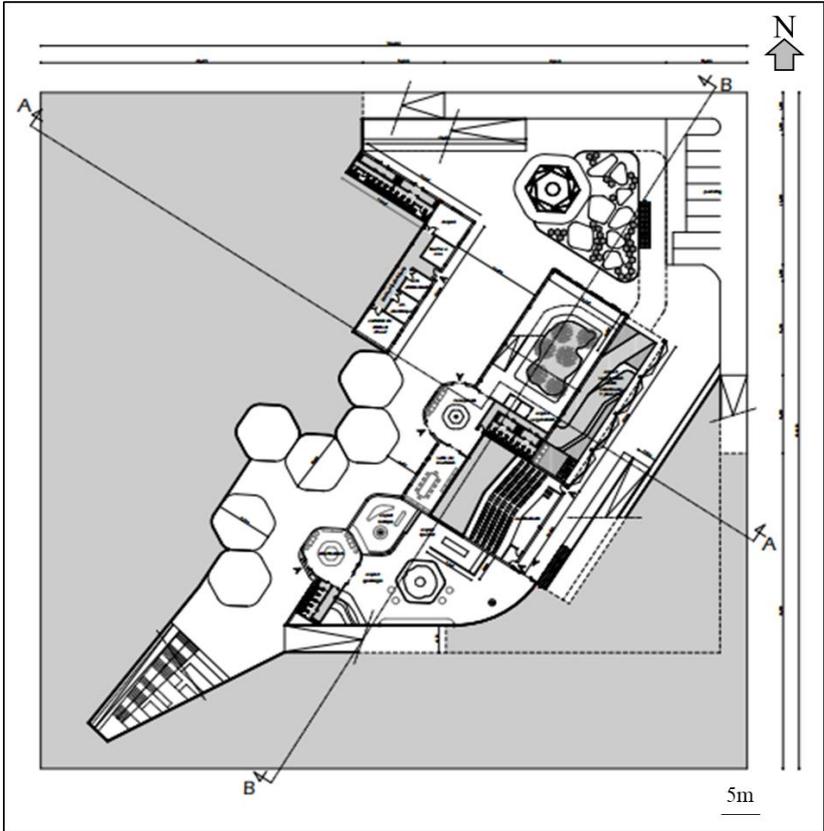


Figure IV.15. Plan sous-sol (niveau -6m)
(Source : Auteur)

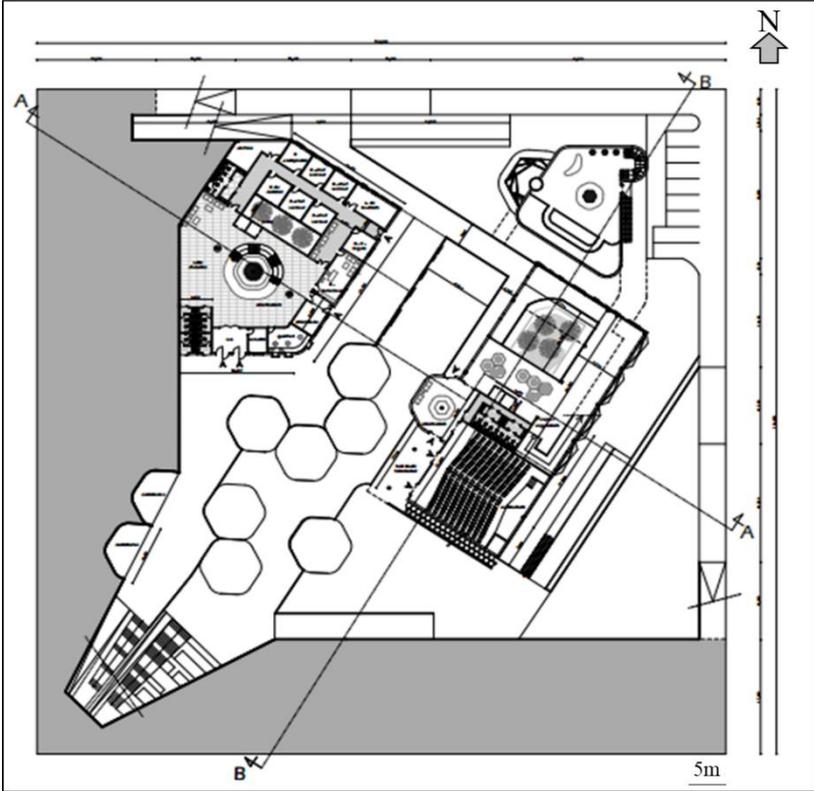


Figure IV.16. Plan sou –sol (niveau -3m)

(Source : Auteur)

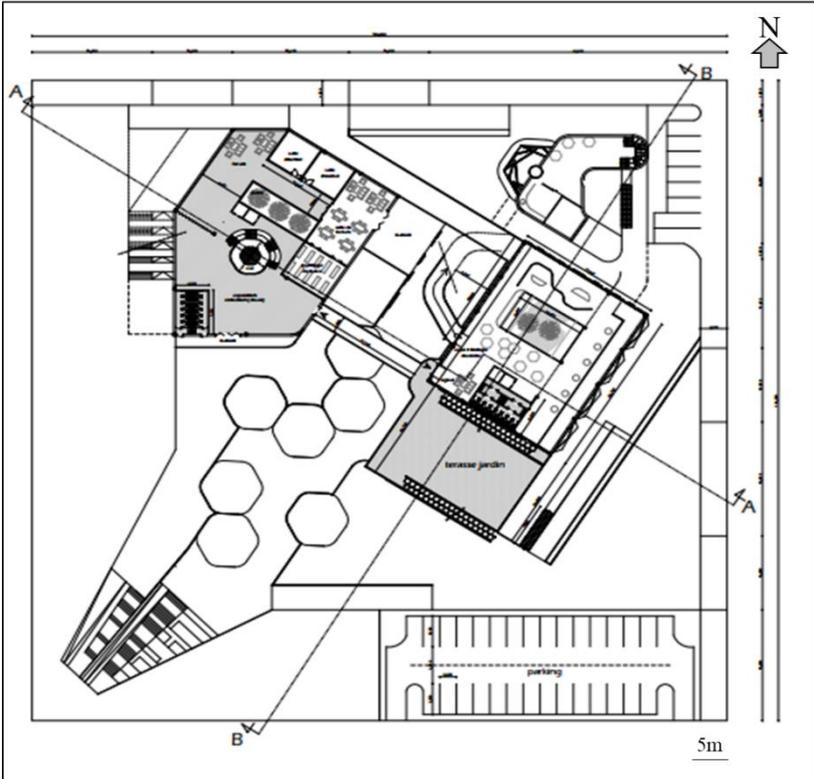


Figure IV.17. Plan RDC (niveau 0m)

(Source : Auteur)

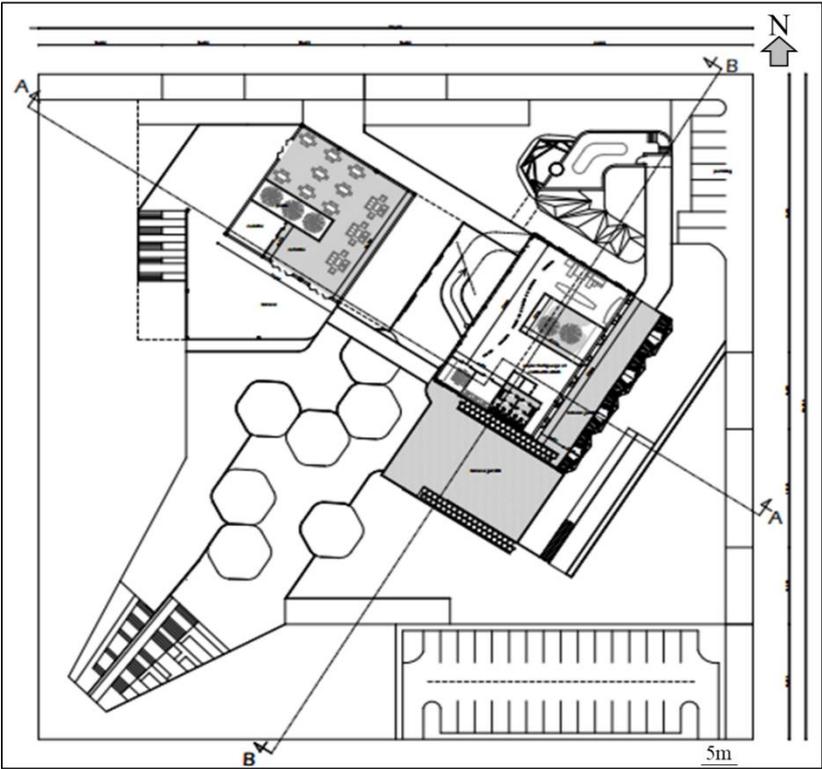


Figure IV.18. Plan premier étage (niveau +3m)

(Source : Auteur)

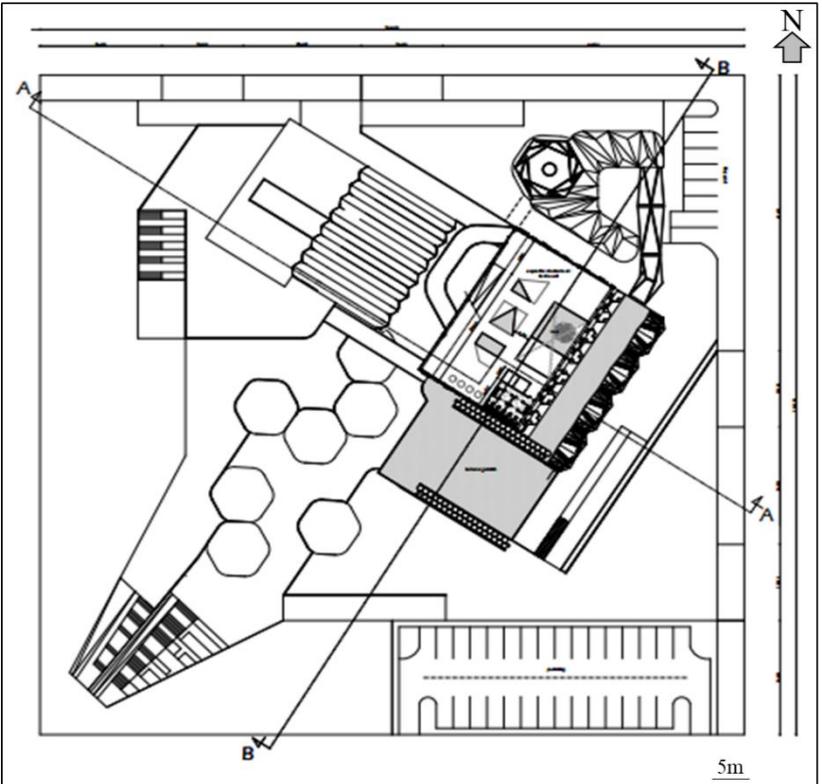


Figure IV.19. Plan deuxième étage (niveau +6m)

(Source : Auteur)

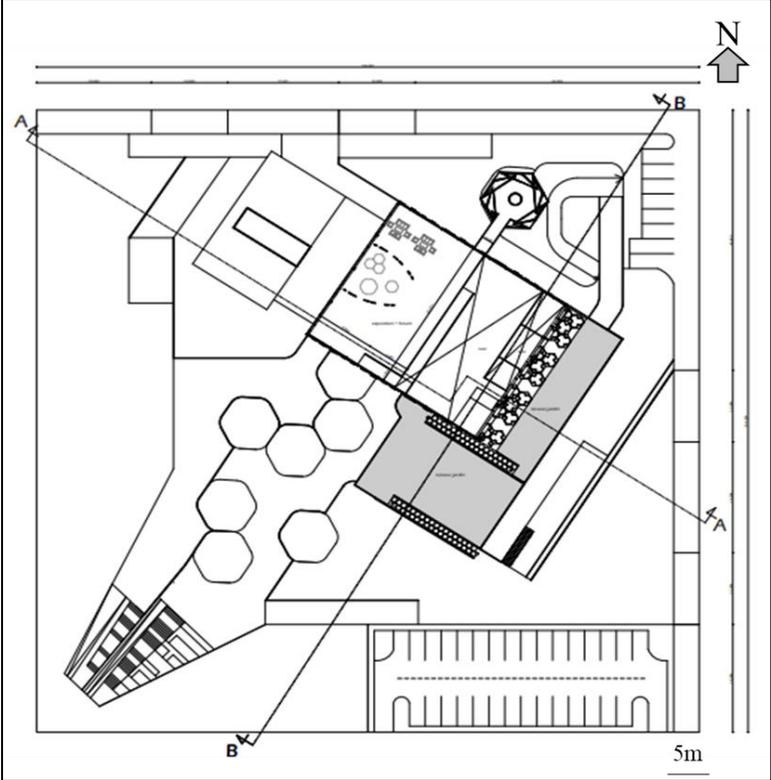


Figure IV.20. Plan troisième étage (niveau +9m)
(Source : Auteur)

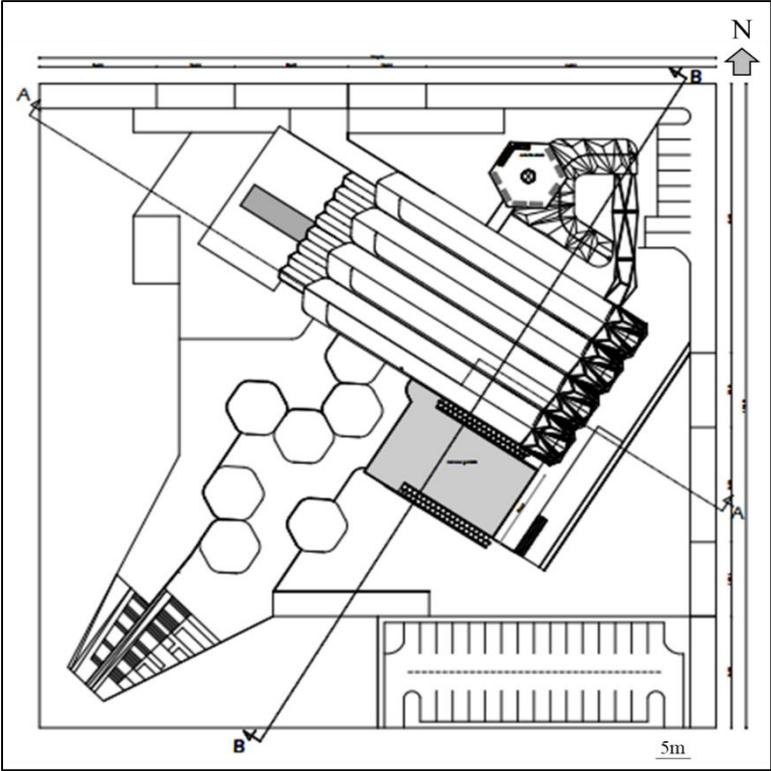


Figure IV.21. Quatrième étage (niveau +13m)
(Source : Auteur)

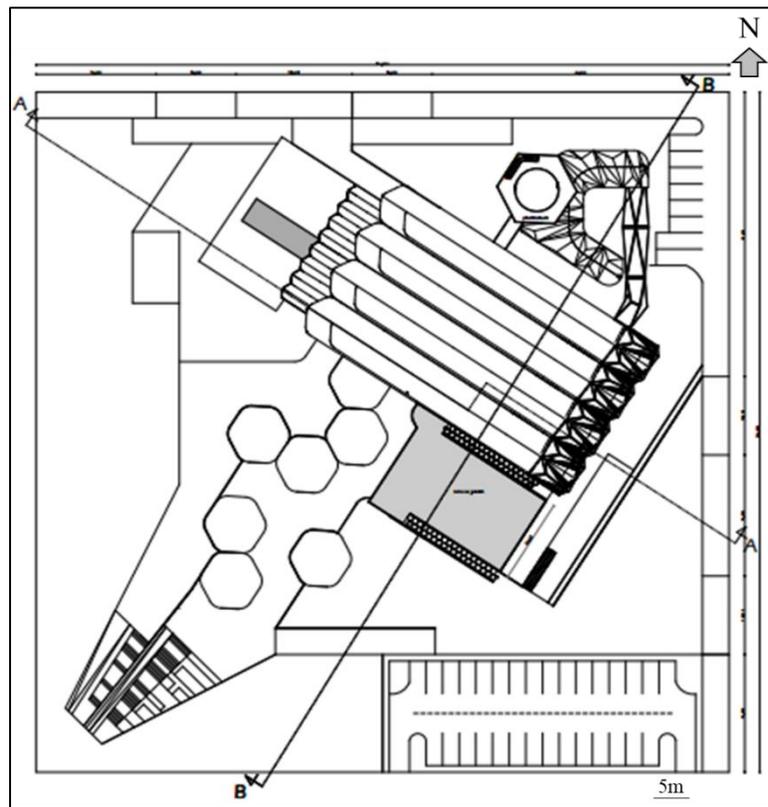


Figure IV.22. Cinquième étage (niveau +17m)

(Source : Auteur)

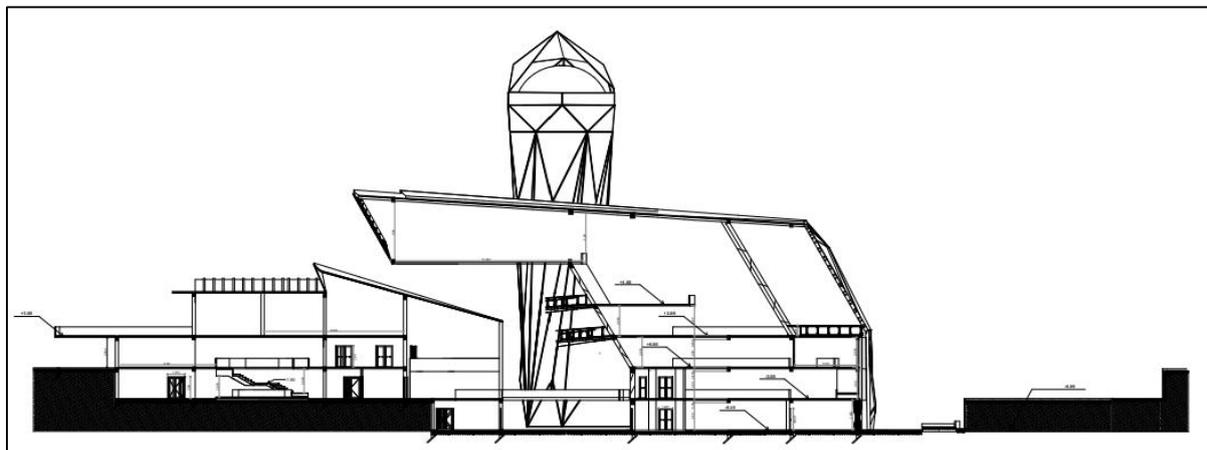


Figure IV.23. Coupe AA

(Source : Auteur)

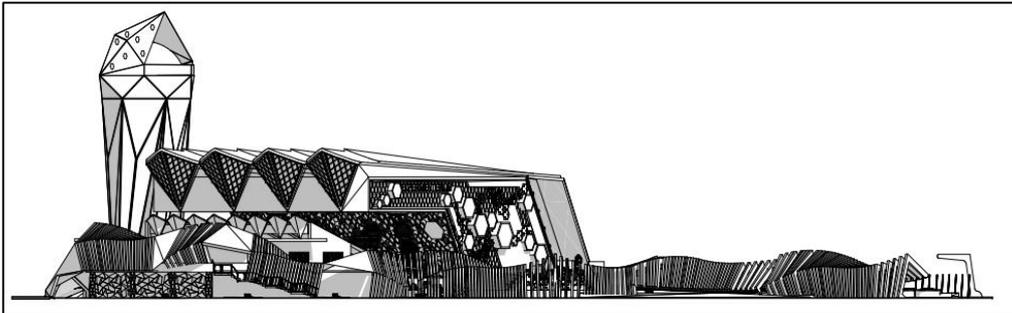


Figure IV.24. Façade ouest
(Source : Auteur)

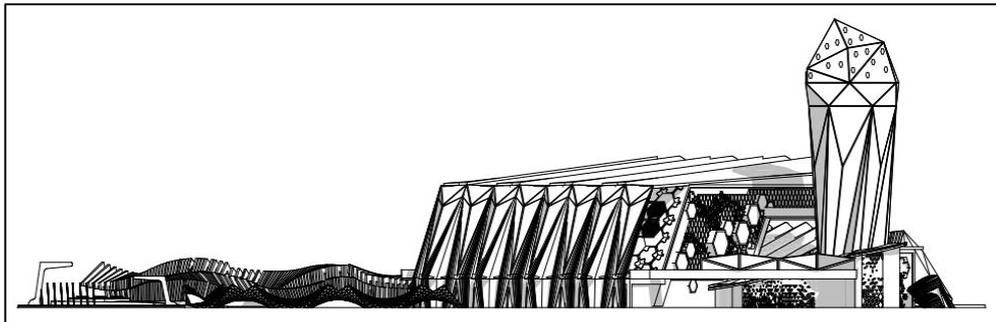


Figure IV.25. Façade est
(Source : Auteur)

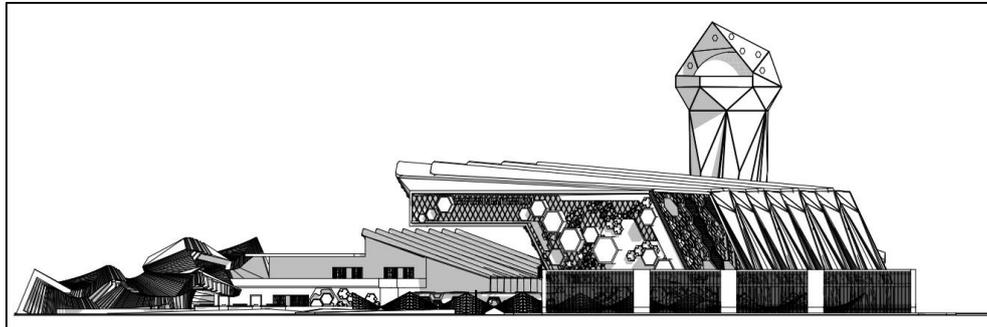


Figure IV.26. Façade sud
(Source : Auteur)

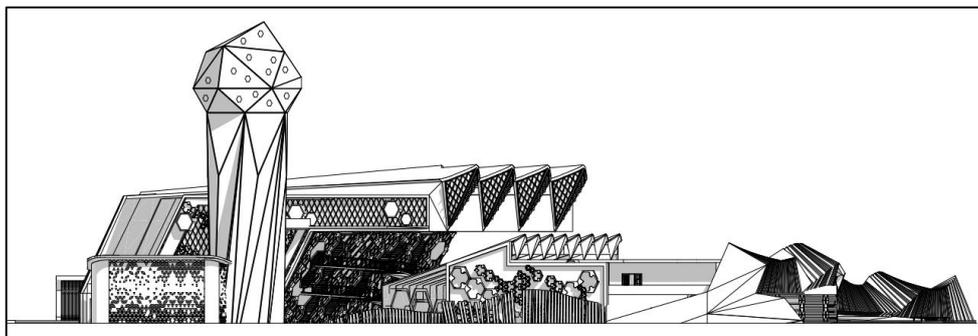


Figure IV.27. Façade nord
(Source : Auteur)



Figure IV.28. Les vues du projet de fin d'étude (l'Experimentarium)

(Source : Auteur)



Figure IV.29. Les vues du projet de fin d'étude (l'Experimentarium)

(Source : Auteur)

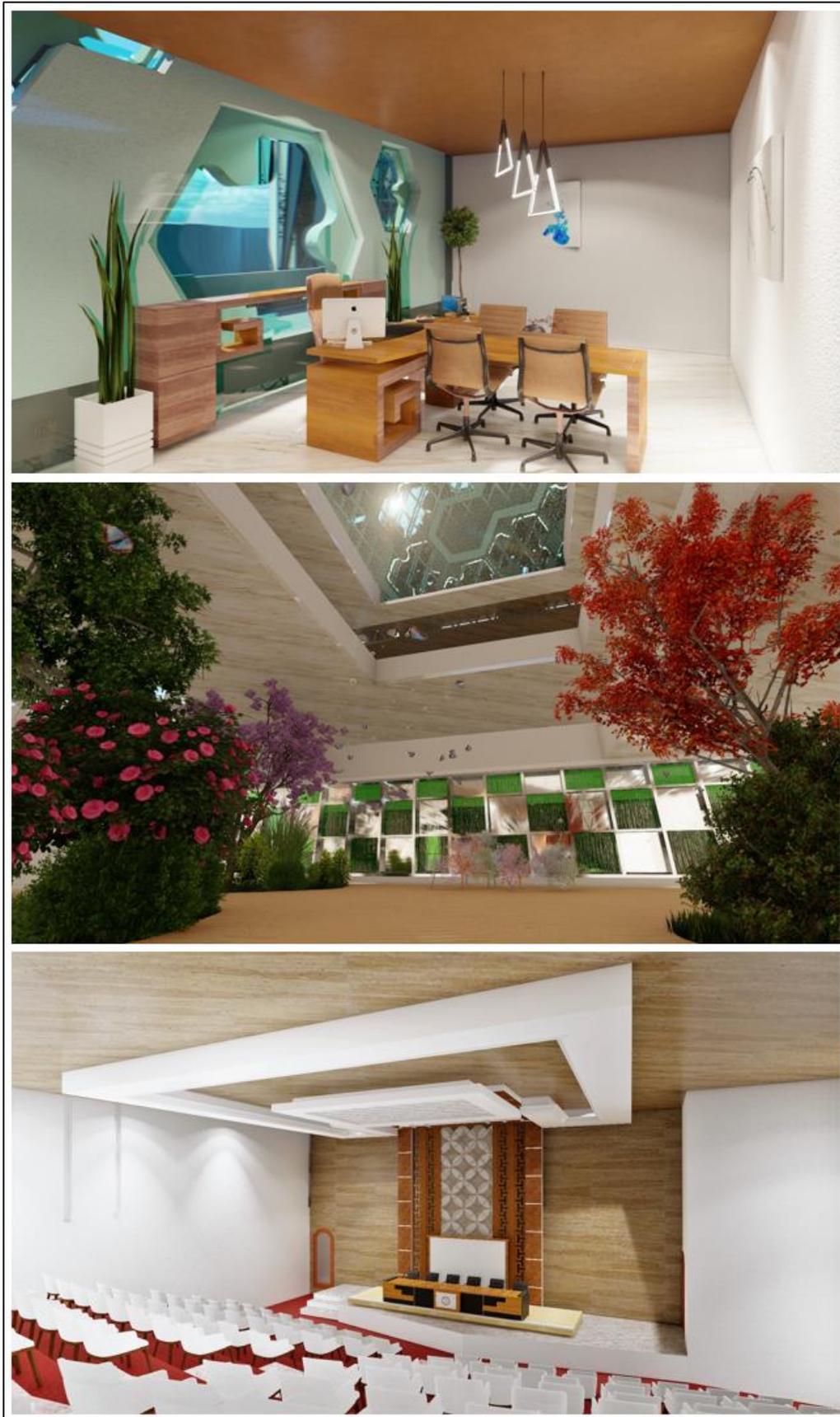


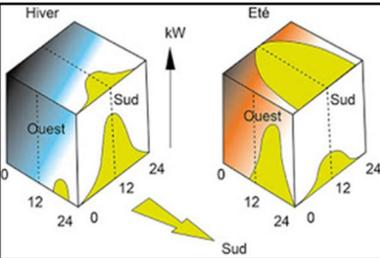
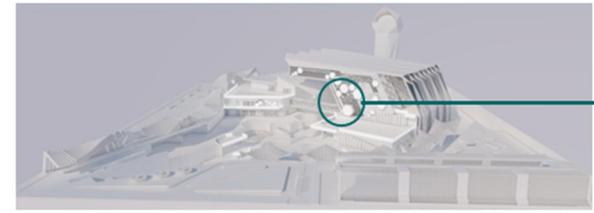
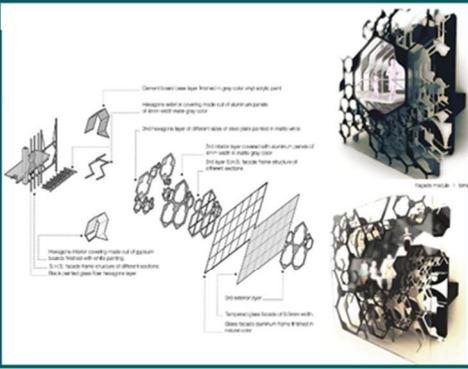
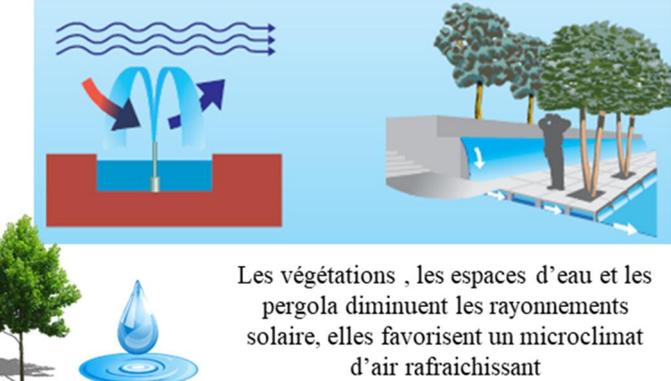
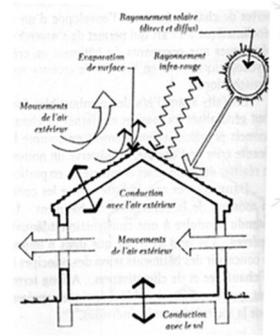
Figure IV.30. Les vues du projet de fin d'étude (l'Experimentarium)

(Source : Auteur)

Conclusion

Au cours de l'approche analytique (l'analyse des exemples et l'analyse de terrain), on peut tirer certaines conclusions qui permettent de la réalisation d'un édifice économe en énergie qui se base sur les principes de l'architecture passive (stratégies et dispositifs).

Tableau IV.18. Les stratégies appliquées dans le projet (Source : auteur)

<p>orientation</p>		<p>orienter le projet selon l'axes est-ouest, ce qui considère comme l'orientation optimale avec le choix d'un volume compacte intégré dans le terrain pour réaliser le confort des utilisateurs</p>	
<p>Protection solaire</p>	 <p>La protection des parois extérieures; la paroi transmet par radiation sa chaleur à la couche d'air entre le pare soleil et le mur rideau. C'est un enveloppe « façade multi couches ventilés » qui assure la protection contre les radiations solaires</p>		
<p>La ventilation</p>		 <p>Les végétations, les espaces d'eau et les pergola diminuent les rayonnements solaires, elles favorisent un microclimat d'air rafraichissant</p>	
<p>microclimats</p>	 <p>La ventilation du bâtiment se fait par la ventilation naturelle traversant</p>	<p>L'éclairage naturel</p>  <p>Stratégies d'ouverture et de contrôle de la lumière naturelle.</p> <p>L'utilisation des stratégies de l'éclairage naturel</p>	

Conclusion générale

Conclusion générale

Il existe de nombreuses études spécialisées dans le domaine de l'architecture passive, qui ont cherché à trouver la relation entre elle et l'économie énergétique parce que l'architecture passive constitue actuellement un enjeu majeur dans le secteur du bâtiment tant pour la qualité des ambiances intérieures que pour les impacts énergétiques et environnementaux dont elle est responsable.

Cette étude s'inscrit dans la problématique générale d'architecture écologique spécialement l'architecture passive qui a pour cible l'économie des énergies épuisables et non renouvelables, elle s'intéresse aux stratégies et dispositifs passive qui assurent le confort dans le contexte chaud et aride.

Cette recherche essaye d'étudier l'effet de la conception architecturale passive sur l'optimisation de la consommation énergétique et elle vise la compréhension des stratégies de l'architecture passive ainsi que les dispositifs architecturaux qui assurent une bonne écoconception ; ainsi la maîtrise de la consommation énergétique pour assurer le confort un environnement sain.

Ce mémoire de recherche confirme que dans les régions chaudes et arides le bon choix des stratégies et dispositifs architecturaux peut contribuer à la minimisation des gains de chaleur, l'efficacité des systèmes de refroidissement passif et une meilleure qualité du confort climatique et tout cela pour améliorer la consommation d'énergie. Il est donc nécessaire de chercher pour nos futures constructions : la bonne implantation et l'orientation du projet, la protection contre les rayons solaire, la ventilation naturelle et le rafraichissement, l'inertie thermique, la bonne isolation des édifices et les matériaux de construction qui s'adaptent aux besoins thermique de ces régions.

Pour assurer le confort dans une démarche passive, un intérêt particulier doit être accordé à la nature et l'environnement dès la phase de la conception sans oublier le contexte réglementaire aussi Il faut dire que les bâtiments doivent être conçus en fonction des données climatiques locales et selon des dispositions intégrées à leurs contextes, Ceci s'applique à l'Experimentarium.

Bibliographie

Bibliographie

- **Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie, APRUE. (2005).** *Maitrise d'énergie. ses principaux acteurs et instruments* (Edition 08 Mai 2005). L'Algérie.
- **Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie, APRUE. (2015).** *Consommation Energétique Finale de l'Algérie* (Edition 2017). L'Algérie.
- **Antipolis, S. (2011).** *Indicateurs de maîtrise de l'énergie dans les pays de la rive sud de la Méditerranée.* L'Algérie.
- **Anttiroiko, A.-V. (2004).** *Science cities: their characteristics and future challenges.* *International Journal of Technology Management*, Vol. 28, Nos. 3-6, pp. 395-418.
- **Autodesk sustainable design. (2018).** *Passive design strategies*, Autodesk sustainable design, tiré de <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learnexplore/caas/simplecontent/content/passive-design-strategies.html> .
- **Bellara, S. (2005).** *Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine.* Mémoire de magistère, université mentouri Constantine, Constantine, l'Algérie.
- **Boukli, M.A ., Chabane, S., et Ben Youcef .B. (2011).** *La construction écologique en Algérie : Question de choix ou de Moyens ?.* *Revue des Energies Renouvelables*, Vol. 14 (4) ,627 – 635.
- **Centre National d'Études et Recherches Intégrées du Bâtiment, CNERIB. (1998).** *Règlement thermique des bâtiments d'habitation et règles de calcul des déperditions Calorifiques*, DTR.C 3-2.
- **Centre National d'Études et Recherches Intégrées du Bâtiment, CNERIB. (1998).** *Règlement thermique des bâtiments d'habitation et règles de calcul des déperditions Calorifiques*, DTR.C 3-4.
- **Chelghoum, Z., Belhamri, A. (2001).** *Habitat à Bas Profil Energétique.* *Energies Renouvelables.* : Journées de Thermique, 59-64.
- **Chlela, F. (2008).** *Développement d'une méthodologie de conception de bâtiments à basse consommation d'énergie.* Thèse de doctorat, Ecole doctorale de La Rochelle, France.
- **Courgey, S., Oliva, j, P. (2007).** *la conception bioclimatique des maisons confortables et économe* (Edition 2007).France : terre vivante

- **Dali, K. (2006).** *Mise en application de la réglementation thermique des bâtiments*, Extrait de la lettre de l'APRUE n° 10, L'Algérie.
- **De Béthencourt., A. Chorin, J. (2013).** *Efficacité Energétique : Un Gisement D'économies ; Un Objectif Prioritaire.* France : Journal Officiel De La République Française
- **Donald, W.C. (1981).** *la nouvelle donnée énergétique, Masson, collection géographie*
- **Givoni, B. (1978).** *L'homme, l'architecture et le climat. Édition du moniteur, paris, France.*
- **GILLET, A., MAUGARD, A. (2008).** *Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation.* Paris.
- **Gonzalo, R., Habermann. K. J. (2008).** *Architecture Et Efficacité Énergétique Principes De Conception Et De Construction.* Berlin. Allemagne : BIRKHAUSER.
- **Grand Larousse de La Langue française. (1972).** librairie Larousse. Paris.
- **Guedi Capeluto, I. (2002).** *Energy performance of the self-shading building envelope Energy and Buildings, 327–336*
- **Guerriat, A. (2015).** *La maison passive – Introduction pour les architectes et les futurs maîtres d'ouvrage.* Ed. PHP & La Cambre Architecture, et publié par l'auteur en 2006.
- **Hanafi, A., Alkama, D. (2016).** *Stratégie d'amélioration du confort thermique d'une place publique d'une ville saharienne 'Biskra/Algérie'.* Revue des Energies Renouvelables, 19 (3), 465 – 480.
- **Hassan, H ., Arima, T ., Ahmed, A ., Sumiyoshi, D ., et Akashi, H. (2014).** *Testing the Basements Thermal Performance as an Approach to the Earth-Sheltered Buildings Application at Hot Climates, Case Study (Egypt).*
- **Journal Officiel de République Algérienne Démocratique et populaire du 28 Juillet 1999,** « Loi n° 99-09 relative à la maîtrise de l'énergie ».
- **Journal Officiel de République Algérienne Démocratique et populaire du 30 Avril 2000,** « Décret exécutif N°2000-90 du 24 Avril 2000 Portant Réglementation Thermique dans les Bâtiments Neufs ».
- **Khadraoui, M.A., Sriti.L (2017).** *Etude expérimentale du comportement thermique d'une façade ventilée dans un climat chaud et arid.* Revue des énergies renouvelables, 20(4), 626 -634.

- **Labreche, S. (2009).** *forme architecturale et confort hygrothermique dans les bâtiments éducatifs, cas des infrastructures d'enseignement supérieur en région aride*, mémoire de magister soutenu à l'université de Biskra
- **Laëtitia A., Solène M., Olivier B et Daniel Q. (2019),** *Efficacité énergétique et formes urbaines : élaboration d'un outil d'optimisation morpho-énergétique*. Cybergeog : European Journal of Geography [En ligne], Aménagement, Urbanisme, document 777, mis en ligne le 07 avril 2016, consulté le 15 juillet 2019. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeog/27584>
- **Lavoie, F., De Herde. A. (2008).** *L'architecture bioclimatique - Fiche PRISME*. (Edition n° 4). France L'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF)
- **Liébard, A., De Herde. A. (2008).** *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*, Editions Observ'ER, paris, France
- **Liébard, A., De Herde. A. (2015).** *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*, édition du moniteur, paris, France.
- **Louafi, C. (1998).** *L'énergie Electrique En Algérie*. Mémoire de magistère. Université mentouri Constantine, Constantine, l'Algérie.
- **Mazari. M. (2012).** *Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public : Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou)*. Mémoire de magistère Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Alger.
- **Morel, N., Gnansounou, E. (2008).** *Énergétique Du Bâtiment* (Edition 2008). Suisse : Claude-Alain Roulet Et Arnaud Dauriat. Suisse
- **Ould-Hennia, A. (2003).** *Choix climatiques et construction, zones arides et semi-arides : la maison à cour de Boussaâda*. Thèse de doctorat, école polytechnique Fédérale de Lausanne, suisse.
- **Pacheco, R., Ordoñez, J., Martinez, G. (2012).** *Energy efficient design of building*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 3559– 3573.
- **Quenard, D. (2005).** Vers des bâtiments à énergie positive.
- **SAFER, N. (2006).** *Modélisation des façades de type double-peau*. Mémoire de doctorat. Université de Lyon, France.

- **Salomon, T. et Bedel, S. (2004).** *La maison des (méga, watts, Le guide malin de l'énergie chez soi)*. Terre vivante. France.
- **Sidi Mohamed. El Hassar, K, Amirat. M, Silhadi. K, Souici, M et Sakhraoui, S. (2002).** *Réglementation thermique algérienne des bâtiments*, Contribution à la définition de nouveaux coefficients réglementaires. L'Algérie.
- **Thiers, S. (2009).** *Bilans Energétiques Et Environnementaux De Bâtiments A Energie Positive*. Thèse De Doctorat, L'école Nationale Supérieure Des Mines De Paris, Paris, France.
- **Tittlein, P. (2012).** *Environnements de simulation adaptés à l'étude du comportement énergétique des bâtiments basse consommation*. Thèse de doctorat, Université De Savoie, France.
- **Verekmans, E. (2016).** *Bâtiments Passifs Actifs Pour Plus De Confort* (Edition 2016-2017). France : la maison passive.
- **Wolfgang Feist, G. (2006).** *Une maison passive, c'est quoi ?*. France, Passivhaus Institut.
- **Yves, R. (2011).** *Guide vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique*.
- **Zekraoui, D. (2017).** *L'impact de l'ouverture de la façade sur la consommation de l'énergie dans les bâtiments à usage de bureau sous un climat chaud et sec*, mémoire de magister soutenu à l'université de Biskra.

Webographie

- Equipe Objectif 15. (2019). Bâtiment Basse Consommation (BBC). consulter sur <https://objectif15.fr/batiment-basse-consommation-bbc/>. Mise en ligne à juillet 2019.
- BBC : Bâtiments basse consommation. Consulté URL <https://www.edfenr.com/lexique/bbc-batiments-basse-consommation/>. Mise en ligne à juillet 2019.
- Laursen, S. (2019). Experimentarium. Consulté le 11-07-2019, tiré de <http://ww.engineer-project.eu/museum/exp-experimentarium/index.html>

BIBLIOGRAPHIE

- The Definition of Science What is science?. Consulté URL <https://www.sciencemadesimple.com/science-definition.html>. Disponible à juillet 2019.
- Equipe Experimentarium. (2019). Experimentarium's Mission. Consulté URL <https://www.experimentarium.dk/about-us/>. Disponible à juillet 2019.
- BP présente les chiffres clés de l'énergie dans le monde. .consulter sur <https://www.connaissancedesenergies.org/bp-statistical-review-world-energy-2018-les-chiffres-cles-de-lenergie-dans-le-monde-180614>. Mise en ligne à janvier 2019.