



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



Université de Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE DES SCIENCES ET DE L'INGENIEURIE

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

-Chouihat Rahma

DOMAINE : SCIENCE ET TECHNOLOGIES

FILIERE : ARCHITECTURE ET URBANISME

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

PROJET DE 34 HABITATIONS INDIVIDUELLES DURABLE A LA VILLE DE LAGHOUAT

**Evaluation de l'impact du tirage thermique et l'influence des dimensions des ouvertures
sur le confort respiratoire et la ventilation naturelle**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Dehina karim	MAA	Président
Merdjani Hamza	MAA	Examineur1
Habboul Hanane	MAB	Examineur2
Ben Chikh Abdelrazzak	MAA	Rapporteur
Mokaddam Mahmoud	MAA	Co-rapporteur

Promotion : Mai 2016



Remerciement

Au terme de ce travail, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir accordée la force et le pouvoir d'accomplir ce travail.

*J'exprime ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements à mes professeurs **M. Mokaddam** et **M. Ben cheikh** qui ont suivis ce travail avec beaucoup d'intérêt. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance et mon profond respect pour leurs précieux conseils, leurs aides et leurs disponibilités.*

Je ne veux pas laisser cette occasion sans remercier :

*La personne que j'ai tant aimée, celle qui m'a fait voir le jour, qui a toujours été présente pour moi dans les moments difficiles et qui m'a donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance, ma chère et tendre **Maman**.*

***Mon cher père**, que j'espère qu'il trouvera dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*

*Je tiens à remercier vivement mes chers et magnifiques frères : **Youcef** et **Abd Errahmane** , ma chère adorable sœur **Imane** et son **marí** Pour leurs soutiens tout au long de ma vie professionnelle et personnelle.*

*Enfin, J'adresse mes vifs remerciements à **A mes AMIS (IES)** qui se reconnaîtront : vous avez toujours été présents avec vos précieux conseils, votre affection et votre soutien.*

Rahma



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE / INSTITUT : Technologie
DEPARTEMENT : D'architecture

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture et urbanisme

Filière : Architecture et urbanisme

Option : Architecture et environnement

Thème : Projet de 34 Habitats durable à vocation résidentielle a la ville de Laghouat.

Présenté par : Chouihat Rahma, Kerriou Leila

Encadré par: Mokaddam Mehmoud ,Ben chikh Abdelrazzak

Résumé :

Au cours de la dernière décennie, l'Algérie a connu des progrès au niveau du secteur résidentiel sur le plan quantitatif seulement, l'état a pu gérer ce déficit, mais ces logements manquent de qualité.

Les normes d'ingénierie et de construction en Algérie sont basées uniquement sur les exigences fonctionnelles et pas sur les exigences réglementaires dans le domaine du développement durable et le respect de l'environnement, où l'on trouve que le domaine de la réduction de la consommation de l'énergie est totalement négligé vue que le secteur d'habitat est énergivore.

Dans note sujet de fin d'études "34 logement durable pour la ville de Laghouat," nous avons essayé de présenter un projet qui imite l'histoire de la ville et qui respecte le mode de vie, la culture et les traditions, qui assure la réduction de la consommation énergétique et assurer un environnement intérieur sain et confortable tout en respectant l'aspect environnemental, architectural, culturel, social et formel.

Nous avons tenté d'introduire le concept de simulation énergétique afin de prédire le concept de confort à l'intérieur des espaces pour mettre en exergue les stratégies environnementales utilisées (inertie de matériaux, les serres, atrium)

Les résultats obtenus ont démontrés qu'on peut concevoir un habitat durable en assurant (un confort thermique et respiratoire) à l'aide des moyens passifs.

Mots clés: Développement durable, confort thermique, ventilation naturel, serre, atrium, simulation ENERGYPLUS.

Abstract:

During the last decade, Algeria has seen progress in the residential sector in quantitative terms alone, the state could manage this deficit, but these lodgements lack quality.

The engineering and construction standards in Algeria are based only on functional requirements and not on regulatory requirements in the field of sustainable development and respect for the environment, where we find that the area of reduced consumption of energy is totally neglected view that the housing sector is a very energy consumer.

In our memoire "34 sustainable housing for the city of Laghouat," we tried to present a project that mimics the history of the city and meets the lifestyle, culture and traditions, which ensures reducing energy consumption and ensure a healthy and comfortable indoor environment while respecting the environmental aspect, architectural, cultural, social and formal.

We tried to introduce the concept of energy simulation (such energy +) to predict the concept of comfort in the interior spaces to highlight the environmental strategies (inertia materials, greenhouses, atrium)

The results showed that we can design a sustainable habitat providing (heat and breathing comfort) using passive tools.

Keywords: Sustainable Development, thermal comfort, natural ventilation, greenhouse, atrium, EnergyPlus simulation.

ملخص :

على مدى العقد الماضي شهدت الجزائر تحقيق تقدم على المستوى الكمي للسكنات و استطاعت من خلال ذلك القضاء على ندرة السكن بشكل لا باس به ، الا ان هذه السكنات تفتقد الى النوعية حيث نجد ان اغلب السكنات يطرأ عليها تحويلات و تعديلات سوءا على مستوى الواجهات او على مستوى التوزيع الداخلي للفضاءات مما يدل على عدم رضا المواطن عنها و عدم تحقيقها للراحة المنشودة.

ان معايير الهندسة و البناء في الجزائر تخضع فقط للمتطلبات العملية ولا تخضع للأسف لأي متطلبات تنظيمية في مجال التنمية المستدامة ولا تعد صديقة للبيئة ، حيث نجد ان الجانب الطاقوي مهمل كليا و هذا ما يجعل المسكن غير مريح و مستهلك للطاقة.

تتناول مذكرتنا لمشروع التخرج موضوع "34 مسكن مستدام لمدينة الاغواط" حاولنا من خلالها تقديم تصاميم لمسكن تحاكي تاريخ المدينة وتتوفر بها شروط الخصوصية، صديقة للبيئة في اطار التنمية المستدامة تتوفر بها شروط الراحة و تمكن من تخفيض مستوى الاستهلاك الطاقوي.

تم التطرق فيها الى بعض المفاهيم و المعايير المتعلقة بالسكن و التنمية المستدامة ثم دراسة شاملة لأرضية المشروع (مناخ ، موقع ، مسار الشمس...) فالتصميم.

اما بالنسبة للعمل الفردي فقد تناول كل طالب منا على حدى موضوع يخص الراحة الحرارية و التهوية و ذلك قصد التقييم باستعمال برامج محاكاة.

Sommaire

Chapitre 1 : Etude introductive

INTRODUCTION :.....	2
CHOIX DU THEME :	2
1. PROBLEMATIQUE : :.....	3
2. METHODOLOGIE DE RECHRCHE :.....	4
3. STRUCTURE DE MEMOIRE :	4

Chapitre 2 : Etude thématique

1. DEFINITION DES CONCEPTS	4
Développement Durable :.....	4
L'Architecture Ecologique:	4
La HQE (Haute Qualité Environnementale) :	5
L'habitat:.....	5
1.5 .Habitation :	5
Le logement :.....	5
1.7 .Habitat Traditionnel :	5
1.8. Les typologies de l'habitat :	6
SYNTHESE :	7
1. ANALYSE DES EXEMPLES.....	8
Exemple1 : Ksar de Tafilelt, 870 logements «Ghardaïa »	8
1.1 .Exemple2 : Maison soufie bioclimatique	13
1.2. Exemple3 : Maison de Akil Sami « L'habitat vernaculaire de Hassan Fathy ».....	17
SYNTHESE	21

Chapitre 3: Etude environnementale :

INTRODUCTION :.....	22
1.Définitions des concepts liées à l'environnement :	22
1.1. Définition de l'environnement :	22
1.2. L'Habitat Durable :.....	22
1.3. Les habitats passifs :.....	23
1.4. Les habitats à énergie positive :	23
1.5. Les habitats autonomes ou habitats zéro-énergie:.....	23

1.6. Le Bio-Habitat :.....	23
1.7. L'habitat écologique:	23
1.8. L'habitat Bioclimatique	27
1.9. Définitions des confort :	28
2. Définitions des sous concepts:.....	31
2.1. La serre :	31
2.2. Les capteurs à vent :.....	32
2.3. La gestion des espaces verts :.....	33
3. Définitions des nouveaux concepts:.....	34
3.1. BPOS:	34
3.2. HPE (haute performance énergétique) :	34
3.3. BBC (bâtiments basse consommation) :	34
4. ETUDE DE CAS : Maison Écologique « Suisse »	35
4.1. Le choix de l'exemple :	35
4.2. Fiche Technique :.....	35
4.3.Situation :	36
4.4. Accessibilité :	36
4.5. L'implantation :.....	37
4.6. Descriptif du projet :	37
4.7.Organigramme spatial et fonctionnel :.....	38
5. Les techniques de construction :	38
SYNTHESE:	45
Chapitre 4: Etude contextuelle :	
1. DIMENSION TERRITORIALE	47
1.1. Présentation de La wilaya de Laghouat :	47
1.2.Situation géographique :.....	47
1.3.Situation astronomique:	47
1.4.Situation administrative	47
1.5. L'accessibilité de la ville.....	48
1.6. Les données climatiques de la Laghouat:	48
2. DIMENSION URBAINE :	50
2.1. Etymologie de Laghouat.....	50
2.2. Le système routier:.....	50

2.3. Diachronique du style architectural :	51
2.4. La disposition des habitats :	51
3. DIMENSION URBAINE :	52
2.5. Les critères et choix de site	52
2.6. Analyse du site	52
Chapitre 5: Etude programmatique	
1. LE PROGRAMME QALITATIF ET QUANTITATIF:	59
1.1 Le programme qualitatif	59
1.1.1 Les espaces de loisirs:	59
1.1.2. Les espaces résidentiels (les maisons) :	60
1. 2. Le programme qualitatif	60
1. 2.1. Les espaces intérieurs de la maison :	61
Chapitre 6: Etude architecturale	
INTRODUCTION :	62
METHODOLOGIE DE GENESE :	62
L'idée du projet	62
GENESE DU PROJET :	63
La lecture des façades	69
LES ASPECTS DURABLE DU PROJET	70
Chapitre 7 : Eude technique et de simulation	
Introduction :	74
1. Problématique :	75
2. Objectifs de travail :	76
3. Méthodologie de la recherche :	76
4. PARTIE THEORIQUE :	77
4.1 Le vent :	77
4.2 Le vent et la ventilation :	77
4.3 La ventilation	78
4.3.1 La ventilation naturelle :	78
4.3.2 La ventilation nocturne :	79
4.4 Les facteurs d'influences	79
4.5 Le renouvellement d'air :	81
4.6 Refroidissement passif :	81
5. PARTIE EXPERIMENTALE :	82

5.1 Présentation de cas d'étude :.....	82
5.2 Facteur influant sur la ventilation naturelle.....	84
5.3 Principe de la ventilation nocturne à travers le patio semi-couvert :	85
5.4 Simulation à l'aide du logiciel ENERGYPLUS.....	88
5.4.1 Description du logiciel :.....	88
5.4.2 L'objectif de la simulation :.....	88
5.4.3 Limite du logiciel :	89
5.4.4 Déroulement de la simulation :.....	89
6. Etude de cas:	91
7. Interprétation des résultats :	92
Conclusion:.....	95

Liste des figures

Chapitre 2 : Etude thématique

Figure II- 1 : Les 03 piliers du développement durable. Source : F.PLAZY, d'après Yvette VEYRET	4
Figure II- 2: Plan de masse de ksar Tafilelt. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB.....	8
Figure II- 3: Plan de masse de ksar Tafilelt. Source : Roche M. « le Mzab , architecture Ibadite en Algérie »	9
Figure II-4 : Les entités de ksar Tafilelt. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB.....	9
Figure II- 5 : Hiérarchisation des parcours. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB.....	10
Figure II-6: Schéma de réorientation des vents. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB	10
Figure II -7: Disposition des habitats. Source : le Mzab « les pratiques de l'espace »	10
Figure II -8: Schéma présente le rôle du rapport H/Source : le Mzab « les pratiques de l'espace	10
Figure II- 9: Style des ouvertures. Source : auteur	11
Figure II-10: Texture de couleurs claires.LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB	11
Figure II-11: Plan RDC. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB	11
Figure II-12: Organigramme spatial RDC. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB.....	11
Figure II-13 : Plan 1 ^{er} étage. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB	11
Figure II-14: Organigramme spatial 1 ^{er} étage. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB.....	11
Figure II- 15: L'entrée en chicane. source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB	11
Figure II-16: Schéma de l'ensoleillement. Source :LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB.....	12
Figure II-17: L'ensoleillement par la propagation. Source : rapport de stage Etudes la différente caractéristique mécanique et chimique de la Construction en terre.....	12
Figure II-18: La ventilation à travers le chebec. Source : rapport de stage Etudes la différente caractéristique mécanique et chimique de la Construction en terre.....	12
Figure II-19: Schéma indique le courant d'air dans les parois. Source : rapport de stage Etudes la différente caractéristique mécanique et chimique de la Construction en terre.	12
Figure II -20: Capacité calorifique des parois en pierre Source : rapport de stage Etudes la différente caractéristique mécanique et chimique de la Construction en terre	12
Figure II- 21: Plan de masse. Source : revue vies de ville N°22	13

Figure II- II-22 : Façade nord. Source : revue vies de ville N°22.....13

Chapitre 3: Etude environnementale :

Figure III- 1 : La base de la conception écologique Source: Global Footprint Network.....24

Figure III- 2: L'implantation préférée du site source: www.ecorea.fr/construction-biodimatique.php 24

Figure III- 3: L'orientation préférée du bâtiment Source : www.ecorea.fr/construction-bioclimatique PHP..... 24

Figure III- 4:Isolation thermique d'un bâtiment BEPOS. Source : Mémoire de Magister : Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Econome, Tlemcen, Mars 200925

Figure III- 5: Système de puits Canadian. Source : Mémoire de Magister : Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Econome, Tlemcen, Mars 2009..... 25

Figure III- 6: Ventilation mécanique à double flux. Source : Mémoire de Magister : Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Econome, Tlemcen, Mars 200925

Figure III- 7: Rôle d'implantation des plantes. www.ecorea.fr/construction-bioclimatique.php..... 25

Figure III- 8: Schéma du cycle de vie d'un produit. Source: Google image 26

Figure III- 9: Schéma de récupération des eaux de pluie .Source: Google image 27

Figure III- 10: Les briques perforées de terre cuite .Source: Google image 27

Figure III- 11: Le bois Source: Google image 27

Figure III- 12: configuration d'une habitation bioclimatique Source: Mémoire magister Ben Mehdi Rachid 2013 27

Figure III- 13: Les paramètres de confort thermique. Source : Lié bard, A. et De Herder, A., 2005 28

Figure III- 14: La stratégie d'hiver et la stratégie d'été, source : Mémoire Master promo 2015 : La conception d'un habitat collectif durable à la ville de Djelfa29

Figure III- 15: Les différents types de rayonnement. Source : mémoire magister rapport entre (l'éclairage naturel et le confort thermique) (EPAU) 30

Figure III- 16: Schéma représente la ventilation simple exposition. Source : Guide ICEB-ARENE 31

Figure III- 17: Schéma représente la ventilation transversale. Source : Guide ICEB-ARENE 31

Figure III- 18: Schéma représente la ventilation et le rafraîchissement par tirage thermique. Source : Guide ICEB-ARENE 31

Figure III- 19: Principe d'une tour à vent pour une maison d'habitation source : Mémoire de magister Akchiche Zineb 32

Figure III- 20: Isolation thermique d'un bâtiment BEPOS. Source : Mémoire de Magister : Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Econome, Tlemcen, Mars 2009 34

Figure III- 21 : Plan de Masse Source : <http://lab-immo.ch/1037/> Mangerie-P-ECO MAISON 36

L'implantation de la maison se fait par La prise en compte des considérations contextuelles du site et les données environnementales et climatiques (ensoleillement, vent, pente, végétation). voir Figure III- 22 37

Figure III- 23 : Plan de Masse .Source : <http://lab-immo.ch/1037/> mangerie-P-ECO MAISON 37

Figure III- 24: Plan RDC, Source : http://lab-immo.ch/1037-/ Minergie-P-ECO MAISON	38
Figure III- 25:Plan R+1, Source : http://lab-immo.ch/1037-/ Minergie-P-ECO MAISON	38
Figure III- 26:Schéma représente l'intégration de la maison avec l'environnement immédiat, Source : auteurs	38
Figure III- 27:Schéma représente l'intégration de la maison aux conditions climatiques du site, Source : auteurs	39
Figure III- 28:Plan de masse représente l'espace tampon et les arbres, Source : auteurs ..	39
Figure III- 29:Plan de masse de la maison, Source : auteurs	41
Figure III- 30:Gestion de l'énergie Source : Google image.....	41
Figure III- 31:Schéma représente la pente de terrain, Source : auteurs.....	42
Figure III- 32:Plan de masse de la maison, Source : auteurs	42
Figure III- 33:Plan représente réseau d'évacuation des eaux pluviales, Source : auteurs ...	42
Figure III- 34:Dessin représente la surface vitré de la maison, Source : auteurs	43
Figure III- 35:Triple vitrages, Source : Google image.....	43
Figure III- 36:La sortie de puits canadienne de la maison, Source : http://lab-immo.ch/1037-/ Minergie-P-ECO MAISON.....	44

Chapitre 4: Etude contextuelle :

Figure IV- 1:Situation globale de Laghouat.Source: www.tlfq.ulaval.ca	47
Figure IV- 2:Situation de Laghouat.Source: www.tlfq.ulaval.ca	47
Figure IV- 3: Carte administrative de la wilaya de Laghouat, Source: Guide touristique de la wilaya de Laghouat	47
Figure IV- 4: Carte des limites de la ville de Laghouat, Source: www.tlfq.ulaval.ca	47
Figure IV- 5: Découpage des zones climatiques. Source : mémoire mokedam Mahmoud 2012	48
Figure IV- 6: Fréquence des cieux ensoleillés, intermédiaires et nuageux. Source : www.satel-light.com	49
Figure IV- 7 : Courbe de température de LAGHOUAT, Source : (MOKEDDEM .M, 2012) Mémoire de magister	49
Figure IV- 8:L'humidité relative. Source : (MOKEDDEM .M, 2012) Mémoire de magiste...	49
Figure IV- 9: La précipitation annuelle. Source : (MOKEDDEM .M, 2012) Mémoire de magister	49
Figure IV- 10 : Rose des vents. Source : (MOKEDDEM .M, 2012) Mémoire de magister ...	49
Figure IV- 11: Les différentes phases de développement urbain de la ville. Source : (P.D.A.U) de Laghouat révision 2008.....	50
Figure IV- 12:Les voies et les nœuds, source: PDAU Laghouat révision 2008	50
Figure IV- 13: La distribution des habitats au niveau de la ville de Laghouat, Source: PDAU Laghouat révision 2008	51
Figure IV- 14:La forme de l'assiette sur le dernier-POS-Elmerdja-18.04.2013	52
Figure IV- 15: La trame du quartier Imardja, Source: le dernier-POS-Elmerdja-18.04.2013	52
Figure IV- 16:Voisinage proposé par les urbanistes selon le POS-Elmerdja-18.04.2013	53
Figure IV- 17:Coupe schématique Source : auteurs	53
Figure IV- 18:La forme de l'assiette sur le demier-POS-Elmerdja-18.04.2013	54
Figure IV- 19:La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013	54

Figure IV- 20: Schéma de conditions climatiques. Source : auteurs	55
---	----

Chapitre 6: Etude architecturale

Figure VI- 1:La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013	63
Figure VI- 2 : Schéma des contraintes du site. Source : auteurs	63
Figure VI- 3:La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013	64
Figure VI- 4:La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013	64
Figure VI- 5:La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013	65
Figure VI- 6:La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013	65
Figure VI- 7:La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013	66
Figure VI- 8 : Aménagement du plan de masse. Source : auteurs	66
Figure VI- 9 : Schéma des conditions climatiques. Source : auteurs	66
Figure VI- 10:Organigramme fonctionnel au 1 ^{er} étage. Source : auteurs.....	67
Figure VI- 11:Organigramme fonctionnel au RDC. Source : auteurs	67
Figure VI- 12:Organigramme fonctionnel au 1 ^{er} étage. Source : auteurs.....	67
Figure VI- 13:Organigramme spatial au RDC. Source : auteurs	67
Figure VI- 14:Distribution des espaces au RDC. Source : auteurs	68
Figure VI- 15:La hiérarchie des espaces. Source : auteurs.....	68
Figure VI- 16:Distribution des espaces à l'étage. Source : auteurs	68
Figure VI- 17:La hiérarchie des espaces. Source : auteurs.....	68
Figure VI- 18:Distribution des espaces intérieurs. Source : auteurs	68
Figure VI- 19:Façade principale. Source : auteurs	69
Figure VI- 20: Schéma descriptif de la ventilation naturelle du patio. Source : auteurs	72

Chapitre 7 : Etude technique et de simulation

Figure VII- 1 :L'effet du vent sur des bâtiments isolés observé dans une Soufflerie (MOKEDDEM.M, 2012)	78
Figure VII- 2: La ventilation naturelle, source : .aucoeurdumonde.ca	78
Figure VII- 3: Principe de la ventilation du au vent. Source : (MOKEDDEM.M, 2012)	78
Figure VII- 4:Schéma représente la ventilation simple exposition. Source : Mémoire de Magister (Mokadam.M) 2012	79
Figure VII- 5:Schéma représente la ventilation transversale. Source : Mémoire de Magister (Mokadam.M) 2012	79
Figure VII- 6: Principe de tirage thermique, source : article scientifique : les stratégies des confort thermiques	79
Figure VII- 7: Principe de ventilation nocturne, source : article scientifique : les stratégies des confort thermiques	79
Figure VII- 8: Effet de la conception du bâtiment et ses alentours sur l'efficacité du rafraichissement naturel. Source : Mémoire de Magister (Mokadam.M) 2012	80
Figure VII- 9: Influence de l'entrée et de la sortie d'air, Source : www.regionpaca.fr	81
Figure VII- 10:Influence des avancées extérieure. Source : www.regionpaca.fr	81
Figure VII- 11:Influence des fenêtres opposées. Source : www.regionpaca.fr	81
Figure VII- 12: Journée ensoleillé d'été, source : mémoire magister Ben Mehdi Rachid 2013	82
Figure VII- 13: Vue sur la maison, source : auteurs	82

Figure VII- 14: Plan RDC, source : auteur	83
Figure VII- 15: Plan 1 ^{er} étage, source : auteur	83
Figure VII- 16: Les espaces a étudié au RDC, source : auteur	83
Figure VII- 17: Les espaces a étudié au 1 ^{er} étage, source : auteur	83
Figure VII- 18: Coupe B-B, source : auteur	84
Figure VII- 19: Coupe A-A, source : auteur.....	84
Figure VII- 20: Les facteurs climatiques influant sur Les espaces à étudier au RDC et à l'étage, source : auteur	84
Figure VII- 21:Phénomène de déphasage Source : site d'internet (energieplus.com)	85
Figure VII- 22: Les composants de BTS, source : musée communal –Laghoutat-.....	85
Figure VII- 23: Comparaison des performances de simple et double vitrages, Source : mémoire magister Ben Mehdi Rachid 2013	85
Figure VII- 24: Dimension de double vitrage Source : site d'internet (K-line.com).....	86
Figure VII- 25: Protection en moucharabieh, source : auteur	86
Figure VII- 26: Fenêtres en bois rouge, source : Google image	86
Figure VII- 27:L'effet de serre de l'atrium, source : article scientifique : les stratégies des confort thermiques	87
Figure VII- 28: Couverture en moucharabieh fixée, source : auteur.....	87
Figure VII- 29: Dimensions proportionnées, source : auteur.....	87
Figure VII- 30: Le rail, source : auteur	87
Figure VII- 31: Coupe schématique du patio semi couvert, source : auteur	87
Figure VII- 32: Ventilation nocturne dissipation de la chaleur, source : auteur.....	88
Figure VII- 33: Fermetures des fenêtres pour garder la fraîcheur pendant la journée, source : auteur	88
Figure VII- 34: L'insigne de logiciel energyplus, Source : (energyplus-energy simulation software)	88
Figure VII- 35: Les zones, source : SKETCHUP	91
Figure VII- 36 : Volume de cas amélioré, Source : SKETCHUP	91
Figure VII- 37: Graphe de la température, source ENERGYPLUS.....	92
Figure VII- 38 : Graphe de débit d'air (m ³ /s), source ENERGYPLUS.....	94

Liste des photos

Chapitre 2 : Etude thématique :

Photo II- 1 : Dessin d'un habitat. Source : Google image	5
Photo II- 2: Maison isolée. Source : http://www.ageden.org	6
Photo II- 3: Maison jumelée. Source : http://www.ageden.org	6
Photo II- 4: Maison en bande. Source : http://www.ageden.org	6
Photo II- 5: OCLERMONT FD CEDRE BLEU France, Source : www.habitatsemicollectifclermontfd.com	6
Photo II- 6: Habitat Galatée. Source : www.habitaticollectifgalatée.com	6
Photo II- 7: Vue sur la cité Tafilalet Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB	8
Photo II- 8 : Plan de situation, Source : Google earth	8
Photo II- 9 : Photo d'un Passage couvert. Source : le Mzab « les pratiques de l'espace »	10
Photo II- 10: Espaces verts. Source : le Mzab « les pratiques de l'espace »	10
Photo II- 11 : Plan de terrasse	12
Photo II- 12 : Photo de Chebek	12
Photo II- 13 : La maison soufie. Source : revue vies de ville N°22	13
Photo II- 14: Plan de situation, Source : Source : revue vies de ville N°22	13
Photo II- 15: Plan de masse. Source : revue vies de ville N°22	14
Photo II- 16: Plan du RCD.Source : revue vies de ville N°22	14
Photo II- 17 : Plan du sous-sol. Source : revue vies de ville N°22	14
Photo II- 18 : Le sabat.Source : revue vies de ville N°22	15
Photo II- 19 : Brise soleil fixe et mobile. Source : revue vies de ville N°22	16
Photo II- 20 :Maison Akil Sami, Source: Steel, James1997.An Architecture for people	17
Photo II- 21 : Plan de situation, Source Google Map	17
Photo II- 22 :L'espace verts, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people	17
Photo II- 23 :Plan de masse, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people	18
Photo II- 24 :Maison Akil Sami, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people	18
Photo II- 25 :Maison Akil Sami, Source:Steel, James 1997.An Architecture for people	18
Photo II- 26 :Lmalqaf, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people	18
Photo II- 27 :Fenêtres en moucharabieh, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people	19
Photo II- 28 :La voute, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people	19

Chapitre 4: Etude contextuelle :

Photo IV- 1 : Laghouat aéroport AHMED MEDEGARI Source : www.billetavion.info	48
Photo IV- 2 : Route nationale n°1. Source : Google image	48
Photo IV- 3: La forme de l'assiette par Google earth	52
Photo IV- 4:Situation de site d'intervention, Source : GoogleEarth	52

Photo IV- 5 : Voisinage immédiat Source : auteur	53
Photo IV- 6: La forme de l'assiette par Google earth	54
Photo IV- 7: Profile B-B de l'assiette. Source : Google earth	54
Photo IV- 8: Profile A-A de l'assiette. Source : Google earth.....	54
Photo IV- 9: Les éléments architectoniques de Laghouat. Source : Musée communal de Laghouat	57
Photo IV- 10:Les claustras installés aux blcons et aux patios de Laghouat. Source : Musée communal de Laghouat	57
Photo IV- 11:les composants du BTS. Source : Musée communal de Laghouat	57
Chapitre 6: Etude architecturale	
Photo VI- 1:Les techniques de plan de masse. Source : auteurs	70
Photo VI- 2:Les techniques de plan de masse. Source : auteurs	70
Photo VI- 3: Abris des vélos. Source : auteurs	70
Photo VI- 4 : Abris des vélos. Source : auteurs	70
Photo VI- 5:Les points d'eau dans le projet. Source : auteurs.....	71
Photo VI- 6:La végétation dans le projet. Source : auteurs	71
Photo VI- 7:Le principe du patio semi-ouvert. Source : auteurs	72
Photo VI- 8:Le principe du patio semi-ouvert. Source : auteurs	72
Photo VI- 9:Le principe du patio semi-ouvert. Source : auteurs	72

Liste des tableaux

Chapitre 4: Etude contextuelle :

Tableau IV- 1 : Le style architectural traditionnel de Laghouat, source : auteurs	51
Tableau IV- 2: Tableau de la voirie. Source : auteurs	53
Tableau IV- 3 : Principes de conception. Source : auteurs.....	58

Chapitre 5: Etude programmatique

Tableau V- 1 :Tableau qualitatif. Source : autour	60
Tableau V- 1 : Tableau quantitatif. Source : autour	61

Chapitre 7 : Etude technique et de simulation:

Tableau VII- 1: Les caractéristiques des matériaux, source : ENERGYPLUS	85
Tableau VII- 2 : La location du projet, source : ENERGYPLUS.....	89
Tableau VII- 3: Les données climatiques, source : ENERGYPLUS	90
Tableau VII- 4: Tableau des matériaux, source : ENERGYPLUS	90
Tableau VII- 5 : Tableau des températures, source auteur	92
Tableau VII- 6: Tableau des valeurs recommandés, source : disposition de ventilation dans les bâtiments d'habitation.....	92
Tableau VII- 7: Le débit d'air m ³ /h. Source : disposition de ventilation dans les bâtiments d'habitation	93

INTRODUCTION :

L'environnement de l'homme, séparément l'environnement bâti, n'a jamais été et n'est toujours pas commandé par l'architecte.

Cet environnement est le résultat d'une architecture indigène ou populaire, et cela l'histoire et la théorie de l'architecture l'ont ignoré en grande partie. Aujourd'hui, nous sommes à l'aube d'une révolution architecturale.

Comment construire en harmonie avec la nature ? De même que les architectes du début du 20ème siècle ont révolutionné l'architecture en fonction des possibilités qu'offrait l'époque industrielle, nous devons ouvrir les voies d'une architecture environnementale par une approche à la fois conceptuelle, écologique et esthétique.

La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel.

Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement.

Principalement dans le thème habitat qui est notre sujet de recherche, le développement durable consiste à la création d'une relation harmonieuse entre l'habitat et le climat en vue d'assurer aux habitants un environnement sain et confortable par des moyens architecturaux ainsi de réduire l'impact négatif de l'habitat sur l'environnement.

En conclusion nous voulons proposer un projet d'un habitat individuel durable qui assure la réduction de recours à l'énergie non renouvelable ainsi il assure un environnement intérieur sain et confortable tout en respectant l'aspect environnemental, architectural, culturel, et social.

CHOIX DU THEME :

La dégradation sensible du milieu urbain oblige les architectes et les professionnels du bâti à prendre rapidement les mesures qui s'imposent pour assurer la qualité de vie des générations futures.

La recherche de la qualité environnementale est une attitude ancestrale à établir un équilibre harmonieux entre l'homme et la nature qui l'entourent c'est pour cela que notre choix est basé sur plusieurs points :

- Protéger la nature et offrir un environnement agréable et moins pollué
- l'intégration du bâtiment dans son environnement
- créer par une conception juste un équilibre environnemental entre l'intérieur et l'extérieur
- respect de l'intimité

1. PROBLEMATIQUE :

« La différence entre un désert et une oasis c'est... l'homme » Antoine de S.t Exupéry.

Un bâtiment doit répondre aux exigences qui sont liées à sa destination, celles de l'homme dans sa vie privée ou dans sa vie professionnelle, dans chaque cas, les exigences peuvent être de nature et de degré différents, Cependant, quelles que soient ces exigences, le bâtiment doit y répondre là où il est construit, C'est-à-dire : compte tenu des données naturelles et climatiques du lieu.

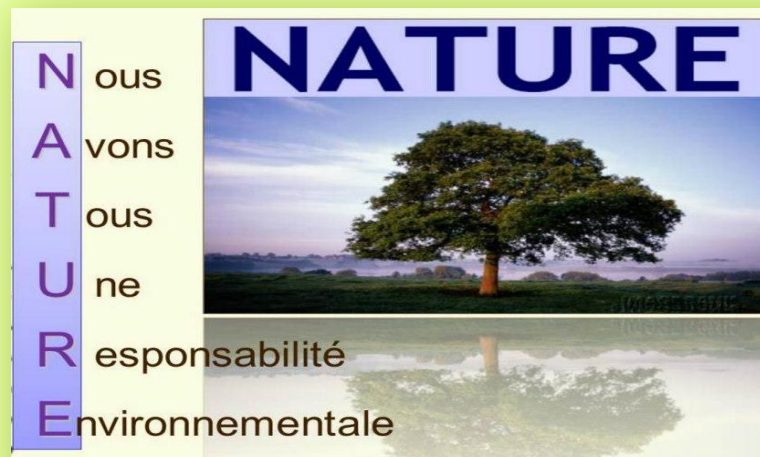
Un aménagement durable c'est avant tout un aménagement mixte, a la fois fonctionnellement et socialement parlant, mais également un quartier généreux sur le plan de la proportion d'espaces verts et sur la qualité de l'espace intérieur et extérieur.

La durabilité de l'habitat s'étend sur des qualités qui participe non seulement à la qualité du cadre de vie, mais qui participe également pleinement de la préservation et de la consommation raisonnée des ressources et de l'énergie dont les enjeux se décline ensuite à l'échelle du bâtiment.

Dans la ville de Laghouat un habitat durable doit partager toutes ces qualités et intégrer les spécificités climatiques (semi arides et chaudes), géographiques, culturelles et sociales propres à ce site particulier.

Alors :

- ✚ Comment peut-on concevoir un habitat durable dans la ville de Laghouat tout on intégrant les spécificités de la région ?

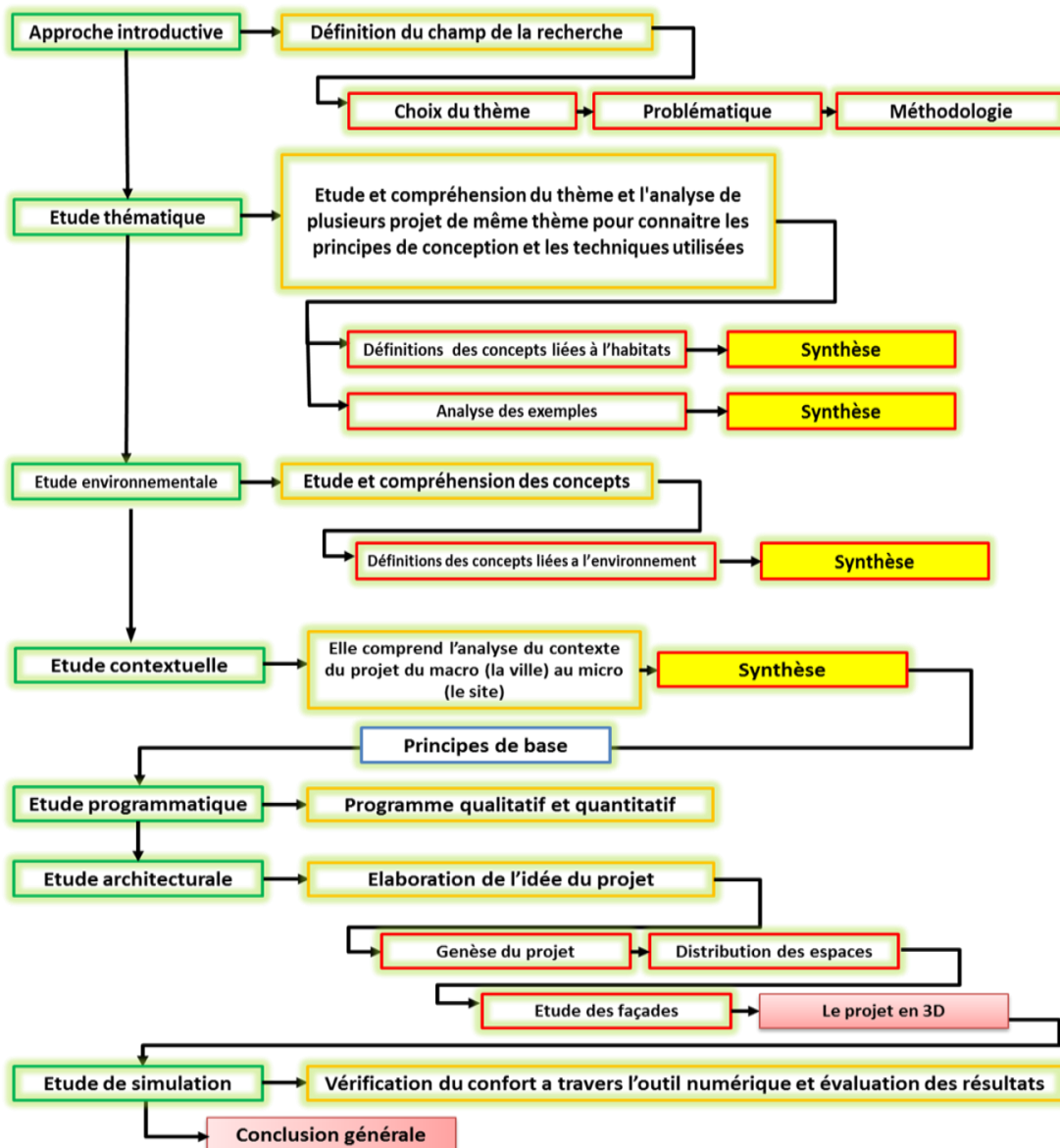


2. METHODOLOGIE DE RECHERCHE :

Notre travail se conduit essentiellement sur trois parties :

- 1) La partie théorique :
 - L'étude thématique
 - L'étude contextuelle
- 2) La partie conceptuelle : c'est l'élaboration de l'idée du projet et ses concepts environnementaux
- 3) La partie expérimentale : c'est la partie de simulation à l'aide d'un programme numérique pour vérifier les performances des dispositifs du projet.

3. STRUCTURE DE MEMOIRE :



1. DEFINITION DES CONCEPTS

« Définition des concepts liée au développement durable »

1.1. Développement Durable : ¹

Le développement durable est un concept qui vise la conciliation entre le développement socioéconomique permanent et la protection de l'environnement, c'est-à-dire l'intégration de la dimension environnementale dans un développement qui vise à satisfaire les besoins des

générations présentes et futures.

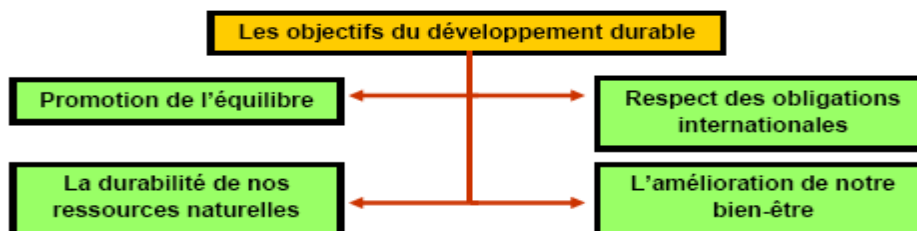


Figure II-1 : Les 03 piliers du développement durable. Source : F.PLAZY, d'après Yvette VEYRET

Les Facteurs du Développement Durable :

- **L'équité sociale** : satisfaire les besoins en santé, éducation, habitat, emploi.
- **L'efficacité économie** : créer des richesses et améliorer les conditions de vie matérielles.
- **La préservation de l'environnement** : préserver la diversité des espèces et les ressources naturelles et énergétique.

Les Objectifs du Développement Durable :



1.2. L'Architecture Ecologique: ²

L'objectif à viser est donc d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, le bâtiment, les habitants et l'environnement.

L'architecture écologique est un concept global qui regroupe l'occupant, le constructeur et le bâtiment, l'objectif à viser est d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, le bâtiment, les habitants et l'environnement.

Dès la conception et la construction, il est nécessaire de penser à préserver l'environnement et améliorer la qualité de vie ; et cela durant l'ensemble du cycle de vie du bâtiment jusqu'à sa destruction.

¹ Source: Loi N°03-10 du 19/07/2003 relative à la protection de l'environnement (Abdelaziz Bouteflika)

² Source: Loi N°03-10 du 19/07/2003 relative à la protection de l'environnement (Abdelaziz Bouteflika)

C'est dans ce but qu'a été créée la démarche **HQE** (Haute Qualité Environnementale)

1.3. La HQE (Haute Qualité Environnementale) :³

A- une démarche volontaire pour :

- maîtriser les impacts générés par un bâtiment sur son environnement extérieur
- assurer à ses occupants des conditions de vie saines et confortables

B- Propose une méthode de travail et des objectifs pour:

- intégrer l'environnement à toutes les étapes de la vie du bâtiment

C- deux composantes de la démarche :

- 1- un objectif de la Qualité Environnementale (QE)
- 2- un système de management environnemental des opérations (SME) **QE + SME = HQEμ**



Photo II- 1 : Dessin d'un habitat. Source : Google image

« Définition des concepts liée à l'habitat »

1.4. L'habitat:⁴

Espace résidentiel et un lieu d'activité privé ; de repos ; de récréation de travail ; et de vie familiale, il forme le prolongement d'activité publique, des échanges sociaux et lié à deux catégories :

- 1/ comprend tous les activités économiques de production et de développement de la ville
- 2/ comprend les activités des services facultatifs et probables

1.5. Habitation :⁴

L'habitation désigne simplement la maison ou le logement du point de vue l'agencement des pièces les unes par rapport aux autres et de la distribution de l'espace (cour, couloir.....)

1.6. Le logement :⁴

Le logement est un lieu d'habitation pour une ou plusieurs personnes vivant ensemble

1.7. Habitat Traditionnel :⁴

La maison traditionnelle Algérienne dans ces influences arabes et musulmanes fait partie de la typologie architecturale maghrébine, avec des formes différenciées qui dérivent du type principale, à cour centrale qui est ordonné et structurée autour de cette dernière.

³Source: site d'internet (www.scribd.com/doc/9915312/HQE-references-ADEME, BÂTIMENT ET DÉMARCHE HQE®)

⁴Source: <http://fr.encarta2016.msn.com/dictionary>

1.8. Les typologies de l'habitat :⁵

Dans la documentation scientifique il y a plusieurs types de classification de l'habitat, mais dans notre recherche on se base sur le type suivant:

- **Habitat individuel :**
 - Un bâtiment ne comportant qu'un seul logement et disposant d'une entrée Particulière
 - Une habitation qui repose directement sur le sol, et sur lequel rien n'est posé d'autre que son propre toit.

Il y'a trois type d'habitats individuels:

- **Maison isolée:** Une habitation qui repose directement sur le sol, et sur lequel rien n'est posé d'autre que son propre toit.
- **Maison jumelée:** c'est le résultat d'assemblage de deux maisons identiques ou peu différentes par un système modulaire (les plans et les façades sont symétriques)
- **Maison en bande:** Construction collective sous forme de rangées de maisons identiques ou variées suivant accord.
- **Habitat semi-collectif :**
 - « Un habitat hybride entre le collectif et L'individuel, avantageux par rapport l'habitat collectif en matière de gain d'espace et aussi comme réduction de la promiscuité et des vis-à-vis dans le pavillonnaire»
- **habitat collectif :**
 - « Bâtiment composé de plusieurs logements construit sur différents niveaux destiné à L'habitation de plusieurs familles. »



Photo II- 2: Maison isolée. Source : <http://www.ageden.org>



Photo II- 3: Maison jumelée. Source : <http://www.ageden.org>



Photo II- 4: Maison en bande. Source : <http://www.ageden.org>



Photo II- 5: OCLERMONT FD CEDRE BLEU France, Source : www.habitatsemicollectifclermonbfd.com



Photo II- 6: Habitat Galatée. Source : www.habitaticollectifgalatee.com

⁵Source: Livre ALBERTO ZUCHELLI (introduction à l'urbanisme opérationnelle et à la composition urbaine)

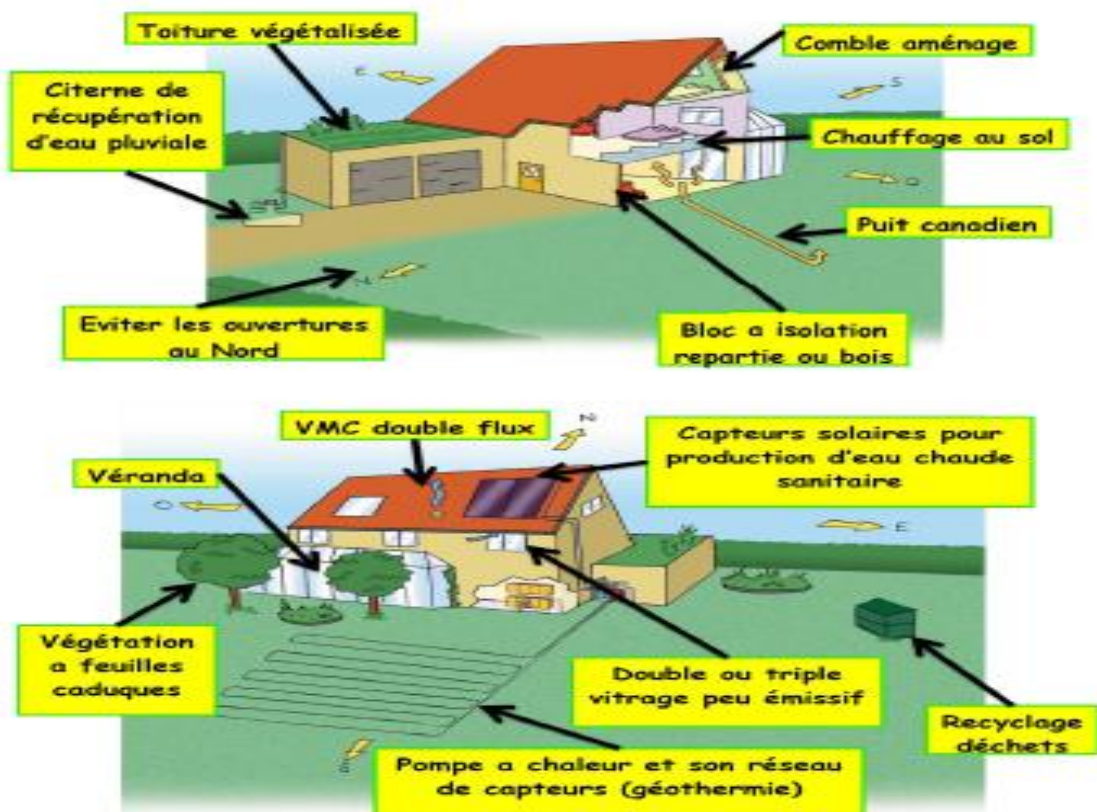
SYNTHESE :

Après l'étude du thème habitat on a conclu que:

✚ l'habitat constitue le secteur le plus approprié pour le bien-être, le confort et surtout mettre en harmonie l'habitat dans son environnement ou le climat va servir pour déterminer la forme architecturale.

✚ l'habitat individuel est un élément fondamental de la liaison de la famille ou de l'individu avec le milieu social de culture, un contact quotidien avec un cadre esthétique et fonctionnel.

Pour cela dans notre projet **habitat individuel durable** on doit faire une conception qui sera en harmonie avec l'environnement et qui répond aux besoins fondamentaux de l'habitant (confort, esthétique, communication social...) il faut prendre en considération des solutions et dispositifs qui permettent d'économiser l'énergie, exploitée les ressources naturels et tout ce qui augmente la qualité de vie.



2. ANALYSE DES EXEMPLES :

2.1. Exemple1 : Ksar de Tafilelt, 870 logements « Ghardaïa »⁶

1. Le choix de l'exemple :

L'architecture mozabite reprend à des règles strictes :

- Le droit au soleil
- La préservation de l'intimité
- La modestie
- La simplicité

La construction de la ville nouvelle de Tafilalet répond aux règles millénaires en les adoptants à la modernité.

2. Fiche technique :

- Lieu : Beni-Isguen, Ghardaïa au sud de l'Algérie
- Site naturel : Terrain rocheux avec une pente : 12 à 15%
- Climat : Saharien chaud et aride
- Superficie globale du terrain : 22.5 Ha.
- Surface résidentielle : 79.670,00 m²

3. Situation :

Tafilalt se trouve a Ghardaïa a 600km au sud de l'Algérie, sur un plateau rocheux appelé hamada.

4. Accessibilité :

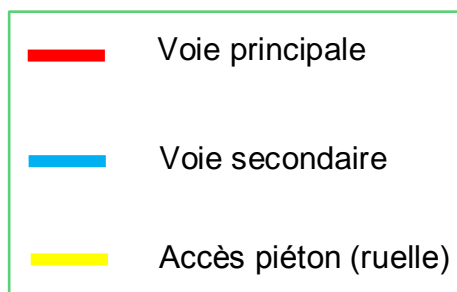


Photo II- 7 : Vue sur la cité Tafilalet Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB



Photo II- 8 : Plan de situation, Source : Google earth



Figure II- 2: Plan de masse de ksar Tafilelt. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB

⁶Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZABMED CHERIF ADAD, M. TOUFIK MAZOUZ Institut de Gestion des Techniques urbaines, Université d'Oum El Bouaghi (Algérie)

5. Etude du plan de masse :

Type et forme d'organisation :

- Un tissu urbain compact, avec une trame en damier caractérisée par la mitoyenneté des maisons pour minimiser la surface exposée au soleil et aux vents.
- Les entités du ksar :

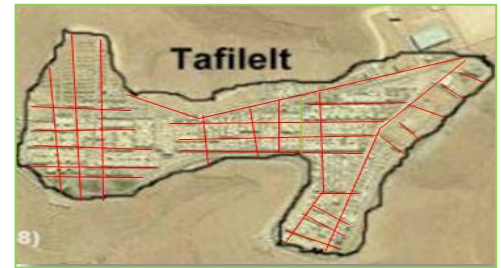


Figure II-3: Plan de masse de ksar Tafilelt. Source : Roche M. « le Mzab , architecture Ibadite en Algérie »



Figure II-4 : Les entités de ksar Tafilelt. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB

- Logique des parcours :

Les constituants de ce réseau sont :

- Les rues : un espace public, de moyenne de 2.60 à 3.00m de largeur.
- Les ruelles : c'est un espace semi public il varie entre 1.80 et 2.60m.
- Les impasses : c'est un espace semi privé, il varie entre 1.40 et 1.80m

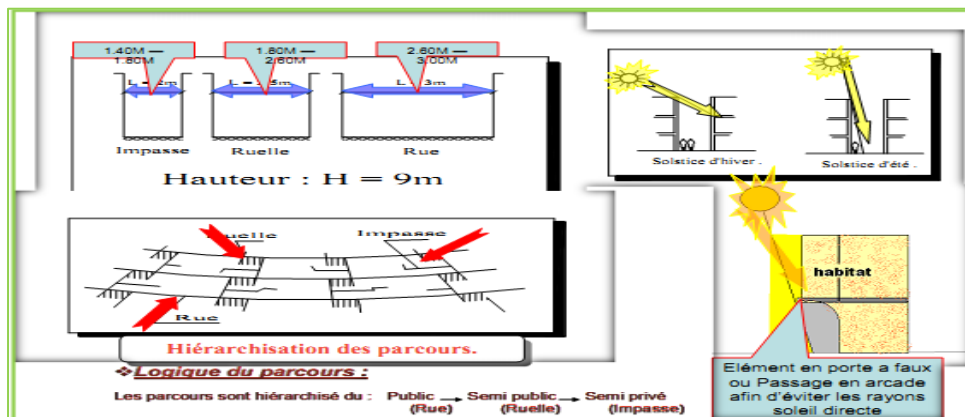


Figure II-5 : Hiérarchisation des parcours. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB

- Les rues brisées étroites pour but de protéger contre le soleil et pour casser la vitesse des vents.

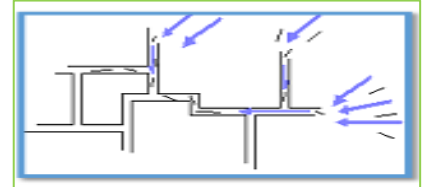


Figure II-6: Schéma de réorientation des vents. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB

- Les passages couverts sont bénéfiques pour le but d'accroître la surface habitable des maisons, Ils participent aussi à l'accélération de l'air même lorsque les vents sont faibles.
- La végétation est introduite comme un élément d'agrément thermique :
 - Elle permet de guider les déplacements d'air et filtrant les poussières
 - Créer des ombrages sur les parois extérieures et le sol.
 - Une réduction de la température de l'air de l'ordre de 1 à 4 c° en période chaude.

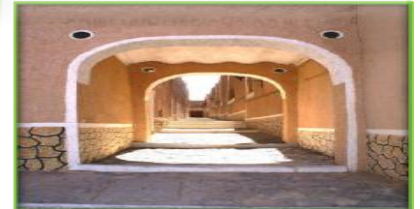


Photo II- 9 : Photo d'un Passage couvert. Source : le Mzab « les pratiques de l'espace »



Photo II- 10: Espaces verts. Source : le Mzab « les pratiques de l'espace »

6. Volume et façades :

Les volumes :

- Les volumes en cascade permettent au soleil de pénétrer dans chaque volume ainsi que le vent monte vers le haut.
- Le gabarit : L'utilisation de rapport h/l pour crée l'ombre.

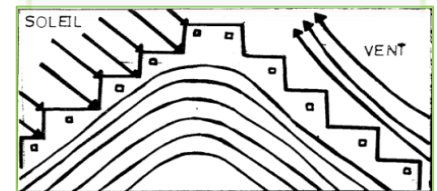


Figure II -7: Disposition des habitats. Source : le Mzab « les pratiques de l'espace »

Les façades :

- Façades simple avec des crépissages (Chaque grain fait de l'ombre) le plein > vide, des petites ouvertures carrées avec un traitement de moucharabieh pour moins de transfert de chaleur.



Figure II -8: Schéma présente le rôle du rapport H/Source : le Mzab « les pratiques de l'espace »

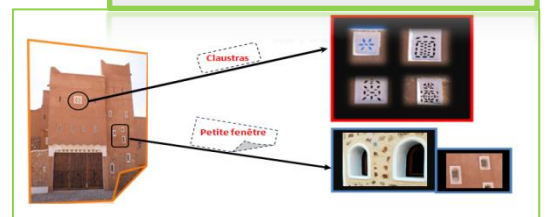


Figure II-9: Style des ouvertures. Source : auteur

- L'utilisation des couleurs claires pour diminuer le facteur d'absorption de chaleur.

7. Organigramme spatiale et

fonctionnel :

Les concepteurs ont compris que construire un ksar exige aujourd'hui une concession à la modernité.

Il ressort que les nouvelles habitations sont légèrement différentes de celles de l'ancien noyau.



Figure II-10: Texture de couleurs claires. LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE. CAS DU M'ZAB

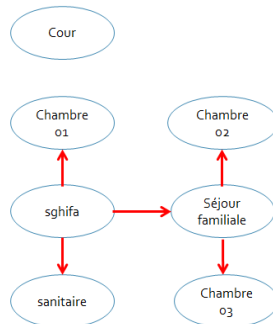
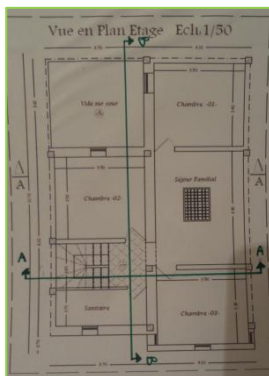


Figure II-13 : Plan 1er étage. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE. CAS DU M'ZAB

Figure II-14: Organigramme spatial 1er étage. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE. CAS DU M'ZAB

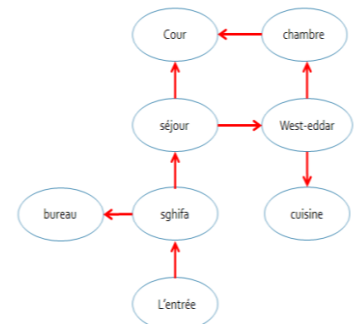
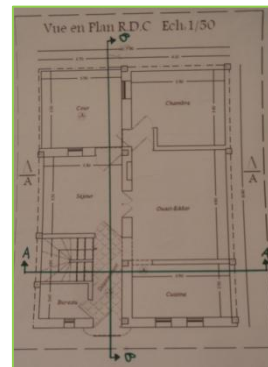


Figure II-11: Plan RDC. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE. CAS DU M'ZAB

Figure II-12: Organigramme spatial RDC. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE. CAS DU M'ZAB

- La chicane :

L'entrée en chicane:

- Faciliter la ventilation des habitations
- Assurer l'intimité.

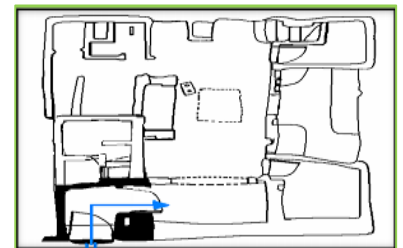


Figure II- 15: L'entrée en chicane. source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE. CAS DU M'ZAB

8. Les techniques de construction :

- L'orientation favorable:

La majorité des maisons sont orientées « Sud » ce qui leur procure l'ensoleillement en hiver (rayons obliques) et la protection en été des rayons verticaux.

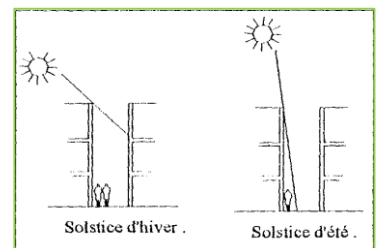


Figure II-16: Schéma de l'ensoleillement. Source : LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE. CAS DU M'ZAB

Ventilation et l'enseiement du chebek :

- **Chebek** : Percement pratique dans le plafond (éclairage zénithale) de forme rectangulaire sa position est plus souvent centrale.
- **L'enseiement** :



Photo II- 12 : Photo de Chebek

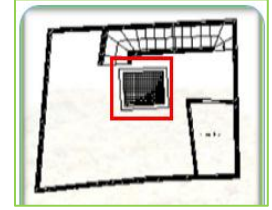


Photo II- 11 : Plan de terrasse

Le chebek éclaire le West-el-dar avec le caractère de la prolongation il va éclairer les autres espaces.



Figure II-17: L'enseiement par la propagation. Source : rapport de stage Etudes la différente caractéristique mécanique et chimique de la Construction en terre

- **La ventilation** :

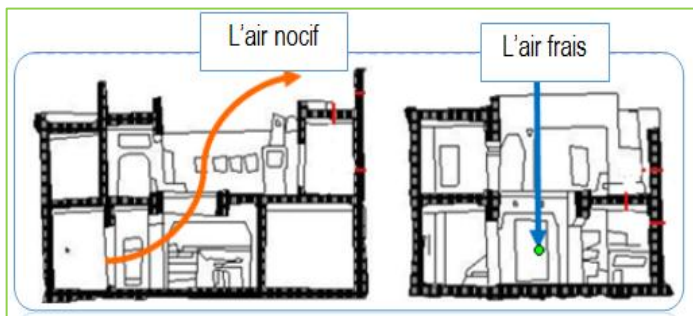


Figure II-18: La ventilation à travers le chebec. Source : rapport de stage Etudes la différente caractéristique mécanique et chimique de la Construction en terre

- **Système de ventilation des parois** :

- **Matériaux de construction** :

L'utilisation des matériaux locaux, les matériaux sont extraits du même, ce qui permet une meilleure adaptabilité (pierre, gypse, mortier de chaux, tronc de palmier...).

La capacité calorifique des matériaux ralentit l'entrée de la chaleur de jour et la restitue la nuit, quand elle est bénéfique.

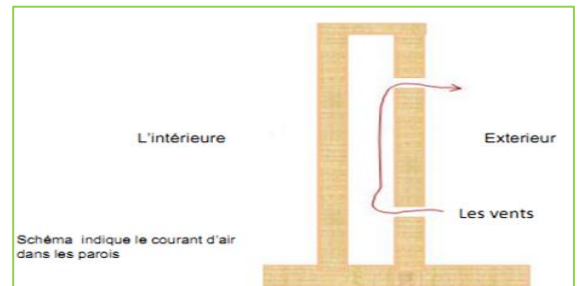


Figure II-19: Schéma indique le courant d'air dans les parois. Source : rapport de stage Etudes la différente caractéristique mécanique et chimique de la Construction en terre

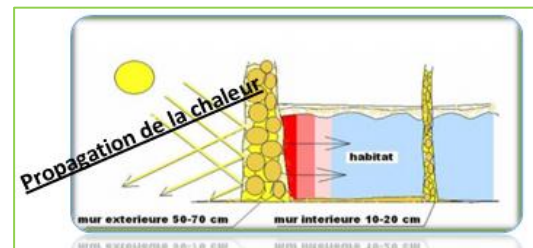


Figure II -20: Capacité calorifique des parois en pierre Source : rapport de stage Etudes la différente caractéristique mécanique et chimique de la Construction en terre

1.1. Exemple2 : Maison soufie bioclimatique⁷

1. Le choix de l'exemple :

La région « OUED SOUF » se caractérise par des conditions climatiques dures, en certains points analogues à celles de la région de Laghouat.

L'Architect dans sa conception et sa réflexion a essayé de respecter l'architecture traditionnelle de la zones tous ont trouvant des solutions au contrainte climatique qui se pose à savoir : la chaleur, les vents....ex.



Photo II- 13 : La maison soufie. Source : revue vies de ville N°22

2. Situation :

La maison est située au nord-est du Sahara septentrional à oued souf.

«La région de Guemar»

La parcelle choisie se situe dans un site suburbain caractérisé par un microclimat plus au mois frais par rapport au celui du centre-ville dû à la présence de grande surfaces de terres agricoles.



Photo II- 14: Plan de situation, Source : Source : revue vies de ville N°22

3. Accessibilité :

Une bonne desserte assurée par 02 accès mécaniques.

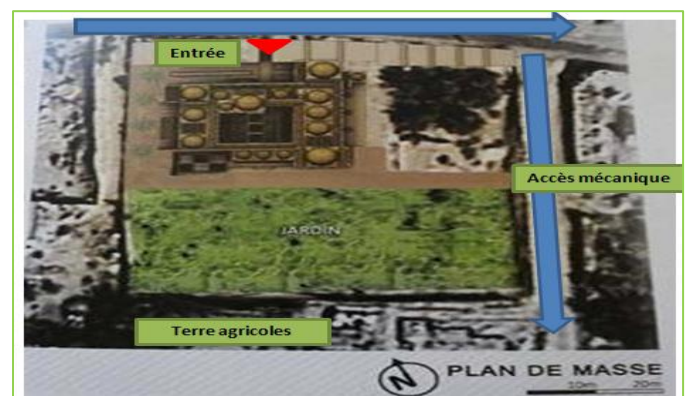
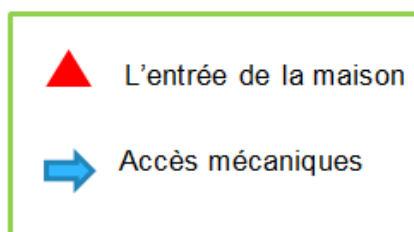


Figure II- II-21: Plan de masse. Source : revue vies de ville N°22

⁷ Source: revue vies de ville N°22 travail de Taki Eddine seghier encadré par m.Nacereddine Kassab

4. Etude de plan de masse :

- **Spécificité et contrainte de site :**
 - Le terrain est relativement plat, clôturés par de petite colline de sable le long de (ancienne protection contre le vent).
 - De grandes surfaces de terre agricole plantées de palmiers situées au sud de la parcelle constituant un barrage contre le vent de sable.

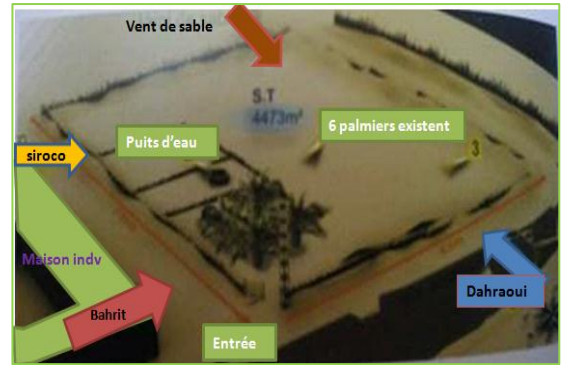


Photo II- 15: Plan de masse. Source : revue vies de ville N°22

5. Volume et façades :

- La toiture dynamique, effet de courbe fait par les coupoles
- utilisation des arcs en plein cintre et la galerie couverte un espace tampon joue un rôle important au rafraichissement
- Les baies vitrées en moucharabieh pour diminuer la direction des rayons solaires et créer de l'intimité.

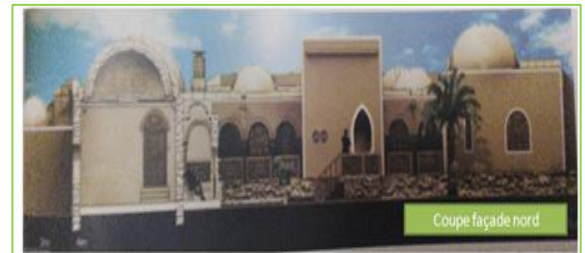


Figure II- II-22 : Façade nord. Source : revue vies de ville N°22



Figure II- II- 23 : Façade sud. Source : revue vies de ville N°22

6. Organigramme fonctionnel et spatial :

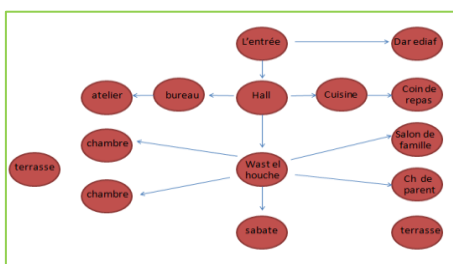


Figure II- 25: Organigramme spatial du RCD

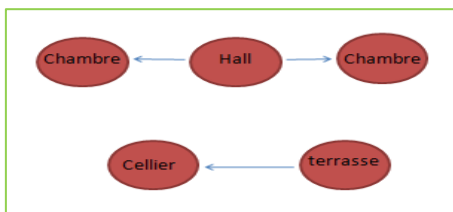


Figure II- II- 24 : Organigramme spatial du sous-sol



Photo II- 16: Plan du RCD. Source : revue vies de ville N°22

- 1- Dar ediaf
- 2- Hall
- 3- cuisine
- 4- coin de repas
- 5- salon de la famille
- 6- chambre de parent
- 7- sabate
- 8- chambre
- 9- bureau
- 10- atelier
- 11- terrasse
- 12- piscine
- 13- wast el houche

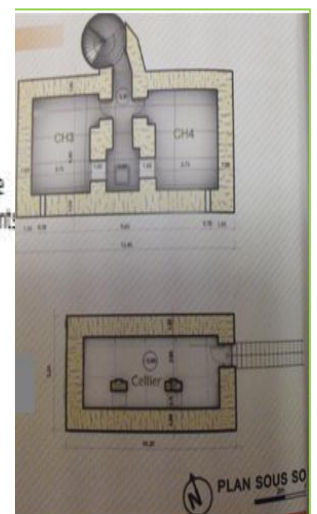


Photo II- 17 : Plan du sous-sol. Source : revue vies de ville N°22

• Réinterprétation du plan :

Le plein (le bâti) :

Organisé centrale autour du patio, ce principe d'organisation spatial permet d'ouvrir tous les espaces vers le patio en assurant le maximum d'intimité de la maison sans avoir besoin d'ouvrir à l'extérieur.

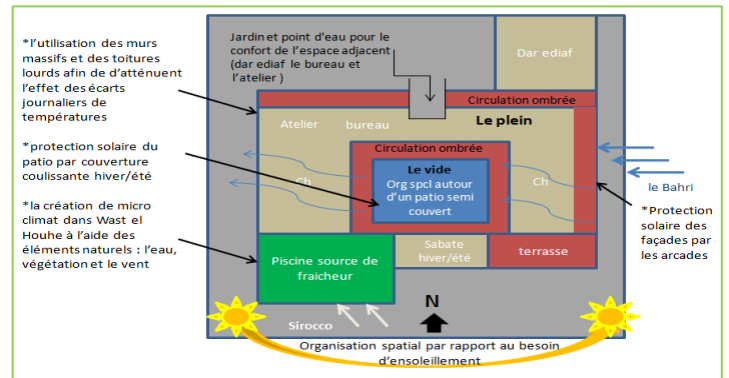


Figure II- II-26 : Schéma d'affectation des espaces .Source : revue vies de ville N°22

➤ **L'idée :**

Une conception qui va assurer la bonne ventilation naturelle transversale des espaces, en profitant du « Bahrit » venu de l'est en été en se protégeant du vent de sable et du sirocco.

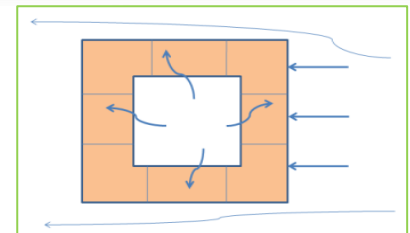


Figure II- II-27 : Schéma descriptif de l'idée. Source : revue vies de ville N°22

Le patio :

Élément principale dans la maison soufie, vu son organisation et la distribution des espaces, l'apport naturel de l'éclairage et de la ventilation.

➤ **L'idée :**

Le patio semi couvert permet de profiter au maximum de l'énergie solaire en hiver et protéger le patio et les espaces de vie du soleil direct en été.

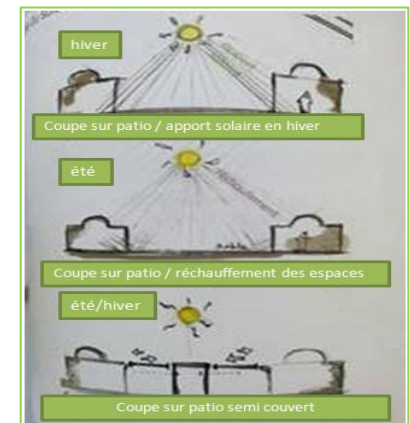


Figure II- II-28 : Schéma descriptif du patio. Source : revue vies de ville N°22

Le sabat :

Ce fameux espace de la maison soufie est consacré à la vie d'été, vu son orientation nord protégée du soleil pendant toute la journée.

➤ **L'idée :**

Réserver le concept de cet espace d'été vu sa valeur dans la maison soufie traditionnelle créé un plan d'eau adjacent qui rendra l'air de cet espaces et West El houch plus humide, confortable même en hiver par l'utilisation de baies vitrée en moucharabiehs dans la façade sud.

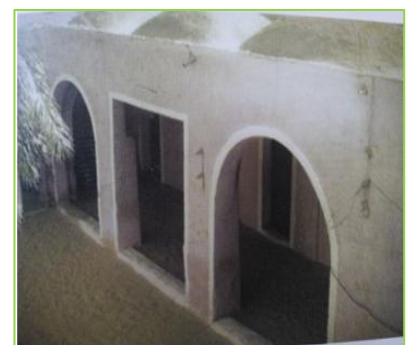


Photo II- 18 : Le sabat. Source : revue vies de ville N°22

7. Les techniques de construction :

Les étapes principales de la construction du projet :

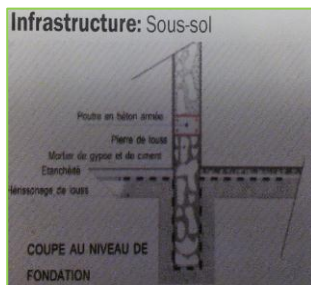


Figure II- II-32 : 1ère étape : L'infrastructure. Source : revue vies de ville N°22

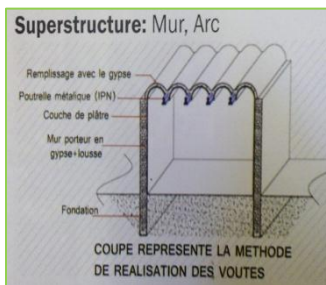


Figure II- II-31 :2ème étape : La superstructure. Source : revue vies de ville N°22

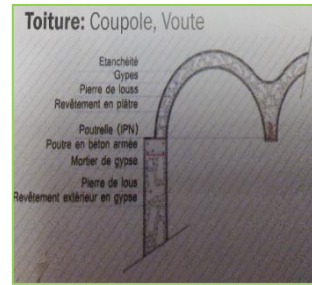


Figure II- II-30 :3ème étape : La toiture. Source : revue vies de ville N°22



Figure II- II-29 : Coupe transversale au plafond .Source : revue vies de ville N°22

• **Matériaux de construction :**

- Les matériaux utiliser dans la construction sont 90 % des locaux en (lousse et mortier de gypse)
- L'utilisation des IPE comme trompe pour les coupoles, et pour transmettre les charges des planchers voutée aux murs porteurs.
- Le bois pour la menuiserie et la couverture du Wast El houche.
- Petites quantité du ciment pour le chainage et l'espaces exposé à l'humidité (sous-sol).

• **L'ensoleillement du patio semi couvert :**

- La couverture du patio et composé de deux types de pare-soleil horizontaux en bois « dimension proportionnées »
- **Type 1 :** trois plaque en moucharabieh foxées « 2.3x3m » au centre de la trame de patio « fig1 »
- **Type 2 :** six plaque de brise soleil « fig2 » « 2.3x3 m » imbriquée sur des rails « fig3 » peuvent se déplacer indépendamment sur la trame en bois.

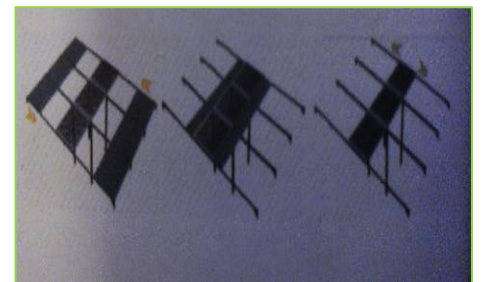


Figure II- II-33 : La couverture du patio. Source : revue vies de ville N°22

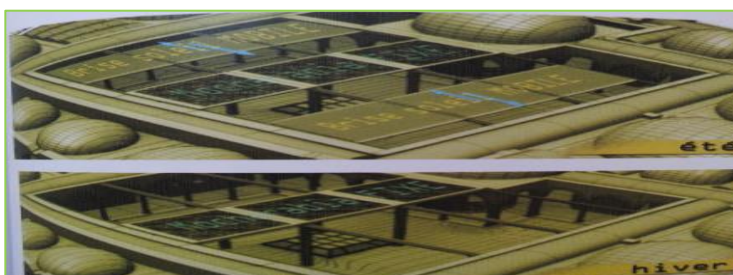
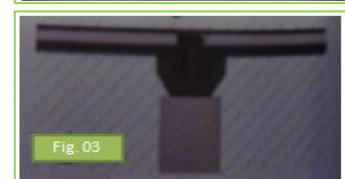


Photo II- 19 : Brise soleil fixe et mobile. Source : revue vies de ville N°22

1.2. Exemple3 : Maison de Akil Sami « L'habitat vernaculaire de Hassan Fathy »⁸

Le choix de l'exemple :

L'architecte égyptien HASSAN FATHY est chargé de construire une importante œuvre : MAISON AKIL SAMI, Après une étude de la société paysanne, de ses traditions de ses activités et de ses conditions de vie et aussi avec une étude sur le climat aride et chaud de L'Egypte qui est en grande partie désertique et qui est similaire au climat présaharien de la région de Laghouat.

Fiche Technique :

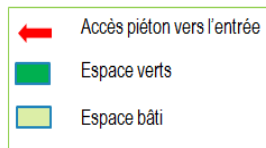
- Localisation : Dahshur-Egypte
- Architect : Hassan Fathy
- Date de réalisation : 1978
- Type de projet : résidentiel

Situation :

La maison se situe à Dahshur de l'Egypte antique, à une quinzaine de kilomètres de Saqqarah au sud du Caire.

Accessibilité :

La maison se trouve dans un terrain paysan entouré des palmeraies (Absence des voies carrossable).



3. Etude de plan de masse :

- Le bâti occupe 30% entouré le non bâti 70% qui représentent le jardin
- La géométrie simple



Photo II- 20 :Maison Akil Sami, Source: Steel, James1997.An Architecture for people



Photo II- 21 : Plan de situation, Source Google Map

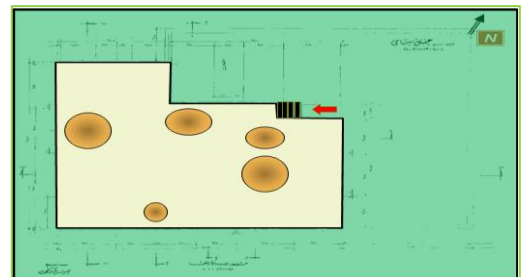


Figure II- II-34 : Plan de masse, Source : auteur



Photo II- 22 :L'espace verts, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people

⁸Source : Steel, James 1997.An Architecture for people :The CompleteWorkes of Hassan Fathy.London,UnitedKingdom :Thames and Hudson

- L'utilisation d'une ceinture végétale de palmiers et d'arbres au côté sud et côté ouest pour protéger des vents, adoucir l'air et fournir l'ombre sur les façades
- Pour se protéger du soleil, l'idée est de placer le grand axe de la maison Est-Ouest.
- Une bonne orientation (réduire la température intérieure).

4. L'orientation :

- L'orientation idéale vis-à-vis du soleil et vis-à-vis du vent, est est-Ouest.
- La bonne orientation permet déjà de réduire considérablement la température intérieure.

5. Volume et façades :

La volumétrie :

- Une volumétrie riche en décrochements
- Une toiture dynamique par les voutes
- On considère que les volumes sont en équilibre.

Les façades :

- La répétition des voutes assure une hiérarchie et une harmonie
- Les voutes sont surmontées par des claustras qui participent à l'éclairage naturels et aussi à l'aération.

- **L'malqaf** : élément vertical matérialise:

- La protection
- La transcendance
- Elle représente La fortification

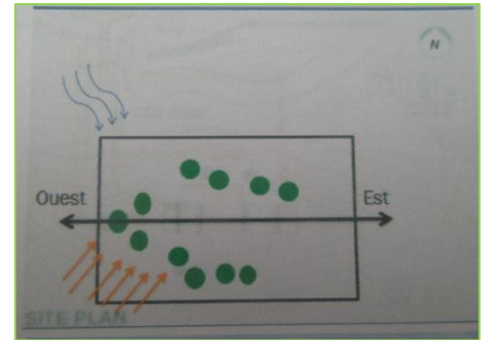


Photo II- 23 :Plan de masse, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people



Photo II- 24 :MaisonAkil Sami, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people



Photo II- 25 :MaisonAkil Sami, Source:Steel, James 1997.An Architecture for people

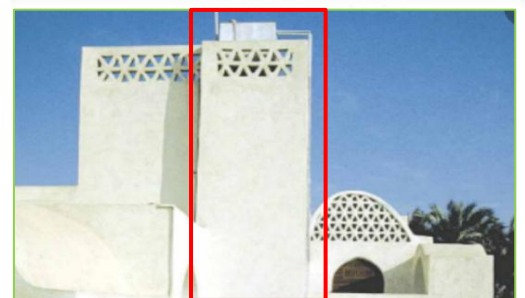


Photo II- 26 :Lmalqaf, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people

- La fenêtre en moucharabieh en bois permettant de laisser passer l'air tout en filtrant les rayons solaires.



Photo II- 27 :Fenêtres en moucharabieh, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people

6. Les techniques de conception :

La voute :

La technique qui caractérise le plus cet habitat est le toit en voute, le moyen le plus adapté et le plus efficace pour repousser les radiations solaires.



Photo II- 28 :La voute, Source: Steel, James 1997.An Architecture for people

Le malqaf :

Un système du rafraichissement d'air sa conception est basée sur un point d'évaporation (jarre de grande porosité) qui est poreux et humide et avec la convection d'air, la fraicheur est répartie dans la maison.

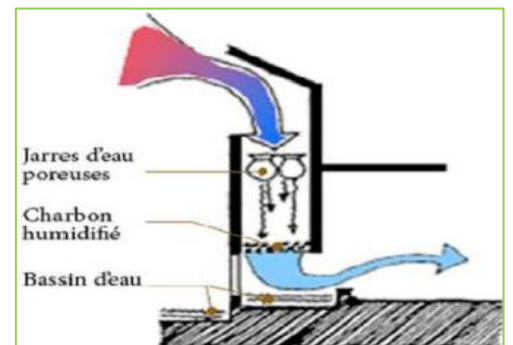


Figure II- 35 : Principe du rafraichissement Malqaf, Source:Steel, James 1997.An Architecture for people

9. Matériaux de construction :

L'utilisation de la brique de boue qui se caractérise par :

- La bonne isolation thermique et une grande inertie
- Régulation naturelle de la température et de l'humidité

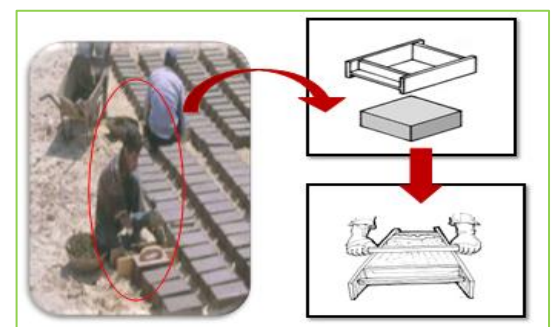


Figure II-36 : Préparation de la brique de boue, Source:Steel, James 1997.An Architecture for people

Les cibles de la HQE :

I. Eco-construction:

A. Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

par l'utilisation des matériaux locaux et les éléments traditionnel (le toit en voûte pour la protection solaires ;les toitures terrasses; les moucharabiehs ; les petits ouvertures ; les colleur naturel....)

B. Le matériau de construction :

La brique de boue.

II. Eco-gestion:

A. Gestion de l'énergie:

Une maison n'a ni chauffage ni climatisation et pourtant il y fait bon en été et doux en hiver son propriétaire n'utilise la cheminée que deux ou trois fois par an.

III. CONFORT:

A. Confort hygrothermique:

L'architecte a utilisé plusieurs techniques pour assurer le confort thermique:

- Dans les murs: la technologie de terre murs épais en brique de boue
- L'utilisation les moucharabieh et les petites ouvertures pour diminuer la température ainsi qu'une bonne orientation du vent peuvent réduire de plus de 10°C la température intérieur par rapport à l'extérieur.

B. Confort visuel :

Le toit en voûte est le plus efficace pour repousser les radiations solaires et l'utilisation des pergolas pour créer de l'ombre.

IV. Santé :

A. Qualité sanitaire de l'air:

Le malqaf (capteur d'air) permet d'introduire de l'air dans la pièce principale.

SYNTHESE :

D'après l'analyse des exemples on a tiré des principes déjà utilisés dans la conception d'un habitat individuel durable, il doit répondre à plusieurs critères tel que :

Plan de masse :

- Création d'un espace protégé pour assurer la communication social
- Conception des voies de manière à restreindre l'accès aux habitants seulement.

Formes et volumes :

- Le respect de l'architecture local sur le plan esthétique, fonctionnement, soucis climatique « intégration »
- Une harmonie entre la simplicité et l'esthétique formelle

Façades :

- L'intégration de la typo-morphologie de la ville de Laghouat : entrée en « chicane » au niveau de la façade principale.

Organisation intérieures :

- Exposé les garages vers les voies mécaniques pour faciliter l'accès des véhicules
- Organisation spatial autour du patio, principe de l'introversion des espaces : volonté de s'inspirer de l'architecture locale de Laghouat
- La hiérarchisation des espaces et des parcours intérieurs
- Séparation des espaces jours/nuits
- Revalorisé l'utilité de la terrasse accessible (espace de découvert)

Matériaux :

- Evaluer l'effet de l'utilisation des matériaux locaux sur l'amélioration des conditions du confort thermique.

Autres techniques :

- Les secteurs de l'habitat est énergivore donc l'utilisation de l'énergie renouvelable telle que les panneaux photovoltaïques et les capteurs thermique est indispensable.

INTRODUCTION :

Architecture environnementale est une forme de valorisation des aspects de l'environnement à travers les conditions architecturales et programmatiques du projet et nous n'imaginons pas un projet architectural séparé d'une démarche environnemental et écologique, une forte liaison existe entre l'architecture et le climat, entre l'homme et la nature.

A cet égard, on essaye, à travers, ce chapitre de définir les concepts liés à cette démarche et de découvrir les principes d'intégration d'un projet architectural dans son environnement.

1. Définitions des concepts liées à l'environnement :

1.1. Définition de l'environnement¹ :

L'environnement est l'ensemble des éléments qui constituent le voisinage d'un être vivant ou d'un groupe d'origine humaine, animale ou végétale et qui sont susceptibles d'interagir avec lui directement ou indirectement, C'est ce qui entoure, ce qui est aux environs.

1.2. L'Habitat Durable² :

L'habitat de demain devra être durable et l'habitat durable ne se limite pas seulement à l'efficacité énergétique.

La durabilité de l'habitat s'étend aux questions de localisation de l'habitat, de mixité sociale et d'efficacité économique. Elle s'appuie sur les principes cités ci-dessous :

- **Les Principes De La L'habitat Durable:**

- ✓ Économiser l'énergie :
 - Concevoir un bâtiment favorisant les apports solaires passifs.
 - Limiter les déperditions de chaleur, en prévoyant une bonne isolation,
 - Utiliser des énergies renouvelables naturelles pour le chauffage et l'électricité
 - Faire des économies sur la consommation d'électricité et de chauffage.
- ✓ Une meilleure qualité de vie :
 - La qualité des espaces, de la lumière, de l'air
 - Des matériaux durables, renouvelables et sains

¹ Source (www.coduform.be/pdf).

² Source (www.coduform.be/pdf).

✓ Préserver l'environnement :

- Préserver l'environnement, c'est, au sens large, utiliser des matériaux sains, ne pas polluer, ne pas gaspiller, ne pas détruire l'écosystème (gaz à effets de serre, déchets non biodégradables, déforestation...).

1.3. Les habitats passifs³ :

Ils concernent des maisons à très faible consommation d'énergie où les conditions de confort sont assurées par les solutions et techniques passives.

1.4. Les habitats à énergie positive⁴ :

Ils produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment grâce à des équipements de production d'électricité (panneaux solaires, éoliennes, etc.)

1.5. Les habitats autonomes ou habitats zéro-énergie⁵ :

Le principe des maisons autonomes est de produire directement l'énergie nécessaire au chauffage et à l'éclairage, sans dépendre d'un fournisseur extérieur, et de gérer son approvisionnement en eau (récupération de l'eau de pluie, des cours d'eau, etc.), ainsi que son traitement (par lagunage : l'eau est filtrée par les racines des plantes).

1.6. Le Bio-Habitat⁶ :

Le bio-habitat applique également une logique simple:

- utiliser des matériaux fabriqués localement afin de limiter les moyens de transports. C'est autant d'économie d'énergie et de CO2 en moins dans l'atmosphère.
- Une bonne conception de son habitat (capteurs solaires, expositions, formes de construction, choix des matériaux...) permet ainsi de faire des économies d'énergie et surtout de bâtir dans le respect de l'environnement.

1.7. L'habitat écologique⁷ :

Une construction écologique est également peu énergivore et en phase avec l'environnement local, l'habitat écologique se base ainsi sur trois principaux piliers :

³ Source (www.coduform.be/pdf).

⁴ Source: Mémoire de Magister : Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Econome, Tlemcen, Mars 2009

⁵ Source: Livre la maison a énergie zéro, (édition Eyrolles61, 2007) P51-54

⁶Source : Estéban Emilio Monténégro Tura. « Impact de la configuration des bâtiments scolaires sur leur performance lumineuse, thermique et énergétique. » Thèse de doctorat Faculté des études supérieures de l'Université Laval. Canada. 2011. pl. 64

- 1) L'éco-conception des bâtiments
- 2) L'efficacité énergétique
- 3) L'organisation des réseaux

• **Principe de base de la conception écologique:**

Un système socio-économique est écologiquement durable s'il:

- Ne consomme pas plus d'énergie et de matière que l'écosystème peut lui en fournir durablement :
 - ✚ notion de « **renouvelable** ».
- Ne produit pas plus de déchets que l'écosystème est susceptible d'en tolérer :
 - ✚ notion de « **capacité de charge** ».

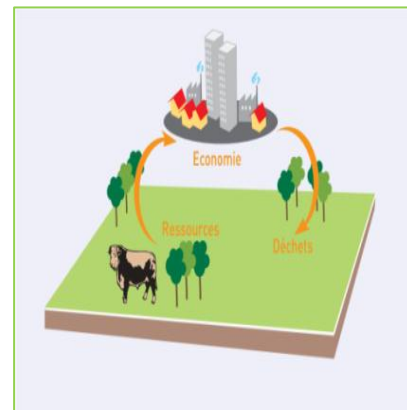


Figure III- 1 : La base de la conception écologique Source: Global Footprint Network

1) L'éco-construction :

Ce sont des bâtiments qui minimisent leurs besoins, ainsi que leur impact sur le site et sur l'environnement par :

○ **L'implantation:**



Figure III- 2: L'implantation préférée du site source: www.ecorea.fr/construction-bioclimatique.php

○ **L'Orientation:**

C'est un facteur très important à considérer, surtout pour la distribution des ouvertures.

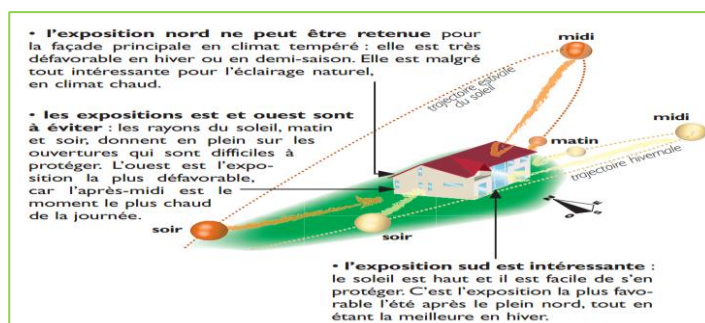


Figure III- 3: L'orientation préférée du bâtiment Source : www.ecorea.fr/construction-bioclimatique PHP

○ **Formes compactes :**

Afin de limiter les déperditions, l'enveloppe du bâtiment doit être donc la plus compacte possible, c'est à dire qu'il faut minimiser les surfaces en contact avec l'extérieur.

○ **L'isolation thermique :**

L'isolation thermique est placée soit :

- À l'intérieur du bâtiment, seul le volume est chauffé, la structure (murs et planchers) reste froide.
- A l'inverse, placé à l'extérieur comme une seconde peau, elle permet de conserver une bonne inertie et supprime les ponts thermiques.

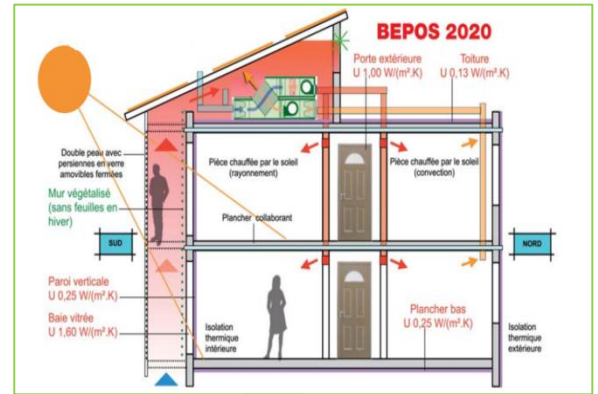


Figure III- 4: Isolation thermique d'un bâtiment BEPOS. Source : Mémoire de Magister : Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Economique, Tlemcen, Mars 2009

○ **La ventilation:**

Le principe de base repose sur la récupération de la chaleur de l'air sortant et l'équilibrage des températures entre l'air sortant et l'air rentrant.

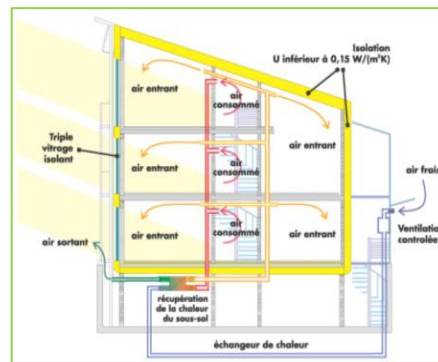


Figure III- 5: Système de puits Canadian. Source : Mémoire de Magister : Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Economique, Tlemcen, Mars 2009



Figure III- 6: Ventilation mécanique à double flux. Source : Mémoire de Magister : Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Economique, Tlemcen, Mars 2009

○ **L'utilisation des plantes (écran vert):**

La création des microclimats dans les zones chaudes.

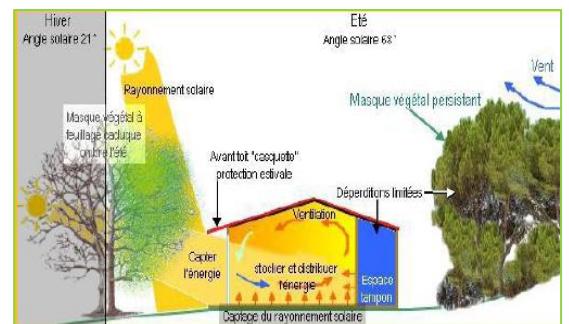


Figure III- 7: Rôle d'implantation des plantes. www.ecorea.fr/construction-bioclimatique.php

○ **L'utilisation des vérandas:**

Sont des annexes vitrées adossées au côté Sud agissent également comme des zones tampons et privilégient l'effet de serre.



Photo III- 1: Les Vérandas Source: Google image

2) Eco gestion de l'énergie:

○ Énergie solaire thermique:

- **Les capteurs solaires:** transforment l'énergie solaire en chaleur par l'intermédiaire d'un fluide (air, eau), il permet la production de la chaleur pour le chauffage domestique et pour l'eau chaude sanitaire.



Photo III- 2 : Les capteurs solaires
Source: Google image

- **Le photovoltaïque :** permet de transformer l'énergie du rayonnement solaire en énergie électrique.

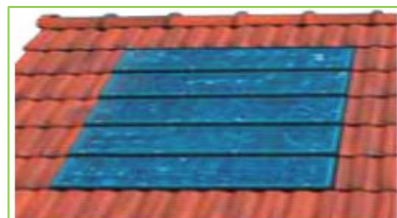


Photo III- 3 : Les panneaux photovoltaïques .Source: Google image

3) Eco gestion des déchets :

○ Catégories des déchets:

Les déchets sont regroupés en trois grandes catégories :

- ✓ Les déchets agricoles.
- ✓ Les déchets ménagers et assimilés.
- ✓ Les déchets industriels.

○ Gestion des déchets:

Les trois R constituent une stratégie de gestion des produits en fin de vie et des déchets qui en découlent, visant à :

- ✓ **R**éduire la quantité de produits qui arrivent en fin de vie.
- ✓ **R**éutiliser des produits ou certaines de leurs parties qui deviendraient autrement des déchets.
- ✓ **R**ecycler les matières premières.

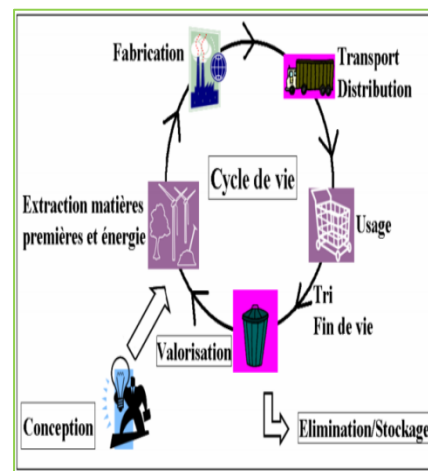


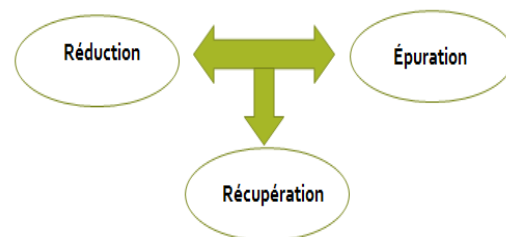
Figure III- 8: Schéma du cycle de vie d'un produit. Source: Google image

4) Eco-gestion de l'eau :

○ Réduction de la consommation:

Elle s'appuie, à la fois, sur :

- L'économie d'eau potable.
- La récupération et la gestion des eaux de pluie.
- La maîtrise des eaux usées.



○ **Récupération des eaux de pluie:**

La récupération des eaux de pluie permet de couvrir les besoins « non nobles » d'une habitation tels que les chasses d'eau, l'arrosage des jardins, les machines à laver, etc...



Figure III- 9:Schéma de récupération des eaux de pluie .Source: Google image

5) Matériaux écologiques :

Un matériau écologique est un matériau recyclable, à faible énergie grise, et un matériau qui n'a pas d'impacts négatifs sur la santé des occupants de l'habitation.



Figure III- 11:Le bois Source: Google image



Figure III- 10:Les briques perforées de terre cuite .Source: Google image

1.8. L'habitat Bioclimatique⁸ :

Consiste à adapter le bâtiment en climat et à l'environnement et à concevoir une enveloppe économe en énergie, un bâtiment respectant les principes du bio climatisme permet de diminuer ses besoins de chauffage [hiver] et de maintenir une température agréable [été] sans faire recours au climatiseur, ou d'autres systèmes très « énergivores »

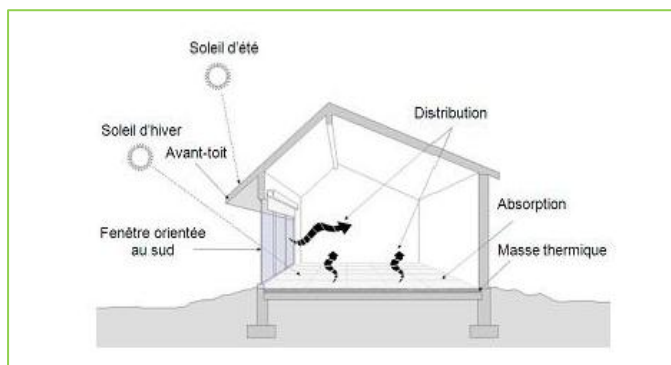


Figure III- 12:configuration d'une habitation bioclimatique Source: Mémoire magister Ben Mehdi Rachid 2013

⁸Source : L'Impact Environnemental d'une Habitation Durable, Revue des Energies Renouvelables, p. 545 – 559

1.9. Définitions des confort⁹ :

Le confort est une notion étroitement liée à la sensation de bien-être et qui ne possède pas de définition absolue.

Il est défini comme étant une notion subjective qui résume tout un ensemble de sensation.

Le confort peut être défini aussi comme l'interaction entre l'individu et l'espace qui l'entoure.

1.9.1. La notion du confort thermique :

La notion de confort thermique, désigne l'ensemble des multiples interactions entre l'occupant et son environnement où l'individu est considéré comme un élément du système thermique, pour le définir on lui associe plusieurs paramètres, notamment:

- Le paramètre physique : l'homme est représenté comme une machine thermique et on considère ses interactions avec l'environnement en termes d'échanges de chaleur.
- Le paramètre psychologique: Il concerne les sensations de confort éprouvées par l'homme et la qualification des ambiances intérieures.

Pour assurer le confort thermique, une personne ne doit avoir ni trop chaud, ni trop froid et ne ressentir aucun courant d'air gênant.

Donc l'appréciation du confort thermique dépend du métabolisme de chacun.

Dans une même ambiance quelqu'un pourra se sentir bien (sensation de confort) alors qu'une autre personne pourra éprouver une certaine.

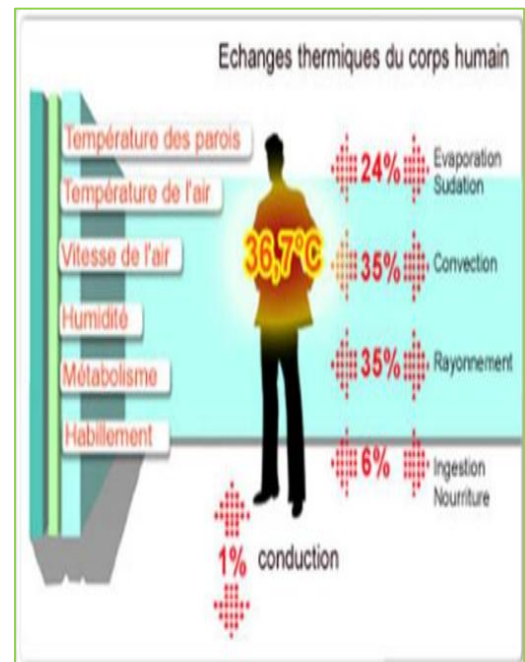


Figure III- 13: Les paramètres de confort thermique.
Source : Lié bard, A. et De Herder, A., 2005.

→ Confort thermique :

- Absence d'inconforts (FANGER) norme ISO 7730
- Sensation de bien-être physique et mental (European passive solar handbook)
- Conditions pour lesquelles les mécanismes d'autorégulation du corps sont à un niveau minimum d'activité (GIVONI)

⁹Source: K.Parson."Human thermal environment». London: 2nd edition. 2003 cite in Thellier, F. « Modélisation du comportement thermique de l'homme et de son habitat, une approche de l'étude du confort », étude réalisée à l'université Paul Sabatier de Toulouse. France. 1989. Pages 163

1.9.2. Les stratégies de confort thermique :

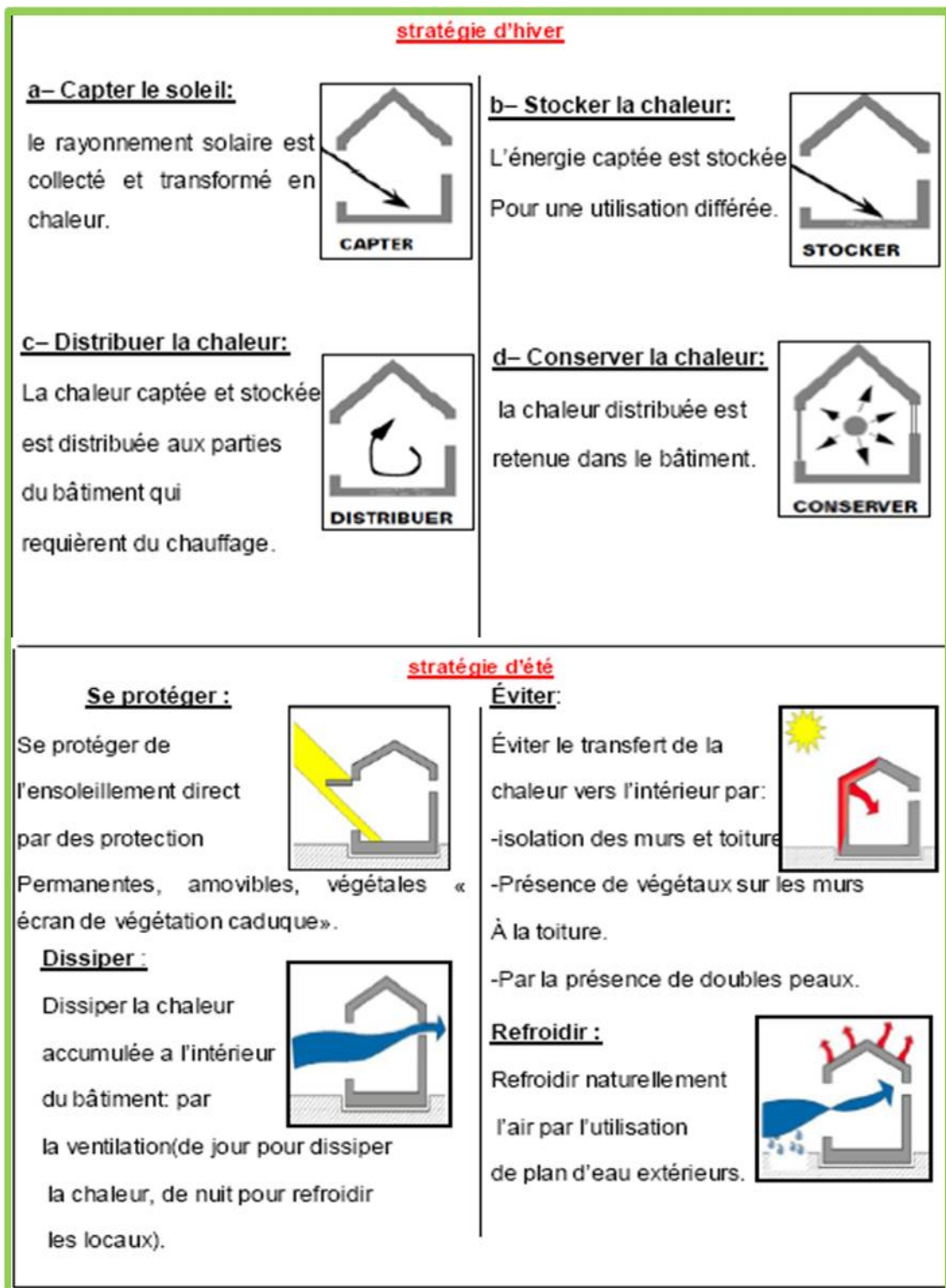


Figure III- 14: La stratégie d'hiver et la stratégie d'été, source : Mémoire Master promo 2015 : La conception d'un habitat collectif durable à la ville de Djelfa

1.9.3. Paramètres affectant du confort thermique¹⁰ :

On s'appuie dans notre recherche sur 02 paramètres :

1) L'ensoleillement :

Toute construction ne tenant pas compte de la position du soleil consomme de grandes quantités d'énergie pour son chauffage en hiver et sa réfrigération en été. Au moment de la conception d'un bâtiment il est utile de faciliter la pénétration du rayonnement solaire à l'intérieur des pièces à chauffer en hiver à l'inverse de l'été ou ce rayonnement est à éviter.

Le rayonnement solaire global qui atteint les parois d'un bâtiment est la somme du rayonnement direct issu du soleil, diffus par le ciel et les nuages et réfléchi par l'environnement.

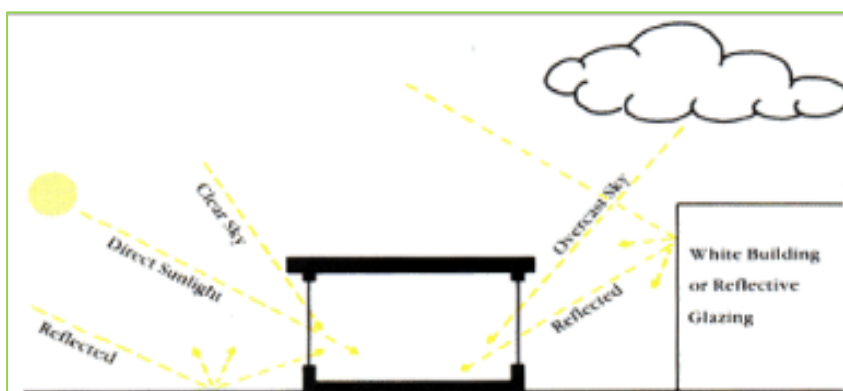


Figure III- 15: Les différents types de rayonnement. Source : mémoire magister rapport entre (l'éclairage naturel et le confort thermique) (EPAU)

2) La ventilation:

La ventilation naturelle est une des stratégies de rafraîchissement les plus anciennes.

Ventiler un bâtiment résulte d'un échange d'air entre l'intérieur et l'extérieur à un taux varié. Ce remplacement de l'air intérieur chaud par l'air extérieur froid est la source du rafraîchissement du bâtiment.

Différents dispositifs permettent d'optimiser la ventilation naturelle :

- Exposer les façades aux vents dominants des mois les plus chauds.
- Eloigner le bâti des obstacles à l'écoulement du vent.
- Protéger l'enveloppe du bâti des rayonnements solaires.
- Dimensionner les ouvertures et les dispositifs qui favorisent les écoulements d'air dans les espaces intérieurs.
- Anticiper l'aménagement intérieur afin que les circulations d'air soient canalisées avec un minimum de frottements.

¹⁰ Source : mémoire magister rapport entre (l'éclairage naturel et le confort thermique) (EPAU)

Les types de la ventilation naturelle :

On distingue trois grands types de système de ventilation naturelle :

- 1) Ventilation par simple exposition.
- 2) Ventilation traversant.
- 3) Ventilation par tirage thermique.

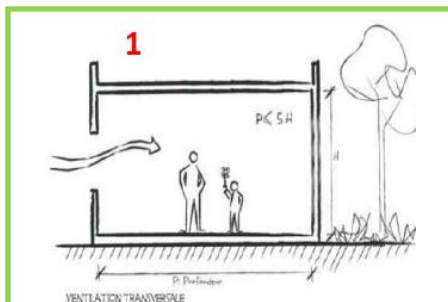


Figure III- 17:Schéma représente la ventilation transversale. Source : Guide ICEB-ARENE

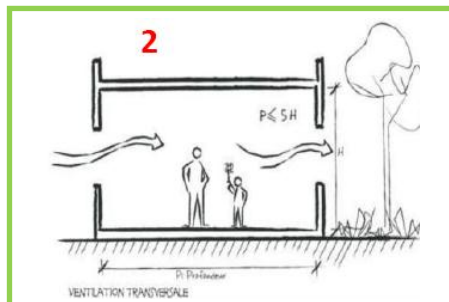


Figure III- 16:Schéma représente la ventilation simple exposition. Source : Guide ICEB-ARENE

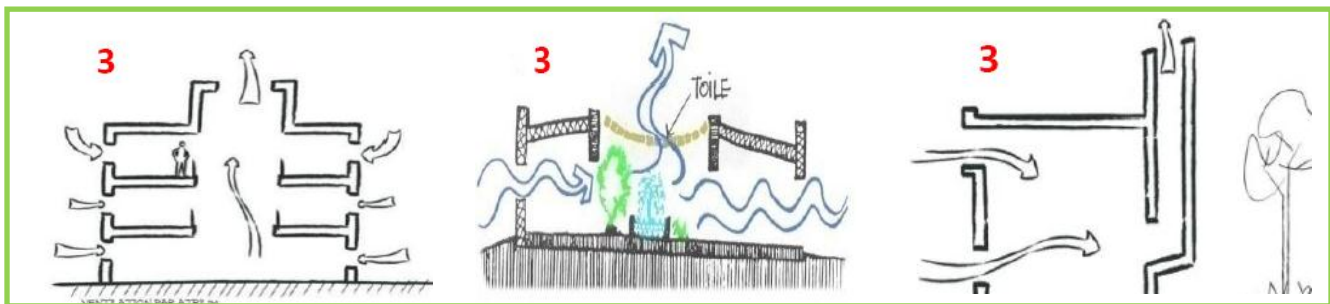


Figure III- 18:Schéma représente la ventilation et le rafraîchissement par tirage thermique. Source : Guide ICEB-ARENE

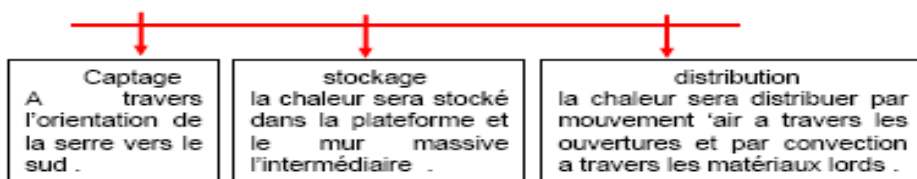
2. Définitions des sous concepts:

2.1. La serre :¹¹

La serre est un espace de vie saisonnier qui sert de production de chaleur en même temps que le préchauffage de l'air neuf et d'espace tampon qui atténue les déperditions nocturnes ou hivernales.

La serre un espace clos et vitre destiner d'améliorer le confort thermique dans les immeubles d'une manier passive.

Principe de fonctionnement :



¹¹Source : guide : comment concevoir sa maison bioclimatique p.06

2.2. Les capteurs à vent¹² :

Le dispositif architectural de la ventilation par la tour du vent est présent dans l'architecture vernaculaire des zones arides et chaudes selon des variantes adoptées aux climats et aux modes de construction.

- **Principe de fonctionnement de la tour :**

- En absence du vent, la nuit la tour fonctionne comme une cheminée, l'air est aspiré vers le haut et s'échappe par les ouvertures supérieures de la tour.
- L'air frais est introduit à l'intérieur du bâtiment par les portes et les fenêtres, il remplace l'air chaud des pièces qui remonte par la tour par effet venturi (aspiration par le haut).
- Les murs épais de la tour en particulier ceux de la partie supérieure qui ont absorbé la chaleur pendant le jour se refroidissent et stockent de la fraîcheur. Ce processus continu pendant toute la nuit.
- Et pendant le jour, le fonctionnement de la tour est l'inverse de la cheminée. La partie supérieure de la tour refroidie pendant la nuit précédente en contact avec l'air ambiant intérieur chaud le rendre froid, l'air chaud s'échappe par les portes et les fenêtres.

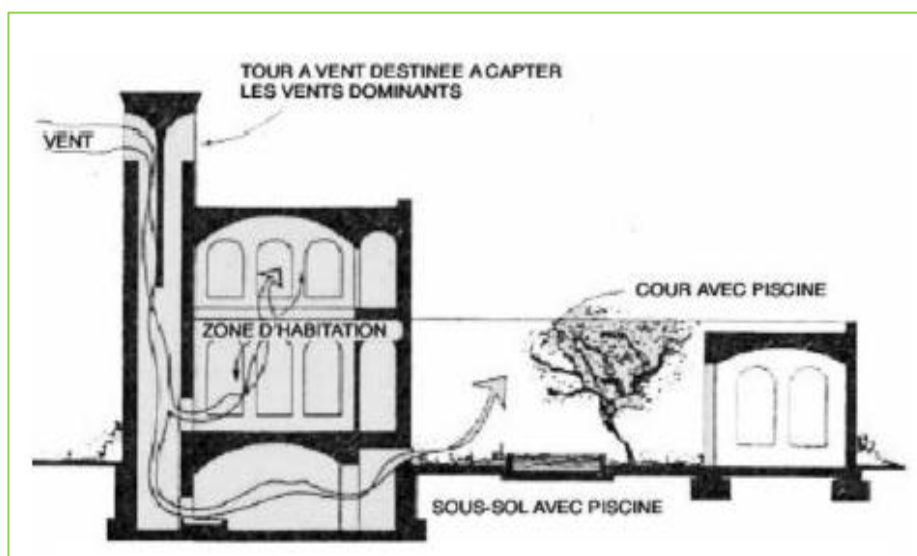


Figure III- 19: Principe d'une tour à vent pour une maison d'habitation source : Mémoire de magister Akchiche Zineb

¹²Source : Ait Kaci Zouhir. L'apport de la cage d'escalier dans la ventilation naturelle. UNIVERCITE MOULOU MAMMERIE DE TIZI-OUZOU

2.3. La gestion des espaces verts :

La gestion des espaces verts dans un aménagement répondant aux exigences du développement durable doit prendre en considération les 10 critères suivants : L'eau, le sol, la flore, recyclage des déchets, l'air, le paysage, le bruit, l'énergie, matériels, matériaux et produits, enfin les aspects humaines et sociaux.

Effet particuliers de la végétation dans un milieu urbain :

Les effets de la végétation dans un milieu urbain sont nombreux :

- Effet d'oxygénation : pendant le jour la fonction chlorophyllienne s'établit, le CO₂ est absorbé et O₂ est rejeté.
- Effet d'humidification : la végétation émet de la vapeur d'eau à travers son feuillage.
- Effet de fixation de la poussière : l'arbre par exemple fixe dix fois plus la poussière qu'une pelouse et trente fois plus qu'une surface goudronnée.
- Effet de protection contre les vents forts : les plantations d'arbres peuvent servir comme brise vent.

Les haies :

Une haie est une association d'arbustes ou d'arbres généralement plantés et entretenus pour former une clôture.

Les haies sont usuellement disposées en limites de parcelle pour assurer la séparation des propriétés ou la protection contre l'intrusion.



Photo III- 4 : Haie taillée (ou stricte)<http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=69157>

3. Définitions des nouveaux concepts:

3.1. BPOS¹³:

Bâtiment à Energie Positive est une construction qui présente une isolation et une perméabilité renforcées ainsi que des équipements à haute efficacité énergétique utilisant les énergies renouvelables.

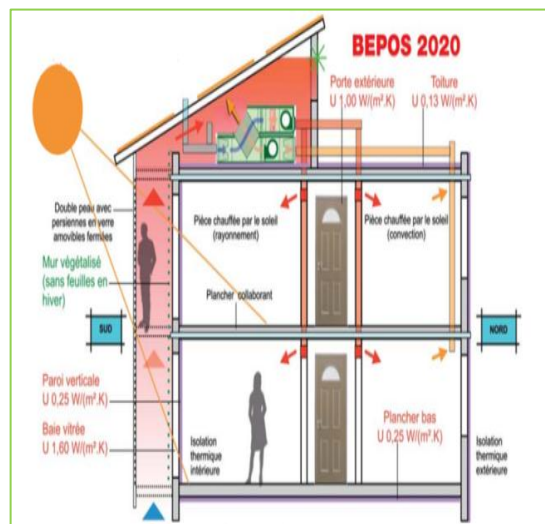


Figure III- 20 : Isolation thermique d'un bâtiment BEPOS.
Source : Mémoire de Magister : Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Econome, Tlemcen, Mars 2009

3.2. HPE (haute performance énergétique) :¹⁴

Concerne les constructions dont les consommations énergétiques conventionnelles sont au moins inférieures de 10% de la consommation de référence.

3.3. BBC (bâtiments basse consommation) :¹⁵

Le terme bâtiment « basse énergie » est en général utilisé pour désigner un bâtiment dont les performances énergétiques sont supérieures à celles d'une nouvelle construction ou à celles des exigences légales, et qui aura dès lors une consommation énergétique faible comparée aux bâtiments standards.



Photo III- 5 : Exemple maison à basse énergie à Gembloux. Source : Mémoire magister Ben Mehdi Rachid 2013 Conception et régulation des systèmes fermés de distribution et de circulation de chauffage/climatisation

¹³Source : http://www.xpair.com/lexique/definition/batiment_energie_positive.htm

¹⁴Source: Mémoire magister Ben Mehdi Rachid 2013 Conception et régulation des systèmes fermés de distribution et de circulation de chauffage/climatisation

¹⁵Source: Mémoire magister Ben Mehdi Rachid 2013 Conception et régulation des systèmes fermés de distribution et de circulation de chauffage/climatisation

4. ETUDE DE CAS : Maison Écologique « Suisse »¹⁶

4.1. Le choix de l'exemple :

Cette maison écologique est conçu de manière a :

- Favoriser les apports solaires passifs et offre une source gratuite d'énergie
- Limiter les déperditions de calories par la bonne isolation (les laines de verres et les fibres de bois)
- Utiliser des matériaux à faible impact environnemental
- Faire des économies sur la consommation d'électricité.

- Améliorer La qualité des espaces, de la lumière, de l'air (espaces bien ventiler et éclairer.....)
- La qualité des matériaux de construction qui sont sains et isolants.

4.2. Fiche Technique :

- Date de réalisation : 2008
- Surface de la parcelle : 891 m²
- Surface du terrain : 113 m²
- Nombre de pièce : 04
- Durée de réalisation : 3 mois
- Bureaux d'étude : atelier d'architecture Lucienne vasserot.



Photo III- 6: Vue Sur La Maison. Source : <http://lab-immo.ch/1037-/> Minergie-P-ECO MAISON

¹⁶Source jardin naturel <http://lab-immo.ch/1037-/> Minergie-P-ECO MAISON

4.3. Situation :

La maison est située en Suisse dans la commune de Romont dans un milieu naturel à la périphérie de la ville.

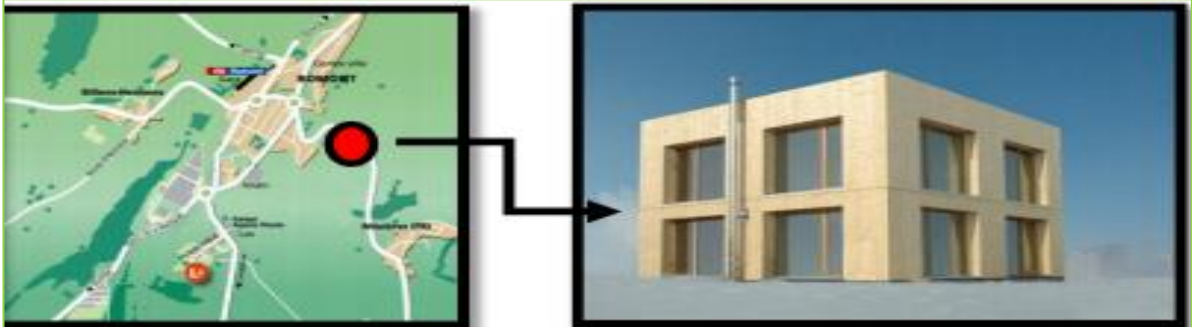


Photo III- 7 : La carte de la commune de Romot, Source : Google Map

Photo III- 8 : Vue 3D de la maison .Source : <http://lab-immo.ch/1037/> Mangerie-P-ECO MAISON

4.4. Accessibilité :

Une accessibilité facile par une seule voie mécanique :

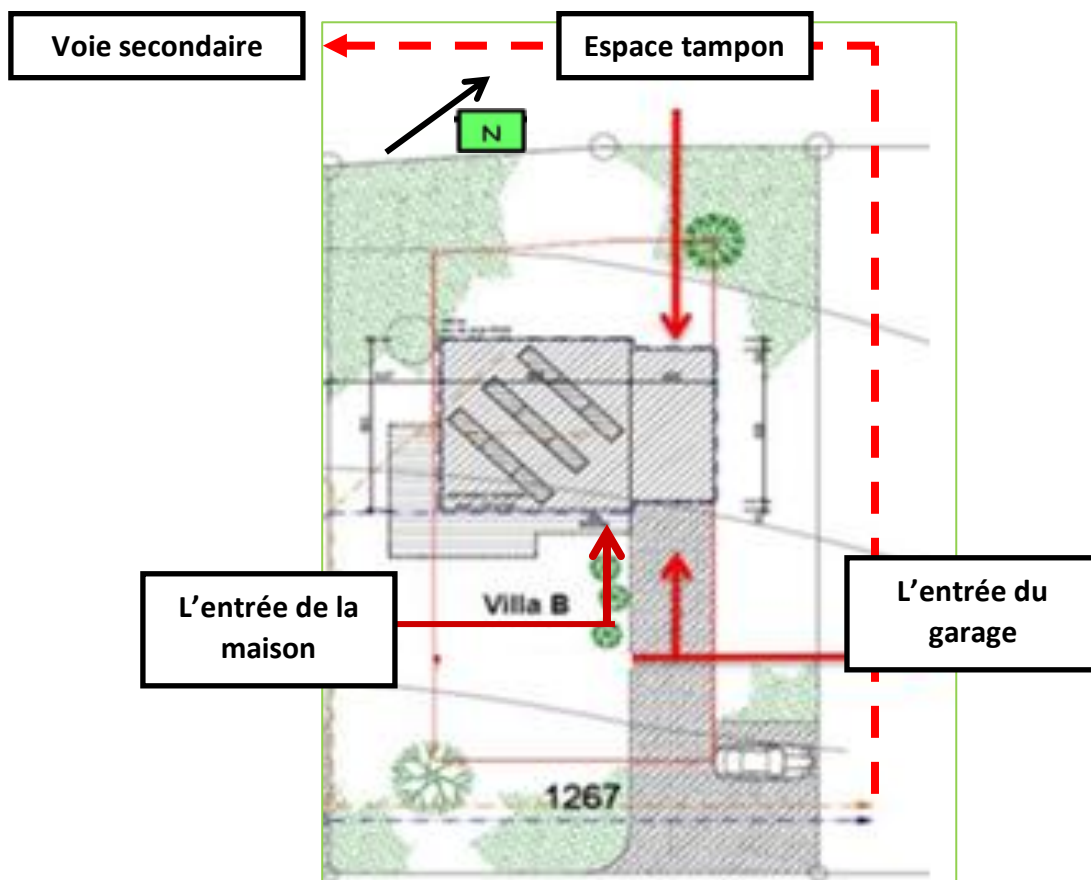


Figure III- 21 : Plan de Masse Source : <http://lab-immo.ch/1037/> Mangerie-P-ECO MAISON

4.5. L'implantation :

L'implantation de la maison se fait par La prise en compte des considérations contextuelles du site et les données environnementales et climatiques (ensoleillement, vent, pente, végétation). voir Figure III- 22

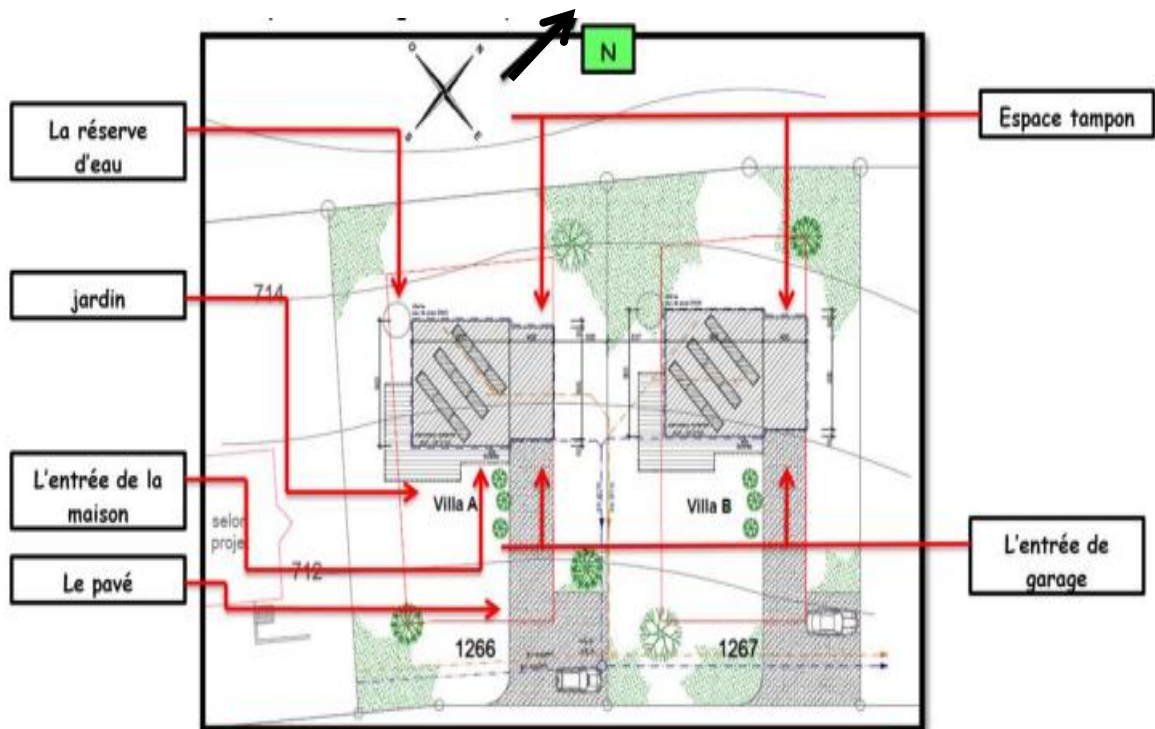


Figure III- 23 : Plan de Masse .Source : <http://lab-immo.ch/1037-/mangerie-P-ECO MAISON>

4.6. : Descriptif du projet :

L'idée du projet est l'assemblage de deux rectangles de formes simples

La forme simple a pour but :

- Réalisation rapide
- Eviter les grands travaux sur chantier
- Les éléments préfabriqués de formes simples.

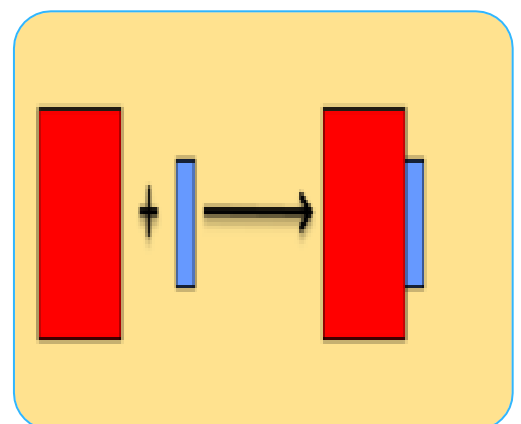
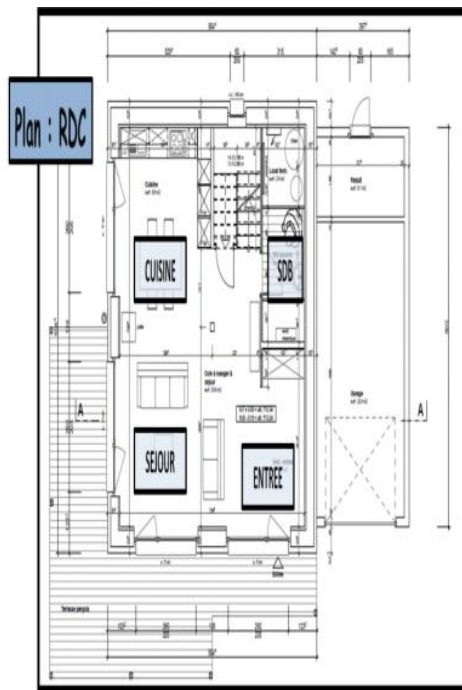


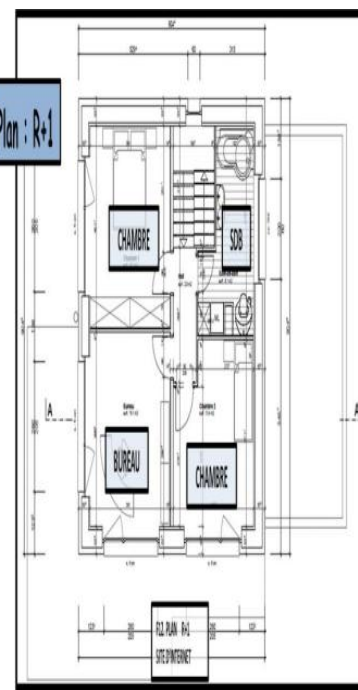
Photo III- 9 : L'idée du projet, Source : auteurs

4.7. Organigramme spatial et fonctionnel :



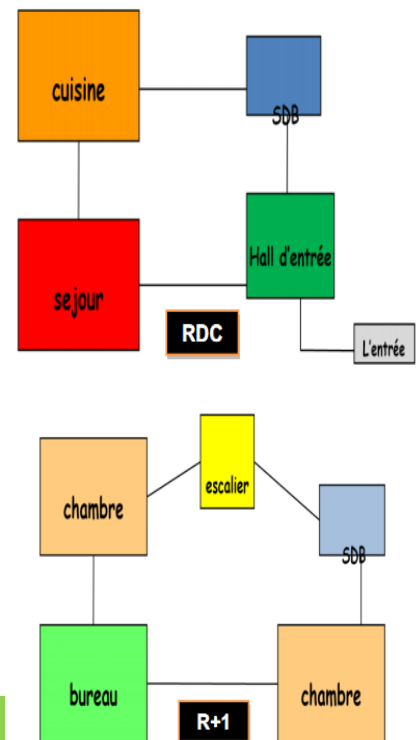
Plan : RDC

Figure III- 24 : Plan RDC, Source : <http://lab-immo.ch/1037/> Minergie-P-ECO MAISON



Plan : R+1

Figure III- 25: Plan R+1, Source : <http://lab-immo.ch/1037/> Minergie-P-ECO MAISON



4.8. Les techniques de construction :

Les cibles HQE traités :

1. Relation du bâtiment avec son environnement :

- a) intégration de la maison avec l'environnement immédiat (la végétation existante, les courbes, la montagne ...)

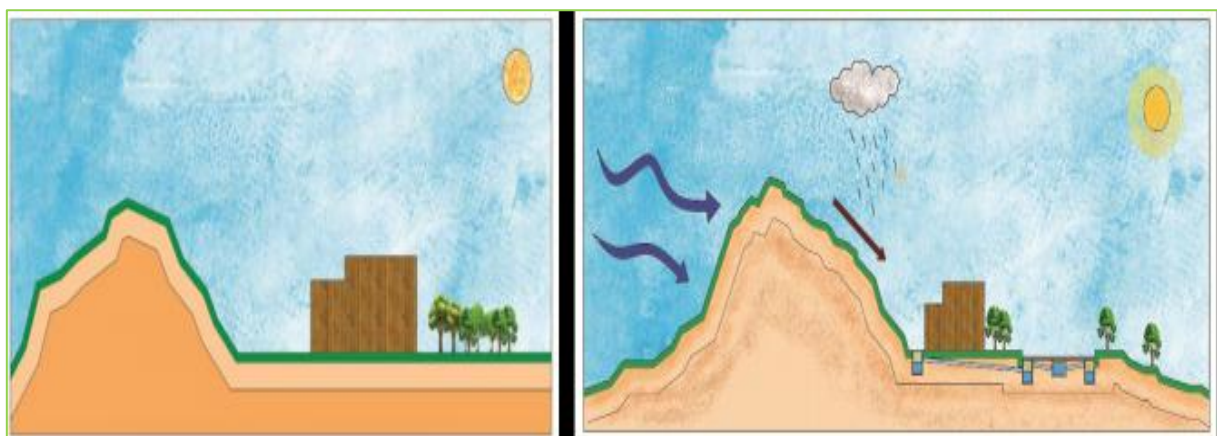


Figure III- 26: Schéma représente l'intégration de la maison avec l'environnement immédiat, Source : auteurs

- b) Exploitation de la pente de site pour la récupération des eaux pluviales et la protection contre les vents dominants

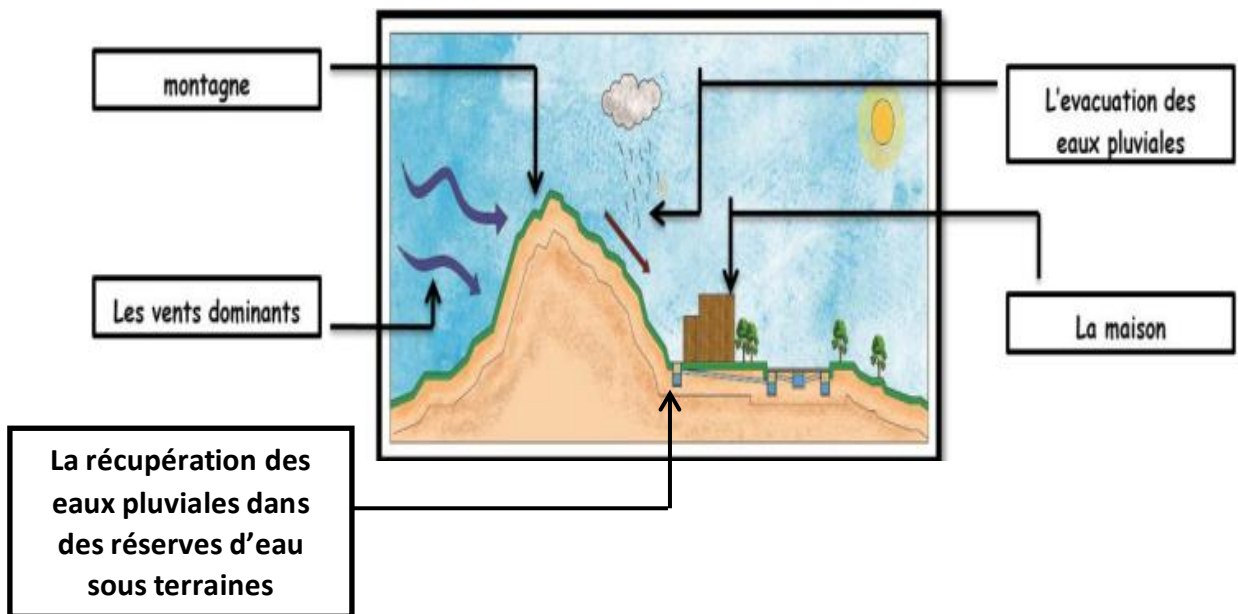


Figure III- 27: Schéma représente l'intégration de la maison aux conditions climatiques du site, Source : auteurs

- c) La plantation des arbres (renforcement de la végétation existante) au côté sud de la maison pour créer l'ombre et pour rafraîchir l'air en été.

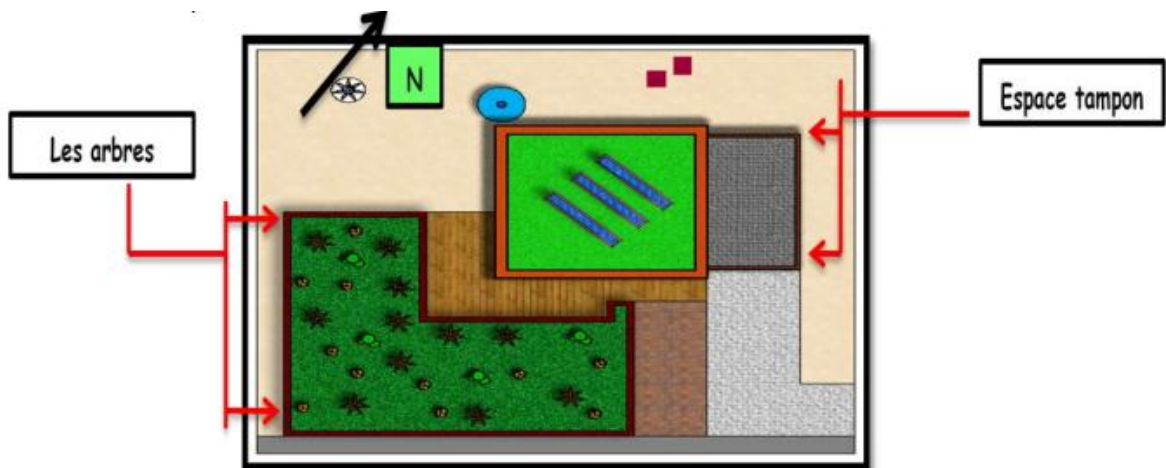
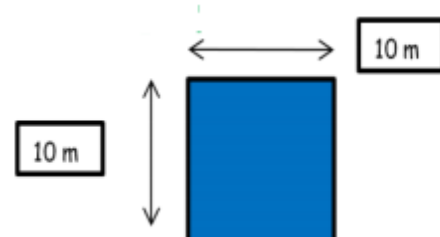


Figure III- 28: Plan de masse représente l'espace tampon et les arbres, Source : auteurs

- d) La surface réduite de la maison (préservation du sol)



2. Matériaux de construction :

e) L'utilisation de bois pour la structure et le revêtement des murs et le sol.



Photo III- 11:Fibre de bois, Source : Google image



Photo III- 10 :Vue sur la maison, Source : [http:// lab-immo.ch/1037/](http://lab-immo.ch/1037/) Minergie-P-ECO MAISON

- b) Peinture sablée blanche,
- c) Fibre de bois comme matériaux d'isolation



Photo III- 12 : Matériau de bois, Source : Google image

3. Gestion de l'énergie :

- a) Isolation des murs (fibre de bois, laine de verre) et l'utilisation de triple vitrage au niveau des fenêtres
- b) L'orientation de la maison vers le sud avec une grande surface vitrée dans ce côté pour le maximum d'éclairage naturel et des rayons solaires (minimiser l'utilisation de l'électricité et le chauffage) l'effet de serre
- c) L'existence d'un espace tampon dans le côté nord de la maison, il permet de limiter les déperditions thermiques de l'espace habitable vers l'extérieur.
- d) L'utilisation des panneaux solaires installés dans la toiture pour chauffer l'eau.
- e) La terrasse végétalisée permettant de limiter les transferts de chaleur.

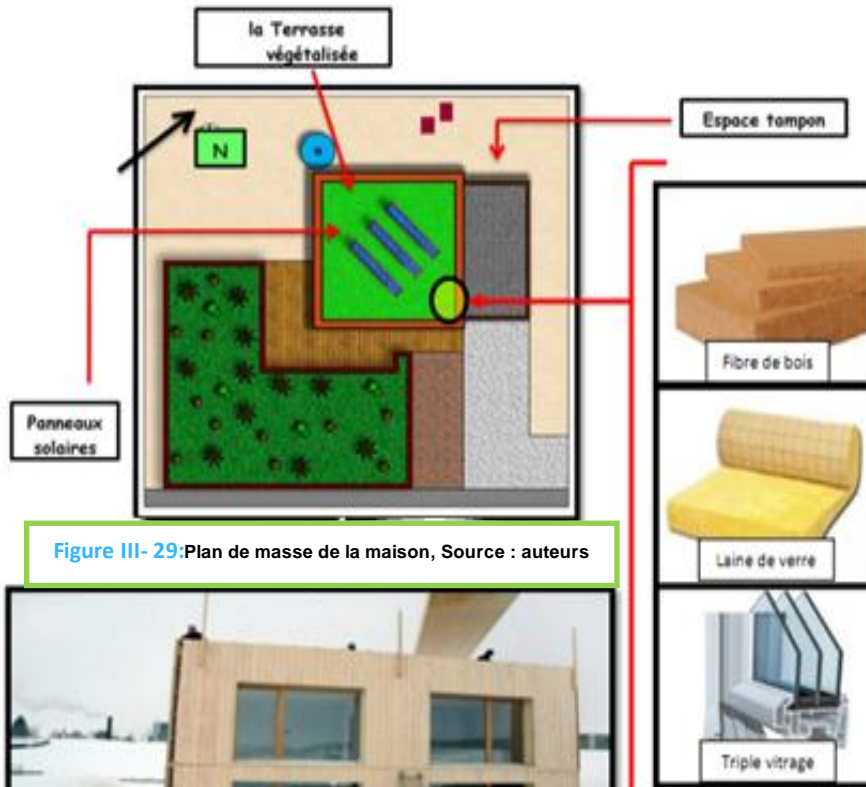


Figure III- 29: Plan de masse de la maison, Source : auteurs



Photo III- 13 : La surface vitrée de la maison, Source : <http://lab-immo.ch/1037/> Minergie-P-ECO MAISON

Figure III- 30: Gestion de l'énergie
Source : Google image

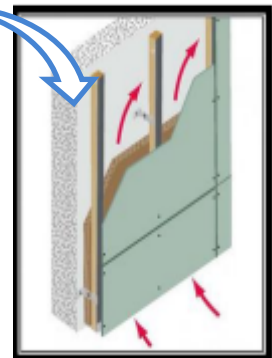
- f) Eclairage artificiel économique (Ampoule économique ou LED)
- g) La façade ventilée



Photo III- 14 : Lampe économique,
Source : Google image



Photo III- 15: La façade ventilée, Source : <http://lab-immo.ch/1037/> Minergie-P-ECO MAISON



4. Gestion De L'Eau :

a) L'exploitation de la pente de terrain

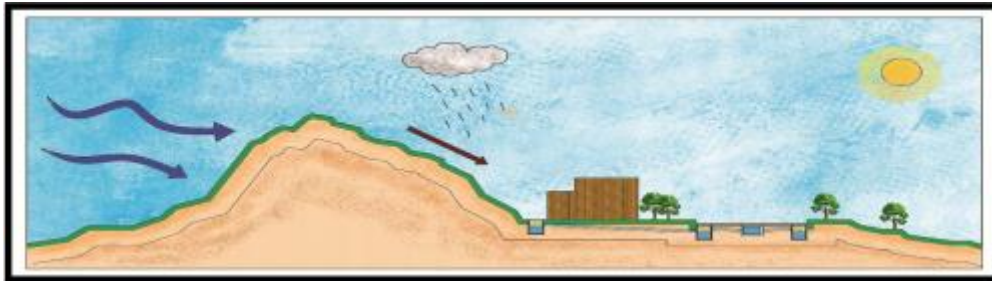


Figure III- 31: Schéma représente la pente de terrain, Source : auteurs

b) L'utilisation d'un réseau classique pour l'évacuation des eaux pluviales

c) Une citerne pour récolter l'eau pluviale (utilisation pour l'arrosage et eau sanitaire)

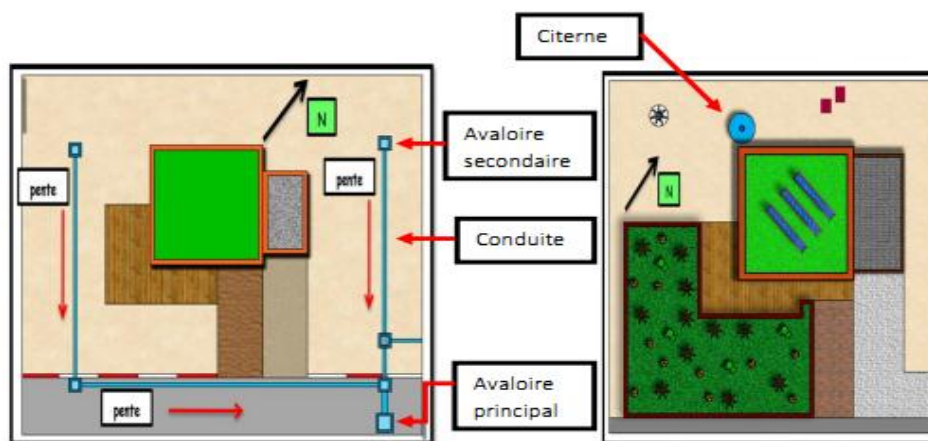


Figure III- 33: Plan représente réseau d'évacuation des eaux pluviales, Source : auteurs

Figure III- 32: Plan de masse de la maison, Source : auteurs

L'utilisation : 1) Pommeaux de douche, 2) Mitigeurs thermostatiques,

3) Robinets à fermeture automatique, 4) Economiseurs d'eau

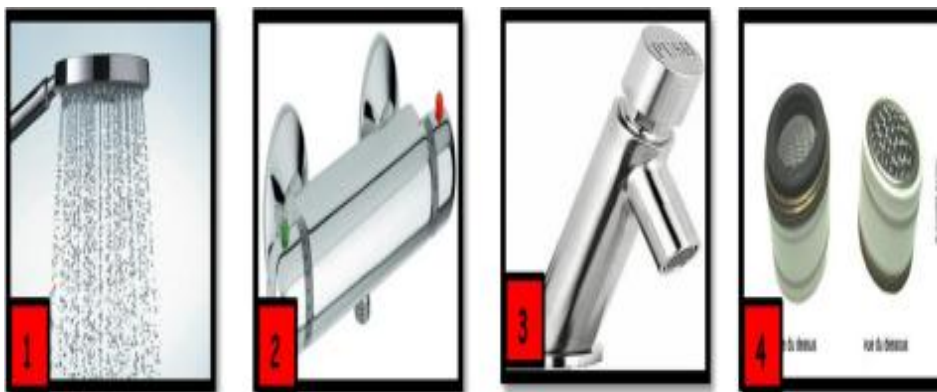


Photo III- 16 : Photos des mélangeurs économiques, Source : auteurs

5. Le Confort Visuel :

a) Une grande surface vitrée

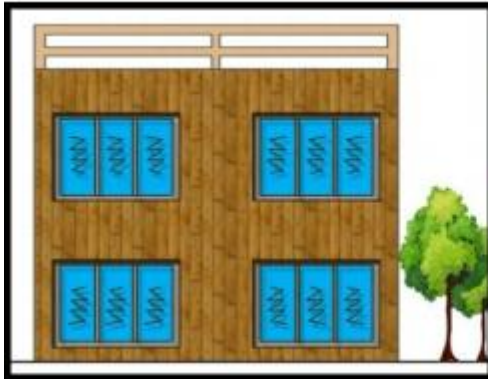


Figure III- 34:Dessin représente la surface vitré de la maison, **Source :** auteurs



Photo III- 17 : La surface vitrée de la façade de la maison, **Source :** [http://lab-immo.ch/1037/-](http://lab-immo.ch/1037/) Minergie-P-ECO MAISON

- b) L'existence de la
- c) Peinture sablée blanc
- d) L'utilisation des stores électriques



Photo III- 18 : Store électrique utilisée dans la maison, **Source :** [http://lab-immo.ch/1037/-](http://lab-immo.ch/1037/) Minergie-P-ECO MAISON

6. Le Confort Acoustique :

- a) L'épaisseur de mur extérieur 50 cm
- b) L'utilisation des matériaux isolants naturels (fibre de bois)
- c) L'utilisation du triple vitrage



Photo III- 19:Fibre de bois, **Source :** Google image

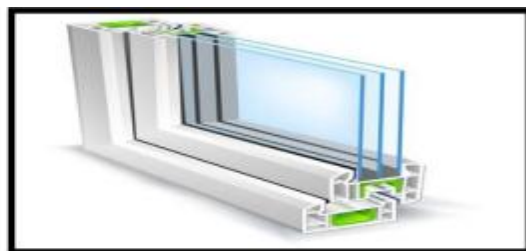


Figure III- 35:Triple vitrages, **Source :** Google image

7. Qualité sanitaire de l'air :

Dans cette maison l'aération se fait à partir d'un système de puits canadien

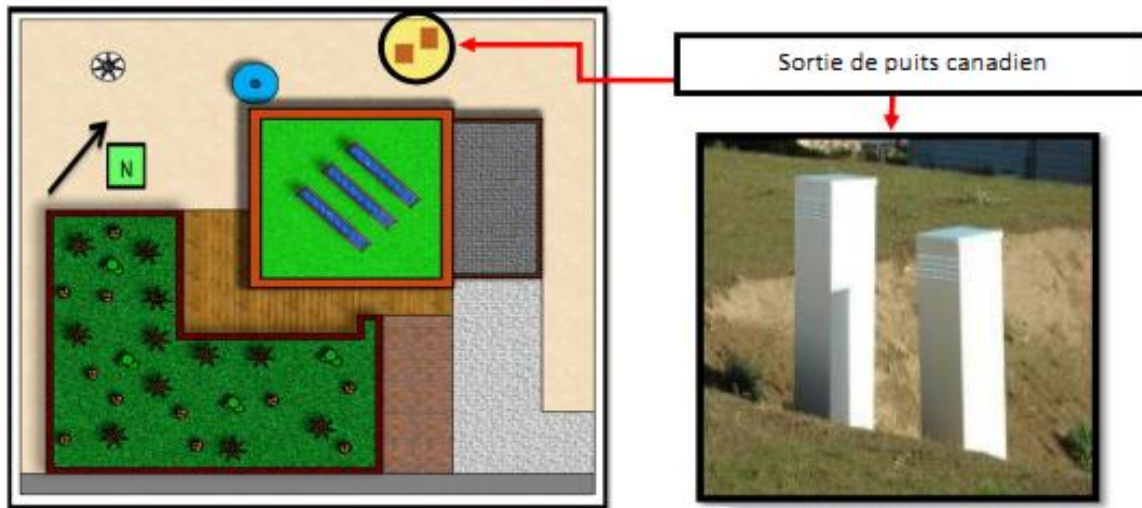


Figure III- 36:La sortie de puits canadienne de la maison, **Source :** <http://lab-immo.ch/1037-/> Minergie-P-ECO MAISON

Photo III- 20 :La sortie de puits canadienne de la maison, **Source :** <http://lab-immo.ch/1037-/> Minergie-P-ECO MAISON

Conclusion:

Après l'analyse de cet exemple on a conclu que pour réaliser une maison écologique il faut assurer certain critères :

- Une bonne intégration au site.
- L'exploitation des conditions climatiques de la région.
- L'orientation de la maison.
- La bonne distribution des pièces à l'intérieur de la maison.
- Le bon choix des matériaux (naturels, respectueux de l'environnement et de la santé de l'homme).
- La récupération des eaux pluviales.
- La gestion des déchets.
- L'utilisation des énergies renouvelables.
- La bonne maîtrise des différents dispositifs (façade ventilée, toiture végétalisée, serre, puits canadien, isolation thermique...)

SYNTHESE:

À partir de cette analyse environnementale on est arrivé à synthétiser les principes de conception suivants :

Plan de masse :

- Création d'un espace protégé réservé pour un espace commun qui contribue à la régulation thermique et la création d'un microclimat
- On n'a souhaité concevoir un jardin en plein centre du quartier, celui-ci donne à la « sagia » une place majeure, il démarre à partir du point haut du site, passe par le puits élément symbolique et monumentale représentant l'histoire de la ville de Laghouat.
- Intégrer le projet de manière qu'il s'adopte avec le climat pour :
 - le captage maximum des rayons solaires en hiver (l'utilisation de la serre) pour le chauffage passif, et se protéger du vent froid.
 - en été il faut assurer une protection des rayons solaires et un refroidissement d'air par tirage thermique (patio)
- Un écran anti bruit constitué d'un alignement d'arbre est implanté à la périphérie du site pour assurer la diminution du bruit et de la pollution.
- Afin de réduire au maximum la pollution d'air, on a diminué les voies mécaniques à l'intérieur du site au profit des promenades piétonnes et les pistes cyclables.

Formes et volumes :

- Pour notre projet, on a choisi la maison à patio, parce que elle offre une multitude de solutions pour les problèmes climatiques, le patio offre une relation avec la nature, le soleil, et l'air frais.
 - L'implantation de plantes grimpantes l'intérieur du patio, ainsi que l'existence d'un bassin d'eau ont pour but la création d'un microclimat confortable pour l'ensemble de la maison.
- Le mode de composition des maisons en 02 types :
 1. Maisons mitoyennes inclinées de 45° par rapport la voie mécanique principale pour :
 - Filtrer et casser la vitesse des vents
 - Décrochement pour créer l'ombre
 - Créer l'intimité et filtration de bruit
 2. Maisons en bandes sur l'alignement
 - Prévoir les maisons en duplex pour minimiser les déperditions thermiques

Façades :

- Protéger les façades par la végétation
- Pour diminuer l'impact des rayons solaires dans la période estivale, des claustras et moucharabiehs ont été installés au niveau des balcons à jalousie.
- Couleurs sablée claire pour refléter les rayons solaires.
- Textures rigoureux crépisse avec un traitement de dattes pour que chaque grain va créer une zone d'ombre.

Organisation intérieurs :

- Organisation spatial autour du patio, principe de l'introversion des espaces : offre une multitude de solutions pour les problèmes climatiques, le patio offre une relation avec la nature, le soleil, et l'air frais.
 - Au niveau des maisons patios, les pièces ont été orientées de manière à diminuer l'impact des rayons solaires dans les périodes estivales.
 - Orientation sud-ouest pour les espaces de vie, orientation nord pour la cuisine.

Matériaux :

- Des matériaux à faible empreinte écologique et de grande inertie thermique.

1. DIMENSION TERRITORIALE

1.1. Présentation de La wilaya de Laghouat :

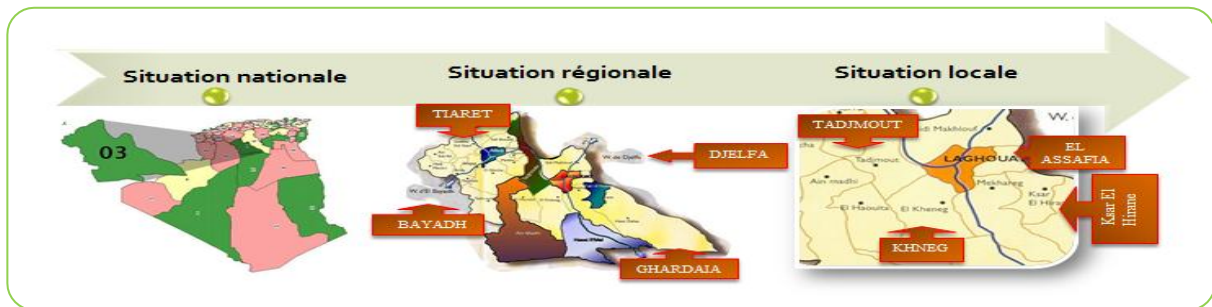


Figure IV- 1: Situation globale de Laghouat. Source: www.tfq.ulaval.ca

1.2. Situation géographique :

La wilaya de Laghouat est située au pied du contrefort de djebel L'Amour, qui fait partie de l'Atlas saharien, à la limite de l'immense plateau désertique, la ville de Laghouat est considérée comme la porte du Sahara.



Figure IV- 2: Situation de Laghouat. Source: www.tfq.ulaval.ca

1.3. Situation astronomique:

Laghouat est érigée entre 760m d'altitude à l'ouest et 790m d'altitude au Nord.

Elle a une latitude de 33 ° 46° N et Une longitude de 2° 56 °E avec une faible pente de 0,1% à 4 %, cette ville de nature mixte entre les hautes et les basses terres, constitue une liaison et une zone tampon entre le nord et le sud du pays.

1.4. Situation administrative

La wilaya de Laghouat issue du découpage administratif en 1974, Elle est limitée par les wilayas des (Tiaret, Djelfa, El-Bayad et

Ghardaïa).

La ville de Laghouat est limitée par les communes (Tadjmout, El Assafia ,Khneg, Nacer Ben Chohra).



Figure IV- 3: Carte administrative de la wilaya de Laghouat, Source: Guide touristique de la wilaya de Laghouat

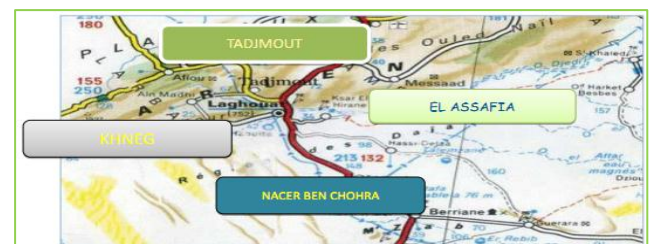


Figure IV- 4: Carte des limites de la ville de Laghouat, Source: www.tfq.ulaval.ca

1.5. L'accessibilité de la ville



Photo IV- 1 : Laghouat aéroport AHMED MEDEGARI
Source : www.billetavion.info

A. Infrastructure aérienne :

La ville est dotée d'un aéroport situé à 14 Km de la ville de Laghouat.

B. Infrastructure routière :

- La route nationale N° 01.
- La route nationale N° 23

1.6. Les données climatiques de la Laghouat:

La situation de la ville de Laghouat entre deux zones à climats distincts, la nature géomorphologique de la zone et le caractère semi désertique ont confié à la ville de Laghouat un climat rigoureux. Il est caractérisé par :

➤ Le climat lumineux de Laghouat :

La ville de Laghouat se caractérise par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 42 kilo lux (zone climatique D).



Figure IV- 5: Découpage des zones climatiques. Source : mémoire mokedam Mahmoud 2012

➤ **Le type de ciel :**

La zone se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année.

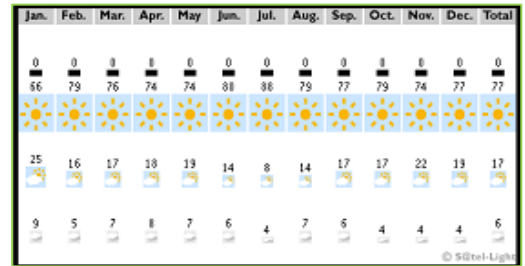


Figure IV- 6: Fréquence des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux. Source : www.satellite-light.com

➤ **La température:**

Laghouat est connue par un été très chaud avec des températures moyennes maximales jusqu'à 42°C en période estivale, L'hiver est très rigoureux, la température moyenne minimale jusqu'à -6°C. La variation est très remarquable entre l'été et hiver.

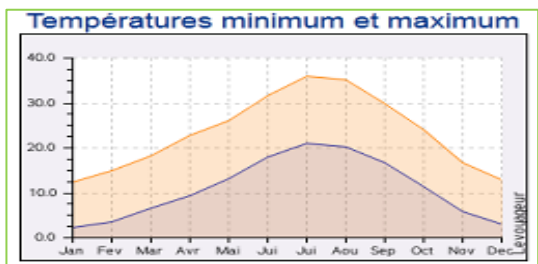


Figure IV- 7 : Courbe de température de LAGHOUAT, Source : (MOKEDDEM .M, 2012) Mémoire de magister

➤ **Humidité :**

Dans le mois de Janvier on enregistre le taux d'humidité le plus élevé (68,2%), et le plus bas (26,4%) pendant le mois de juillet.

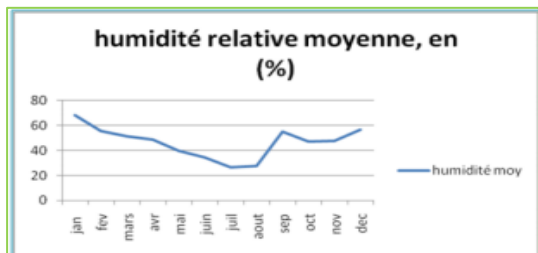


Figure IV- 8:L'humidité relative. Source : (MOKEDDEM .M, 2012) Mémoire de magister

➤ **La précipitation :**

D'après le graphe, on remarque le mois le plus arrosé est Septembre avec 23mm et le mois le plus sec est Juillet avec 5mm.

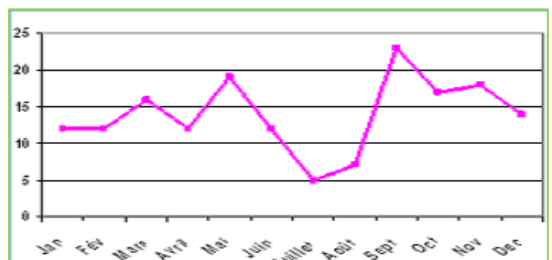


Figure IV- 9: La précipitation annuelle. Source : (MOKEDDEM .M, 2012) Mémoire de magister

➤ **Les vents :**

Les vents dominants à Laghouat soufflent de l'ouest, mais aux changements de saisons la fréquence du vent est tout aussi importante du sud-ouest. Il y a très peu de vent d'orientation nord-ouest et presque nul au sud-est.

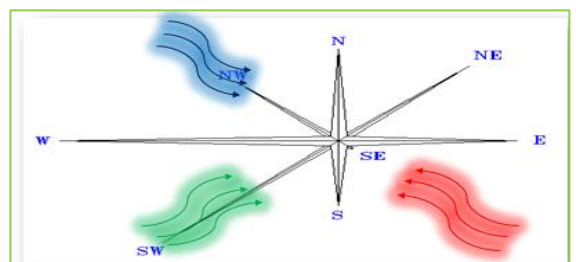


Figure IV- 10 : Rose des vents. Source : (MOKEDDEM .M, 2012) Mémoire de magister

2. DIMENSION URBAINE :

2.1. Etymologie de Laghouat

Le nom de Laghouat viendrait du mot « **Gouth** » maison avec jardin d'où au pluriel El Aghouat le capitaine Durand Delacre donne à ce nom une origine berbère (El-Aghouat) (Montagne de scie) et l'aspect du pays justifie pleinement l'une et l'autre de ces explications.

➤ Synthèse de différentes phases de développement de la ville :

La ville de Laghouat a connu plusieurs phases de développements urbains.

- **La 1ère phase** : l'ancienne ville.
- **La 2ème phase** : les lotissements et les Z.H.U.N 01 et Z.H.U.N 02. Après le dédoublement de la ville par un axe structurant RN01.
- **La 3ème phase**: lotissements de l'OASISNORD et des nouveaux quartiers.
- **La 4ème phase** : l'extension vers l'ouest et l'apparition des nouveaux lotissements tels que WEAM.
- **La 5ème phase** : actuelle extension.
- **La 6ème phase** : El merdja.



Figure IV- 11: Les différentes phases de développement urbain de la ville. Source : (P.D.A.U) de Laghouat révision 2008

2.2. Le système routier:

L'analyse de la structure urbaine démontre que la majorité des voies et nœuds majeurs se trouvent sur et à proximité de RN1.

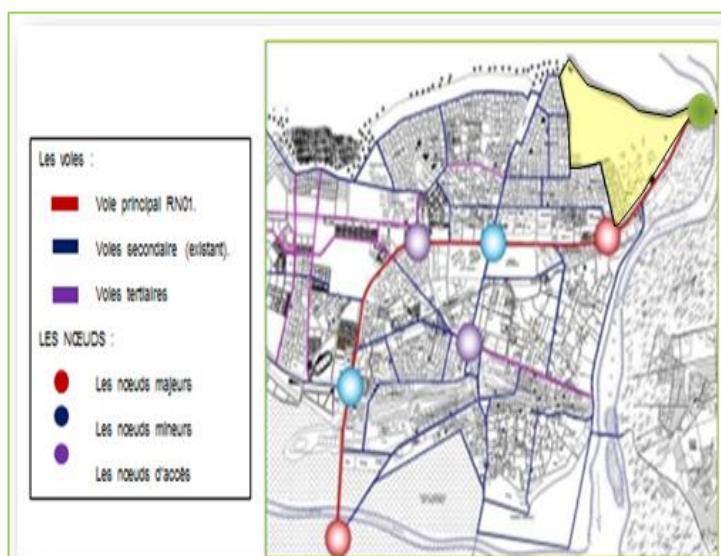


Figure IV- 12: Les voies et les nœuds, source: PDAU Laghouat révision 2008

2.3. Diachronique du style architectural :

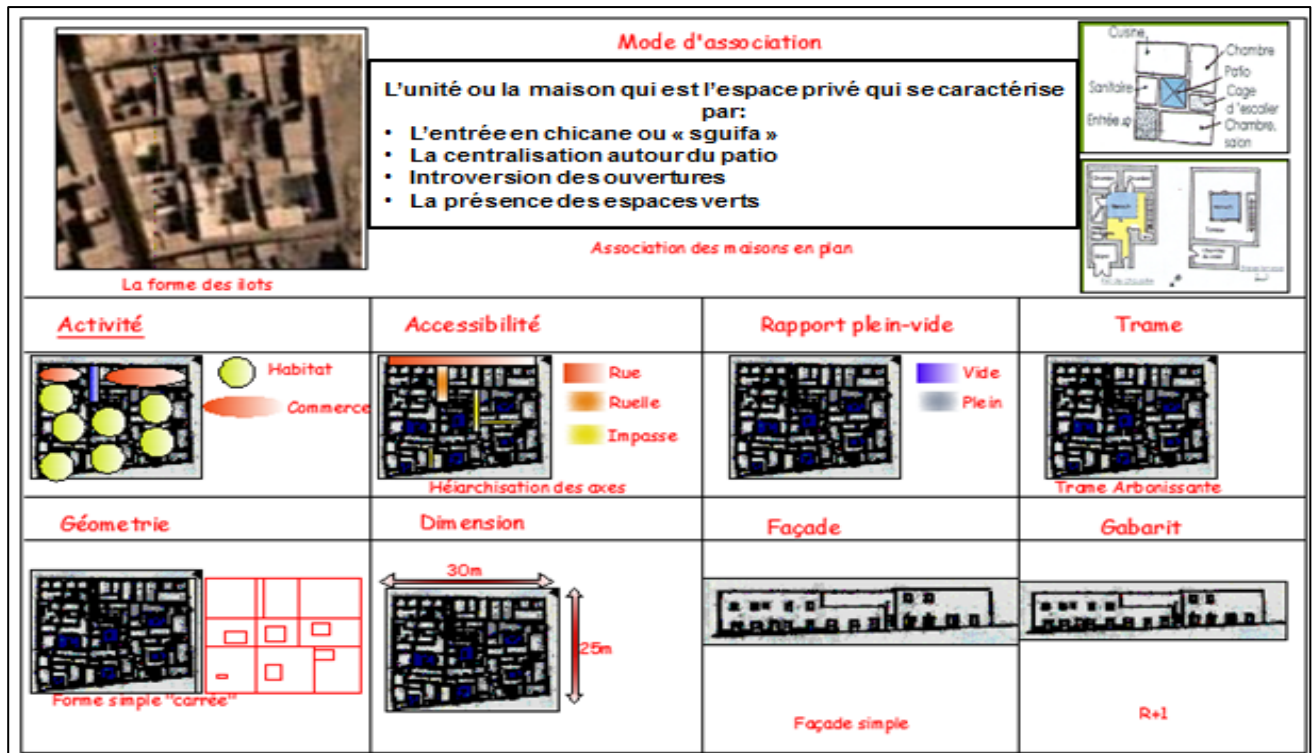


Tableau IV- 1 : Le style architectural traditionnel de Laghouat, source : auteurs

2.4. La disposition des habitats :

- Le parc logement de la wilaya de Laghouat est estimé à fin 2012 à 85799 logements, soit un taux d'occupation par logement de 6,53 Personnes.
- Sur le programme de 45889 logement inscrits ; la wilaya a livré 15424 logements ; 14147 sont en cours de réalisation et 16324 non lancés.

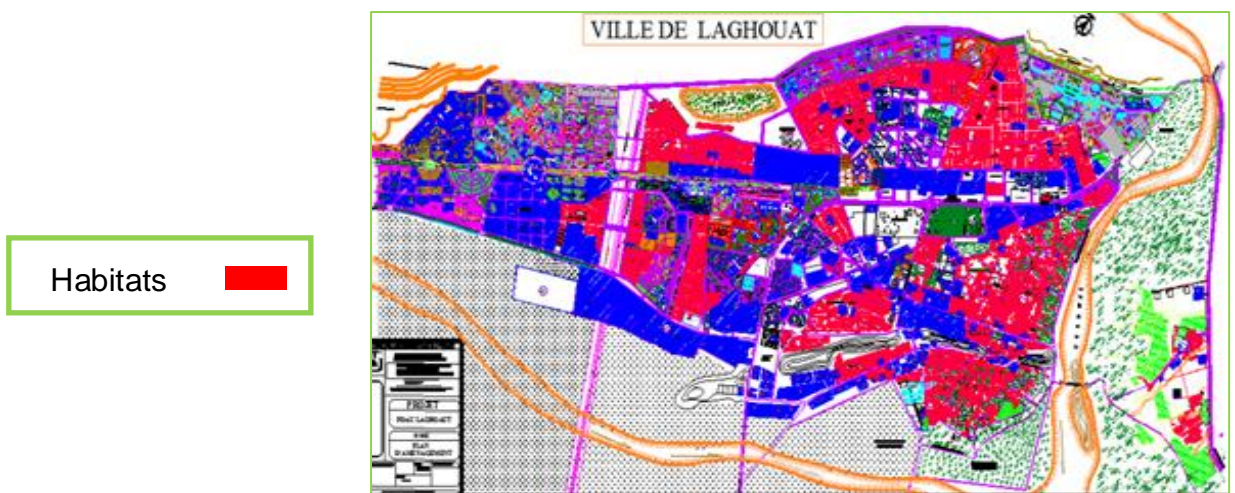


Figure IV- 13: La distribution des habitats au niveau de la ville de Laghouat, Source: PDAU Laghouat révision 2008

3. DIMENSION URBAINE :

3.1. Les critères et choix de site

Le choix du site d'intervention s'est porté selon les critères suivants :

- ✚ Dans une nouvelle extension EL merdja.
- ✚ Une bonne desserte et une accessibilité facile due à l'existence de la RN1 et plusieurs voies secondaires.
- ✚ Un site a caractère résidentiel

3.2. : Analyse du site :

3.2.1. Situation

- Le site est situé au nord-ouest de la ville de Laghouat dans une zone d'extension EL MERDJA à proximité de la RN°1.



Photo IV- 3: La forme de l'assiette par Google earth



Photo IV- 4: Situation de site d'intervention, Source : Google Earth

3.2.2. Accessibilité :

Le site est disposé d'une bonne accessibilité.

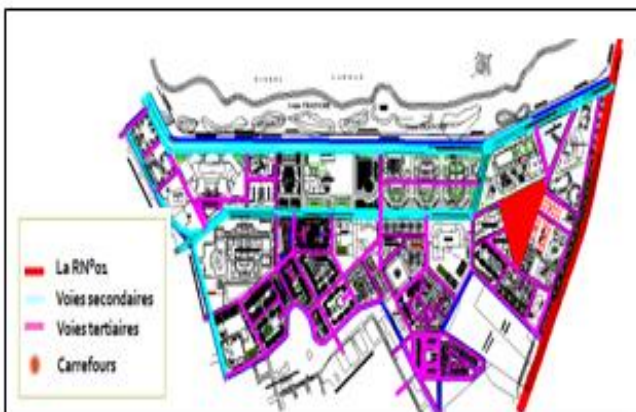


Figure IV- 15: La trame du quartier Imardja, Source: le dernier-POS-Elmerdja-18.04.2013

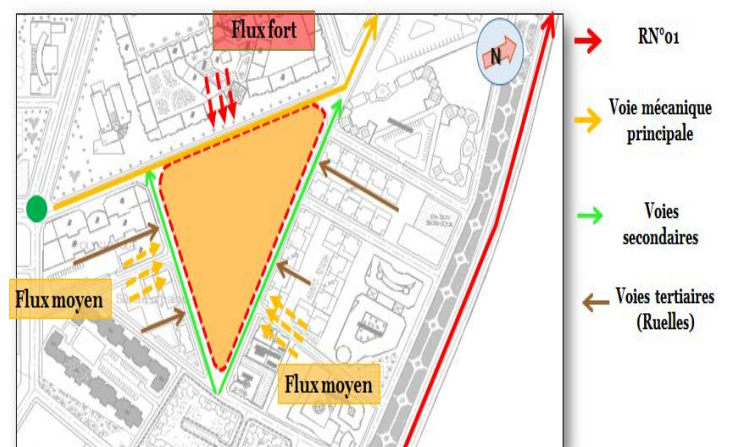


Figure IV- 14: La forme de l'assiette sur le dernier-POS-Elmerdja-18.04.2013

3.2.3. Limite et voisinage



Photo IV- 5 : Voisinage immédiat Source : auteur

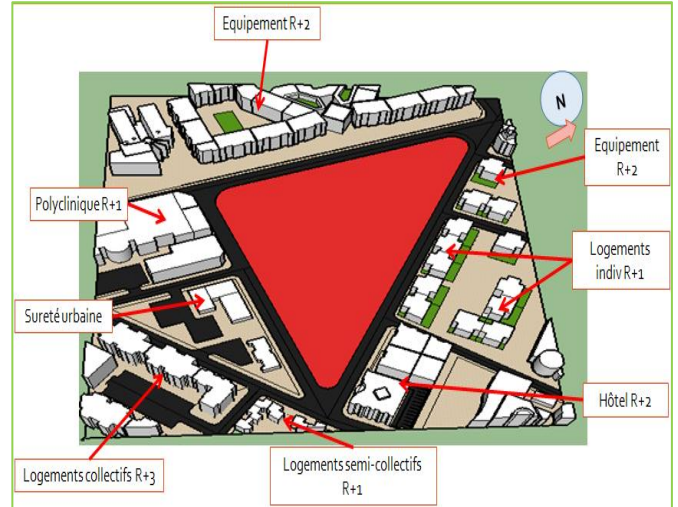


Figure IV- 16: Voisinage proposé par les urbanistes selon le POS- Elmerdja-18.04.2013

3.2.4. Réseaux viaires :

Les Voies	Tracés	Alignement	Pente	Mobilier Urbain	Gabarit	Direction	emprise
Axe primaire (structurant) RN°1	irrégulier	Rectiligne	Faible	Éclairage publique + chaise+ végétation	Varier entre R+1 _R+4	N-S	LON=10km LAR=30m
Voie secondaire	irrégulier	Rectiligne	Faible	Éclairage publique + chaise+ végétation	Varier entre R+1 _R+3	N-O	LAR=10m LON=117,18m

Tableau IV- 2: Tableau de la voirie. Source : auteurs

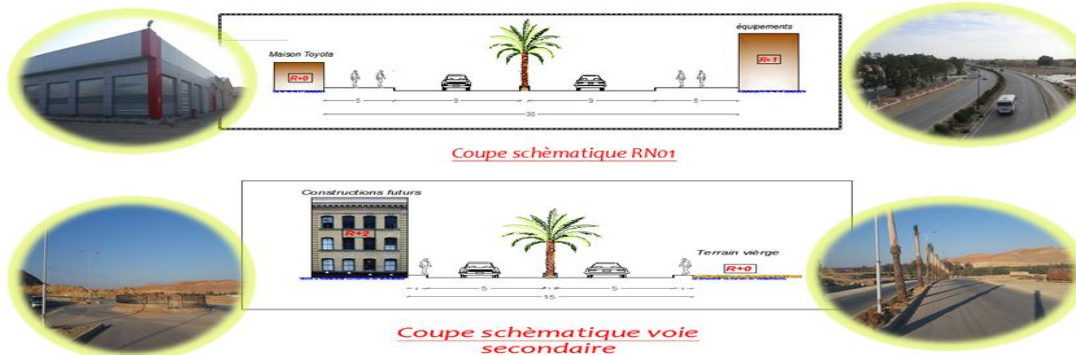


Figure IV- 17: Coupe schématique Source : auteurs

3.2.5. Surface et morphologie du terrain

Le terrain triangulaire d'une superficie de $19239.183m^2 = 1.92ha$



Figure IV- 18: La forme de l'assiette sur le dernier-POS-Elmerdja-18.04.2013



Photo IV- 6: La forme de l'assiette par Google earth

3.2.6. Relief et topographie :

Terrain légèrement accidenté avec une pente de 3%.

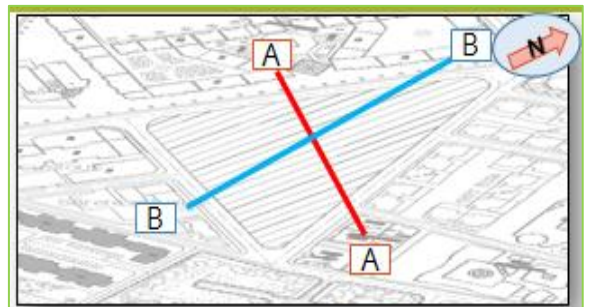


Figure IV- 19: La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos-Elmerdja-18.04.2013



Photo IV- 8: Profil A-A de l'assiette. Source : Google earth

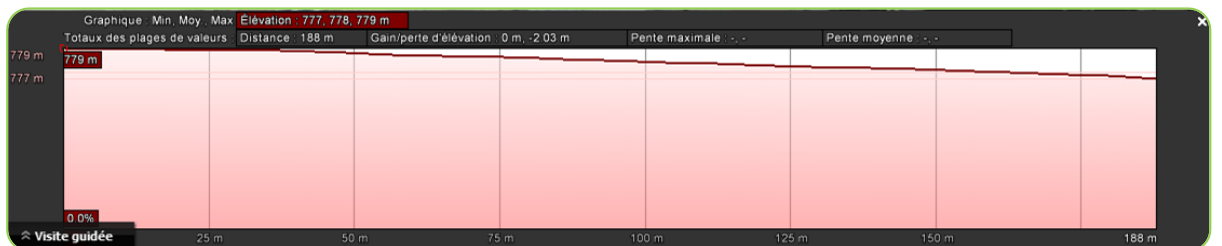


Photo IV- 7: Profil B-B de l'assiette. Source : Google earth

3.2.7. Etude Climatique

Ensoleillement et vents :

Terrain exposé aux vents chauds et froids, ensoleillé presque toute la journée.

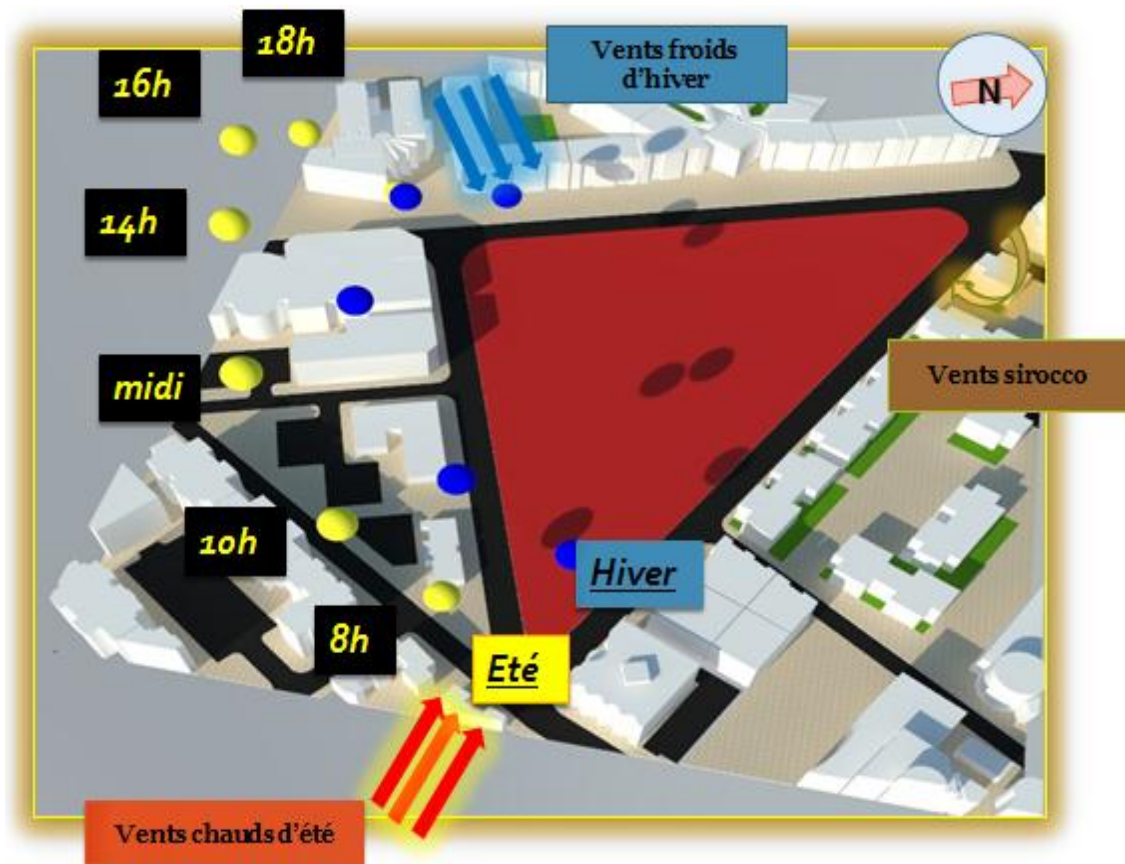


Figure IV- 20: Schéma de conditions climatiques. Source : auteurs

SYNTHESE :

Les atouts de notre site nous donnent une exploitation d'une conception passive, à partir de cette analyse on est arrivé à synthétisée les principes de conception suivants :

Les atouts de notre site nous donnent une exploitation d'une conception passive, à partir de cette analyse on est arrivé à synthétisée les principes de conception suivants :

✚ Plan de masse :

- Planter les accès coté des flux important
- La variété des accès pour assurer :
 - La fluidité de la circulation
 - La hiérarchisation des espaces
 - Planter les accès coté des flux important
- La variété des parcours :
- Création d'un espace protégé (Symbole référentiel à l'architecture local)
- Prévoir un seul accès mécanique de composition au milieu de la parcelle, pour que la liaison de notre projet soit inscrite sous le développement durable
- Découpages parcellaires égaux
- Entourer les maisons par les espaces verts pour garder l'intimité et la hiérarchie (maison dans le jardin).

✚ Formes et volumes :

- Choix d'une forme compacte, Gabarit R+1 pour la préservation du sol
- Regrouper les maisons en sous-groupes pour limiter les passages vers l'espace central et la hiérarchie des espaces extérieurs.
- Le choix la maison à patio, elle représente un symbole de l'architecture locale, l'héritage culturel et historique de Laghouat.

✚ Façades :

- L'inspiration de la typo morphologie de la ville de Laghouat : les éléments architecturaux et les éléments architectoniques (moucharabiehs, claustras, chbara, les colonnes...)
- Homogénéité pour s'intégrer avec la façade urbaine.
- des claustras et moucharabiehs ont été installés au niveau des balcons, pour assurer l'intimité des habitants.
- Couleurs claires sablée pour refléter les rayons solaires intenses caractérisant le climat local
- Textures rigoureux avec crépissage.

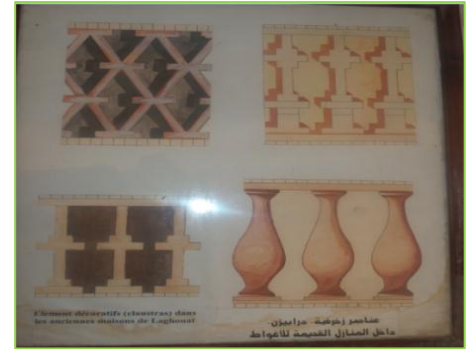


Photo IV- 9: Les éléments architectoniques de Laghouat. Source : Musé communal de Laghouat.



Photo IV- 10: Les claustras installés aux blicons et aux patios de Laghouat. Source : Musé communal de Laghouat.

✚ Organisation intérieure autour du patio :

- Organisation spatial autour du patio, principe de l'introvertie des espaces : volonté de s'inspirer de l'architecture locale de Laghouat
- Une distinction a été faite entre l'espace des visiteurs et les espaces privés de la maison par l'entrée en chicane, afin d'assurer l'intimité des occupants de la maison.
- Revalorisé l'utilité de la terrasse accessible (architecture local)
- Assurer l'ensoleillement et l'éclairage uniforme, la ventilation et le chauffage adéquat pour chaque espace par l'orientation convenable.

✚ Matériaux :

- L'utilisation des matériaux locaux propre et sain de faible énergie grise tel que le BTS, le plâtre, la chaux...

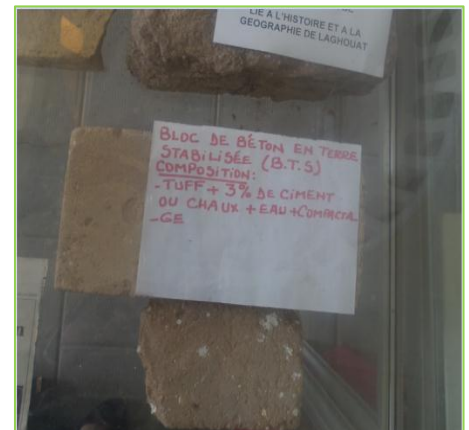


Photo IV- 11: les composants du BTS. Source : Musé communal de Laghouat.

Contraintes ou bien volonté de l'architecte	Solution ou interprétation du site	Principes
Site désertique dépourvu d'espace vert	Création d'un parc jardin au cœur du site triangulaire	Le quartier s'organise autour d'un jardin qui se trouve au cœur (centre) du site.
Isolement et ségrégation.	Création des espaces de rencontres et de détente au cœur de l'assiette (dans le jardin). Création des chemins piétons, promenade jardinée et voies cyclables.	Mixité sociale.
Nuisance sonore et pollution due aux voies mécaniques	Création d'une bande arborisée à la périphérie de l'assiette le long des voies mécaniques	Confort acoustique
accès difficile à partir de la voie mécanique principale.	Création d'un recul pour faciliter l'accès des voitures au quartier.	Bonne accessibilité.
Remédier aux problèmes de vent	Certaines maisons à patio sont inclinées de 45° par rapport à la voie mécanique principale pour minimiser l'exposition au vent d'une part et d'une autre part création d'espaces ombrés.	/
Volonté de s'inspirer de l'histoire de la ville de Laghouat.	Création de cascade dans le point le plus haut du site et création du système de sagia qui démarre à partir de la cascade et pénètre au cœur du site en passant par un puits.	/
Volonté de s'inspirer de l'architecture locale de Laghouat	Opter pour le choix de maisons à patio.	/
Assurer l'intimité des maisons	Les maisons à patios sont entourées par des jardins.	/
Orientation	Bonne orientation des espaces intérieurs.	/

Tableau IV- 3 : Principes de conception. Source : auteurs

LE PROGRAMME QUALITATIF ET QUANTITATIF

Notre but d'après cette recherche est de faire un projet d'habitat individuel durable qui respecte le mode de vie, la culture et les traditions de la famille algérienne.

Pour cela on a optée d'établir un programme qui s'adapte avec la surface de notre terrain au même temps il permet d'établir les principes qualitatifs et quantitatifs.

I. Le programme qualitatif :

On va présenter dans cette partie la qualité des différents espaces qui compose notre projet.

1. Les espaces de loisirs:

L'espace de loisir est constitué par l'ensemble des espaces communs et privés, ces derniers représentent le support de la vie sociale : Lieu de partage, communication social, distraction, ils nécessitent un traitement particulier.

L'espace de loisir est constitué de 03 principaux espaces :

+ Espaces verts :

- Espace de végétation(les arbres, les arbustes, la pelouse...etc.).
- Espace de détente et de communication.

+ Parcours de promenades :

- Circulation piétonne (parcours d'évitement, parcours promenades et parcours de découverte).
- Circulation cyclable
- Abris des vélos

+ Seguias et points d'eau :

- Espace de d'humidification et de création d'un microclimat
- Espace de promenade

2. Les espaces résidentiels (les maisons) :

Les espaces intérieurs de la maison sont :

Espace	Exigences
Le Salon	<p>Espace destiné aux invités.</p> <p>Orienté sud-est ou sud-ouest, avec des fenêtres larges en double vitrage avec moucharabiehs pour une isolation performante, les murs intérieurs sont isolés avec une couche de plâtre et une double isolation par l'extérieur ciment revêtu par la chaux (enduit batard)</p> <p>Le salon est aéré avec un système de ventilation naturel traversant réglable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • OAR : ouvertures d'alimentation réglable installée dans les murs extérieurs • OER : ouverture d'évacuation réglable par une conduite verticale en toiture
Chambres	<p>La chambre est un espace individuel nuit, dans laquelle l'individu retrouve toute son autonomie.</p> <p>Orienté sud, avec une fenêtre de taille moyenne de 1.20x1.20m en double vitrage afin d'assurer une isolation thermique, acoustique et l'aération de l'espace et un traitement particulier de moucharabieh pour assurer l'intimité.</p> <p>les murs extérieurs</p> <p>Sont revêtu de la pierre taillée extraites de site qui donne un effet esthétique et aussi pour renforcer l'isolation.</p> <p>Certaines chambres sont aérées avec un système de ventilation naturel traversant réglable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • OAR : ouvertures d'alimentation réglable installée dans les murs extérieurs • OER : ouverture d'évacuation réglable par une conduite verticale en toiture
Cuisine	<p>C'est un espace où l'on prépare les aliments (repas).</p> <p>Situer au Nord-est ou Nord-Ouest avec une fenêtre en double vitrage, et un bon éclairage des plans de travail.</p> <p>La cuisine une a bonne liaison avec les autres locaux.</p> <p>Elle est aérée avec un système de ventilation naturel traversant réglable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • OAR : ouvertures d'alimentation réglable installée dans les murs extérieurs • OER : ouverture d'évacuation réglable par une conduite verticale en toiture
Le Hall	<p>C'est l'espace centrale qui à desservir la circulation dans le logement, qui prend une forme rectangulaire, entouré par une galerie couverte et espace structurant qui est le patio semi couvert qui participe principalement a la ventilation l'éclairage, et le chauffage des espaces de vie par:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tirage thermique ✓ Effet de serre
S.D.B et WC	<p>Orientés nord, bénéficier de lumière et d'aération naturelle par des châssis.</p> <p>Les murs sont isolés à l'intérieur par la faïence pour une bonne étanchéité.</p> <p>Les sanitaires sont à proximité de tous les espaces.</p>
Loggia, terrasse, cour	<p>L'espace extérieur privatif est un vide creusé dans le plein d'un bâtiment forcément épais (loggia, terrasse et cour).</p> <p>une bonne orientation par rapport au soleil et à la vue, une protection contre le regard, les bruits et les influences climatiques (le vent, la pluie...).</p>

Tableau V- 1 :Tableau qualitatif. Source : autour

II. Le programme qualitatif :

Nous allons présenter dans cette partie les surfaces des différents espaces des maisons.

Les espaces intérieurs de la maison :

Ce sont des espaces fixes qui se trouvent à l'intérieur des maisons.

Destination	Maisons F4	Maisons F5
Salon	22m ²	22m ²
Chambre1	14m ²	15.02m ²
Chambre2	17.43m ²	17.43m ²
Chambre3	13m ²	15m ²
Chambre4	/	17m ²
Bureau	13m ²	13m ²
Cuisine et coin de manger	21.37m ²	21.30m ²
02 SDB	14.24m ²	14.24m ²
W.C	3.50m ²	3.50m ²
Sas	2.80m ²	2.80m ²
Circulation verticale	4.12%	3.91%
Circulation horizontale	12.60%	hjj11.95%
Total surface habitable	163.49m²	183.44m²
Patio	11.31m ²	11.31m ²
Cour	43.55m ²	43.55m ²
Loggia	6.37m ²	10.06m ²
Terrasse	10.07m ²	/
Garage ouvert	17.13m ²	17.13m ²
Total surface utile	251.92m²	265.67m²

Tableau V- 2 : Tableau quantitatif. Source : autour

Dans le cadre de notre thème on propose un programme de 34 habitats individuels répartie en 17 maisons de type F4 et 17 maisons de type F5

La surface Totale de L'assiette : 1.9 ha

INTRODUCTION :

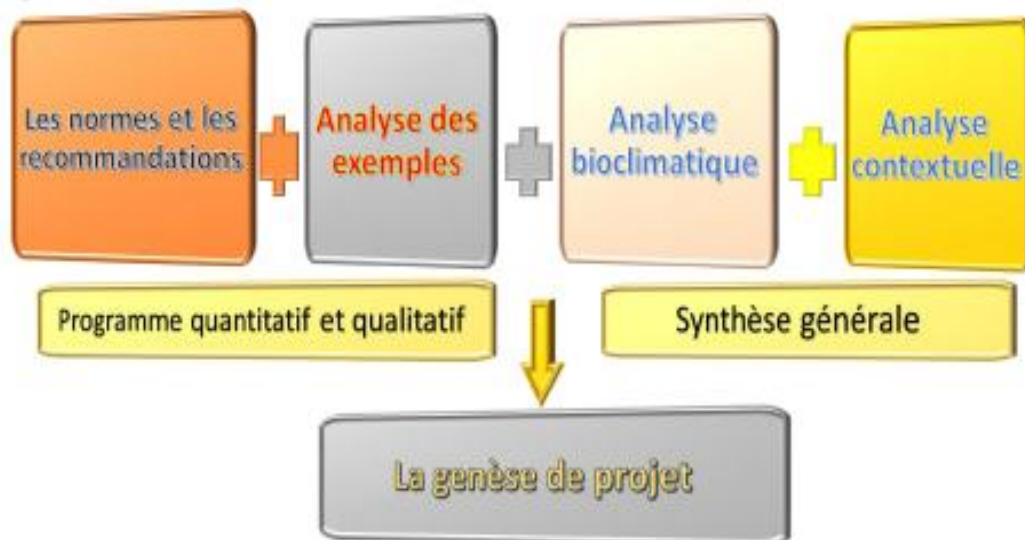
La conception architecturale est un processus complexe, qui contient les différentes étapes de formalisation du projet à l'aide des études précédentes.

Le projet architectural doit s'appuyer sur un travail intellectuel capable de mettre en interaction les trois dimensions :

- ✓ Le programme et ses exigences.
- ✓ Le site et ses contraintes.
- ✓ Les références architecturales et techniques.

METHODOLOGIE DE GENESE :

D'après:



L'idée du projet

- ✚ Projet durable dans un milieu urbain semi-aride
- ✚ Le mot « **Ghout** » veut dire maison jardin d'où vient l'appellation de Laghouat alors on a optées pour le choix d'un ensemble d'habitations qui sera organisé comme une grande maison jardin qui a son tout arbitra des petites maisons jardins
- ✚ Opter pour le choix de maison a patio inspiré du concept « **La maison dans le jardin et le jardin dans la maison** »

GENESE DE PROJET :**Les contraintes du site**

- Un terrain triangulaire légèrement accidenté avec une pente de 3%.
- Voisinage avec un gabarit de R+2 à caractère résidentiel.
- Terrain exposé aux vents chauds et froids, ensoleillé presque toute la journée.

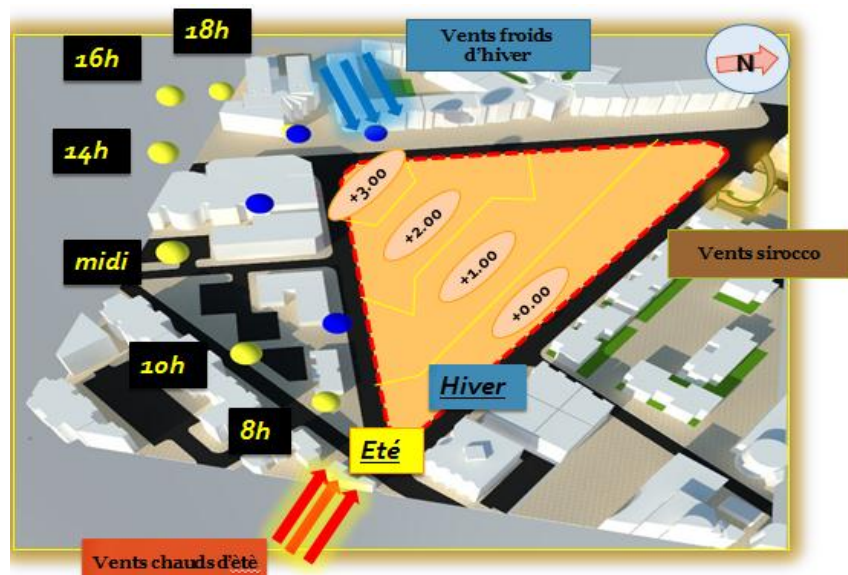


Figure VI- 2 : Schéma des contraintes du site. Source : auteurs

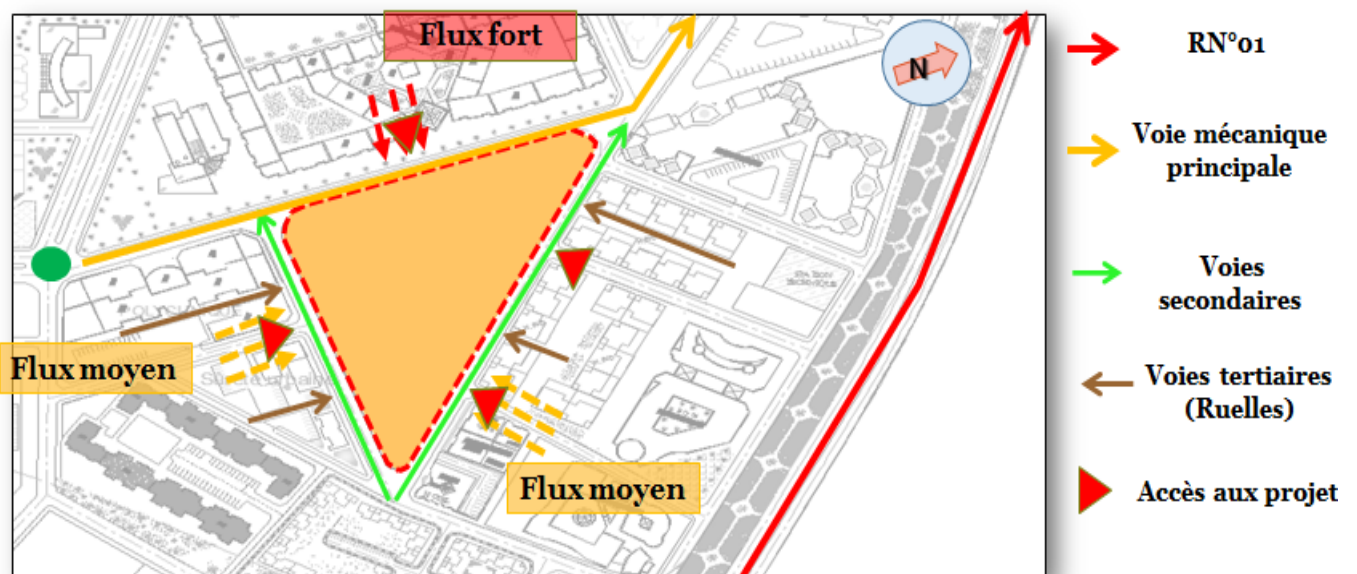
ETAPE 01 : Choix des accès

Figure VI- 1: La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013

ETAPE 02 : Mode d'occupation

Modèle inspiré du concept « La maison dans le jardin et le jardin dans la maison »

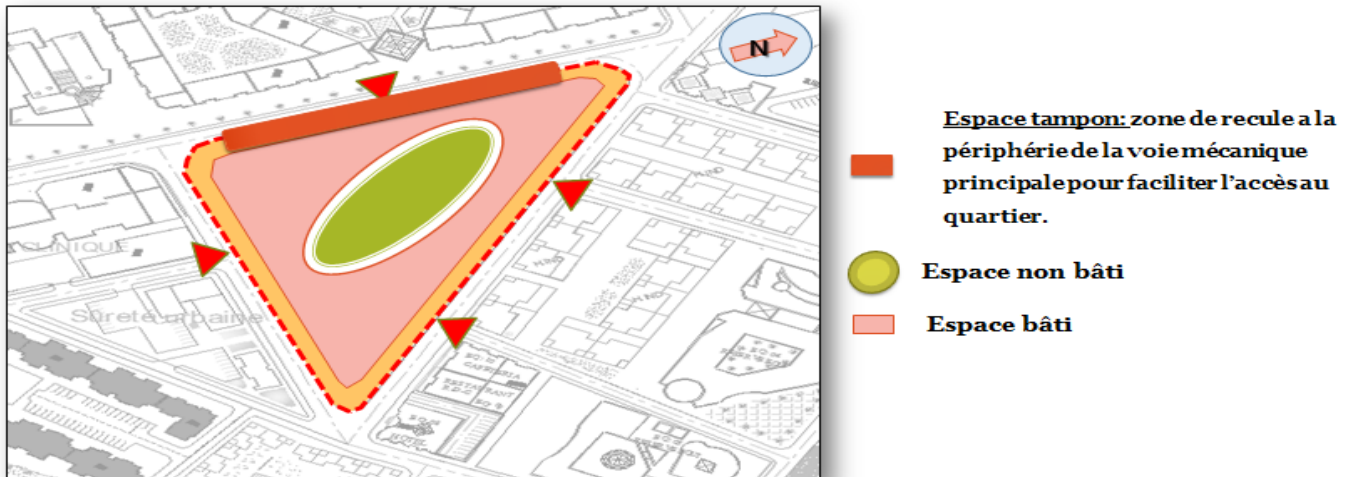


Figure VI- 3: La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013

ETAPE 03 : Création d'un espace protégé

Le cœur d'îlot autant que espace central assure plusieurs rôles, nous citons :

Climatique : création d'un microclimat qui contribue à la régulation thermique.

Contextuelle : Symbole référentiel à l'architecture traditionnel

Thématique : La surface est importante et suffisante pour créer un espace de communication sociale

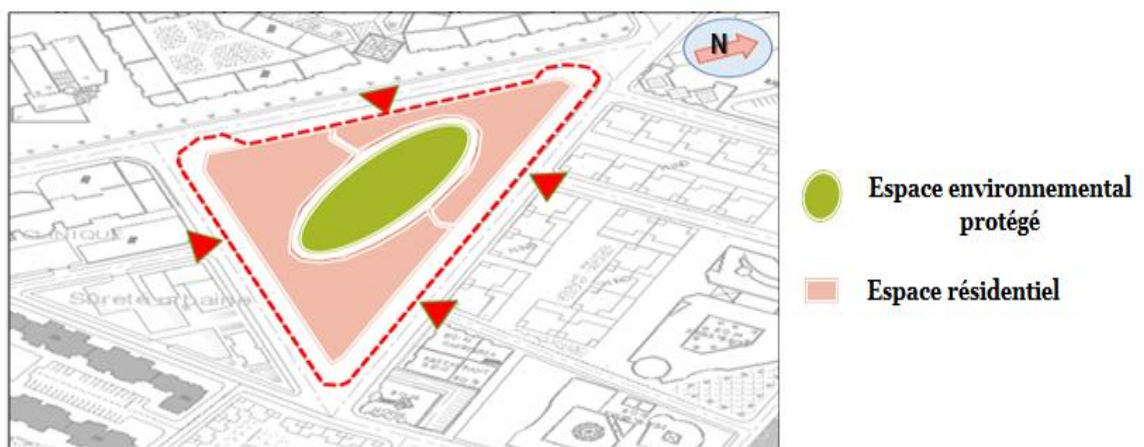


Figure VI- 4: La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013

ETAPE 04 : La création d'un axe de composition

Prévoir un axe de composition au milieu du terrain :

Contextuelle: Pour que la liaison de notre projet sera inscrite sous le développement durable ;

Formelle: L'axe mécanique va diviser le projet en deux entités identiques.

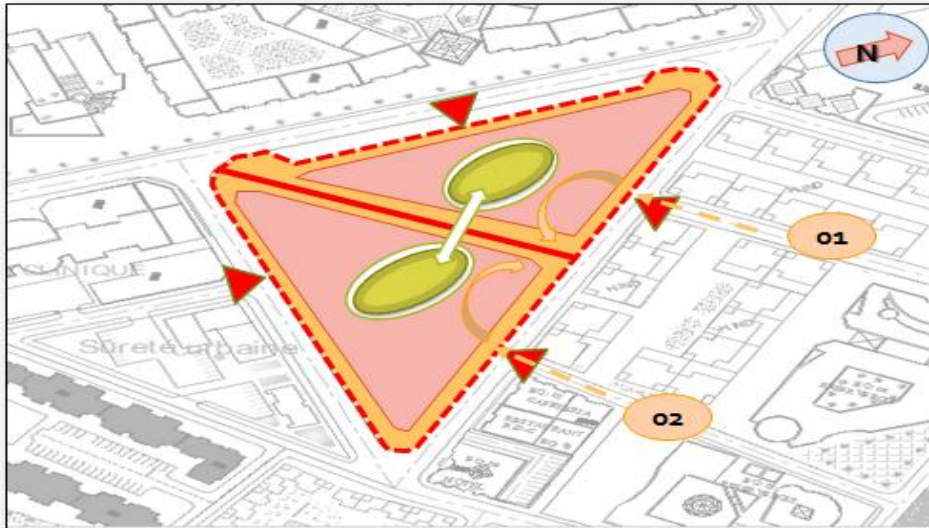
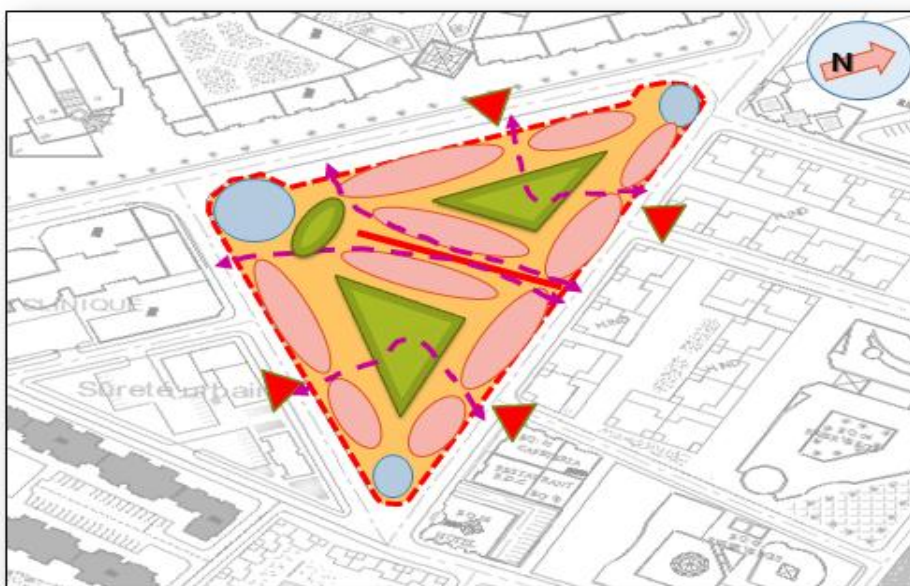


Figure VI- 5:La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013

ETAPE 05 : Schéma d'affectation des entités



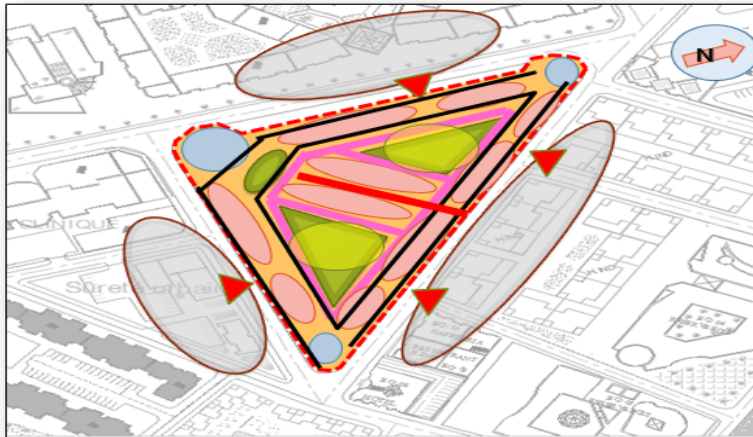
- Entités d'habitation
- Entités de loisir
- Points d'eau
- ▶ Accès aux projet

La création des accès a permis:

- La facilité et la fluidité de circulation
- La continuité entre l'espace public et l'espace central.

Figure VI- 6:La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013

ETAPE 06 : La hiérarchisation dans le projet



- La hiérarchisation des parcours:**
- Parcours piétons libres
 - Parcours cyclables
 - Parcours mécanique d'accès

- La hiérarchisation des espaces:**
- Espaces public
 - Espaces semi-privés

Figure VI- 7: La forme de l'assiette Source : le dernier -Pos- Elmerdja-18.04.2013

ETAPE 07: Mode de composition (Intégration par rapport les contraintes climatiques)

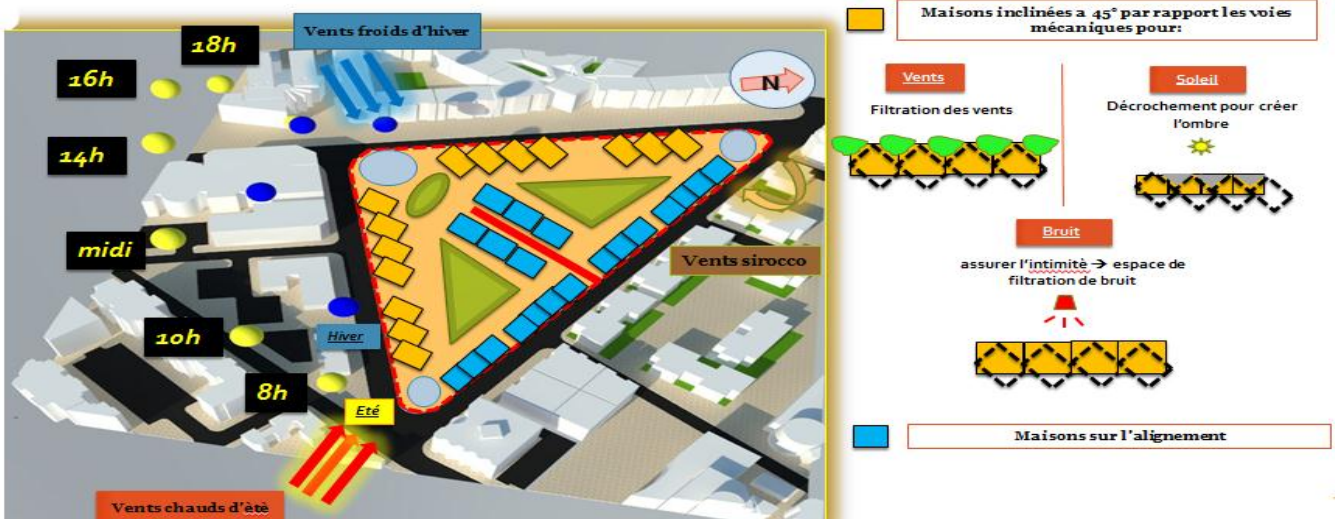
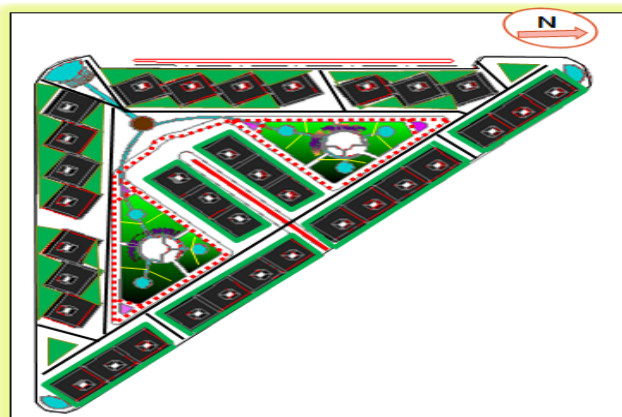


Figure VI- 9 : Schéma des conditions climatiques. Source : auteurs

ETAPE 08: Aménagement du plan de masse



- Espace verts
- Le bâti
- Les points d'eau
- Parcours cyclable
- Parcours mécanique d'accès
- Parcours piéton libre
- Parcours de promenade

Figure VI- 8 : Aménagement du plan de masse. Source : auteurs

ETAPE 09 : Schéma des cellules

Organisation spatiale autour du patio, principe de l'introversion des espaces :

- ✓ Volonté de s'inspirer de l'architecture locale de Laghouat
- ✓ Offre une multitude de solutions pour les problèmes climatiques, le patio offre une relation avec la nature, le soleil, et l'air frais.
- ✓ Maisons mitoyennes pour minimiser les déperditions thermiques

Prévoir une maison en duplex pour :

- ✓ **Climatique:** Minimiser les déperditions thermiques
- ✓ **Foncière:** Rationalisation de l'occupation du sol (CES faible)
- ✓ **Formelle:** Equilibre entre étalement et élancement



Figure VI- 11: Organigramme fonctionnel au RDC. Source : auteurs



Figure VI- 10: Organigramme fonctionnel au 1^{er} étage. Source : auteurs



Figure VI- 13: Organigramme spatial au RDC. Source : auteurs



Figure VI- 12: Organigramme fonctionnel au 1^{er} étage. Source : auteurs

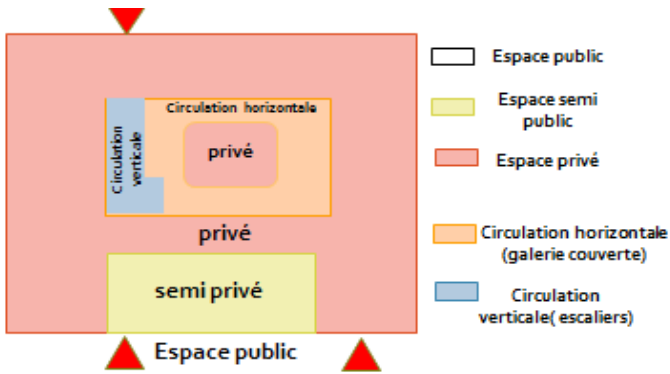


Figure VI-15: La hiérarchie des espaces. Source : auteurs

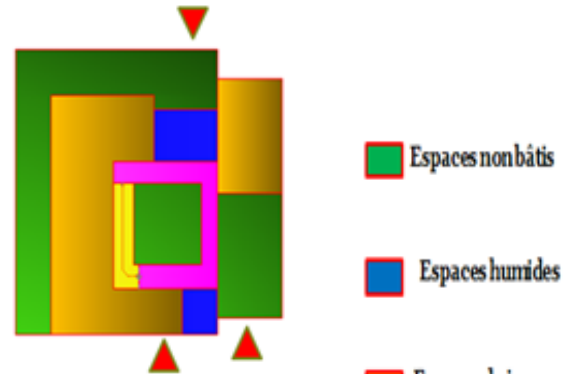


Figure VI-14: Distribution des espaces au RDC. Source : auteurs

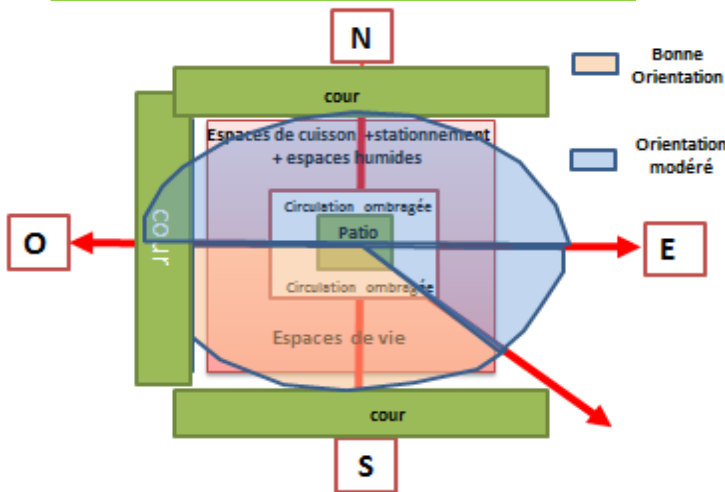


Figure VI-17: La hiérarchie des espaces. Source : auteurs

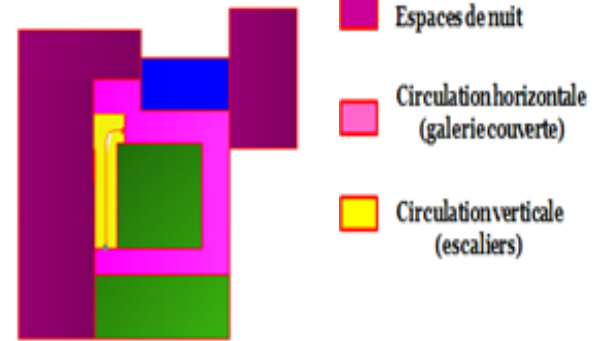
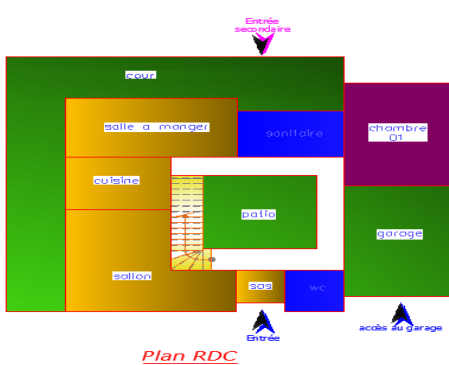


Figure VI-16: Distribution des espaces à l'étage. Source : auteurs

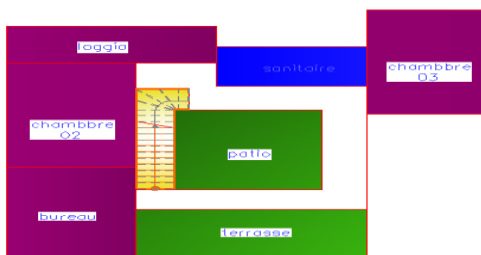
Type F4:

Distribution des espaces intérieurs

Type F5:



Plan RDC



Plan 1er étage

Espaces non bâtis

Espaces humides

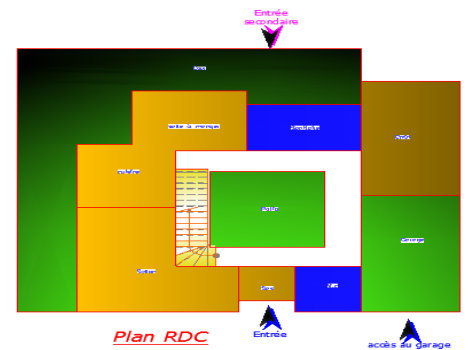
Espaces de jour

Espaces de nuit

Circulation horizontale (galerie couverte)

Circulation verticale (escaliers)

Figure VI-18: Distribution des espaces intérieurs. Source : auteurs



Plan RDC



Plan 1er étage

LECTURE DE FAÇADE :

- ✚ **Le rythme:** un contraste entre les éléments horizontaux (les fenêtres, le bandeau,...) et verticaux (les colonnes, les brises soleil...)
- ✚ **Le rapport plein/vide :** respecter plein=vide
- ✚ **Les matériaux de texture:** la pierre taillée, la chaux
- ✚ **La volumétrie :** dynamique
- ✚ **La couleur :** claire, sablée et rigoureux
- ✚ **La hiérarchisation:** soubassement, corps, couronnement
- ✚ **Effet de signe :** traditionnel
- ✚ **Type d'ouverture :** rectangulaire avec moucharabieh
- ✚ **Effet de vue :** vue dégager
- ✚ **Orientation des façades:** type 1 f5 sud-ouest / Type 2 f5 nord-est /

Type 3 f5 nord-ouest / Type 1 f4 nord-est / Type 2 f4 sud-ouest / Type 3 f4 sud-est

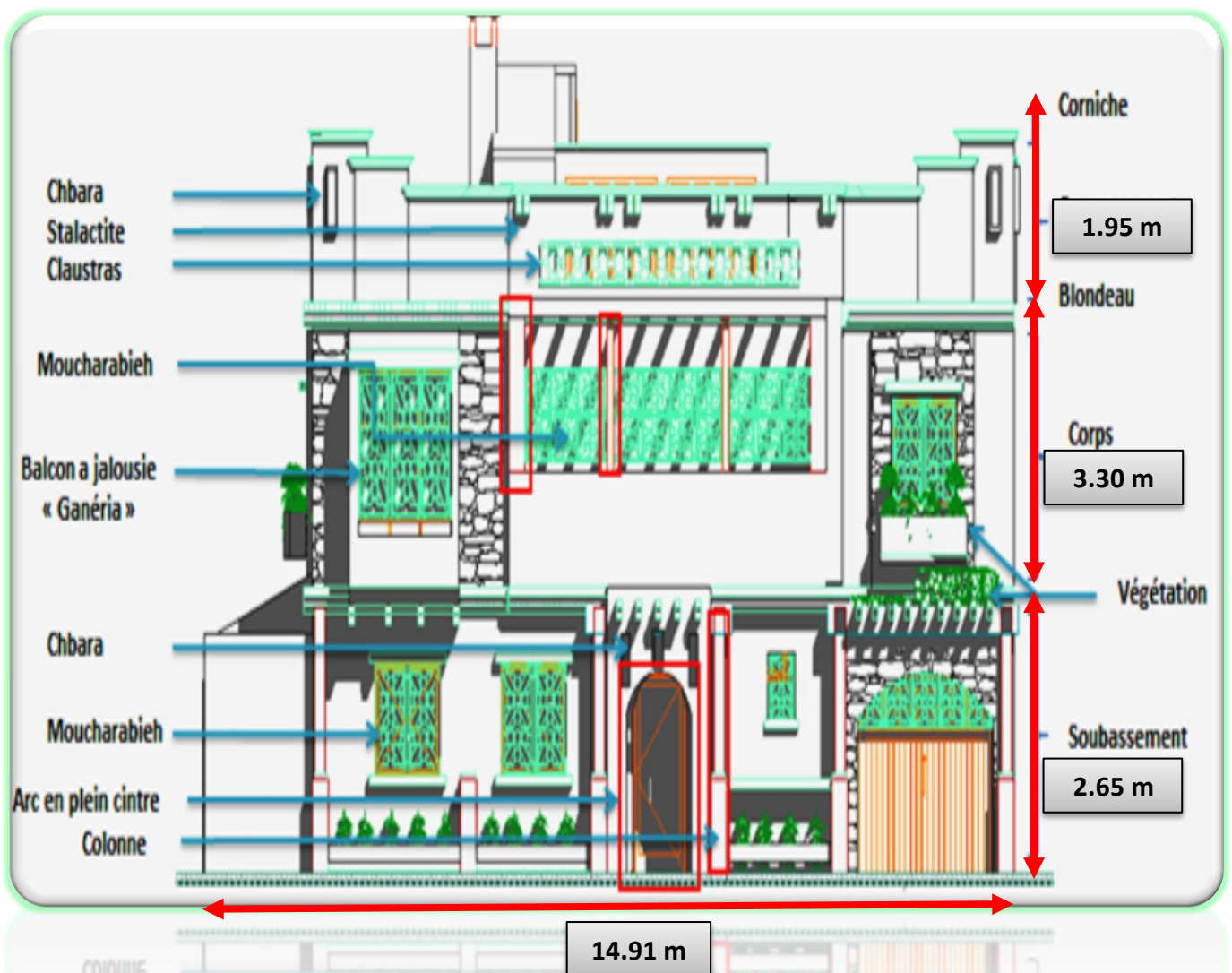


Figure VI- 19:Façade principale. Source : auteurs

LES ASPECTS DURABLE DU PROJET :

Au niveau du plan de masse :



Photo VI- 4 : Abris des vélos. Source : auteurs

Photo VI- 3: Abris des vélos. Source : auteurs



Création d'une source d'eau dans le point le plus haut pour irriguer notre projet par un système de sagia qui démarre à partir de la cascade et pénètre au cœur du projet en passant par un puits, inspirer de la palmerie de Laghouat.

Photo VI- 5: Les points d'eau dans le projet. Source : auteurs

Création d'un espace de rencontres et de détente au cœur du projet pour assurer la communication social et qui contribue à la régulation thermique et la création d'un microclimat.



un écran anti bruit constitué d'un alignement d'arbre est implanté autour des maisons et a la périphérie du projet aussi pour la filtration de l'air.

Photo VI- 6: La végétation dans le projet. Source : auteurs

Les techniques utilisées :

Le patio un élément structurant et un puits de fraîcheur, distributeur d'air, d'ombre et de lumière participe à l'éclairage, la ventilation naturels et le chauffage des espaces de vie par:

- ✓ Tirage thermique
- ✓ Effet de serre

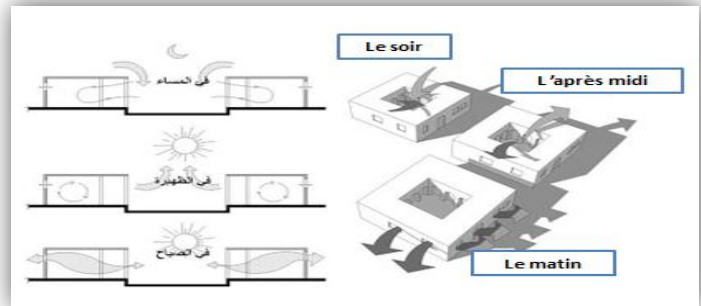


Figure VI- 20: Schéma descriptif de la ventilation naturelle du patio. Source : auteurs



Le patio semi couvert permet de profiter au maximum de l'énergie solaire en hiver et protéger le patio et les espaces de vie du soleil direct en été par un traitement de moucharabiehs

Photo VI- 7:Le principe du patio semi-ouvert. Source : auteurs



Ventilation réglable pour assurer le renouvellement d'air nécessaire, on a proposé une ventilation réglable pour contrôler le débit d'air.

Alimentation naturelle : l'air neuf arrive naturellement dans les locaux 'secs' par les ouvertures d'alimentation réglable (OAR) installé dans les murs extérieurs.

Evacuation Naturelle : ce sont des conduits verticaux débouchant en toiture, aussi près que possible du faite, qui évacuent l'air vicié.
OER : ouverture d'évacuation réglable.

Photo VI- 8:Le principe du patio semi-ouvert. Source : auteurs



L'implantation d'un capteur thermique pour la production de l'eau chaude sanitaire.

Revalorisé l'utilité de la terrasse accessible (architecture local)

Photo VI- 9:Le principe du patio semi-ouvert. Source : auteurs

CONCLUSION GENERALE :

Ce projet est le fruit d'une réflexion et d'un travail de plusieurs échelles c'est un travail de recherche expérimentale sur la question de l'habitat, de son adaptation a un contexte climatique et culturel spécifique et de sa capacité de fabriquer un habitat durable.

Les dimensions environnementales pour un bâtiment ne se limitent pas à l'utilisation des techniques formelles, mais elle s'étale surtout sur des étapes et des éléments de projet.

Dans notre « projet 34 habitats individuels durable à la ville de Laghouat », on a essayés de concevoir un ensemble de logements basé sur des stratégies de durabilité, on alliant ces stratégies par des simulations de prédiction.

Nous avons obtenus un habitat durable qui a été élaboré par rapport à son contexte lié a l'environnement et aux particularités du climat par l'utilisation des moyens passifs pour atteindre le confort thermique, un confort tant recherché au milieu chaud et semi-aride de Laghouat.

Nous espérons par ce modeste travail avoir contribuer à l'enrichissement des investigations dans le concept de l'habitat durable et que notre travail aide a enrichir les travaux des futurs promotions.

Introduction :

L'architecture durable propose un ensemble de solutions pour minimiser la consommation des ressources et surtout l'énergie et elle est à la recherche continue d'un confort optimal à l'intérieur des bâtiments en général et l'habitat individuel en particulier.

La ventilation naturelle a été un enjeu majeur dans l'habitat individuel et elle le restera pour toujours, du fait de sa fonction primordiale qui est d'assurer le renouvellement d'air et le rafraîchissement des espaces intérieurs.

À cet égard ; l'homme a eu recours, à travers l'histoire, à une multitude de dispositifs passifs pour ventiler son habitation, parmi les plus connus : le patio, les capteurs à vent, le moucharabieh, ...

C'est dans cette optique que notre travail est inscrit, nous avons essayé d'étudier les besoins et les exigences nécessaires pour obtenir un meilleur état de confort.

En général, Les maisons individuelles ont des besoins variés, donc la ventilation naturelle doit être traitée afin de garantir des conditions d'hygiène et de santé pour les occupants.

Les espaces de vie ont besoin d'un renouvellement d'air effectif toutes les heures C'est sans doute que ces espaces sont les plus sensibles et les plus délicats à traiter.

C'est des endroits qui doivent être :

- Confortables.
- avec une bonne Qualité de l'air pour la santé (prolifération microbienne) et le bien être des occupants.

Problématique :

La bonne qualité de l'environnement intérieur dans la maison influe sur le bien être morale et physique des individus, parmi les facteurs déterminant la qualité de l'environnement intérieur est la ventilation qui permette au bâtiment de disposer d'une qualité de l'air intérieur suffisante pour la santé des occupants.

Il y a plusieurs facteurs qui influent au débit d'air dans un espace de vie en particulier la taille et la position des ouvertures ainsi que l'orientation des fenêtres.

La région de Laghouat, a un climat sec et semi-aride son rayonnement solaire pendant les mois d'été est très intense et la température de l'air ambiante s'élève jusqu'à 40 °C et plus, qui est à l'origine de surchauffe des espaces internes, ce dernier peut aller jusqu'à la période nocturne, donc les besoins de rafraîchissement, en été, sont primordiaux.

Pour répondre à ces besoins du confort thermique le recours aux moyens mécaniques de climatisation est malheureusement devenu systématique.

Dans le but de contrebalancer cette tendance, nous ne pensons qu'au retour à la conception traditionnelle et la revalorisation des techniques passives tel que le patio avec une étude précise peut contribuer considérablement à l'amélioration de la ventilation naturelle dans l'habitat individuel en climat semi-aride de Laghouat.

Alors :

- ✚ Le système passif tel que conçu est apte à assurer un confort thermique par une ventilation naturelle ?
- ✚ Quelles sont les meilleures mesures et positions des ouvertures d'entrée et de sortie d'air qui assure une bonne ventilation naturelle dans les espaces de vie ?

Objectifs de travail :

L'objectif de ce travail est de prédire le confort thermique par l'utilisation de la ventilation naturel à l'aide de logiciel de simulation dynamique ENERGYPLUS, la simulation va ensuite réagir sur les paramètres (variables) tel que l'ouverture des fenêtres, de l'atrium, la serre... afin de réajuster l'environnement intérieur et aboutir un confort thermique équitable.

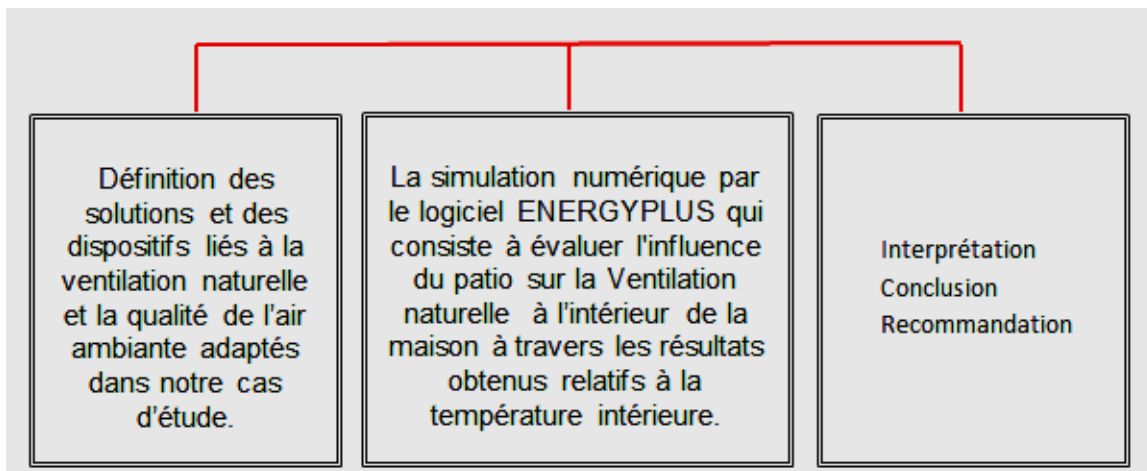
Méthodologie de la recherche :

I. Partie théorique :

Comprendre la notion et les paramètres liés à la ventilation naturelle, les dispositifs aidant à améliorer la qualité de l'air dans la maison.

II. Partie expérimentale :

Ce dernier est divisé en trois parties



I. PARTIE THEORIQUE :

1. Le vent :

Le vent est un mouvement de l'atmosphère, ces mouvements de masses d'air sont provoqués par deux phénomènes se produisant simultanément :

- un réchauffement inégalement réparti de la surface de la planète par l'énergie solaire
- la rotation de la planète.

Les vents sont une source d'énergie renouvelable, et ont été utilisés à travers les siècles à divers usages, par les moulins à vent, la navigation à la voile, le vol à voile ou plus simplement le séchage.

2. Le vent et la ventilation :¹

Le vent est aussi un élément important à prendre en compte dans la conception d'un bâtiment et son environnement immédiat. Les conditions du site, en particulier les vitesses de vent potentielles, peuvent influencer significativement la possibilité d'utilisation de la ventilation naturelle.

La vitesse et la direction du vent ont un impact substantiel sur le microclimat et sur la demande énergétique des bâtiments.

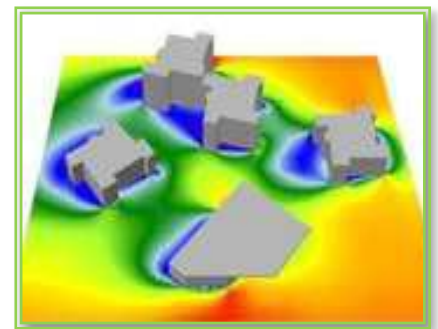


Figure VII- 1 :L'effet du vent sur des bâtiments isolés observé dans une Soufflerie (MOKEDDEM.M, 2012)

3. La ventilation : ²

Consiste à renouveler l'air intérieur d'un local ou d'un bâtiment. Cela se traduit par l'apport d'air neuf extérieur et l'extraction de l'air vicié intérieur, et répond à la fois à une nécessité hygiénique (qualité sanitaire de l'air ambiant intérieur) et à un souci de confort thermo-hygrométrique (potentiel de rafraîchissement de l'air et des parois et évacuation de l'humidité).

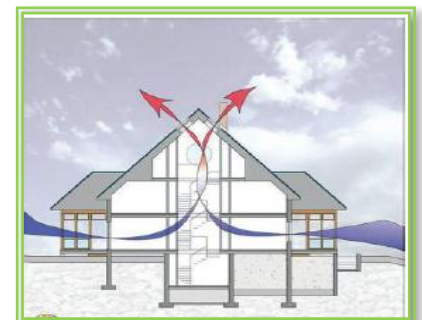


Figure VII- 2: La ventilation naturelle, source : .aucoeurdumonde.ca

¹ Source : Mémoire magister, MOKEDDEM.M, 2012

² Source : Veille documentaire - Fiches « Qualité Environnementale » OB02_ACT003_FT005 Ventilation naturelle V2010 06 18.doc

3-1. La ventilation naturelle³ :

- **Principe de la ventilation naturelle:**

La ventilation naturelle est basée sur la création d'un flux d'air lent. Ce déplacement d'air résulte de différences de pressions, qui apparaissent dans un bâtiment suite aux pressions du vent sur le bâtiment et suite aux écarts de température entre l'intérieur et l'extérieur :

- 1) **Le vent** : Sous l'effet du vent, une pression s'exerce sur l'extérieur du mur côté vent, tandis qu'une dépression s'applique au droit de la face sous le vent ; l'air pénètre donc par les ouvertures de la façade face au vent et ressort dans la zone de dépression en toiture.

La chaleur : L'écart de température amène un écart de pression qui expulse l'air au dehors du bâtiment par effet de cheminée (surpression).

L'équilibre des pressions implique que cette expulsion d'air chaud vers le haut crée un appel d'air froid dans la partie basse du bâtiment (dépression).

Dans la pratique courante il existe principalement deux types de ventilation naturelle :

- le renouvellement d'air par ouverture des fenêtres ;
- La ventilation par tirage thermique.

- 1) **Les fenêtres** : Ouvrir les fenêtres permet de créer de grands débits d'air, afin d'évacuer les polluants et pour refroidir dans un court laps de temps.

Cependant les conditions pour avoir un renouvellement d'air correct avec ce système, l'ouverture des fenêtres devant se faire à un rythme régulier non improvisé, pour limiter les déperditions thermiques et pour s'assurer de la qualité sanitaire de l'air intérieur.

On distingue trois grands types de système de ventilation naturelle :

- 1) Ventilation par simple exposition.
- 2) Ventilation traversant.

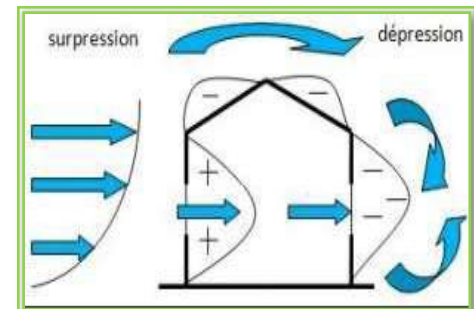


Figure VII- 3: Principe de la ventilation du au vent. Source : (MOKEDDEM.M, 2012)

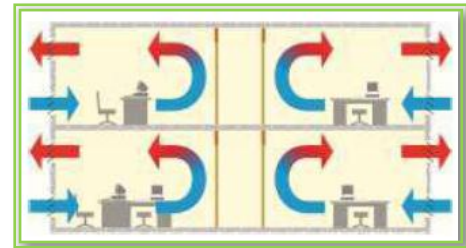


Figure VII- 4:Schéma représente la ventilation simple exposition. Source : Mémoire de Magister (Mokadam.M) 2012

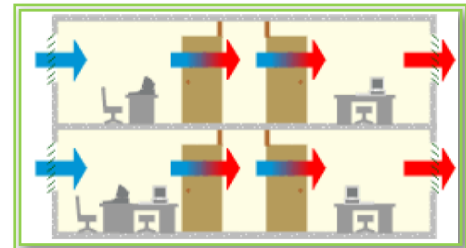


Figure VII- 5:Schéma représente la ventilation transversale. Source : Mémoire de Magister (Mokadam.M) 2012

³ Source : Veille documentaire - Fiches « Qualité Environnementale »OB02_ACT003_FT005 Ventilation naturelle V2010 06 18.doc

2) Le tirage thermique :

C'est le système de ventilation naturelle le plus répandu, afin de réaliser un bon tirage thermique, le conduit vertical peut être renforcé par un extracteur statique qui crée une dépression supplémentaire en tournant sous l'effet du vent.

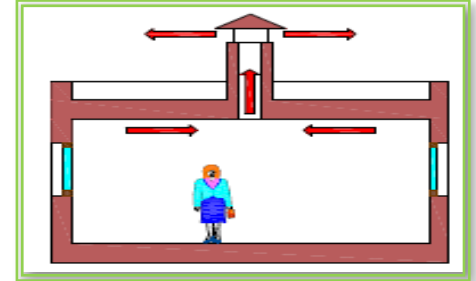


Figure VII- 6: Principe de tirage thermique, source : article scientifique : les stratégies des confort thermiques

3-2. La ventilation nocturne :

Le procédé de la ventilation nocturne est le refroidissement de la masse interne des bâtiments, il apporte un confort pendant la journée qui suit la nuit de ventilation si le bâtiment dispose d'une inertie thermique suffisante.

On peut pratiquer la ventilation nocturne de 21h à 7h du matin, généralement de la mi-juin à la mi-août.

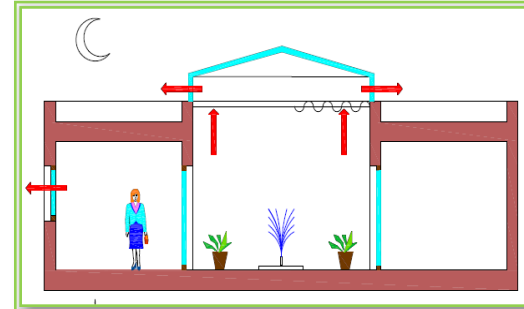


Figure VII- 7: Principe de ventilation nocturne, source : article scientifique : les stratégies des confort thermiques

4. Les facteurs d'influences :

La ventilation naturelle est influencée par les paramètres suivants :

- **L'environnement :**
 - **lointain** : (montagne, accidents des reliefs, vallées, villes ...)
 - ou **proche** (bâtiments voisins, murs de protection, ...)
 - et **le climat** plus il fait froid, ou /et plus il y a du vent, plus le renouvellement s'accélère.
- **La végétation** : procure de l'ombre, mais aussi influe sur les mouvements des masses d'air qu'elle permet de déplacer, canaliser, accélérer ou ralentir.
- **Le bâti** : la taille du bâtiment, sa forme, les positions, géométries et dimensions des ouvertures, des débords de toiture... ces paramètres rentrent en jeu dans les mouvements d'air créés dans les locaux.

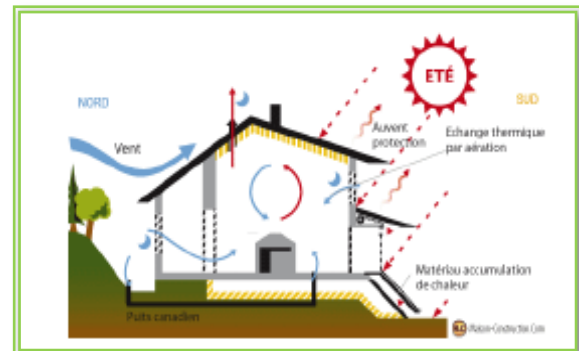


Figure VII- 8: Effet de la conception du bâtiment et ses alentours sur l'efficacité du rafraîchissement naturel. Source : Mémoire de Magister (Mokadam.M) 2012

Afin de réaliser une installation dans les règles de l'art, les éléments suivants sont à prendre en compte :

- **L'air en mouvement** à une certaine inertie ; les filets d'air entrant dans les bâtiments ont donc tendance à garder la même direction ;
- **La direction des filets d'air** à l'intérieur d'un bâtiment est influencée par la répartition des pressions sur la façade exposée au vent et par la forme de l'orifice d'entrée du vent ;
- **Le mouvement de l'air dans une pièce** doit être considéré aussi bien en plan qu'en coupe ;
- **Le trajet au vent** au travers d'une pièce n'est pas influencé par la vitesse du vent, mais seulement par la géométrie et l'existence des zones de haute et basse pression.

La ventilation naturelle sera favorisée par :

- ✓ Des ouvertures situées sur des façades opposées pour favoriser une ventilation traversant (1),
- ✓ Une avancée assez haute augmente le flux sans modifier sa direction (2),
- ✓ Une hauteur des ouvertures telle que le flux intérieur soit dirigé vers le bas (3 et 4) ceci est possible si l'entrée est en position basse.

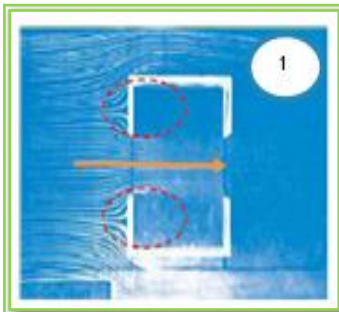


Figure VII- 11:Influence des fenêtres opposées. Source : www.regionpaca.fr

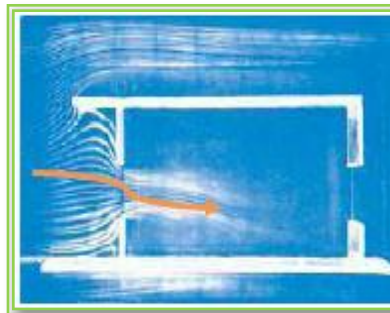


Figure VII- 10:Influence des avancées extérieures. Source : www.regionpaca.fr

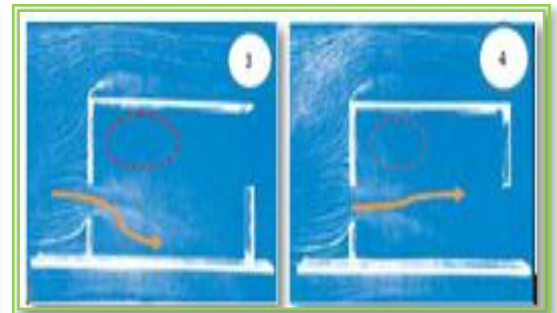
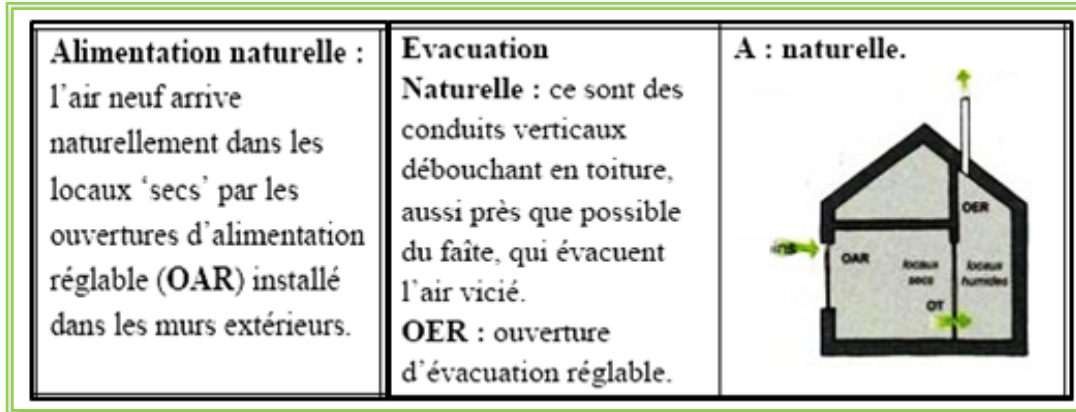


Figure VII- 9: Influence de l'entrée et de la sortie d'air, Source : www.regionpaca.fr

Le renouvellement d'air :

Pour assurer le renouvellement d'air nécessaire, il faut pouvoir contrôler la ventilation, de plus une ventilation trop importante constitue aussi une perte d'énergie.



Refroidissement passif :

- Réduire les gains solaires par des protections solaires efficaces et une inertie d'absorption interne suffisante (Amortissement + déphasage)
- Réduire les gains internes (sobriété énergétique et appareils avec bon rendement)
- Evacuer le surplus de chaleur en ventilant fortement mais T_{ext} doit être $<$ à T_{int}

- **Déphaser : Inertie**

En été, les apports de chaleur reçus pendant la journée pourraient conduire à une surchauffe considérable.

- **Dissiper : Ventilation nocturne**

Pour éviter une surchauffe trop importante, la ventilation nocturne est intéressante. Elle permet de dissiper la chaleur qui s'est accumulée pendant la journée : le bâtiment se refroidit la nuit, il se "décharge", pour être prêt à se "recharger" la journée suivante. Sans ventilation, la chaleur stockée de jour en jour rendrait les températures intérieures progressivement inconfortables.

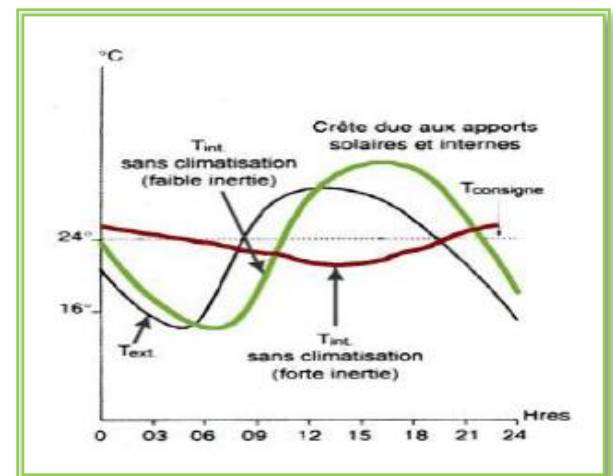


Figure VII- 12: Journée ensoleillé d'été, source : mémoire magister Ben Mehdi Rachid 2013

II. PARTIE EXPERIMENTALE :

1. Présentation de cas d'étude :

Fiche technique :

- Situation : El Merdja-Laghouat
- Type: Maison individuelle « F4 Type 2 »
- Surface totale : 218.34m²



Figure VII- 13: Vue sur la maison, source : auteurs

- Hall =33.45m²
- Cuisine + coin de manger = 21.37m²
- Salon = 18m²

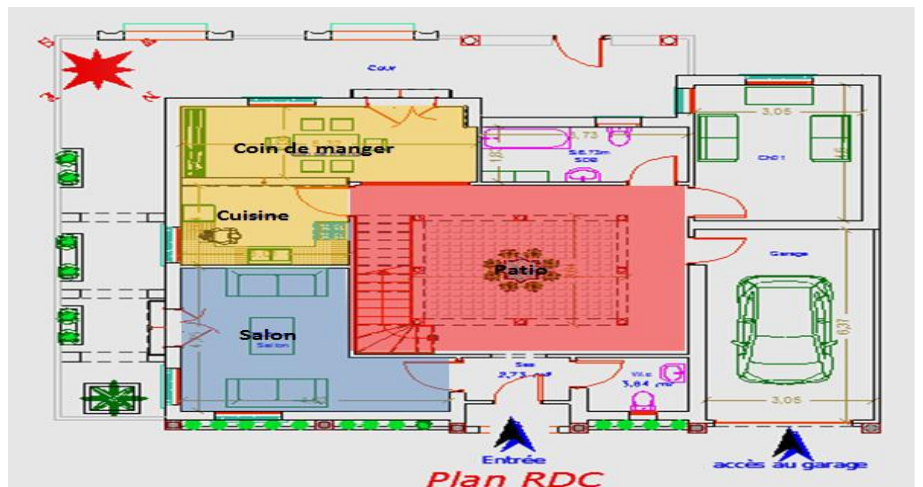


Figure VII- 14: Plan RDC, source : auteur

- Hall =33.45m²
- Chambre = 17.43m²
- Bureau = 13m²



Figure VII- 15: Plan 1er étage, source : auteur

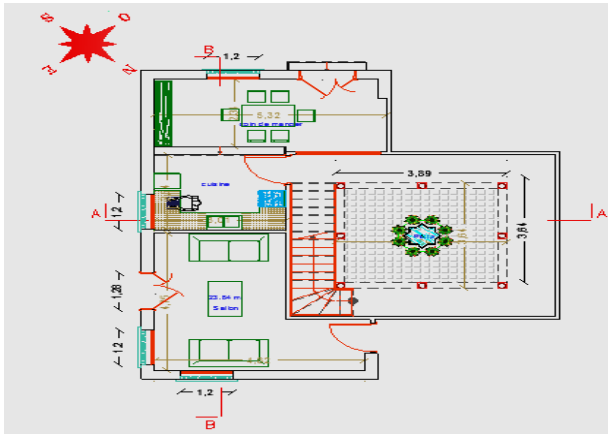


Figure VII- 16: Les espaces a étudié au RDC, source : auteur

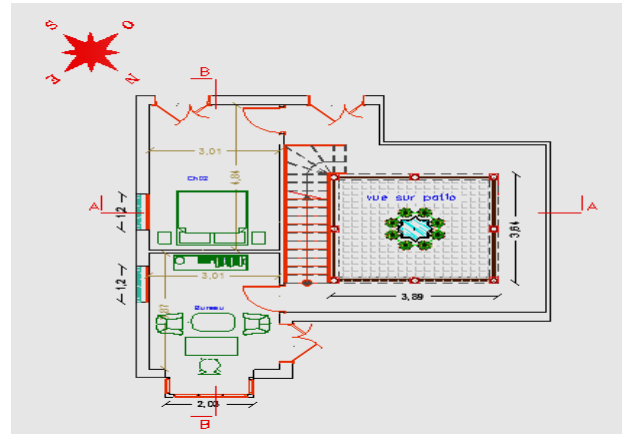


Figure VII- 17: Les espaces a étudié au 1^{er} étage, source : auteur

- Dimension des ouvertures = 1m20 x 1m20
- Hauteur allège + fenêtre = 2.30m
- Hauteur sous plafond = 2m80
- Surface cumulée des fenêtres : 13.71m²
- Orientation des ouvertures = Sud-est, Sud-ouest

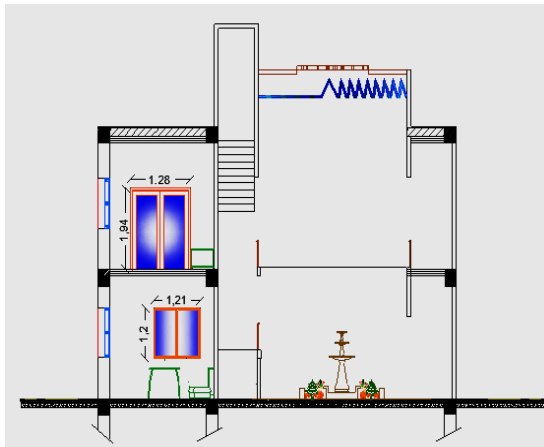


Figure VII- 19: Coupe A-A, source : auteur

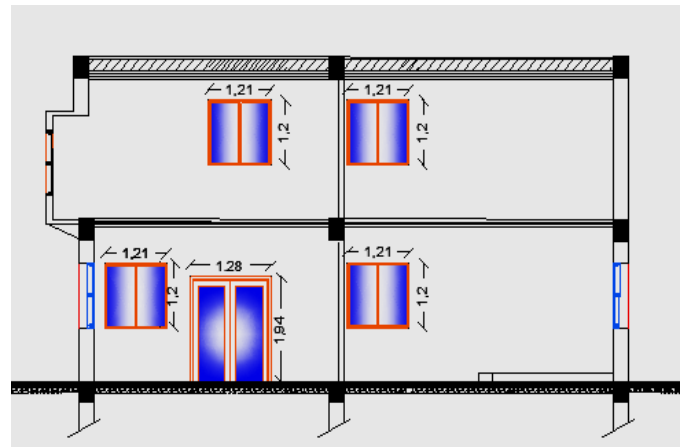


Figure VII- 18: Coupe B-B, source : auteur

2. Facteur influant sur la ventilation naturelle:

2.1. L'orientation :

L'orientation de la maison est selon l'axe nord-est, sud-ouest

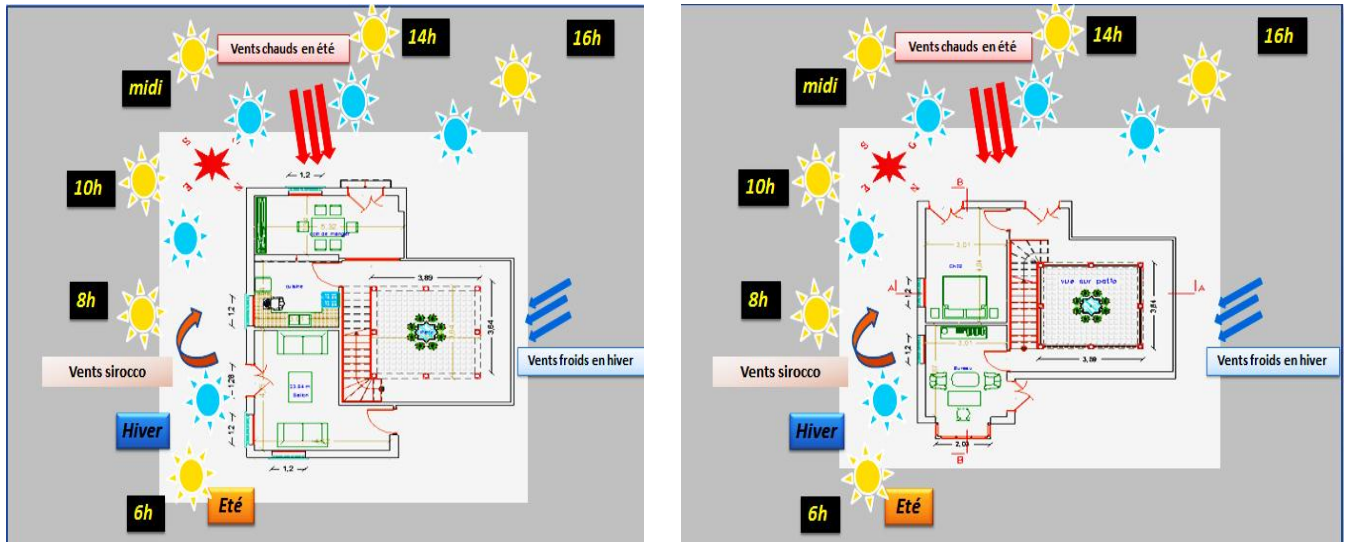


Figure VII- 20: Les facteurs climatiques influant sur Les espaces à étudier au RDC et à l'étage, source : auteur

2.2. Matériaux de construction :

- Les murs :

Le BTS est un matériau : Local ; sain ; solide ; étanche et de grande inertie thermique, une grande capacité à stocker la chaleur et le rayonnement.

Dans notre projet **maison durable**, des épaisseurs d'isolation pour un mur épais en BTS de grande inertie thermique et à 40cm avec une isolation d'un enduit de plâtre par l'intérieur et un enduit Batard (ciment + chaux) à l'extérieur pour une meilleure absorption de la chaleur d'autre part, les ponts thermiques ne sont absolument pas tolérés.

La perte de chaleur à travers une paroi, un plancher ou un toit est mesurée par son coefficient de transmission thermique.

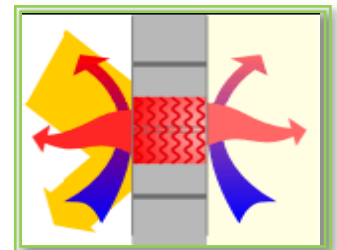


Figure VII- 21: Phénomène de déphasage
Source : site d'internet (energieplus.com)

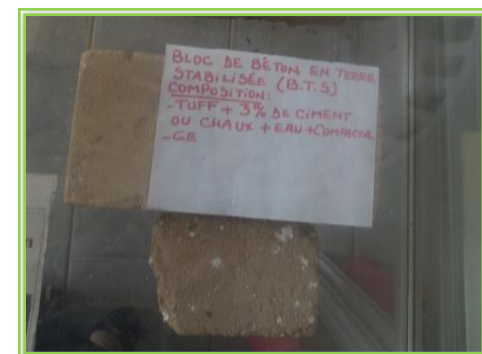


Figure VII- 22: Les composants de BTS, source : musée communal –Laghouat-

Matériaux	Epaisseur (m)	Conductivité (W/m.K)	Densité (kg/m ³)
Le BTS	0.4	1.15	1950
Enduit plâtre	0.02	1	1200
Enduit Batard (Ciment +La chaux)	0.02	1	1900

Tableau VII- 1: Les caractéristiques des matériaux, source : ENERGYPLUS

- **Les fenêtres :**

- a. **Au niveau de vitrage :**

De tous les composants de l'enveloppe, la fenêtre est l'élément le plus critique à cause de ses multiples fonctions : outre ses qualités d'isolation, elle doit permettre la vue vers l'extérieur, être ouvrable et pouvoir se fermer parfaitement, et en plus, elle doit aussi capter un maximum d'énergie solaire.

La performance d'une habitation durable dépend de sa capacité à empêcher l'énergie qui a été captée et emmagasinée ne s'échappe.

Pour cette raison le choix s'est porté sur le double vitrage qui réduit le gain solaire de 15% comparativement à une fenêtre à simple vitrage, mais possède un facteur d'isolation supérieur.

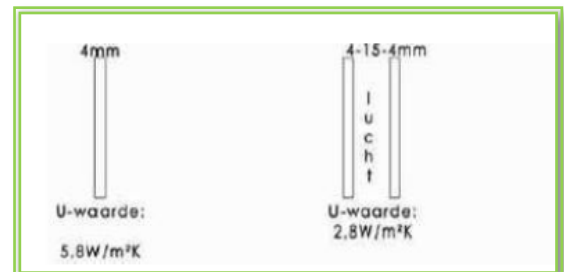


Figure VII- 23: Comparaison des performances de simple et double vitrages, Source : mémoire magister Ben Mehdi Rachid 2013

Les vitres sont remplies de gaz nobles **l'argon**, afin de réduire le transfert de chaleur par convection.

Pour diminuer également le transfert de chaleur par rayonnement, on utilise des verres à faible émissivité

(Low-E), c'est-à-dire qu'on leur a ajouté une couche invisible d'oxydes métalliques qui laisse passer la lumière extérieure, mais bloque le rayonnement de chaleur provenant de l'intérieur de la maison.

Coefficient de transmission thermique (Ug en w/m², k) :1.1

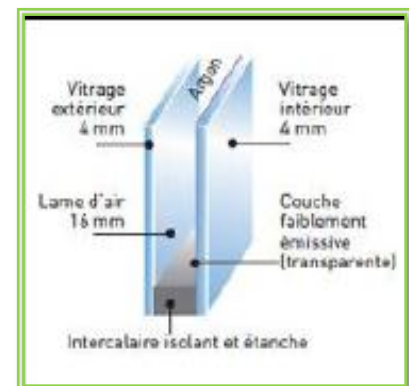


Figure VII- 24: Dimension de double vitrage
Source : site d'internet (K-line.com)

b. La protection solaire :

Pour une meilleure protection contre les rayons solaires directs on a utilisées les moucharabiehs à l'extérieur.



Figure VII- 25: Protection en moucharabieh, source : auteur

c. Au niveau de la menuiserie :

Le bois rouge : très performant en termes d'isolation thermique, naturel, recyclable.



Figure VII- 26: Fenêtres en bois rouge, source : Google image

3. Principe de la ventilation nocturne à travers le patio semi-couvert :

- 1) En période chaude de l'été l'atrium provoque une surchauffe des espaces intérieurs par l'effet de serre, alors face à ce problème on a optée à faire un patio semi couvert qui permet de profiter au maximum de l'énergie solaire en hiver et protéger le patio et les espaces de vie du soleil direct en été.

Le patio est composé de deux types de couvertures :

- **Type 1** : une plaque de pare-soleil horizontale en moucharabieh fixées « 1.88mx3.64m » au centre de la trame de patio

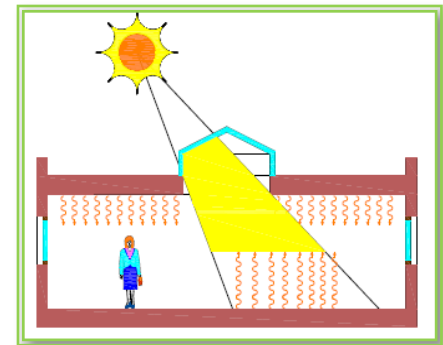


Figure VII- 27: L'effet de serre de l'atrium, source : article scientifique : les stratégies des confortes thermiques

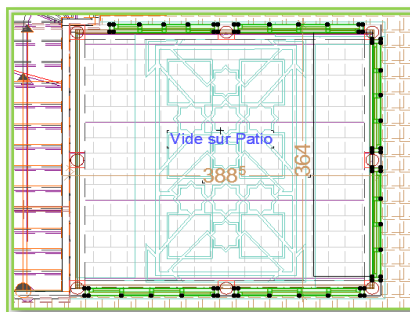


Figure VII- 29: Dimensions proportionnées, source : auteur



Figure VII- 28: Couverture en moucharabieh fixée, source : auteur

- **Type 2** : Une plaque de verre « 3.88mx3.64m » imbriquée sur des rails peuvent se plier indépendamment sur la trame du patio.

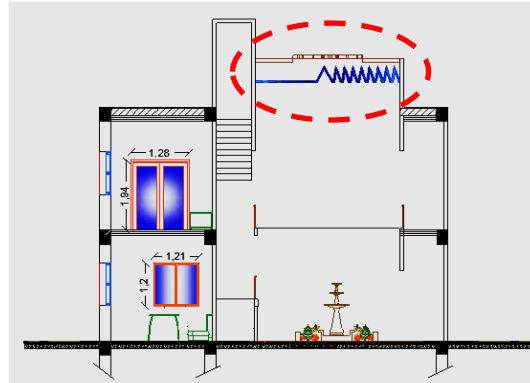


Figure VII-31: Coupe schématique du patio semi couvert, source : auteur



Figure VII-30: Le rail, source : auteur

- 2) Pour éviter la surchauffe trop importante, la ventilation nocturne est indispensable. Elle permet de dissiper la chaleur qui s'est accumulée pendant la journée : la maison se refroidit la nuit, elle se "décharge", pour être prête à se "recharger" la journée suivante.

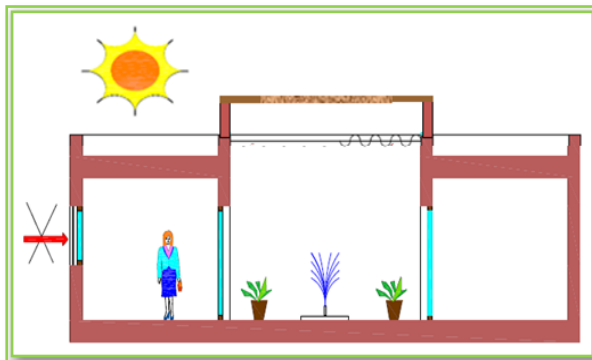


Figure VII-33: Fermetures des fenêtres pour garder la fraîcheur pendant la journée, source : auteur

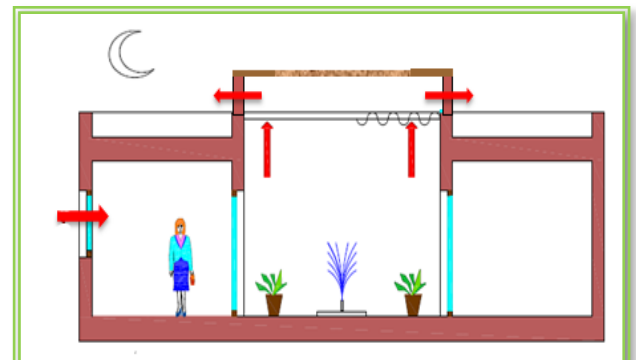


Figure VII-32: Ventilation nocturne dissipation de la chaleur, source : auteur

4. Simulation à l'aide du logiciel ENERGYPLUS :

Description du logiciel :

ENERGYPLUS est un programme de simulation thermique et énergétique des bâtiments développé par le DOE (département of Energy, Etats-Unis) permettant de :

- Réaliser des études de demande et de consommation énergétique
- déterminer les caractéristiques climatiques de l'immeuble
- Energyplus est particulièrement complet notamment pour la prise en compte des équipements énergétiques des bâtiments mais aussi de phénomènes complexes comme la ventilation naturelle, l'impact d'une toiture végétalisée ou de l'utilisation de matériaux à changement de phase. Il est aussi ouvert permettant l'utilisation de logiciel de saisie et d'exploitation.



Figure VII- 34: L'insigne de logiciel energyplus, Source : (energyplus-energy simulation software)

L'objectif de la simulation :

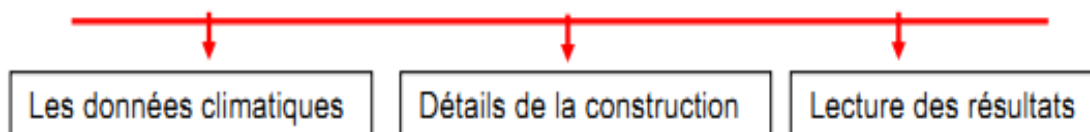
La simulation par **ENERGYPLUS** permet de tester le comportement thermique global du bâti et elle vise à fournir au maître d'ouvrage les éléments pertinents, de façon à pouvoir choisir les meilleures solutions techniques permettant d'optimiser l'efficacité énergétique des futurs bâtiments, tout en préservant la qualité du service rendu et du confort d'usage.

Limite du logiciel :

ENERGYPLUS ne prend pas en considération les formes diagonales pour les ouvertures, Les systèmes d'évaporation comme mur végétal, point d'eauetc

Déroulement de la simulation :

Le déroulement de la simulation se fait à travers les étapes suivantes :



1) Les données climatiques :

Elle concerne l'introduction des données climatiques et géographiques de la ville de Laghouat

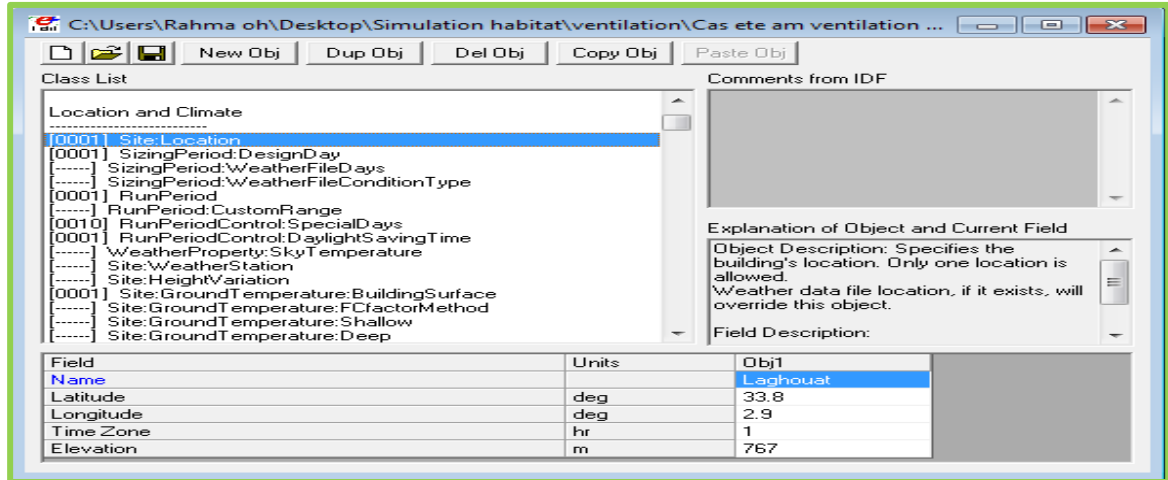


Tableau VII- 2 : La location du projet, source : ENERGYPLUS

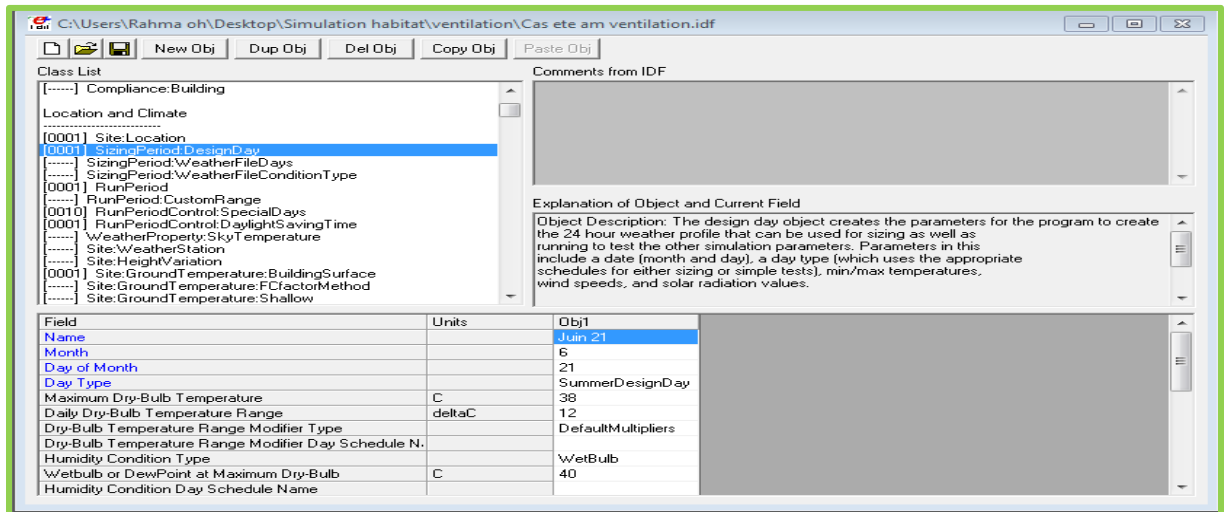


Tableau VII- 3: Les données climatiques, source : ENERGYPLUS

2) **Détails de la construction :**

Concerne la description détaillée du bâtiment a travers les coordonnes des éléments qui le compose (les murs, les dalles, les plateformes, les portes, les fenêtres) et les matériaux utiliser et la définition des zone.

- Les matériaux utilisés :

The screenshot shows the EnergyPlus software interface. The 'Class List' on the left has 'Material' selected. The 'Field' table below lists properties for three objects: Obj1 (BTS), Obj2 (Enduit batard), and Obj3 (Enduit platre). The 'Field Description' on the right indicates that the 'ID' field is required and must be alphanumeric.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3
Name		BTS	Enduit batard	Enduit platre
Roughness		Rough	VeryRough	VeryRough
Thickness	m	0.4	0.02	0.02
Conductivity	W/m-K	1.15	1	1
Density	kg/m3	1950	1900	1200
Specific Heat	J/kg-K	936	1080	1080
Thermal Absorptance		0.9	0.8	0.8
Solar Absorptance		0.9	0.8	0.8
Visible Absorptance		0.9	0.8	0.8

Tableau VII- 4: Tableau des matériaux, source : ENERGYPLUS

2. Les zones :

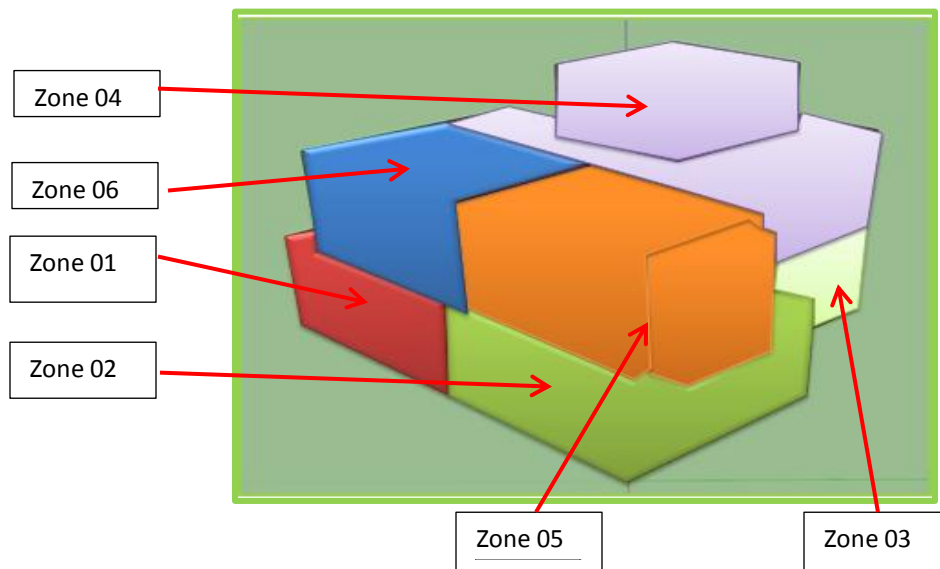


Figure VII- 35: Les zones, source : SKETCHUP

3) La lecture des résultats:

Elle concerne la lecture des résultats de la simulation par le biais du logiciel Excel et le dessin 3D à travers le logiciel SKETCHUP pour vérifier l'exactitude des coordonnées.

1. Le volume en 3D par SKETCHUP
2. La lecture des graphes

Etude de cas:

La ventilation nocturne est réalisée par l'effet de tirage due avec le patio qui crée une dépression supplémentaire sous l'effet du vent. On peut la pratiquer de 21h à 7h du matin.

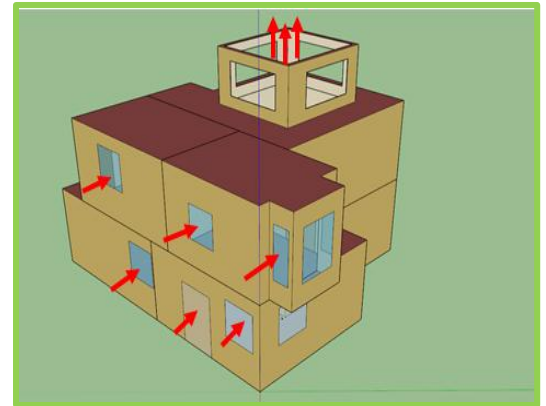


Figure VII- 36 : Volume de cas amélioré, Source : SKETCHUP

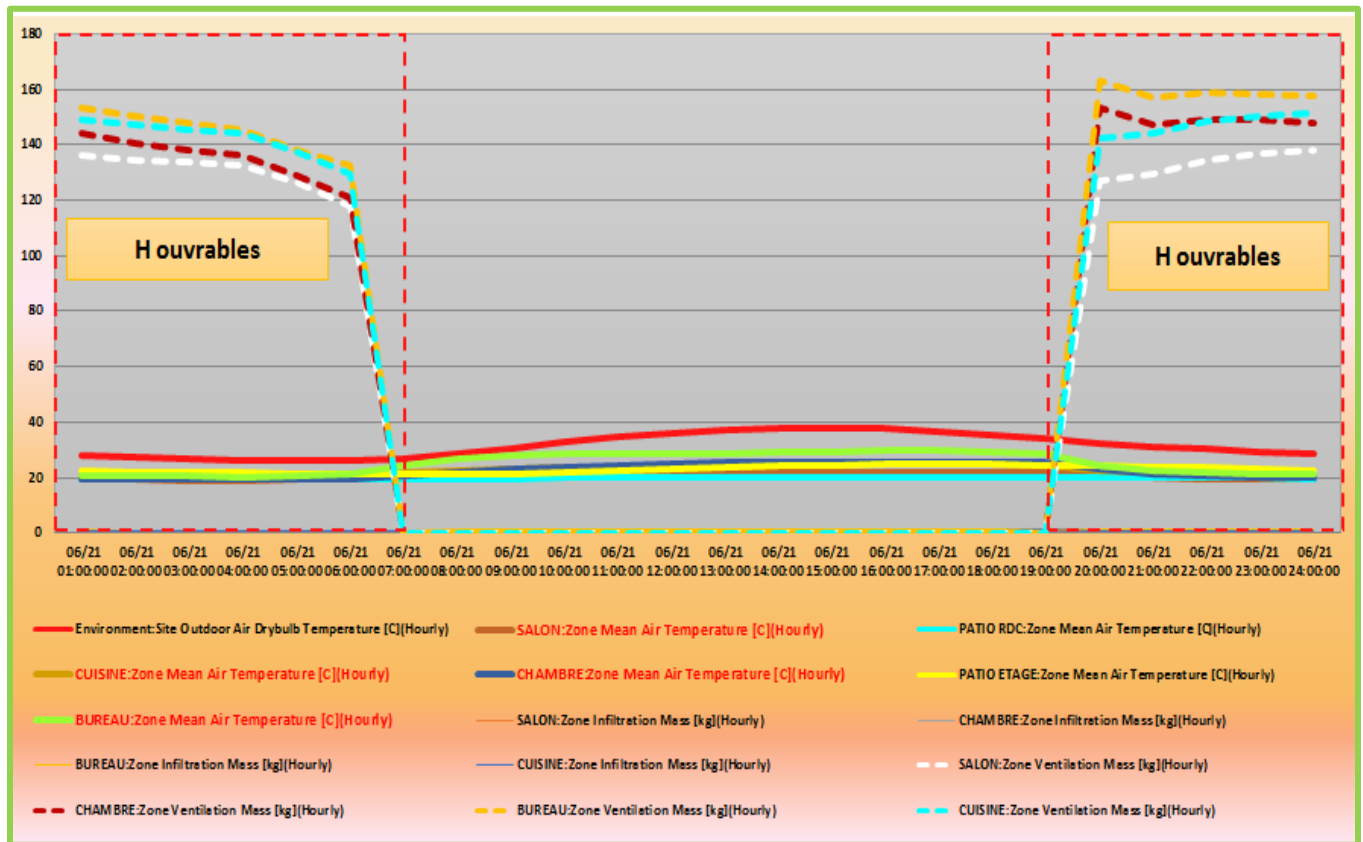


Figure VII- 37: Graphe de la température, source ENERGYPLUS

Interprétation des résultats :

Les zones	Les périodes	Les températures (C°)
Salon(RDC)	<ul style="list-style-type: none"> De 1h → 7h De 7h → 19h 19h → 24h 	<ul style="list-style-type: none"> 22°C 24°C 22°C
Cuisine (RDC)	<ul style="list-style-type: none"> De 1h → 7h De 7h → 19h De 19h → 24h 	<ul style="list-style-type: none"> 22°C 24°C 22°C
Patio (RDC)	<ul style="list-style-type: none"> De 1h → 7h De 7h → 19h De 19h → 24h 	<ul style="list-style-type: none"> 21°C 22°C 21°C
Chambre(1 ^{er} étage)	<ul style="list-style-type: none"> De 1h → 7h De 7h → 19h De 19h → 24h 	<ul style="list-style-type: none"> 22°C 26°C 22°C
Bureau(1 ^{er} étage)	<ul style="list-style-type: none"> De 1h → 7h De 7h → 19h De 19h → 24h 	<ul style="list-style-type: none"> 23°C 27°C 23°C
Patio (1 ^{er} étage)	<ul style="list-style-type: none"> De 1h → 7h De 7h → 19h De 19h → 24h 	<ul style="list-style-type: none"> 24°C 25°C 24°C

Tableau VII- 5 : Tableau des températures, source auteur

On remarque qu'avec la ventilation nocturne le confort thermique est presque atteint, dans les espaces de vie la température intérieure s'inscrit dans le domaine du confort du standard ASHREA (22°- 25°). Donc la ventilation nocturne est indispensable.

Les pièces principales dans le logement F4				
	Cuisine	Chambre (occupation multiple)	Salon	Bureau
Débit recommandé par les normes Belge NBN D50-001 (1991)	≥ 75 m ³ /h	25-72 m ³ /h	75-150m ³ /h	75-150 m ³ /h
Orientation des fenêtres	SE-SO	SE	NE-SE	NE-SE
Type de ventilation	traversant	traversant	traversant	traversant
direction des vent	SO-NO	SO-NO	SO-NO	SO-NO
Température recommandé par ASHREA	22°C-25°C	22°C-25°C	22°C-25°C	22°C-25°C

Tableau VII- 6: Tableau des valeurs recommandés, source : disposition de ventilation dans les bâtiments d'habitation

Calcul de débit-Calcul de base recommandé par les normes Belge NBN D50-001 (1991)

Local de séjour	3,6 m ³ /h par m ² de superficie de plancher avec un minimum de 75 m ³ /h. Il ne faut pas dépasser 150 m ³ /h.
Chambre à coucher Chambre hobby ou étude	3,6 m ³ /h par m ² de superficie de plancher avec un minimum de 25 m ³ /h. Le débit nominal peut être limité à 72 m ³ /h
Cuisine Salle de bains Buanderie, local de séchage et espaces analogues	3,6 m ³ /h par m ² de superficie de plancher avec un minimum de 50 m ³ /h. Il ne faut pas dépasser 75 m ³ /h.
WC	25 m ³ /h
Couloirs, escaliers, Hall de jour et de nuit et espaces de passage analogues	3,6 m ³ /h par m ² de superficie de plancher
(1) Pour les cuisines, avec un passage ouvert vers d'autres espaces ou locaux, le débit minimal de ventilation est de 75 m ³ /h	

Tableau VII-7: Le débit d'air m³/h. Source : disposition de ventilation dans les bâtiments d'habitation

Taux de renouvellement d'air (m³/h) de la cuisine :

Volume de la cuisine = 64.11 m³

Le débit de la ventilation moyen = 0.036 m³/s x 3600 = 132.66 m³/h (≥ 75 m³/h)

Le taux de renouvellement d'air : 132.66 m³/h / 64.11 m³ = **2.655** ach/h

Le taux de renouvellement d'air dans la cuisine est inscrit dans la recommandation NBN D50-001 (1991).

Taux de renouvellement d'air (m³/h) de la chambre :

Volume de la chambre = 52.29 m³

Le débit de la ventilation moyen = 0.038 m³/s x 3600 = 136.8 m³/h (≠ 72 m³/h)

Le taux de renouvellement d'air : 136.8 m³/h / 52.29 m³ = **2.61** ach/h

Le taux de renouvellement d'air dans la chambre n'est pas inscrit dans la recommandation NBN D50-001 (1991).

Taux de renouvellement d'air (m³/h) du salon :

Volume du salon = 54 m³

Le débit de la ventilation moyen = 0.033 m³/s x 3600 = 118.8 m³/h (75 > 118.8 m³/h > 150)

Le taux de renouvellement d'air : 118.8 m³/h / 54 m³ = **2.2** ach/h

Le taux de renouvellement d'air dans le salon est inscrit dans la recommandation NBN D50-001 (1991).

Taux de renouvellement d'air (m³/h) de bureau :

Volume de bureau = 39m³

Le débit de la ventilation moyen = 0.0407 m³/s x 3600 = 146.52 m³/h (75 > 146.52 m³/h > 150)

Le taux de renouvellement d'air : 146.52 m³/h / 39m³ = **3.75 ach/h**

Le taux de renouvellement d'air dans le salon est inscrit dans la recommandation NBN D50-001 (1991).

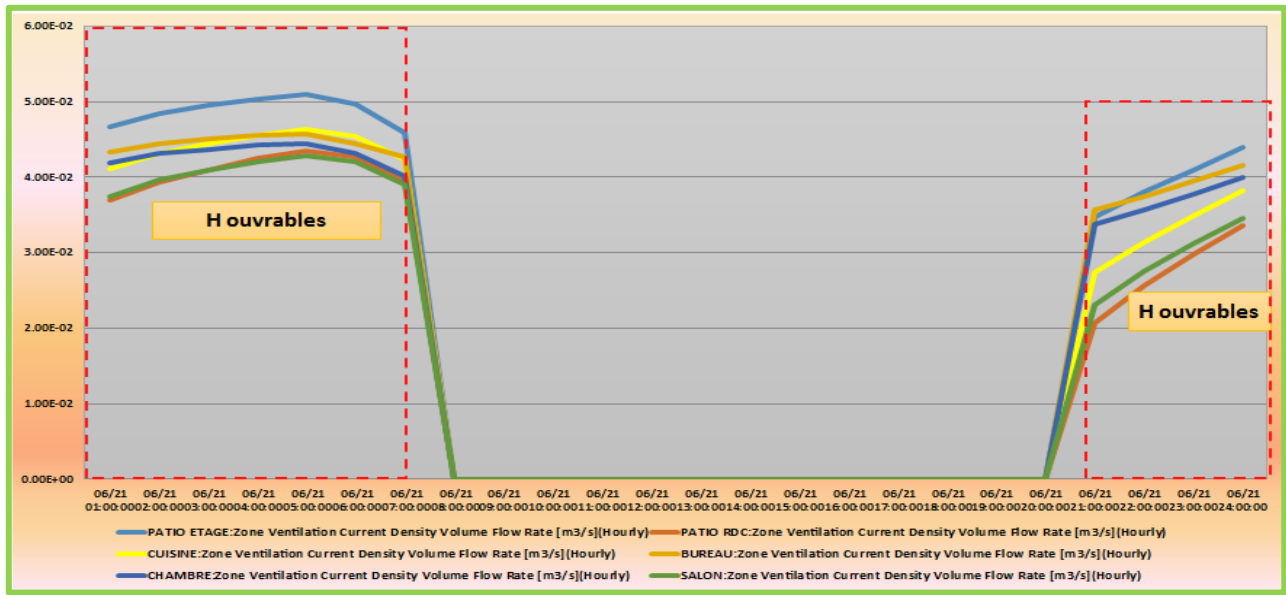


Figure VII- 38 : Graphe de débit d'air (m³/s), source ENERGYPLUS

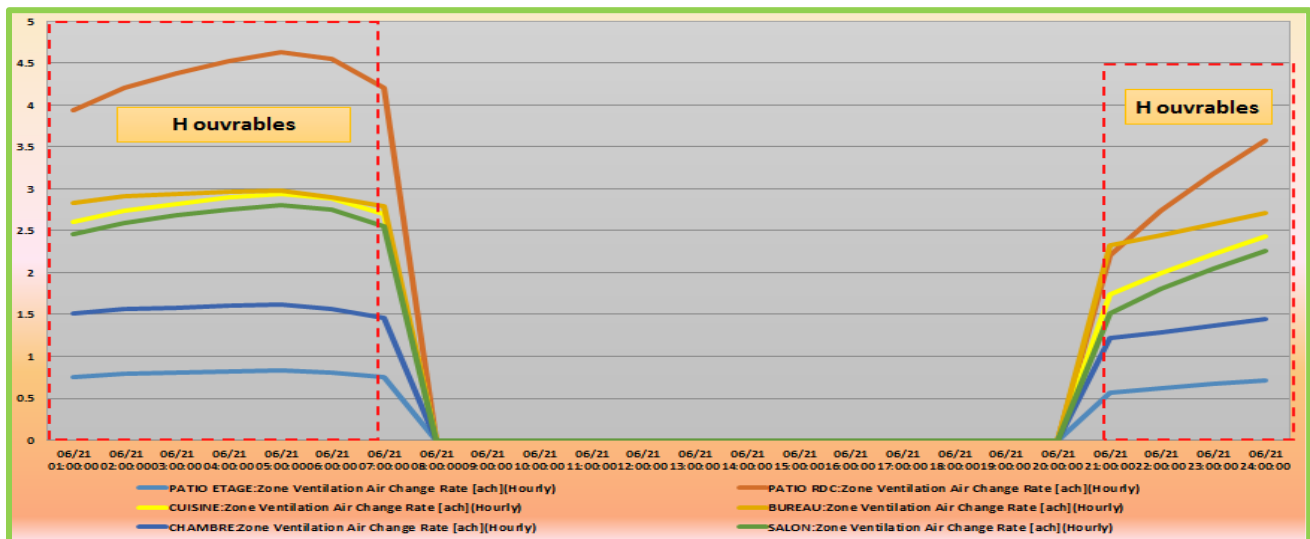


Figure VII- 39: Graphe de taux de renouvellement d'air (ach³/h), source ENERGYPLUS

On remarque que le taux de renouvellement d'air dans les espaces de vie est inscrit dans la recommandation de Belge NBN D50-001 (1991). Donc on peut dire que les mesures et les positions des ouvertures d'entrée et de sortie d'air qu'on a proposé dès le début assurent une bonne ventilation naturelle et un bon confort respiratoire.

Conclusion:

A partir des résultats obtenus, on peut conclure que sous les conditions climatiques de la ville de Laghouat l'usage de la ventilation nocturne est indispensable pour garantir le confort thermique intérieur, au-delà l'utilisation des moyens passifs participe pleinement à la réduction de la consommation électrique.

La Simulation dynamique de notre cas d'étude elle a ces limites étant donné que d'autre, des paramètres devant intervenir en l'occurrence : le type de vitrage, matériaux utilisés, nombres, position et la forme des fenêtres.

Dans notre cas d'étude le confort respiratoire a été atteint avec des dimensions standard carré de (1.20x1.20m) mais qui demeure spécifique à notre cas d'étude seulement.

En fin nous espérons que ce modeste travail soit un support qui permet aux futures promotions d'enrichir et de développer cet axe de recherche et de faire des études approfondies dans ce domaine qui est très vaste.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages :

- **Achard, P., Gicquel, R.** (1986). European Passive Solar Handbook. Commission.
- **ALBERTO ZUCHELLI** (introduction à l'urbanisme opérationnelle et à la composition urbaine)
- **Bodart.M** (2013) Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. Editeur. Obsev'ER, Paris.
- **Estéban Emilio Monténégro Tura.** (2011) « Impact de la configuration des bâtiments scolaires sur leur performance lumineuse, thermique et énergétique. » Thèse de doctorat Faculté des études supérieures de l'Université Laval. Canada. 2011. pl. 64
- **K.Parson.** (2003) "Human thermal environment". London: 2nd edition. 2003 cite in Thellier. F. « Modélisation du comportement thermique de l'homme et de son habitat, une approche de l'étude du confort », étude réalisée à l'université Paul Sabatier de Toulouse. France. 1989. Pages 163
- **La maison a énergie zéro**, (édition Eyrolles61, 2007) P51-54
- **Steel, James** 1997.An Architecture for people: The Complete Workes of Hassan Fathy.London,United Kingdom :Thames and Hudson.

Revue, congrès et cahier scientifique :

- **Journal officiel : loi N°03-10** du 19/07/2003 relative à la protection de l'environnement (Abdelaziz Bouteflika)
- **Veille documentaire.** Fiches « Qualité Environnementale »OB02_ACT003_FT005 Ventilation naturelle V2010 06 18.doc
- **Taki Eddine seghier** .Revue vies de ville : N°22 travail de encadré par m. Nacereddine Kassab
- **Guide** : comment concevoir sa maison bioclimatique p.06

Thèses :

- **Ait Kaci Zouhir.** L'apport de la cage d'escalier dans la ventilation naturelle. UNIVERCITE MOULOUD MAMMERIE DE TIZI-OUZOU
- **MED CHERIF ADAD, M. TOUFIK MAZOUZ :** LES ANCIENS ET NOUVEAUX KSOUR : ETUDE COMPARATIVE.CAS DU M'ZAB Institut de Gestion des Techniques urbaines, Université d'Oum El Bouaghi (Algérie)
- **Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Econome,** Tlemcen, Mars 2009. Mémoire de Magister :
- **Rapport entre (l'éclairage naturel et le confort thermique) (EPAU).** Mémoire de Magister :

Site internet :

- www.scribd.com
- <http://fr.encarta2016.msn.com/dictionary>
- www.urcaue-idf.archi.fr
- www.coduform.be/pdf
- http://www.xpair.com/lexique/definition/batiment_energie_positive.htm
- <http://lab-immo.ch/1037-/> Minergie-P-ECO MAISON



Vue en plan du projet



Vue sur l'espace de promenade



Vue sur les façades principales



Vue sur façade principale



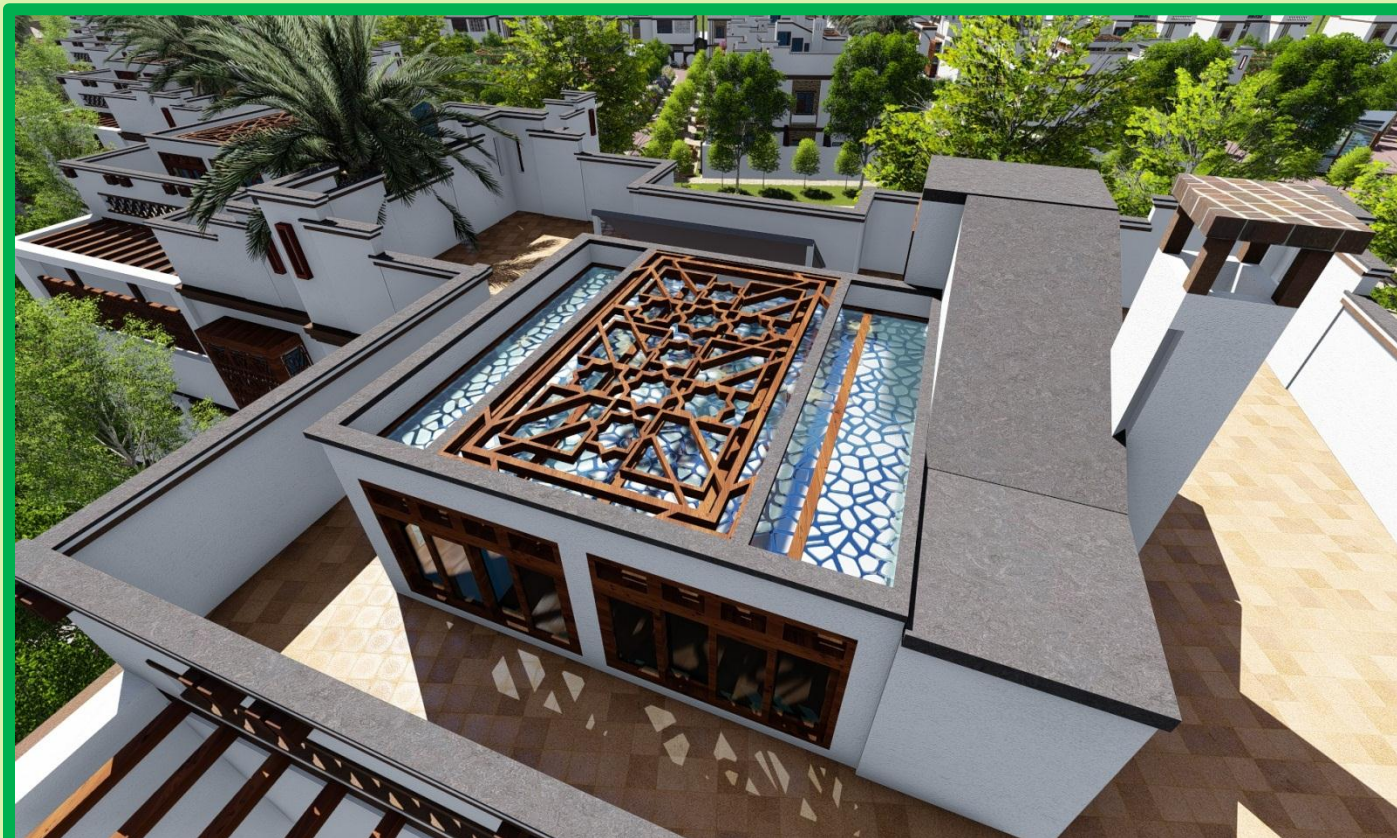
Vue sur le passage couvert



Vue sur façades postérieures



Vue sur la terrasse accessible



Vue sur l'atrium



Vue sur la source d'eau



Vue sur El-gada



Vue sur la saguia



Vue sur l'esplanade



Vue sur la voies mécanique d'accès



Vue sur l'espace de promenade