



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



FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

Melle. Benhorma Karima

FILIERE : Architecture

OPTION : Architecture et Environnement

Thème :

**PROJET DE 60 LOGEMENTS INDIVIDUELS A HAUTE
PERFORMANCE
ENERGITIQUE HPE A LAGHOUCAT.
(L'EVALUATION DU CONFORT THERMIQUE D'ETE)**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom :

Mr. Othmani.M	M.A.A	Président
Mr. Kebaili.N	M.A.A	Examineur 1
Mr. Chettih.A	M.A.B	Examineur 2
Mr. Sofrani.K	M.A.A	Rapporteur
Mlle. Baali.S	M.A.B	Co-rapporteur

Année universitaire : mai 2016

REMERCIEMENT

« Avec l'aide de Dieu tout puissant, on a pu accomplir ce modeste travail »

Avant tout développement de cette expérience professionnelle, il apparait opportun de commencer ce travail de recherche pour « **l'obtention de diplôme de Master 2, Option Architecture et Environnement**, dirigé par monsieur **SOFRANI KHALIFA** et mademoiselle **BAALI SAIDA**, a été mené au département d'architecture de la faculté de technologie de l'université Ammar Thelidji de Laghouat », par des remerciements :

On remercie en premier notre directeur de mémoire **Mr SOFRANI KHELIFA**, on tient à lui exprimer particulièrement notre gratitude, il a dirigé ce mémoire avec une disponibilité de tous les instants ; il a guidé notre travaux avec patience et sérieux tout le long de la préparation de ce mémoire. Ainsi que l'esprit d'initiative et de recherche qu'il a su nos transmettre.

On exprime aussi notre vive reconnaissance à **Melle BAALI SAIDA** pour sa disponibilité de tous les instants, ses conseils judicieux et le soutien qu'elle nous a prodigué au cours de l'élaboration de ce mémoire.

On tient aussi à remercier les membres de jury qui ont accepté de porter leur apport. On espère que leurs remarques, critiques, orientations et conseils seront très utiles pour une continuité dans le processus de recherche.

On remercie aussi nos enseignants des années précédentes.

Amziane Naïma Chiraz

Ben Forma Karima

DEDICACE :

Je dédie ce modeste travail

*A mon cher père **BENHORMA LAZHARI**, à ma
chère mère **ZOHRA***

*Qui est le fruit de vos interminables conseils,
assistance et soutien moral, en témoignage de ma
reconnaissance et mon affection, dans l'espoir que
vous en serez fiers.*

*A mon cher frère **AHMED** et mes chères sœurs
FATIMA, SABRINA et **FOUZIA**.*

*A ma grande famille, mes tantes, mes oncles et mes
cousins et cousines Et surtout mes grandes mères*

A mes chères amies et toute personne qui me connaît

Benhorma Karima

RÉSUMÉ : Ce travail consiste à concevoir un projet architectural (60 logements individuels haute performance énergétique) à la ville de Laghouat caractérisée par un climat semi-aride, en essayant de toucher plusieurs concepts liés à la démarche HQE (haute qualité environnementale).

tout d'abord, on s'est basé sur l'intégration du projet dans son environnement immédiat, en recherchant la meilleure adaptation entre le climat, le bâtiment, assurant le confort intérieur et extérieur de l'occupant, également en améliorant sa performance énergétique, à travers l'utilisation des énergies renouvelables solaire et éolienne (panneaux photovoltaïques, l'éolien « Arbre à vent ») pour produire l'électricité et l'eau chaude sanitaire, et l'intégration des solutions conceptuelles passives.

En outre, on a donné l'importance à la gestion des déchets dans le quartier par un tri-sélectif avant d'être orienté vers le centre technique d'enfouissement. Un autre objectif visé c'est d'assurer une bonne qualité d'air à l'intérieur du quartier par l'élimination de la circulation mécanique « quartier à zéro voiture » avec un parking en sous-sol, tout en valorisant la circulation cyclable et piétonne dans le quartier par l'intégration des pistes cyclables et des parcours piétons à l'échelle du quartier.

Mots clés : Haute performance énergétique, Haute qualité environnementale, confort thermique, énergies renouvelables, production d'électricité et l'eau chaude sanitaire, Laghouat.

ملخص: على مستوى المشروع والخاص بالمساكن الموفرة للطاقة، أشرنا إلى العديد من المفاهيم التي تندرج في إطار الجودة البيئية العالية، أولاً اعتمدنا على تكامل المشروع في محيطه المباشر للسعي إلى أفضل تناسب بين المناخ، البناية وراحة الساكن داخل وخارج المسكن مع تحسين كفاءة الطاقة في المشروع، عن طريق استعمال الطاقات المتجددة لإنتاج الطاقة الكهربائية والماء الساخن. إضافة إلى دمج حلول معمارية بيئية. زيادة على ذلك، اعطينا أهمية لإدارة النفايات في جميع أنحاء المجمع السكني عن طريق جمع انتقائي ثلاثي لها، قبل أن يتم توجيهها إلى محطات الطمر. هدف آخر ركزنا عليه هو

ضمان نوعية جيدة للهواء داخل الحي عن طريق القضاء على الحركة الميكانيكية واستبدالها بحركة الدراجات وحركات المشاة وذلك بتخصيص مسارات للدراجات وممرات للراجلين على مستوى الحي

الكلمات المفتاحية

جودة بيئية عالية - حلول تصميمية- إنتاج الكهرباء والماء الساخن-الطاقة المتجددة- الأداء العالي للطاقة، الاغواط

SOMMAIRE

1	APPROCHE INTRODUCTIVE	1
1.1	INTRODUCTION GENERALE	1
1.2	PROBLEMATIQUE GENERALE	1
1.3	OBJECTIFS DE RECHERCHE	2
1.4	HYPOTHESES DE RECHERCHE	2
1.5	METHODOLOGIE DE RECHERCHE	3
1.5.1	DEMARCHE METHODOLOGIQUE	3
1.5.2	OUTILS METHODOLOGIQUES DE RECHERCHE	3
1.5.3	ORGANISATION DU MEMOIRE	4
2	APPROCHE THEMATIQUE	5
2.1	INTRODUCTION	5
2.2	DEFINITION DES CONCEPTS GENERAUX LIES A L'HABITAT	5
2.2.1	DEFINITION DE L'HABITAT	5
2.2.2	DIFFERENTES TYPOLOGIES DE L'HABITAT	5
2.2.3	HABITAT INDIVIDUEL	6
2.2.4	DIFFERENTES DISPOSITIONS DE L'HABITAT INDIVIDUEL	6
2.3	HABITAT INDIVIDUEL EN ALGERIE	7
2.3.1	LES ORIGINES DE L'HABITAT INDIVIDUEL EN ALGERIE	7
2.3.2	L'HABITAT TRADITIONNEL DE LA VILLE DE LAGHOUE	7
2.4	CONCLUSION	9
3	APPROCHE ENVIRONNEMENTALE	10
3.1	INTRODUCTION	10
3.2	DEFINITIONS DES CONCEPTS LIES A L'ARCHITECTURE ENVIRONNEMENTALE	10
3.2.1	DEVELOPPEMENT DURABLE	10
3.2.2	ARCHITECTURE DURABLE (ECOLOGIQUE) :	10
3.2.3	ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE	11
3.2.4	HAUTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE	11
3.2.5	QUARTIER ECOLOGIQUE (ECO-QUARTIER)	12
3.3	HABITAT DURABLE	13
3.3.1	TYPES D'HABITAT DURABLE	13
3.4	ENERGIE EN ARCHITECTURE	14

3.4.1	PRINCIPAUX TYPES DES ENERGIES RENOUVELABLES	14
3.4.2	DIFFERENTS PRATIQUES DE LA GESTION D'ENERGIE	14
3.5	BATIMENT A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE HPE	15
3.5.1	HPE 2005	16
3.5.2	THPE 2005	16
3.5.3	HPE EnR 2005	16
3.5.4	THPE EnR 2005	16
3.5.5	BBC 2005	16
3.6	CONCLUSION	17
4	APPROCHE ANALYTIQUE	18
4.1	INTRODUCTION.....	18
4.2	EXEMPLE 01 :32/600 LOGEMENTS H.P.E PROGRAMME ECO. BAT - EL KHENEG – LAGHOUAT	18
4.2.1	CRITERES DE CHOIX	18
4.2.2	PRESENTATION DU PROJET	19
4.2.3	ETUDE ARCHITECTURALE	19
4.2.4	ETUDE ENVIRONNEMENTALE	21
4.3	EXEMPLE 02 : GLOBAL MODEL EARTHSHIP	22
4.3.1	CRITERES DE CHOIX	22
4.3.2	PRESENTATION DU PROJET	23
4.3.3	ETUDE ARCHITECTURALE	23
4.3.4	ETUDE ENVIRONNEMENTALE.....	24
4.4	EXEMPLE 03: ECO QUARTIER - HAMMARBY SJÖSTAD (STOCKHOLM).....	26
4.4.1	CRITERES DE CHOIX	26
4.4.2	PRESENTATION DU PROJET	26
4.4.3	ETUDE URBAINE	27
4.4.4	ETUDE ENVIRONNEMENTALE.....	27
4.5	CONCLUSION	32
5	APPROCHE CONTEXTUELLE	33
5.1	INTRODUCTION	33
5.2	PRESENTATION DE LA VILLE	33
5.2.1	SITUATION	33
5.2.2	ACCESSIBILITE.....	33
5.2.3	DIFFERENTES PHASES DE DEVELOPPEMENT DE LA VILLE	34
5.3	ANALYSE CLIMATIQUE DE LA VILLE	34
5.3.1	ZONE CLIMATIQUE	34

5.3.2	CLIMAT LUMINEUX DE LAGHOUAT	34
5.3.3	TEMPERATURE.....	35
5.3.4	PRECIPITATION	35
5.3.5	HUMIDITE	36
5.3.6	INSOLATION.....	36
5.3.7	VENTS	36
□	DIAGRAMME PSYCHOMETRIQUE DE LA VILLE	36
5.4	ANALYSE DE SITE D’INTERVENTION	37
5.4.1	MOTIVATION DU CHOIX DE SITE	37
5.4.2	SITUATION	38
5.4.3	ACCESSIBILITE.....	38
5.4.4	ENVIRONNEMENT IMMEDIAT DU SITE ET GABARITS	39
5.4.5	MORPHOLOGIE DU SITE (COUPE SCHEMATIQUE)	39
5.4.6	ASPECT CLIMATIQUE DU SITE	40
5.4.7	BRUIT ET SECURITE	41
5.5	CONCLUSION	41
6	APPROCHE PROGRAMMATIQUE	43
6.1	INTRODUCTION.....	43
6.2	PROGRAMME QUALITATIF	43
6.3	PROGRAMME QUANTITATIF.....	43
6.4	PROGRAMME DE 60 HABITATS INDIVIDUELS A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE	43
6.4.1	PROGRAMME QUALITATIF DU PROJET.....	43
6.4.2	LES NORMES DE BASE DE CONFORT DANS LES PIECES D’HABITATION ..	46
6.5	PROGRAMME QUANTITATIF DU PROJET.....	46
6.5.1	ESPACES EXTERIEURS.....	46
6.5.2	ESPACES INTERIEURS.....	46
6.6	PROGRAMME FINAL DE 60 LOGEMENTS INDIVIDUELS A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE DE TYPE F4 (SIMPLEX / DUPLEX).....	47
6.7	CONCLUSION	47
7	APPROCHE CONCEPTUELLE	48
7.1	INTRODUCTION.....	48
7.2	RAPPEL AU SITE D’INTERVENTION ET AU PROGRAMME.....	48
7.3	GENESE DU PROJET.....	48
7.3.1	RAPPEL DE L’OBJECTIF	48
7.3.2	ELABORATION DE L’IDEE	48

7.3.3	MATERIALISATION DE L'IDEE	48
7.3.4	LES PLANS DES CELLULES.....	53
7.3.5	LES FACADES.....	53
7.4	CONCLUSION	53
8	APPROCHE TECHNIQUE	55
8.1	INTRODUCTION	55
8.2	STRUCTURE (POTEAUX, POUTRE).....	55
8.3	MURS EXTERIEURS ET INTERIEURS	55
8.3.1	AVANTAGES DE MATERIAU B.T.S	55
8.4	TOITURE VEGETALISEE ET LA VEGETATION INTERNE (LE JARDIN).....	56
8.4.1	MENUISERIE.....	56
8.4.2	DOUBLE VITRAGE	56
8.4.3	UNE PEINTURE SAIN.....	57
8.5	CONCLUSION	57
9	CONFORT THERMIQUE D'ETE	59
9.1	INTRODUCTION	59
9.2	PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE	59
9.3	OBJECTIFS	59
9.4	HYPOTHÈSES	60
9.5	METHODOLOGIE DE TRAVAIL	60
9.6	LE CONFORT THERMIQUE.....	60
9.7	OUTILS DE RECHERCHE	73
9.8	CAS INITIAL.....	74
9.9	CAS AMELIORE.....	75
9.10	RESULTAT DE SIMULATION	76
9.11	RECOMMANDATIONS	77
11	CONCLUSION GENERALE	59
12	BIBLIOGRAPHIE.....	87

TABLE DES ILLUSTRATIONS :

Figure 1 : Habitat individuel.	5
Figure 2 : Habitat semi-collectif.	5
Figure 3 : Habitat collectif.	5
Figure 4 : Maison individuelle.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 5 : Maisons isolées.	6
Figure 6 : Maisons jumelées.	6
Figure 7 : Maisons en bande.	6
Figure 8 : Le vieux ksar de la ville de Laghouat.	7
Figure 9 : Une maison traditionnelle de la ville de Laghouat.	7
Figure 10 : L'organisation générale des maisons traditionnelle de la ville.	8
Figure 11 : Les claustras traditionnels de la ville.	8
Figure 12 : Traitement de fenêtres traditionnelles.	8
Figure 13 : Traitement de portes traditionnelles.	8
Figure 14 : Les 3 piliers de développement durable.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 15 : Les principes de l'architecture bioclimatique.	11
Figure 16 : Les 5 piliers d'un éco quartier.	12
Figure 17 : Maison positive.	13
Figure 18 : Les étiquettes des logements économes et les logements respectueux de l'environnement.	16
Figure 19 : Vue dans projet 32/600 logements HPE.	18
Figure 20 : Vue globale sur projet 32/600 logements HPE.	19
Figure 21 : Plan de masse de projet 32/600 logements HPE.	19
Figure 22 : L'organisation spatiale et fonctionnelle des espaces intérieurs.	20
Figure 23 : Plan de logement type 01 (plan type).	20
Figure 24 : Plan Etage de logement type 03.	20
Figure 25 : Façade sur l'extérieur de projet.	21
Figure 26 : Façade sur l'intérieur de projet.	21
Figure 27 : La ventilation naturelle dans les logements.	21
Figure 28 : Plan de masse de projet 32/600 logements HPE.	22
Figure 29 : Le projet de Global Model Earthship.	22
Figure 30 : Carte des Etats Unis.	23
Figure 31 : Vue de satellite.	23
Figure 32 : Plan de situation de projet.	23
Figure 33 : Plan de masse de projet.	23
Figure 34 : Plan RDC de projet.	24
Figure 35 : L'organisation spatiale et fonctionnelle de projet.	24
Figure 36 : La façade Sud de projet.	24
Figure 37 : La volumétrie de projet.	24
Figure 38 : l'effet de soleil et de terre sur le projet.	25
Figure 39 : Coupe transversale de projet.	25
Figure 40 : Les panneaux solaires dans le projet.	25
Figure 41 : Le trajet de l'eau dans le projet.	25
Figure 42 : Les bouteilles utilisées dans le projet.	26

Figure 43 : Les pneus utilisés dans le projet.	26
Figure 44 : L'éco quartier - Hammarby Sjöstad.....	27
Figure 45 : Vue de satellite du quartier d'Hammarby.....	27
Figure 46 : localisation de la Suède, de la ville de Stockholm et du quartier d'Hammarby	27
Figure 47 : Système de Bateau-bus.....	28
Figure 48 : Système de tramways.	28
Figure 49 : les véhicules électriques et l'auto partages.	28
Figure 50 : Les déplacements à pied et par vélos.	28
Figure 51 : les panneaux photovoltaïques sur les toits.....	29
Figure 52 : les panneaux photovoltaïques dans l'urbain.	29
Figure 53 : les façades vitrées de quartier.	29
Figure 54 : Traitement des eaux usées du quartier.	29
Figure 55 : Les bornes d'aspiration des déchets.	30
Figure 56 : Les espaces publics dans le quartier.	30
Figure 57 : Les corridors biologiques dans le quartier.	30
Figure 58 : carte présente la situation de la wilaya de Laghouat.....	33
Figure 59 : carte présente la ville de Laghouat.	33
Figure 60 : l'accessibilité de la ville de Laghouat.	33
Figure 61 : Le système routier de la ville de Laghouat.....	34
Figure 62 : Les différentes phases de développement urbain de la ville.....	34
Figure 63 : Découpage des zones climatiques.	34
Figure 64 : Les variations de la température en 2012.	35
Figure 65 : Les précipitations moyennes mensuelles en (mm) 2012.....	35
Figure 66 : L'humidité en 2012.....	36
Figure 67 : L'intensité solaire dans l'Algérie.	36
Figure 68 : La rose des vents de Laghouat.	36
Figure 69 : Directions et fréquences des vents de Laghouat.	36
Figure 70 : Les vitesses des vents dans l'Algérie.	36
Figure 71 : Diagramme psychrométrique de la zone de Laghouat.	37
Figure 72 : Situation et limites de terrain d'intervention.	37
Figure 73 : Vue aérienne sur la ville de Laghouat	38
Figure 74 : Vue sur le terrain d'intervention.....	38
Figure 75 : Vue aérienne sur le terrain d'intervention.	38
Figure 76 : L'accessibilité dans le terrain.	38
Figure 77 : L'axe principal de côté Est.....	38
Figure 78 : L'axe secondaire de côté Sud.....	38
Figure 79 : La montagne au Nord-Ouest et Sud-Ouest (83m).	39
Figure 80 : Habitats collectifs au Nord-Est.....	39
Figure 81 : Les lotissements au cours de réalisation.....	39
Figure 82 : Situation de site d'intervention.	39
Figure 83 : Habitats collectifs au Sud-Est.	39
Figure 84 : La morphologie de terrain d'intervention.....	40
Figure 85 : Coupe schématique A-A.....	40
Figure 86 : coupe schématique B-B.....	40
Figure 87 : Les vents et l'ensoleillement dans le site d'intervention.....	41

Figure 88 : Les sources de nuisance dans le site d'intervention.....	41
Figure 89 : Le dépôt dans les locaux techniques en sous-sol.....	44
Figure 90 : Les trois poubelles de bacs sélectifs.	44
Figure 91 : Un hall d'entrée.....	45
Figure 92 : Un séjour.	45
Figure 93 : Une cuisine.....	45
Figure 94 : SDB + WC.....	45
Figure 95 : Une chambre.....	46
Figure 96 : Zoning et les plateformes de projet.....	49
Figure 97 : Les axes et les zones mères de projet.....	49
Figure 98 : Le réseau « Cascade-Lac-Cascade » et les jets d'eau.....	49
Figure 99 : Les pistes cyclables avec les parcours piétons.....	50
Figure 100 : Les écrans verts dans le projet.....	50
Figure 101 : Les pistes cyclables et piétons, les écrans verts, les abris de vélos, et les aires de stationnements.	50
Figure 102 : La ruche d'abeille.	51
Figure 103 : La disposition des logements.....	51
Figure 104 : L'organisation générale des maisons traditionnelles.....	52
Figure 105 : La structure (Poteaux, Poutre).....	55
Figure 106 : Les briques BTS.....	55
Figure 107 : La toiture végétalisée.....	56
Figure 108 : Double vitrage.....	56
Figure 109 : La menuiserie en PVC et en aluminium.....	56
Figure 150 : l'énergie solaire par panneau photovoltaïque et énergie éolienne par les éoliens . Erreur ! Signet non défini.	
Figure 151 : quelques lampadaires solaires eu niveau du quartier Erreur ! Signet non défini.	
Figure 152 : Figure 3 : quelques Arbres à vent (éolien) au niveau du quartier Erreur ! Signet non défini.	
Figure 153 : les abris de vélo solaire et les parkings solaires au niveau du quartier . Erreur ! Signet non défini.	
Figure 154 : IFRI 280-310..... Erreur ! Signet non défini.	
Figure 155 : batterie vision 6FM200D..... Erreur ! Signet non défini.	
Figure 156 : création d'un fichier HOMER Erreur ! Signet non défini.	
Figure 157 : Résultats obtenu par HOMER..... Erreur ! Signet non défini.	
Figure 158 : création d'un fichier Sim Sol et choix de réseau Erreur ! Signet non défini.	
Figure 159 : résultat obtenu par Sim Sol, taux de couverture solaire des besoins en ECS Erreur ! Signet non défini.	
Figure 160 : résultat obtenu par Sim Sol, émission de CO2 avec et sans installation solaire Erreur ! Signet non défini.	

TABLE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : Différentes typologies de l'habitat.....	5
Tableau 2 : Les 14 cibles pour un label de qualité.	11
Tableau 3 : Désignations et types de logements de projet 32/600 logements HPE.....	19
Tableau 4 : Tableau de programme de projet de 32/600 logements HPE.	20
Tableau 5 : tableau comparatif entre les trois exemples	32
Tableau 6 : Fréquences des cieus ensoleillés, intermédiaires et nuageux.	35
Tableau 7 : Les atouts et les contraintes dans le site.	42
Tableau 8 : Les orientations et les recommandations des espaces intérieurs dans les logements.	46
Tableau 9 : Tableau de surfaces de F4 type A.....	47
Tableau 10 : Tableau de surfaces de programme initial du projet.....	46
Tableau 11 : Les surfaces des espaces intérieurs dans les logements en simplex et en duplex.	47
Tableau 13 : Correspondances entre PMV et échelle des sensations thermiques.....	67
Tableau 15 : prix d'une installation solaire avec panneau photovoltaïque....	Erreur ! Signet non défini.



**APPROCHE
INTRODUCTIVE**

1 APPROCHE INTRODUCTIVE :

1.1 INTRODUCTION GENERALE :

L'habitat c'est un domaine très large et complexe, c'est la base de la naissance d'une ville, bien sûr avec la présence de certaines fonctions qui doivent être satisfaites pour permettre à l'homme d'évaluer d'une manière rationnelle et équilibrée, mais tout en respectant leur environnement. Puisque, les impacts environnementaux liés aux consommations énergétiques humaines, ont commencé à apparaître : pénuries des sources d'énergies primaires, changements climatiques, pollutions, pluies acides.

Pour répondre à ces défis, particulièrement, réduire la consommation d'énergie en Algérie, l'initiative pour la réalisation de 600 logements collectifs à haute performance énergétique est lancée à travers 11 wilayas, s'inscrit dans le programme quinquennal 2010-2014 porte sur 2600000 logements. La signature d'une convention de partenariat entre l'Agence nationale pour la Promotion et de la Rationalisation de l'Energie et onze Offices de Promotion et de Gestion Immobilière (OPGI) a pour objectif d'intégration de l'économie d'énergie dans le secteur de l'habitat.

Ce projet pilote, premièrement, s'inscrit dans le cadre de la politique nationale de promotion et du développement de l'énergie. Deuxièmement, a donné lieu à la préparation d'un cahier de charge prenant en compte les caractéristiques énergétiques.

Les wilayas concernées par l'opération sont : Alger avec 50 logements, Blida (80), Oran (80), Sétif (54), Mostaganem (82), Skikda (50), Laghouat (32), Béchar (30), Tamanrasset (30), Djelfa (80) et El Oued (32).¹

Le choix de ces wilayas tend à cibler l'ensemble des zones climatiques du pays afin de réaliser des variantes de logements bioclimatiques en fonction des conditions de chaque région. Alors notre but vise à encourager les stratégies conceptuelles passives offertes par la ville de Laghouat pour l'économie d'énergie dans le secteur de l'habitat. Donc, notre travail est de concevoir soixante logements individuels à haute performance énergétique à Laghouat.

Ce projet devra être le moyen le plus rentable énergétiquement et environnementalement pour améliorer le confort et la santé des habitants, et contribuer aux progrès sociaux et économiques du pays.

1.2 PROBLEMATIQUE GENERALE :

L'habitat tend à devenir aujourd'hui un bâtiment comme les autres sans identité particulièrement l'habitat individuel en Algérie tend à devenir un bâtiment sans identité, en particulier avec la demande sans cesse croissante, et le manque de réflexion pour une conception économe en énergie et sans impacts néfastes sur l'environnement.

¹ www.djazaires.com

Actuellement, des modes de construction modernes de l'habitat individuel n'assurent pas les conditions d'un confort hygrothermique acceptable durant la période froide et/ou chaude sans recours à des équipements de chauffage et/ou refroidissement. Ce qu'il a impliqué la détérioration de la qualité thermique de cet habitat.

La recherche de la haute qualité environnementale des bâtiments résidentiels individuels conduit logiquement à réduire les constructions énergivores par la construction des bâtiments écologiques à faible consommation énergétique et à faire émissivité de l'énergie grise, par l'adaptation d'une stratégie à haute performance énergétique HPE ou même très haute performance énergétique. Dans ce contexte :

Comment peut-on concevoir un habitat individuel dans le contexte urbanistique et climatique de la ville de Laghouat qui doit être pensé, construit et agrémenté par des dimensions sociales, culturelles et environnementales, encadré par une qualité matérielle de son enveloppe et érigé sur un support environnemental ? Peut-on profité des potentiels solaires et éoliens renouvelables offertes par la ville de Laghouat pour produire de l'énergie électrique ? l'enveloppe du bâtiment peut-il assure un confort thermique adéquat dans une zone chaude et semi-aride ?

1.3 OBJECTIFS DE RECHERCHE :

L'objectif fixé pour cette recherche est de prévoir des différents éléments qui nous permettent à atteindre la haute performance énergétique de l'habitat individuel conçu dans la ville de Laghouat caractérisée par un climat semi-aride, et ce par :

1. Proposer des solutions intégrées à l'enveloppe de bâtiment d'habitation à haute performance énergétique, et fournissant simultanément l'énergie dans toutes ses formes.
2. Rechercher les meilleurs moyennes pour un rendement positif efficace tant sur : le plan énergétique, qu'économique et environnemental, en utilisant des solutions architecturales passives, des matériaux de longue durée de vie, respectueux de l'environnement, à faible émission de gaz à effets de serre et à faible coefficient de transmission thermique.

1.4 HYPOTHESES DE RECHERCHE :

La détérioration de la qualité de mode de vie dans l'habitat individuel est lié à l'absence d'une stratégie d'organisation du projet et à l'absence totale de la conscience environnementale dès la phase conception, jusqu'à la réalisation, et durant leur vie quel que soit pour les architectes ou les habitants. Et pour cela on a comme hypothèse :

1. Le type habitat individuel à haute performance énergétique, il est convenable à la région de Laghouat, tout en profitant de son potentiel solaire et éolien renouvelables pour la production de l'énergie électrique et réduire les charges des consommations irrationnelles par l'utilisation des méthodes plus économiques.

2. Le choix préjudicieux de l'enveloppe de bâtiment en particulier les matériaux de construction assure un confort thermique adéquat dans un climat chaud et semi-aride, et réduit le bilan énergétique de chauffage et de refroidissement.

1.5 METHODOLOGIE DE RECHERCHE :

1.5.1 DEMARCHE METHODOLOGIQUE :

Afin de pouvoir bien mener ce travail de recherche, il est impérativement d'indiquer qu'il faut suivre quelques étapes indésirables à l'aboutissement de ce travail. Pour cela notre travail a conduit essentiellement en trois parties :

1. Une première partie est une recherche bibliographique portant sur le thème de l'habitat et la dimension thématique et environnementale, dont l'objectif est de mettre en évidence l'importance de l'environnement et l'énergie dans la conception d'un habitat individuel.

Egalement nous approfondissons nos connaissances par une analyse des exemples des projets conçus dans le cadre de haute qualité environnementale (HQE) et haute performance énergétique (HPE).

2. Une deuxième partie est conceptuelle qui consiste en premier lieu à analyser le contexte d'intervention et à établir le programme quantitatif et qualitatif du projet en se référant aux exemples analysés et à la réglementation.

Par la suite l'élaboration et la conception de projet en choisissant les dispositifs et les procédés architecturaux et techniques qui permet d'obtenir une haute performance énergétique des habitats individuels.

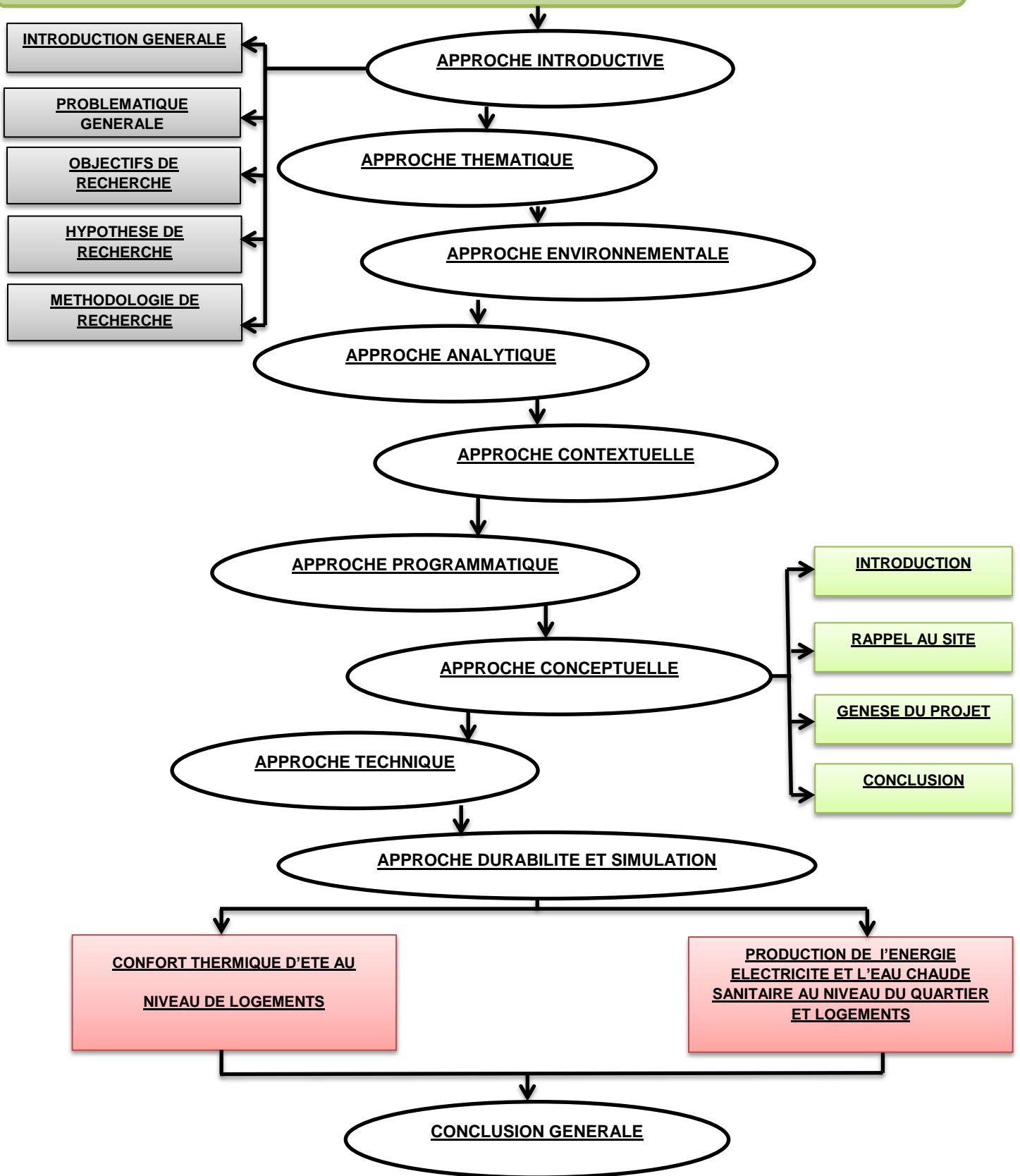
3. Une troisième partie expérimentale qui consiste à vérifier la fiabilité des solutions adoptées dans le projet pour la production de l'énergie renouvelable et l'assurance de confort thermique. Dans cette partie, nous faisons appel aux outils de simulation des logiciels et des calculs mathématiques. Finalement l'achèvement de la recherche par l'élaboration des recommandations et ouverture des nouvelles perspectives de recherche.

1.5.2 OUTILS METHODOLOGIQUES DE RECHERCHE :

La vérification des solutions et dispositifs adoptés dans le projet se fait à l'aide des outils informatiques, les logiciels de simulation qui permet d'évaluer et d'optimiser les systèmes proposés ainsi les notes de calculs mathématiques, qui servent à fixer le nombre et les dimensions des panneaux solaires photovoltaïques. Les logiciels utilisés : ENERGIE+, HOMER, SIMSOL.

1.5.3 ORGANISATION DU MEMOIRE :

Projet de 60 habitats individuels de haute performance énergétique cas de la ville de Laghouat





**APPROCHE
THEMATIQUE**

2 APPROCHE THEMATIQUE :

2.1 INTRODUCTION :

Avant toute conception l'architecte doit préciser le type, et identifier tous les paramètres liés au projet. Donc dans le cas de notre projet de 60 logements à haute performance énergétique et pour mieux respecter notre objet d'étude on a spécifié cette approche thématique pour montrer les variables théoriques et les concepts liés au notre thème du projet, et tous ce qui pouvait être entendu par l'habitat.

2.2 DEFINITION DES CONCEPTS GENERAUX LIES A L'HABITAT :

2.2.1 DEFINITION DE L'HABITAT :

L'habitat n'est pas qu'un toit-abri, foyer ou logis, mais un ensemble socialement organisé, il permet à l'homme de satisfaire ses besoins physiologiques, spirituels et affectifs, il le protégé des éléments hostiles et étrangères, il lui assure son épanouissement vital. L'habitat intègre la vie individuelle et familiale dans la manifestation de la vie sociale et collective.²

2.2.2 DIFFERENTES TYPOLOGIES DE L'HABITAT :³




a) <u>Habitat individuel</u>	b) <u>Habitat (semi-collectif)</u>	c) <u>Habitat collectif</u>
<p>il s'agit de l'abri d'une seule famille (maison unifamiliale) disposant en général d'un certain nombre d'espaces privés, il peut se présenter en deux, trois ou quatre façades.</p>	<p>cet habitat tente de donner un groupement d'habitation le plus grand nombre des qualités de l'habitat individuel : jardin privé, garage...etc. Il est en général plus dense mais assure au mieux l'intimité, il est caractérisé par une hauteur maximale de trois étages.</p>	<p>L'habitat collectif est l'habitat le plus dense, il se trouve en général en zone urbaine, se développe en hauteur en général au-delà de R+4. Les espaces collectifs (espaces de stationnement, espaces vert entourant les immeubles, cages d'escaliers, ascenseurs) sont partagés par tous les habitants.</p>
		
<p>Figure 1 : Habitat individuel. Source : Ouvrage «Habitat sur mesure » édition 2007</p>	<p>Figure 2 : Habitat semi-collectif. Source : Ouvrage «Habitat sur mesure » édition 2007</p>	<p>Figure 3 : Habitat collectif Source : Ouvrage «Habitat sur mesure » édition 2007</p>

Tableau 1 : Différentes typologies de l'habitat.

Source : Auteurs.

² Encyclopédie Universalise.

³ Ministère du logement français : Ouvrage «Habitat sur mesure » édition 2007

2.2.3 HABITAT INDIVIDUEL :

2.2.3.1 DEFINITION DE L'HABITAT INDIVIDUEL :

On parle d'habitat individuel pour désigner une maison, une villa, un pavillon (ou toute forme vernaculaire) destiné par un ménage unique.

L'habitat individuel est où ne réside qu'une seule famille située dans un espace privatif, cet espace est constitué par une parcelle de terrain comprenant des prolongements naturels tels que les cours et les jardins.⁴

2.2.4 DIFFERENTES DISPOSITIONS DE L'HABITAT INDIVIDUEL :⁵

MAISONS ISOLEES :

Ce type de maison donne une cohérence à la composition urbaine grâce à la répétition de la forme et du rythme, mais cette répétition n'est pas suffisante pour rendre intéressant un ensemble couvrant une grande surface.

C'est la une forme de construction extravagante à la fois du point de vue utilisation du sol et des cours.



Figure 4 : Maisons isolées.

Source : www.demeures-cote-dargent.com



Figure 5 : Maisons jumelées.

Source : www.demeures-cote-dargent.com

MAISON JUMEEE :

Ce modèle est entouré sur les trois cotés par un espace libre qui leur donne presque l'illusion d'une maison isolée. La répétition d'un modèle unique donnera une impression d'unité.



Figure 6 : Maisons en bande.

Source : www.demeures-cote-dargent.com

MAISON EN BANDE :

Une bande peut être soit un ensemble complet doté d'un caractère architectural, soit un ensemble de maisons toutes différentes les unes et autres, les deux facteurs communs à tous les types étant la mitoyenneté des maisons et l'alignement des façades.

⁴ Le processus de création d'un habitat individuel de qualité cas de ville d'Ain Beida.2012/2013 : Mémoire présentée en vue de l'obtention du diplôme de magister en Architecture,

⁵ www.demeures-cote-dargent.com

2.3 HABITAT INDIVIDUEL EN ALGERIE :

2.3.1 LES ORIGINES DE L'HABITAT INDIVIDUEL EN ALGERIE :

Les racines de la maison individuelle en Algérie se trouvent en partie dans la maison traditionnelle, la connaissance constructive est souvent véhiculée par les traditions locales, un savoir transmis de génération à l'autre.

La maison traditionnelle se referme sur l'extérieur par des murs aveugles et anonymes. Elle s'organise autour d'une cour centrale qui constitue le lieu central de la vie familiale.

Elle a été soumise à travers l'histoire à une évolution notable suite aux changements des usages contemporains de l'habitation qui tend vers tout ce qui est moderne. Une confrontation claire entre le modernisme et le traditionnel par la mise en place d'un nouveau système politique et culturel importé de l'Europe occidentale.

2.3.2 L'HABITAT TRADITIONNEL DE LA VILLE DE LAGHOUAT :⁶

La ville de Laghouat se caractérise par son histoire et urbanisme à travers le temps qui se distingue par sa vocation sociale et économique et culturelle.

- **L'ECHELLE URBAINE :**

L'ancien tissu de la ville est formé par le vieux ksar qui caractérise par une architecture vernaculaire, les systèmes des voiries composent d'une rue, ruelle, et l'impasse.

Le vieux ksar conserve toujours son unité, est composé ou bien formé par un ensemble des maisons serrées, les unes contre les autres, fermées sur elles-mêmes ne possédant qu'une cour au haouche ouvert vers le ciel (patios). Il dispose d'équipements culturels et commerciaux tel que la mosquée, et l'école coranique, et la rue commerçante qui constitue le principal espace public du quartier... etc.

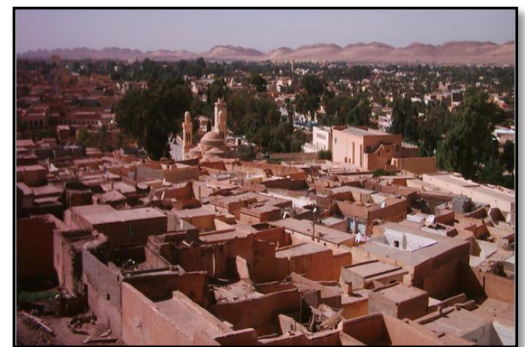


Figure 7 : Le vieux ksar de la ville de Laghouat.
Source : Auteurs.

- **TYPOLOGIE DU BATI :**

L'organisation du cadre bâti à l'intérieur permet de dévoiler le rapport entre le type et la parcelle, l'ilot est construit sur une rue habitation avec un gabarit de R+1, et les entrées en chicanes.

- **L'ECHELLE DE LA MAISON :**

- La maison de la ville de Laghouat est le résultat d'une évolution plus ou moins longue, classée sur le plan diachronique, et synchronique. Ainsi que la maison n'est jamais un

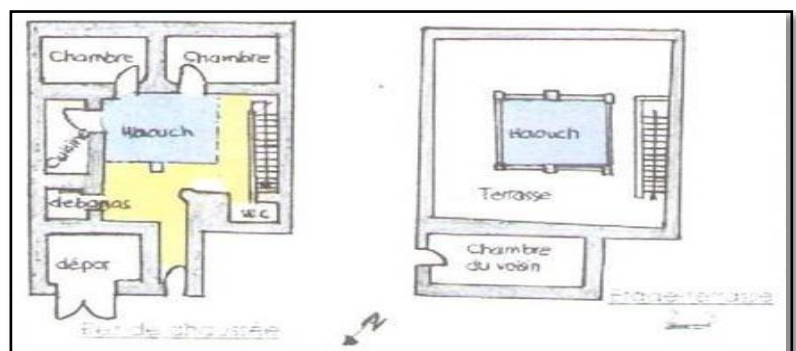


Figure 8 : Une maison traditionnelle de la ville de Laghouat.
Source : Mémoire « Stratégie de développement des centres urbains et historiques à travers une lecture typo morphologique à Laghouat »

⁶ Mémoire de fin d'étude en Architecture « Stratégie de développement des centres urbains et historiques à travers une lecture typo morphologique à Laghouat » Université Amar thelidji (de Souiah Yacine et Hassani Mohamed Rafik -2010-)

objet fini elle est évolutive suivant les besoins familiaux et leurs ressources ainsi que la maîtrise des outils de construction.

- Les pièces intérieures de la maison organisées autour d'un patio «Haouche», qui constitue la principale source de lumière et d'aération pour toute la bâtisse, les matériaux utilisés sont de naturel et de provenance différente telle que toub, tronc de palmier, terre...etc.

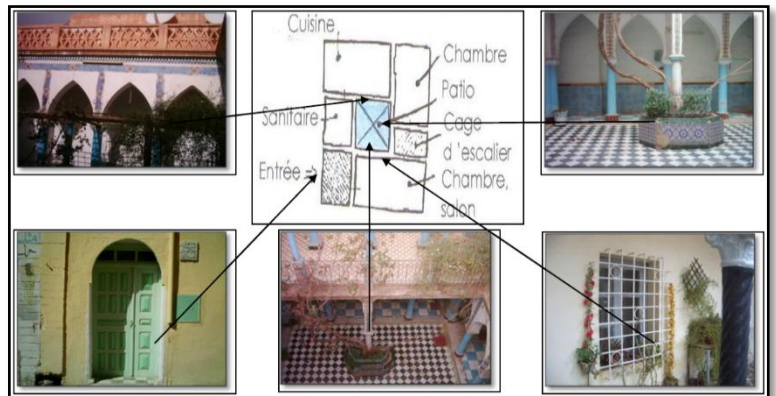


Figure 9 : L'organisation générale des maisons traditionnelle de la ville.

Source : Mémoire « Stratégie de développement des centres urbains et historiques à travers une lecture typo morphologique à Laghouat »

- Le style des constructions est caractérisé par des architectures hétérogènes:
 - ✓ Les claustras,
 - ✓ Entrées en chicane,
 - ✓ Les galeries,
 - ✓ Les toitures terrasses,
 - ✓ Les matériaux de constructions traditionnels...,
 - ✓ Types de portes et fenêtres ...etc.

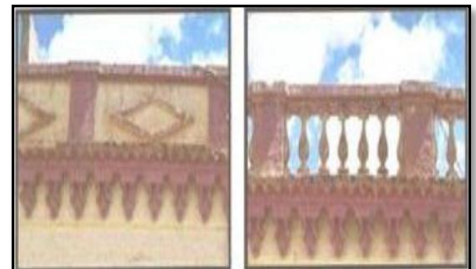


Figure 10 : Les claustras traditionnels de la ville.

Source : Mémoire « Stratégie de développement des centres urbains et historiques à travers une lecture typo morphologique à Laghouat »



Figure 11 : Traitement de fenêtres traditionnelles.

Source : Mémoire « Stratégie de développement des centres urbains et historiques à travers une lecture typo morphologique à Laghouat »



Figure 12 : Traitement de portes traditionnelles.

Source : Mémoire « Stratégie de développement des centres urbains et historiques à travers une lecture typo morphologique à Laghouat »

2.4 CONCLUSION :

Cette approche a été consacré à une partie théorique sur les concepts, les typologies et leurs définitions pour cerner les termes utilisés dans cette recherche surtout la notion de l'habitat individuel. C'est pour cela nous présentons dans l'approche suivante le côté environnemental et énergétique pour mieux préciser le thème de cette étude ou on va découvrir la relation entre l'architecture et l'environnement en générale et entre l'énergie, l'habitat et l'environnement en particulier dans le but de cerner la spécificité de notre projet de habitat à haute performance énergétique.



**APPROCHE
ENVIRONNEMENTALE**

3 APPROCHE ENVIRONNEMENTALE :

3.1 INTRODUCTION :

Ce chapitre vas nous permettre d'acquérir des connaissances sur plusieurs termes pour qualifier la construction d'un habitat individuel HPE, cette diversité représente la même finalité : le respect de l'environnement. Alors voici quelques définitions pour y voir plus clair dans les différentes appellations, et mieux comprendre le sens de cette démarche environnementale.

3.2 DEFINITIONS DES CONCEPTS LIES A L'ARCHITECTURE ENVIRONNEMENTALE :

3.2.1 DEVELOPPEMENT DURABLE :

DEFINITION :

Le développement durable peut être défini comme une approche stratégique et politique fondée sur la notion de solidarité dans un espace-temps, données ayant comme objectif un triple dividende (efficacité économique, équité sociale et qualité environnementale).⁷

LES OBJECTIFS DU DEVELOPPEMENT DURABLE :

il base sur les 3 piliers :

- ✚ Qualité environnementale: il s'agit de préserver les ressources naturelles à long terme, en maintenant les grands équilibres écologiques et en limitant des impacts environnementaux.
- ✚ Equité sociale: il s'agit de satisfaire les besoins essentiels de l'humanité en logement, alimentation, santé et éducation, en réduisant l'inégalité entre les individus, dans le respect de leurs cultures.
- ✚ Efficacité économique: il s'agit d'assurer une gestion saine et durable, sans préjudice pour l'environnement et le social.

3.2.2 ARCHITECTURE DURABLE (ECOLOGIQUE) :

Les trois piliers du développement durable, sont l'environnement, l'économique et le social. Une architecture durable prend en compte ses trois piliers, architecture durable est respectueuse de l'environnement car elle a basse consommation d'énergie, et moins on consomme d'énergie, moins on émet de gaz à effet de serre (CO2) causes des dérèglements climatiques.⁸

⁷ Définition-citation Mme Gro Harlem Brundtland. Premier Ministre norvégien. Commission Brundtland.

⁸ www.universalis.fr

3.2.5 QUARTIER ECOLOGIQUE (ECO-QUARTIER) :

DEFINITION :

Est un quartier urbain qui s'inscrit dans une perspective de développement durable, il doit réduire au maximum l'impact sur l'environnement, favoriser le développement économique, la qualité de vie, la mixité et l'intégration sociale. Il s'agit de construire un quartier en prenant en considération un grand nombre de problématiques sociales économiques et environnementales dans l'urbanisme, la conception et l'architecture de ce quartier.¹¹

CINQ PILIERS D'UN ECO QUARTIER :

- **Habitation** : construire des logements économes en énergie, l'utilisant des énergies renouvelables (solaire, éolien,....etc.)
- **Déplacements** : marche à pied, vélo, transport en commun sont à privilégier et les voitures à garder à l'extérieur du quartier.
- **Déchets** : réduire les quantités de déchets par le réemploi, le recyclage et la valorisation, apprendre les techniques de compostage.
- **Propreté et eau** : améliorer la propreté des lieux de façon permanente et récupérer les eaux de pluie.
- **Végétaux** : améliorer les espaces naturels et le patrimoine végétal qui consomme du CO₂ (gaz à effet de serre).¹²

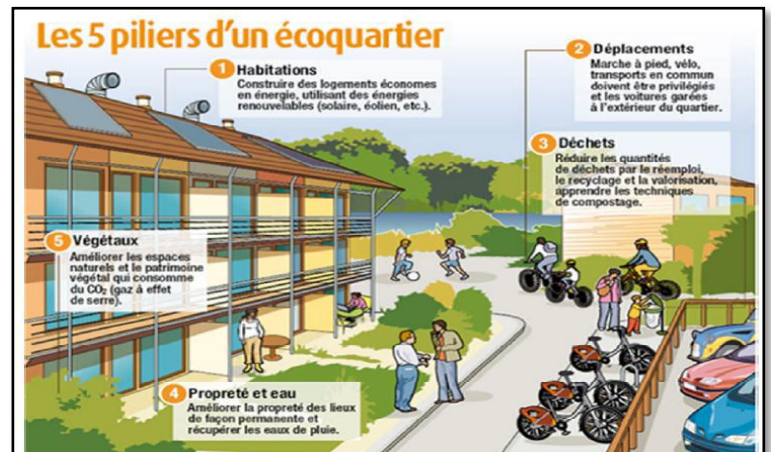


Figure 14 : Les 5 piliers d'un éco quartier.

Source : www.ecoquartiers.developpement-durable.grouv.fr

Facteurs fondamentaux à la vie d'un quartier :

- **Sociabilité** : cet espace regroupe les activités telles que clubs, associations réunions de personnes. Ainsi, les voisins deviennent ceux qui sont choisis en réseau, les amies éloignées sont de nouveau proches, ainsi la proximité reprend son sens dans un lieu éloigné.
- **Travail** : le travail est un élément important dans la vie de l'homme, il ne doit pas obligatoirement être proche du lieu de résidence.
- **Commerce** : cet espace qui fait partie du logement puisque les achats se font en fonction des besoins de vie, demande une ambiance particulière celle du magasin ou du marché.
- **Education** : l'éducation regroupe tout ce qui touche à l'apprentissage aussi bien scolaire que culturel. Elle demeure une partie nécessaire et importante dans le développement des enfants.

¹¹ www.Vedura.fr

¹² www.ecoquartiers.developpement-durable.grouv.fr

- **Culture et loisir** : la culture et les loisirs sont des éléments de ce nouvel habitat qui nécessitent des espaces particuliers, différents de ceux des logements.
- **Mobilité** : aptitude à bouger, à se déplacer, à changer, à évoluer.

3.3 HABITAT DURABLE :

- **DEFINITION** :

Un habitat durable concilie l'économique et le social, en permettant de vivre dans un logement confortable tout en maîtrisant les consommations d'énergies et eau.

Un habitat durable bénéficie d'une conception bioclimatique (apport solaire et de lumière naturelle, préservation du confort d'été) et d'un choix de matériaux respectueux de la santé (qualité de l'air intérieur) et de la préservation des ressources naturelles (matières premières, eau, énergies).¹³

3.3.1 TYPES D'HABITAT DURABLE :

- **MAISON PASSIVE** :¹⁴

une maison passive est une habitation dont la consommation en énergie de chauffage est basse et ne dépasse pas les 15 KW/h par m²par an.

Principe de maison passive : grâce à une bonne isolation thermique, à la ventilation de l'air, à l'énergie solaire, elle conserve une température ambiante douce tout au long de l'année. Une maison passive est d'architecture assez simple et doit être si possible orientée vers le sud, afin d'enregistrer un maximum d'énergies solaires. Le concept est né dans les années 1970 suite à de multiples essais et repose sur des normes allemandes en matière de construction.

- **MAISON POSITIVE** :¹⁵

Vise à produire plus d'énergies qu'elle n'en consomme la maison positive est aussi appelée « maison à zéro énergies » il s'agit de la maison écologique la plus performante en terme de consommation et de gaz à effet de serre. Permet une indépendance par rapport aux énergies fossiles. Permet d'auto consommation.



Figure 15 : Maison positive.
Source : www.futura.sciences.com

- **MAISON BBC BASSE CONSOMATION** :¹⁶

Est un bâtiment dans la consommation en énergie primaire est inférieure ou égale à 50Kw/m².an. Ce niveau de performance très élevé est atteint par la combinaison de plusieurs facteurs notamment une isolation thermique performante et recours à des énergies renouvelables.

¹³ www.qualite.logement.org

¹⁴ www.futura.sciences.com

¹⁵ www.futura.sciences.com

¹⁶ www.futura.sciences.com

- **MAISON AUTONOME OU MAISON ZERO-ENERGIE** :¹⁷

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.

3.4 ENERGIE EN ARCHITECTURE :

- **DEFINITION** :

Le mot énergie est d'origine latine, « énergie » qui veut dire « puissance physique qui permet d'agir et de réagir » l'énergie désigne une capacité d'agir quels qu'en soient les modes mettre en mouvement, chauffer, comprimer, éclairer, sonoriser, transmettre une information ...etc¹⁸

3.4.1 PRINCIPAUX TYPES DES ENERGIES RENOUVELABLES :¹⁹

- **L'ENERGIE HYDRAULIQUE** : est l'énergie produite par le mouvement de l'eau, tout comme l'énergie éolienne, cette énergie est qualifiée de cinétique. Parmi les énergies hydrauliques les plus connues, on trouve naturellement l'hydroélectricité qui permet de fournir du courant à partir d'un barrage.
- **LA BIOMASSE** : désigne l'ensemble des matières organiques pouvant se transformer en énergie. On entend par matière organique aussi bien les matières d'origine végétale que celle d'origine animale. Il existe trois formes de biomasse représentant des caractéristiques physiques variées : les solides (paille, copeaux, bûches, ...) les liquides (huiles, végétation, bio-alcool...), les gazeux (biogaz...).
- **LA GEOTHERMIE** : dans certaines roches et à certaines profondeurs circule de l'énergie, sous forme de vapeur et d'eaux chaudes. Ces eaux puisées lorsqu'elles surgissent des geysers, sont collectées pour distribuer et pour alimenter des réseaux de chauffage urbains.
- **L'ENERGIE EOLIENNE** : est l'énergie produite par le vent, elle est le fruit de l'action d'aérogénérateurs de machines électriques mues par le vent et dont la fonction est de produire de l'électricité.
- **L'ENERGIE SOLAIRE** : désigne l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïques.

3.4.2 DIFFERENTS PRATIQUES DE LA GESTION D'ENERGIE :²⁰

- **PRATIQUES CONCEPTUELLES** :

- **L'orientation du bâtiment** : la conception judicieuse d'un bâtiment en fonction des conditions du terrain (ensoleillement, présence de zones boisées, surfaces exposées aux vents ...etc.) permet de maximiser les apports d'énergies naturelles et de minimiser les pertes d'énergies.

¹⁷ Maisons écologique-louise Ranck 2009

¹⁸ Grand Larousse de la langue française.

¹⁹ Thèse de fin d'étude institut de recherche éolienne et photovoltaïque. Laghouat 2013

²⁰ www.architecte-batiments.fr

- **La forme du bâtiment** : la surface totale exposée l'extérieur est un facteur de déperdition d'énergie, un bâtiment présentant une surface extérieure étendue aura tendance à perdre plus de chaleur. Il faudra donc privilégier une forme plus compacte qui augmente le rapport entre le volume des espaces intérieurs et la surface exposée aux intempéries.
- **La végétation** : planter des arbres à feuilles caduques est également une solution écologique pour favoriser la régulation de l'ensoleillement tout en améliorant la qualité de l'air.

En été, les feuilles serviront de brise soleil.

En hiver, l'absence des feuilles ne limitera pas les apports de lumière.

- **PRATIQUES CONSTRUCTIVES** :
- **L'isolation thermique** : élément le plus efficace et le moins coûteux pour réduire les pertes énergétiques, une bonne isolation thermique est une des clés de la construction durable.
- **La gestion de l'eau et de l'air** : de nombreux gaspils énergétiques peuvent être épargnés. L'énergie perdue lors de l'évacuation des eaux usées peut être récupérée et réinjectée dans le bâtiment par des systèmes qui permettent de chauffer l'eau ou l'air propre comme les pompes à chaleur.
- **La production d'énergie renouvelable** :

Energie éolienne : l'énergie éolienne qui doit son nom au dieu grecque responsable des vents nommé « Eole » la quantité d'énergie produite dépend en premier lieu de la vitesse du vent.

Energie photovoltaïque : l'utilisation des panneaux photovoltaïques, voir des cellules intégrées directement dans les surfaces exposées au soleil est un bon moyen de produire de l'électricité solaire.

- **L'utilisation des matériaux propres** : le choix des matériaux est un élément prépondérant pour le respect de l'environnement et de la nature.

3.5 BATIMENT A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE HPE :²¹

- La HPE est un ensemble de labels officiels français, se sont des dispositifs pour améliorer la performance énergétique des bâtiments, le label « Haut Performance Energétique » atteste que le bâtiment respecte un niveau de performance énergétique globale supérieur à l'exigence réglementaire (basé sur la réglementation thermique 2005 RT).
- La réglementation thermique RT a pour but de fixer une limite maximale à la consommation énergétique des bâtiments neufs pour le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage.

Ce label comprend cinq niveaux :

²¹ www.Acqualys.com

3.5.1 HPE 2005 :

Pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 10% par rapport à la consommation de référence RT 2005 et pour l'habitat au moins 10% par rapport à la consommation maximale autorisée.

3.5.2 THPE 2005 :

Pour les constructions dans les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 20% par rapport à la consommation de référence RT 2005 et pour l'habitat d'au moins 20% par rapport à la consommation maximale autorisée.

3.5.3 HPE EnR 2005 :

Basé sur les exigences du label 2005 accompagnée d'exigences sur l'installation d'équipements d'énergie renouvelable :

-Soit le chauffage et éventuellement la production d'eau chaude sanitaire est assuré par une chaudière utilisant la biomasse, et en particulier le bois.

-Soit le bâtiment est raccordé à un réseau de chaleur alimenté par au moins 60% de bois ou de biomasse, ce apporte une réponse aux collectivités territoriales qui font des efforts pour produire de la chaleur avec des combustibles renouvelables.

3.5.4 THPE EnR 2005 :

pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 30% par rapport à la consommation de référence RT 2005 et pour l'habitat au moins 30% par rapport à la consommation maximale autorisée, accompagnée d'exigences sur l'utilisation d'équipements d'énergie renouvelable (capteurs solaires thermique, capteurs photovoltaïques ou des éoliennes) ou de pompes à chaleur très performantes.

3.5.5 BBC 2005 :

Bâtiment Basse consommation énergétique. Ce niveau reprend les résultats de l'étude menée dans le cadre du programme de recherche et réalisée par l'association EFFINERGIE. Ce niveau vise les bâtiments ayant une consommation très nettement inférieure la consommation énergétique réglementaire.

Les étiquettes d'énergie ci-dessous permettent de connaître les qualités de logement.

- Sur l'étiquette de gauche, plus le chiffre est bas plus le logement est économe.
- Sur l'étiquette de droite, plus le chiffre est bas, plus le logement est respectueux de l'environnement.

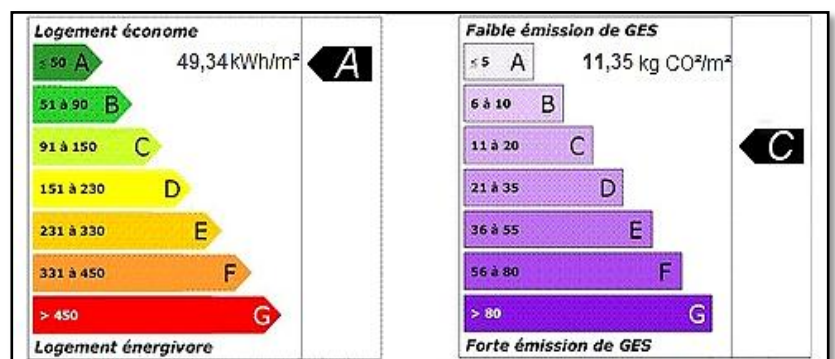


Figure 16 : Les étiquettes des logements économes et les logements respectueux de l'environnement.

SOURCE : www.energierenouvelable.com

3.6 CONCLUSION :

Cette partie a été consacré à la présentation du cadre environnemental de la recherche dans le domaine de l'habitat tout d'abord, on a constaté qu'il y a une relation forte entre l'architecture et l'environnement, cette relation est le résultat de l'apparition des différentes tendances qui ont pour but d'améliorer l'utilisation d'énergie dans les bâtiments et de mieux respecter l'environnement.

C'est pour cela que nous présenterons dans l'approche suivante des exemples illustratifs de cette relation dans le cadre de l'habitat en général et l'habitat individuel en particulier.



**APPROCHE
ANALYTIQUE**

4 APPROCHE ANALYTIQUE :

4.1 INTRODUCTION :

Après avoir vu et compris la terminologie (termes et concepts) de notre thème qui est l'habitat à haute performance énergétique à travers les deux chapitres précédents.

Dans cette approche analytique on passe à l'analyse des exemples, notre choix est basé sur trois volets essentiels : l'architecture environnementale, la gestion d'énergie et enfin l'aspect de la vie dans un quartier, c'est pour cela on a choisi deux exemples l'un national et l'autre international, le premier c'est 32/600 logements HPE à Kheng –Laghouat qui représente une expérience d'une réalisation d'un habitat HPE localement dans la ville de Laghouat, le deuxième c'est Global Modèle Earthship qui mentionne l'aspect environnemental et énergétique dans un habitat individuel, mais on a remarqué que ces deux exemples sont un peu maigres dans ce qui concerne l'aspect social dans un quartier, alors, on a choisi un troisième exemple, c'est un éco quartier nommé Eco quartier Hammarby Sjostad pour compléter notre but qui est de voir la relation entre l'habitat et l'environnement d'un côté et entre l'habitat et le social d'un autre.

4.2 EXEMPLE 01 :32/600 LOGEMENTS H.P.E PROGRAMME ECO. BAT - EL KHENEG – LAGHOUAT :²²

4.2.1 CRITERES DE CHOIX :

Le projet concerne la réalisation de 32/600 logements H.P.E programme Eco. Bat à la commune el Kheneg – wilaya Laghouat.

L'objet du projet est l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments, et ce par la réalisation de constructions économiquement viables, aux impacts énergétiques et environnementaux réduits durant leurs cycles de vie, et offrant confort et qualité de vie aux usagers. Sur les axes suivants :

- Assurer le confort thermique optimal des logements en été et hiver.
- Minimiser les besoins en énergies primaires, en réduisant les déperditions, thermiques et exploitant l'éclairage naturel,
- Réduire les émissions de CO2.



Figure 17 : Vue dans projet 32/600 logements HPE.
Source : OPGI de wilaya de Laghouat

²² OPGI de wilaya de Laghouat

4.2.2 PRESENTATION DU PROJET :

- ✚ **Projet:** 32/600 logements H.P.E programme Eco. Bat.
- ✚ **Situation :** commune El Kheneg, Laghouat
- ✚ **Surface du terrain :** 9310.00 m²
- ✚ **Morphologie du terrain du projet :** plat
- ✚ **Climat :** chaud et sec en été et froid en hiver (voir chapitre 5)



Figure 18 : Vue globale sur projet 32/600 logements HPE
Source : OPGI de wilaya de Laghouat

- ✚ **Date de réalisation:** en cours de réalisation.

4.2.3 ETUDE ARCHITECTURALE :

L'architecture a été pensée dans le but d'offrir un cadre de vie attractif et un environnement agréable aux usagers.

L'IMPLANTATION DU PROJET:

- ✚ Les blocs sont disposés sur un axe est-ouest, afin que les espaces intérieurs des logements bénéficient de deux orientations souhaitées : Les chambres et le séjour ont une orientation sud, la cuisine, la SDB et le WC ont une orientation nord.
- ✚ Un bloc d'angle (pour fermer l'ilot du côté ouest).
- ✚ L'assemblage des blocs renferme un espace intérieur (un patio), ayant un caractère d'espace privé aux usagers.
- ✚ Deux ouvertures à la cité lui ont été octroyé, une du côté Est et l'autre du côté opposé l'ouest.

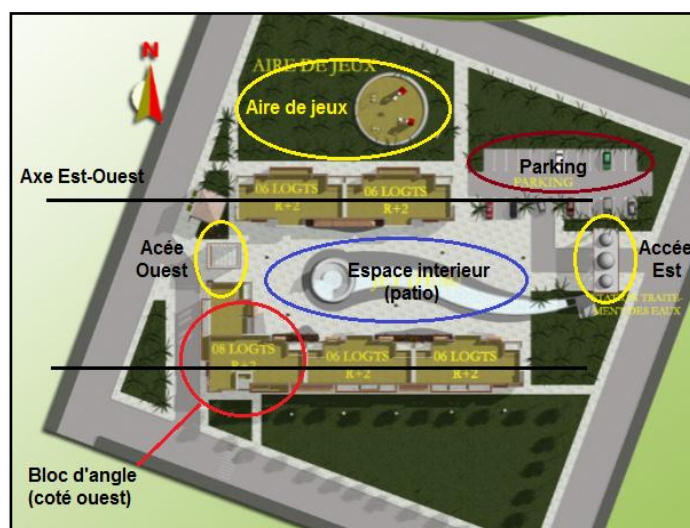


Figure 19 : Plan de masse de projet 32/600 logements HPE.
Source : OPGI de wilaya de Laghouat

DESIGNATIONS ET TYPES DE LOGEMENTS:

<u>Désignation du logement</u>	<u>Type de logement</u>	<u>Nombre</u>	<u>Surface (M2)</u>
Logement F3	Type 01	6	68.60
Logement F3	Type 02	14	71.90
Logement F3	Type 03	12	71.90

Tableau 3 : Désignations et types de logements de projet 32/600 logements HPE.
Source : OPGI de wilaya de Laghouat

PROGRAMME :

Désignation du logement	Type 01		Type 02		Type 03	
	Espace	Surface	Espace	Surface	Espace	Surface
Séjour	21.70		21.70		21.70	
Chambre 01	11.75		11.75		11.75	
Chambre 02	11.70		11.70		11.70	
Logement F3	Cuisine	10.00	Cuisine	10.00	Cuisine	10.00
	Hall	9.00	Hall	9.00	Hall	9.00
	SDB	3.15	SDB	3.15	SDB	3.15
	W-C	1.30	W-C	1.30	W-C	1.30
	Surface G	68.60 M2	Surface G	71.90 M2	Surface G	71.90 M2

Tableau 4 : Tableau de programme de projet de 32/600 logements HPE.

Source : OPGI de wilaya de Laghouat

LECTURES DES PLANS :

- Le principe de la conception est basé sur une conciliation entre la vie familiale et la vie individuelle, par:
- Une séparation entre la vie diurne et la vie nocturne.

Les locaux de service sont groupés horizontalement et verticalement permettant de rassembler et de minimiser l'installation technique.

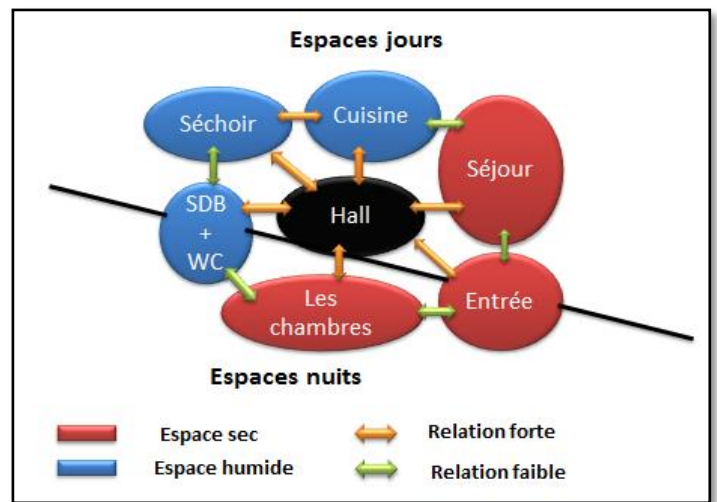


Figure 20 : L'organisation spatiale et fonctionnelle des espaces intérieurs.

Source : OPGI de wilaya de Laghouat

- Les logements du rez-de-chaussée bénéficient chacun d'une cour privée à la place d'un séchoir et d'un balcon, différemment aux logements des niveaux supérieurs.

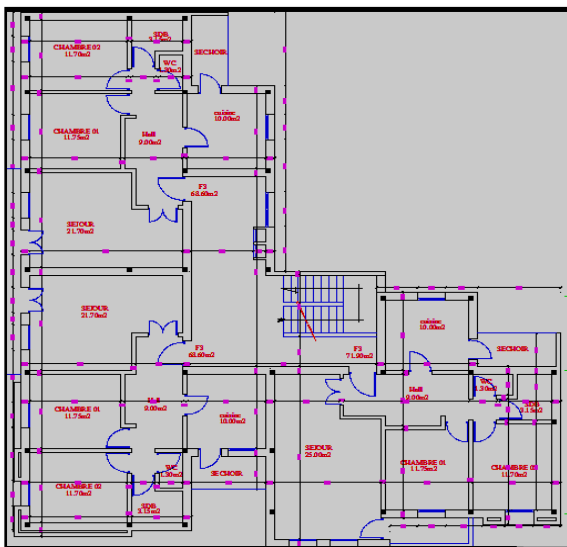


Figure 21 : Plan Etage de logement type 03.

Source : OPGI de wilaya de Laghouat

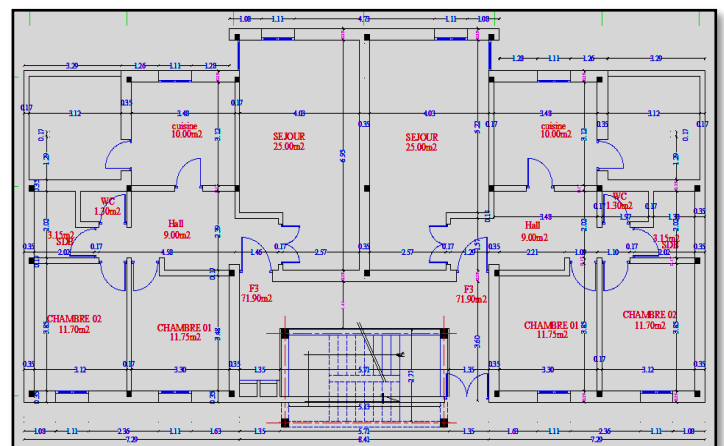


Figure 22 : Plan de logement type 01 (plan type).

Source : OPGI de wilaya de Laghouat

LECTURE DES FAÇADES :

- ✚ Assurer un confort thermique et hygrométrique à l'intérieur à partir de la conception des façades :
- ✚ Les façades principales sont orientées Nord et Sud.
- ✚ Prévoir des moyens tampons (balcons, auvents, volets à l'italienne, ...etc.) pour les façades trop exposées.
- ✚ L'utilisation des couleurs claires (blanc) afin de réfléchir le maximum des rayons solaires.



Figure 23 : Façade sur l'extérieur de projet.
Source : OPGI de wilaya de Laghouat



Figure 24 : Façade sur l'intérieur de projet.
Source : OPGI de wilaya de Laghouat

4.2.4 ETUDE ENVIRONNEMENTALE :

LES CIBLES HQE TRAITEES :

- **CONFORT THERMIQUE (CHAUFFAGE ET REFROIDISSEMENT) :**

Le projet est étudié d'une manière à se dispenser d'un chauffage ou d'un climatiseur, ceci est par :

- ✚ L'orientation du logement optimisée.
- ✚ La végétation choisie.
- ✚ Les moyens de protections employés.
- ✚ La ventilation naturelle du logement et les matériaux de construction utilisés.

Une chaudière à gaz pour préparer l'eau chaude sanitaire, qui pourra servir à alimenter des radiateurs en cas d'un temps très froid.

- **VENTILATION NATURELLE :**

La ventilation des logements est du type traversant, cas idéal qui lui favorise une bonne ventilation naturelle.

Des grilles d'aération basses pour l'entrée de l'air frais, hautes pour la sortie de l'air vicié) sur les façades extérieures.

Les cloisons intérieures sont aussi équipées par d'ouvertures (grilles d'aérations à lames orientables) afin de favoriser la circulation de l'air.

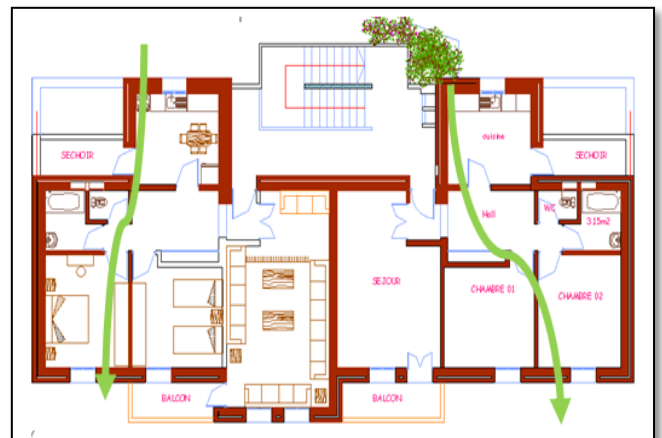


Figure 25 : La ventilation naturelle dans les logements.
Source : OPGI de wilaya de Laghouat

- **VEGETATION :**

Les côtés sud et ouest de la cité sont plantés d'arbres caducs à grandes hauteurs (pour la protection des rayons de soleil d'été). Et le côté nord est planté de palmiers dans le but de protéger la cité des vents venant du nord pendant l'hiver.

Cette dimension paysagère crée un microclimat homogène durant l'année.



Figure 26 : Plan de masse de projet 32/600 logements HPE.
Source : OPGI de wilaya de Laghouat

- **JET D'EAU :**

Un plan d'eau à l'intérieur de la cité afin d'appliquer la stratégie de refroidissement par évaporation (le site a un faible taux d'humidité).

- **GESTION D'ENERGIE :**

L'utilisation de lampes à basse consommation d'énergie qui ont une meilleure efficacité, une durée de vie accrue, et une sécurité renforcée.

- **GESTION DES ORDURES MENAGERES :**

Les déchets ménagers être triés , par trois types de conteneurs différents (un pour les déchets alimentaires tels que les épluchures restes de repas, un pour les verres, et un pour les déchets plastiques, papiers et carton), et des rotations des moyens de collecte allant d'un rythme quotidien à un rythme hebdomadaire.

- **MATERIAUX DE CONSTRUCTION :**

- ✚ Les murs extérieurs sont composés d'une simple paroi en brique B.T.S (Brique de Terre Stabilisé) avec une isolation extérieure en polystyrène expansé.
- ✚ Les cloisons intérieures sont en briques B.T.S, revêtues de plâtre.
- ✚ Les planchers terrasses sont revêtus d'une étanchéité saharienne.
- ✚ Les fenêtres disposent d'un double vitrage à faible émissivité.

Et afin de limiter les apports par rayonnement solaire, les parois exposées directement au soleil devront être de couleurs claires.

4.3 EXEMPLE 02 : GLOBAL MODEL EARTHSHIP ²³

4.3.1 CRITERES DE CHOIX :

- ✚ Bâtiment environnemental.
- ✚ Bâtiment autosuffisant (coté énergie).

L'architecte essaie d'étudier la physique, la biologie pour voir quels sont, les éléments (phénomènes) naturels qu'on peut utiliser pour voir un bâtiment qui prend soin de la personne sans une source d'énergie extérieure qui



Figure 27 : Le projet de Global Model Earthship.
Source : www.Earthship.com

²³ www.Earthship.com

financé par le gouvernement.

4.3.2 PRESENTATION DU PROJET :

- ✚ **Projet** : Globale Modèle Earthship
- ✚ **Situation** : Taos au Nouveau-Mexique, Etats Unis
- ✚ **Climat**: chaud en été et froid en hiver avec une température de -9°C en hiver et de 30°C en été
- ✚ **Architecte** : Michael Reynolds
- ✚ **Date de réalisation** : 2009

SITUATION DU PROJET:

- ✚ Le projet situé dans une zone suburbain, et orienté en plein sud.



Figure 30 : Vue de satellite.
Source : www.Earthship.com



Figure 28 : Carte des Etats Unis.
Source : www.Earthship.com

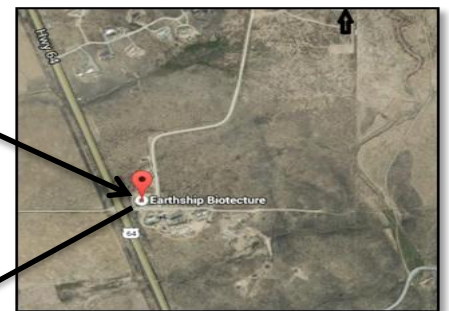


Figure 29 : Plan de situation de projet.
Source : www.Earthship.com



Figure 31 : Plan de masse de projet.
Source : www.Earthship.com

4.3.3 ETUDE ARCHITECTURALE :

• LECTURE DE PLAN RDC :

Les espaces intérieurs sont orienté Nord-Sud dans le but de profité des apports solaires, avec une espace tampon au long de face sud (le jardin intérieur) et qui joue le rôle d'une serre. Plus qu'une séparation entre les espaces jours et nuits.

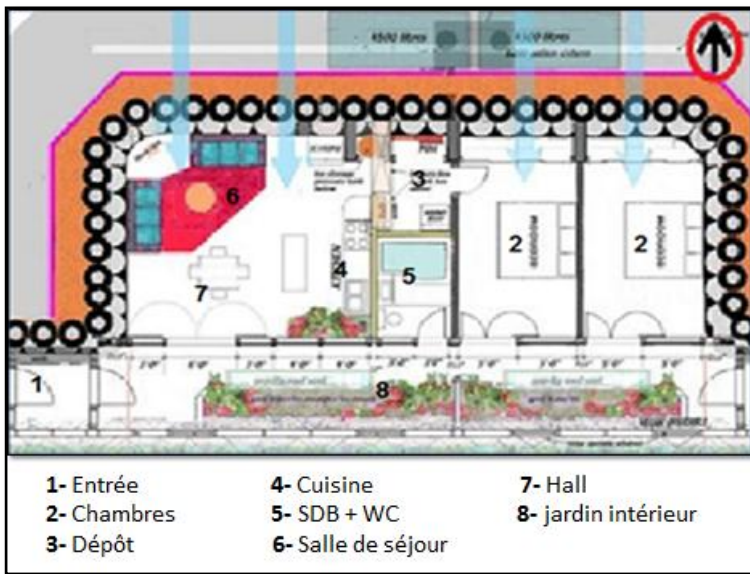


Figure 33 : Plan RDC de projet.
Source : www.Earthship.com

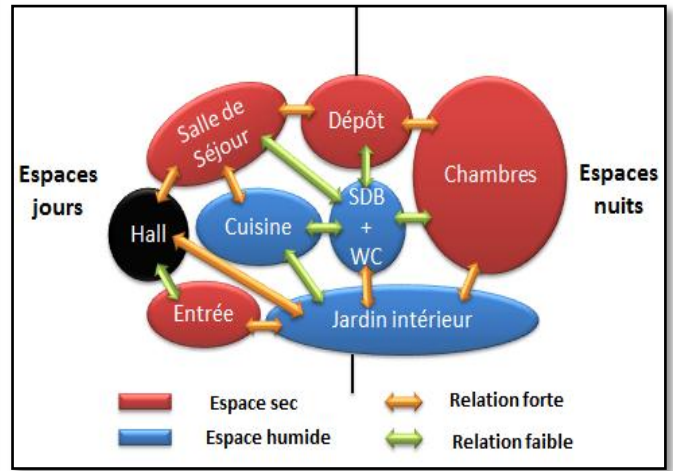


Figure 32 : L'organisation spatiale et fonctionnelle de projet.

Source : www.Earthship.com

• **ANALYSE DE LA VOLUMETRIE :**

- ✚ C'est un projet semi-enterré
- ✚ La forme du bâtiment est rectangulaire, forme simple et convenable pour édifier une maison respectant la nature à moindre cout.
- ✚ L'Earthship est orienté avec les points cardinaux pour que l'énergie par géothermie fonctionne.
- ✚ Les vitres de la serre ont face au Sud pour laisser entrer la lumière et la chaleur au maximum.



Figure 34 : La façade Sud de projet.
Source : www.Earthship.com



Figure 35 : La volumétrie de projet.
Source : www.Earthship.com

4.3.4 ETUDE ENVIRONNEMENTALE :
LES CIBLES HQE TRAITEES :

• **LE CONFORT THERMIQUE :**

✚ **Chauffage :**

L'absence de système de chauffage parce que les faces Nord, Est, Ouest sont complétement entourées.

Le soleil réchauffe la masse, la masse stocke la chaleur et l'isolation ne sera pas la laisser échapper. Et quand il n'y a pas de soleil, la masse diffuse la chaleur par inertie

Le sol n'est pas isolé, alors ce bâtiment reste de 20 à 21 c° en permanence durant l'année.

☄ Refroidissement :

Concernant le refroidissement, On trouve des grosses tours pour la ventilation.



Figure 36 : l'effet de soleil et de terre sur le projet.

Source : www.Earthship.com

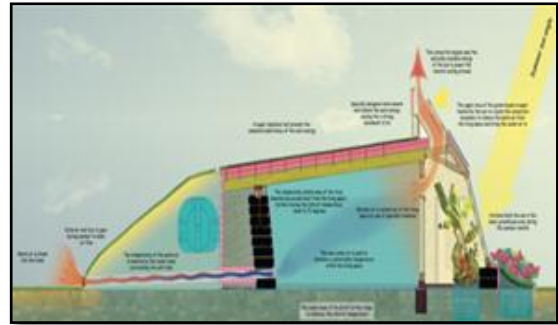


Figure 37 : Coupe transversale de projet.

Source : www.Earthship.com

• **GESTION D'ENERGIE :**

Le projet est autonome (déconnecté des services réguliers) grâce à l'énergie passive de la géothermie et les panneaux solaires.

☄ **Production de l'Electricité:**

Les panneaux photovoltaïques transforment l'énergie du soleil en courant électrique, cette énergie est stockée dans des batteries pour l'utilisation. Un module d'organisation Earthship Puissance attire l'électricité à partir des batteries. (Un autonome organisateur et distributeur d'électricité)



Figure 38 : Les panneaux solaires dans le projet.

Source : www.Earthship.com

• **GESTION D'EAU :**

Sans alimentation avec le réseau du public. C'est seulement l'eau de la pluie, l'eau t'accumuler dans des citernes (deux grandes citernes de 4500litres).

☄ L'eau est prise à partir d'un toit incliné, depuis le toit, l'eau est acheminée dans des citernes.

☄ L'eau de la citerne est alimentée par gravité dans un module d'organisation de l'eau avec une pompe et le filtre.

☄ La pompe pousse l'eau dans un réservoir de pression. Et les filtres

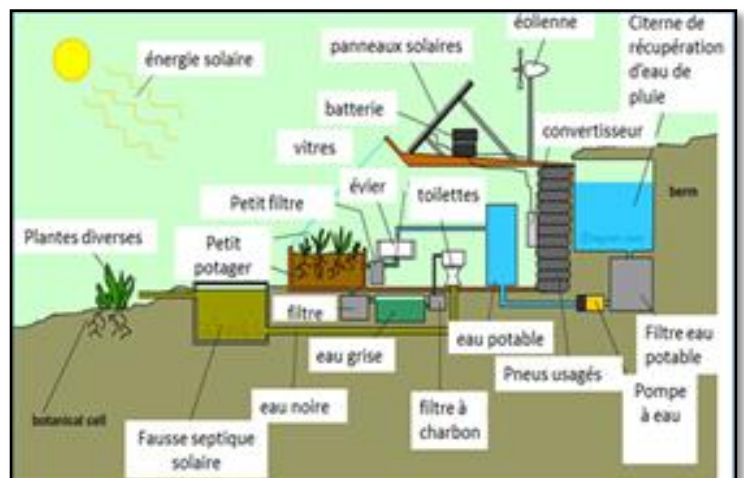


Figure 39 : Le trajet de l'eau dans le projet.

Source : www.Earthship.com

nettoient l'eau pour la consommation et le nettoyage.

- ✚ L'utilisation de l'eau quatre fois: Filtrer, pour boire ou bien laver, nourrir les plantes, pour la toilette, et pour la piscine.

- **MATERIAUX DE CONSTRUCTION :**

Construit avec des matériaux recyclés dans le but de donner une seconde vie à des matériaux de récupération.

- ✚ Murs extérieurs sont en pneus plus de 750 pièces.
- ✚ Murs intérieurs sont en bouteilles d'aluminiums.



Figure 40 : Les bouteilles utilisées dans le projet.

Source : www.Earthship.com



Figure 41 : Les pneus utilisés dans le projet.

Source : www.Earthship.com

4.4 EXEMPLE 03: ECO QUARTIER - HAMMARBY SJÖSTAD (STOCKHOLM) :²⁴

4.4.1 CRITERES DE CHOIX :

- ✚ Hammarby Sjöstad est un des plus anciens éco quartiers au monde et il est devenu une référence européenne en développement durable.
- ✚ Dans le quartier Hammarby ont la capacité de réduire de façon significative l'usage de carburants fossiles, de généraliser le recours aux énergies renouvelables et permettent des économies significatives pour tous les habitants.
- ✚ Hammarby est un exemple remarquable pour montrer l'aspect environnemental à travers la valorisation du transport en commun, des véhicules moins polluants, des pistes cyclables et piétonnes...etc.

4.4.2 PRESENTATION DU PROJET :

- ✚ **Projet :** Eco quartier - Hammarby Sjöstad (Stockholm)
- ✚ **Situation:** Au sud de Stockholm (Suède), non loin du centre-ville.
- ✚ **Superficie:** s'étend sur 200 hectares
- ✚ **Date de réalisation:** 1994-2010
- ✚ **Capacité:** 11'000 appartements pour 25'000 habitants

²⁴ www.stockholm.se
www.hammarbysjostad.se/glashuset
www.guideperrier.com/article4026/Hammaby-Sjostad-l-ecoquartier-suedois-modele

- ✚ **Climat** : Le climat de Stockholm est de type continental, les saisons sont très marquées avec des hivers froids et des étés doux à chauds (de 36 °C au maximum et -19 °C au minimum).



Figure 42 : L'éco quartier - Hammarby Sjöstad.
Source : www.guideperrier.com/article4026/Hammaby

SITUATION DU PROJET :

- ✚ Le quartier d'Hammarby à Stockholm, capitale de la Suède est le cadre d'un projet d'éco quartier sur la base du développement durable.

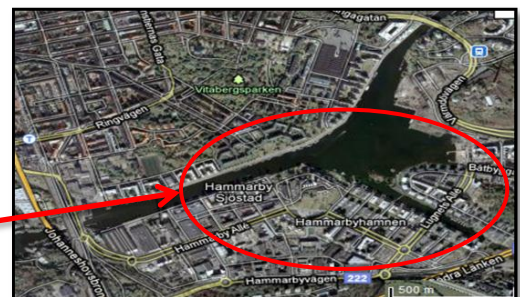
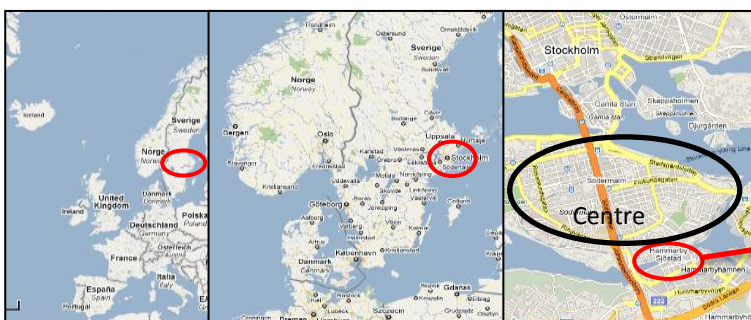


Figure 44 : localisation de la Suède, de la ville de Stockholm et du quartier d'Hammarby

Source : www.guideperrier.com/article4026/Hammaby

Figure 43 : Vue de satellite du quartier d'Hammarby.

Source : www.guideperrier.com/article4026/Hammaby

4.4.3 ETUDE URBAINE : PLAN D'AMENAGEMENT :

- ✚ **Surface de l'opération** : 200 ha.
- ✚ **Densité de population**: 125 personnes/ha
- ✚ **Nombre de logements** : 11.000 appartements.
- ✚ **Hauteur de bâtiments** : (R+5) hauteur maximal.
- ✚ **COS** = 0.18, **CES** = 2.3

Activités et services: Logements, bureaux et commerces, une école, une bibliothèque et deux librairies, une maison de retraite, un centre de santé, des cafés et restaurants, le centre d'information sur l'environnement « GlashusEtt », un centre sportif.

4.4.4 ETUDE ENVIRONNEMENTALE : LES CIBLES HQE TRAITEES :

- **CONFORT OLFACTIF (QUALITE SANITAIRE DE L'AIR) :**
- ✚ **Transports en commun :**

Un réseau de tramways et d'autobus relie Hammarby Sjöstad au centre-ville. Les tramways sont électriques et les autobus fonctionnent au biogaz produit par le traitement des eaux usées.

Un système performant de bateau-bus permet aux habitants de se déplacer facilement d'une rive à l'autre ou d'atteindre le cœur de Stockholm.



Figure 46 : Système de Bateau-bus.

Source :

www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby



Figure 45 : Système de tramways.

Source :

www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby

✚ Partage de voitures :

Le service Sunfleet (Communauté suédois) offre des voitures à partager afin de réduire l'impact environnemental des voitures individuelles.

Ce système est déjà utilisé par 10% des familles. Et certaines régions du quartier sont interdites aux véhicules personnels.

L'ensemble de ces mesures a permis de réduire de 50% les émissions de gaz à effet de serre liés au transport.

✚ Pistes cyclables :

Les déplacements à pied ou à vélo sont favorisés par la proximité des équipements scolaires, des commerces et des bâtiments administratifs. Ce principe a un nom : «la mixité fonctionnelle» qui consiste à mélanger vie résidentielle et activités économiques.



Figure 47 : les véhicules électriques et l'auto partages.

Source :

www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby



Figure 48 : Les déplacements à pied et par vélos.

Source :

www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby

• CONFORT ACOUSTIQUE :

Plafonnement de bruit à 45 dB (le niveau sonore entre 50 et 55 dB à l'intérieur des appartements).

• GESTION D'ENERGIE :

Production et performance énergétique :

- ✚ Plusieurs appartements ont été planifiés avec une orientation plein sud de la fenestration pour bénéficier d'une énergie solaire passive.

- ✚ Des panneaux solaires thermiques et photovoltaïques: ont été installés sur les toits pour combler une part des besoins énergétiques.
- ✚ Près de 40% des besoins en énergie du quartier proviennent d'énergies renouvelables en provenance de l'énergie solaire ainsi que du traitement des déchets et des eaux usées du quartier.



Figure 50 : les panneaux photovoltaïques dans l'urbain.

Source : www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby



Figure 49 : les panneaux photovoltaïques sur les toits.

Source : www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby

- **Conservation d'énergie :**

Tous les bâtiments sont à faible consommation d'énergie. Des réductions d'énergie d'environ 35% ont été observées par rapport à d'autres quartiers, cela est dû :

- ✚ D'avantage aux bâtiments qu'aux occupants qui n'ont pas vraiment changé leur attitude de consommation en chauffage.
- ✚ Une haute densité avec ses immeubles à 5 et 6 étages, ce qui réduit les pertes de chauffage et la climatisation.
- ✚ Triple vitrage dans un tel contexte, et des murs extérieurs qui sont essentiellement constitués de vitrage.



Figure 51 : les façades vitrées de quartier.

Source :

www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby

- **GESTION D'EAU :**

- **Réduction de la consommation d'eau potable :**

- ✚ L'objectif du quartier était de réduire de 50% la consommation d'eau potable par rapport à la moyenne suédoise de 200 litres par personne et par jour.
- ✚ Malgré tous les efforts technologiques, la consommation n'a baissé que de 25%, à 150 litres par personne et par jour.

- **Traitement des eaux usées :**

- ✚ la ville de Stockholm traite chaque jour 355 000 m³ d'eaux usées en provenance d'un million de



Figure 52 : Traitement des eaux usées du quartier.

Source :

www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby

personnes ainsi que des industries locales. Leur traitement produit 10 millions de mètres cubes de biogaz par an, utilisé pour le transport individuel et collectif.

- ✚ Les eaux de pluies sont traitées différemment selon qu'elles proviennent des eaux de ruissellements (chargées de particules minérales et organiques) ou des toits qui sont alors dirigées vers de petits bassins de rétention et de filtration.

- **GESTION DES DECHETS :**

Les déchets sont déposés dans des bornes dédiées selon le type de déchet et sont aspirés par un système pneumatique d'évacuation souterraine qui les dirige au lieu de traitement (dispositif souterrain sous vide effectuant la séparation des déchets organiques, recyclables et autres).



Figure 53 : Les bornes d'aspiration des déchets.

Source :

www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby

- ✚ Les papiers, verres, métaux et plastiques sont dirigés vers un lieu de triage.
- ✚ Les matières organiques sont transformées en compost ou combustible qui alimente une chaufferie de quartier pour la production de chaleur et d'électricité.
- ✚ Les déchets dangereux sont stockés de manière sécuritaire et éventuellement transformés.

- **MATERIAUX DE CONSTRUCTION :**

- ✚ Les matériaux et méthodes de construction utilisés sont choisis pour leur impact limité sur les ressources et l'environnement. Leur choix est réalisé en fonction d'une analyse complète de leur cycle de vie.
- ✚ L'utilisation de matières premières (sable, métal, gravier...) est réduite de moitié par rapport à la construction courante de bâtiments neufs.
- ✚ L'utilisation de matériaux recyclés selon les solutions techniques possibles.

- **MIXITE SOCIALE:**

L'objectif est d'assurer la paix sociale et de ne pas reproduire les schémas d'aménagements urbains des 40 dernières années, qui ont conduit, dans de trop nombreux cas, à des phénomènes de ghettoïsation des populations dans des barres HLM, à travers la création :

- ✚ Des nombreux équipements publics et établissements commerciaux.
- ✚ Une étroite collaboration avec les citoyens.
- ✚ Une Centre d'information sur l'environnement.

- **BIODIVERSITE :**

L'aménagement des espaces plus communément appelés «corridors biologiques», permettant la circulation et la survie de diverses espèces animales et végétales. Cela relève de



Figure 54 : Les espaces publics dans le quartier.

Source :

www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby



Figure 55 : Les corridors biologiques dans le quartier.

Source :

www.guideperrier.com/article4026/Harmmaby

l'écologie du paysage, qui vise au respect de la faune et de la flore Il préconise les commerces bios respectueux de l'environnement : cela va de l'alimentation aux produits ménagers jusqu'à l'utilisation de sacs en papier pour emporter les courses.

SYNTHESE : un tableau comparatif entre les trois exemples

<u>Les exemples analysés</u> <u>Les critères</u>	<u>Exemple 01 :32/600 logements H.P.E Kheneg – Laghouat</u>	<u>Exemple 02 : GLOBAL MODEL EARTHSHIP</u>	<u>Exemple 03: Eco quartier - Hammarby Sjöstad (Stockholm)</u>
<u>Type du projet</u>	Habitat collectif (R+2)	Habitat individuel (R+0)	Eco-quartier (pour 25,000 habitants)
<u>Situation</u>	commune El Kheneg, Laghouat	Taos au Nouveau-Mexique, Etats Unis	Au sud de Stockholm (Suède),
<u>Climat</u>	chaud et sec en été et froid en hiver (voir chapitre 5)	chaud en été et froid en hiver (de -9°C en hiver et de 30°C en été)	continental, (hivers froids et des étés doux de 36 °C à -19 °C)
<u>Les cibles HQE traités</u>	Confort thermique Gestion d'énergie Gestion des déchets	Le confort thermique Gestion d'énergie Gestion d'eau	Confort olfactif, Confort acoustique, Gestion d'énergie Gestion d'eau Gestion des déchets
<u>La performance énergétique</u>	Le projet est basé sur les principes conceptuels et constructifs pour diminuer les charges énergétiques (le projet est 100% alimenté par les réseaux publics et pas des énergies renouvelables)	Le projet est autonome (la production d'énergie 100% par des énergies renouvelables) grâce à l'énergie passive de la géothermie et panneaux solaires.	Près de 40% des besoins en énergie du quartier proviennent d'énergies renouvelables en provenance de l'énergie solaire ainsi que du traitement des déchets et des eaux usées du quartier.
<u>Les points forts</u>	L'organisation spatiale du logement et l'orientation des pièces. Les matériaux de construction utilisés. Les dispositifs de protection à employer contre le soleil et les vents.	Un projet semi-enterré, environnemental, et autosuffisant (chauffage par l'effet de serre et la géothermie). Relation harmonieuse du projet avec son environnement immédiat.	la capacité de réduire l'usage de carburants fossiles, et le recours aux énergies renouvelables. Le recyclage des matériaux et des déchets, et traitement des eaux usées.

<u>Les points faibles</u>	L'absence de l'objectif principale de l'habitat HPE « la performance énergétique »	Le projet mal conçu (une grande importance pour le coté fonctionnel que le coté architecturale). Avec une seule façade	Une haute densité des bâtiments et de population plus que limitation d'hauteur de cadre bâti de 5 à 6 étage.
----------------------------------	--	---	--

Tableau 5 : tableau comparatif entre les trois exemples
Source : Auteurs.

4.5 CONCLUSION :

L'étude de cette approche analytique, nous a permis de connaître les différents aspects de développement durable et l'habitat. En outre, il nous a permis aussi de voir comment peut-on pensé dès la phase conceptuelle aux différents paramètres influencés sur la durabilité et le rendement énergétique d'un projet et voir comment peut-on intégré les différentes cibles de la haute qualité environnementale HQE pour atteindre un bâtiment environnemental en général et un habitat haute performance énergétique HPE en particulier.

Donc, après l'étude des quatre chapitres qui nous ont permis de connaître tout ce qui a une relation à notre thème quel que soit thématiquement, environnemental ment et énergétiquement, on va passer à un chapitre pour analyser la planification de la ville de Laghouat pour l'affectation d'un projet de 60 habitats individuels a Haute Performance Energétique ,et puis d'après l'analyse de la ville on va choisir un site qui sera le plus approprié a notre projet.



**APPROCHE
CONTEXTUELLE**

5 APPROCHE CONTEXTUELLE :

5.1 INTRODUCTION :

C'est le cinquième chapitre ou, on présente le milieu d'intervention et les conditions physiques, tels que le climat, qui peuvent influencer sur la conception architecturale et urbaine de notre projet de 60 logements individuels à haute performance énergétique à Laghouat.

5.2 PRESENTATION DE LA VILLE :

5.2.1 SITUATION :

- ✚ La ville de Laghouat est située au piémont de l'Atlas saharien du côté Nord, elle s'étend sur le plateau saharien du côté Sud.
- ✚ Elle est définie par les coordonnées : latitude de 33°46' et longitude de 2°56'.
- ✚ Elle est limitée au niveau local :

Au nord-ouest : par la commune de Sidi Makhloof (1)

Au sud-ouest : par la commune d'Elkhneg (4)

A l'est : par la commune d'Elassafia (2)

Au sud est : par la commune de Ben nacer- Ben chohra (3)

Population : 181211 hab., **Superficie:**400 km²,

Densité:453 Hab. /km²



Figure 57 : carte présente la ville de Laghouat.

Source : la monographie de Laghouat2015



Figure 56 : carte présente la situation de la wilaya de Laghouat.

Source : la monographie de Laghouat2015

5.2.2 ACCESSIBILITE:

✚ INFRASTRUCTURE ROUTIERE :

La route nationale N° 01 .La route nationale N° 23.
Chemin de la wilaya N°230.

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



Figure 58 : l'accessibilité de la ville de Laghouat.

Source : la monographie de Laghouat2015

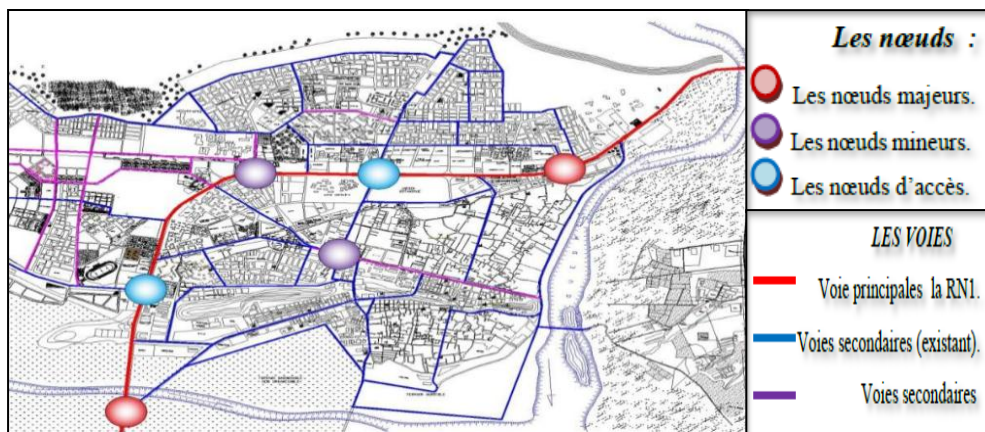


Figure 59 : Le système routier de la ville de Laghouat.
Source : (P.D.A.U) de Laghouatrévision2008

5.2.3 DIFFERENTES PHASES DE DEVELOPPEMENT DE LA VILLE :

La ville de Laghouat a connu plusieurs phases de développement urbain.

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'OASIS NORD. Des nouveaux quartiers.

La 4ème phase : l'extension vers l'Ouest et l'apparition des nouveaux lotissements tels que WEAM.

La 5ème phase : future extension.

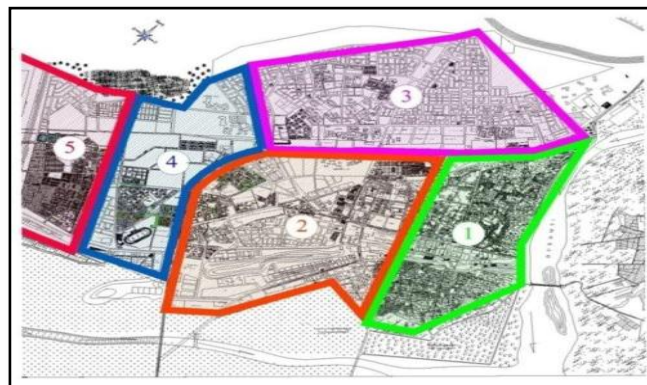


Figure 60 : Les différentes phases de développement urbain de la ville.
Source : (P.D.A.U) de Laghouatrévision2008

5.3 ANALYSE CLIMATIQUE DE LA VILLE :

5.3.1 ZONE CLIMATIQUE :

Sur le territoire Algérien quatre zones climatiques sont distinguées (A.B.C et D). La zone Laghouat se trouve dans la zone D appelée la zone pré Sahara et Sahara.

- Variation solaire** => deux saisons chaude et froide.
- Précipitations** => pluies rares.
- Vents** => vents locaux et vents de sable.

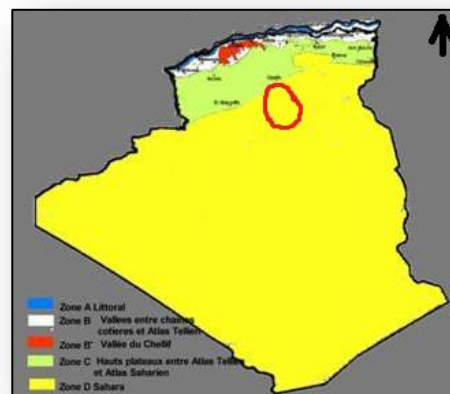


Figure 61 : Découpage des zones climatiques.
Source : www.mem-algeria.org

5.3.2 CLIMAT LUMINEUX DE LAGHOUAT:

La ville de Laghouat se caractérise par un éclairement lumineux horizontal moyen égal à 42 kilo lux et la dominance du ciel clair.

LE TYPE DE CIEL :

La zone se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année. Cependant les jours nuageux sont rares, La portion des jours nuageux est d'environ 5.91% de l'année entière et les jours ensoleillés constituent une portion d'environ 76.91%.

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	79	76	74	74	80	88	79	77	79	74	77	77
25	16	17	18	19	14	8	14	17	17	22	19	17
9	5	7	8	7	6	4	7	6	4	4	4	6

Tableau 6 : Fréquences des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux.

Source : Mémoire de magister Mokeddem Mahmoud architecte, epau 2012

5.3.3 TEMPERATURE :

Le climat chaud et semi-aride de Laghouat se caractérise par une période chaude et une période froide. Les écarts de température entre le jour et la nuit sont importants.

La Figure (64) montre les variations de la température durant l'année 2012, on note

La moyenne mensuelle des maximaux est de 40.6 °C, enregistrée au mois de juillet.

La moyenne mensuelle des minimaux est de -0.1 °C, enregistrée au mois de février.

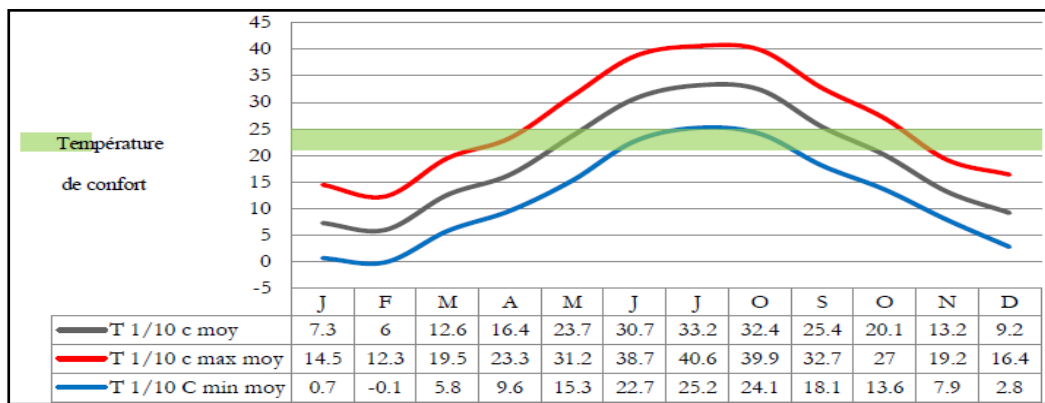


Figure 62 : Les variations de la température en 2012.

Source : la station météorologique de Laghouat

5.3.4 PRECIPITATION :

Le climat est de type saharien et aride. Les précipitation sont faibles et irréguliers (Précipitation annuelle : 133,9mm/an).

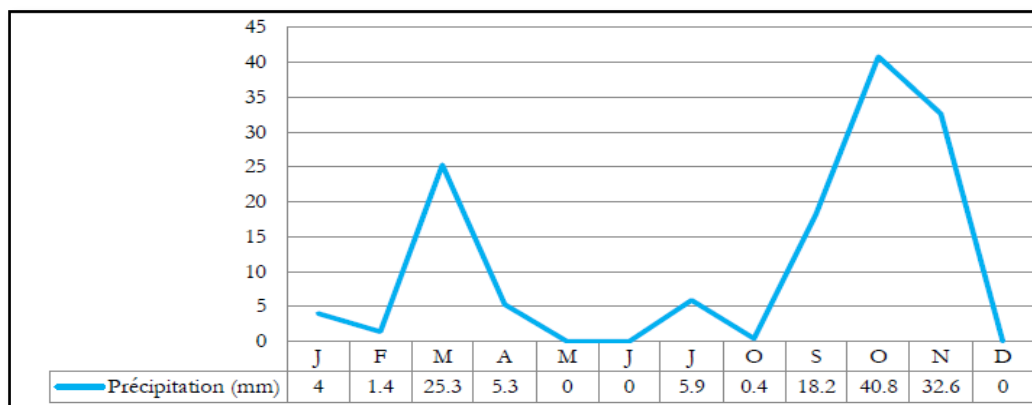


Figure 63 : Les précipitations moyennes mensuelles en (mm) 2012.

Source : la station météorologique de Laghouat

5.3.5 HUMIDITE :

- Le plus haut taux d'humidité (73%) pendant le mois de novembre et le plus bas (25%) pendant les mois de juillet et aout.

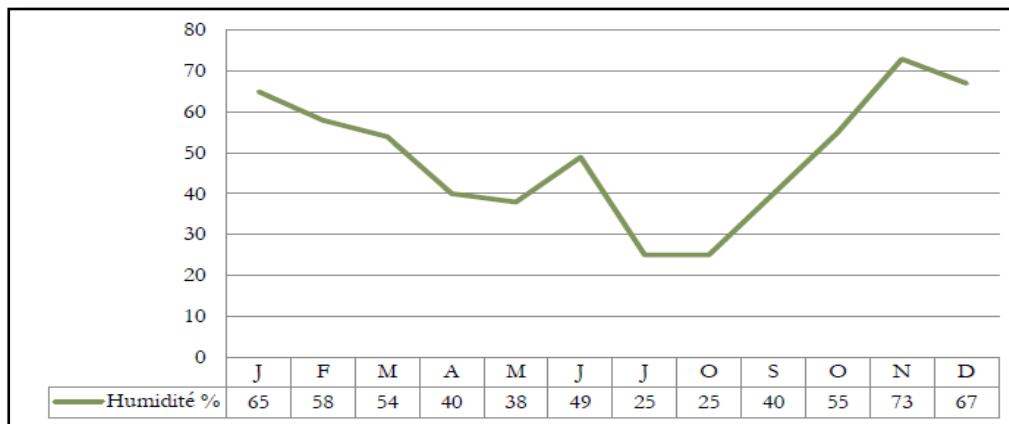


Figure 64 : L'humidité en 2012.

Source : la station météorologique de Laghouat

5.3.6 INSOLATION:

- L'intensité solaire varie avec la situation, la latitude, et le climat du lieu, son intensité est en fonction de la hauteur du soleil, de la vapeur d'eau, et L'absence des plantes. Pour Laghouat le mois le plus ensoleillé est Juillet avec (370) heur /mois et le mois le moins ensoleillé est décembre avec (175) heur /mois.

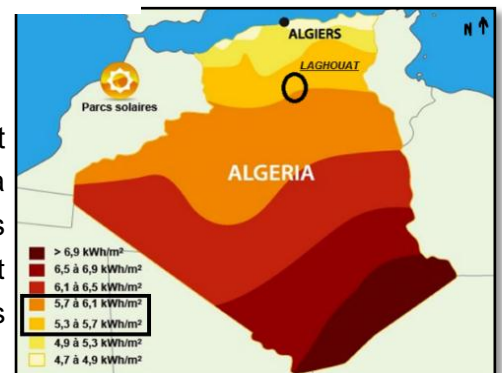


Figure 65 : L'intensité solaire dans l'Algérie.

5.3.7 VENTS :

Les vents dominants à Laghouat soufflent de l'ouest, mais aux changements des 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. Le sirocco souffle 65-70 jours par an à partir du mois de mai, il est fréquent du côté nord et ouest, Le chehili venant du sud, souvent violent et sa vitesse varie de 15 à 30M/S. et de direction sud-ouest fréquence 687heures/mois.

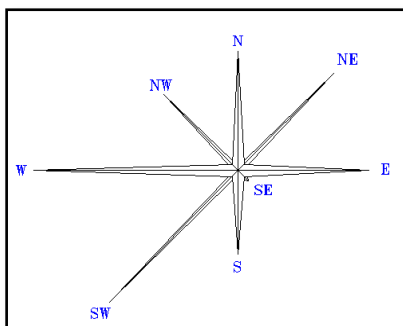


Figure 66 : La rose des vents de Laghouat.

Source : Mémoire de magister Mokeddem Mahmoud architecte, epau 2012

Direction	Fréquence (h/an)
NORD	357
N.N.EST	400
N.EST	498
E.N.EST	615
EST	411
E.S.EST	95
S.EST	23
S.S.ST	96
SUD	219
S.S.OUEST	300
S.OUEST	687
O.S.OUEST	624
OUEST	705
O.N.OUEST	507
N.OUEST	384
N.N.OUEST	348

Figure 67 : Directions et fréquences des vents de Laghouat.

Source : rapport du PDAU Laghouat.

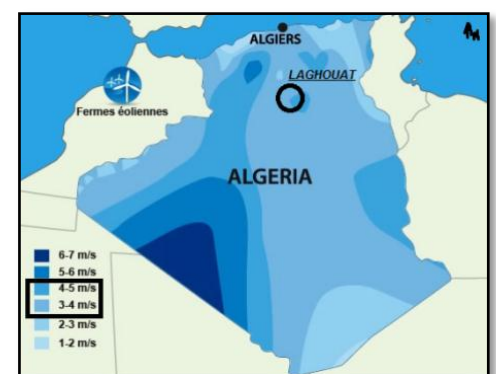


Figure 68 : Les vitesses des vents dans l'Algérie.

DIAGRAMME PSYCHOMETRIQUE DE LA VILLE :

L'analyse de diagramme psychométrique de la région de Laghouat nous permet de constater que : les mois Mai, Juin et septembre sont inclus dans la zone du confort(5) Et les mois, Janvier, Février, Mars, Avril, Octobre, Novembre et Décembre situés dans zone de sous chauffe (1-2), donc ils nécessitent un dispositif de chauffage ,Les mois juillet , aout ces trouve dans la zone de sur chauffe(8-10), ce qui signifie que le confort n'est pas accessible sans faire recours aux systèmes de rafraîchissement.

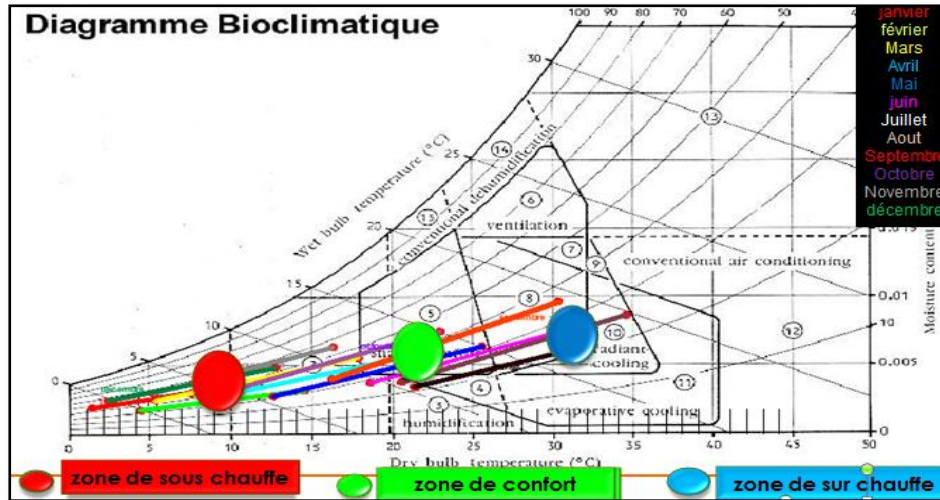


Figure 69 : Diagramme psychométrique de la zone de Laghouat.

5.4 ANALYSE DE SITE D'INTERVENTION :

5.4.1 MOTIVATION DU CHOIX DE SITE :

- ✚ Pour concevoir notre projet le choix s'est porté sur le POS zone haute commune de Laghouat, cette zone accueille un programme formulé pour le court et le moyen terme, ce programme s'exprime en besoins : en matière d'habitat quel que soit individuel ou collectif.

En matière d'équipements se compose de deux écoles primaires, un CEM, un Lycée, un équipement sportif, mosquée, équipement sanitaire, équipement culturel et d'autres appuis qui ont renforcé, dirigé et motivé. Le choix de ce terrain fait à savoir:

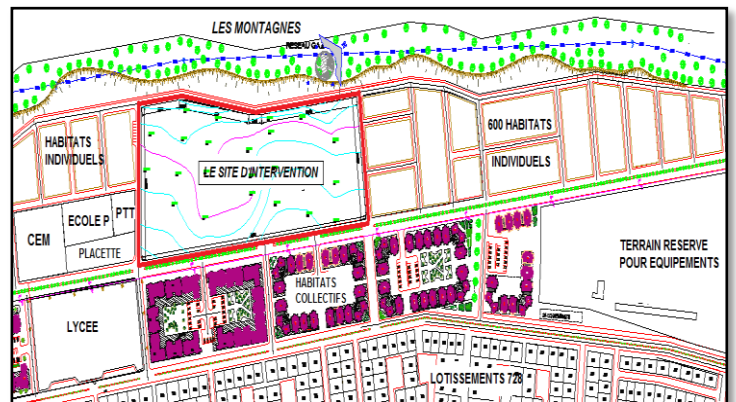


Figure 70 : Situation et limites de terrain d'intervention.

Source : Pos de la zone haute de la commune de Laghouat

- ✚ La situation de POS qui représente une nouvelle extension pour le court terme dans la zone haute de la commune de Laghouat.
- ✚ Ce POS propose l'implantation de 600 habitats individuels dans ce terrain. (On a pris 10% du programme de 600 habitats)
- ✚ Regroupement des équipements de base (rayon d'action).

5.4.2 SITUATION :

- ✚ Le site d'intervention est situé sur la partie Nord-Ouest de la ville de Laghouat.



Figure 71 : Vue aérienne sur la ville de Laghouat
Source : Auteurs.



Figure 73 : Vue aérienne sur le terrain d'intervention.
Source : Auteurs.



Figure 72 : Vue sur le terrain d'intervention.
Source : Auteurs.

5.4.3 ACCESSIBILITE :

- ✚ Le terrain est accessible :
- ✚ Coté Est par un axe principal (un boulevard)
- ✚ Deux axes secondaires prévus sur le POS, conduisent vers le centre-ville, l'un du côté Nord et l'autre du côté Sud.
- ✚ Un axe tertiaire proposé sur le POS, côté Ouest.

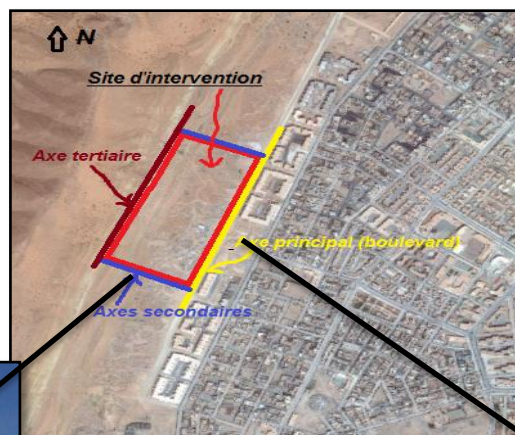


Figure 74 : L'accessibilité dans le terrain.
Source : Auteurs.



Figure 76 : L'axe secondaire de côté Sud.
Source : Auteurs.



Figure 75 : L'axe principal de côté Est.
Source : Auteurs.

5.4.4 ENVIRONNEMENT IMMEDIAT DU SITE ET GABARITS :

Le site d'intervention est limité par :

- ✚ la montagne au Nord-Ouest et Sud-Ouest avec hauteur de 83m.
- ✚ Habitats collectifs au Nord-Est et Sud-Est avec un gabarit de R+2 (au cours de réalisation)
- ✚ Equipements proposés par le POS (Ecole primaire+ CEM+ Lycée) avec gabarit de R+1.



Figure 77 : La montagne au Nord-Ouest et Sud-Ouest (83m).
Source : Auteurs.



Figure 79 : Les lotissements au cours de réalisation.
Source : Auteurs.



Figure 78 : Habitats collectifs au Nord-Est.
Source : Auteurs.

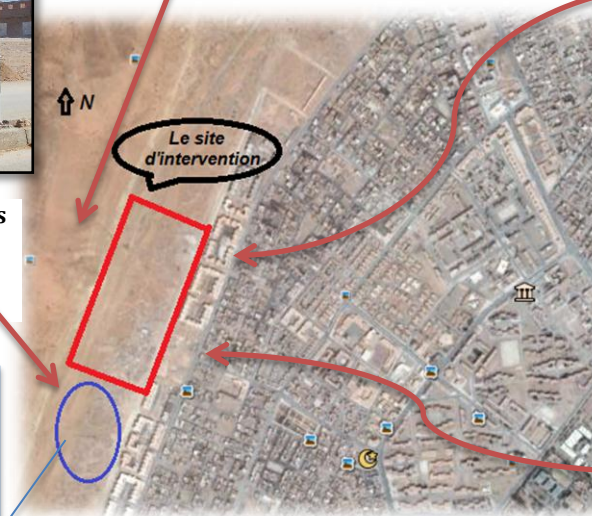


Figure 80 : Situation de site d'intervention.
Source : Auteurs.



Figure 81 : Habitats collectifs au Sud-Est.
Source : Auteurs.

Équipements proposés par le POS avec gabarit de R+1 (école primaire +CEM+ Lycée)

5.4.5 MORPHOLOGIE DU SITE (COUPE SCHEMATIQUE) :

La forme du terrain est trapézoïdale avec une pente varie entre 1.4 % et 7%.ce qui fait que le site est légèrement en pente avec une superficie de 5 ha.

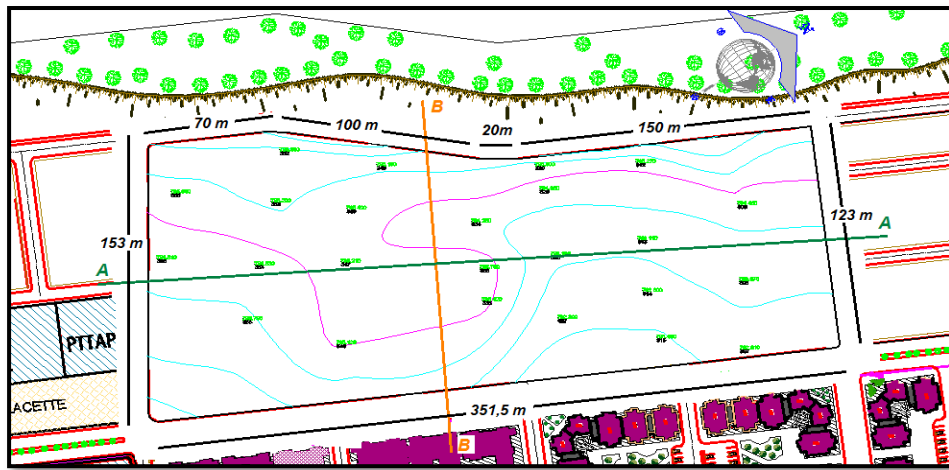


Figure 82 : La morphologie de terrain d'intervention.
Source : Auteurs.

• **Les coupes schématiques de site :**

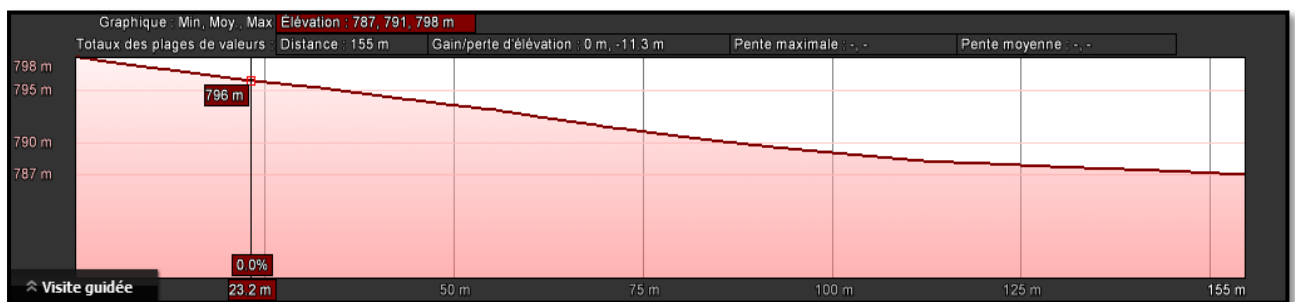


Figure 83 : Coupe schématique A-A.
Source : Auteurs.

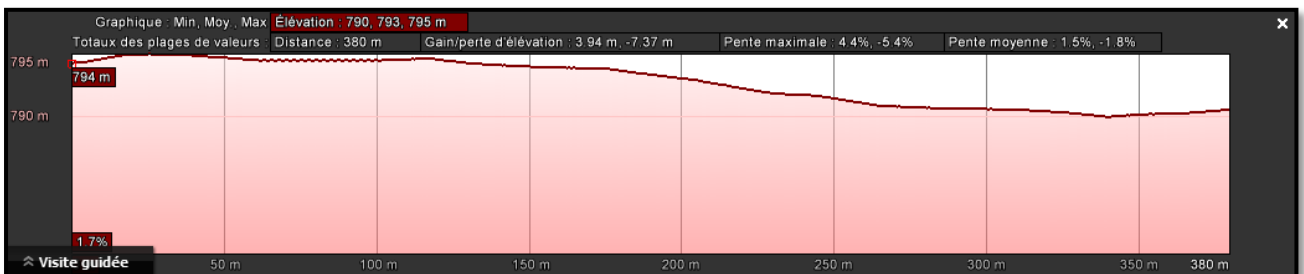


Figure 84 : coupe schématique B-B.
Source : Auteurs.

5.4.6 ASPECT CLIMATIQUE DU SITE :

VENTS :

- Les vents dominants sont de direction Sud-Ouest, les vents froids sont de direction Nord-Ouest, et les vents d'été viennent du Sud-Est. Le terrain est exposé aux vents dominant et froid à cause de son relief assez élevé par rapport à la ville.

ENSOLEILLEMENT :

- Bonne ensoleillement dans toute la période de l'année.
- Le terrain est ensoleillé pendant les différentes heures de la journée.

Soleil d'hiver avec angle de 60° et en été de 120°.

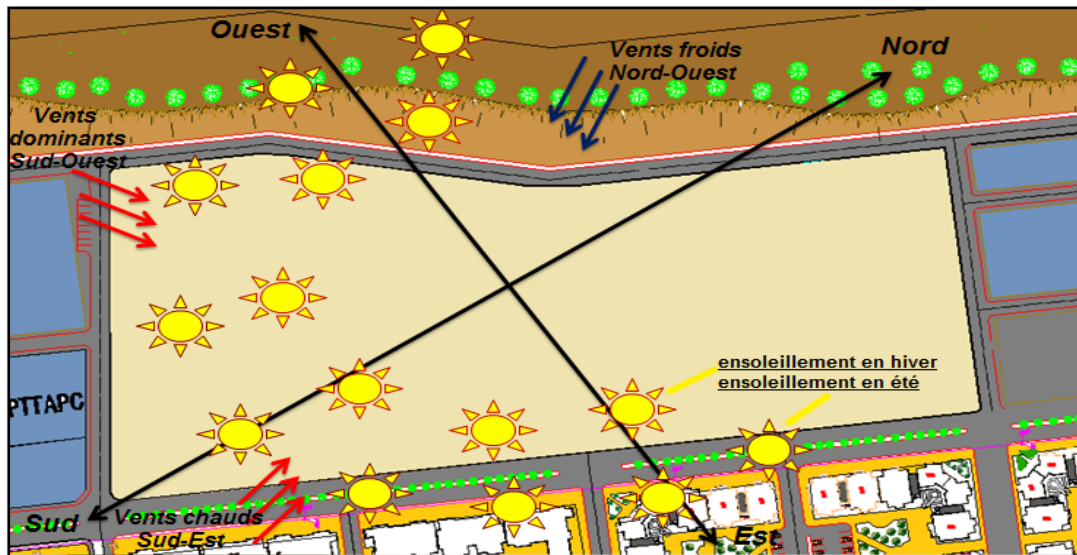


Figure 85 : Les vents et l'ensoleillement dans le site d'intervention.
Source : Auteurs.

5.4.7 BRUIT ET SECURITE :

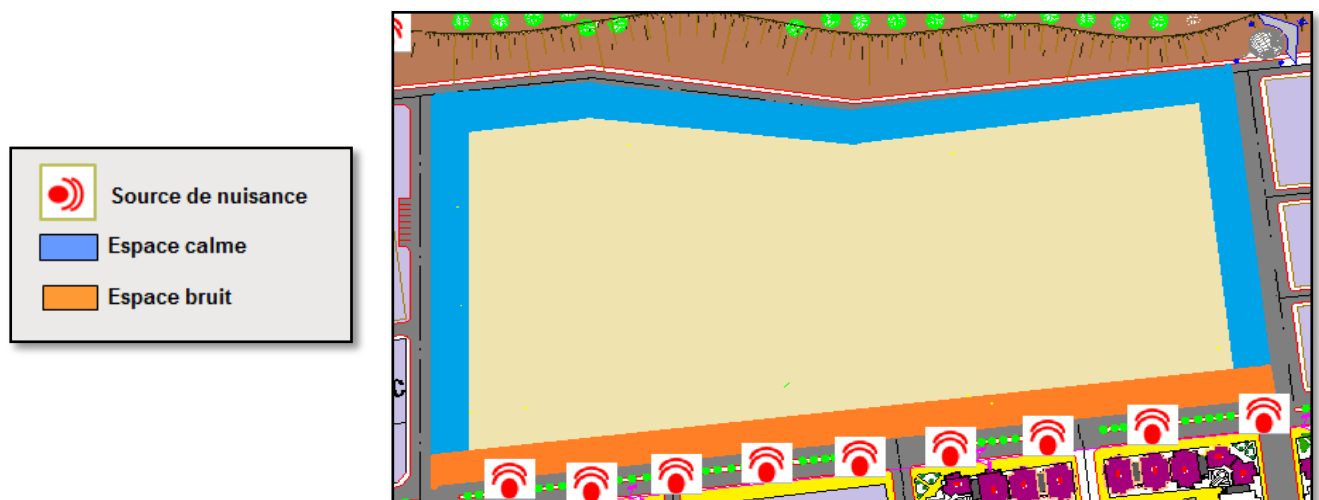


Figure 86 : Les sources de nuisance dans le site d'intervention.
Source : Auteurs.

5.5 CONCLUSION:

Après l'analyse contextuelle de la ville de Laghouat, on a choisi un site d'intervention défini par le POS de la zone haute, on peut conclure que le terrain est adéquat pour concevoir un projet d'un ensemble de 60 logements individuels haute performance énergétique.

Et comme atouts et contraintes de site :

ATOUTS	CONTRAINTES
<ul style="list-style-type: none"> -Le projet sera dans une nouvelle extension de la ville, et avec la présence des équipements d'accompagnement, permet de diminuer la concentration de la population au centre-ville. -L'assiette près d'un axe structurant principal de la ville (la double voie) .Les deux voies secondaires environnantes de terrain, offrent une bonne accessibilité. -La Forme et le surface et la morphologie de l'assiette, assurent une bonne intégration du projet. -Le site est bien ensoleillé, avantage pour l'utilisation de l'énergie solaire. -Terrain en pente. -Plusieurs réseaux passent à côté de site d'intervention notamment: Réseau électrique: une ligne électrique M.T de direction Est-Ouest. - Cadre bâti: programme OPGI en cours (logements collectifs) et équipements de base. 	<ul style="list-style-type: none"> -Sachant que notre projet a un aspect particulier, Les règlements posés par le POS concernant le gabarit et la façade sur le boulevard imposent une contrainte. - La présence des dunes de sables (possibilité des vents dominants chargés du sable).

Tableau 7 : Les atouts et les contraintes dans le site.

Source : Auteurs.



**APPROCHE
PROGRAMMATIQUE**

6 APPROCHE PROGRAMMATIQUE :

6.1 INTRODUCTION :

La programmation architecturale est une démarche prévisionnelle, elle permet d'avoir une vision globale de l'opération envisagée et de maîtriser le processus de rationalisation de celle-ci par rapport à la commande. Elle part de l'idée initiale, fondatrice du futur projet, jusqu'à la mise en service des locaux.

Donc, dans cette approche de programmation on va identifier le programme qualitatif et quantitatif de notre projet de 60 logements individuels à haute performance énergétique dans la ville de Laghouat.

6.2 PROGRAMME QUALITATIF :

Est une description des espaces pour mieux orienter le concepteur lors de la conception des plans (à savoir la nature des espaces, leurs emplacements et leurs exigences).

6.3 PROGRAMME QUANTITATIF :

Est une détermination des différentes espaces avec leurs services, leurs surfaces, leurs positions et les espaces propres pour atteindre le thème de projet.

6.4 PROGRAMME DE 60 HABITATS INDIVIDUELS A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE:

On a proposé de concevoir 30 logements simplex et 30 logements duplex d'une tendance de F4 .Ce qui nous donne 60 logements occupent au minimum 360 habitants.

- ✚ Surface globale du terrain : 46000 m².
- ✚ 60 logements de type F4 avec un gabarit de R+0 à R+1, une superficie du bâti de 11800m².
- ✚ Surface du non bâti: 34200m².
- ✚ CES=0.22; COS= 0.26 du projet.

6.4.1 PROGRAMME QUALITATIF DU PROJET : ECHELLE URBAINE :

La qualité sanitaire de l'air (confort olfactif):

- ✚ L'objectif est d'assurer une qualité sanitaire de l'air et de réduire les émissions de gaz à effet de serre reliés au transport à travers :
- ✚ Une circulation mécanique périphérique, Zéro voiture mais on a pensé en cas d'urgence alors les pistes cyclables, leurs largeurs sont conçus pour permettre au camion des pompiers d'accéder à l'intérieur du quartier.
- ✚ L'encouragement de l'utilisation de la circulation douce par l'intégration des parcours piétons, des pistes cyclables, et les abris des vélos dans chaque groupe d'habitation.

La qualité thermique extérieure :

Dans notre projet la qualité thermique extérieure est assurée par :

- ✚ L'utilisation des stratégies de protections solaires soit naturelle (comme les arbres...) ou par des éléments constructifs (comme les pergolas...) aux niveaux des espaces communs (les parcours piétons, les pistes cyclables, les abris des vélos, et les parkings ...etc.)
- ✚ La création d'un microclimat par l'introduction des espaces verts et points d'eau (des placettes, lacs, des cascades...etc.), dans le but de humidifier l'air et particulièrement dans la période estivale (le problème des vents chauds).

La gestion des déchets :

- ✚ La collecte des déchets se fait au niveau de chaque habitat par trois poubelles de bacs sélectifs, et le dépôt dans les locaux techniques en sous-sol. Puis ils sont orientés vers le centre d'enfouissement technique.



Figure 88 : Les trois poubelles de bacs sélectifs.



Figure 87 : Le dépôt dans les locaux techniques en sous-sol.

La mixité sociale :




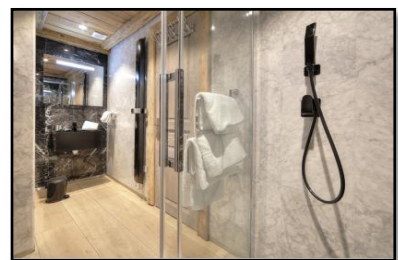
- ✚ Si l'enjeu environnemental s'avère le critère essentiel dans le développement durable, il n'est pas le seul. En fait, plusieurs piliers en régissent ce développement et parmi ces piliers l'aspect social.
- ✚ Donc dans notre projet, l'objectif est d'assurer la mixité sociale par, la création des espaces communs de loisirs, de détente, et de rencontres dans le but de faciliter les échanges entre les occupants, plus que le rôle de les bureaux d'associations et les clubs qui encouragent les collaborations entre les citoyens.

La biodiversité :

- ✚ L'aspect de la biodiversité dans notre projet est présenté dans les espaces communs et aux niveaux des parcours piétons et les pistes cyclables par les deux éléments naturels l'eau et les espaces verts.

ECHELLE ARCHITECTURALE :

Les orientations et les recommandations des espaces intérieurs dans les logements :

<u>Critères</u> <u>Espaces</u>	<u>Orientations</u>	<u>Recommandations</u>	<u>Exemples</u>
<p><u>Hall d'entrée</u> Elle détermine le caractère d'une maison, c'est là qu'un visiteur ressent la première impression</p>	<p>Vers le nord-est, pour le hall il doit se situer de préférence à l'opposé de la direction prédominante du vent</p>	<ul style="list-style-type: none"> -La surface de l'entre doit être suffisamment grande pour l'accueille. -l'entrée a une relation avec le séjour, cuisine et les chambres 	 <p>Figure 89 : Un hall d'entrée. Source : www.archiexpo.fr</p>
<p><u>Séjour</u> Espace de jour commun le plus grand dans lequel se déroulent différentes activités.</p>	<p>doit être obligatoirement éclairé en lumière naturelle de préférence de la côte sud, sud-ouest.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -L'ouverture en façade est importante. -une relation avec l'entrée. -il occupe généralement le niveau inférieur d'un duplexe. 	 <p>Figure 90 : Un séjour. Source : www.archiexpo.fr</p>
<p><u>Cuisine</u> Lieu de travail où on prépare les repas, et un endroit où la ménagère passe beaucoup de temps.</p>	<p>Situer au Nord-Est ou Nord-Ouest</p>	<ul style="list-style-type: none"> -La position des ouvertures doit être prête du plan de travail. -un bon éclairage du plan de travail. -une relation avec le séjour, SDB, WC. - la surface minimale entre 12 m² à 14 m² 	 <p>Figure 91 : Une cuisine. Source : www.archiexpo.fr</p>
<p><u>S.D.B et WC</u> SDB : Pièce indépendante pour le nettoyage corporel et l'hygiène. WC : Ensembles d'appareils sanitaires qui permettent de satisfaire des besoins naturels.</p>	<p>Orientation vers le nord.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Ils doivent bénéficier de la lumière et d'aération naturelle. - Pour des raisons économiques et techniques la SDB, WC, Et la cuisine doivent être agencés de sorte à regrouper leurs conduites. 	 <p>Figure 92 : SDB + WC Source : www.archiexpo.fr</p>


<p>Les chambres</p> <p>C'est le lieu le plus privé dans l'habitat car l'homme passe 1/3 de sa journée dans sa chambre</p>	<p>Les chambres doivent être orientées vers l'est pour profiter du soleil de matin.</p>	<p>-Toutes les chambres doivent avoir à proximité une salle de bain.</p> <p>- la surface minimale entre 12 m² a 15 m²</p>	 <p>Figure 93 : Une chambre. Source : www.archiexpo.fr</p>
--	---	---	---

Tableau 8 : Les orientations et les recommandations des espaces intérieurs dans les logements.
Source : Auteurs.

6.4.2 LES NORMES DE BASE DE CONFORT DANS LES PIECES D'HABITATION²⁵ :

- ✚ La température agréable pour les espaces intérieures d'un habitat est entre 20°C à 24°C en été et 21°C (± 1°C) en hiver.
- ✚ Une humidité relative de l'air de 40% à 50% est agréable.
- ✚ Une ventilation contrôlée est optimale, elle est moins bonne quand elle est fortuite et (ou) permanente.
- ✚ Le renouvellement de l'air 2 à 3 fois par heure dans les pièces d'habitation et les chambres (0,8 fois le volume par personne par heure).

6.5 PROGRAMME QUANTITATIF DU PROJET :

6.5.1 ESPACES EXTERIEURS:

- ✚ Avec une surface de 1986 m² (espaces de jeux pour enfants, placette de rencontre pour jeunes, espaces de repos couverts pour adultes)
- ✚ Equipements: avec une surface 1800 m² (équipements de base : crèche + bureaux des associations et des clubs + bureaux d'orientations + locaux de collecte des déchets+ locaux de sécurité + Abris des vélos.

6.5.2 ESPACES INTERIEURS:

- ✚ Après avoir analysé les exemples sélectionnés dans le troisième chapitre (L'approche analytique), qui nous a aidées à mettre en évidence la qualité des espaces intérieurs. Et selon la grille de logements pour un F4 de type A présentée par le tableau suivant :

Les espaces	Les surfaces
Séjour	22 – 25 m ²
Chambre	11 - 20 m ²
Cuisine	11 - 17 m ²
SDB	4 - 5 m ²
WC	1 - 2 m ²
Circulation	11 - 20 m ²
Total	100 -190 m ²

Tableau 9 : Tableau de surfaces de programme initial du projet.
Source : Auteurs.

Donc, sur la base de ce que nous avons vu, le programme initial des espaces intérieurs (qualitatif et quantitatif) est présenté dans ce tableau :(tableau 9)

²⁵ Neufert « les éléments des projets de construction », 8eme Edition, Le moniteur.

Espaces Fonctionnels	Les surfaces (Type A / F4)
Séjour	21,5 m ²
Chambre	11 m ²
Cuisine	11 m ²
SDB	3,5 m ²
WC	1 m ²
Circulation	10,5 m ²
Surface Habitable	82 m ²

Tableau 10 : Tableau de surfaces de F4 type A.
Source : Auteurs.

6.6 PROGRAMME FINAL DE 60 LOGEMENTS INDIVIDUELS A HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE DE TYPE F4 (SIMPLEX / DUPLEX) :

Logement en simplex		Logement en duplex	
Espace	Surface (m²)	Espace	Surface (m²)
Séjour	24	Séjour	25
Cuisine	16	Cuisine	16
Chambre 01	19	Chambre 01	18
Chambre 02	19	Chambre 02	18
Chambre 03	12	Chambre 03	17
SDB + WC	6	SDB + WC	6
Dépôt	6	Dépôt	6
Hall	42	Hall	42
Entrée	5	Entrée	5
Terrasse accessible	60	Couloir	15
Jardin d'entrée	20	jardin	53
Surface générale	230	Surface générale	223

Tableau 11 : Les surfaces des espaces intérieurs dans les logements en simplex et en duplex.
Source : Auteurs.

6.7 CONCLUSION :

D'après cette approche qui expose la partie de programmation de notre projet par l'identification de quantité ou qualité des espaces soit à l'échelle urbaine ou architecturale à l'aide des recommandations et normes de bases, on a passé à l'approche suivante qui est une approche conceptuelle ou on doit traduire cette programmation précédente sous forme d'une conception architecturale plus précise, toute on profite a des conséquences des approches suivantes en générales et l'approche analytique en particulier.



**APPROCHE
CONCEPTUELLE**

7 APPROCHE CONCEPTUELLE :

7.1 INTRODUCTION :

Le projet architectural est le résultat d'une conciliation entre les différentes données obtenues au préalable à savoir : l'analyse contextuelle, thématique et programmatique, et environnementale. De ce fait, la composition formelle du projet doit à la synthèse des études précédentes.

Donc notre proposition d'une tendance environnementale et énergétique, plus large et profonde de ce qui prévu par le POS, qui ne prévoioie pas les deux derniers aspects.

7.2 RAPPEL AU SITE D'INTERVENTION ET AU PROGRAMME :

Notre projet a été conçu dans la partie Nord-ouest de la ville de Laghouat, c'est un projet de 60 habitats individuels à haute performance énergétique qui porte 30 habitats HPE simplex et 30 habitats HPE duplex de F4.

7.3 GENESE DU PROJET :

7.3.1 RAPPEL DE L'OBJECTIF :

Notre projet a pour but :

- ✚ D'être performant en énergie tout en assurant un confort intérieur et extérieur agréable aux occupants.
- ✚ D'avoir une bonne qualité architecturale avec une meilleure intégration urbaine.

7.3.2 ELABORATION DE L'IDEE :

Dans notre cas, le projet est :

- ✚ Situé dans une zone chaude et semi-aride avec une température élevée en été et basse en hiver.
- ✚ A un aspect social particulier.

Alors l'idée de conception c'est d'adapter le projet dans son contexte de point de vu énergétique, urbain et architectural, tout en prenant en considération les aspects sociaux, les caractéristiques climatiques locales du site par :

- ✚ une meilleure orientation des habitats (Nord-Sud).
- ✚ Le recours aux énergies renouvelables et les systèmes passifs.
- ✚ La mixité sociale.
- ✚ Une bonne intégration urbaine.

Et pour atteindre notre objectif, on a proposé les trois piliers du développement durable comme base de conception de notre projet, parce qu'ils matérialisent tous les aspects du projet.

7.3.3 MATERIALISATION DE L'IDEE :

- **ECHELLE URBAINE :**

ETAPE 1 : Notre assiette est d'une forme trapézoïdale, légèrement accidentée, alors on a projeté les trois entités selon la pente (l'élévation).

- ✚ Zone 1: le social, matérialisée par l'existence de plusieurs bâtiments d'habitat.
- ✚ Zone 2: l'économie, matérialisée par la projection des différents équipements et activités.
- ✚ Zone 3: l'environnement, matérialisée par l'existence des espaces verts aménagés et une pelouse.

Les plateformes :

Chaque zones dans notre site a été présenté par une plateforme,

- ✚ La zone (1) par une plateforme de niveau (+2,00 m).
- ✚ La zone (2) par une plateforme de niveau (+1,00 m).
- ✚ La zone (3) par une plateforme de niveau (+0,00 m).

ETAPE 2 : Pour intégrer directement le projet dans leur tissu urbain on a créé un axe parallèle à la voie principale pour relier les deux côtés Nord et Sud, en outre un autre axe parallèle à la voie secondaire pour relier les deux autres côtés Est et Ouest.

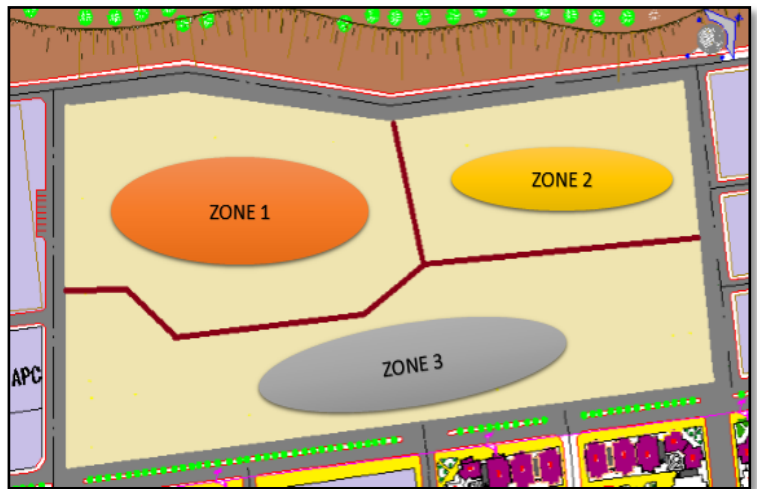


Figure 94 : Zoning et les plateformes de projet.
Source : Auteurs.

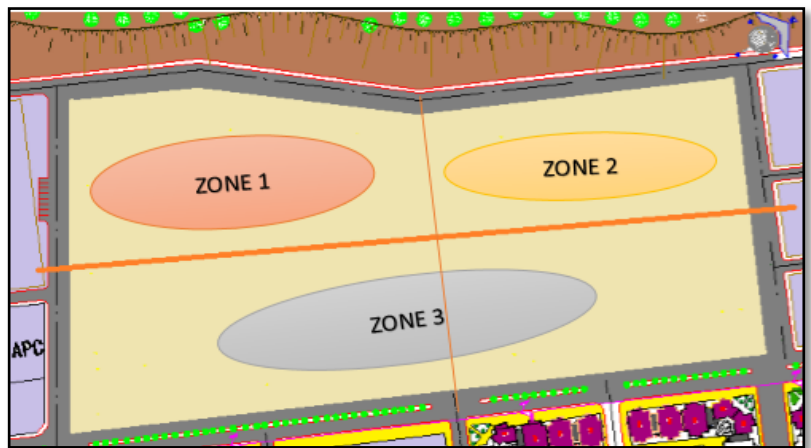


Figure 95 : Les axes et les zones mères de projet.
Source : Auteurs.

ETAPE 3 : On a créé une zone d'articulation (commune) entre les trois zones, cette zone a été matérialisée par un lac artificiel sous une forme d'une feuille d'arbre.

- ✚ Ce lac était relié par deux cascades artificielles qui matérialisent les deux zones communes entre chaque deux entités.

Ce réseau « Cascade-Lac-Cascade » exprime notre réseau bleu qui a pour but de créer un micro climat et pour valoriser le Sagua qui est une empreinte sociale locale. (C'est le

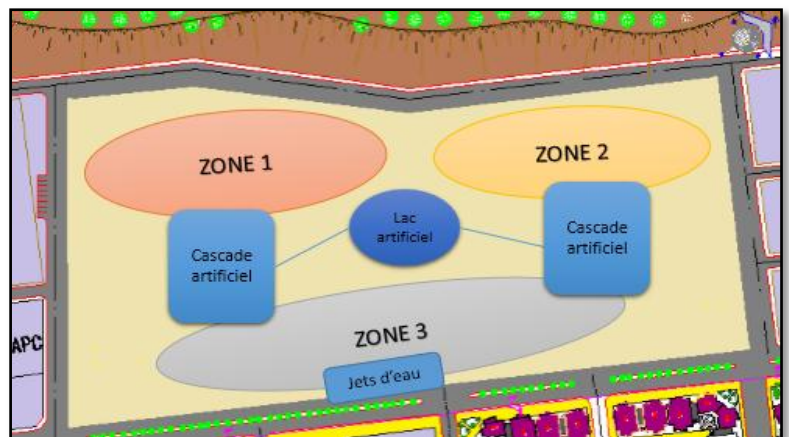


Figure 96 : Le réseau « Cascade-Lac-Cascade » et les jets d'eau.
Source : Auteurs.

même principe).

- ✚ Plus que la création des petits jets d'eau animés par des points végétalisés dans le but de rafraichir les vents chauds venant de côté Sud-Est.

ETAPE 4 : la création de deux axes parallèles à l'axe principal, c'est deux axes sont matérialisés par des pistes cyclables avec parcours piétons. C'est deux axes prennent une forme curviligne pour assurer la fluidité du parcours cyclables.



Figure 97 : Les pistes cyclables avec les parcours piétons.
Source : Auteurs.

ETAPE 5 : la création des écrans verts sur :

Les trois premières côté Nord-Ouest, Sud-Ouest et Nord-Est pour éviter et filtrer les vents dominants chargés du sable.

Le quatrième de côté Sud-Est pour diminuer les nuisances sonores sur le quartier.

Ces écrans prennent des types d'espèces vertes différents et spécialisés.

On ajoute, qu'on a intégré des éoliens sous forme d'un arbre qui s'appelle Arbre à vent. Pour produire de l'énergie électrique au niveau du quartier.

ETAPE 6 : Concernant le stationnement (dans un quartier de 60 logements individuels HPE) pour:

- ✚ La circulation mécanique, on a proposé un parking sous



Figure 98 : Les écrans verts dans le projet.
Source : Auteurs.



Figure 99 : Les pistes cyclables et piétons, les écrans verts, les abris de vélos, et les aires de stationnements.

terrain coté Sud-Ouest contient des aires de stationnement et locaux techniques de collecte de déchets, parce que le terrain est plus élevé sur ce côté.

- ✚ La circulation cyclable, on a proposé des abris de vélo solaires dans chaque groupement.

Etape 7 : l'objectif c'est d'intégrer

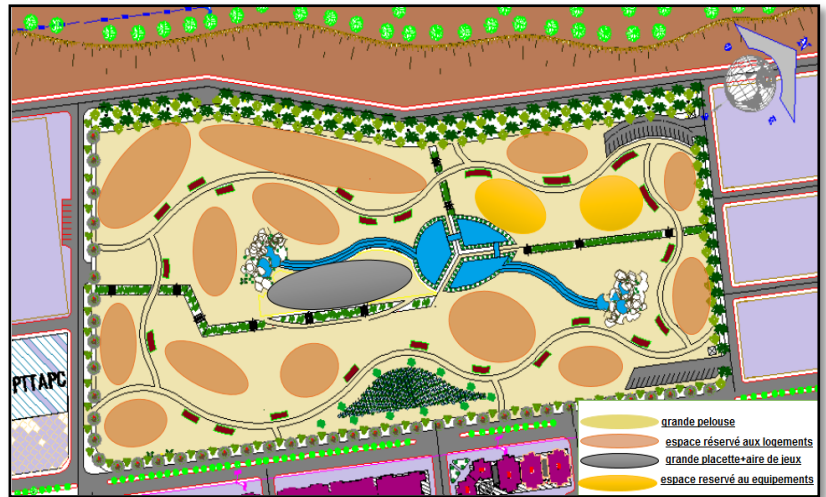


Figure 100 : espace bâti par rapport au non bâti
Source : Auteurs

l'espace bâti (60 logements individuels) par rapport à l'espace non bâti pour créer le maximum des espaces de rencontre et de repos, espace de jeux pour enfants

Etape 8 : La forme de logement, est inspirée de la ruche d'abeille, parce qu'elle minimise en point de vue énergétique et thermique, les déperditions et en point de vue social exprime la solidarité et la mixité sociale. Elle nous aide à améliorer la performance énergétique de l'habitat

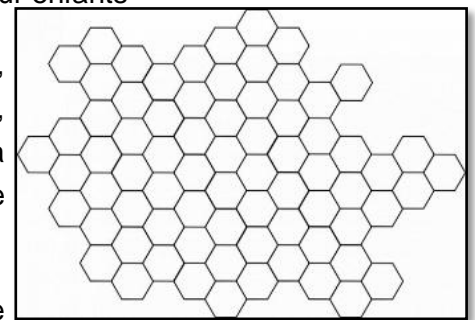


Figure 101 : La ruche d'abeille.
Source : Auteurs.

Concernant la disposition des logements, on a basé sur le principe des logements en bande pour augmenter l'ombre, minimiser les pertes thermiques et économiser le foncier, en outre, on a ajouté les deux autres types

- ✚ isolée et jumelée pour casser la monotonie de l'assemblage.
- ✚ Les décrochements résultants sont pour créer un ombrage.
- ✚ La forme hexagone nous permet de bien orienter les habitats selon l'orientation Nord-Sud pour capter le maximum des

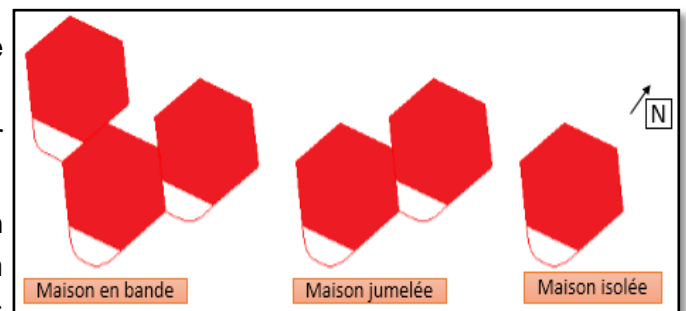


Figure 102 : La disposition des logements.
Source : Auteurs.

rayons solaires (énergie solaire) pour améliorer la performance énergétique du projet.

• **ECHELLE ARCHITECTURALE :**

- ✚ Notre projet comporte deux types de logements F4 simplex et duplex.

L'organisation spatiale des pièces est inspiré de plan de maison traditionnelle de la ville de Laghouat qui se caractérise par:

- ✚ Relation espace public/espace privé, pour assurer l'aspect de l'intimité la maison dispose d'une entrée par « sguifa », afin de protéger «Wast eddar » des regards extérieurs.
- ✚ L'organisation des pièces est faite autour d'un espace central « le patio », avec une séparation entre l'espaces Semi-privés (entrée, salon) et l'espaces privés (cuisine, chambres, hoche....), Et entre l'espace jour et l'espace nuit.
- ✚ La terrasse « stah », est accessible à partir du Patio par un escalier. elle contient un vide donnant sur le patio, ce dernier

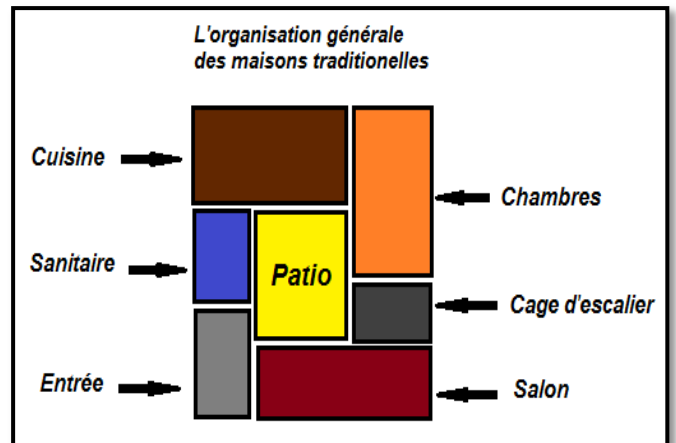


Figure 103 : L'organisation générale des maisons traditionnelles.
Source : Auteurs.

est entouré par un garde de corps en maçonnerie .La terrasse de simplex est accessible (exemple : un espace utilisé pour les sommeils nocturnes en été.)

Donc les cellules de noter projet sont organisée comme suite:

- ✚ L'organisation des pièces est faite autour d'une cour centrale qui joue le rôle d'un patio (en été) pour la ventilation naturelle et le rôle d'un atrium en hiver pour participer dans le chauffage naturel de l'habitat, tout ça va aider d'améliorer la performance énergétique du bâti durant l'année.
- ✚ L'implantation d'une fontaine avec une végétation au centre de la cour pour assurer le rafraîchissement par évaporation et ça va améliorer le confort thermique à l'intérieur de l'habitat.
- ✚ on ajoute aussi qu'elle est un élément de distribution, éclairage et aération naturelle, espace de rencontre pour la famille ...etc.)
- ✚ Les logements sont orientés selon l'orientation Nord-Sud, donc, on a l'avantage d'intégrer des panneaux photovoltaïques au niveau de la toiture pour produire le maximum d'énergie électrique, le but c'est d'avoir une certaine autonomie énergétique.

Étape 9 :

Les espaces bâti et non bâti au niveau de projet avec un COS= 0.26

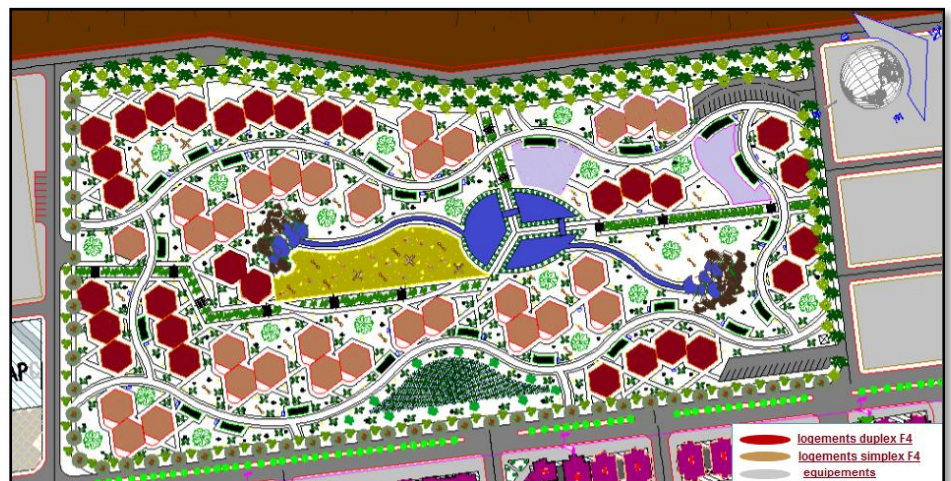


Figure 104 : plan de masse espace bâti et non bâti
Source : Auteurs

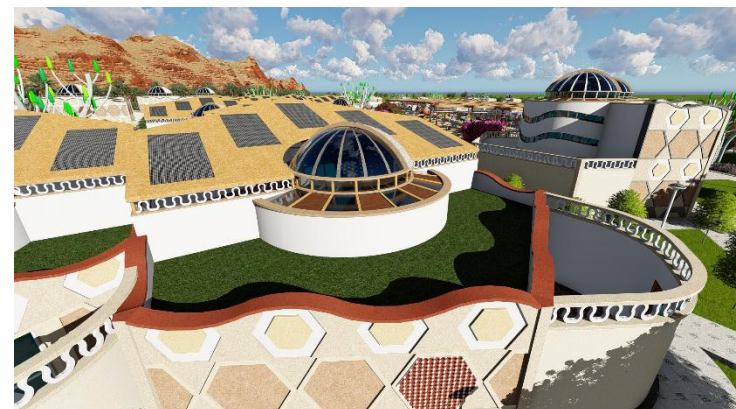
7.3.4 LES PLANS DES CELLULES :

7.3.5 LES FACADES :

- ✚ Concernant les façades, on a créé du moderne avec le traditionnel par l'utilisation du moucharabieh au niveau des fenêtres et cela parce qu'il est un dispositif qui ne consiste pas seulement une séparation traditionnelle entre lieux publics et privés, mais également un système de climatisation, elle protège l'habitat contre les rayonnements solaires et les vents.
- ✚ Le déclanchement au niveau de traitement de façade est pour but d'assurer un certain ombre .
- ✚ La couverture de la cour est faite par une coupole moderne elle s'ouvre en été, et se ferme en hiver.

On a utilisé :

- ✚ des couleurs claires pour refléter les rayons solaires.
- ✚ des panneaux solaires sur les toitures pour produire l'électricité
- ✚ des capteurs thermiques pour produire l'eau chaude sanitaire.
- ✚ Des arbres à vents comme éoliens pour produire l'électricité au niveau du quartier.



7.4 CONCLUSION :

- ✚ Notre objectif est d'essayer de promouvoir l'expression architecturale de manière cohérente et de façon harmonieuse ; et, prendre en considération tous les aspects qui sont : l'aspect social, environnemental et économique.

- ✚ L'objet principal du projet est l'amélioration de la performance énergétique des habitats, alors notre étude se développe sur les axes suivants:
 - L'intégration du projet dans leur site sous les points (morphologie du terrain, environnement immédiat, et les aspects sociaux et environnementaux).
 - La préservation de notion de l'introvertie des maisons traditionnelles de la ville avec l'introduction des principes de l'habitat à haute performance énergétique.
 - Assurer le confort thermique optimal des logements en été et en hiver par l'organisation spatiale et l'orientation des pièces.
 - On injecte à l'intérieur des maisons des fontaines d'eau, système de rafraîchissement par évaporation en été.
 - Minimiser les besoins en énergie primaire, en réduisant les déperditions thermiques (la forme d'une ruche d'abeille) et exploitant l'éclairage naturel (terrain ouvert).



- Gestion d'énergie : utilisation des énergies renouvelables pour produire l'électricité et l'eau chaude sanitaire au niveau de chaque logement et au niveau de quartier. Par des panneaux photovoltaïques, capteurs thermiques et les Arbres à vent (éoliens).
- Quartier à zéro voiture améliore la qualité de l'air. En réduire les émissions de CO2.
- Gestion des déchets : un tri-sélectif avant d'être orienté vers les centres techniques d'enfouissement.
- Les tapis de végétation autour des logements réduisent considérablement le rayonnement solaire réfléchi par le sol.
- L'implantation des arbres pour créer l'ombre et éviter les rayons solaires dans les périodes estivales.
- Création d'une grande zone ombrée par des passages couverts pour minimiser l'effet des rayonnements solaires.
- La mixité sociale assurée par le choix de forme et le traitement des façades.



**APPROCHE
TECHNIQUE**

8 APPROCHE TECHNIQUE :

8.1 INTRODUCTION :

Tout projet architectural est lié à des facteurs essentiels tel que : la forme, la structure, les matériaux et les techniques utilisées et ces facteurs indiquent la particularité de chaque projet. Donc pour notre cas du projet de 60 habitats à haute performance énergétique on a spécifié cette approche pour montrer les matériaux et les procédés constructifs choisis.

8.2 STRUCTURE (POTEAUX, POUTRE) :

- ✚ La structure de nos habitats est présentée par ossature poteaux-poutres ou ses composantes de base construire avec béton Auto-plaçant (BAP). Le béton est auto-plaçant s'il se met en place sans compactage ni vibration complémentaire, et parmi les avantages de ce type de béton :

- Diminution de temps de coulée / rapidité de mise en œuvre.
- Suppression de la vibration et donc des nuisances sonores (chantier à faible nuisances)
- Augmentation de la durée de vie des coffrages.
- Bon enrobage des armatures en aciers.



Figure 105 : La structure (Poteaux, Poutre).
Source : www.mpi.fr

D'une manière générale, obtention d'une meilleure qualité du béton in situ, pratiquement indépendante du savoir-faire des ouvriers durant la réalisation, cela va dans le sens d'une durabilité accrue des ouvrages.

8.3 MURS EXTERIEURS ET INTERIEURS :

- Les murs extérieurs sont composés d'une simple paroi en brique BTS (Brique à terre stabilisé) avec une isolation extérieure, posée directement sur la face extérieure des murs, dont cette dernière est protégée par une paroi de brique contre les effets extérieurs. L'ensemble maintient l'habitat à une température agréable, et protège des trop fortes chaleurs estivales excessives et retient la chaleur en hiver.
- Les cloisons intérieures sont en briques B.T.S (Brique à terre stabilisé), revêtues de plâtre, afin qu'elles contribuent à l'inertie.



Figure 106 : Les briques BTS.
Source : www.archiexpo.fr

8.3.1 AVANTAGES DE MATERIAU B.T.S :

- Le matériau terre, partout et largement disponible dans l'Algérie et particulièrement dans la ville de Laghouat. C'est le matériau parfait pour le cas de notre projet de 60 habitats à haute performance énergétique.

- Contrairement à d'autres matériaux, elle ne consomme aucune énergie non renouvelable et polluante.
- Ce matériau n'utilise que très peu d'eau de gâchage, ressource essentielle pour la vie des populations.
- Pendant sa fabrication ce matériau ne produit aucun rejet de déchets, son utilisation garantit aussi l'absence d'effets nocifs dans le cadre de la vie quotidienne, plus qu'il est un matériau recyclable.
- Une grande capacité d'absorption d'eau, une bonne capacité de laisser transiter la vapeur, une bonne inertie thermique, des qualités phoniques et une longévité avérée.

8.4 TOITURE VEGETALISEE ET LA VEGETATION INTERNE (LE JARDIN):

- Dans notre projet on a choisir la toiture végétaliser comme solution de isoler la toiture pour les type de simplex, puisque la toiture est exposé aux rayons solaires durant l'été (pour minimiser l'effet surchauffe) et diminuer les déperditions thermiques durant l'hiver (conserver la chaleur interne).
- Et pour les types de duplex on a choisir l'introduction d'un jardin qui représente un espace tampon comme

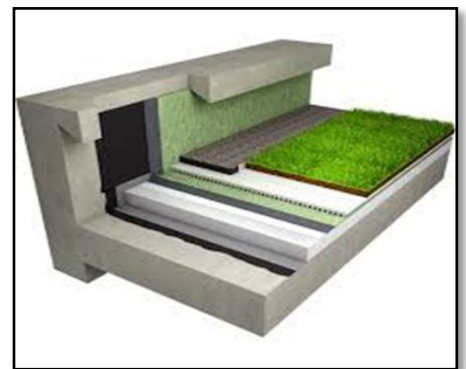


Figure 107 : La toiture végétalisée.
Source : www.polantis.com

solution de minimiser / retarder les échanges thermique directe entre l'extérieur et l'intérieur, plus que humidifier l'air chaud dans la période estivale pour le cas de notre climat chaud.

8.4.1 MENUISERIE :

- La menuiserie joue un rôle très important dans phase de réalisation de projet dans le point de vue de confort, l'esthétique, l'environnement et le cout. Dans notre projet on a choisir le PVC ou aluminium comme matériaux pour le projet.

8.4.2 DOUBLE VITRAGE:

- Dans notre projet on a choisir le double vitrage (à faible émissivité) qui offre une bonne isolation thermique au même temps qu'il assure un bon éclairage.



Figure 109 : La menuiserie en PVC et en aluminium.
Source : www.bbconcept.be

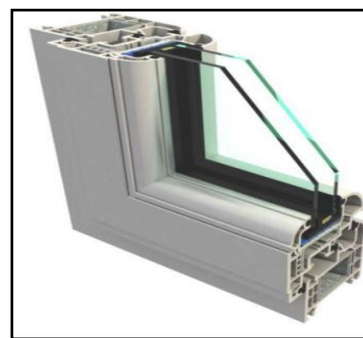


Figure 108 : Double vitrage.
Source : www.archiexpo.fr

8.4.3 UNE PEINTURE SAINE :

- Dans notre cas on a choisir la peinture fine à base d'argile est une peinture pour murs intérieurs écologique. Elle empêche naturellement la formation de moisissures, stocke la chaleur et absorbe les odeurs désagréables.

8.5 CONCLUSION :

A travers l'étude de cette approche qui exprime la particularité de notre projet dans le côté technique et choix des matériaux respectueux de l'environnement et cela parmi les objectifs principaux de cette étude, on a conclu que la conception du projet architecturale, exige la coordination entre la structure, la forme, les procédés constructifs, la fonction du projet, tout en assurant la durabilité de bâtiments, sans oublier d'assurer un mode de vie confortable aux usagers, plus qu'une performance énergétique et ce deux derniers sont des points les plus importants dans ce projet de 60 logements à haute performance énergétique .

Donc, les deux approches individuelles suivantes traitent ces points, le confort thermique et la production d'électricité et l'eau chaude sanitaire par les énergies renouvelables.



**CONFORT
THERMIQUE D'ETE**

9 CONFORT THERMIQUE D'ETE :

9.1 INTRODUCTION :

Le confort thermique est estimé essentiellement en fonction des paramètres climatiques extérieurs, et pour les bâtiments résidentiels et dans les zones arides et secs, les besoins de chauffage en hiver sont faibles, mais les besoins de refroidissement, en été, soient beaucoup plus importants, et selon Bruch Givoni « pour assurer le confort physiologique sous des climats chauds et secs, les bâtiments doivent être adaptés aux conditions d'été, en partant du principe que les exigences d'hiver seront satisfaites par un bâtiment ou le confort est assuré en été »²⁶.

Donc dans notre projet de 60 habitats individuels de haute performance énergétique on prend en compte le cas de la ville de Laghouat (climat chaud), ou ces bâtiments résidentiels sont confrontés à des problèmes d'inconfort liés au phénomène de surchauffe, d'exposition des façades aux radiations solaires intenses et de consommation irrationnelle d'électricité pour la climatisation, afin d'atteindre le confort thermique agréable.

9.2 PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE :

Au niveau de la ville de Laghouat, le problème se pose dans la période estivale, où les bâtiments doivent, être conçus selon les exigences d'été; celles de l'hiver seront satisfaites en conséquence. Et les problèmes essentiels liés à notre projet sont légèrement différents de celles des autres régions, lorsque on a dans une zone chaude et aride on prend en considération plusieurs paramètres a traité tel que :

La température de vents chauds, l'humidité qu'il peut y avoir dans les logements, la présence de la poussière vient par les vents de sable qui caractérise notre région .Alors la problématique qui se pose :

- ❖ **Comment contribuer l'enveloppe des logements individuels dans le confort thermique intérieurs toute en assurant leurs performances énergétiques dans le contexte climatique de la ville de Laghouat ?**
- ❖ **Quel est l'impact de la ventilation naturel sur le confort thermique dans les logements et pour atteindre un objectif de basse consommation d'énergie durant la période estivale toutes on pense de contrôler la ventilation vis a vie les poussières des vents de sables ?**

9.3 OBJECTIFS :

Les objectifs visés dans cette approche sont :

- ❖ L'étude de l'impact de qualité de l'enveloppe sur le niveau du confort thermique, et la performance énergétique, en utilisant des solutions architecturales passives, des matériaux respectueux de l'environnement, et à faible coefficient de transmission thermique.

²⁶ Ouvrage de Givoni Bruch « L'Homme, L'Architecture et le Climat ».Edition, le Moniteur, Paris(France), 1978

- ❖ Le rôle de la ventilation naturelle sur l'amélioration de la qualité de l'air intérieur et qui doit être assurée sous toutes les conditions climatiques intérieures et extérieures (température, degré d'hygrométrie, la vitesse et qualité des vents)

9.4 HYPOTHÈSES :

- ❖ Le choix des matériaux de l'enveloppe et type d'isolation influenceront sur le confort thermique intérieur de nos logements, et minimisera sans aucun doute l'effet du surchauffe et le taux de consommation excessive d'énergie dans la période estivale.
- ❖ Prévoir une ventilation naturelle qui préserve une bonne qualité d'air intérieure, et d'évacuer l'excès d'humidité, les odeurs, toutes on minimisant la consommation énergétique.

9.5 METHODOLOGIE DE TRAVAIL:

Le travail dans cette approche est divisé en deux parties :

- Une première partie théorique, qui comporte des définitions des concepts liés au confort thermique et découverte des paramètres et facteurs influencent sur ce confort.
- Une deuxième partie expérimentale, c'est la partie de simulation de cas choisies dans le cas initial et le cas amélioré par le logiciel Energy plus afin d'obtenir les techniques et les solutions agréables pour le confort thermique dans les logements.

9.6 LE CONFORT THERMIQUE ²⁷ :

Le confort :

Le confort peut être défini comme le degré de désagrément ou de bien-être produit par les caractéristiques de l'environnement intérieur d'un bâtiment .une telle définition considère une interaction entre l'individu et l'espace qui l'entoure, c'est-à-dire, entre des conditions ambiantes physiquement mesurables et certaines conditions individuelles qui affectant notre perception.

Confort thermique :

Le confort thermique correspond à un équilibre entre les gains de chaleur produits par le métabolisme du corps et les pertes de chaleur vers l'extérieur. Cet équilibre dépend de 6 aspects : le métabolisme (ou activité), l'habillement, la température de l'air, l'humidité relative, la température superficielle des objets (température rayonnante), et la vitesse de l'air.

CONFORT THERMIQUE D'ETE²⁸ :

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

²⁷ Estéban Emilio Monténégro Iturra. « 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.p 164.

²⁸ Liebard. A, Traité d'architecture et urbanisme climatiques, éd, le moniteur, 2004, page 31.

✚ LES DIFFERENTS MODES DE TRANSFERT DE CHALEUR D'UNE PAROI²⁹ :

La chaleur passe naturellement de zones chaudes aux zones froides, en utilisant essentiellement trois modes de transfert de chaleur, à savoir :

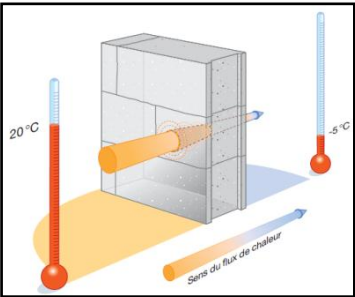
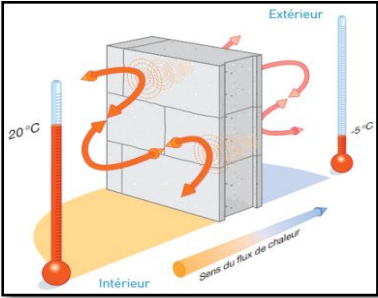
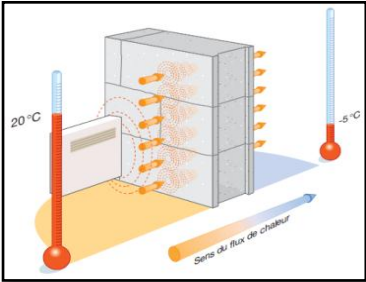
La conduction	La convection	Le rayonnement
<p>La conduction est la transmission d'énergie ou de chaleur par la matière même de la paroi (sa partie solide).</p>  <p>Figure 110 : La conduction. Source : www.isover.fr</p>	<p>La convection est l'échange entre un corps gazeux et un autre corps, qu'il soit liquide, solide ou gazeux.</p>  <p>Figure 111 : La convection. Source : www.isover.fr</p>	<p>Le rayonnement se manifeste quand des corps chauds émettent des rayons porteurs d'énergie qui sont absorbés par d'autres corps et alors transformés en chaleur.</p>  <p>Figure 112 : Le rayonnement. Source : www.isover.fr</p>

Tableau 12 : Les trois modes de transfert de chaleur.
Source : Auteur

✚ LES PARAMETRES AFFECTANT LE CONFORT THERMIQUE:

Les paramètres liés à l'environnement :

❖ La température de l'air ambiant :

La température de l'air, ou température ambiante (T_a), est un paramètre essentiel du confort thermique. Elle intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'individu au niveau des échanges convectifs, conductifs et respiratoires³⁰.

❖ La vitesse de l'air :

La vitesse de l'air joue un grand rôle dans les échanges convectifs et évaporatoires, elle intervient dans la sensation de confort thermique de l'occupant dès qu'elle est supérieure à 0,2 m/s³¹.

❖ L'humidité relative de l'air :

L'humidité relative de l'air influence les échanges évaporatoires cutanés, elle détermine la capacité évaporatoire de l'air et donc l'efficacité de refroidissement de la sueur. Selon

²⁹ Guide la thermique du bâtiment ISOVER (www.isover.fr)

³⁰ NEUF : (climat intérieur/ confort, santé, confort visuel) Revue européenne d'architecture N°77, p 12

³¹ Liebard, A et De Herde, A (Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques).Ed. Le Moniteur, Paris, 2005, p 30a

Liébard, entre 30% et 70%, l'humidité relative influence peu la sensation de confort thermique³².

Les paramètres liés à l'individu³³ :

- La vêtture :

Les vêtements permettent de créer un microclimat sous-vestimental, à travers leurs résistances thermiques. Leur rôle essentiel est de maintenir le corps dans des conditions thermiques acceptables, été comme hiver. Ce rôle est pris en compte à travers la définition d'un indice de vêtture, exprimé en Clo³⁴, caractérisant la résistance thermique d'un vêtement.

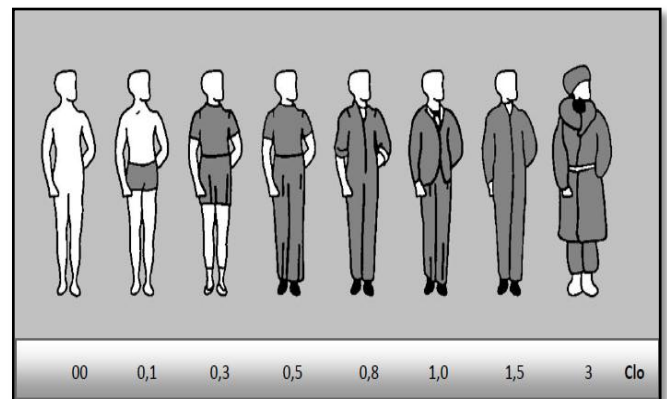


Figure 113 : Les valeurs exprimées en Clo des vêtements.
Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

- L'activité :

L'activité est un paramètre essentiel pour la sensation thermique de l'individu, définissant directement le métabolisme de l'individu, c'est-à-dire la quantité de chaleur produite par le corps humain. Selon Pierre Fernandez, on peut distinguer trois niveaux de métabolisme :

- Métabolisme de base de l'ordre de 75W.
- Métabolisme de repos de l'ordre de 105W.
- Métabolisme de travail de l'ordre de 105 à 140W.

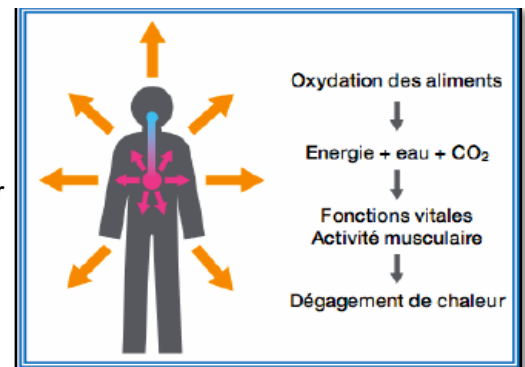


Figure 114 : Le métabolisme humain.
Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

- Paramètres liés aux gains thermiques internes :

Les apports internes comprennent toute quantité de chaleur générée dans l'espace par des sources internes autres que le système de chauffage. Ces gains de chaleur dépendent de type de bâtiment, du nombre des utilisateurs et de son usage.

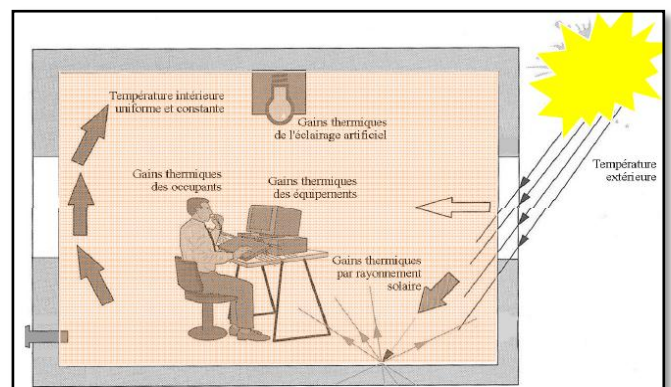


Figure 115 : Les gains thermiques internes d'un espace.
Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

³² Liebard. A et De Herde, A. (2005). Op.cit. p 29a

³³ Mémoire de Magister en Architecture (Etude et évolution de confort thermique des bâtiments à caractère public), Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

³⁴ Clo : Unité d'isolement vestimentaire, 1 Clo= (0,155 m²C.W-1)

Les paramètres liés aux principes et stratégies de conception³⁵ :

La localisation du bâtiment :

Le choix d'implantation d'un bâtiment influence directement sur le degré de confort thermique que ce dernier peut procurer à ses occupants, à cause de l'incidence de soleil, des vents dominants sur son enveloppe et de sa situation dans son environnement. Et selon Pierre Fernandez³⁶ la localisation du bâtiment dans son site est un préalable de l'intégration de la composante énergétique dans la maîtrise des ambiances architecturales.

La forme et la compacité :

La compacité d'un bâtiment ou le coefficient de forme (Cf) est défini comme le rapport entre la surface de déperdition de l'enveloppe extérieure et le volume habitable (m^2/m^3). Il indique le degré d'exposition du bâtiment aux conditions climatiques ambiantes. Une forme compacte est souhaitable pour réduire le coût du confort thermique pour le chauffage et la climatisation du bâtiment.

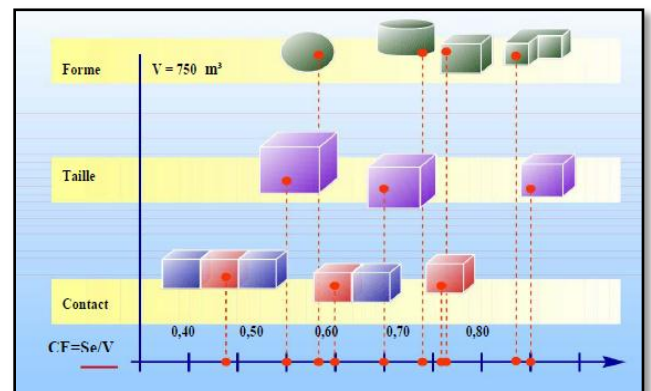


Figure 116 : Impact de la forme, la taille et la proximité sur la compacité.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

L'organisation intérieure :

Les espaces intérieurs sont organisés en fonction de l'usage, de manière à ce que l'ambiance thermique corresponde aux activités et aux heures d'utilisation. L'élaboration de zoning climatique suivant le type d'activité et le taux de fréquentation de l'espace, permet de réduire les besoins énergétiques (les besoins calorifiques et frigorifiques) des bâtiments et d'en augmenter le confort.

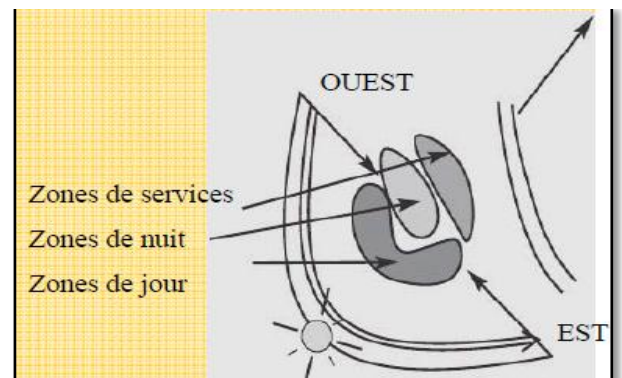


Figure 117 : Principes de zonage thermique.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

L'orientation :

Le choix d'une orientation est soumis d'après Baruch Givoni³⁷ à de nombreuses considérations, telles que la vue, dans différentes directions, la position du bâtiment par rapport aux voies, la topographie du site, la position des sources de nuisances, le rayonnement solaire et ses effets d'échauffement, ainsi que la ventilation en rapport avec la direction des vents dominants.

³⁵ Mémoire de Magister en Architecture (Etude et évolution de confort thermique des bâtiments à caractère public), Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

³⁶ Fernandez, P. (Stratégies d'intégration de la composante énergétique dans la pédagogie du projet d'architecture), thèse de doctorat, Ecole des mines de Paris, 1996.

³⁷ Ouvrage de Givoni Bruch « L'Homme, L'Architecture et le Climat ».Edition, le Moniteur, Paris(France), 1978

Les protections solaires³⁸ :

La conception des protections solaires doit répondre à une multiplicité d'objectifs, comme : la limitation des surchauffes et de l'éblouissement ainsi que la gestion de l'éclairage naturel dans les pièces. Elle peut également contribuer à l'intimité des occupants et l'esthétique de la façade.

Les différents types de protections solaires :

Les protections fixes : En générale les typologies les plus usuelles sont les suivantes :

L'auvent : constitué d'une avancée horizontale au-dessus de l'ouverture : auvent, balcon filant, brise-soleil horizontal, casquette.....etc.

Le flanc : constitué par des pans verticaux a côté de l'ouverture : décrochement de façade, écran a lames verticales.....etc.

La loggia : combinée entre l'auvent et les flancs : loggia, balcon filant +séparation verticale.....etc.

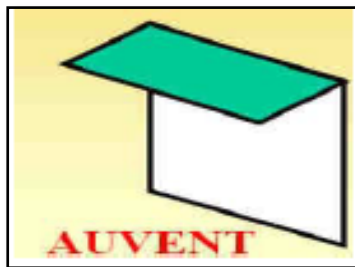


Figure 118 : Flanc.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012



Figure 119 : L'auvent.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

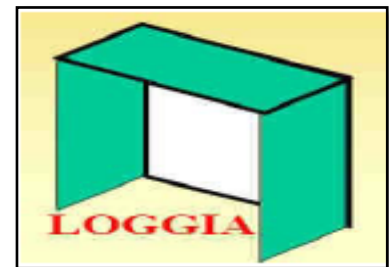


Figure 120 : Loggia.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

Les protections mobiles :

Les protections extérieures mobiles :

Il s'agit de stores vénitiens (lamelles horizontales), de stores enroulables, de stores à lamelles (verticales). ..etc., disposés du côté extérieur de la fenêtre.

Les protections intérieures mobiles :

Les protections intérieures laissent en effet pénétrer le soleil dans la pièce, bénéficiant ainsi des apports solaires en hiver, mais elles ne sont pas très efficaces en été, puisque ce rayonnement solaire se transforme après en chaleur.



Figure 121 : Les protections solaires extérieures mobiles.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou,

³⁸ Mémoire de Magister en Architecture (Etude et évolution de confort thermique des bâtiments à caractère public), Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou,

La protection végétale :

Par la végétation (arbre à feuille caduc, plantes autour du bâtiment) on peut se protéger des rayonnements solaires et leur feuillage persistant interceptent le rayonnement solaire et les empêchent d'atteindre les façades. De plus elle se comporte comme humidificateur réduisant la température de l'air par évaporation.

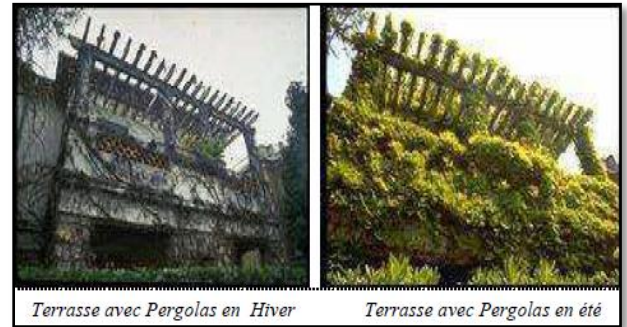


Figure 122 : La protection par végétation à feuillage caduc
Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

Les paramètres liés aux matériaux et techniques constructifs :

Pour assurer une bonne qualité thermique d'un environnement intérieur, on peut intervenir sur les performances thermiques des matériaux de l'enveloppe pour assurer, l'inertie thermique du bâtiment et l'isolation thermique de l'enveloppe.

Matériaux de construction et leurs performances thermiques³⁹ :

Les matériaux reçoivent différemment le rayonnement selon leur degré de transparence ou d'opacité, leur couleur ou leur texture de surface. Mais ils sont aussi des caractéristiques thermiques particulières. Ces caractéristiques sont :

La conductivité thermique (λ):

La conductivité thermique est la propriété qu'ont les matériaux de transmettre la chaleur par conduction λ (lambda), elle est exprimée en ($W/m^{\circ}.C$). Plus la conductivité est faible, plus le matériau est isolant.

La capacité thermique (ρC) :

La capacité thermique d'un matériau (ρC) désigne son aptitude à stocker de la chaleur. Symbolisée ρC , elle est exprimé en Wh/m^3k .

La diffusivité thermique (a) :

La diffusivité thermique (a) d'un matériau exprime son aptitude à transmettre rapidement une variation de température. Elle croit avec la conductivité et décroît avec la capacité thermique. Elle est exprimée en m^2/h .

L'effusivité thermique (b) :

L'effusivité thermique (b) décrit la rapidité avec laquelle un matériau absorbe les calories. Plus l'effusivité est élevée, plus le matériau absorbe de l'énergie sans se réchauffer. Elle est exprimée en $w.h^{1/2}/m^2.k$.

L'inertie thermique de bâtiment :

L'inertie thermique d'un bâtiment est sa capacité de stocker la chaleur dans ses murs, ses planchers,...etc. Plus l'inertie d'un bâtiment est forte, plus il se réchauffe et se refroidit

³⁹ Mémoire de Magister en Architecture (Etude et évolution de confort thermique des bâtiments à caractère public), Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou,

lentement. Une forte inertie est un atout pour le confort d'été de jour, en l'absence de climatisation (elle amortit les pics de surchauffe).

L'isolation thermique de l'enveloppe :

L'isolation thermique est la propriété que possède un matériau de construction pour diminuer le transfert de chaleur entre deux ambiances. Elle permet à la fois de réduire les consommations d'énergie de chauffage ou de climatisation (limite les apports de chaleur en été), et d'accroître le confort. Deux possibilités s'offrent au concepteur et réalisateur pour isoler une paroi :

- **L'isolation par l'intérieur :** consiste à isoler un bâtiment de l'intérieur. Son inconvénient est qu'il annule l'inertie thermique de la paroi isolée et n'évite pas les ponts thermiques sur la maçonnerie.
- **L'isolation par l'extérieur :** consiste à installer l'isolant sur la surface extérieure du mur. Elle constitue la meilleure isolation pour le confort d'été, car elle permet de conserver l'inertie thermique forte des murs intérieurs et supprime les ponts thermiques.

Les couleurs des parois :

En climat chaud, les couleurs claires en façades participent de la protection solaire du bâtiment. Pour les murs, les stores, les volets, le choix des couleurs claires qui réfléchissent lumière et chaleur est recommandé pour assurer un taux de fraîcheur durant la période estivale.

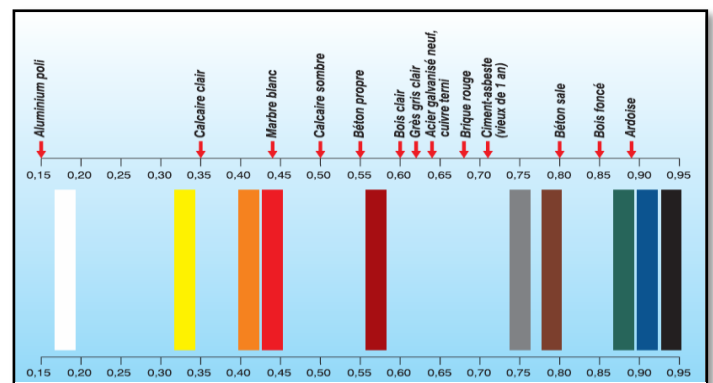


Figure 123 : Coefficients d'absorption pour différents matériaux et couleurs.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

Evaluation du confort thermique :

L'évaluation de confort thermique dans les espaces est un paramètre capital dans toute conception architecturale⁴⁰. Il existe des plusieurs méthodes d'évaluation du confort thermique, basées sur des expérimentations menées par différents chercheurs, parmi ces méthodes :

Les indices pour l'évaluation du confort thermique⁴¹ :

Les indices PMV et PPD :

PMV (Vote Moyen Prévisible) :

Le PMV permet de mesurer une sensation thermique globale du corps humain à partir du métabolisme et donne la moyenne des votes en référence à une échelle de sensation thermique. Les valeurs de l'indice PMV varient entre -3 et 3 comme l'indique le tableau suivant :

⁴⁰ Ouvrage de Givoni Bruch « L'Homme, L'Architecture et le Climat ».Edition, le Moniteur, Paris(France), 1978, p39.

⁴¹ Mémoire de Magister en Architecture (Etude et évolution de confort thermique des bâtiments à caractère public), Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou,

VALEURS DE L'INDICE PMV	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
SENSATION THERMIQUE	Chaud	Tiède	Légèrement tiède	Neutre	Légèrement Frais	Frais	Froid

Tableau 13 : Correspondances entre PMV et échelle des sensations thermiques.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 2012

Le PPD (Pourcentage Prévisible D'insatisfaits) :

Le PPD exprime sous forme de pourcentages les sujets « insatisfaits » de manière générale d'une ambiance thermique déterminée.

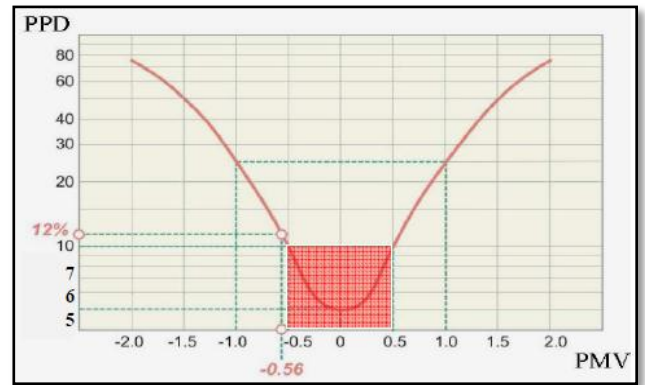


Figure 124 : Correspondances entre PMV et PPD.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

La température de l'air ambiant (Ta) :

Elle représente l'indice le plus utilisé pour le contrôle des ambiances en intérieur, utilisé pour définir les consignes de température références pour les installations de chauffage en période hivernale et climatisation en période estivale.

La température opérative (Top) :

La température opérative, est un indice de confort thermique intégrant deux paramètres physiques, la température de l'air ambiant et la température moyenne radiante.

Les outils graphiques d'évaluation de confort thermique⁴² :

En 1953 le premier diagramme bioclimatique a été proposé par V.Olgay. Il détermine une zone de confort avec des plages d'été et d'hiver et les mesures de correction dans le cas où la combinaison entre l'humidité et la température se situe hors la zone de confort. Aussi les tables de Mohoney qui sont une série de tableaux de référence d'architecture, sont utilisées comme guide pour obtenir des bâtiments confortables.

Diagramme de Givoni :

Bruch Givoni a élaboré une méthode expérimentale où il représente les limites des ambiances confortables sur un diagramme psychométrique courant. Il a mis au point un outil synthétisant les zones thermo-hygrométrique et les moyens d'intervention par des dispositifs architecturaux ou technique qui peuvent être Utilisés pour remédier aux sollicitations du climat.

⁴² Mémoire de Magister en Architecture (Etude et évolution de confort thermique des bâtiments à caractère public), Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou,

Ceci est exprimé sur un diagramme psychométrique ou bioclimatique, présenté dans son ouvrage, « L'homme, l'architecture, et le climat ». Sa zone de confort se situe entre les températures 20°C et 27°C.

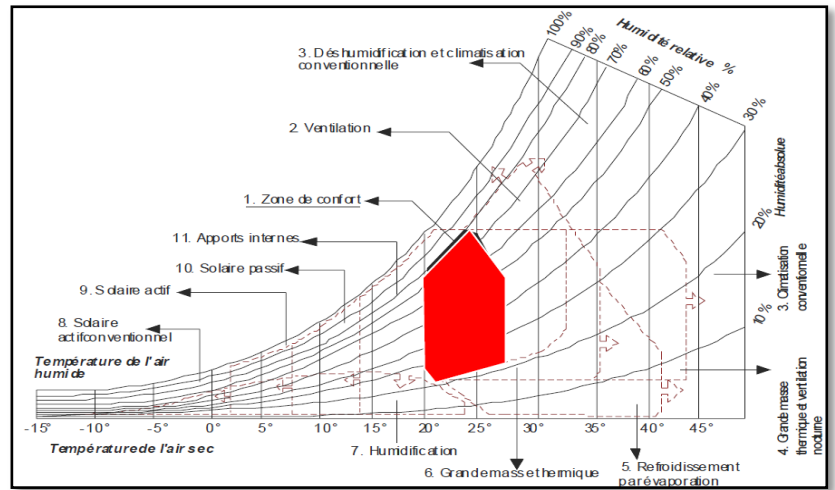


Figure 125 : Zones de confort selon le diagramme bioclimatique de Givoni.
Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

Le résultat de l'analyse de diagramme bioclimatique de Givoni pour la ville de Laghouat :

L'analyse climatique de la ville de Laghouat indique que, la majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort, ou le problème se pose dans la période estivale (longues périodes de surchauffe), donc pour notre projet :

- ❖ Durant les mois d'été (Juin, Juillet et Août) avec les mois de Mai (jour) et Septembre (jour), on peut réduire la surchauffe par un refroidissement passif par : ventilation naturelle, effet de masse thermique, effet de masse avec ventilation nocturne, refroidissement évaporatif direct et indirect.
- ❖ Pour les mois de Septembre (nuit) et Mai (nuit), le confort thermique peut être atteint par l'effet de masse (l'épaisseur des murs et les matériaux utilisés peuvent donner un grand temps de déphasage, qui aide à garder la fraîcheur nocturne à l'intérieur des constructions et à ralentir la chaleur du jour) avec une ventilation nocturne.

LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE REFOROIDISEMENT PASSIF :

Durant la période d'été on peut réduire la surchauffe par un refroidissement passif à travers:

La ventilation naturelle :

La ventilation naturelle est définie comme étant le mouvement d'air qui s'effectue à travers un espace sans influence d'appareillage mécanique. Les écoulements d'air naturels reposent sur les effets du vent et les variations de la densité de l'air dus aux différences de températures⁴³.

Stratégies de la ventilation naturelle ⁴⁴ :

Il existe de nombreux types de modes de ventilation naturelle dans les bâtiments, les trois principaux sont :

La ventilation unilatérale:

Par l'ouverture de fenêtres sur une seule façade : l'air extérieur plus froid rentre par le bas de l'ouverture et l'air intérieur plus chaud sort par le haut.

⁴³ Mémoire de Magister en Architecture (Etude et évolution de confort thermique des bâtiments à caractère public), Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou,

⁴⁴ Mémoire de magister, la ventilation naturelle dans l'habitat, MARIO MULE, Lyon en décembre 2011

La ventilation traversante:

Par l'ouverture de fenêtre sur des façades différentes : les mouvements d'air sont ici créés par les différences de pression dues au vent entre les façades. La prise en compte de la position des ouvertures par rapport au vent est importante dans la création du déplacement d'air.

La ventilation naturelle par tirage thermique:

Le tirage thermique est en générale assuré par la différence de température entre l'air chaud intérieure et l'air plus frais à l'extérieur .se fait par l'ouverture de fenêtres en façade et de lucarnes en toiture.

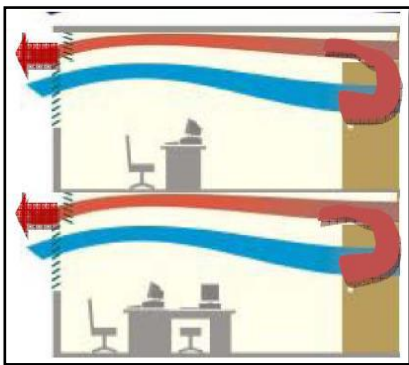


Figure 128 : la ventilation unilatérale.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

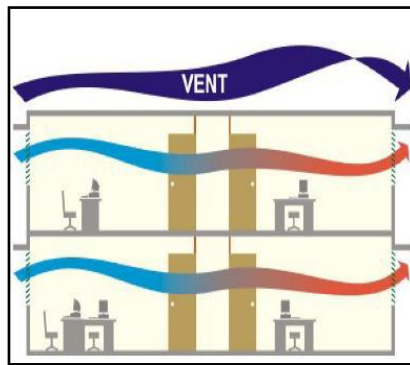


Figure 127 : la ventilation tarversante.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

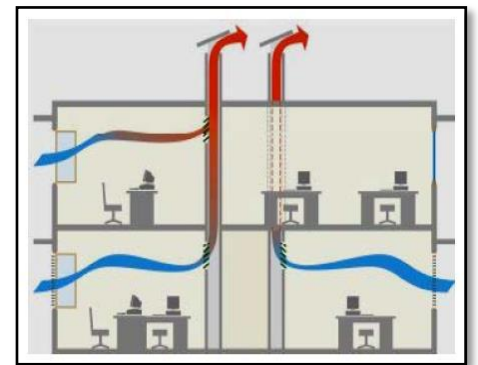


Figure 126 : la ventilation par tirage thermique.

Source : Mémoire de Magister en Architecture, Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012

La cheminée solaire :

La cheminée solaire utilise la puissance solaire afin de renforcer l'ascendance thermique de l'air, dispose d'un absorbeur, qui capte le rayonnement solaire et devient très chaud, l'air se trouvant à l'intérieur de la lame d'air s'échauffe, s'allège et monte vers la partie haute du capteur en tirant à son tour l'air intérieur vers le haut pour le laisser s'échapper à l'extérieur.

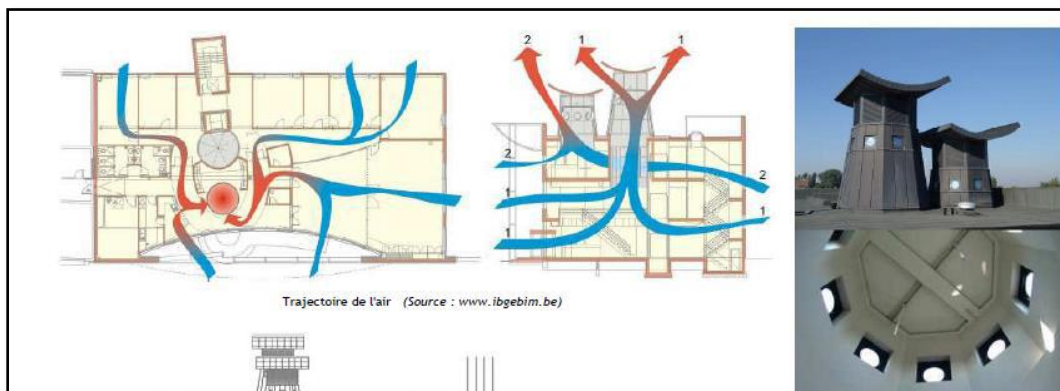


Figure 129 : Habitat, iveg Hoboken, Belgique, architecte : mussche.

Source : www.ibgebim.be

Les tours à vent:

Les tours à vent sont des systèmes de refroidissements passifs très anciens, sont destinées à "capter" le vent et augmenter sa pression. Selon les modèles, l'air peut être insufflé et extrait par deux conduits situés dans la même tour. Il est ensuite conduit, par l'intermédiaire de gaines intérieures ou intégrées au mur mitoyen,

dans les locaux à ventiler.

La façade à double peau:

Une façade double-peau est généralement constituée d'un écran vitré, d'un espace formant la cavité et de la façade. Le fonctionnement repose sur le principe de l'effet de cheminée thermique.⁴⁵

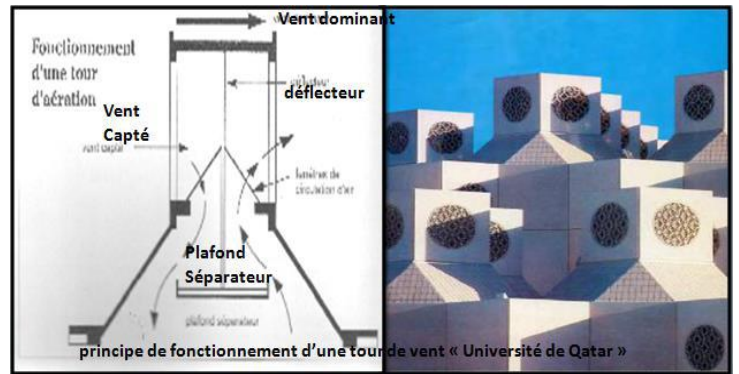


Figure 130 : principe de fonctionnement de tour à vent a université de Qatar -

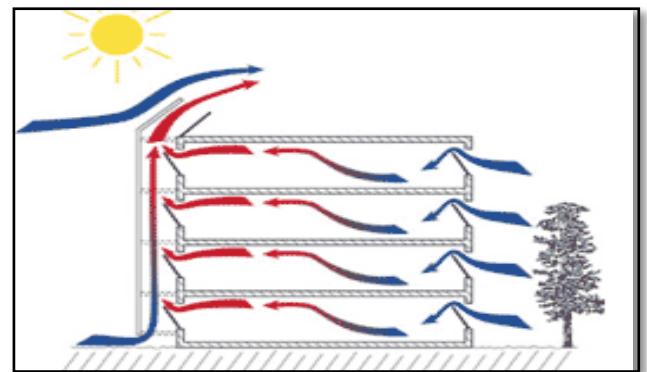


Figure 131 : principe de fonctionnement de la double peau.

Source : Mémoire de magister, la ventilation naturelle dans l'habitat, MARIO MULE, Lyon en décembre 2011

✚ SYSTEMES ADOPTES AU NIVEAU DU PROJET :

PRINCIPES ET STRATEGIES CONCEPTUELLES :

Concevoir des habitats individuels à haute performance énergétique implique de penser globalement de ce projet dès la phase conceptuelle a tous les points qui nous permettons d'atteindre cette performance, d'un point de vue technique, esthétique mais aussi énergétique, toutes on assure un confort thermique agréable.

L'IMPLANTATION DU PROJET SUR LE SITE:

- Les 60 logements individuels de notre projet sont disposés selon un axe Nord-Sud, afin que les espaces intérieurs bénéficient les orientations souhaitées



Figure 132 : L'implantation du projet sur le site.

Source : Auteur.

⁴⁵ Mémoire de magister, la ventilation naturelle dans l'habitat, MARIO MULE, Lyon en décembre 2011

(espaces jours aux Sud et espaces nuits au Nord)

- La création des points d'eau (lacs et jets d'eau), des espaces verts, plus que l'introduction des protections naturelles (les palmiers et les arbres), artificielles (les pergolas...etc.), afin de réduire la température extérieure (rafraichi l'air chaud durant l'été), et pour minimiser l'effet de surchauffe sur les habitants.

LA FORME DE CELLULE DE LOGEMENT:

La forme de notre habitat (soit simplex ou duplex) est une forme géométrique (hexagonale), orienté selon l'axe Nord-Sud. Parmi les avantages de cette forme :

- La compacité de cette forme géométrique qui nous aide de minimiser les échanges thermiques (extérieur – intérieur)
- La facilité de l'assemblage en plusieurs manières deux et plus. Ainsi que la facilité de l'orientation de ce module.

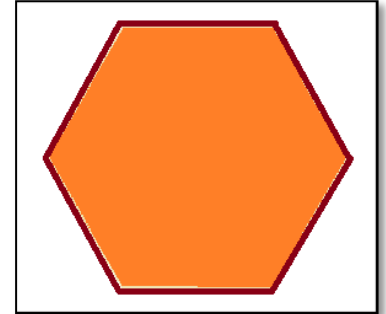


Figure 133 : La forme de cellule de logement.

Source : Auteur.

L'ORGANISATION INTERIEURE:

Dans l'habitat traditionnel de la ville l'adaptation au climat est assuré par une organisation centrée généralement autour du patio qui en est l'élément principal, jouant le rôle d'un régulateur thermique et de puits de lumière.

- De même façon la cour intérieure dans chaque logement de notre projet joue le rôle d'un patio pendant la période estivale et qui assure un système de rafraîchissement par évaporation à l'aide de la présence de l'eau et la végétation (fontaine et des plantes)
- L'exposition des pièces de vie principalement (séjour, cuisine ...etc.) au sud afin de profiter de l'éclairage naturelle pendant la journée, et les pièces secondaires (salle de bains, WC, ...etc.) sont positionné au Nord-Est ou Nord-Ouest.

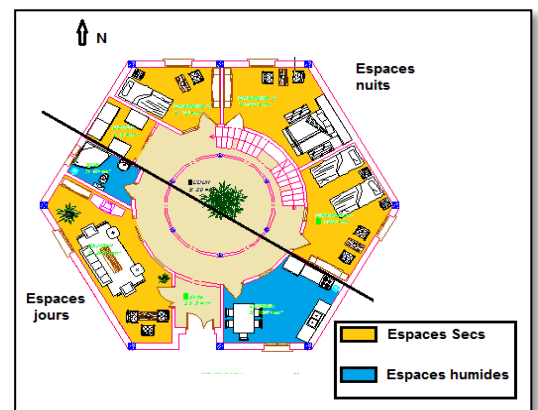


Figure 134 : L'organisation intérieure des logements en générale.

Source : Auteur.

LES PROTECTIONS SOLAIRES :

On a utilisé des éléments de protection solaire pour éviter l'exposition directe des surfaces vitrées aux rayons solaires par :

- Des arbres à feuillage caduque placés à l'extérieur pour ombrager les surfaces vitrées aux heures chaudes en été.
- Au niveau des murs extérieurs on a introduire des moucharabiehs par des formes hexagonales dans



Figure 135 : Les protections solaires au niveau de logements.

Source : Auteur.

le but de protéger les espaces intérieurs contre les rayons solaires, les vents chargés de sables (des filtres), au même temps on laisse la lumière de jour pénétrer plus que l'aération naturelle.

LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION :

Mon objectif est d'observer l'impact de l'inertie thermique de l'enveloppe de nos habitats sur le confort d'été et les consommations d'énergies, comme j'ai déjà citée dans les hypothèses de cette partie. Pour cela, la combinaison de parois utilisées pour l'enveloppe c'est :

Les murs extérieurs : sont composés de doubles parois, avec $U = 0.308 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$:

- Paroi de briques BTS (brique de terre stabilisée), ép.= 30cm.
- Une isolation par l'extérieur de 10cm en polystyrène expansé
- Paroi de brique de 10cm, pour protéger l'isolant contre les effets extérieurs .

Les cloisons intérieures sont en briques BTS (ép.= 15cm), revêtues de plâtre dans les deux faces, avec $U = 2,415 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Les planchers : sont en corps creux 20cm, ils sont recouverts, au-dessus, d'un carrelage en terre cuite, et au-dessous d'une couche en plâtre, et une isolation par la laine de roche de 10cm, avec :

- Flux ascendant : $U = 0,344 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- Flux descend : $U = 0,334 \text{ W/m}^2$.

Fenêtres et portes :

- Menuiseries en aluminium et PVC.
- Double vitrage 4/16/4, avec $U = 1.8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.
- Porte d'entrée de bois, avec $U = 1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

SYSTEMES DE REFROIDISSEMENT :

LA CHEMINE SOLAIRE :

- A travers la cour centrale qui joue le rôle d'un cheminé solaire, et qui nous aide a assuré une qualité d'air agréable. Pendant la journée, le soleil chauffe la surface vitrée de coupole créant un appel d'air aspirant l'air en bas de la cheminée, permettant de ventiler et refroidir le bâtiment.

REFROIDISSEMENT PAR EVAPORATION :

- A l'aide de présence de l'eau et la végétation (fontaine et des plantes) au centre de la cour, on a humidifié l'air chaud (vents chauds d'été) pendant la journée par l'effet de l'évaporation, créé un microclimat à l'intérieur des logements, et qui participe à minimiser la température élevée durant

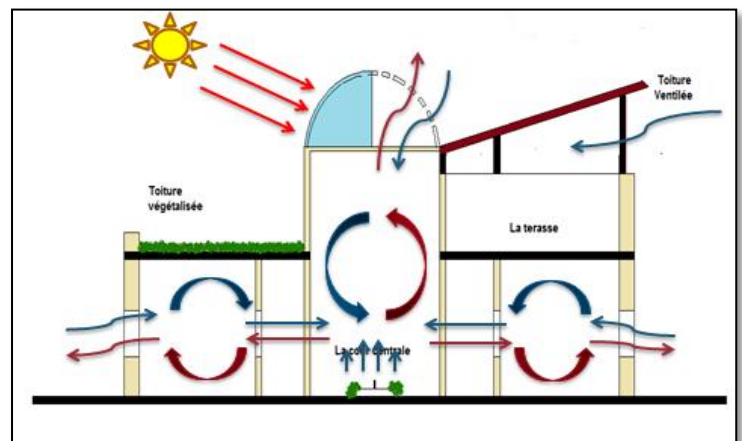


Figure 136 : Les systèmes de refroidissements dans un logement en simplex.
Source : Auteur.

la période estivale.

LA TOITURE VEGETALISE :

- On va l'utiliser comme un technique d'isolation dans le but d'augmenter le temps de déphasage pour notre planchers, ainsi qu'elle permet la contribution au confort hygrothermique et acoustique des logements.

9.7 OUTILS DE RECHERCHE :

✚ SIMULATION NUMERIQUE PAR LOGICIEL ENERGY PLUS :

ENERGY PLUS est outil de simulation thermique dynamique développé par le département à l'énergie des USA. Il 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 tiers de saisie et d'exploitation.



✚ PARAMETRE SIMULE :

Cette investigation vise l'évaluation d'impact des matériaux de construction et type d'isolation choisie et le rôle de la ventilation naturelle à l'aide de la cour centrale sur le confort thermique et sur l'économie d'énergie pour la climatisation durant la période estivale.

Donc le paramètre étudié dans cette investigation c'est la température de l'air et comment peut-on influencer sur ce paramètre par le choix de matériaux, l'isolation, et la ventilation naturelle.

✚ LES CONDITIONS DE SIMULATION :

La simulation a été faite durant la période estivale ou on a le problème des températures plus élevés dans cette région, donc on a choisi la journée la plus chaude c'est le 21 Juillet.

✚ LES LIMITES DE SIMULATION :

A conditions des limites imposées par les logiciels de simulation :

Pour la forme, on a convertir la forme circulaire (la cour centrale) a forme hexagonale.

Les paramètres non simulée, par exemple l'effet de refroidissement par évaporation pour notre cas.

✚ PRESENTATION DE MODELE DE SIMULATION :

Dans notre projet de 60 habitats à haute performance énergétique dans la ville de Laghouat, on a choisi l'évaluation de confort thermique dans un logement de type simplex F4 selon une orientation Nord-Sud et sous les conditions climatique d'une journée plus chaude dans cette région (21 Juillet).

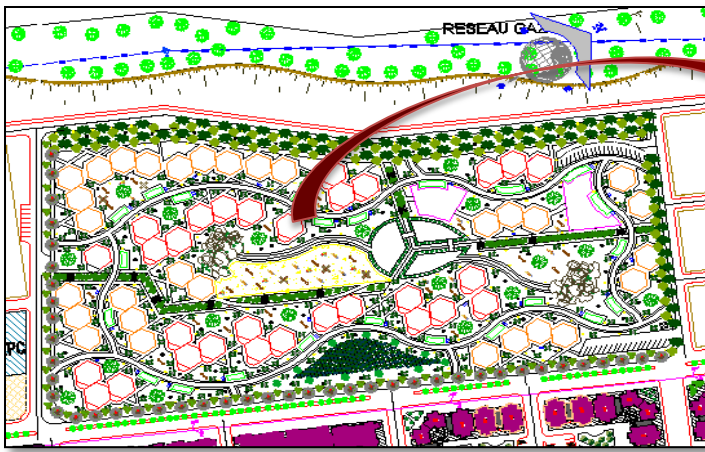


Figure 138 : Plan de masse de projet.
Source : Auteur.

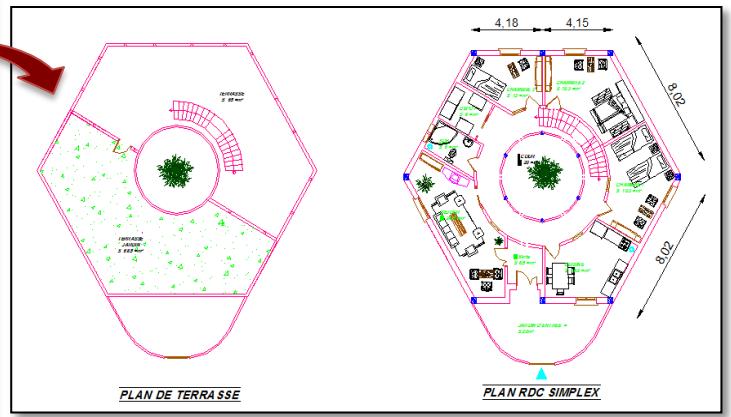
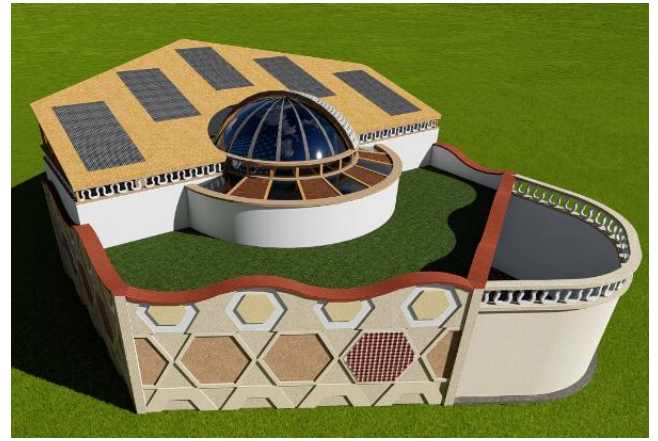
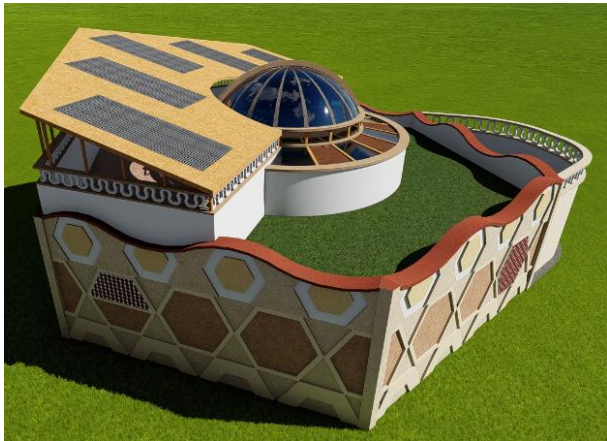


Figure 137 : Les plans de logement de simulation.
Source : Auteur.



Des vues en 3D de modèle

9.8 CAS INITIAL :

Présentation de l'enveloppe :

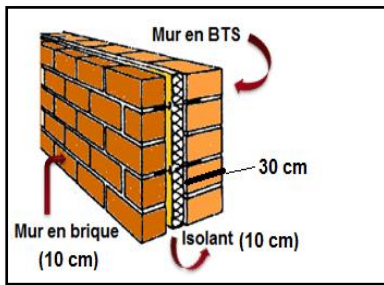


Figure 140 : Les murs intérieurs.
Source : Auteur.

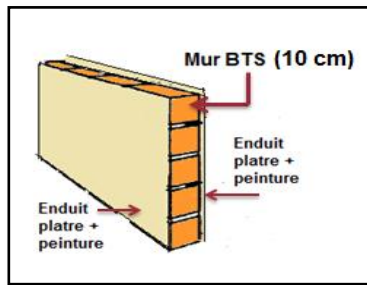


Figure 139 : Les murs extérieurs.
Source : Auteur.

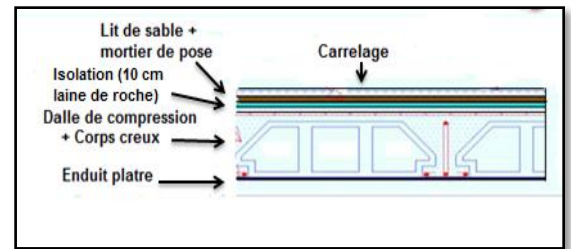


Figure 141 : Les planchers.
Source : Auteur.

Les zones de simulation :

- ❖ On a divisée cette logement en 3 zones : (Zone 1= englobe tous les espaces intérieurs, Zone 2 = la cour centrale, Zone 3 = la terrasse accessible).
- ❖ On propose sur la terrasse accessible une toiture ventilée, et sur la terrasse inaccessible des fibres végétales de (10 cm).Et sans ventilation naturelle pour le logement.

Résultats de simulation :

Les résultats que nous avons obtenus sont illustrés sur le diagramme suivant :

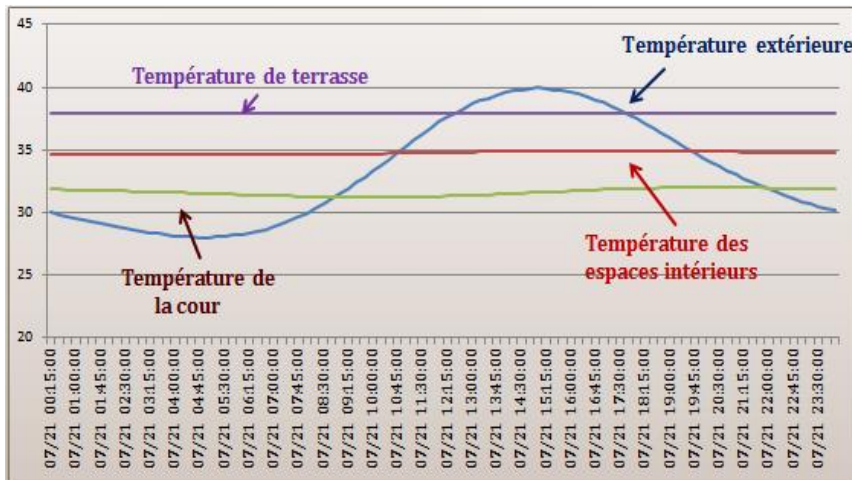


Figure 143 : Le diagramme de températures intérieures et extérieures.

Source : Auteur.

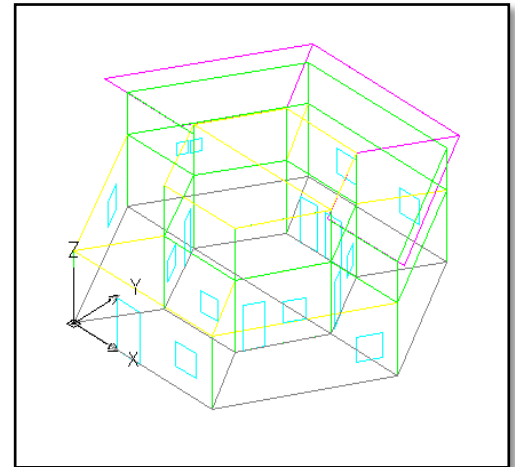


Figure 142 : le modèle simplifié.

Source : Auteur.

On constate que dans la période estivale, l'amplitude de température à l'intérieur est dans l'ordre de : 35°C pour les espaces intérieurs, 33°C pour la cour centrale, 37°C pour la terrasse accessible,

Donc on a une différence de (5°C à 7°C) pourtant la variation de température extérieure est entre 37°C et 40°C, cela est justifié par la présence des murs à grande inertie. Alors après l'évaluation de diagramme de température à l'intérieur et à l'extérieur, dans le cas simulé on a déterminé que l'enveloppe est isolant, mais ce rendement n'est pas suffisant dans les conditions climatiques de cette région.

9.9 CAS AMELIORE :

Des propositions :

- ❖ La nécessité de remplacer le matériau d'isolation le polystyrène expansé par le liège pur expansé, plus que renforcé l'isolation des planchers par la laine de roche (de 10cm a 16 cm)

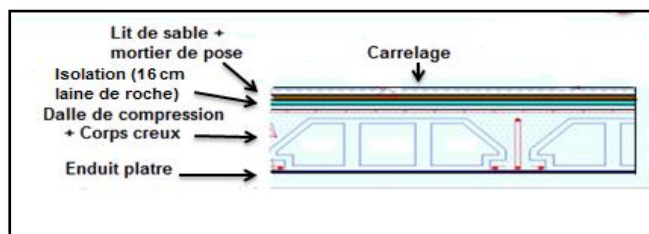


Figure 145 : Les planchers.

Source : Auteur.

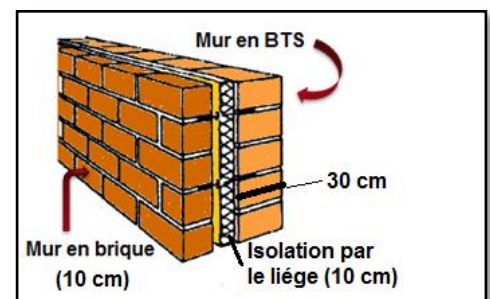


Figure 144 : Les murs extérieurs.

Source : Auteur.

❖ **Effet de masse avec ventilation nocturne :**

Pendant la nuit, la cour joue le rôle d'un patio, qui assure un effet de masse avec ventilation nocturne à l'aide de l'ouverture dans cette cour, ou l'épaisseur des murs et les matériaux utilisés peuvent donner un grand temps de déphasage, qui aide à garder la fraîcheur nocturne à l'intérieur et à ralentir la chaleur du jour.

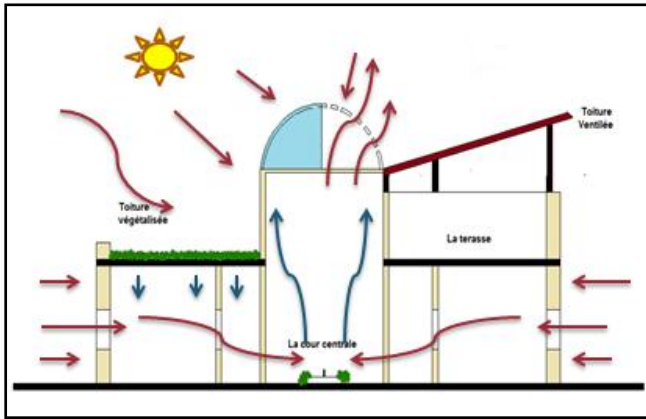


Figure 146 : La ventilation naturelle pendant la journée.
Source : Auteur.

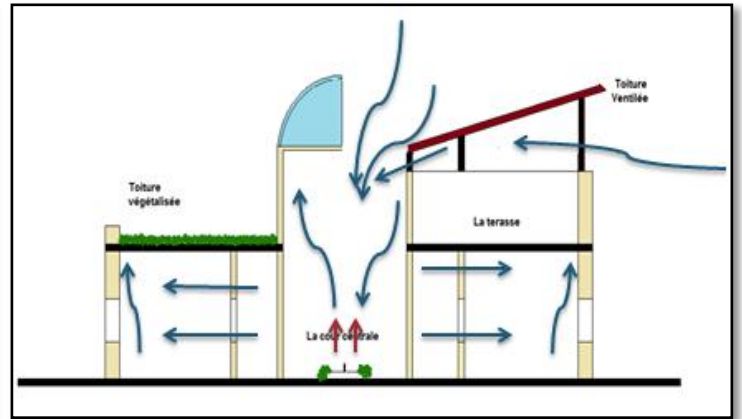


Figure 147 : La ventilation naturelle pendant la nuit.
Source : Auteur.

9.10 Résultat de simulation :

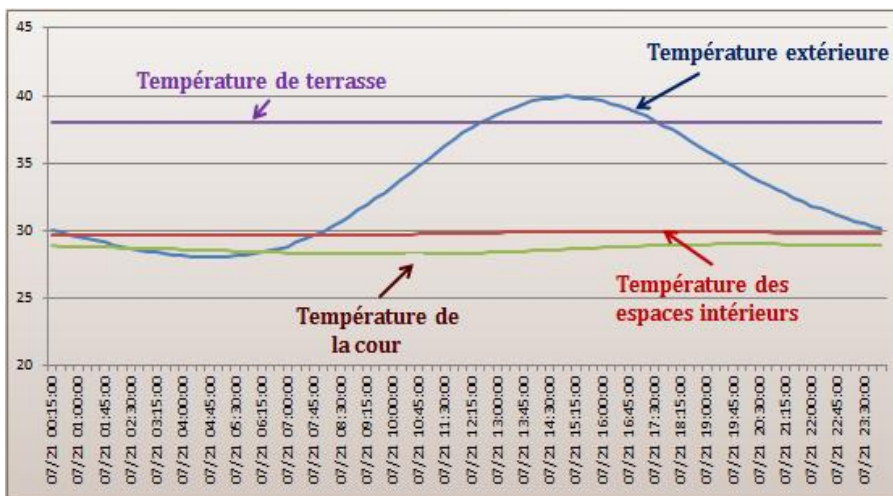


Figure 149 : Le diagramme de températures internes et externes.
Source : Auteur.

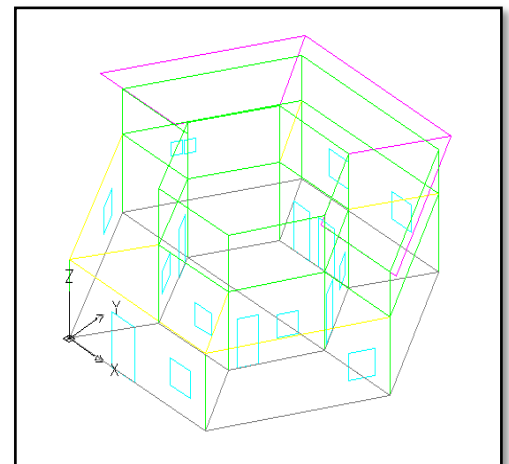


Figure 148 : le modèle simplifié.
Source : Auteur.

L'utilisation du Liège au lieu de polystyrène, plus que la bonne isolation du plancher et de toit, ainsi l'introduction de stratégie de l'effet de masse par ventilation nocturne présente une différence remarquable (réduction de la température intérieure de 5°C à partir de cas initial, et la réduction totale est de 10°C à 12°C) ou on a la température des espaces intérieurs dans l'ordre de 30°C, et la cour centrale dans l'ordre de 28°C à 29°C.

9.11 Recommandations :

- ❖ L'avantages de choix des matériaux et type isolation dans le projet a influencé directement sur la qualité de confort thermique intérieur, et réduire les taux de consommation d'énergies.
- ❖ Le rôle de la toiture végétalisée dans la réduction des déperditions thermiques et d'assurer l'isolation entre l'extérieur et l'intérieur, mais cette toitures nécessitent des maintenances deux fois au minimum durant l'année.
- ❖ La ventilation nocturne doit être assurée durant toutes les heurs les plus froids de la nuit.
- ❖ On sachant que le refroidissement par évaporation dans la cour centrale non compté dans la simulation précédente, et on peut prendre en considération ce système s'il y a des continuations de recherche dans cette étude.

10 CONCLUSION GENERALE :

Malgré la rareté des bâtiments à haute performance énergétique, nous avons essayé de concevoir un projet de 60 logements individuels HPE à Laghouat, pour améliorer la qualité de vie dans les quartiers résidentiels ,que ce soit dans les espaces intérieurs du logement, ou dans les espaces extérieurs au niveau du quartier par des placettes de rencontres, les espaces verts et les points d'eau .

Tout en assurant une bonne gestion d'énergie et des déchets, et en améliorant le confort thermique et la qualité de l'air dans le projet.

Après les simulations, on a pu d'atteindre une certaine autonomie énergétique concernant l'électricité et l'eau chaude sanitaire.et cette autonomie était assurée à partir d'une étude approfondie sur :

- La constitution de l'enveloppe du logement et l'intégration des systèmes passifs qui minimisent les pertes énergétiques. (l'étude est faite par mon binôme dans la partie qui s'intitule : CONFORT THERMIQUE D'ETE).
- L'utilisation des énergies renouvelables par des installations solaires à partir des panneaux photovoltaïques pour produire de l'électricité et des capteurs thermiques pour produire l'eau chaude sanitaire.

Alors, on peut déduire que les solutions passives à base des énergies renouvelables utilisées ont un rendement positif sur la globalité du projet à l'échelle architecturale et urbaine à la fois.

11 BIBLIOGRAPHIE :

Ouvrage :

Givoni B .1978 - l'homme l'architecture et le climat. Edition le Moniteur, paris (France)

Guide la thermique du bâtiment ISOVER (www.isover.fr)

«Habitat sur mesure » édition 2007 ministère du logement français.

Neufert « les éléments des projets de construction », 8eme Edition, Le moniteur.

NEUF : (climat intérieur/ confort, santé, confort visuel) Revue européenne d'architecture
N°77, p 12

Maisons écologique-louise Ranck 2009

Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques -Liebard. A et De Herde, A-Ed. Le
Moniteur, Paris, 2005, p 30a

Thèses :

Mémoire présente en vue de l'obtention du diplôme de magister en Architecture, le processus
de création d'un habitat individuel de qualité cas de ville d'Ain Beida.2012/2013.

Mémoire de fin d'étude « Stratégie de développement des centres urbains et historiques à
travers une lecture typo morphologique à Laghouat » Université Amar thelidji (de Souiah
Yacine et Hassani Mohamed Rafik -2010-)

Mémoire de magister, la ventilation naturelle dans l'habitat, MARIO MULE, Lyon en
décembre 2011

Thèse de fin d'étude institut de recherche éolienne et photovoltaïque. Laghouat 2013

Mémoire de Magister en Architecture (Etude et évolution de confort thermique des bâtiments
à caractère public), Mr Mazari Mohammed, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
Fernandez, P. (Stratégies d'intégration de la composante énergétique dans la pédagogie du
projet d'architecture), thèse de doctorat, Ecole des mines de Paris, 1996.

Source internet :

www.batiment-HQE.fr

www.ecoquartiers-developpement-durable.grouv.fr

www.qualité.logement.org

www.futura-sciences.com

www.Earthship.com

www.stockhom.com

www.architecte-batiments.fr

www.googleearth.com