



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Bouzar Nesrine Mouna

DOMAINE ARCHITECTURE
FILIERE ARCHITECTURE
OPTION ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

Projet de 35 logements individuels en duplex durable dans la ville de Laghouat

**L'impact de la tour a vent et de l'atrium sur le confort respiratoire dans un
Espace cuisine ouverte (open-Space)**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr BOUKHELKHAL.A	MAA	Président
Mr TABAI.B	MAA	Examineur1
Mme BOULMERKA.Z	MAB	Examineur2
Mr BENCHEIKH ABDERAZAK	MAB	Rapporteur
Mr MOKEDDEM MAHMOUD	MAB	Co-rapporteur

Promotion : 2016

SOMMAIRE

-Sommaire.....	I
-Table des figures et tableaux.....	III
-Résumé	XI

Introduction Générale :

-Introduction.....	1
-problématique.....	1
-Les objectifs.....	4
-La méthodologie.....	5

Chapitre I : Etude thématique

I.1 introduction.....	6
I.2 Définition des concepts	6
I.3 L'historique de l'habitat	7
I.4 Rôle et importance de l'habitat.....	7
I.5 Types de l'habitat	8
I.6 Hiérarchisation des espaces dans l'habitat.....	8
I.7 Analyse des exemples	9
I.7.1-Exemple01 : la maison RESPECT(France).....	9
I.7.2. Exemple02 : maison passive PARK(USA).....	15
I.7.3. Exemple03 : maison de Soleta zeroenergy(Roumanie).....	19
I.8 L'architecture d'Hassan Fathi (l'Egypte)	22
I.9 Construire une maison en sac de terre.....	22
I.10 Synthèse.....	23

Chapitre II : Etude contextuelle

II.1 introduction.....	24
II.2 Analyse territoriale et urbaine	24
II.3 analyse du site.....	30
I.4 Synthèse.....	33

SOMMAIRE

Chapitre III : Etude environnementale

III.1 introduction.....	34
III.2 Définition des concepts	34
III.3 Le confort et l'habitat	39
III.4 le confort d'usage	39
III.5 le confort thermique	41
III.6 le confort respiratoire	43
III.7 le confort visuel	45
III.8 le confort acoustique.....	46
III.9 Etude de cas « la ville de Yazd ».....	46
I.10 Synthèse.....	48

Chapitre IV : Etude programmatique et architecturale

IV.1 introduction.....	49
IV.2 programme qualitatif	49
IV.3 programme quantitatif	53
IV.4 les objectifs du projet	57
IV.5 l'idéation du projet	58
IV.5-1 les concepts utilisés	58
IV.5-1 les principes utilisés	59
IV.6 genèse du projet	60
IV.6 organigrammes fonctionnels	68
IV.6 organigrammes spatiales	68
IV.7 distributions des espaces intérieures.....	69
IV.8 choix des matériaux.....	70
IV.9 les façades	71

Chapitre V : Prédiction et simulation : confort respiratoire

IV.1 introduction.....	72
IV.2 problématique	73
IV.3 définition des concepts	74

SOMMAIRE

IV.4 la ventilation naturelle	75
IV.5 les facteurs d'influence	76
IV.6 la configuration de la fenêtre et la ventilation naturelle	78
IV.6 principe des tours a vent	80
IV.6 principe de l'atrium	80
IV.7 Réglementation applicable à la ventilation des bâtiments d'habitation	81
IV.8 présentation du logiciel energyplus	84
IV.9 description de l'espace a simuler	84
IV.10 résultat de la simulation	87
Recommandations	91
-Conclusion.....	91
-Conclusion générale	
-annexe 01	
-annexe 02	
-annexe 03	
-Bibliographie	

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure I.01 : l'évolution de l'habitat	07
Figure I.02 : la hiérarchisation des espaces	08
Figure I.03 : Vue extérieure sur la maison RESPECT.....	09
Figure I.04 : Vue satellite de la situation de la maison RESPECT.....	09
Figure I.05 : Plan de masse de la maison RESPECT.....	10
Figure I.06 L'implantation sur la parcelle	10
Figure I.07 : Plan de masse RESPECT.....	10
Figure I.08 : Composition volumétrique.....	10
Figure I.09 : Plan de masse RESPECT.....	11
Figure I.10 : Perspective sur la terrasse.....	11
Figure I.11 : façade Nord de la maison	11
Figure I.12 : façade ouest de la maison	11
Figure I.13 : façade Sud de la maison	11
Figure I.14 : façade Est de la maison	11
Figure I.15 : Plan de RDC	12
Figure I.16 : Plan de l'étage.	12
Figure I.17 : Vue intérieure sur le séjour	13
Figure I.18 : Vue intérieure sur la SDB	13
Figure I.19 : Vues perceptives	13
Figure I.20 : Coupe longitudinale montrant les techniques utilisées	14
Figure I.21 : Vue d'extérieur sur La maison de Park	15
Figure I.22 : Situation de la maison.	15
Figure I.23 : plan de masse.	16
Figure I.24 : le volume de la maison	16
Figure I.25 : Façade principale (Nord).....	16
Figure I.26 : Plan de RDC.....	17
Figure I.27 : Plan du 1 ^{er} étage.....	17
Figure I.28 : Plan du 2 ^{ème} étage.....	17
Figure I.29 : photos sur l'intérieur.....	18
Figure I.30 : les techniques utilisées.....	18
Figure I.31 : vue extérieur de la maison.....	19
Figure I.32 : Situation de la maison.	19
Figure I.33 : les plans RDC et étage de la maison..	19

LISTE DES FIGURES

Figure I.34 : les Façades Sud (haut) et Est(bas).....	20
Figure I.35 : la façade Nord.....	20
Figure I.36 : vues de perspectives	20
Figure I.37 : vues de perspectives.	20
Figure I.38 : vues de l'intérieur.	20
Figure I.39 : vues de l'intérieur..	20
Figure I.40 : les panneaux photovoltaïques..	21
Figure I.41 : le contrôle par télécommande.	21
Figure I.42 : le système de Malkaf.	22
Figure I.43 : la mise en œuvre d'une maison en sacs de terre.....	22
Figure I.44 : la mise en œuvre de l'éco dom.	22

CHAPITRE II

Figure II.01 : La Situation géographique de Laghouat	24
Figure II.02 : La Situation administrative de Laghouat.....	24
Figure II.03 : Carte pour démontrer les limites de la Wilaya de Laghouat.....	24
Figure II.04 : Photos pour démontrer les potentialités de la ville de Laghouat	25
Figure II.05 : carte de découpage des zones climatiques	25
Figure II.06 : fréquence des cieux ensoleillés, intermédiaires et nuageux.	25
Figure II.07 : Graphe représente la température moyenne annuelle de Laghouat.....	26
Figure II.08 : Carte d'ensoleillement moyen annuel.	26
Figure II.09 Graphe représente le taux d'humidité de Laghouat.	26
Figure II.10 : Graphe représente la précipitation mensuelle de Laghouat(2010).....	27
Figure II.11 : carte climatique de l'Algérie.....	27
Figure II.12 : Rose du vent de Laghouat	28
Figure II.13 : Plan de l'îlot dar Essafah.	28
Figure II.14 : Rue dans Zgag El Hedjadj.	28
Figure II.15 : Ruelle dans Zgag El Hedjadj.	28
Figure II.16 : Impasse dans Zgag El Hedjadj.	28
Figure II.17 : Façade Nord-Est de l'îlot Dar Essafah.	28
Figure II.18 : Plan de RDC d'une maison ancienne.	29
Figure II.19 : claustra à l'intérieur	29
Figure II.20 : Les arcades dans les façades.	29
Figure II.21 : Plan de RDC d'une maison ancienne.....	29

LISTE DES FIGURES

Figure II.22 : Système routier de Laghouat.	29
Figure II.23 : Habitat dans Laghouat.....	30
Figure II.24 : Habitat et équipement dans Elmardja.	30
Figure II.25 : L'emplacement du site.....	30
Figure II.26 : La situation du site.....	31
Figure II.27 : Voisinage du site.....	31
Figure II.28 : Les dimensions de terrain.....	31
Figure II.29 : L'impact des conditions climatiques.....	32
Figure II.30 : Coupe A-A.....	32
Figure II.31 : Coupe B-B.....	32

CHAPITRE III

Figure III.01 : les 3 piliers de développement	34
Figure III.02 : l'orientation des maisons	35
Figure III.03 : La déperdition selon la forme	36
Figure III.04 : parquet en bambou	37
Figure III.05 : Peinture à la chaux	37
Figure III.06 : le principe de fonctionnement de Panneau solaire thermique.....	38
Figure III.07 : le recyclage de l'eau.....	38
Figure III.08 : la recherche du meilleur compromis occupant/espace/fonction.....	40
Figure III.09 : la sensation de confort et la température des parois	41
Figure III.10 : les polluants extérieurs et intérieurs	43
Figure III.11 : les types de filtrations	43
Figure III.12 : les bruits sonores	46
Figure III.13 : la situation de la situation de Yazd	46
Figure III.14 : badgir de Yazd	47
Figure III.15 : l'effet de attrape le vent	47
Figure III.16 : l'effet de cheminée	47

CHAPITRE IV

Figure IV.01 : porte d'entrée principale	49
Figure IV.02 : dégagement	49
Figure IV.03 : séjour familiale avec cheminée.....	50
Figure IV.04 : séjour familiale sur jardin	50
Figure IV.05 : cuisine ouverte avec coin de repas	50
Figure IV.06 : salle à manger.	50

LISTE DES FIGURES

Figure IV.07 : cellier intégré à la cuisine	51
Figure IV.08 : chambre à coucher parentale.	51
Figure IV.09 : chambre séparé.	51
Figure IV.10 : un dressing	51
Figure IV.11 : salle de bain design	52
Figure IV.12 : garage intégré a une maison.....	52
Figure IV.13 : escalier en bois.	52
Figure IV.14 : le concept d'introversion et de centralité	58
Figure IV.15 : le concept de hiérarchisation.	58
Figure IV.16 : le concept de rythme.	58
Figure IV.17 : le principe de l'orientation.	59
Figure IV.18 : un atrium.	59
Figure IV.19 : la tour à vent	59
Figure IV.20 : la véranda.	59
Figure IV.21 : l'état de lieu.....	60
Figure IV.22 : le mode d'occupation.	60
Figure IV.23 : les accès et les parcours principaux	61
Figure IV.24 : les parcours secondaires.....	62
Figure IV.25 : la hiérarchisation.....	62
Figure IV.26 : la disposition des unités.....	63
Figure IV.27 : la continuité entre bâti et non bâti.....	64
Figure IV.28 : L'aménagement du cœur d'îlot.....	64
Figure IV.29 : tri des déchets.....	65
Figure IV.30 : forme et volume.....	66
Figure IV.31 : tour à vent	66
Figure IV.32 : les principes environnementaux	67
Figure IV.33 : les principes inspirés de la région	67
Figure IV.34 : l'organigramme fonctionnel	68
Figure IV.35 : l'organigramme spatial du RDC	68
Figure IV.36 : l'organigramme spatial	68
Figure IV.37 : l'organigramme spatial de l'étage	69
Figure IV.38 : plan de RDC F4 type 01	69
Figure IV.39 : plan de l'étage F4 type 01	70

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE V

Confort thermique

Figure V.01 : Le métabolisme	74
Figure V.01 : Tp et le confort thermique.....	75
Figure V.01 : la plage du confort thermique-humidité	76
Figure V.01 : Les échanges thermiques.	76
Figure V.01 : Les modes de transfert de chaleur	77
Figure V.01 : coupe d'un mur en pierre sèche	80
Figure V.01 : la construction en pierre.	80
Figure V.01 : la construction en paille	80
Figure V.01 : l'isolation thermique.	81
Figure V.01 : l'inertie thermique.	82
Figure V.01 : comparaison entre l'inertie de 2 bâtiments	82
Figure V.01 : Stratégie d'hiver	83
Figure V.01 : fonctionnement de la véranda en été et en hiver	84
Figure V.01 : l'effet de serre.	84
Figure V.01 : Stratégie d'été	85
Figure V.01 : EnergyPlus.	86
Figure V.01 : la situation du séjour	86
Figure V.01 : les dimensions du séjour	87
Figure V.01 : Vue 3D de séjour par EnergyPlus	87
Figure V.01 : graphe des températures de cas initial en hiver	88
Figure V.01 : graphe des températures de cas après correction en hiver	88

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE V

Confort respiratoire

Figure V.01 : ventilation naturelle	95
Figure V.02 : : les facteurs d'influence	96
Figure V.03 : les forces motrices	97
Figure V.04 : ventilation traversante	97
Figure V.05 : ventilation simple exposition	98
Figure V.06 : ventilation par tirage thermique	98
Figure V.07 : position des ouvertures	98
Figure V.08 : position d'entrée d'air	99
Figure V.09 : position de sortie d'air	99
Figure V.10 : la dimension des ouvertures	99
Figure V.11 : principe de fonctionnement de la tour à vent	100
Figure V.12 : principe de l'atrium	100
Figure V.13 : emplacement de l'espace choisi	105
Figure V.14 : plan de la maison choisi	105
Figure V.15 : effet du vent sur l'espace choisi	105
Figure V.16 : coupe sur l'espace choisi	105
Figure V.17 : vue 3d SKETCHUP sur l'espace choisi	106
Figure V.18 : vue 3d AUTOCAD sur l'espace choisi	106
Figure V.19 : graphe de débit d'air de l'état initial été	107
Figure V.20 : graphe de de température de l'état initial en été	107
Figure V.21 : graphe de débit d'air à l'état corrigé été	108
Figure V.22 : graphe de température à l'état corrigé été	108
Figure V.23 : graphe de débit d'air de l'état initial en hiver	109
Figure V.24 : graphe de température de l'état initial en hiver.....	109
Figure V.25 : graphe de débit d'air à l'état corrigé hiver	110
Figure V.26 : graphe de température à l'état corrigé hiver	110

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I

Tableau I.01 : fiche technique de RESPECT	09
Tableau I.02 : fiche technique de PARK	15

CHAPITRE III

Tableau III.01 : les techniques du confort thermique	42
Tableau III.02 : les techniques du confort respiratoire	44

CHAPITRE IV

Tableau IV.01 : les exigences de débit d'air	53
Tableau IV.02 : les exigences d'éclairage	53
Tableau IV.03 : la surface habitable	53
Tableau IV.04 : la surface des pièces de F4	54
Tableau IV.05 : la surface des pièces de F5.....	54
Tableau IV.06 : norme de ratio et de hauteur	55
Tableau IV.07 : la surface de F4 type 01	55
Tableau IV.08 : la surface de F4 type 02	56
Tableau IV.09 : les surfaces de F5	56
Tableau IV.10 : caractéristiques des arbres	65

CHAPITRE V (confort thermique)

Tableau V.01 : Valeurs de référence de température de l'air.....	75
Tableau V.02 : les données de séjour.	87

CHAPITRE V (confort respiratoire)

Tableau V.01 : débits extraits	101
Tableau V.02.03 : débits amenés et extraits	102
Tableau V.04 : RAH par pays	102
Tableau V.05 : description de l'espace	104
Tableau V.02.03 : débits amenés et extraits	102
Tableau V.02.03 : débits amenés et extraits	102

Remerciement :

Nous remercions avant tout le bon Dieu tout puissant, qui nous a donné la force, la volonté et le courage de mener à bien et terme ce travail.

Notre profonde gratitude et nos plus amples remerciements sont à l'égard de nos encadreur : *-Bencheikh Abdelazak - Mokeddem Mahmoud*

Pour leurs engagements, leurs intérêts permanents porté à notre travail, leurs disponibilités et leurs soutiens qui nous ont été d'une aide précieuse dans l'accomplissement de notre étude tout au long de l'année ; ainsi que pour leurs conseils pertinents et leurs encouragements qui nous ont permis d'outre passé nos limites

Notre gratitude et notre reconnaissance va aussi pour nos enseignants :

Mezawekh. L - Ktami. F - Amieur. R - Boukhalkhale. A

On remercie également le collectifs enseignant du département

d'architecture de l'université de Ammar Thelidji, qui nous ont prodigué tout au long de notre

Cursus un précieux enseignement.

Bien entendu nos remerciements vont également aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail et de nous honorer de leur présence.

Enfin, à tous ceux qui d'une manière ou d'une autre nous ont aidé, en nous fournissant des documents ou par leurs encouragements

... ***Merci***

Dédicace :

Tous d'abord je remercie le bon Dieu de m'avoir aidé à surmonter toutes les épreuves et de m'avoir donné la force de poursuivre mon chemin jusqu'ici, et surtout de m'accorder la chance d'être la fille de deux êtres magnifique, à qui je dédie tous mes efforts et tout mon amour :

A votre mémoire cher **P**ère.

Papa, vous étiez pour moi l'âme qui guidait mon chemin, l'ange qui me protégé, la lumière qui éclairait mon esprit, le savoir qui nourrissait ma curiosité. Vous m'avez appris la patience la persévérance, le cran d'aller de l'avant, vous m'avait encouragé dans mon choix de ce métier. J'aurai bien aimé que vous soyez présent avec nous aujourd'hui pour que vous soyez fière de votre fille. Mais sachez bien que pour moi vous m'accompagner par tout ou je vais vous restera à jamais dans mon cœur et je vous envoie là où vous êtes mes sincère prières et je tiens à vous dire que suis la grâce à vous et pour vous, reposé en paix.

A ma magnifique **M**ère

Maman, vous êtes avant tout celle qui m'a donné naissance, et celle qui a donné à ma vie un sens, vous êtes pour moi le pilier qui supporte ma charge, et le mur porteur sur lequel je peux me reposer. Vous êtes l'être qui m'a fait découvrir les joies de la vie, vous êtes mon paradis, grâce à vous j'ai grandi et j'ai appris et surtout j'ai réussi. Vous tenez à vous seul les reines du royaume et vous en sortez magnifiquement bien, Dieu vous a accordé une force que j'admire et un cœur que je chéri. Je ne vous remercierai jamais assez pour toutes vos prières, vos sacrifices, vos inquiétudes, je vous dédie toute ma réussite.

A mes charmantes princesses, mes bien aimés sœurs « Dina, Souhila, Karima, Hanane » ; Sans qui la vie n'aurai pas le même gout, je vous remercie du fond du cœur pour votre tendresse, vos pensées, vos attentions qui me touche énormément, et surtout pour votre soutien continue, vous me comblez de bonheur et d'espoir, vous êtes le miel de ma vie, mon petit paradis, vous êtes le déclencheurs de mes joies et l'amortisseur de mes peines, je vous aime.

A mes aimables frères « Fathi, Nail, Laid » vous êtes les hommes de ma vie, ma force, ma puissance, mes protecteurs et mes mentors, vous rependiez présent à tous mes besoins et vous m'avez été d'un tel soutien, je vous remercie profondément.

A ma meilleur ami, mon âme sœur, ma jumelle, et ma coéquipière dans la vie personnelle comme professionnelle ma bien aimé « Imen » avec qui j'ai connu le vrai sens de l'amitié, elle a pour moi une valeur inestimé, sans elle tous ne serai plus pareille que Dieu te protège et te garde pour moi.

A mes adorables et jolies petites nièces « Lyna, Naila, Imen, et Assil » je vous adore

A toute la famille Mailbi à tous mes oncles et mes tantes « Fatima, Yamina, Aicha » et spécialement à ma mon cher oncle Hadj et toute sa famille « tante Zineb, ma cher cousine Ikram, mes cousins Imed, Lakhdar, Ahmed »

A mes collègues avec qui j'ai partagé les bons comme les mauvais moments, et sur qui j'ai pu m'appuyer un bon nombre de fois « Adel.G, Marawa.B, Afaf.S, Habib.B, Assad.H »

A mes plus chers amis « Maria.Z, Ahlem.B, Asma.B, Zak,D »

A tout ceux qui m'en encouragé et supporter, je vous dis...

... **Nesrine**



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: Technologie

DEPARTEMENT : D'architecture

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture et Urbanisme

Filière : Architecture

Option : Architecture et Environnement

Thème : Projet de 35 logements individuels en duplex durable dans la ville de Laghouat.

Présenté par : Bouzar Nesrine Mouna

Encadré par : Bencheikh Abderazak , Mokeddem Mahmoud

Résumé :

L'habitat est le souci éternel des êtres humains, néanmoins dès les derniers siècles l'intérêt des concepteurs se focalise surtout à protéger l'écosystème, par contre, le secteur de l'habitat est le plus consommateur de l'énergie aux conséquences de gaspillage et de l'inconscience.

On doit donc y faire faces et d'apporter des solutions à la double problématique de l'utilisation des ressources et de lutter contre la pollution.

La région de Laghouat est caractérisée par un climat aride, froid en hiver et chaud en été, qui nécessite certains systèmes passifs tels que l'Atrium, la tour à vent et la serre pour obtenir un confort intérieur satisfaisant.

L'objectif de ce travail est de réaliser un habitat individuel durable à Laghouat permettant de minimiser les besoins en énergie du bâtiment tout en favorisant des conditions de vie confortables à l'intérieur avec l'utilisation des énergies renouvelables afin de diminuer l'impact sur l'environnement immédiat.

Dans l'habitat les espaces de vie prennent une importance majeure pour les usagers, alors on doit soigner particulièrement la qualité et le débit d'air dans la cuisine et la salle à manger en utilisant le tour à vent et l'atrium, ainsi que le recours a intégré une serre avec le séjour tout en choisissant des matériaux écologiques afin d'offrir un confort thermique agréable.

Mots clés : habitat individuel, durable, confort, espace de vie, système passif, terrasse accessible



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية: التكنولوجيا

قسم: الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: هندسة معمارية وتعمير

الشعبة: هندسة معمارية

التخصص: هندسة معمارية وبيئة

عنوان المذكرة: مشروع 35 مسكن فردي ذو طابقين مستدام بمدينة الأغواط

تقديم الطالبة: بوزار نسرين منى

الأستاذ المؤطر: بن الشيخ عبد الرزاق، مقدم محمود

ملخص المذكرة:

السكن هو الاهتمام الأولي للبشرية، ولكن منذ بداية العصور الأخيرة صب المصممون اهتمامهم صوب المحافظة على البيئة، وعلى غرار هذا يبقى قطاع السكن الأكثر استهلاكاً للطاقة نتيجة التبذير واللاوعي.

لذلك يجب علينا مواجهة هذه المعضلة وإيجاد حلول لمشكلة استعمال الموارد الطبيعية والتلوث على حد سواء.

منطقة الأغواط تتميز بمناخ جاف ذو شتاء بارد وصيف حار مما يستلزم استعمال أنظمة طبيعية لتوفير الراحة داخل المنزل.

هدف هذا العمل هو تصميم سكن فردي مستدام بالأغواط، يسمح بتقليل استعمال الطاقة مع توفير شروط حياة مريحة داخله وهذا باستعمال الطاقات المتجددة لحماية البيئة المحيطة.

في السكن، ولأهمية غرف المعيشة الأخذ بعين الاعتبار لتدفق ونوعية الهواء في المطبخ والراحة الحرارية في غرفة الاستقبال يأتي بالدرجة الأولى، باستعمال برج هواء، الأذنين، والدفينة مع الاختيار الأنسب لمواد البناء الصديقة للبيئة.

الكلمات المفتاحية: المسكن الفردي، الديمومة، الراحة، فضاء معيشي، نظام طبيعي، سطحية يمكن

الوصول إليها



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : Technologie

DEPARTEMENT : of Architecture

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Career: Architecture and urbanism

Filière : Architecture

Option: Architecture and Environment

Theme: Draft 35 individual housing durable duplex in the city of Laghouat

Presented by: Bouzar Nesrine Mouna

Supervised by: Bencheikh Abderazak, Mokeddem Mahmoud

Résumé The settlement is the eternal desire of human beings, however, from the last centuries the interest of designers focus primarily to protect the ecosystem, against, the residency sector is the most energy consumer, consequences of waste and unconsciousness.

Therefore, we must make faces, provide solutions to the dual problem of the use of resources, and fight against pollution.

The Laghouat region is characterized by an arid climate, cold in winter and hot in summer, which requires some passive systems to achieve a satisfactory indoor comfort.

The objective of this work is to achieve sustainable individual homes in Laghouat to minimize the building's energy needs while fostering comfortable living conditions inside with the use of renewable energy in order to reduce the impact on the environment.

In dwelling, the living spaces are the major importance for users, so we must take particular care of quality and airflow in the kitchen and the dining room using the wind tower and atrium, as well as the resort is to build a greenhouse with living room while choosing friendly materials to provide a pleasant thermal comfort.

Keywords: individual house, durable, comfort, passif system, living room, terrace accessible

I.Introduction générale :

I.1 Introduction :

L'architecture est désignée comme étant l'art de concevoir des espaces et de construire des édifices. Ces espaces qui étaient autrefois interprétés comme un vide homogène et sans fin mais qui doivent être aujourd'hui reconsidéré d'une façon plus humaine et écologique, car l'architecture est avant tout au service de l'homme et c'est en effet à lui que revient la tâche de la développer et de l'intégrer selon ses besoins. De ce faite, il est apparu une autre sorte d'architecture c'est L'architecture durable qui est un mode de conception et de réalisation alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant.

Il existe de multiples facettes de cette architecture, dont certains s'intéressent plus à la santé de l'homme, et place le respect de la nature au centre de leurs préoccupations, et cela en choisissant des matériaux naturels et respectueux de la santé de l'homme, tout en lui offrant le meilleur cadre de vie. D'autres privilégient la technologie, et la gestion par leur choix adéquat de la disposition des pièces ou des méthodes d'apports énergétiques disponibles, en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au projet.

« L'architecture exprime un rapport raisonné de l'homme à son environnement » ¹

Aujourd'hui, la thématique de l'efficacité énergétique est au cœur du débat, notamment, dans le secteur du bâtiment, qui représente une assez importante consommation énergétique. Le sujet de cette étude est essentiellement autour de L'habitat individuel «durable» comme thématique, et dans la ville de Laghouat comme contexte, il doit à la fois, répondre aux besoins de ses habitants, réduire considérablement la consommation énergétique, et respecter au mieux l'environnement en construisant avec, et en prenant en compte le climat et la typologie architecturale de Laghouat.

¹ Norberg Schultz, « Génie du lieu », le moniteur, 1997.

² Daniel SIRET, Gabriel RODRIGUEZ, Évolution de la maison individuelle à travers le discours des petites annonces : une étude prospective, rapport final PUCA, 2006

I.2 Problématique :

En classant les édifices en matière du temps, et d'utilité on trouve que l'habitat est le plus important et le plus ancien de tous, et cela par le simple fait que l'homme primitif cherchait dans le premier ordre un abri du froid et du chaud.

L'habitat est un espace qui offre des conditions d'organisations et de peuplements du milieu où il vit. La maison quant à elle est un objet architectural complexe, elle est à la fois un facteur d'équilibre de sécurité et de stabilité essentiel pour la cellule familiale ; un moyen d'insertion et d'intégration à la société ; un indicateur de son niveau culturel et social, ainsi qu'un bien de consommation considéré comme un Investissement, « son développement est influencé par des valeurs culturelles, des innovations technologiques, des décisions politiques et les forces économiques » ²

De ce fait on entrevoit un impact réversible entre l'homme et sa maison, un point essentiel à ne pas négliger lors de la conception, car il reflète son identité, son chez soi, son foyer, son espace propre à travers lequel il peut se reconnaître et se reconstituer.

Alors Comment concevoir un habitat individuel qui s'adapte au besoin de ces occupants de par le confort formel et fonctionnel à la fois ?

Au fil du temps l'homme a essayé d'améliorer les conditions de vie dans sa maison en inventant plusieurs types d'habitat individuel tels que l'habitat bioclimatique, la maison passive, le bâtiment à énergie positive, le bâtiment à basse consommation ...etc., néanmoins cette amélioration n'est que le fruit de l'ensemble des solutions qui répondent aux problématiques dont l'homme se heurte quotidiennement.

« Le confort de l'habitat est aujourd'hui souvent lié à des préoccupations écologiques et énergétique ...afin de bâtir un avenir durable, toutes les solutions envisagées pour répondre à ces défis doivent se baser sur l'homme et ses besoins fondamentaux » ³

Cependant, des solutions généralisables ont été proposées pour assurer à la fois un développement respectueux de l'environnement et le bien-être de ses habitants à

³ Krebs Jan, concevoir l'habitat, Ed Birkhauser- éditions d'architecture, Bale, 2007, p71

travers le monde.

A l'échelle internationale les objectifs sont clairs, des multiples projets ont été réalisés grâce à des innovations technologiques ; ce qui a incité un soudain intérêt pour l'habitat dit «solaire » dans le monde avec des normes et des réglementations imposer dans tous les secteurs du développement et plus spécifiquement celui de l'habitat. Avec un but à atteindre qui est de se passer d'énergies extérieures et d'obtenir des bâtiments autonomes ou mieux encore des bâtiments qui produisent de l'énergie plus qu'elles n'en consomment, tout en garantissant tout confort possible pour ses occupants avec un respect total de l'environnement et la réduction de l'émission de gaz à effet de serre.

Malencontreusement à l'échelle locale, l'anomalie se sent très vite, chez nous c'est plutôt le système de standardisation de la conception qui régné, la spécificité de chaque région est négligé et la performance d'un bâtiment est quasi inexistante, et cela pour différentes raisons politiques, culturelles et même sociales, car on n'arrive pas encore à percevoir le besoin éminent de changer notre façon de construire et l'impact néfaste qu'on fait subir à notre planète en conséquent. La négligence totale de la question durable sous toute ces formes et dans toute nos pratique et surtout celle en relation avec notre façon de concevoir et de construire nos maisons, nous a conduit à une réalité tragique qui délaisse a son passage tout texte juridique référant à l'habitat durable, et de même concernant la crise économique qu'on traverse en ce moment. Alors cette fâcheuse situation va-elle changer enfin notre vision et notre perception de l'habitat durable ?

La ville de Laghouat se caractérise par son histoire et son urbanisme qui s'est forgé à travers le temps ainsi que sa situation stratégique, son climat et sa diversité typologique en matière d'architecture et d'urbanisme ce qui engendre des multiples potentialités de la ville. **Alors Comment bénéficier du mieux qu'on peut des potentialité du site et trouver des solutions aux contraintes ? Et Comment conserver et exploiter au mieux la richesse existante dans le site ?**

Aujourd'hui l'importance vitale pour l'humanité est la préservation de l'environnement, ça nécessite une révision globale des règles relatives à sa protection. Protéger ce dernier, c'est préserver la survie et l'avenir de l'humanité. En effet, l'environnement est notre source de nourriture et d'eau potable. L'air est notre source

d'oxygène. Le climat permet notre survie. Et la biodiversité est un réservoir potentiel de médicaments. C'est alors avant tout une question de survie et elle nous concerne tous autant que nous sommes avec un rôle à jouer pour chacun d'entre nous.

Autant qu'architecte le nôtre est de considérer l'environnement comme étant l'élément essentiel dans nos conceptions car une architecture durable est une architecture saine avant tout et peut s'avérer bénéfique sur plusieurs plans.

Alors Comment peut-on minimiser l'impact de nos constructions sur l'environnement tout en assurant le confort des occupants à l'intérieure et leurs donner les meilleurs conditions de vie ?

Objectifs :

01-découvrir les fondements, les concepts, et les principes afin de concevoir en harmonie avec l'environnement et pour apprendre à mieux gérer les interactions entre différentes composantes du projet de plusieurs angles (fonctionnels, environnementaux et sociaux) pour parvenir à une forme architecturale optimal.

02-définir les besoins des utilisateurs et les moyens en disposition pour l'amélioration globale de la qualité de l'habitat individuelle dans la région de Laghouat.

03- La proposition d'un habitat durable adapté au contexte de la région de Laghouat, qui sera édifier en symbiose avec l'environnement, ayant recours à des techniques constructives respectueuse de ce dernier, un habitat qui va puiser dans les potentialités locales, tant humaine, climatique et environnementale.

04- améliorer le confort thermique, respiratoire,..., à l'intérieure ainsi qu'à l'extérieure à travers la valorisation des potentialités locales (végétale).

La méthodologie :

Dans le but de gérer de manière efficace la problématique, et d'atteindre les objectifs fixés et cités ci-dessus, une méthodologie de travail est nécessaire, cette dernière se composant de deux parties, dont la première est théorique et la seconde est pratique.

La première partie se constitue de trois chapitres :

01-le chapitre thématique : qui traitera le thème de l'habitat individuel particulièrement avec une analyses des exemples afin de cerner au mieux le sujet et se familiarisé avec les espaces.

02-le chapitre contextuel : suite à une analyse du site, on déterminera les potentialités et les éléments architecturaux et architectoniques à prendre en considération pour une meilleure intégration.

03-le chapitre environnemental : des définitions des termes en relation avec l'environnement, l'explication des normes à respecter pour chaque confort et leurs utilisations, c'est le contenu de ce chapitre.

La deuxième partie quant à elle se portera sur les trois chapitres suivants :

01-le chapitre programmatique : pour être construit dans les normes un espace a des règles concernant son dimensionnement ainsi que sa qualité, c'est donc dans ce chapitre que ces règles et ces consignes quantitatives comme qualitatives seront mentionnées.

02-Le chapitre architecturale : c'est le fruit des chapitres précédents, une combinaison entre acquis sur le thème, la potentialité du site, ainsi que l'empreinte environnemental, un projet est née pas à pas d'une genèse de projet vers un produit final.

03-le chapitre prédiction et simulation : ou une simulation est faite sur un paramètre précis tel que les matériaux et la serre, qui influent sur le confort thermique, ou la tour à vent et l'atrium sur le confort respiratoire en choisissant sur un espace de notre conception dans le but d'établir un bilan sur cette influence et déterminer certaine normes à respecter, et enfin donner quelques recommandations.

01-Introduction :

« Quelle que soit l'époque de sa construction, dès les premiers établissements humains jusqu'au temps modernes, l'habitat répond à une triple nécessité, créer un abri..., assurer un cadre au système sociale et mettre de l'ordre à partir d'un point matériel, dans l'univers environnant »¹

On va entamer ce premier chapitre qui est l'étude thématique par des définitions de quelques concepts concernant le thème, et d'analyser après des exemples divers d'habitats individuels, afin de s'inspirer et de tirer parti des principes utilisés.

02- Définitions des concepts :

2-a.Définition de l'habitat : Partie de l'environnement définie par un ensemble de facteurs physiques, et dans laquelle vivent un individu, une population ou une espèce.²

2-b.Définition de l'habitat humain : C'est le mode d'occupation de l'espace par l'homme à des fins de logement. Celui-ci peut prendre la forme de différentes architectures selon la nature de l'environnement.³

2-c.Un duplex : C'est un logement unique, constitué de deux niveaux réunis par un escalier intérieur. Le terme triplex désigne un même type de logement, mais réparti sur trois niveaux.⁴

2-d.Définition de l'habitation durable : L'Habitation durable consomme moins d'énergie permettant ainsi des économies substantielles en chauffage et en électricité. Pour maximiser l'efficacité énergétique et selon la consommation d'énergie l'habitat durable se répartit en 3 catégories.⁵

2-e .1.Définition de Bâtiment Basse Consommation (BBC) : L'habitat ne doit pas consommer plus de 30 kWh/m² / an en moyenne, avec une pondération selon la zone climatique et l'altitude de son implantation. En utilisant les énergies renouvelables en plus de posséder une isolation poussée et un certain niveau de perméabilité à l'air extérieur afin de limiter les déperditions thermiques.⁵

2-f.2.Définition de maison passive : La construction passive voit son isolation, son étanchéité à l'air et ses systèmes d'énergie primaire plus aboutis afin que sa consommation soit inférieure à 15 kWh / m² / an, voire totalement nulle.⁵

2-g.3.Définition de Bâtiment à énergie positive (BEPOS) : La construction étudiée pour répondre aux critères de la maison passive est en outre équipée de systèmes de production d'énergie utilisant les énergies renouvelables afin que la construction produise davantage d'énergie qu'elle n'en consomme.⁵

1 Messoudi Karima, l'habitat et l'habiter en territoire rural, thèse de doctorat, aménagement du territoire.

2 <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/habitat/38777> (visité octobre 2015)

3 Harkat Khadija, L'habitat urbain collectif et forme(s) urbaine(s) en Algérie, mémoire de magister, université Badji Mokhtar- Annaba, p12

4 <http://blog.logic-immo.com/2012/02/en-coulisse/definition1-f1-studette-duplex-souplex/> (visité octobre 2015)

5 <http://economie-d-energie.ooreka.fr/astuce/voir/374986/habitat-ecologique> (visité octobre 2015)

03- L'historique de l'habitat : L'histoire de l'habitat commence au temps que l'homme essayé d'exploiter l'environnement et construire un abri pour se protéger des influences et des dangers extérieur de l'habitat primitif jusqu'au promotionnel l'habitat a passé par :

a- l'habitat primitif « les grottes et les huttes » : Les hommes étaient nomades, Il habiter des huttes faites de branchages, ossements et peaux.

b- l'habitat antique : construite par des matériaux disponible à proximité (paille, torchis, bois...), « l'habitat gaulois » composé de 2 pièces et un grenier, Ensuite les maisons deviennent carrées et sont disposées les unes contre les autres pour former des rues. C'est la naissance des villes « gallo-romaine ».

c- l'habitat médiévale : c'est la naissance des premières formes de château et les forteresses, qui joue le rôle de défense du territoire et qui symbolisé le pouvoir, construit en pierre.

d- l'habitat moderne : L'architecture Renaissance venue d'Italie se propage en Europe. Avec leurs proportions harmonieuses. Les façades sont symétriques et pourvues de fenêtres en verre.⁶

Peu à peu l'habitat s'étant à se développer de par sa forme, les matériaux qui la construit, et adopter des principes ; A partir des années 60 l'habitat durable est apparu en respectant l'environnement jusqu'à aujourd'hui ⁷

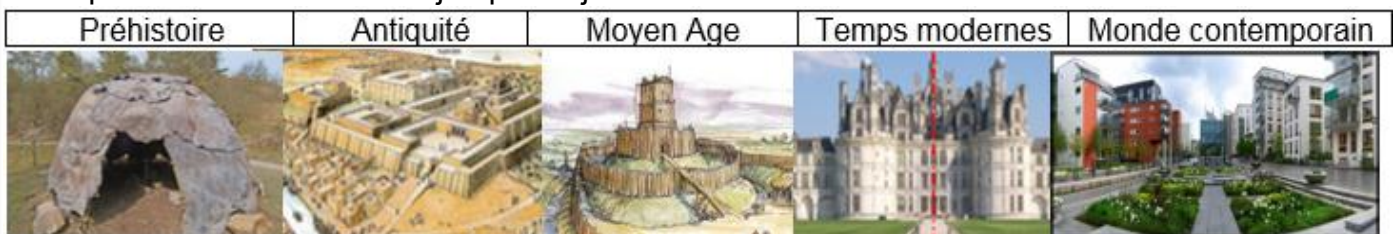


Figure I.1 : l'évolution de l'habitat / Source : www.hominides.com

04- Rôle et importance de l'habitat :

4-a .La Protection : La maison est un lieu pour se protéger des forces de la nature au présent et conjurer les risques futurs. C'est pour ça on l'appelle un abri.⁸

4-b.Social, culturel et familiale : La maison est aussi une représentation d'une culture de groupe c'est la reproduction d'un modèle dont elle exprime les injonctions essentielles dans sa forme, son plan, son décor et son utilisation. Elle est constituée de marqueurs d'identité. Elle symbolise la vie sociale et l'unité familiale. Elle est aussi un objet d'usage et un bien de consommation⁹

⁶ <http://www.assistancescolaire.com/enseignant/elementaire/ressources/base-documentaire-en-histoire/l-evolution-de-l-habitat-au-fil-du-temps-fde10tp15i01> (visité novembre 2015)

⁷ <http://www.hominides.com/html/dossiers/habitat-habitation-prehistoire-paleolithique.php>

⁸ GUIRAUD, Pierre. Le Langage du corps. Paris : P.U.F., « Que Sais-je », n° 1850, 1980, p 127 /128

⁹ Short, John Rennie, Fore Word. Dans : Cieraad, I. (Ed.) At Home. An Anthropology of Domestic Space. USA, Syracuse University Press : 1999, p.10, 11

4-c.Fonctionnel : La maison répond aux besoins fonctionnels de l'homme tels que dormir, se nourrir, se chauffer, se laver, s'éclairer et même se reposer ⁷

05- Types de l'habitat : on peut diviser l'habitat selon la fonction en :

1-Habitat collectif : L'habitat collectif regroupe plusieurs habitats individuels. (De 115 à 345 ha/Hectare) (Moins de 7 ha/Hectare) ⁹

2-Habitat semi-collectif : Cet habitat est un groupement d'habitations qui a des caractéristiques de l'habitat individuel. (De 90/180 ha/Hectare) ⁹

3-Habitat individuel : L'habitat individuel est un habitat pour une seule famille ayant une pièce principale. Ce dernier se divise à son tour selon la disposition en :

- ❖ Les Maisons Isolées (moins de 15 ha/Hectare)
- ❖ Les Maisons Jumelées (moins de 20 ha/Hectare)
- ❖ Les Maisons En Bande (de 35 à 140 ha /Hectare) ¹⁰

Les composantes principales de l'habitat :

L'espace habitable : c'est l'espace bâti il comporte le volume abritant les espaces.

L'espace non-habitable : c'est l'espace non-bâti constitué de jardin, d'aire de jeux ou parking.

06-Hiérarchisation des espaces dans l'habitat : Dans n'importe quel type d'habitat on transite entre l'espace public, semi-public, semi privé et enfin privé.

01- L'Espace public : représente l'ensemble des espaces de passage et de rassemblement qui sont à l'usage de tous, soit qu'ils n'appartiennent à personne soit qu'ils relèvent du domaine public.

02-l'Espace semi-public : réservé principalement aux occupants des propriétés voisines de l'espace, tout en restant accessible à l'autrui comme par exemple la cour ou le parking d'une cité.

03-l'Espace semi- privé : ces espaces font partis de l'habitat, mais ne font pas partie de la propriété privé exemple d'une cage d'escalier d'un immeuble.

04-l'Espace privé : propriété privée d'un individu un appartement par exemple. ¹¹



Figure I.2 : la hiérarchisation des espaces_source : auteur

07. Analyse des exemples : pour mieux comprendre un projet d'habitat individuel et découvrir les principes de conception on a sélectionné les exemples suivants à analyser :

07.1- Exemple 01 : la maison RESPEKT (France) :

A-choix du projet : Lauréate du concours national initié par ROCKWOOL fabricant de laine de roche, pour une maison individuelle respectueuse de son Environnement et performante énergétiquement et économique à la fois « LA MAISON RESPEKT » a aussi reçu la médaille d'or des maisons innovantes décernée par l'organisme des maisons individuelle en France.¹²



Figure I.3 : Vue extérieure sur la maison RESPEKT. source : <http://www.maison-respekt.fr/>

B-Fiche technique :

La maison Respect est conçue en 2008 par l'architecte Jacques Patingre et Franck Azamberti et réceptionnée en 2009 (un chantier qui a duré 6 mois) en Provence à Pelissanne.¹³

Caractéristiques	Basse consommation énergétique, et A énergie positive
Surface habitable	149 m2 (sur 2 niveaux)
Totale annexes (garage + cellier)	55,70 m2
Prix de la maison	270.000 €
Les données climatiques	Climat tempéré (TEM été 36°C/hiver -5°C) Latitude : 43.63 Nord ; Longitude : 5.15 Est ; altitude : 778 m.

Tableau I.01 : fiche technique de RESPECT
source : <http://www.maison-respekt.fr/>

D- Situation de la maison :

La maison est située dans un milieu urbain, Le site qui accueille la villa Respect est un site classé et entourée par des maisons par le sud et l'ouest.



Figure I.4 : Vue satellite de la situation de la maison RESPECT. source : Google Earth

¹² Le magazine MAISONS & DECORS d'août-septembre 2009, page 34

¹³ www.archicontemporaine.org

E- plan de masse :

• L'Accès :

Le projet possède un seul accès dans la partie sud-ouest qui mène directement vers le garage.

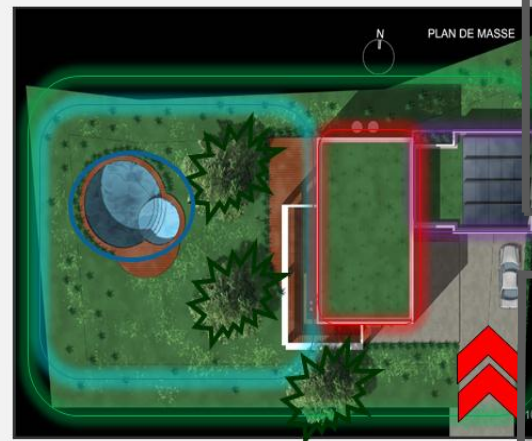


Figure I.5 : Plan de masse
source : www.maison-respekt.fr/

E- l'occupation :

La bâtisse est implantée dans l'extrémité EST du terrain pour dégager un espace de vie, elle a une forme rectangulaire en monobloc.



Figure I.6 : L'implantation sur la parcelle
source : www.maison-respekt.fr/

F- l'orientation :

La maison est orientée selon l'axe Nord-Sud, afin d'optimiser les apports solaire,¹⁴

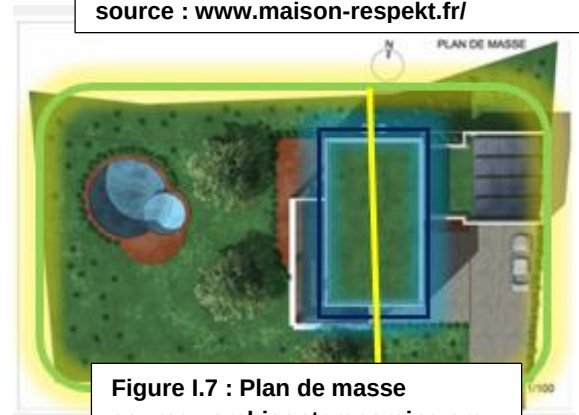


Figure I.7 : Plan de masse
source : archicontemporaine.org,

G- composition volumétrique :

L'idée a été de concevoir une architecture simple, soit un parallélépipède pour minimiser les déperditions thermiques. La maison se compose de 3 volumes un volume habitable répartie sur 2 niveaux (c'est le volume principal), un cellier et un garage pouvant abriter aisément 2 véhicules ; Et un volume extérieure composé d'une terrasse dominant le jardin et bénéficiant d'une double exposition sud et ouest, de cette terrasse s'élève un double portique en béton sur lequel sont disposés de larges brises soleils également en bois, ces derniers placées à la hauteur du 2ème niveau¹⁵

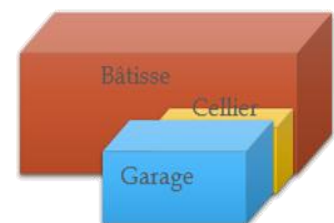


Figure I.8 : Composition volumétrique
source : auteur

¹⁴ Le mensuel FAIRE CONSTRUIRE SA MAISON, mars 2010, page 10.
¹⁵ Le magazine GUIDE DE L'ACHETEUR, printemps 2010.

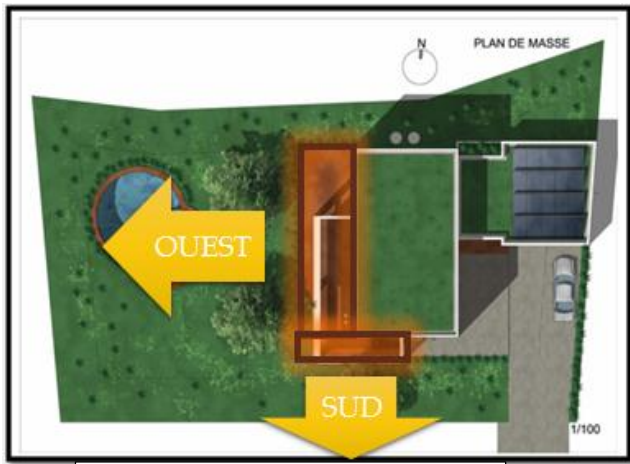


Figure I.9 : Plan de masse
source : archicontemporaine.org,



Figure I.10 : Perspective sur la terrasse
source : <http://www.atrium-construction.com>

H- Gabarit : le projet est en duplex

I- Les façades :



Figure I.11 : façade Nord de la maison
source : archicontemporaine.org,



Figure I.12 : façade ouest de la maison
source : archicontemporaine.org,



Figure I.13 : façade Sud de la maison
source : archicontemporaine.org,



Figure I.14 : façade est de la maison
source : archicontemporaine.org,

- des Baie vitrés orienté Sud et Ouest au séjour pour optimiser les apports solaires dotées de brises soleils pour contrôler les rayons fort en été et profiter de leur chaleur en hiver
- la transplantation d'arbres caduque pour assurer l'ombrage en été et laisser pénétrer les rayons solaire en hiver
- Larges ouvertures pour les chambres pour permettre au soleil de pénétrer avec des volets électriquement contrôlables¹⁶

¹⁶ http://www.villasconcept.com/villas_respekt_7.html

J- l'organisation des espaces intérieurs :

La maison est divisée en 3 parties le garage (espace bruyant et froid), le cellier (espace intermédiaire, tampon), et l'espace habitable composé de RDC (espace jour) et l'étage (espace nuit). A l'intérieur, le Rez-de chaussée est décroisonné : cuisine à l'américaine, coin séjour/ repas et coin feu donnant sur le jardin, la suite parentale adjacente orientée ouest accueille un dressing et une salle de bain, un escalier métallique circulaire mène à l'étage qui est réserve au 3 chambres orientées sud, Est et ouest. Une mention particulière pour celle orientée sud en arc de cercle, une grande baie vitrée offre à cette pièce une luminosité exceptionnelle et une vue sur les collines environnantes, en plus de la salle de bain et au bureau orienté Est. ¹⁷

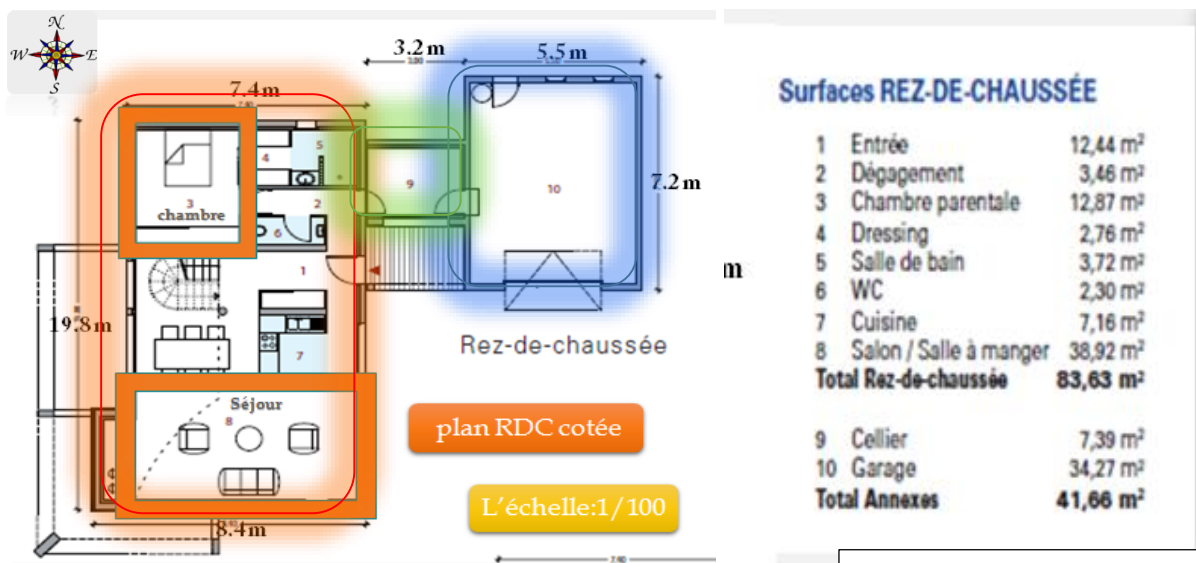


Figure I.15 : Plan de RDC.
Source : www.villasconcept.com/

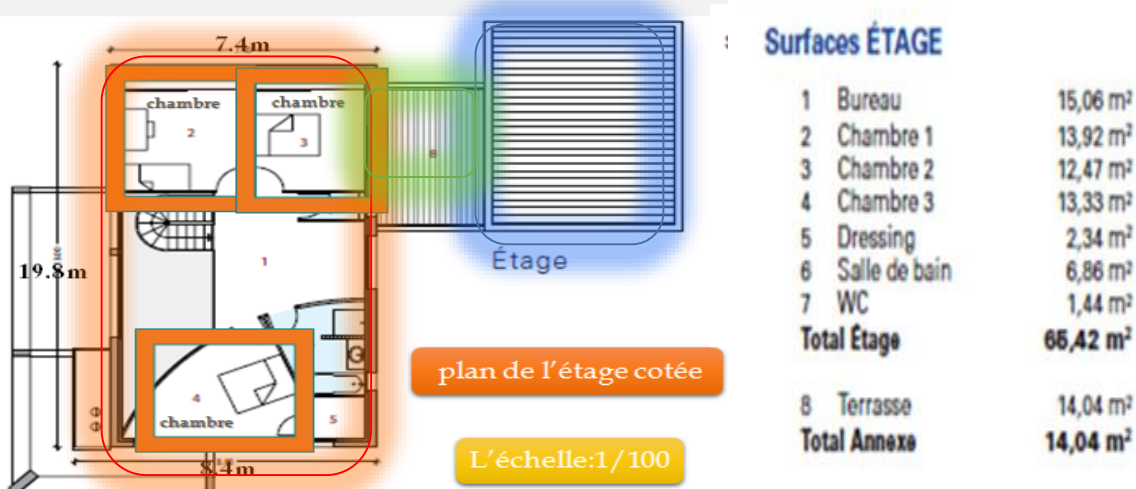


Figure I.16 : Plan de l'étage.
Source : www.villasconcept.com/

- **La pièce à vivre :**

Elle est divisée en 3 : cuisine, salon, et salle à manger sur une surface de 38 m², mais procure une sensation d'espace avec le jeu de double hauteur et les baies vitrées

- **Sur les murs :**

Une peinture 100% naturelle, à base d'huile de tournesol, elle est biodégradable et l'emballage est recyclable.

- **La chambre d'enfant :**

Au 1^{er} étage, 3 chambres (espace nuit, calme) orientation EST sauf pour une Ouest avec brise soleil et l'un des murs de cette chambre est un quart de cercle

- **La chambre parentale :**

Au RDC, la suite parentale est dotée de SDB et d'un dressing.

- **L'espace repos :**

Ce dégagement face à l'escalier au 1^{er} étage a d'abord été pensé pour servir de coin de bureau ils ont choisi d'en faire un espace relax avec une chaise longue de repos.

- **La salle de bain :**

Confort et sobriété, avec un revêtement en petits carreaux, pour limiter la consommation d'eau, l'option d'un robinet à système air/eau a été retenue, de l'air enrichi l'eau, donnant la sensation de grand débit alors qu'il est limité à 6 litres par min au lieu de 12.

La perspective :



Figure I.19 : Vues perceptives. Source : www.maison-respekt.fr/



Figure I.17 : Vue intérieure sur le séjour. Source : <http://www.maison-respekt.fr/>



Figure I.18 : Vue intérieure sur la SDB source : <http://www.maison-respekt.fr/>

K- l'analyse technique :

La maison RESPEKT s'inscrit dans le concept bioclimatique à haute performance énergétique elle est à base consommation énergétique (30KW/m²/an) en plus de 0 émission de gaz à effet de serre.

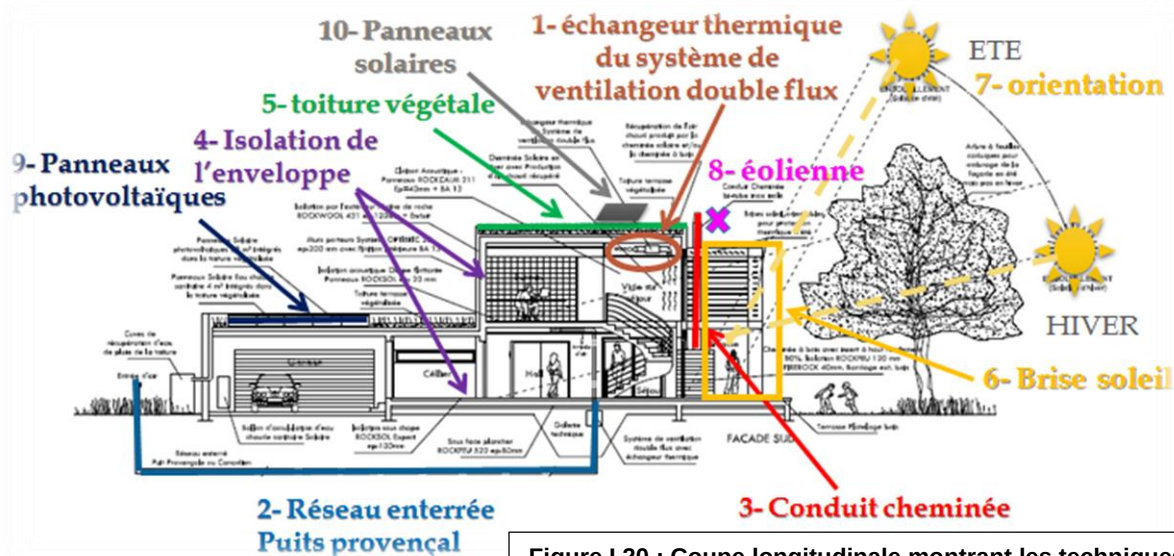


Figure I.20 : Coupe longitudinale montrant les techniques utilisées.
Source : d'après le magazine VIVA-DECO-hors-série octobre 2009

- 1- VMC (double flux) : réchauffe l'air entrant l'hiver, et laisse entrer directement l'air frais la nuit d'été.
- 2- Un puits provençal : qui remplace la climatisation il permet de régularisé la température et la garder entre 18 °et 20° (rafraichir l'été et réchauffer l'hiver).
- 3- Une cheminée a insert : utilisant le bois prévu en cas d'hiver très froid
- 4- L'isolation de l'enveloppe : elle est faite par l'extérieure, les matériaux isolants utilisés permet d'éviter les déperditions thermiques.
- 5- Une toiture terrasse végétalisée : pour une isolation thermique et acoustique, et elle filtre l'eau de pluie qui est récupérée pour l'arrosage et les chasses d'eau.
- 6- L'orientation de la maison : et l'emplacement des espaces de vie dans l'axe du soleil pour profiter des rayonnements et de la chaleur.
- 7- Des brises soleils : horizontaux du côté sud et ouest pour briser les rayons fort l'été quand le soleil est plus haut. et les laisser entrer en hiver quand le soleil est plus bas.¹⁸
- 8-9-10- la production de l'électricité (eau chaude) : Une éolienne est mise en place et des panneaux photovoltaïques de 28m² sont placés sur le toit du garage orientés EST pour capter les rayons solaires en plus de Deux panneaux solaires qui sont placés dans la toiture végétalisée pour chauffer l'eau.¹⁹

18 Le magazine du CONFORT THERMIQUE n°08/ Novembre 2009, page 35-38.

19 http://www.villasconcept.com/villas_respekt_7.html

07.2- Exemple 02 : Maison passive**Park(USA) :****A. Le choix de l'exemple :**

- ✓ Park est un bel exemple de réhabilitation énergétique
- ✓ Un projet Récent
- ✓ Le premier dans sa région



Figure I.21 : Vue d'extérieure sur La maison de Park.
Source : fr.pinterest.com

B. Fiche technique :

Nom	Maison de Park
Localisation	Madison Park, Seattle, USA
Architecte	Cabinet NK
Année de réalisation	2013
Surface habitable	251 m ²
Surface de terrain	185 m ²
Nombre des étages	3 étages

Tableau I.02 : fiche technique de PARK
Source : fr.pinterest.com

C. La situation :

Elle est Située à Seattle, dans l'état de Washington dans un milieu urbain



Figure I.22 : Situation de la maison.
Source : www.maison-passive-france.fr

D. Plan de masse et accessibilité :

Un terrain de 185m² avec une maison ancienne sont le point de départ du projet ; l'orientation Nord de la maison a été un défi de plus dans la conception de cette maison.

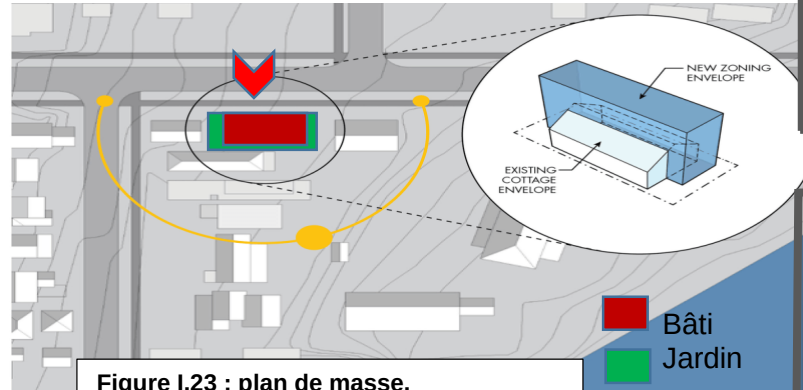


Figure I.23 : plan de masse.

Source : www.maison-passive-france.fr**E. Volume et façades**

L'ancienne maison a été intégrée dans le nouveau volume, créant ainsi une distribution verticale avec de beaux volumes issus de l'orientation au Nord de la façade principale.²⁰

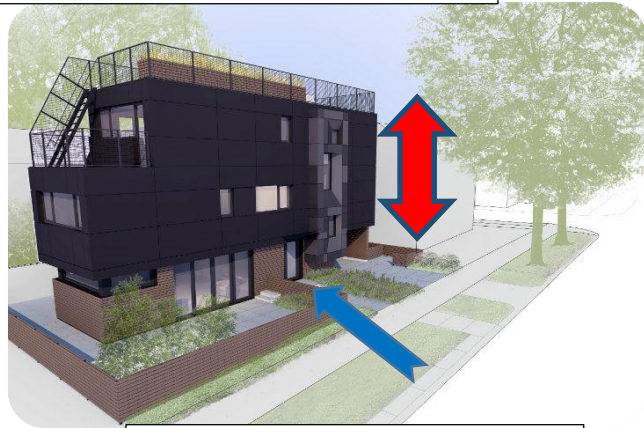


Figure I.24 : le volume de la maison.

Source : <http://www.archiexpo.fr/>

Les grandes baies vitrées et des ouvertures dans la façade nord facilitent l'apport de chaleur et de la lumière.



Figure I.25 Façade principale (Nord)

Source : fr.pinterest.com**F. les plans**

On remarque La hiérarchisation verticale en matière de l'intimité, plus on monte plus on trouve les espaces les plus intimes.

²⁰ <http://www.maison-passive-france.fr/2015/02/25/park-passive-house-une-maison-passive/>

RDC : nous retrouvons les principales pièces à vivre : salon, cuisine, salle à manger ainsi qu'un espace technique, avec une corrélation entre espace servi et espace servant.

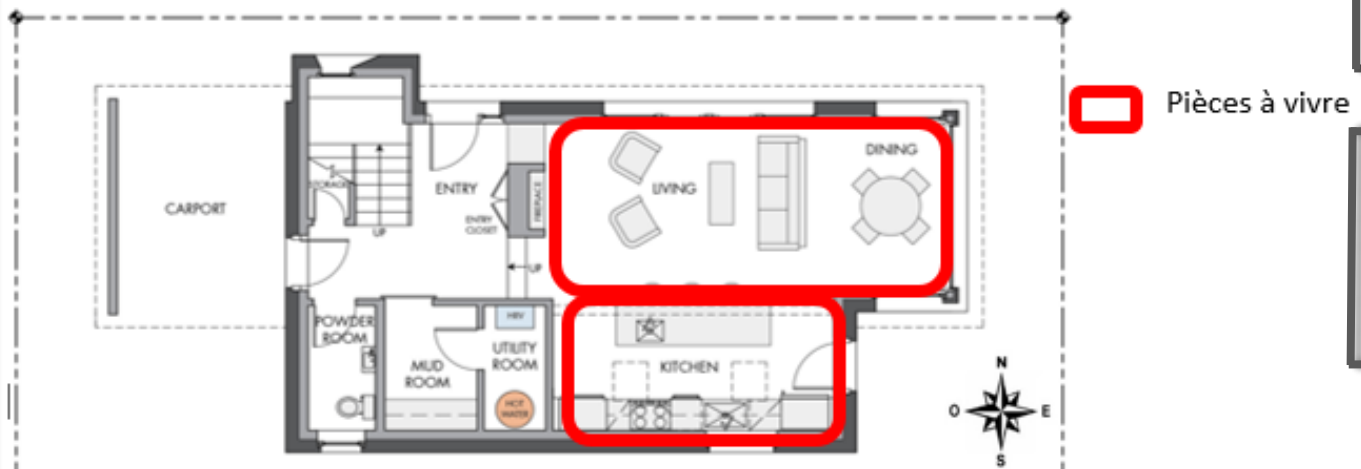


Figure I.26 Plan de RDC.
Source : fr.pinterest.com

1er étage : nous y trouvons trois chambres dont deux pour les enfants, une salle de bain et l'aire de jeux un étage pour espaces calmes

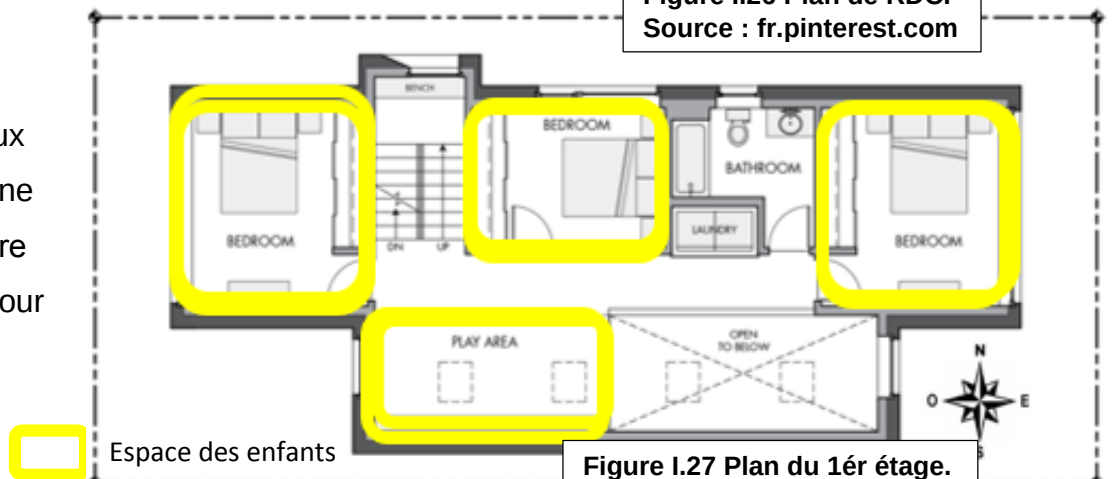


Figure I.27 Plan du 1er étage.
Source : fr.pinterest.com

2ème étage : nous y trouvons une grande chambre parentale avec salle de bain, un accès à la terrasse abritant des bacs à fleurs qui participe au rafraîchissement, ainsi qu'un salon familial privatif.

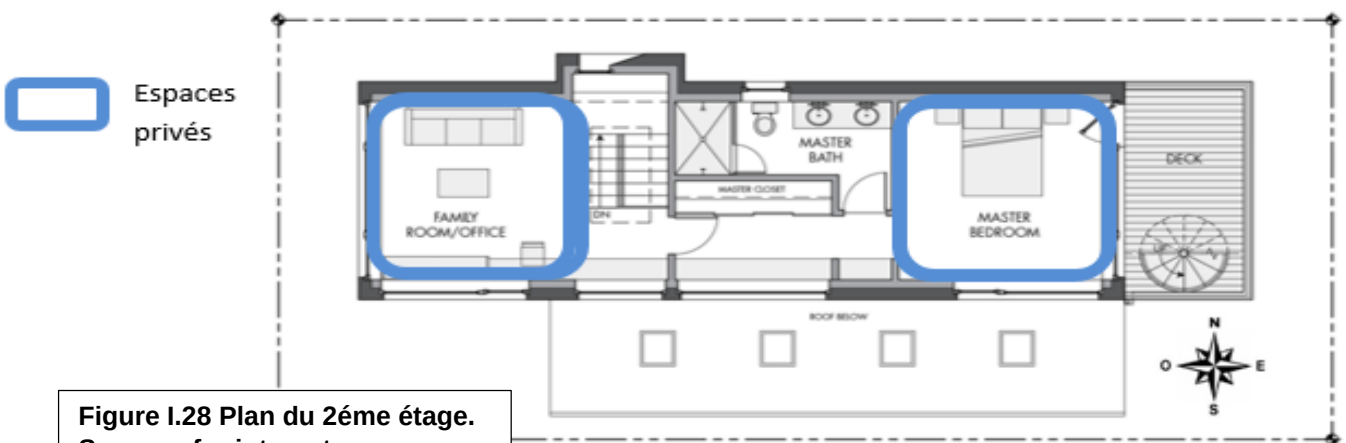


Figure I.28 Plan du 2ème étage.
Source : fr.pinterest.com



Photo de la cuisine



Photo du séjour

Figure I.29 photos sur l'intérieur.
Source : maison-passive-france.fr/

Photo de l'espace de jeux

G. Les techniques et les principes

Aucun des différents points clés pour atteindre la norme Passivhaus n'a été laissée au hasard. L'étude de ponts thermiques ainsi que l'étanchéité à l'air et le système de ventilation double flux ont ainsi été soigneusement étudiés par l'équipe conceptrice du projet.

Un isolant de 40 cm d'épaisseur a été rajouté sur l'ensemble de la nouvelle enveloppe et 50 cm d'isolant dans le toit rendant l'isolation de cette maison très performante. En outre, des fenêtres mixtes alu/bois à triple vitrage ont été installées.²¹

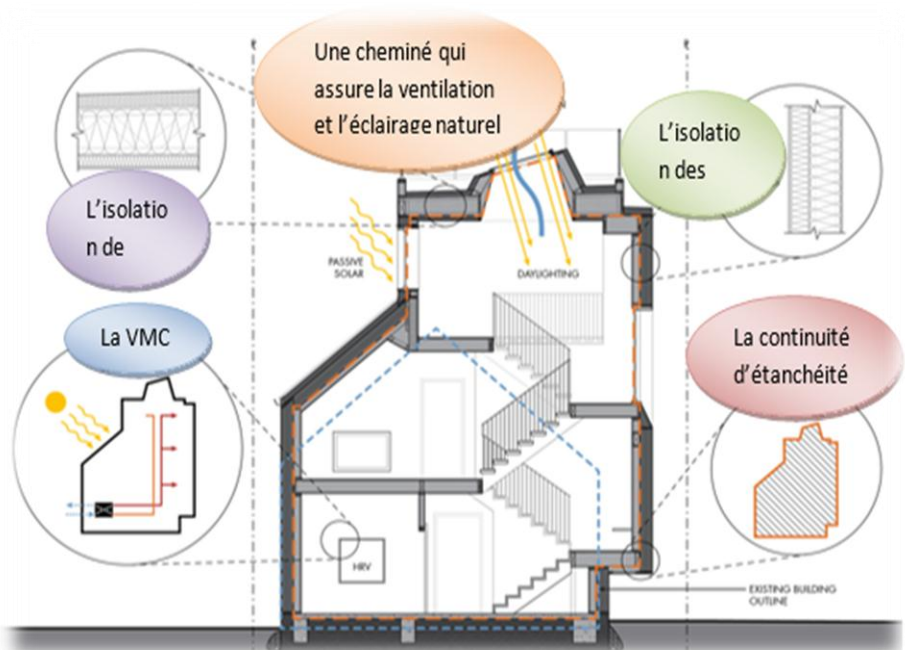


Figure I.30 : les techniques utilisées.
Source : <http://www.maison-passive-france.fr/>

²¹ <http://www.maison-passive-france.fr/2015/02/25/park-passive-house-une-maison-passive/>

07.3- L'exemple 03 : maison de Soleta zeroenergy (Roumanie)

A. Choix de l'exemple :

Cet exemple de maison Soleta zeroenergy est un exemple récent et une nouvelle gamme de maison individuelle écologique en Roumanie



Figure I.31 vue extérieure de la maison.
Source : mmondialisation.org

B. La situation

La maison se situe dans un milieu rural

C. Les plans

La Soleta zeroenergy est, malgré sa taille, très confortable. L'espace y est bien agencé, Les escaliers, constitués de marches géantes, sont pourvus d'armoires de stockage.

Chaque aspect semble avoir été étudié pour rendre utiles les espaces.²²



Figure I.32 Situation de la maison.
Source : Google map.

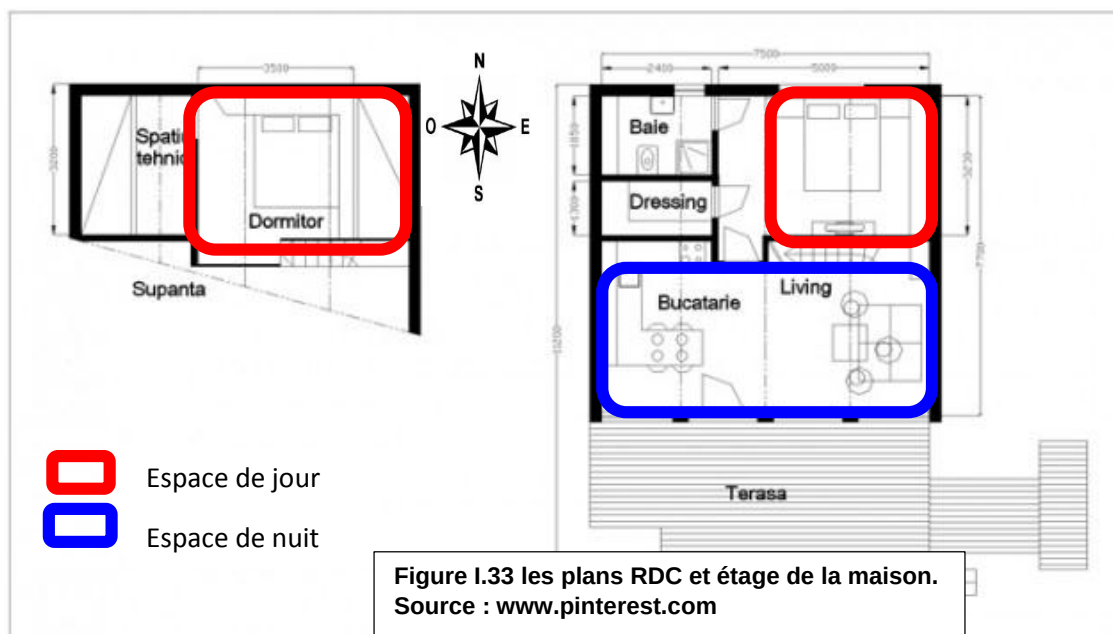


Figure I.33 les plans RDC et étage de la maison.
Source : www.pinterest.com

²² <http://smallhousebliss.com/2013/08/08/the-soleta-zeroenergy-one/>

D. Les façades

Des baies vitrées dans la façade SUD

Ainsi qu'une large ouverture dans la façade EST pour optimiser l'apport solaire

De petites ouvertures dans la façade NORD²³

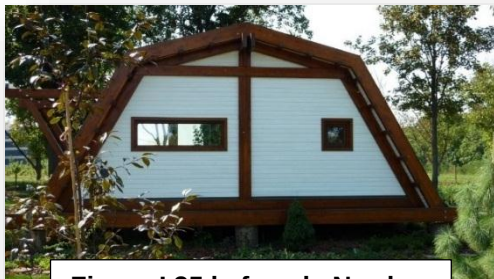


Figure I.35 la façade Nord.
Source : www.pinterest.com

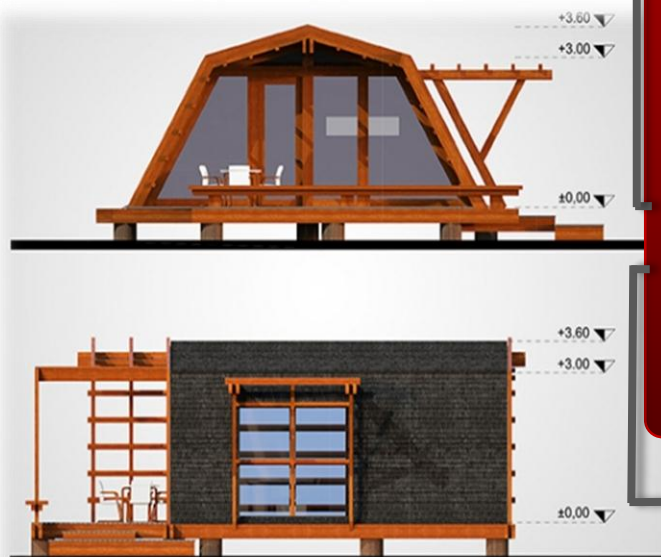


Figure I.34 les Façades Sud (haut) et Est(bas).
Source : www.pinterest.com

E. Le Volume

La maison à une forme simple, avec un volume qui ressemble à une tente ou à une grotte, cette forme s'intègre parfaitement avec le milieu naturel qui l'entoure.²⁴

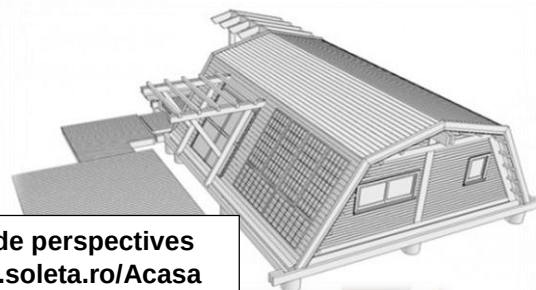
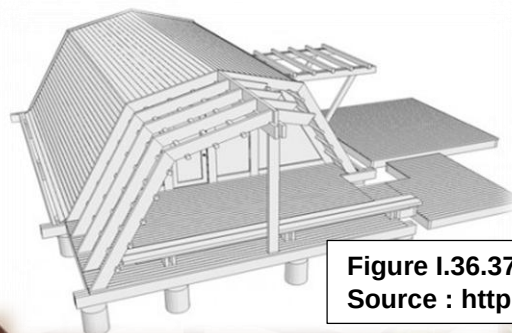


Figure I.36.37 vues de perspectives
Source : <http://www.soleta.ro/Acasa>



Figure I.38.39 vues de l'intérieur.
Source : <http://maison.architecteo.com/>

²³ <http://www.toutvert.fr/soleta-zeroenergy-maison-ecolo/>

²⁴ <http://www.soleta.ro/Acasa>

F.Principes et techniques :

1- cette maison passive a une structure en bois lamellé collé avec isolation en ouate de cellulose : Elle fait partie de l'un des meilleurs isolants écologiques. Elle est fabriquée à partir de journaux recyclés. Le papier est moulu puis mélangé à du sel de bore. Cet ajout permet de rendre la cellulose résistante aux insectes et aux moisissures. La ouate de cellulose a l'apparence d'une mousse ; on l'utilise sous les charpentes, sur les cloisons et les plafonds. Elle permet une très bonne isolation acoustique des pièces.²⁵

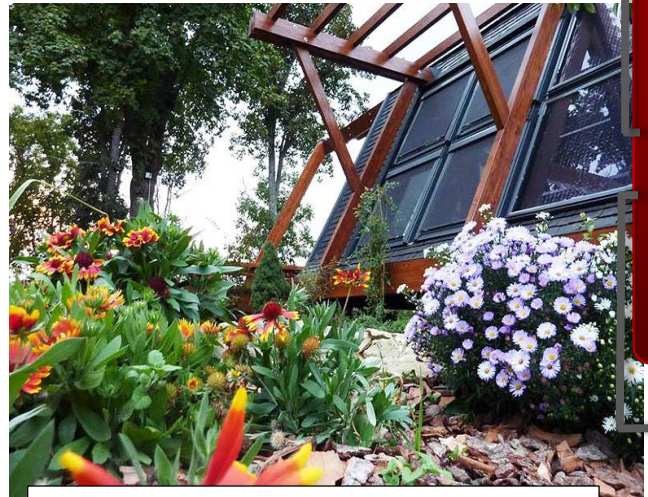


Figure I.40 les panneaux photovoltaïques.
Source : <http://maison.architecteo.com/>

2- elle utilise l'énergie solaire : panneaux photovoltaïque de la façade Est pour capter la chaleur solaire et la transformer en énergie électrique

3-l'éolien : placé dans la façade Nord pour profiter des vents froids dominants (pour une réduction de 45% de sa consommation énergétique

4- la récupération d'eau de pluie : pour l'utiliser dans l'arrosage

5- La construction de cette maison est en mode domotique : pour contrôler l'ensemble de ces éléments depuis un terminal : des smart phones ou autres devises.



Figure I.41 le contrôle par télécommande.
Source : echno.pev.chez.com

6- la ventilation naturelle : quand il fait chaud, des ventilateurs-récupérateurs extraient la chaleur de l'air évacué.

8- lampe à diode électroluminescente : Ce sont des lampes qui ont une faible consommation électrique due à un bon rendement lumineux, et une durée de vie longue.

9-la géothermie : Puiser l'énergie (sous forme de chaleur / ou de fraîcheur) contenue dans la terre pour la restituer dans le logement.

²⁵ <https://mrmondialisation.org/soleta-est-roumaine-ecolo-et-ne-manque-pas-de-charme/>

08. L'architecture de « HASSAN FATHY » (L'Egypte) :

L'architecte égyptien Hassan Fathy (1900-1989) a inventé l'architecture durable ou écologique au milieu du 20ème siècle, en s'appuyant sur les techniques égyptiennes traditionnelles de construction en terre. L'un de ses principes est LE MALCAF c'est un Principe de climatisation traditionnelle des maisons du Caire.²⁶

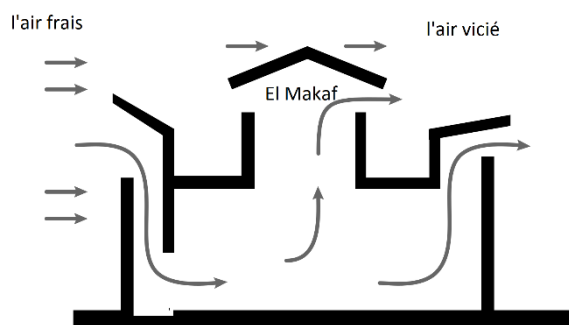


Figure I.42 le système de Malkaf.
Source : www.pinterest.com

Le Fonctionnement du capteur à air « Malkaf »

Le capteur d'air se compose d'une gaine de ventilation en forme de cheminée avec une large ouverture placée très haut face au vent dominant. Il capte le vent en hauteur, A l'intérieur un plateau métallique incliné rempli de charbon de bois est disposé pour qu'on puisse l'humidifier à l'aide d'un robinet ; l'air est refroidi avant de pénétrer dans la pièce.

- l'utilisation de cette installation amena une baisse de température de 10°.

09. Construire une maison en sacs de terre :

Le concept de maison en sacs de terre permet d'utiliser des produits locaux (terre) (il existe plusieurs systèmes pour que l'adhérence des sacs entre eux soit totale : fil de fer barbelé, effet velcro etc.), la maison est très stable. La matière des sacs utilisés est de polypropylène Une couche d'enduit protecteur est ensuite ajoutée pour protéger de l'eau de pluie.

L'éco dom (technique "Super Adobe») est une maison entièrement recyclable, isolante, anti - séismique, et à un coût quasi nul. Elle résiste également aux passages des cyclones et aux inondations. Elle ne craint pas les attaques d'insectes (termites) ou de moisissure. En secteurs fortement déboisés (Haïti, Afrique sub-sahélienne etc.) le concept d'Eco Dôme apporte un avantage majeur : sa construction ne nécessite pas de bois (pas de charpente).



Figure I.43 la mise en œuvre d'une maison en sacs de terre.
Source : memoireonline.com/



Figure I.44 la mise en œuvre de l'éco dom.
Source : www.ecolopop.info/

²⁶ L'architecture écologique (une histoire critique), James Steele, Thames & Hudson, 2005, page 85.

10- La synthèse :

D'après l'étude thématique effectuée, on conclue que l'habitation individuelle suscite un intérêt majeur à l'égard du confort d'usage, étant donné que l'habitat est essentiellement un espace occupé en permanence, tous les côtés sont pris en considération, le sociale, le fonctionnel,...etc., lors de la conception.

Afin d'établir un niveau de confort souhaitable et on se basant sur les exemples étudiés précédemment, notre choix s'est porté sur certains éléments a employé dans notre projet :

1. Circulation mécanique périphérique limitée vers les zones de stationnement ou vers les garages.
2. Circulation des piétons (parcours des piétons) libre pour assurer la fluidité d'accès au projet (variété des accès au niveau de plusieurs côté).
3. Assurer une certaine intimité au projet en séparant ce dernier des voies mécaniques par la végétation (élément de séparation et de transition).
4. Assurer une hiérarchie des espaces de public vers le privé pour faciliter le contrôle des flux et de bruit.
5. Assurer l'intimité des maisons par la protection des ouvertures par la végétation, surtout au niveau de RDC.
6. Traiter les volumes et les façades d'une façon qui concilier entre la simplicité et la beauté pour donner une qualité perceptuelle au projet.
7. Aménager l'espace extérieur comme un espace d'accueil devant chaque entrée de maison.
8. Assurer l'intimité au niveau de l'espace intérieur par le contrôle des relations visuelles, et la séparation des espaces jour et les espace nuit (entrée en chicane, étage ...etc.)
9. Assurer une surface confortable et une proportion longueur/largeur pour chaque espace (voir la partie programmatique)
10. Utiliser un atrium ou un patio comme un espace d'activité familiale un espace structurant pour le reste des espaces.
11. Aménager l'espace extérieur d'une façon d'assurer une qualité de vie confortable par l'utilisation de l'eau sous plusieurs formes (fontaine...) et le choix des espèces de végétation.

1. Introduction :

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

A propos de l'étude contextuelle on va déterminer les potentialités et les données sur la ville de Laghouat de l'échelle territoriale, urbaine à la dimension réduite (le site d'intervention) afin de mieux intégrer le projet de l'habitat individuel à son environnement immédiat

2- Analyse territoriale et urbaine :

2-a. Situation astronomique et géographique :

Laghouat est définie par les coordonnées suivantes ; une latitude 32°55' N et longitude 2°30' E, Une altitude moyenne égal à 750m

La Wilaya de Laghouat est située au pied du contrefort de djebel Laamour qui fait partie de l'Atlas Saharien, à la limite de l'immense plateau désertique, Le relief de la région est en général plat à faible pente de 01% à 4%

2-b. La situation administrative :

Elle est éloignée de la capitale Alger à 400 Km d'une superficie 25052 Km² abritant 114000 habitants

• Les limites administratives :

La wilaya de Laghouat est limitée par :

- Djelfa au Nord-Ouest
- Tiaret au Nord-Est
- Ghardaïa au Sud
- El-Bayad à l'Est

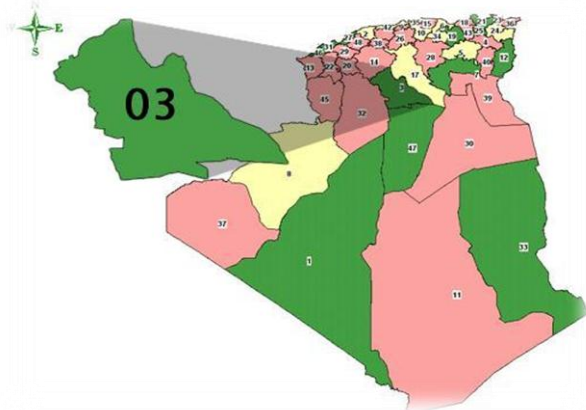


Figure II.1 : Situation géographique de Laghouat
Source : www.luventicus.org



Figure II.2 : La Situation administrative de Laghouat
Source : www.e3lm.com



Figure II.3 : Carte pour démontrer les limites de la Wilaya de Laghouat. Source : www.aniref.dz

¹ Izard, Jean-Louis. Archi Bio éditions : parenthèses Paris. 1979 p.8

2-c. Les potentialités de Laghouat :

- ✓ Sa position stratégique entre le sud et le Nord.
- ✓ Sa très bonne accessibilité grâce à RN1 et RN23
- ✓ Un multi fonctionnement (industrie, BTP, service, Education, santé...)
- ✓ La présence des sites touristiques et de loisirs
- ✓ De vastes étendues steppiques
- ✓ Possibilités hydriques importantes
- ✓ La richesse du style architecturale de la région



Figure II.4 : Photos pour démontrer les potentialités de la ville de Laghouat Source : www.panoramio.com

2-d. Les données climatiques :

Sur le territoire algérien quatre zones climatiques sont distinguées (A.B.C et D). La zone concernée par notre étude se trouve dans la zone D appelée la zone pré Sahara et Sahara².



Figure II.5 : carte de découpage des zones climatique Source : www.mem-algeria.org

Le climat de LAGHOUAT, est du type Saharien, marqué par un été très chaud et un Hivers froid.³

Type de ciel : Laghouat se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année. Avec 76.91% de jours ensoleillés. Ils ont un impact majeur sur le climat surtout, avec ses aspects thermiques énergétiques et lumineux.³

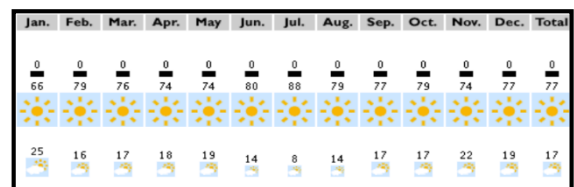


Figure II.6 : fréquence des cieux ensoleillés,. Source : www.satell-light.com

² <https://fr.scribd.com/doc/48480380/Donnees-climatiques-de-l-Algerie>

³ Le rapport écrit de PDAU de Laghouat 2010

La température

Laghouat est caractérisé par un été très chaud, La température moyenne maximale atteint 38.1°C le mois d'Août. Par contre, au mois de janvier la température moyenne minimale atteint 02°C d'une température moyenne maximale de 37.5°C et un Hiver froid d'une température moyenne de 4c °, Il est à signaler que la température maximale absolue est de 44.6°C enregistrée durant le mois de Juillet 2005 ; et que la température minimale absolue est de - 6°C enregistrée durant le mois de décembre 2007. ⁴

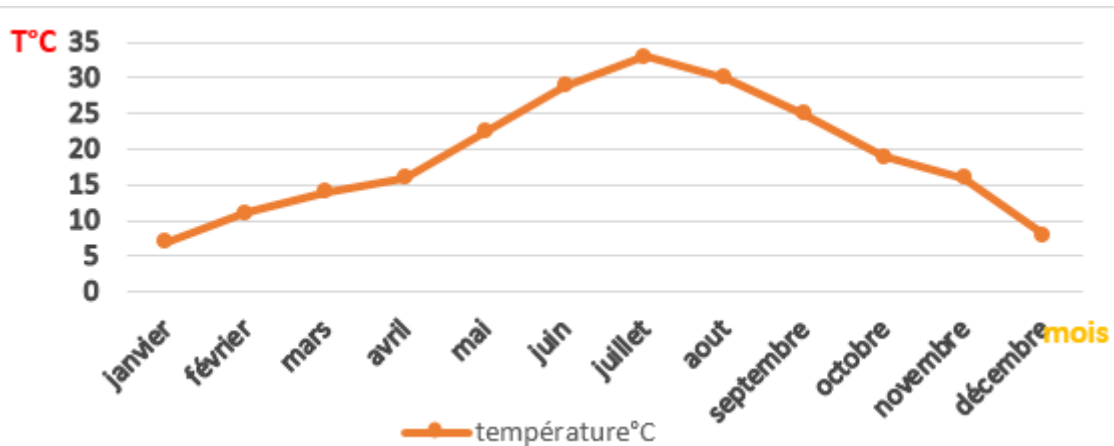


Figure II.7 : Graphe représente la température moyenne annuelle de Laghouat Source : le rapport écrit de PDAU de Laghouat 2010

L'ensoleillement

Laghouat a un rayonnement solaire moyen de 5 à 6 KWh/m²/jour avec une période de 300 jours par an d'ensoleillement.³

Taux d'humidité

L'humidité réduite entre moins de 20% après midi a plus de 70% la nuit

Dans le mois de Janvier le taux d'humidité est le plus élevé 68,2% et le plus bas 26,4% pendant le mois de Juillet³

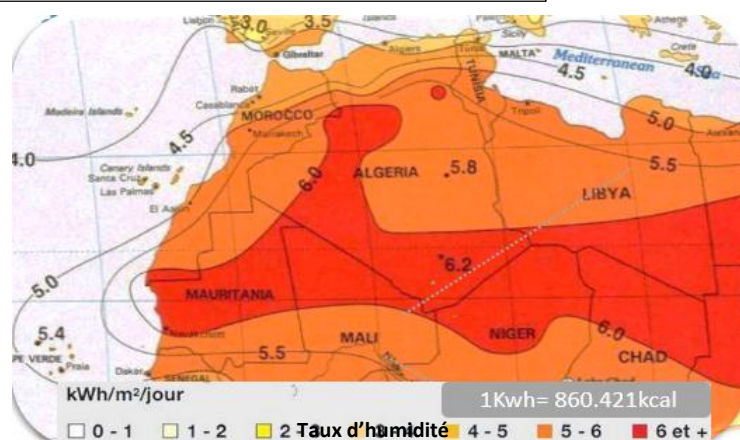


Figure II.8 : Carte d'ensoleillement moyen annuel. Source : www.e2s2d.org/fr

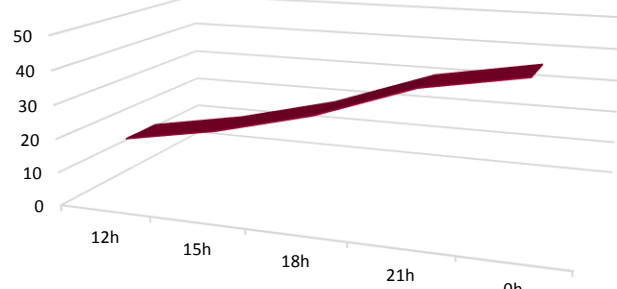


Figure II.9 : Graphe représente le taux d'humidité de Laghouat. Source : le rapport écrit de PDAU de Laghouat 2010

³ le rapport écrit de PDAU de Laghouat 2010

Précipitation :

Le total pluviométrique annuel enregistré est de 136 mm répartie de façon hétérogène. La pluviométrie mensuelle maximale absolue observée durant la période (1990-2010) est de 52 mm enregistrée pendant le mois de décembre 1999. Le mois le plus sec est représenté par le mois de Juillet (3.5 mm) par contre le mois le plus pluvieux, relativement, est le mois de Septembre avec 20.4 mm,

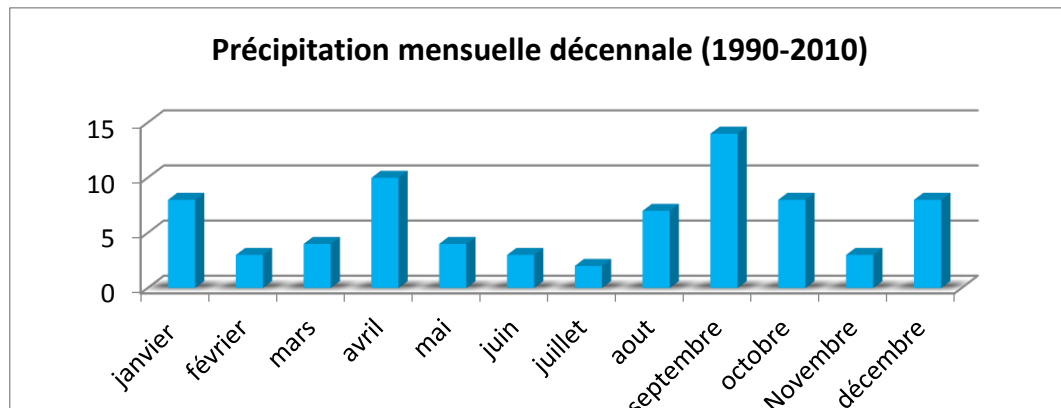


Figure II.10 : Graphe représente la précipitation mensuelle de Laghouat (1990-2010).
Source : *Journal Algérien des Régions Arides N° Spécial 2013*

La notion d'aridité :

L'aridité ne se limite pas aux zones désertiques classiques à climat chaud et sec, mais intègre aussi des régions ayant des précipitations rares ou irrégulières. Pour classer un climat selon le critère d'aridité ED Martonne a mis en place une relation permettant de calculer l'indice d'aridité : $I = P/T + 10$ (P : précipitations de l'année, température moyenne annuelle)
I=0 zone hyper aride, I=5 zone aride désertique, I=10 zone semi-aride, I=20 zone semi humide, I=30 zone humide, I=55 zone hyper humide. Dans ce cas et selon les données climatiques de Laghouat l'indice d'aridité est : $I = 136/30 = 4.53$, Ainsi la valeur trouvée permet de confirmer l'aridité du climat pour le cas de la ville de Laghouat.⁵

Gelée Blanche

Les gelées commencent à apparaître dès que la température atteint en baisse 10° C et moins, jusqu'au mois d'Avril Par contre au Sud de la commune celles-ci n'apparaissent qu'à des températures plus froides.⁶

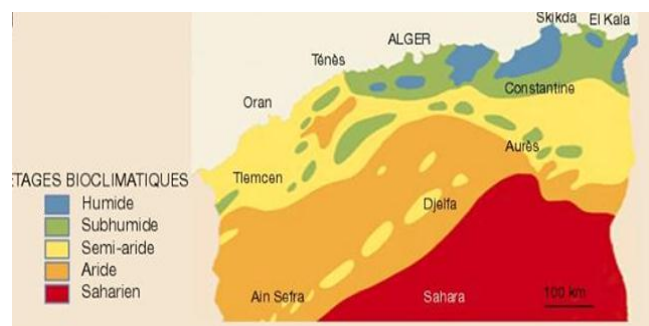


Figure II.11 : carte climatique de l'Algérie
Source : <http://www.ile.com/fr>

⁵ www.cons-dev.org/elearning/milext/2MilArid.pps

⁶ Le rapport écrit de PDAU de Laghouat 2010

Les vents

- Les vents dominants soufflent de l'Ouest, mais aux changements de saison la fréquence du vent est tout aussi importante du Sud-Ouest, et du Nord-Ouest.
- Le Sirocco souffle -65 -70 jours par an à partir de mois de Mai et plus en juin et juillet du côté Nord et Ouest.
- le CHEHILI venant du Sud sa vitesse varie de 15 à 30 m/s soit 58 à 108 Km/h de direction Sud-Ouest avec une fréquence de 687 heures/mois⁴

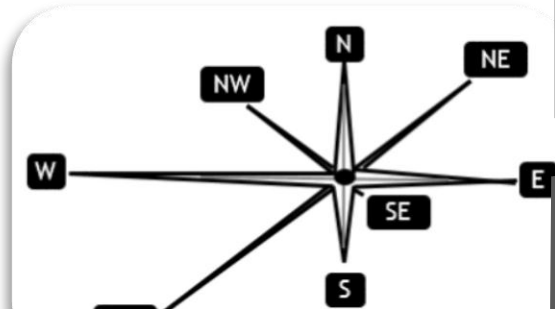


Figure II.12 : Rose du vent de Laghouat. Source : le rapport écrit de PDAU de Laghouat 2010

2-e. Le style architectural :

- Un tissu urbain compact.
- Construction condensée qui prend toute l'assiette de l'ilot.
- La hiérarchisation des voies.



Figure II.13 : Plan de l'ilot dar Essafah. Source : BET Arabesque Laghouat



Figure II.14 : Rue dans Zgag El Hedjadj. Source : les étudiantes



Figure II.15 : Ruelle dans Zgag El Hedjadj. Source : les étudiantes



Figure II.16 : Impasse dans Zgag El Hedjadj. Source : Auteur.

- Façade qui suit le tracé de la rue.
- Gabarit de maximum R+1.



Figure II.17 : Façade Nord-Est de l'ilot Dar Essafah. Source : www.alra3i.com

- Nombre réduit des petites ouvertures sur la façade
- L'entrée en chicane
- Le patio
- La terrasse accessible
- Galerie de commerce artisanale
- Les arcades
- Les claustras



Figure II.18 : Plan de RDC d'une maison ancienne. Source : www.alra3i.com

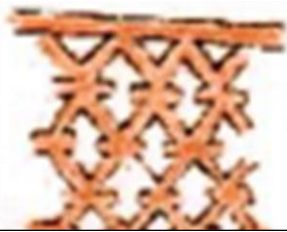


Figure II.19 : claustra à l'intérieur
Source : www.alra3i.com



Figure II.20 : Les arcades dans les façades. Source : Auteur.

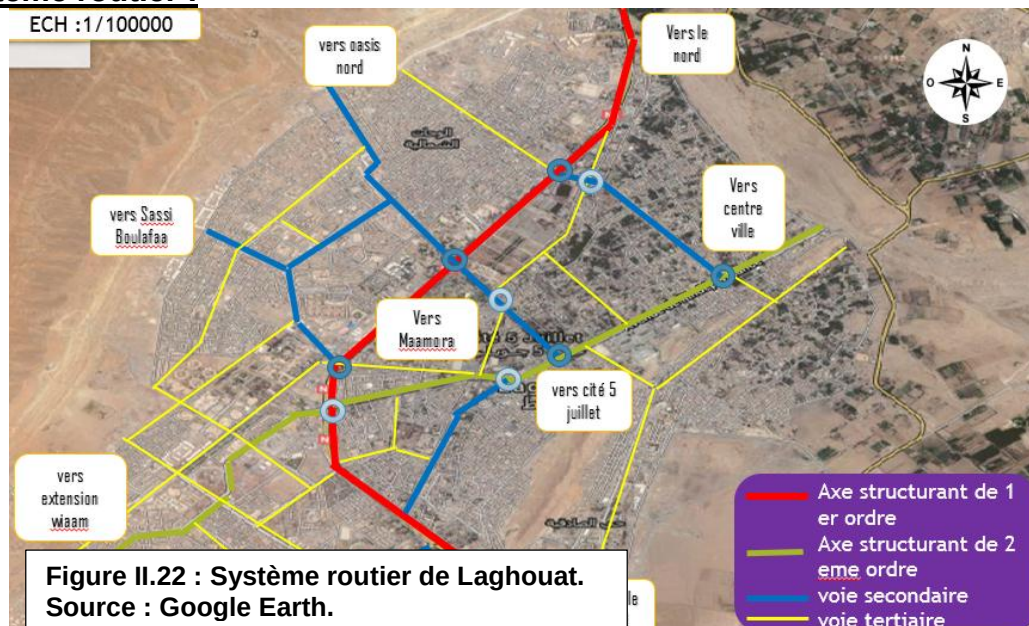


Figure II.21 : Plan de RDC d'une maison ancienne. Source : www.alra3i.com

2-f. Les matériaux de construction :

L'utilisation des matériaux locaux tels que La pierre, L'adobe, L'argile, La chaux, Troncs de palmiers

2-j. Système routier :



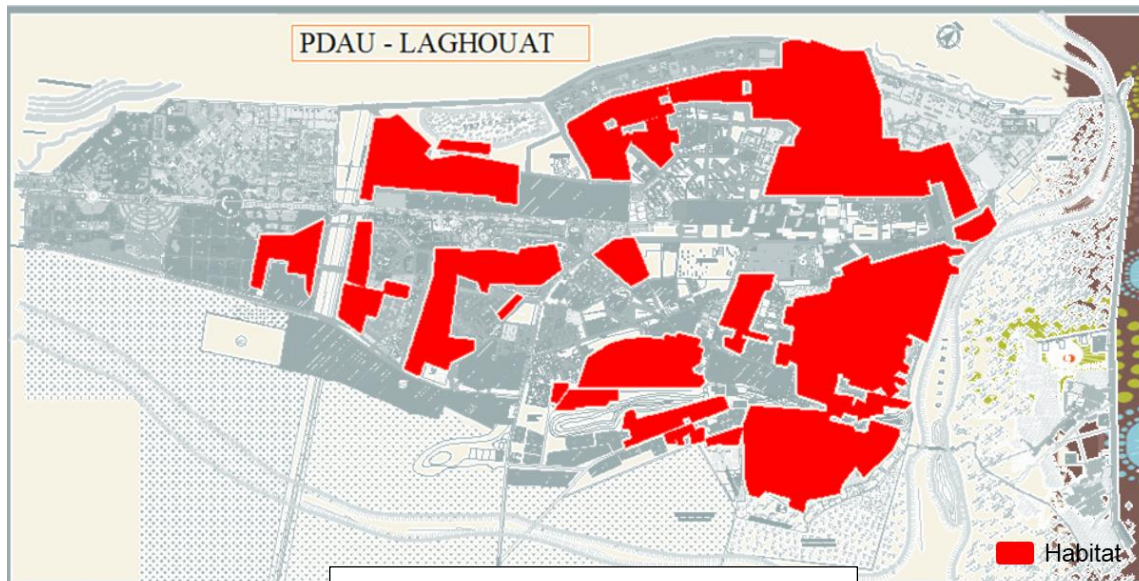
2-h. Activité similaire et identique :

Figure II.23 : l'Habitat dans Laghouat.
Source : PDAU – Laghouat 2010

A l'échelle du quartier

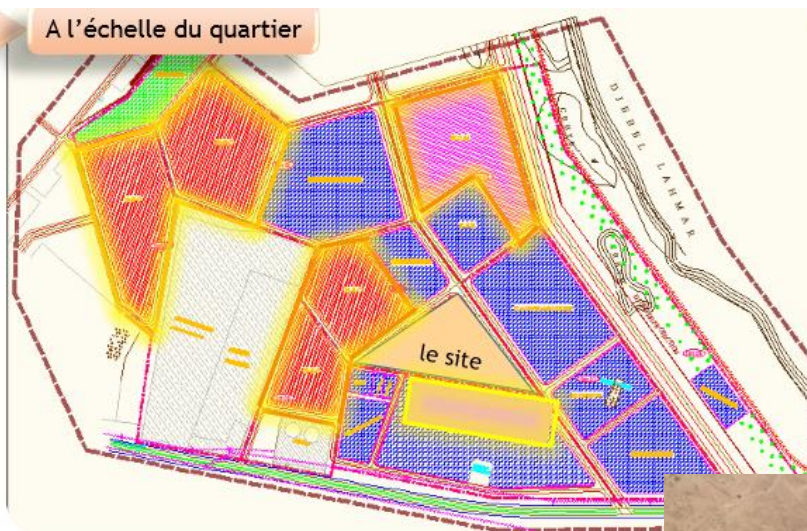


Figure II.24 : Habitat et équipement dans Elmadja. Source : POS Elmadja 2012

- Habitat existant
- Habitat collectif projeté
- Habitat semi collectif projeté
- Equipement projeté

3- Le site :**3-a. Le choix du site :**

Le site d'intervention est situé dans une Nouvelle extension(01), à proximité d'une Zone résidentielle(02), et il est accessible de par la route nationale N°1(03).

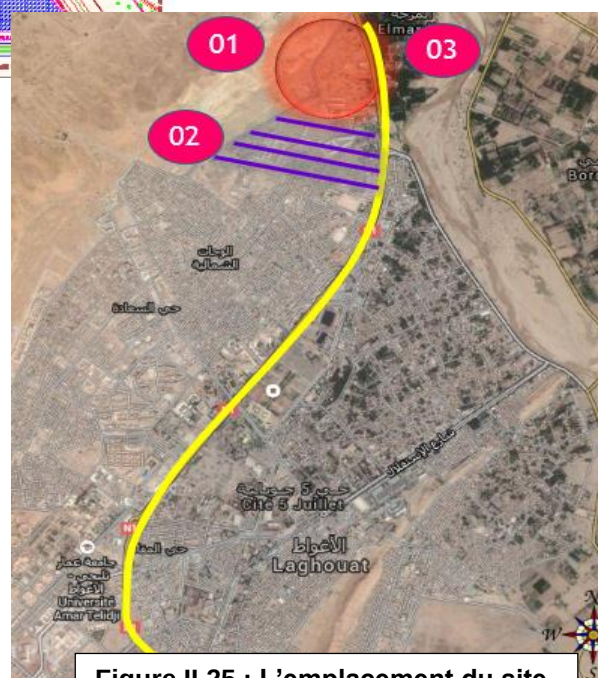


Figure II.25 : L'emplacement du site
Source : Auteur.

3-b. Analyse du site :**3-b.1. La situation :**

Le site est situé dans un milieu urbain dans le côté Nord de la ville

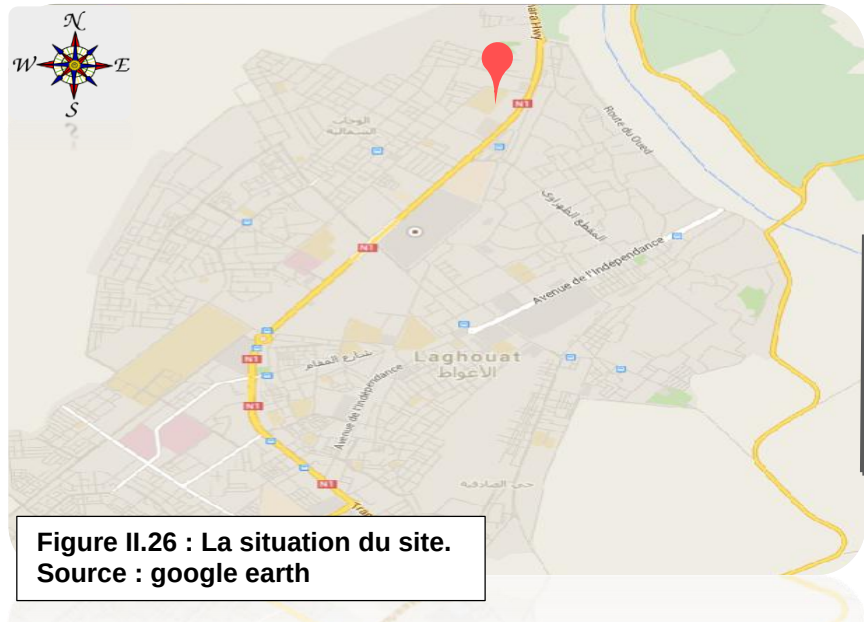


Figure II.26 : La situation du site.
Source : google earth

3-b.2. Voisinage et limites :

Le site est entouré par :

- Futur équipement au Nord-Ouest
- Futur habitat individuel + hôtel à l'Est
- Habitat collectif + futur polyclinique au Sud-Ouest

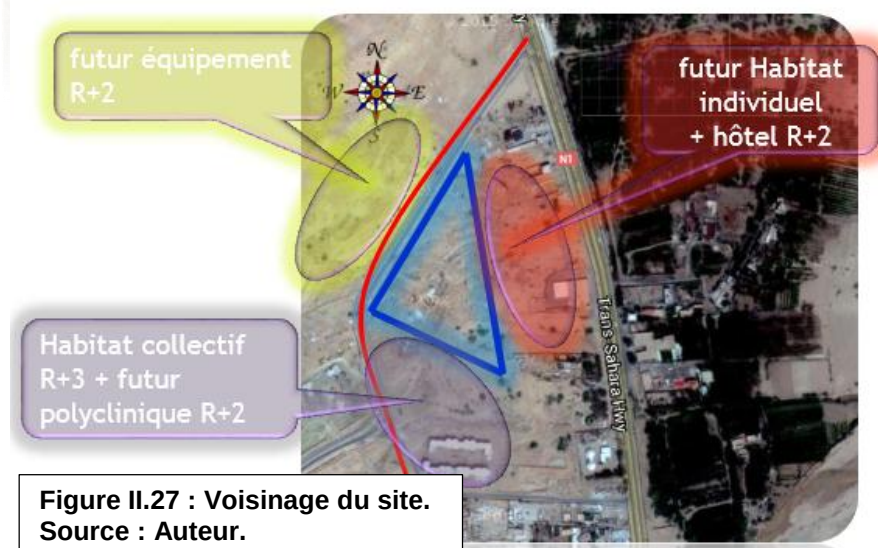


Figure II.27 : Voisinage du site.
Source : Auteur.

3-b.3. Dimension et forme

Le terrain a une forme triangulaire avec une surface égale à 1,92 ha et une pente légère égale à 3%



Figure II.28 : Les dimensions de terrain
Source : POS Elmerdja 2012

3-b.4. Impact des conditions climatiques :

Le terrain est exposés aux conditions climatiques ; l'ensoleillement et les vents

3-b.5. Impact des conditions climatiques et du voisinage :

Pour connaître l'impact des conditions climatiques et du voisinage on a effectué deux coupes :

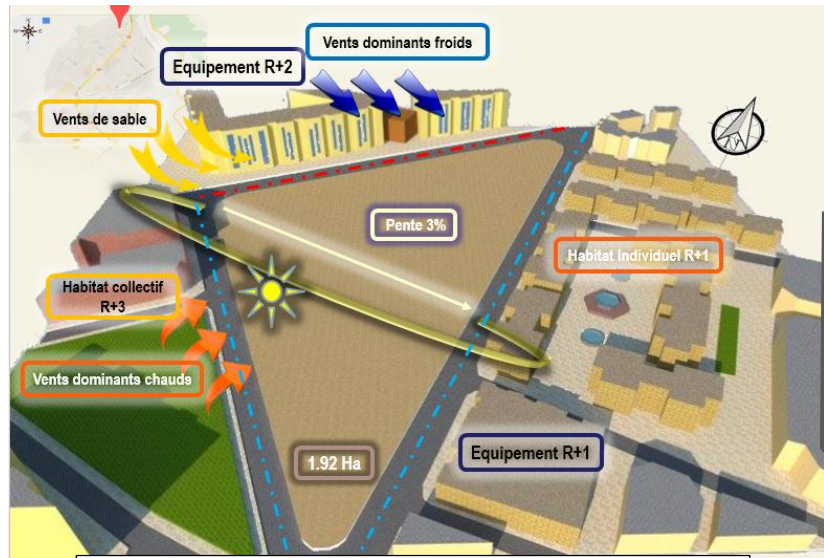


Figure II.29 : L'impact des conditions climatiques.
Source : Auteur.

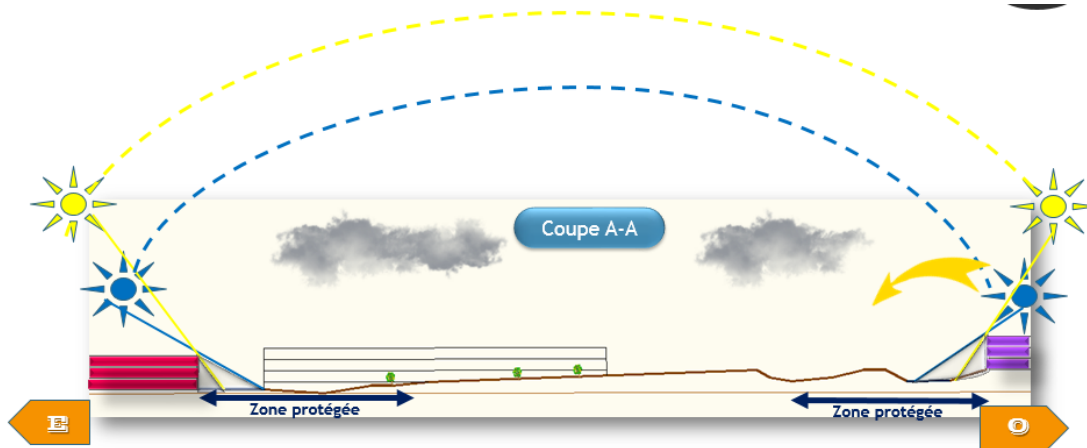


Figure II.30 : Coupe A-A
Source : auteur

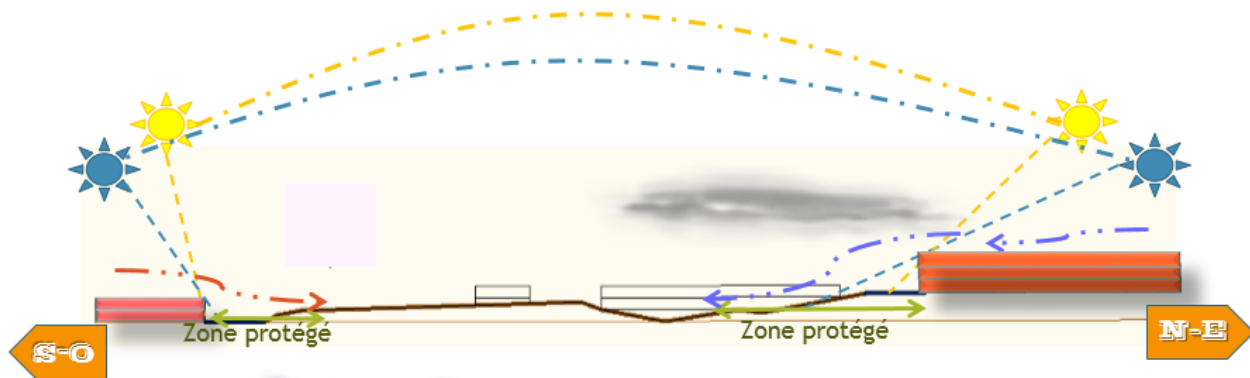


Figure II.31 : Coupe B-B
Source : auteur

4- Synthèse :

Après l'étude contextuelle, on a parvenu à soustraire quelques potentialités du site qui va accueillir le projet :

- 01-** une forme régulière (triangulaire) de l'ilot qui permet à son tour un découpage régulier des parcelles
- 02-** l'accessibilité des 3 cotés (trois façades) qui permet la variété des accès. Ces derniers donnent une certaine fluidité au projet résidentiel.
- 03-** Assurer une continuité spatiale entre les espaces bâtis (maisons) et non bâtis (de loisir et détente) ; fonctionnel avec le voisinage (s'éloigner ou se protéger des sources de bruit) ; et visuel avec le milieu urbain d'une part et naturel d'autre part.
- 04-** s'intégrer avec la pente du terrain (3%) (Animer les espaces extérieurs)
- 05-** s'inspirer de la typologie architecturale locale par ces principes (maison à patio/maison dans le jardin), ses éléments architecturaux (claustra) et ses matériaux de construction (locaux).
- 06-** s'intégrer avec les contraintes et les avantages de climat avec les choix de l'orientation, de la composition volumétrique et de choix de matériaux.
- 07-** Utiliser l'eau et la végétation pour humidifier l'air sec caractérisant le climat local.
- 08-** Utiliser des matériaux à haute inertie thermique au niveau des murs extérieurs et de vitrage isolant (double vitrage) au niveau des ouvertures.
- 09-** équiper les ouvertures par des dispositifs d'ombrage pour contrôler la pénétration des rayons solaires.
- 10-** Créer un espace commun protégé au cœur du projet tout en assurant une continuité visuelle entre ce dernier et l'espace intérieur.
- 11-** Utiliser des couleurs claires et des textures rugueuses.

1. Introduction :

« Tout immeuble de logements, ou maison individuelle, sera optimisé par rapport à son environnement climatique si le maître d'œuvre a tenu compte des vents amenant le froid et la pluie, de l'orientation des pièces en fonction de leurs usages pour un meilleur confort »¹

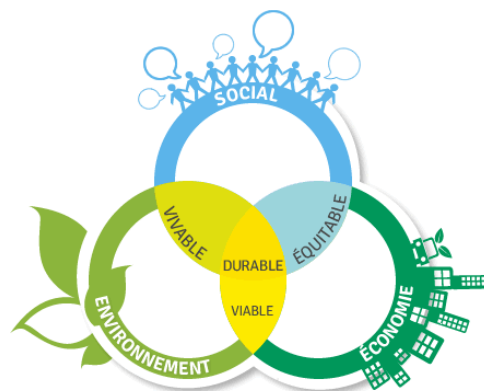
2. Définition de l'environnement :

C'est l'ensemble des éléments naturels et artificiels au sein duquel se déroule la vie humaine. Avec les enjeux écologiques actuels, le terme environnement est défini comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivant et les activités humaines ». ²

3. Définition du développement durable :

Après que l'homme s'est posé sur la lune et qu'il a pris conscience que la planète bleue est une minuscule oasis fragile, perdu dans l'immensité de l'univers. À l'époque, seulement 3,5 milliards d'êtres humains vivaient sur la Terre. Aujourd'hui, nous sommes 6,2 milliards... une augmentation de 79% en seulement 33 ans !

C'est pour apporter des réponses concrètes à ces questions qu'est né le concept de développement durable. Un concept que l'on résume aujourd'hui d'une simple phrase : "un développement qui répond au besoin du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs".



Pour y parvenir, les entreprises, les pouvoirs publics et la société civile devront travailler main

Figure III.1 : les 3 piliers de développement durable. Source : www.ca-immobilier.fr

dans la main afin de réconcilier trois mondes qui se sont longtemps ignorés : l'économie, l'écologie et le social.³

4. Définition de HQE :

La Haute Qualité Environnementale (HQE®) est une démarche volontaire pour maîtriser les impacts sur l'environnement générés par un bâtiment tout en assurant à ses occupants des conditions de vie saines et confortables tout au long de la vie de l'ouvrage.⁴

¹ (Eric Durand, 1986) -Eric Durand - Habitat Solaire et Maîtrise de l'Energie- Revue Système Solaire N° 17/18 – oct.- nov. 1986 p.10

² <https://www.toupie.org> (visité en Avril 2016)

³ Farid Baddache, Le développement durable au quotidien, Éditions Eyrolles, 2006, (ISBN 270813607)/p14

⁴ D. Sellier « Démarche de haute qualité environnementale des bâtiments, Construction durable : les bénéfices économiques »- ARENE Ile de France.2004/ P 7

5-Définition du quartier durable :

Un quartier durable 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.⁵

6-Définition de la maison durable :

Une maison durable est un habitat dont la conception, la construction et le fonctionnement visent à consommer le moins d'énergie polluante possible afin de réduire significativement le gaz à effet de serre ainsi que les déchets, donc de réduire la pollution de la planète. Une maison durable c'est aussi une maison qui est construite avec des matériaux sains, fabriqués dans le respect de l'environnement.⁶

6. a- principe de la maison durable :

6. a.1-Le lieu et l'orientation : On construit une maison en fonction de son environnement, c'est la maison qui s'adapte au site, au climat et non l'inverse. L'ensoleillement, les températures, les vents dominants ou la nature du sol sont autant d'informations qu'il faut recueillir pour déterminer l'implantation de la maison.

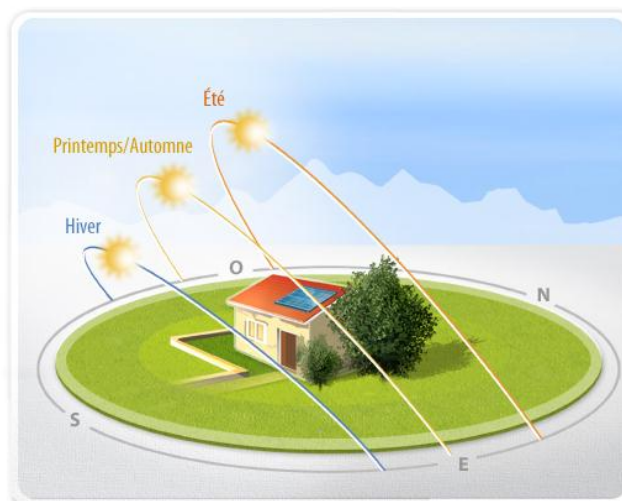


Figure III. 2 : l'orientation des maisons
Source : www.metropole-rouen-normandie.fr

6. a.2-L'orientation des fenêtres : de manière générale, c'est la façade sud qui reçoit le maximum de rayonnement solaire en hiver. En revanche, ce sont les façades Ouest et Est ainsi que la toiture qui reçoit le maximum de rayonnement solaire en été. On a donc intérêt à augmenter les surfaces vitrées au Sud pour apporter de la chaleur en hiver et à diminuer celles à l'ouest et à l'est pour éviter les surchauffes de la maison en été.

6. a.3-L'orientation des pièces : au nord, on disposera prioritairement les espaces non chauffés et utilisés de manière irrégulière (garage, cellier, sanitaire...). Au sud, on disposera les pièces à vivre souvent utilisées et qui demandent à être chauffées

⁵ Eco-quartier-présentation.pdf

⁶ Publié dans : LES ARTICLES MAISON & DÉCORATION DE ANNE MINAIRE-20/02/2010

suffisamment (séjour, salon). A l'est et à l'ouest, on disposera les pièces qui demandent à être tempérées, comme les chambres à coucher.⁷

6. a.4-Formes et volumes : La maison durable est de forme simple et compacte. En effet, plus la maison est compacte, plus la surface en contact avec l'extérieur est petite, plus les déperditions thermiques sont limitées, plus les consommations d'énergie sont faibles.⁹

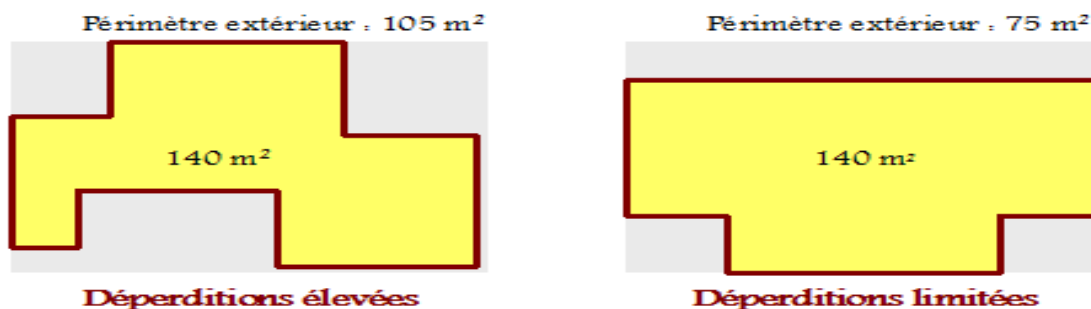


Figure III.3 : La déperdition selon la forme. Source : La conception bioclimatique, Samuel Courget et Jean-Pierre Oliva, Ed Terre vivante

6. a.5-Les Matériaux d'une maison durable : Construire une maison durable c'est utiliser des matériaux de construction qui respectent l'environnement et la santé de ses habitants. Leur mode de production et notamment l'énergie grise, polluante, utilisée pour leur fabrication est bien entendu prise en compte. Les matériaux naturels émettent évidemment moins d'énergie grise que ceux qui sont produits de manière industrielle.⁸

- ✓ Pour les murs : il est préférable d'utiliser des matériaux naturelles et écologiques telles que ; la pierre, la brique, l'adobe....
- ✓ On peut citer les principaux matériaux isolants, ils peuvent être utilisés pour les murs, planchers ou toitures : – la laine de chanvre – la laine de mouton – la laine de coton – la laine de bois – la ouate de cellulose – le liège – le lin – le feutre.
- ✓ Les revêtements de sol écologiques sont constitués de matières naturelles, confortables et respectueuses de l'environnement, ils sont résistants, on peut citer : – parquet en bambou, le bambou « est une plante, il offre une bonne résistance et une très bonne souplesse »
- ✓ Le linoléum « un produit écologique, il est composé principalement d'huile de lin, de bois, de liège et de pigments ». Le caralium « une innovation technologique pour les revêtements de sols écologiques, c'est une alternative au carrelage céramique et

⁷ Publié dans : LES ARTICLES MAISON & DÉCORATION DE ANNE MINAIRE-20/02/2010

⁸ Publié dans : LES ARTICLES MAISON & DÉCORATION DE ANNE MINAIRE-20/02/2010

respecte l'environnement, 100% recyclable, il est composé de 80% de matière minérale pressée à chaud et 20% de composite ».

- ✓ Les peintures écologiques : Leur fabrication respecte l'environnement, elles sont totalement inoffensives pour la santé, ils sont généralement fabriquées à partir d'huile de lin, d'huile de ricin, de soja, de cellulose, de craie, de gomme naturelle, de caséine ce sont des matériaux naturels 100% écologiques et sains. On peut trouver des peintures mates, satinées ou brillantes, des peintures à la chaux ou à l'argile.



Figure III.4 : parquet en bambou
Source : www.romaexplorer.it



Figure III.5 : Peinture à la chaux
Source : www.natureetharmonie.fr

6. a.6-L'isolation thermique : Il est indispensable de mettre en place une isolation performante qui supprimera les ponts thermiques et permettra donc de moins chauffer en hiver et de garder la fraîcheur en été. L'isolation par l'extérieur de la maison est devenue aujourd'hui une obligation. Il est souhaitable d'utiliser les nouveaux matériaux d'isolation tels que le chanvre, la laine de mouton ou la fibre de bois.⁹

6. a.7-La ventilation d'une maison durable :

La ventilation est un procédé à ne surtout pas négliger dans la construction, car elle assure la santé des habitants, la performance énergétique et la durabilité du bâti.

La ventilation consiste en un renouvellement de l'air régulier afin de limiter la pollution ambiante par l'utilisation des systèmes passifs et la ventilation naturelle qui se manifeste en trois type : traversante, de simple exposition et par tirage thermique.⁹

⁹ Publié dans : LES ARTICLES MAISON & DÉCORATION DE ANNE MINAIRE-20/02/2010

6. a.8-La création d'eau chaude :

Pour faire des économies d'électricité, en évitant l'installation d'un chauffe-eau traditionnel, on peut préférer la pose d'un chauffe-eau solaire. Dans un capteur situé sur le toit, plein sud, circule un fluide caloporteur qui s'échauffe grâce aux rayons du soleil. Ce liquide une fois réchauffé va passer dans un échangeur situé dans le ballon de stockage qui chauffe de manière écologique l'eau. Ainsi, il y a toujours de l'eau chaude à disposition.¹⁰

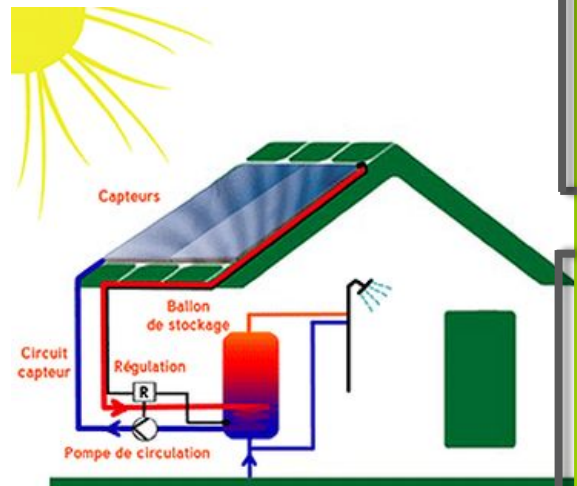


Figure III.6 : le principe de fonctionnement de Panneau solaire thermique
source : www.college.lutterbach.free.fr

6. a.10-La production de l'électricité :

Le rendement faible dans les régions peu ensoleillées et le coût à l'achat qui reste exorbitant font que l'investissement dans des panneaux solaires n'est pas forcément des plus judicieux. L'installation de ce système est à étudier avant de faire quoique ce soit, le mieux est de passer par un bureau d'études spécialisé dans les «fluides» qui fera une simulation des gains énergétiques réels et le bilan du retour sur investissement.¹⁰

6. a.11-Le recyclage de l'eau :

Le recyclage de l'eau dans une maison durable peut se faire par l'installation d'une simple cuve de récupération d'eau de pluie qui peut servir directement à l'arrosage du jardin ou être filtrée et utilisée pour l'alimentation des toilettes ou de la machine à laver.¹⁰

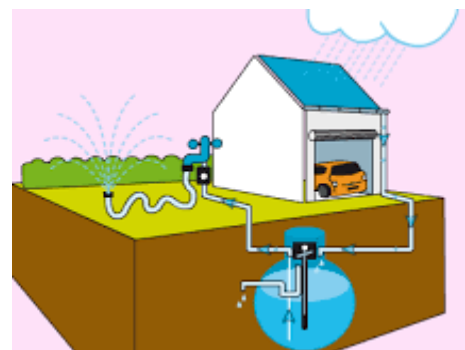


Figure III.7 : le recyclage de l'eau
source : www.richardson06.com

¹⁰ Publié dans : LES ARTICLES MAISON & DÉCORATION DE ANNE MINAIRE-20/02/2010

07. Le confort et l'habitat :

« Quel que soit l'approche, l'objectif avoué est de créer un milieu accueillant, familial, chaleureux, confortable, toutes qualités attendues du "chez soi" »¹¹

L'habitat peut tirer parti du climat afin de rapprocher au maximum les occupants des conditions de confort optimale, il peut s'agir du confort thermique, tant en hiver qu'en été, en garantissant la qualité de l'air intérieur, ou du confort visuel, par l'adaptation de stratégies aux différentes saisons pour les variations des températures, d'ensoleillement, de la lumière et du vent. En hiver, il importe de profiter des apports solaires et de se protéger du froid c'est la stratégie du chaud ; En été, il faut se préserver du soleil et, parfois, dissiper la chaleur interne c'est la stratégie du froid. En hiver, comme en été, l'habitation sera ventilée pour garantir la qualité de l'air ; elle peut également tirer le meilleur parti possible de la lumière naturelle et c'est en effet la stratégie de l'éclairage naturel. Comme il peut s'agir de confort acoustique, qui est un volet très important pour assurer une bonne qualité de vie, car le bruit nuit à la concentration le jour et peut perturber le repos nocturne, jusqu'à devenir une véritable menace pour la santé.

08. Confort d'usage :

08. a- Définition :

L'usage en général se rapporte à la fonction de se servir ou d'utiliser quelque chose. Appliquer au bâtiment, l'usage correspond à la manière dont l'espace est utilisé et occupé par l'utilisateur, ainsi que son ressenti en termes de confort. Un espace doit répondre à une utilisation particulière (en fonction de la typologie) et à des besoins spécifiques des usagers. Il faut penser et concevoir la qualité, non pas seulement à partir des techniques et des normes, mais aussi et surtout à partir des besoins de l'utilisateur comme être humain et social.

" L'utilisateur interagit avec l'environnement qui l'entoure. Un des principaux critères de son confort est la maîtrise de ces différentes interactions. "

L'organisation architecturale répond au besoin d'organisation fonctionnelle ; elle prend en compte aussi bien la cohérence de l'agencement des différents espaces que leur dimensionnement. Au-delà des notions d'ordre pratique, l'organisation architecturale est aussi fortement conditionnée par des contraintes sécuritaires (sécurité incendie essentiellement).¹²

¹¹ Perla Serfaty-Garzon (2003)

¹² Guide qualité d'usage réalisé par le CETE de l'Est, sur commande de la DREAL Lorraine, et dans le cadre du programme de recherche et d'expérimentation sur l'Énergie dans le bâtiment (PREBAT) piloté par l'ADEME. Page 11

08. b- Préconisations :**08. a.1-Phase programmation :**

- Dimensionner les espaces de manière optimale : Que ce soit un espace de circulation, un espace de vie ou encore un espace de travail, chaque espace doit être dimensionné en fonction des besoins tels que le taux d'occupation ou encore la fréquence de passage.
- Enrichir le programme des pièces : par l'ajout d'espace supplémentaire qui valorise encore plus l'activité pratiquée dans le bâtiment.

08. a.2-Phase conception :

- Répartir les usages au sein du bâtiment : Pour toutes les typologies de bâtiments, il est préférable de regrouper par « secteur » les espaces ayant le même usage. Ceci permet, d'une part, des va-et-vient limités pour les usagers, et, d'autre part, un repérage plus aisé pour un visiteur.
- Prévoir des espaces de rangement bien pensés et bien intégrés : Les espaces de stockage font souvent défaut dans nos environnements bâtis. La prise en compte de ces espaces de rangement en tant que mobilier fixe permet d'éviter un inconfort ultérieur.

08. a.3-Phase réalisation :

- Veiller à la conformité de la mise en œuvre avec les plans d'exécution. Cela peut s'avérer évident, mais un manque de vigilance en phase chantier peut conduire à certaines incohérences et à un inconfort certain. Par exemple, une prise de courant coincée sous un mobilier fixe n'a plus vraiment d'utilité...

08. c- Le confort d'usage et l'habitat :

Le bâtiment est un espace habité. En tant que tel, sa qualité d'usage dépend de sa capacité à répondre de manière satisfaisante aux besoins et attentes des personnes auxquels il est destiné. La non atteinte de la qualité d'usage a un coût humain qui s'exprime en tensions, conflits, impact sur le bien-être – voire la santé – des occupants,

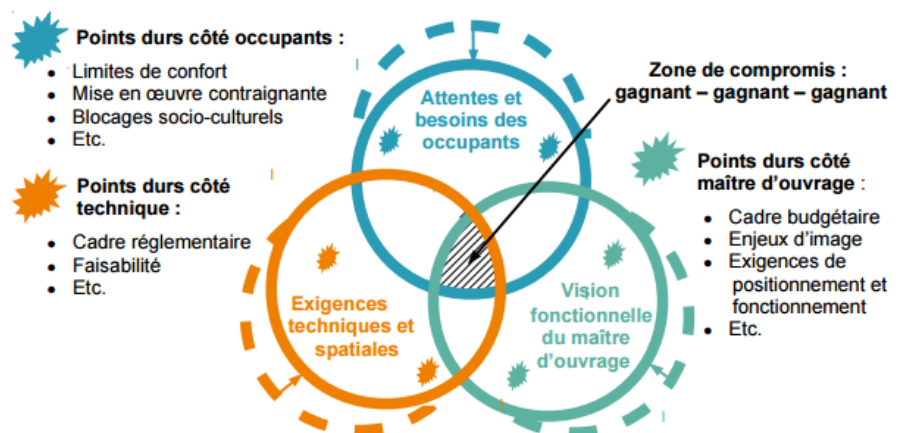


Figure III.8 : la recherche du meilleur compromis occupant/espace/fonction
source : cerema –la qualité d'usage des bâtiments –juin 2015

un coût environnemental du fait de la mise en échec des performances programmées, et un coût financier lié à la dégradation des conditions d'exploitation et de maintenance. Les interactions entre ces trois volets traduisent la nécessité d'une approche globale portée par la qualité d'usage.

Rechercher cette qualité d'usage, c'est penser et concevoir au-delà des techniques et des normes à partir des besoins des usagers et utilisateurs qui vont le fréquenter quotidiennement, le faire fonctionner et l'entretenir.¹³

09. Le confort thermique :

09. a- Définition :

Le confort thermique est une sensation de bien-être lorsqu'on est exposé à une ambiance intérieure. Le confort thermique ne dépend pas exclusivement de la température, mais également des conditions d'humidité de l'air intérieur, des éventuels courants d'air, du niveau de la respiration de l'air ou de qualité d'air intérieure. Ces variables réagissent avec l'activité et la vêtue du corps humain pour établir son état thermique et constituent ensemble les six paramètres de base des échanges thermiques entre l'homme et son environnement.¹⁴

09. b- Les paramètres du confort thermique :

- 1- Le métabolisme
- 2- L'habillement
- 3- La température ambiante de l'air T_a .
- 4- La température moyenne des parois T_p .
- 5- L'humidité relative de l'air (HR),
- 6- La vitesse de l'air,

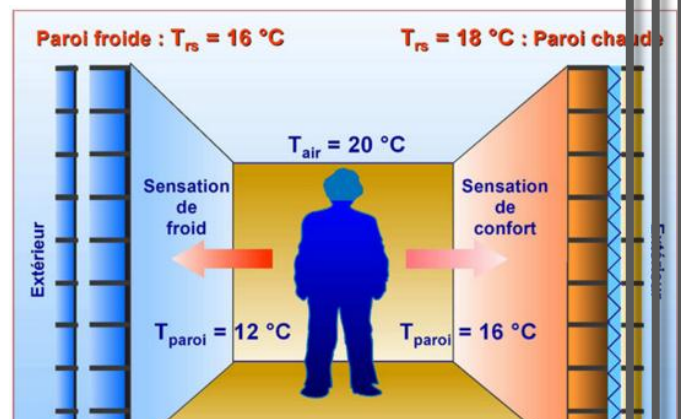


Figure III.9 : la sensation de confort et la température des parois
Source : <http://www.batitherm.ch/confort-thermique.html>

09. c- Le confort thermique et l'habitat :

La notion du confort dans une maison ne s'arrête pas seulement à une question d'usage et d'utilité, c'est aussi et surtout avoir chaud en hiver et être au frais l'été quand le soleil tape fort, c'est le besoin de se protéger des agressions du climat extérieur, désormais dans une maison c'est la sensation de bien-être lorsque les températures extérieures sont défavorables qui est la plus recherchée. Mais cette quête doit compter avec les objectifs de la réduction de la consommation d'énergie dans l'habitat¹²

¹³ Cerema – La qualité d'usage des bâtiments - juin 2015

¹⁴ <http://www.xpair.com> (visité en Avril 2016)

09. d- Techniques :

Le nom de la technique	Sa photo	Ses caractéristiques
Les moucharabiehs Arabs		Accrochés depuis des siècles aux fenêtres des maisons arabes, ces treillages d'ébénisterie constitués par un assemblage de balustres, de bobines et de baguette retenus par des chevilles, « cassent » les rayons du soleil et protègent l'intérieur des maisons d'une lumière et d'une chaleur excessives. En prime, ils permettent de voir sans être vu...
Les murs blanchis à la chaux		Une surface sombre absorbe la quasi-totalité de l'énergie solaire qu'elle reçoit. Elle est donc à éviter dans les pays où le soleil règne. Ce revêtement éclatant en carbonate de calcium renvoie jusqu'à 90% des rayons solaires, ce qui prévient leur transformation en chaleur La nuit, le matériau fait preuve d'une excellente aptitude au rayonnement et accélère la dispersion des calories demeurées dans les murs.
Les protections végétalisées		habiller une construction de verdure la protège des attaques du soleil. En période chaude, l'humidité superficielle dans les murs limite la transmission de chaleur. En hiver, les feuilles tombent : le soleil peut à nouveau réchauffer les murs.

Tableau III.1 les techniques du confort thermique
Source : Cerema – La qualité d'usage des bâtiments - juin 2015

10. Le confort respiratoire :

10. a- Définition :

Le confort respiratoire est un facteur d'ambiance directement lié à la qualité de l'air, il est important pour les processus métaboliques et pour l'hygiène de chacun. Il doit préserver l'individu des risques de contamination et de pollution dus aux diverses substances en présence : germes pathogènes, molécules organiques, matières odorantes, gaz carbonique, poussières, fumées de tabac et particules radioactives.

10. b- Comment assurer un confort respiratoire :

10. b. 1-Il faut limiter la pollution extérieure par :

- Assurer une bonne étanchéité.
- Assurer une filtration efficace.

10. b. 2-Limiter la pollution intérieure par le choix des matériaux par :

- Eviter les polluants physicochimiques : Solvants organiques (colles, résines), formaldéhyde, agents de traitement ou conservateurs.
- Eviter les bio-contaminants : poussières (moquette), moisissures et champignons (éviter la condensation)...

10. b. 3-Renouveler l'air par : évacuer les polluants qui s'accumulent dans les locaux.¹⁵

10. c- Le confort respiratoire et l'habitat :

Le besoin de se protéger et de se mettre à l'abri du chaud et du froid a amené les civilisations à travers le temps de se surpasser et de rivaliser l'ingéniosité, du patio andalou avec des bassins et vasques au centre, à la yourte mongole passant par les tours à vent iraniennes, l'homme a développé des constructions et des techniques les plus audacieuses afin de résister aux conditions climatiques les plus extrêmes.

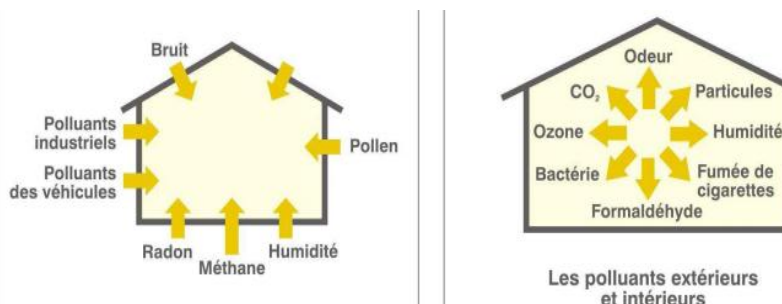


Figure III.10 : les polluants extérieurs et intérieurs
Source : la ventilation et l'énergie – guide pratiques pour architectes

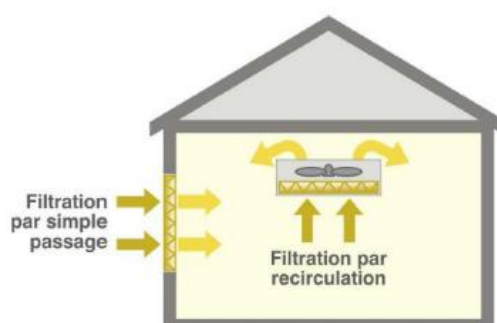


Figure III.11 : les types de filtrations
Source : la ventilation et l'énergie – guide pratiques pour architectes

10. d- Techniques :

Le nom de la technique	Sa photo	Ses caractéristiques
Bassins et vasques rafraîchissants		Les Bassins et les vasques remplies d'eau qui agrémentent les constructions des climats chauds et secs n'ont pas seulement une fonction décorative. Ils font aussi office de régulateur thermique. Par évaporation, l'eau rafraîchit l'intérieur des bâtiments pendant la journée. En même temps, il humidifie l'air trop sec à cause de la chaleur.
Les tours à vent (bagdir iranien)	 	Autre astuce ancestrale pour ventiler l'intérieur des bâtiments : Le badgir (ou « tour à vent ») des anciens iraniens. Chacune des quatre faces de cette espèce de conduit de cheminée carré est pourvue d'orifices, eux-mêmes munis d'un volet qu'il suffit d'ouvrir pour capter la moindre brise. Celle-ci s'engouffre dans le conduit puis se refroidit en évaporant l'eau qui suinte de jarres poreuses situées en contrebas. Plus lourd, l'air frais circule au niveau du plancher, puis il se réchauffe et s'élève pour s'échapper par les portes et fenêtres.

Tableau III.2 les techniques du confort respiratoire
Source : Cerema – La qualité d'usage des bâtiments - juin 2015

11. Le confort visuel :

11. a- Définition :

Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques (éclairage, luminance, contraste, éblouissement...) mais aussi de facteurs physiologiques et psychologiques (âge, acuité visuelle et possibilité de regarder à l'extérieur). Les ambiances intérieures doivent permettre à l'occupant d'exercer une activité adaptée à son besoin, sans occasionner de gêne ou de fatigue oculaire. Les conditions d'éclairage doivent donc être différentes dans le bureau d'un dessinateur, à une salle de classe ou à une chambre. À travers ces critères, la prise en compte doit être à la fois une gestion de la lumière naturelle et celle de la lumière artificielle.¹⁶

L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet la réduction la facture énergétique et la réduction de diverses pollutions générées par la production d'électricité et par les équipements électriques (déchets radioactifs, gaz à effet de serre...)⁶

11. b- Préconisations :

11. b.1- Phase programmation :

- Fixer les exigences en termes de lumière naturelle et artificielle.

11. b.2- Phase conception :

➤ **Gestion de la lumière naturelle :**

- * Tenir compte des aménagements des abords du bâtiment.
- * Orienter les espaces de façon à optimiser les apports de lumière naturelle directe et indirecte sans créer de gêne visuelle.
- * Disposer d'accès à des vues extérieures confortables.
- * s'assurer de la présence constante de la lumière du jour.
- * Bien choisir les protections solaires pour se protéger du soleil en été sans l'occulter en hiver.

➤ **Gestion de la lumière artificielle :**

- * Favoriser un éclairage artificiel confortable.
- * Apporter à l'utilisateur la possibilité de gérer l'intensité lumineuse.
- * rester cohérent dans les systèmes d'allumage des lumières.
- * une bonne gestion des protections solaires et des lumières artificielles permet des économies d'énergie.

16 Guide qualité d'usage réalisé par le CETE de l'Est, sur commande de la DREAL Lorraine, et dans le cadre du programme de recherche et d'expérimentation sur l'Énergie dans le bâtiment (PREBAT) piloté par l'ADEME. Page 14

12. Confort acoustique :

12. a- Définition :

La qualité acoustique d'un bâtiment prend en compte le confort de l'utilisateur par rapport aux bruits générés par les autres occupants, aux bruits provenant de l'extérieur et aux bruits générés par les équipements techniques du bâtiment (chauffage, ventilation, ascenseur, équipements informatiques...).¹⁷

12. b- Préconisations :

12. b.1- Phase programmation :

- * Indiquer dans le programme le zonage du site.
- * Repérer les autres sources potentielles de bruits importants.

12. b.2- Phase conception :

- * Protéger les bâtiments sensibles aux bruits.
- * Regrouper les équipements techniques bruyants.

12. b.3- Phase réalisation :

- * Assurer une mise en œuvre rigoureuse.
- * Utiliser des matériaux appropriés

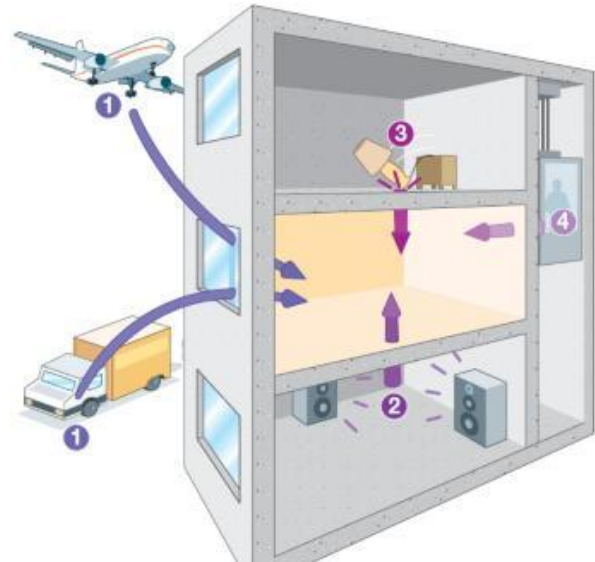


Figure III.12 : les bruits sonores. Source : www.cite-acoustique.fr

13- L'étude de cas « la ville de Yazd en Iran » :

La ville de Yazd se trouve sur le haut plateau du centre de l'Iran à proximité des montagnes dépassant 4000m d'altitude, cette région a un été écrasé de chaleur alors qu'il y gèle en hiver, les vents qui y soufflent sont chargés de sable, leurs habitants ont dû composer avec les éléments pour façonner leur milieu l'exemple le plus original de cette adaptation se trouve dans les tours des vents ou « badgir »

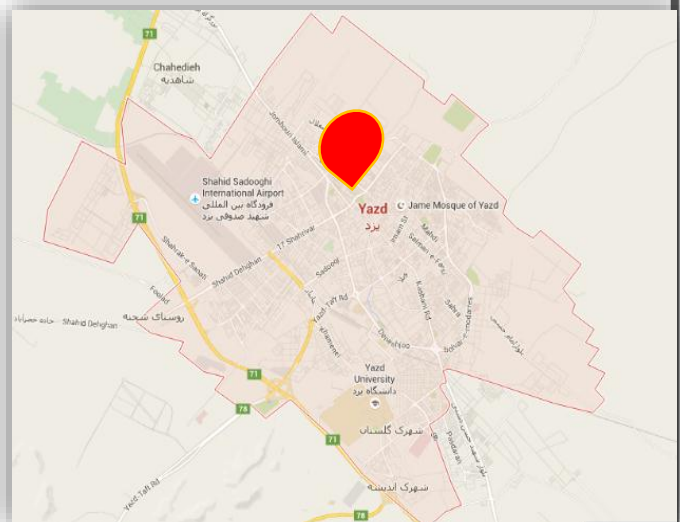


Figure III.13 : la situation de la situation de Yazd. Source : Google Earth

¹⁷ Guide qualité d'usage réalisé par le CETE de l'Est, sur commande de la DREAL Lorraine, et dans le cadre du programme de recherche et d'expérimentation sur l'Énergie dans le bâtiment (PREBAT) piloté par l'ADEME. Page 23

13. a- le fonctionnement de badgir : les tours des vents de la ville se présentent comme des cheminées rectangulaires d'environ 3X5 avec une hauteur de 15m la partie supérieures comportent des ouvertures verticales, le bas s'ouvre dans la pièce à rafraichir.

Deux principes sont en jeu et prévalent l'un ou l'autre en fonction de la force du vent et des différences de températures :

13. a.1- L'effet d'attrape le vent : le vent le plus rapide en hauteur est capté par les ouvertures hautes, les vents descend par les canalisations verticales jusqu'à la pièce à rafraichir, dans la pièce ce courant d'air peut alors passer au-dessus d'un bassin, son évaporation créant de la fraîcheur ou bien aspirer l'air frais des sous-sols pour rafraichir les pièces d'été¹⁸

13. a.2- L'effet de cheminée : la tour chauffée par le soleil réchauffe l'air contenu dans ses conduits mettant en œuvre le principe de convection, l'air chaud monte créant une aspiration en bas de la tour ventilant la pièce¹⁸

La sensation de confort thermique d'été met en jeu la température de l'air, son humidité et son mouvement. En augmentant la vitesse de l'air, la zone de confort thermique se déplace vers des températures plus hautes. Ainsi les tours des vents contribuent au confort respiratoire des occupants en favorisant les courants d'air et en évacuant l'air chaud.



Figure III.14 : badgir de Yazd. Source : www.kavehfarrokhi.com

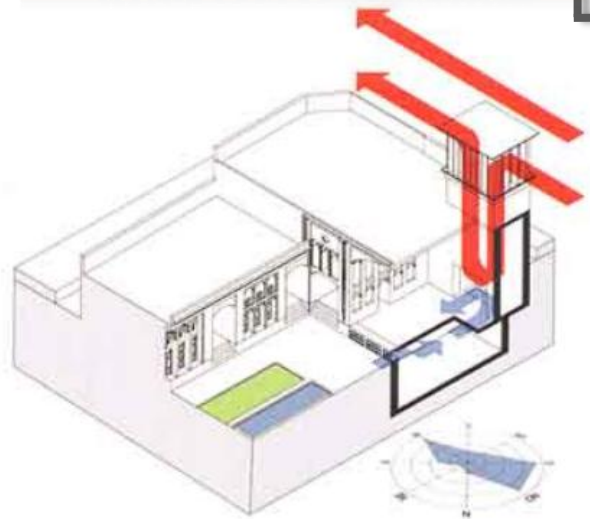


Figure III.15 : l'effet de attrape le vent. Source : www.habiter-autrement.org/

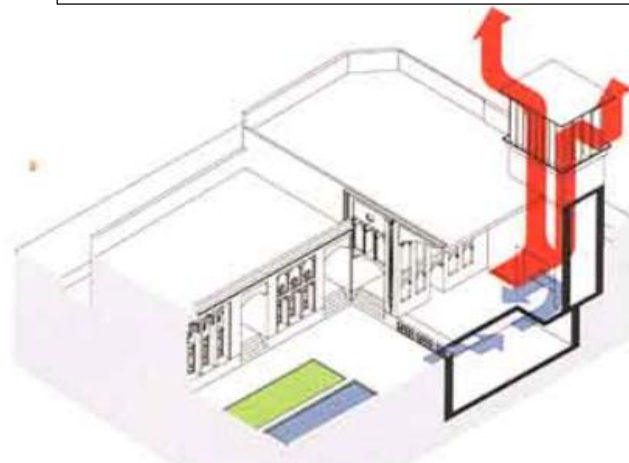


Figure III.16 : l'effet de cheminée. Source : www.habiter-autrement.org/

¹⁸ La revue habitat naturel (construire et vivre sain), l'écologie au quotidien n°07, (visité en Avril 2016)

14- La synthèse :

D'après l'étude environnementale notre projet portera le label de maisons durables, on respectera donc ses principes mentionné dans ce chapitre ; Notre projet utilisera des systèmes de chauffage et de rafraîchissement durables, tout en prêtant attention aux matériaux utilisés dans la construction, et de prévoir un système de récupération des eaux usées et pluviales.

Afin d'assurer un confort thermique et respiratoire, et un environnement sain au sein de l'habitat, les points suivants seront pris en considération dans le projet :

1. Les caractéristiques des matériaux utilisés
2. Les conditions climatiques de la région
3. L'élaboration de stratégie de chaud et de froid (capter, stocker, transférer)
4. Employer les techniques et les éléments architectoniques tel que les moucharabiehs, la protection végétalisée, vasques rafraichissants ...Etc.
5. Utiliser des volumes compacts si possibles.
6. L'utilisation de matériaux à forte inertie thermique.
7. L'utilisation des tours a vents pour assurer une ventilation naturelle.
8. Assurer une bonne isolation et une étanchéité a l'air.
9. Exploité l'énergie renouvelable en employant des panneaux photovoltaïque et chauffer l'eau à l'aide des panneaux solaires.

1. Introduction :

La programmation architecturale est la phase amont de la conception et la construction, c'est celle qui permet de définir les attentes avec précision ; que ce soit quantitatif ou qualitatif, L'objectif reste le même, c'est de garantir une qualité optimale des espaces qui constitue le projet formel, fonctionnel, ou environnementale afin d'assurer une certaine cohérence, un maintien des conditions de vie et d'exploitation favorable en aboutissant à un projet satisfaisant.

2- programme qualitatif :

L'habitat individuel est généralement constitué des espaces suivants :

2-1-a. l'entrée principale :

C'est un espace transitoire de l'extérieur à l'intérieur ; un passage du public vers le privé, il doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Il doit se distinguer de par sa forme
- Il doit assurer une certaine intimité (L'entrée en chicane)¹



Figure IV.1 : porte d'entrée principale.
Source : www.maison-deco.com

2-1-b. dégagement « espace de circulation horizontale» :

Il permet la distribution intérieure sans croisement des fonctions et des activités du logement ; leur surface ne doit pas excéder 15% de la surface totale des logements ; leur largeur ne doit pas être inférieure à 1,00 m.²

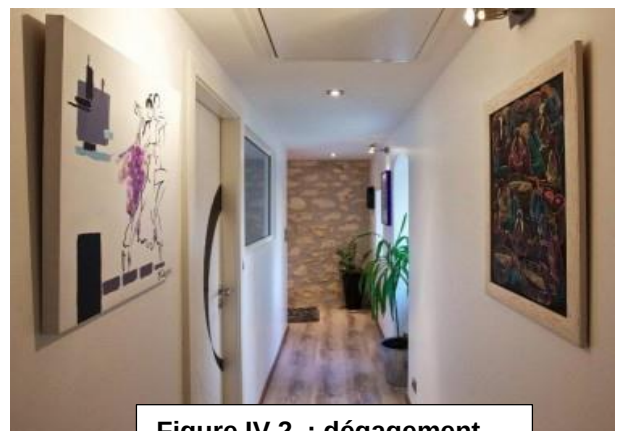


Figure IV.2. : dégagement
Source : www.elysis.lu

¹ www.arturbain.fr

² Les éléments de projet de construction, Neufert, Edition Le Moniteur 8^e, 2000, P250

2-1-c. le séjour :

Pièce destinée aux invité et à la réception ; celle-ci doit être en rapport avec les grandeurs du logement ; il devra être en relation direct avec l'accès du logement de manière à préserver l'intimité des autres espaces³ réservés à la vie familiale.



Figure IV.4 : séjour familiale sur jardin.
Source : www.mh-deco.fr



Figure IV.3 : séjour familiale avec cheminée.
Source : www.mh-deco.fr

2-1-d. la cuisine :

Conçu de manière à permettre la cuisson et la prise éventuelle des repas il y sera en communication directe sur le terrain de jeux, et avoir une bonne liaison avec la salle à manger et le cellier⁴



Figure IV.5 : cuisine ouverte avec coin de repas.
Source : www.ixina.fr

2-1-e. la salle à manger :

Un coin de la cuisine destiné aux petits déjeuners et même aux repas est souvent souhaitable. Ceci nécessite certain confort thermique et visuel ainsi que la qualité d'air.⁴



Figure IV.6 : salle à manger.
Source : www.domozoom.com

³ www.century21.fr

⁴ Les éléments de projet de construction, Neufert, Edition Le Moniteur 8^e, 2000, P260/262

2-1-f. cellier :

Il sera répartis obligatoirement dans la cuisine, dans les chambres essentiellement ou dans les circulations sous forme de placards ; la surface minimale des rangements à prévoir varie entre 0,50 m² et 2,00 m² ; pour un logement de 2 pièces - 0,50 m² ; pour un logement de 3 pièces - 1,00 m² ; pour un logement de 4 pièces - 1,5 m² ; pour un logement de 5 pièces - 2,00 m².⁵



Figure IV.7 : cellier intégré à la cuisine.
Source : www.decor-de-metal.com

2-1-i. chambres :

Il existe 3 types de chambre : des chambres ordinaire, d'enfant et chambre des parents, cette dernière devra permettre un aménagement et un rangement ou un dressing utile aux activités de 3 personnes ; c'est le taux d'occupation maximum des chambres ; cette surface est identique pour toute les grandeurs de maisons la surface sera au minimum de 10 m².⁶



Figure IV.8 : chambre à coucher parentale.
Source : www.deavita.fr

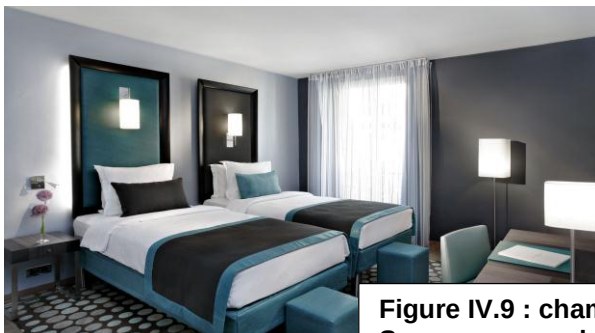


Figure IV.9 : chambre séparé.
Source : www.deavita.fr

2-1-j.dressing :

C'est une pièce indépendante ou un espace spécifique créé à l'intérieur d'une pièce et qui sert à ranger les vêtements, chaussures, ..., etc. Un dressing se différencie d'un placard par le fait qu'il s'agit vraiment d'un espace bien délimité. On peut concevoir un dressing Peu importe sa forme puisqu'un dressing est réalisé sur mesure.⁷



Figure IV.10 : un dressing. Source : www.marieclairemaison.com

⁵ Les éléments de projet de construction, Neufert, Edition Le Moniteur 8^e, 2000, P256

⁶ www.marieclairemaison.com

⁷ www.deco.fr

2-1-k. la salle de bain :

Elles seront situées de préférence à proximité des chambres ; la surface minimale est fixée à 3,50 m² pour les 3 catégories de logements ; une ventilation naturelle de cet espace est souhaitable.⁸



Figure IV.11 : salle de bain design.
Source : www.renov-salle-do.fr

2-1-l.le garage :

Le garage est un espace ayant une fonction d'assurer au voiture une protection suffisante contre les intempéries, la combinaison avec une pièce servant de dépôt est recommandé.⁹



Figure IV.12 : garage intégré a une maison.
Source : www.maisonscotesoleil.fr

2-1-m.les escaliers « circulation verticale» :

Ensemble de supports plans (degrés, marches), fixes ou mobiles, échelonnés de façon à assurer la circulation des personnes entre deux ou plusieurs niveaux. (L'escalier peut comporter plusieurs volées, séparées par un ou plusieurs repos, ou paliers. On distingue les escaliers à vis et les escaliers tournants à volées droites ; les escaliers à noyau [plein ou creux] et les escaliers à jour ou suspendus. Garde-corps et/ou mains courantes assurent la sécurité des personnes.¹⁰

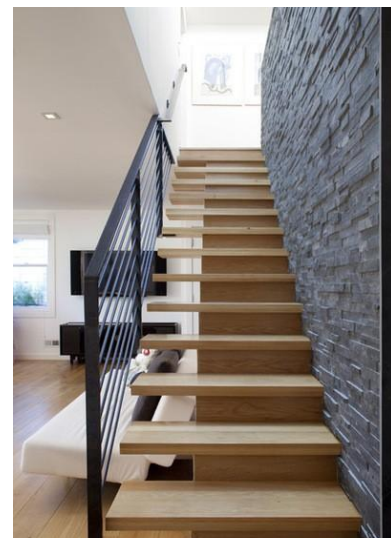


Figure IV.13 : escalier en bois.
Source : <http://deco.plurielles.fr>

08 Les éléments de projet de construction, Neufeuert, Edition Le Moniteur 8°, 2000, P269

09 Les éléments de projet de construction, Neufeuert, Edition Le Moniteur 8°, 2000, P454

10 <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/escalier/30934#JUDFZJyboLJI0TA2.99>

2-2-a. Les exigences de débit d'air :

Type de l'espace	Alimentation en air	Evacuation d'air
Chambres	36 m ³ /h.m ² à 75 m ³ /h.m ²	/
Séjour, salon, salle à manger (ou équivalent)	36 m ³ /h.m ² à 100 m ³ /h.m ²	/
Cuisine, salle de bain	/	3,6 m ³ /h.m ²
Toilettes	/	25 m ³ /h

Tableau IV.1 : les exigences de débit d'air. Source : Selon les réglementations régionales sur la performance énergétique des bâtiments (PEB) 2010

2-2-b. Les exigences d'éclairage :

Type de l'espace	Puissances d'éclairage conseillées
Cuisine, salon, salle à manger	250 lux
Hall d'entrée, salle de bains, chambre d'enfant	720 lux
Garages, couloir, cellier	60 lux
Escaliers, caves	30 lux

Tableau IV.2 : les exigences d'éclairage. Source : Selon les réglementations régionales sur la performance énergétique des bâtiments (PEB) 2010

3-Programme quantitatif :

Notre projet est constitué de 35 logements, 15 est de type F5, 8 logements F4 type 01, et 12 F4 type 02

3-a. La surface habitable :

Nombre de chambres	Surface mini	Surface moyenne	Surface maxi
4 chambres	105 m ²	120 m ²	130 m ²
5 chambres	110 m ²	130 m ²	150 m ²

Tableau IV.3 : la surface habitable.
Source : www.plans-maisons.com

3-b. Les surfaces des pièces de F4 :

L'espace	La surface mini (m ²)	La surface maxi (m ²)	Dimension mini (m)
Entrée et dégagement	1	5.2	l > 0.9
Séjour	14	22	l > 3.5
Cuisine	7	11	l > 2.1
Chambre	10	15	l > 2.5
Chambre des parents	12	20	l > 2.5
WC	1.2	3	l > 1
Salle de bain	3	5	L > 1.6
Dressing	3.6	5	L > 1.2
Salle à manger	2.6	5.2	l > 1.3
Garage	15	18	L > 4.8

Tableau IV.4 : la surface des pièces de F4.
Source : Neufert. 8^e Edition, P de 251 à 269

3-c. Les surfaces des pièces de F5 :

L'espace	La surface mini (m ²)	La surface maxi (m ²)	Dimension mini (m)
Entrée et dégagement	1	5.2	l > 0.9
Séjour	16	24	l > 3.5
Cuisine	10	15	l > 2.5
Chambre	12	16	l > 3
Chambre des parents	13	25	l > 3
WC	1.6	4	l > 1.2
Salle de bain	4	7	L > 1.6
Dressing	4	5	L > 1.2
Salle à manger	2.6	5.2	l > 1.3
Garage	15	20	L > 5

Tableau IV.5 : la surface des pièces de F5.
Source : Neufert. 8^e Edition, P de 251 à 269

3-d. Ratio et hauteur :

L'espace	Ratio (m²/P)	Hauteur mini (m)
Séjour	2.4/1	2.5
Cuisine	1.5/1	2.6
Salle à manger	3/1	2
Chambre	1/1	2.5
WC	0.5/1	2
Salle de bain	1.05/1	2.25
Dressing	1.25/1	2.5
Garage	/	2.7

Tableau IV.5 : Norme de Ratio et de Hauteur. Source : Neufert. Les éléments de projets de construction 8^e

3-e. Programme de notre projet :

Type	F4 type 01		
Les cas	Cas n°01	Cas n°02	Cas n°03
séjour	21m²	21m²	21m²
Cuisine + SAM	13m²	14m²	13m²
Chambre 01	12m²	12m²	12m²
Chambre 02	20m²	20m²	18m²
Chambre03 (dres)	20m² + 2.7m²	15m² + 3m²	20m² + 3m²
SDB 01	5.6m²	6m²	5.6m²
SDB 02	4m²	4m²	4m²
WC	3.2m²	2.3m²	3.2m²
Garage	15m²	15m²	15m²
Surface habitable	115.5m²	111.3m²	113.8m²

Tableau IV.6 : les surfaces de F4 Type01.
Source : auteur

Type	F4 type 02	
Les cas	Cas n°01	Cas n°02
séjour	22m ²	22m ²
Cuisine + SAM	14m ²	14m ²
Chambre 01	14.5m ²	12m ²
Chambre 02	15.5m ²	15m ²
Chambre03 (dres)	16m ² + 2m ²	16m ² + 2m ²
SDB 01	6m ²	6m ²
SDB 02	5m ²	5m ²
WC	3m ²	3m ²
Garage	15m ²	15m ²
Surface habitable	112.5m ²	110m ²

Tableau IV.7 : les surfaces de F4 Type02.
Source : auteur

Type	F5		
Les cas	Cas n°01	Cas n°02	Cas n°03
séjour	22m ²	22m ²	22m ²
Cuisine + SAM	13m ²	13m ²	13m ²
Chambre 01	13.5m ²	12m ²	12m ²
Chambre 02	13m ²	12m ²	12m ²
Chambre 03	13m ²	14m ² + 2.5m ²	12m ² + 2.5m ²
Chambre04 (dres)	21m ² + 2m ²	20m ² + 3m ²	16m ² + 3m ²
SDB 01	5.5m ²	7m ²	6m ²
SDB 02	6m ²	6m ²	6m ²
WC	3.2m ²	3m ²	3.2m ²
Garage	15m ²	15m ²	15m ²
Surface habitable	127.2m ²	129.5m ²	123m ²

Tableau IV.8 : les surfaces de F5.
Source : auteur

4-Les objectifs du projet :

Le processus conceptuel d'un projet est lié aux différents objectifs et concepts.

4-a.Objectifs liés à la ville :

Communiquer avec le site : c'est-à-dire qu'il faut intégrer le projet avec la ville prenant en considération la typologie de la ville de Laghouat, le climat de la ville ainsi que les besoins de cette population (le côté sociale)

« L'architecture est un art qui doit être contaminé par la vie. On doit d'abord chercher les empreintes d'un lieu ; définir les contraintes qui stimulent la création ; assurer une continuité entre l'ancien et le nouveau ; il ne s'agit pas de faire le bâtiment qui manque, mais de défendre l'identité du lieu »¹¹

Richard Meier

Avec l'environnement immédiat (l'oasis et les montagnes) par le concept de parc habité et le jeu des hauteurs des maisons de par le terrain et le skyline

4-b.Objectifs liés au programme :

« La compréhension du site ne suffit pas, l'art du projet exige une capacité d'interpréter le sens du programme en reliant aux opportunités sous-jacentes du site »¹⁰

Edouard, apprendre l'espace.

Le programme d'une maison individuelle et assez simple mais en même temps doit respecter certaines règles d'intimité et de confort intérieure.

4-c.L'objectif liée à l'environnement :

01- réduction des voies mécanique et l'incitation à l'utilisation du transport doux tel que la bicyclette, la marche à pied.

02- encourager la mixité sociale par l'espace de rencontre crée au centre de l'ilot

03- assurer une bonne orientation et disposition des espaces pour chaque maison

04- exploiter les richesses naturel (soleil et vent) comme énergie renouvelable

05- rafraichir par les plans d'eau et la végétation.

¹¹ www.dspace.univ-tlemcen.dz

5-L'idéation du projet :

5-a.L'idée du projet :

Le parti pris architectural est donc celui d'un parc habité et la création d'un projet durable où sont privilégiés les bonnes orientations et le bon ensoleillement des maisons individuelles (implantation du bâti permettant la gestion des apports solaires), économes en énergie, de façon à assurer le confort des habitants en hiver comme en été, tout en réduisant l'impact sur l'environnement.

5-b.Les concepts utilisés :

La continuité : Elle exprime la corrélation et la complémentarité Des différentes parties qui composent le projet .Le respect du site et de l'environnement -la forme du projet épouse la forme du site.¹²

La centralité : Le projet s'organise autour d'un espace central qui joue le rôle d'ordonnateur, organisateur de regroupement et de convivialité dans les fonctions et les espaces intérieurs.¹¹

L'introversion :

Elle permettra l'enrichissement des façades intérieures, Pour son coté formel cette organisation exige des volumes dominant (patio) pourvue d'un axe de symétrie (forme octogonale)¹³

La hiérarchisation :

Programme d'aménagement avec définition des priorités elle préserve l'intimité et organise les flux de déplacements ¹¹

Le rythme : « *Gérer de la beauté, c'est juger de l'ordre, de la justesse de la proportion.* » ¹¹En matière d'architecture, l'ordre c'est le rythme qui crée des points de repère dans la réception. Le rythme dans notre projet est la répétition de la cellule composé de groupe de maisons individuelles

La perception paysagère : c'est un concept d'une lecture performante et structurée des formes et des espaces qui permettent de construire une image mentale cohérente et continue ¹¹

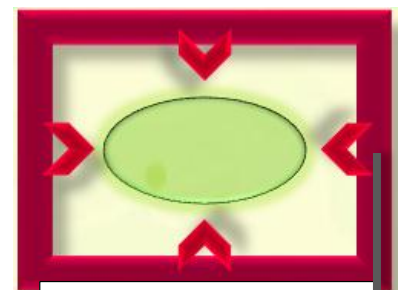


Figure IV.14 : le concept d'introversion.
Source : Auteur.

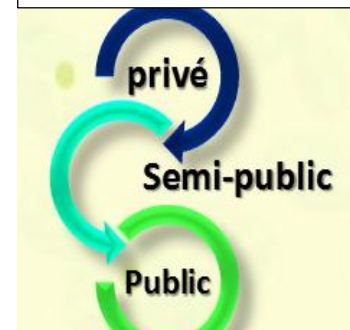


Figure IV.15 : le concept de hiérarchisation.
Source : Auteur.



Figure IV.16 : le concept de rythme.
Source : www.brierearchitectes.com

¹² www.dspace.univ-tlemcen.dz

¹³ Hammou Abdelhakim, a propos de la conception architecturale, OPU, 2010, p56

5-c. Les principes utilisés :

La compacité : le choix du volume va effectuer le besoin calorifique, on utilisant des corps compacts, on empêche des déperditions thermique et on diminue le besoin on énergie, les formes cubique ont démontré tous leur avantages ¹⁴

L'orientation : ce type de conditions est indispensable pour une maison durable ou l'orientation au sud est un facteur déterminant



Figure IV.17 : le principe de l'orientation. Source : Auteur

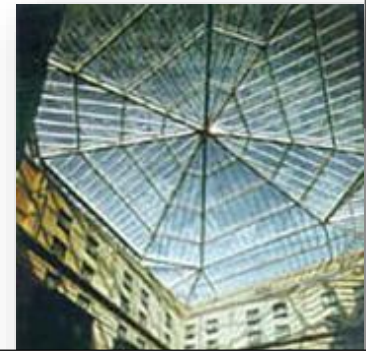


Figure IV.18 : Un atrium. Source : www.augoutdemma.be

L'atrium : il est considéré comme un espace tampon aussi il assure l'éclairage naturelle la ventilation et l'équilibre entre la température extérieure et intérieure.

Le capteur a vent : il capte le vent en hauteur grâce à des ouvertures pour garantir une ventilation naturelle de la maison ¹⁵

Maison dans le jardin : c'est un principe locale il engendre un microclimat pour la maison et aussi assure l'intimité

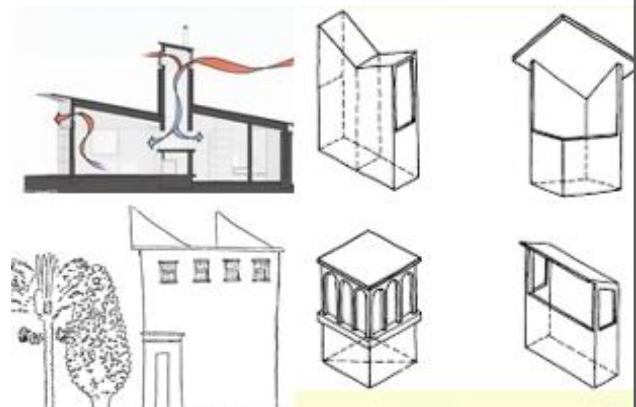


Figure IV.19 : la tour à vent. Source : www.asso-iceb.org

La véranda : principe de fonctionnement de véranda d'hiver :

- 01-Capter la lumière et les rayons solaires les jours d'hiver grâce à une bonne orientation (S.SE.SO)
- 02-Stocker : cette chaleur avec des matériaux a haute inertie
- 03-Transférer : efficacement la chaleur dans la maison par convection (ventilation) ¹⁶

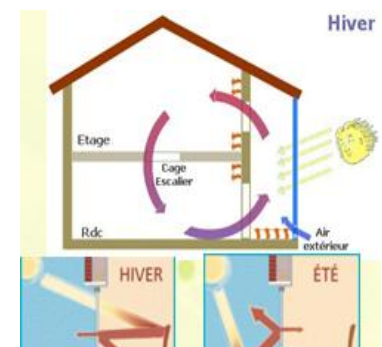


Figure IV.20 : la véranda. Source : www.ideesmaison.com

¹⁴ www.passivact.com

¹⁵ www.habiter-autrement.org

¹⁶ www.technal.com

6-Genèse du projet :

6. a. au niveau du quartier « plan de masse »:

6.1- Etape 01 « l'état de fait »

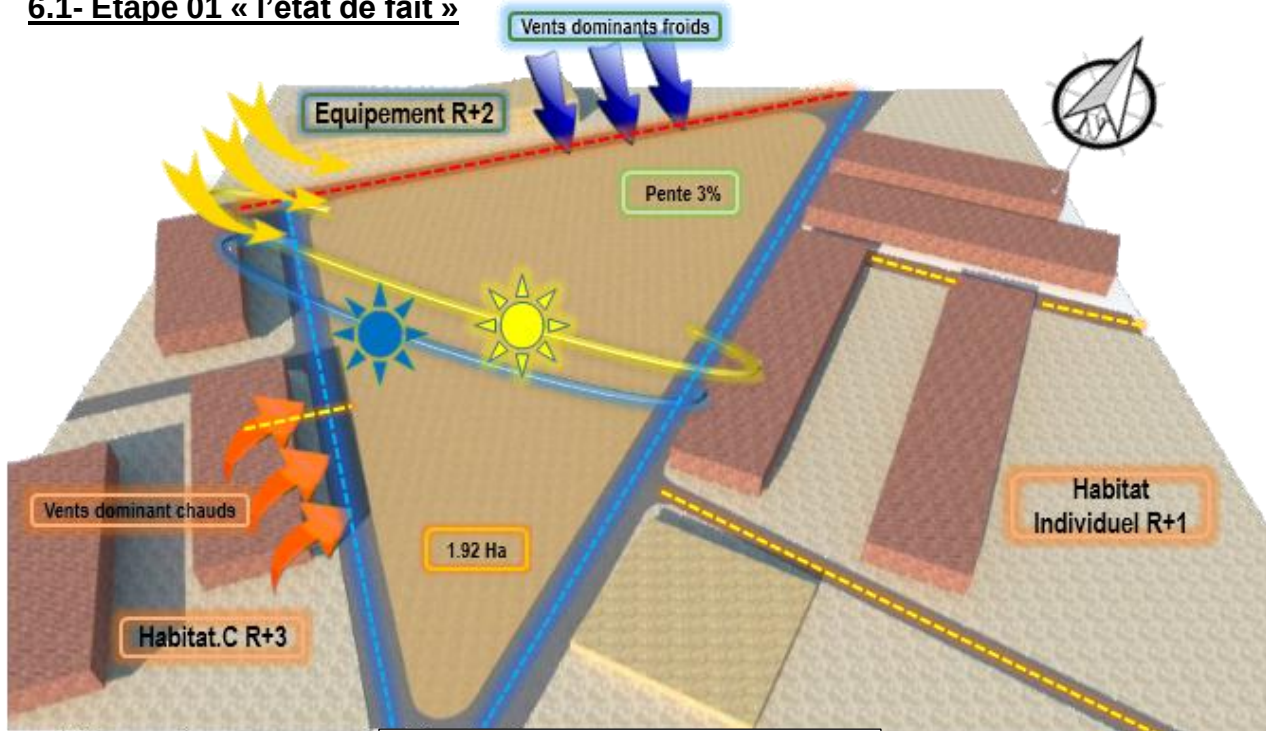


Figure IV.21 : l'état de lieu. Elaboré d'après le PDAU de Laghouat 2010

6.2- Etape 02 : le mode d'occupation « périphérique » :

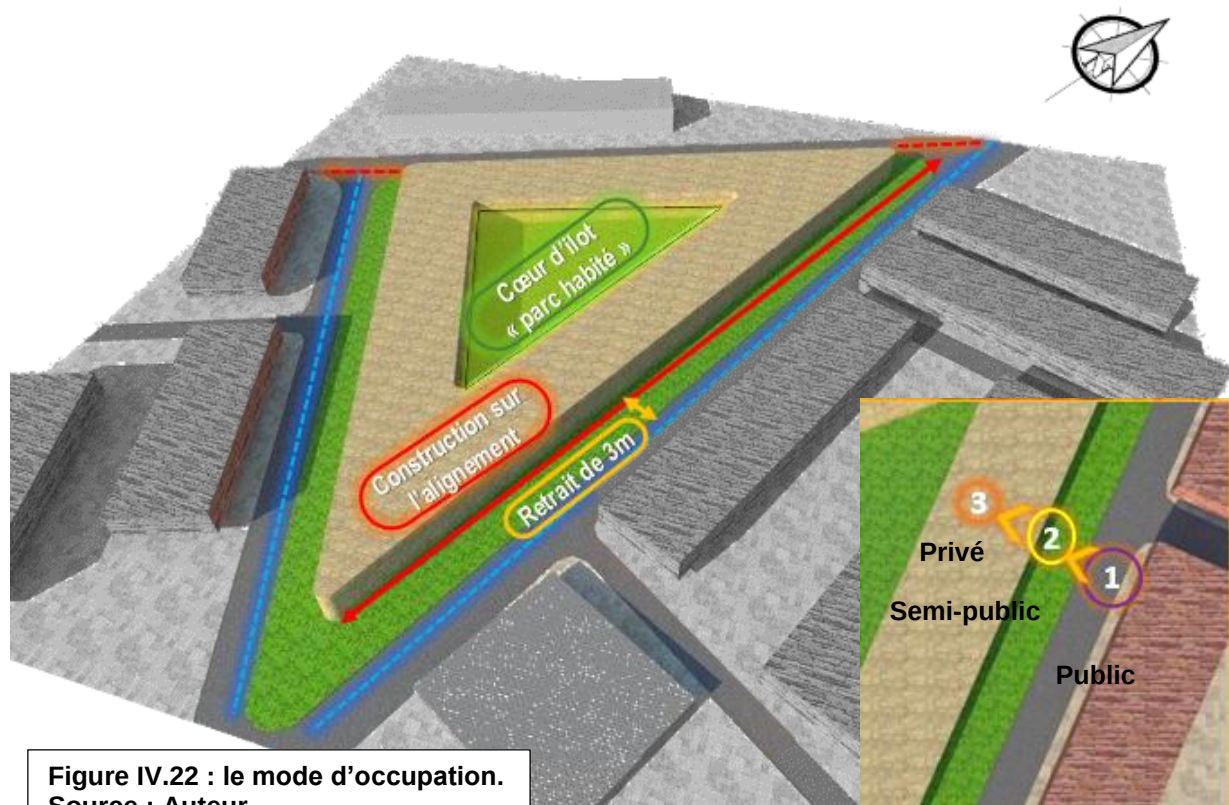


Figure IV.22 : le mode d'occupation.
Source : Auteur

Le parti architectural du parc habité a entraîné un mode d'occupation périphérique qui assure le principe de construction sur l'alignement avec un retrait de 3m, et offre une intégration formelle dans le but d'obtention d'un cœur d'îlot qui sera le centre de communication sociale qui relié entre le bâti et le non bâti tout en créant un microclimat agréable.

6.3- Etape 03 : les accès et les parcours principaux :

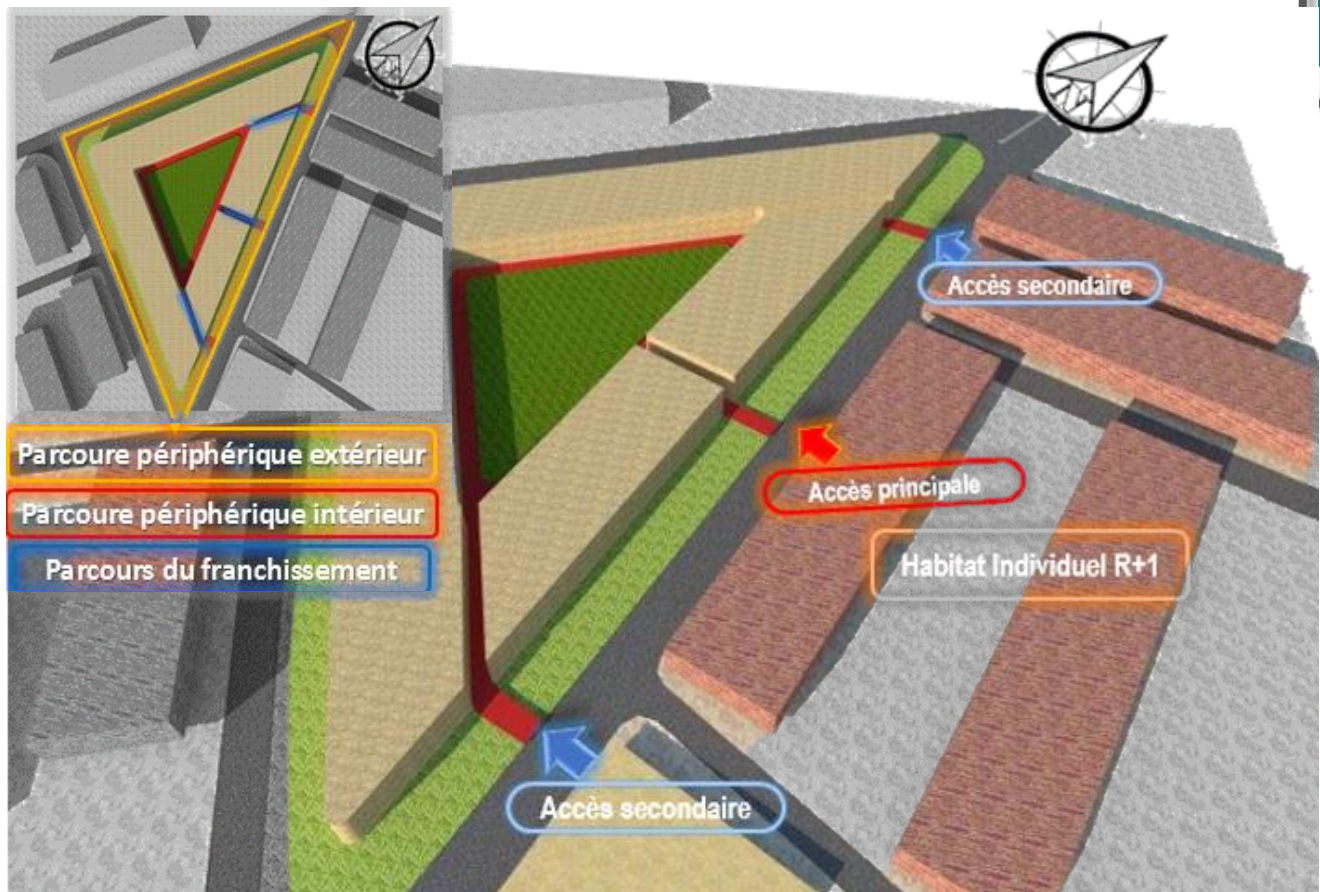


Figure IV.23 : les accès et les parcours principaux. Source : Auteur

On a injecté 3 accès au niveau de la voie secondaire donnant sur le côté de l'habitat individuel avoisinant pour une homogénéité de la typologie, le 1^{er} étant le principal se situant au milieu de la façade menant directement au cœur de l'îlot assure la continuité spatiale et fonctionnelle, les 2 accès secondaires planté de part et d'autre de la même façade procure une certaine fluidité.

On a percé par la suite des parcours périphériques intérieurs en parallèle avec les parcours périphériques extérieurs ceinturant avec l'espace non bâti intérieur.

6.4- Etape 04 : les parcours secondaires :

Figure IV.24 : les parcours secondaires. Source : Auteur

On a assuré l'accessibilité mécanique périphérique limitée vers les zones de stationnement de sorte à respecter une certaine distance de vis-à-vis entre deux bâtis de 6m d'une façon a laissé pénétrer les rayons solaires. (Remarque : vu que les maisons seront en duplex).

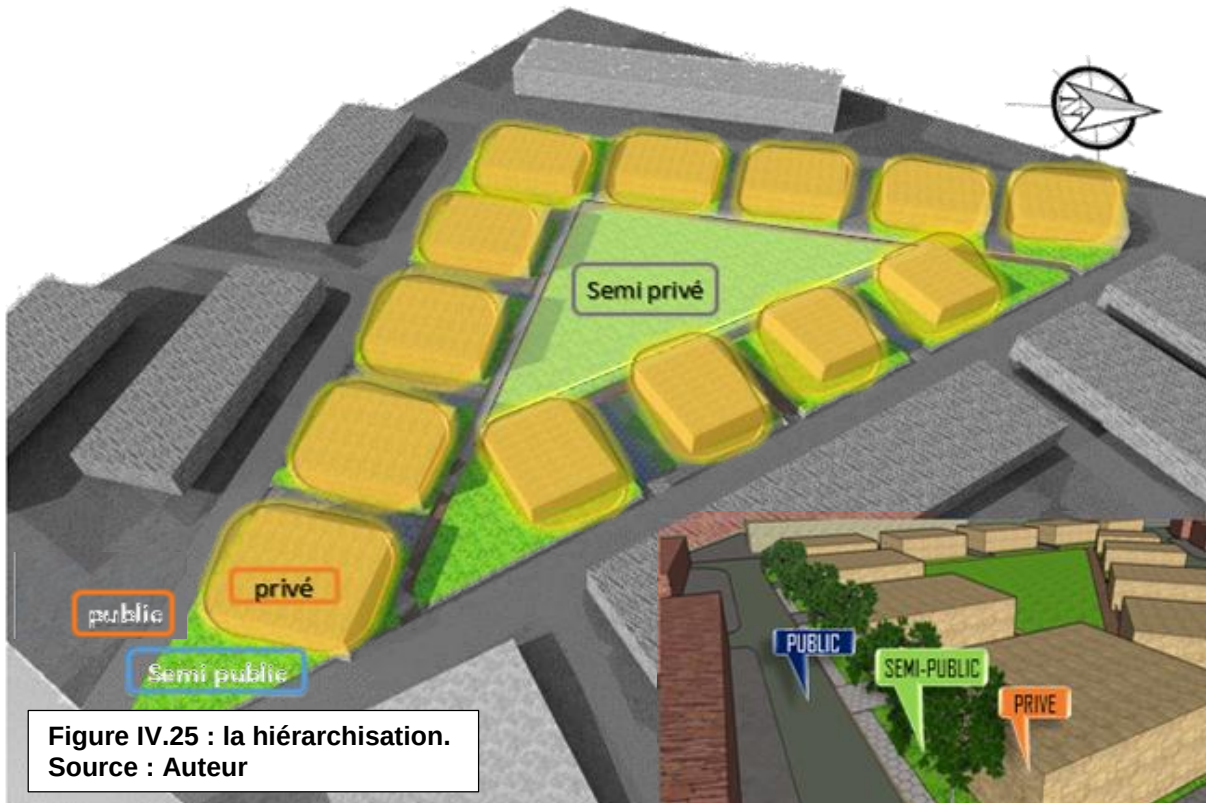
6.5- Etape 05 : La hiérarchisation :

Figure IV.25 : la hiérarchisation. Source : Auteur

On a maintenu cette hiérarchisation en ceinturant l'espace bâti « privé » avec un espace vert semi –public qui fait office d'un filtre contre les vents et protège des rayons solaires l'été d'une part et d'autre part en aménageant l'espace central « introvertie » semi privé

6.6- Etape 06 : La disposition des unités :

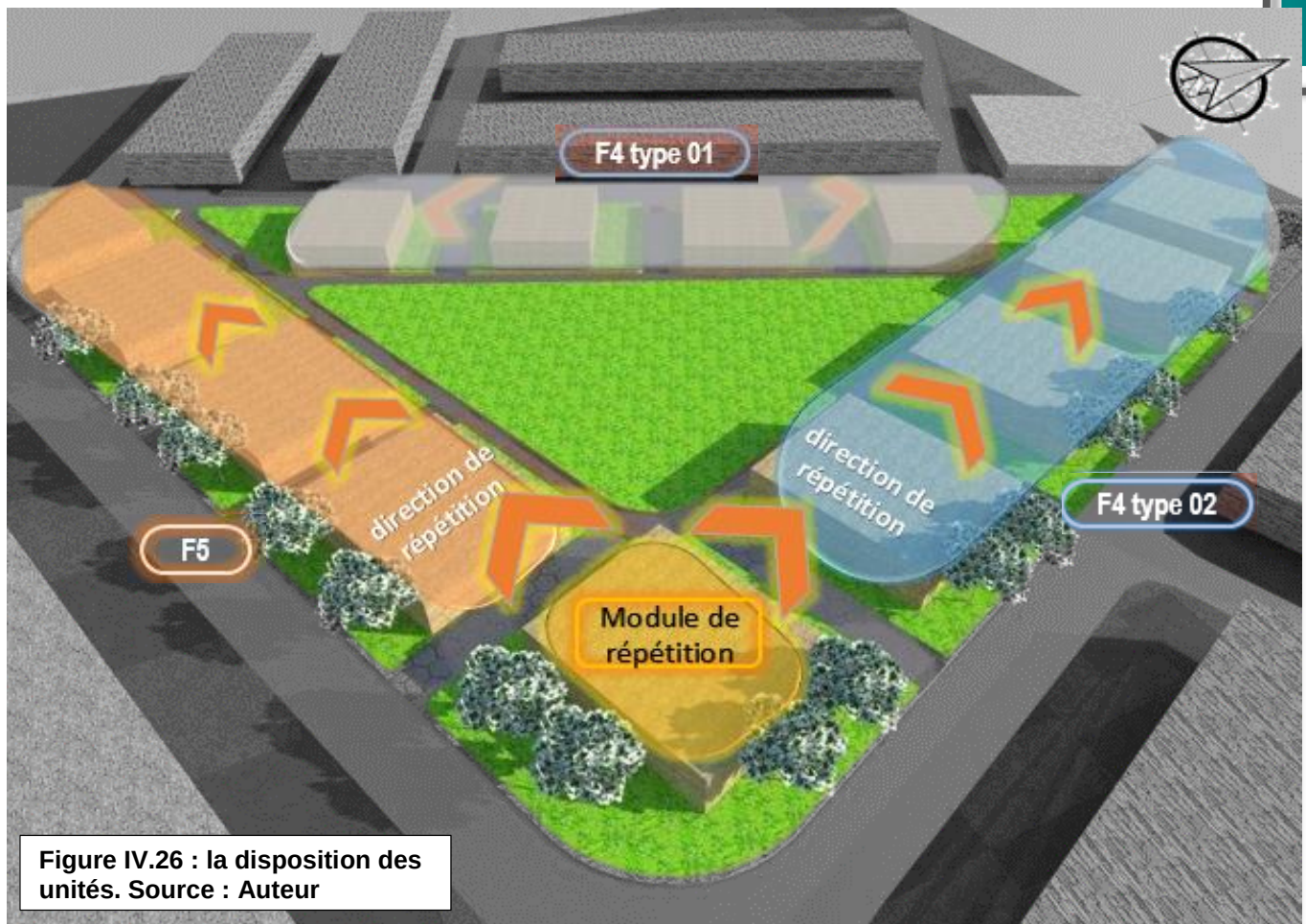


Figure IV.26 : la disposition des unités. Source : Auteur

On a appliqué le concept du rythme de division linéaire, par la répétition des unités ayant une largeur de 25m (suivant la largeur de l'unité), selon un axe ; délimité par les deux parcours périphériques. Cette disposition a engendrée 3 sous-groupes « 3 entités » tous en duplex. ». On a organisé ces entités selon le rythme de translation, 2 types d'entités sont constituées de 3 maisons F4 type 01 et F5, dont chaque une occupe le quart du parcellaire et un autre type de 2 maisons, F4 type 02. Cette diversité est due au fait de prendre part de l'orientation de chaque une.

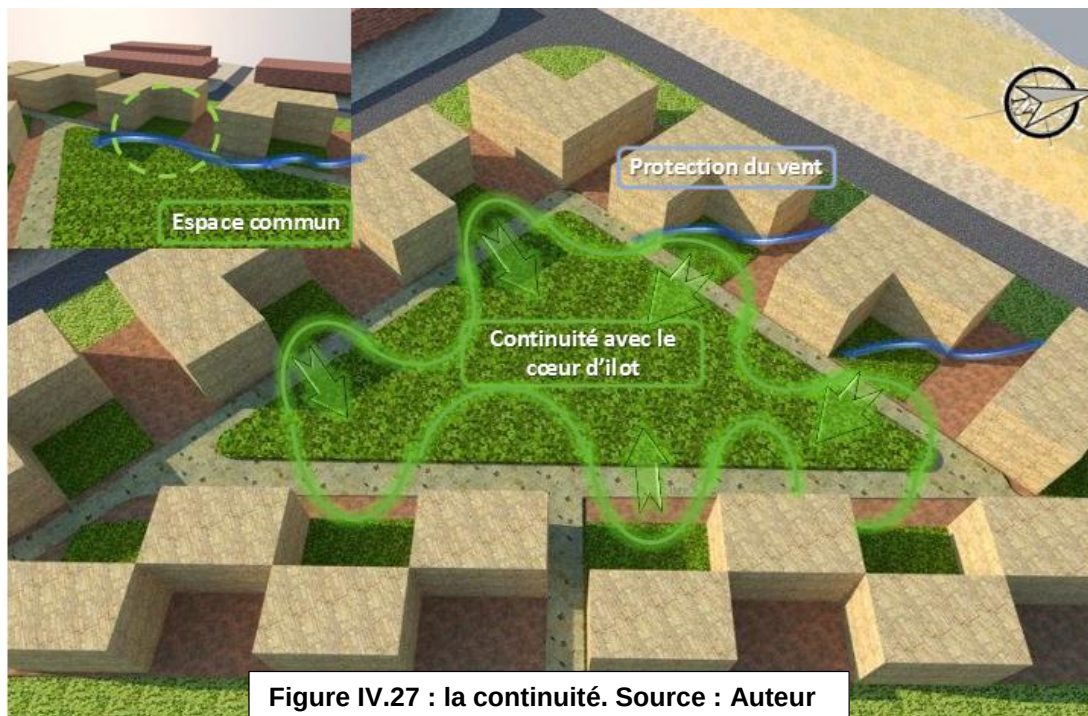
6.7- Etape 07 : La complémentarité entre espace bâti-non bâti :

Figure IV.27 : la continuité. Source : Auteur

On a assuré la complémentarité et la liaison entre ces deux espaces par un espace vert intermédiaire incorporer dans l'entité qui joue un double rôle sociale « espace commun » Et environnementale. « Protège des vents ».

6.8- Etape 08 : l'aménagement du cœur de l'îlot :

Figure IV.28 : L'aménagement du cœur d'îlot. Source : Auteur

L'espace bâti s'organise autour d'un espace central qui joue le rôle d'ordonnateur, qui offre une perception paysagère, un espace conviviale qui réunit toute les tranches d'âge car il se compose de 3 parties, et participe à l'aération et le rafraichissement du quartier par les plans d'eau et la végétation

6.9- Etape 09 : l'aménagement de l'espace extérieur :

On a choisis les types de la végétation en considérant leur impact environnemental ; au côté Ouest on a implanté des arbres d'Acer, Au sud on trouve l'amandier. Au côté Est on a implanté les chênes verts.

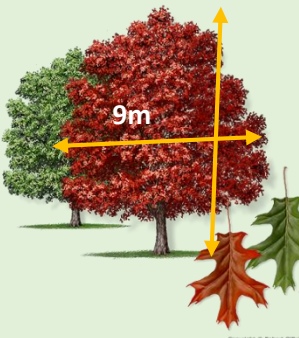
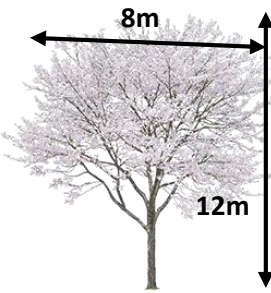
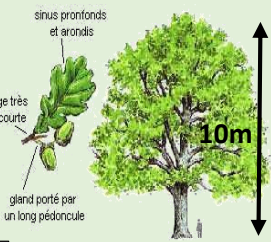
Nom de l'arbre	Photo de l'arbre	Coupe sur l'arbre	caractéristiques
Arbre d'Acer (élabre)			à feuille caduque leurs tailles varient de 1,5 m à 9 m de haut.de forme arrondi avec 9m de large, plein soleil de croissance rapide, avec un beau feuillage vert foncé devenant rouge vif à l'automne. facile d'entretien et bien adapté à la situation urbaine.
Arbre d'Amandier			L'amandier est un arbre de 6 à 12 m de haut pour 6 à 8 m d'envergure. Les feuilles caduques est dentées et pointues à l'extrémité, d'un vert assez clair. La magnifique floraison de l'amandier se situe en février-mars
Chêne vert			A feuilles persistants d'une hauteur de 10 à 15m avec une taille modérée, fleuri en mois d'avril a mai, cette espèce préféré les zones ensoleillées et les températures chaudes.

Tableau IV.9 : Caractéristiques des arbres.
Source : jardinage.ooreka.fr

Le tri des déchets est essentiel c'est pour cela on a intégré des aménagements spécifiques de collecte dans des endroits différents afin de faciliter la participation de tous les habitants.

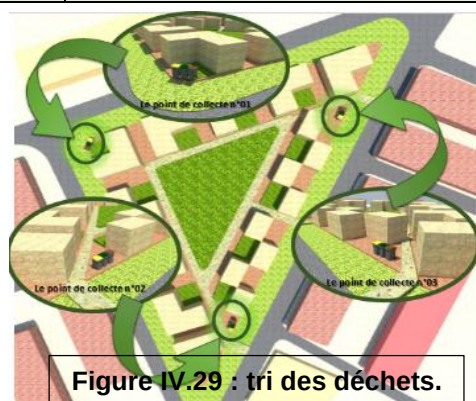
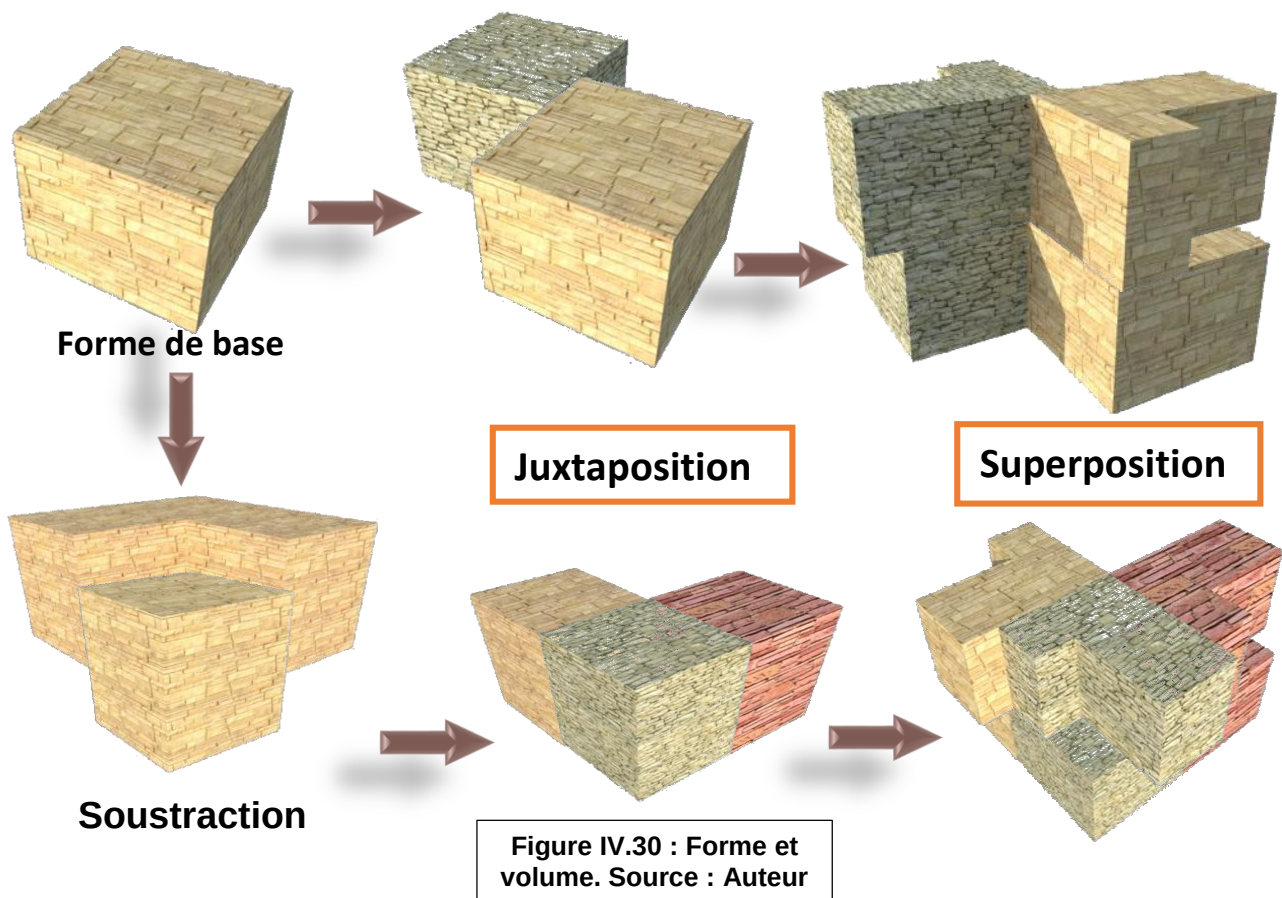


Figure IV.29 : tri des déchets.
Source : auteur

6. b. au niveau de l'unité :**6. b.01- Etape 01 : forme et volume de l'unité :**

Après division de l'unité on a fait subir un chevauchement de 90° pour offrir une orientation optimale. On a ensuite juxtaposé 2 volumes afin d'obtenir un gabarit de R+1 (en duplex) pour une intégration formelle avec le voisinage.

On a coalisé les maisons par un élément réunificateur « la tour a vent » étant passive dans la fonction mais active formellement, il permet l'aération et la structuration de l'unité.

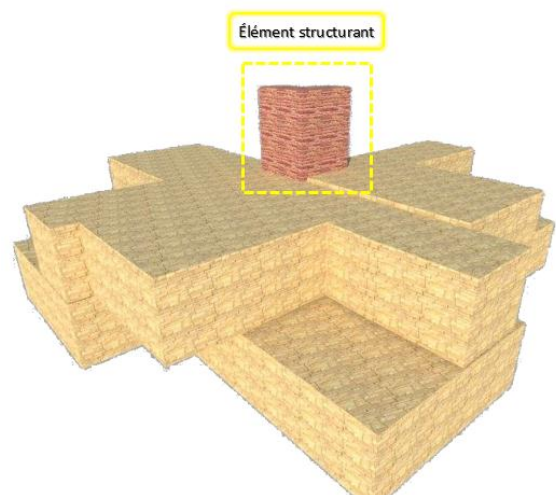


Figure IV.31 : tour à vent.
Source : Auteur

6. b.02- Etape 02 : les principes environnementaux utilisés :

On a ajouté comme élément du confort en compagnie de la tour à vent et l'atrium une serre au séjour pour optimiser le confort thermique

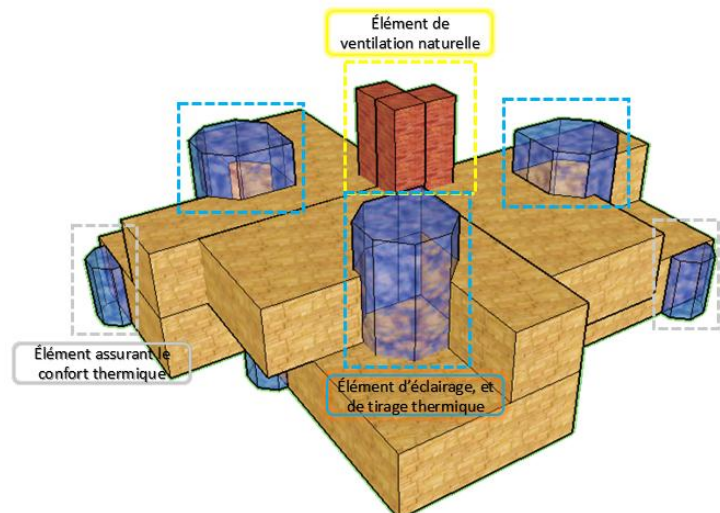


Figure IV.32 : les principes environnementaux. Source : Auteur

6. b.03- Etape 03 : les principes utilisés « inspirés de la région » :

D'après la typologie de la ville de Laghouat vue en chapitre contextuelle auparavant :



Figure IV.38 : Les principes inspirés de la région. Source : Auteur

A l'étage on y trouve les éléments structurants « tour à vent, atrium », la chambre « parentale et d'enfant » avec une orientation Sud-Est, ainsi qu'une terrasse et salle de bain

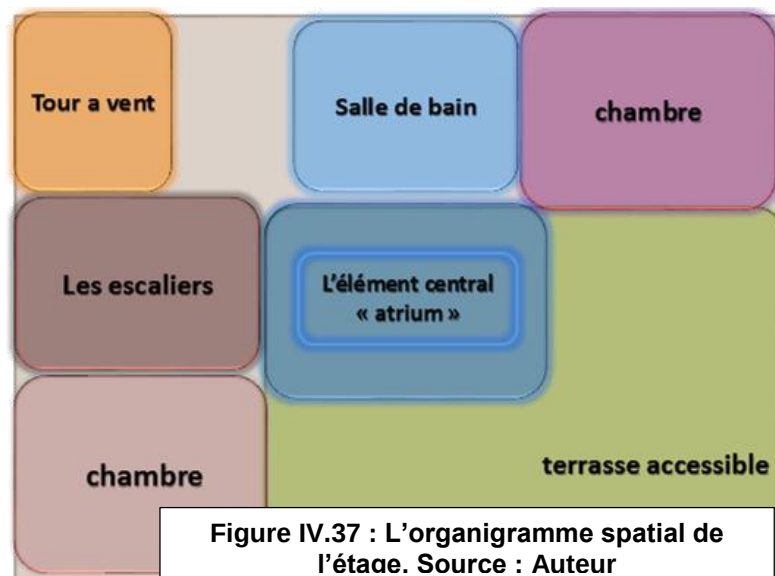


Figure IV.37 : L'organigramme spatial de l'étage. Source : Auteur

6. b.06- Etape 06 : la distribution des espaces intérieure :

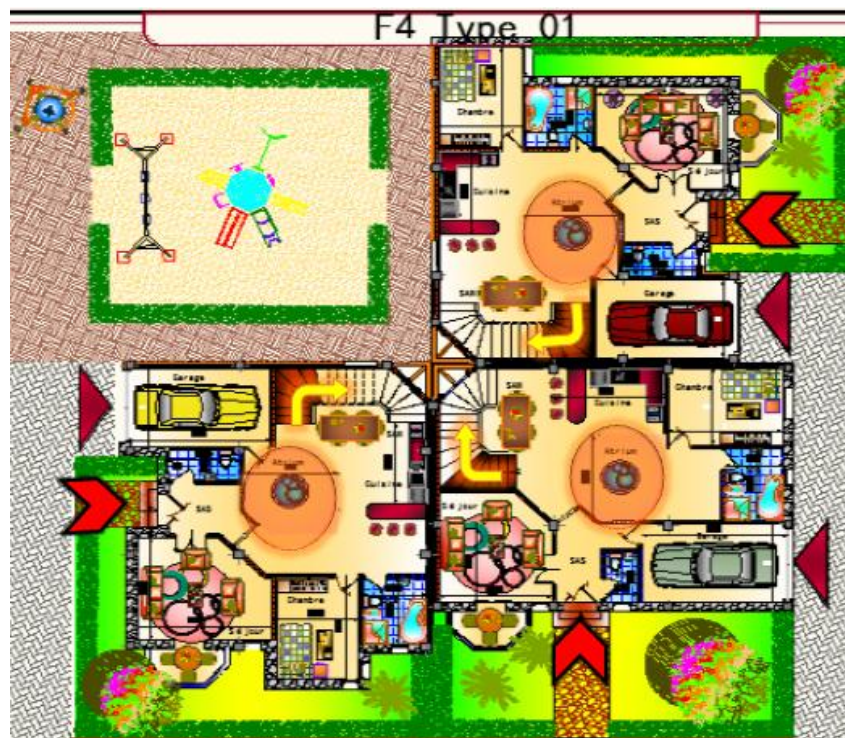


Figure IV.38 : plan de RDC du F4 type 01. Source : Auteur

L'organisation spatiale des maisons est centralisée, l'espace central ordonnateur pour chaque maison est l'atrium, dominant de par sa forme et sa fonction. Autour de lui les espaces s'organise de manière a séparé l'espace jour bruyant au RDC de l'espace nuit calme a l'étage, et groupé l'espace privé « la cuisine et chambre » de l'espace de réception public «séjour, l'entrée en chicane » tout en rapprochant le plus possible les espace humides « cuisine ouverte et SDB » entre eux.

Toutes les cuisines auront une fenêtre qui donne sur l'aire de jeu de sorte à permettre aux parents de surveiller leurs enfants. Chaque maison dispose de 2 terrasses accessibles l'une à l'étage et l'autre au-dessus et d'un jardin à l'entrée. Une serre est incorporé avec le séjour lui servant de chauffage solaire l'hiver et d'une véranda aérer l'été, avec la tour a vent l'élément organisateur de chaque unité qui procure une ventilation naturelle l'été.

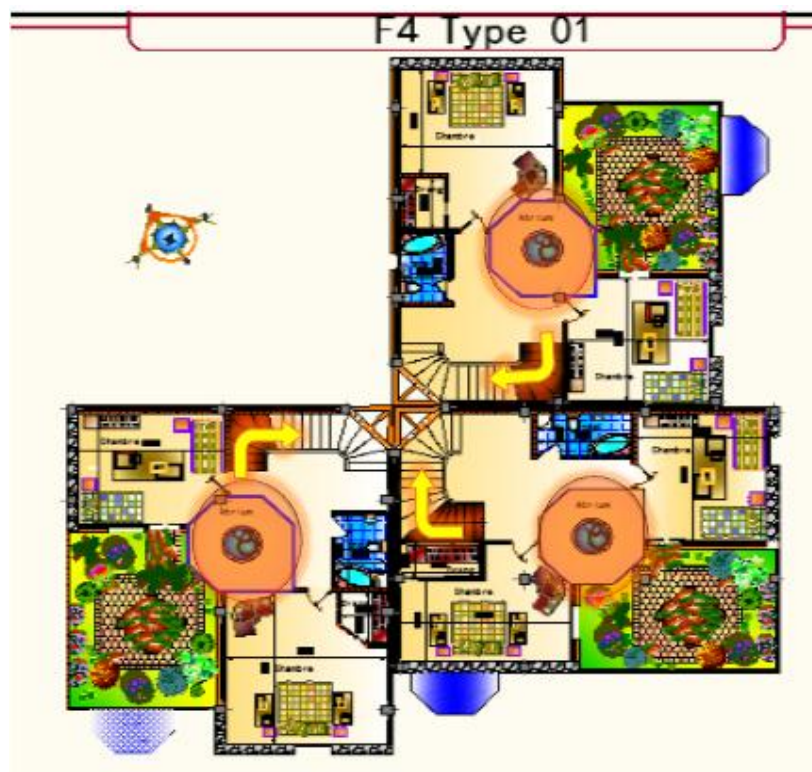


Figure IV.39 : plan de l'étage F4 type 01.
Source : Auteur

7-Choix des matériaux :

Dans notre projet on a choisis des matériaux locaux et écologique en raison de leurs avantages ; la pierre, l'adobe, le brique mono-mur, ainsi que le verre chauffant, et pour l'isolation ; la laine de mouton pour les murs, et le ouate de cellulose pour les plafonds (pour plus de le détail voir annexe n° 01).

Les façades

Façade Sud-Est F4 type 01



Façade Nord-Est F4 type 02



Façade Sud-Ouest F5



Façade F5



Façade F4 T2



Façade F4 T1





Plan de masse « été ».



Plan de masse « hiver ».

Introduction :

Le secteur de la construction a une grande influence sur la santé et la qualité de l'environnement. On passe en moyenne de 85 à 90% de notre temps à l'intérieur, dont environ 70% dans notre propre habitation¹. Différentes études scientifiques ont démontré que la pollution urbaine est souvent plus importante à l'intérieur de nos maisons qu'à l'extérieur dans les villes. C'est pourquoi notre intérêt majeur se porte sur la conception d'une maison saine dont le principale but est d'offrir aux occupants un intérieure à la fois sain et confortable.

Une habitation saine doit être avant tout agréable en termes de température, d'humidité ambiante, et surtout de qualité d'air assurée par le contrôle des débits d'air à l'entrée et à la sortie des bâtiments ,dont cette dernière est importante pour tout processus métaboliques pour l'hygiène de chacun. Elle permet d'éviter les problèmes de condensation et de moisissures dans les bâtiments. La purification de cet air implique essentiellement son renouvellement par un processus de ventilation. Avec lequel il constitue un élément de plus en plus consommateur d'énergie et précisément dans les régions chaudes, ce qui impose d'utiliser une ventilation naturelle.

Le renouvellement d'air par la ventilation assure parallèlement l'apport d'air frais et l'évacuation des odeurs. L'air introduit dans le bâtiment doit être porté à la température intérieure de confort, que ce soit par réchauffement (hiver) ou par rafraîchissement (été). cela en utilisant des systèmes passif d'aération tel que la tour a vent ou l'atrium qui permettent le captage et le tirage d'air et de ce fait une circulation de l'air permanente qui offre une ventilation et un rafraîchissement naturel, évitant ou limitant ainsi le recours à la climatisation.

Dans ce présent travail, on se focalise sur l'impact des systèmes passifs d'aération (tour à vent, atrium) sur la ventilation et le rafraîchissement naturel au sein des maisons selon notre conception. Ce travail se devisé en deux parties essentiels dont la première est théorique comportant différentes définitions et concepts quant à la deuxième ; c'est la partie expérimentale contenant la simulation et les résultats de cette dernière effectuer à l'aide du logiciel Energyplus.

¹ www.bruxellesenvironnement.be

La problématique :

La qualité de l'air intérieur est une thématique qui est aujourd'hui de plus en plus pointée du doigt. Et sur quoi on doit se focalisé plus, de la discerner, et de l'anticipé dès le départ en prévoyant une ventilation bien étudié.

La ventilation naturelle repose sur les différentiels de pression liés au vent et au gradient de température, elle dépend aussi des choix architecturaux et de la géométrie des pièces qui doivent être conçu de manière intelligente, en étudiant les surfaces et les emplacements des ouvertures.

L'espace choisi pour ce cas d'étude est un espace familiale comportant une cuisine ouverte a une salle à manger attacher à une tour à vent qui a la double fonction de captage et de tirage , aider par un atrium afin d'accentuer la fonction de tirage, dans le but d'assurer une qualité d'air saine pour cette espace, alors :

- **Comment parvenir à mieux exploiter les deux systèmes passifs (tour à vent et atrium) pour se rapprocher d'avantage de la qualité d'air intérieur recommandé été comme hiver ?**

2-1. définitions des concepts :

Le confort respiratoire : c'est un facteur d'ambiance directement lié à la thermique de l'habitat : la purification de l'air implique son renouvellement par un processus de ventilation naturelle ou mécanique. Celle-ci constitue un élément de plus en plus important dans la consommation énergétique d'un bâtiment. Si le taux de ventilation d'un local est insuffisant, l'air y est rapidement vicié et l'ambiance devient de plus en plus malsaine : la respiration est moins active, une fatigue prématurée apparaît, le risque de contamination augmente.²

Aération ou ventilation signifie extraire l'air vicié ou pollué d'un local et introduire de l'air neuf (air extérieur) à l'intérieur de ce même local. Une aération suffisante veut dire :

- ♦ Un volume d'air suffisant
- ♦ Un volume d'air renouvelé en permanence
- ♦ Pas de courant d'air gênant.³

Le renouvellement de l'air : c'est le Ratio du débit volume d'air neuf soufflé dans le local au volume du local et qui s'exprime en heure. L'air neuf introduit dans les locaux a pour fonction de diluer la pollution et d'entraîner les odeurs. Pour certains locaux classiques tels que habitation ou bureau ce taux prend des valeurs faibles de l'ordre de 3 à 6. Par contre, pour des locaux dont l'usage génère une forte pollution atelier de peinture par exemple la valeur de ce taux est bien plus élevée et de l'ordre de 10 à 30 suivant les cas. Le courant d'air doit être limité à une vitesse inférieure à 0,2 m/s pour le confort de l'occupant.⁴

Débit de ventilation : Le débit d'une ventilation (m³/h) dépend des facteurs suivants :

- * La perméabilité de l'ouverture fermée, en fonction de la dimension et du type d'ouvrant.
- * la section de l'ouverture en position ouverte.
- * Le gradient de pression entre les deux faces de l'ouverture.
- * la vitesse d'air extérieur.⁵

Définition du vent : le vent correspond au déplacement d'une masse d'air consécutif à des différences de température et de pression, la vitesse et l'amplitude géographique des vents peuvent être très variables dans l'espace et dans le temps, l'homme l'utilise aujourd'hui comme source d'énergie.⁶

2 <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/confort/2.2.htm>

3 http://www.stissp.ac-aix-marseille.fr/pedagogie/coiffure/cmt_aeration_et_ventilation_prof.pdf

4 http://www.xpair.com/dictionnaire/definition/taux_de_renouvellement_d_air_neuf.htm

5 How to use Natural ventilation to cool office building, E Gratia, Bruyere, A De Herde, 2004

6 <http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/dico/d/climatologie-vent-14560/>

2-2. la ventilation :

La ventilation introduit de l'air extérieur dans un bâtiment ou une pièce et distribue l'air dans ce bâtiment ou cette pièce ; son objectif est d'assainir l'atmosphère en diluant les polluants formés dans le bâtiment et en les évacuants, trois éléments de base caractérisent la ventilation du bâtiment :

- 01-Le débit de ventilation : quantité d'air extérieur introduite dans l'espace, et quantité de l'air extérieur
- 02-La direction du flux d'air : direction générale du flux d'air dans un bâtiment, qui doit aller des zones propres aux zones sales
- 03-Le mode de distribution ou l'écoulement de l'air : l'air extérieur doit être distribué efficacement, en tout point de l'espace ventilé, et tout point de l'espace ventilé doit être débarrassé efficacement des polluants aéroportés qui y sont générés⁷

Les indicateurs de performance globale de la ventilation :

- 01-Le renouvellement d'air : indique l'efficacité de la distribution d'air frais dans la pièce
- 02-L'efficacité de la ventilation : indique l'efficacité de l'élimination des polluants atmosphérique de la pièce.

Trois méthodes peuvent être utilisées pour ventiler un bâtiment : la ventilation naturelle, la ventilation mécanique, et la ventilation hybride (mixte). On se focalisera plutôt sur la ventilation naturelle étant donné qu'elle est la plus saine et la plus respectueuse de l'environnement

2-2-a.la ventilation naturelle :

Des forces naturelles (vents et tirage thermique du à la différence de densité entre l'air intérieur et l'air extérieur, notamment font pénétrer l'air extérieur dans le bâtiment à travers des ouvertures pratiquées à cet effet dans l'enveloppe du bâtiment (fenêtres, portes, tour à vent,...) ce mode de ventilation dépend du climat, de la conception des bâtiments et du comportement des personnes.⁶

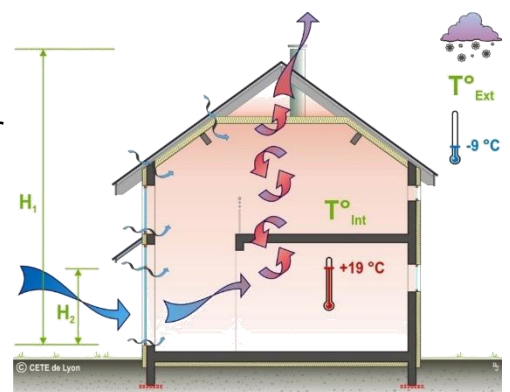


Figure n°01 : ventilation naturelle
Source : <http://www.enerbat-thermique.fr>

⁷ James Atkinson, Yves Chartier, ventilation naturelle et lutte contre les infections en milieu de soins, organisation mondiale de la santé, 2010, p 09.

- Les avantages de la ventilation naturelle :

Si elle est bien installée et entretenue, elle présente plusieurs avantages par rapport à un système de ventilation mécanique :

- Elle assure un débit de ventilation élevé à moindre coût du fait de l'utilisation de forces naturelles et de grandes ouvertures
- Elle peut avoir un meilleur rendement énergétique, en particulier si un chauffage n'est pas nécessaire, et elle ne demande pas d'entretien tel que la mécanique.⁸

- Les inconvénients de la ventilation naturelle :

- Elle est variable et dépend des conditions climatiques extérieures.
- Il peut être difficile de contrôler ou de maîtriser la direction du flux d'air.⁸

Les facteurs d'influences : La ventilation naturelle est influencée par :

- **L'environnement :** loin tel que les montagnes, des reliefs, vallées, villes, ou proche tel que les bâtiments voisins, ou murs de protection.
- **Le climat :** Plus il fait froid, plus il y a du vent, plus le renouvellement s'accélère. Il faut recourir à des dispositifs particuliers, comme des entrées d'air auto réglables, des régulateurs de débit, pour compenser ces variations. À l'inverse, par temps calme, ou au printemps et en été, l'aération peut être insuffisante. Dépendante des conditions extérieures.
- **La végétation :** procure de l'ombre, mais aussi influe sur les mouvements des masses d'air qu'elle permet de canaliser, accélérer ou ralentir.
- **Le bâti :** la taille du bâtiment, sa forme, les positions, géométries et dimensions des ouvertures, des débords de toitures, ces paramètres rentrent en jeu dans les mouvements d'air créés dans les locaux. Des sorties d'air plus grandes que les entrées, permettront par exemple de placer le bâtiment en sous-pression et d'obtenir ainsi une vitesse de l'air à l'intérieur supérieure à la vitesse à l'extérieur.⁸

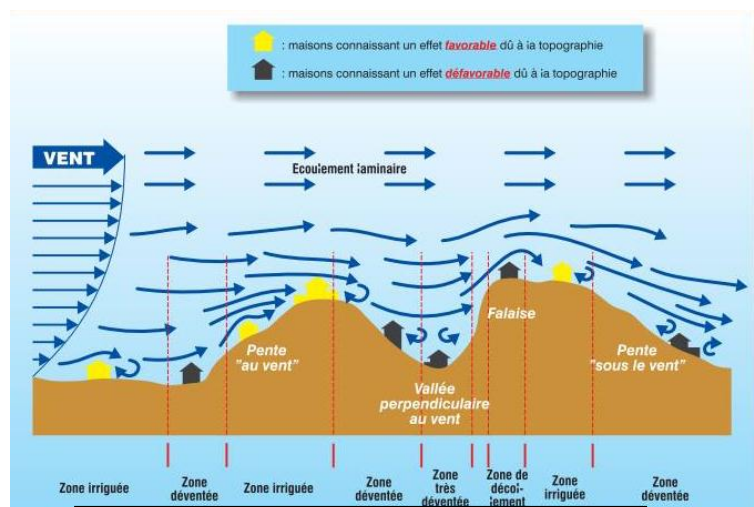


Figure n°02 : les facteurs d'influence
Source : traité d'architecture et d'urbanisme
bioclimatiques, Alain Liébard et André de

⁸ <http://www.ecohabitation.com/guide/fiches/ventilation-passive-naturelle>

Les forces motrices de la ventilation naturelle :

- **La pression du vent :** l'action du vent sur un bâtiment induit une pression sur la façade au vent et une dépression sous la façade sous le vent, cette différence de pression fait circuler l'air des ouvertures du bâtiment exposés au vent vers celles situées sous le vent, cette circulation de l'air autour du bâtiment est complexe.
- **Le tirage :** il est généré par la différence de température ou d'humidité (densité), entre l'air intérieur et l'air extérieur, cette différence crée un déséquilibre dans les gradients de la pression de colonnes d'air intérieur et d'extérieur entraînant une différence de pression verticale ⁷

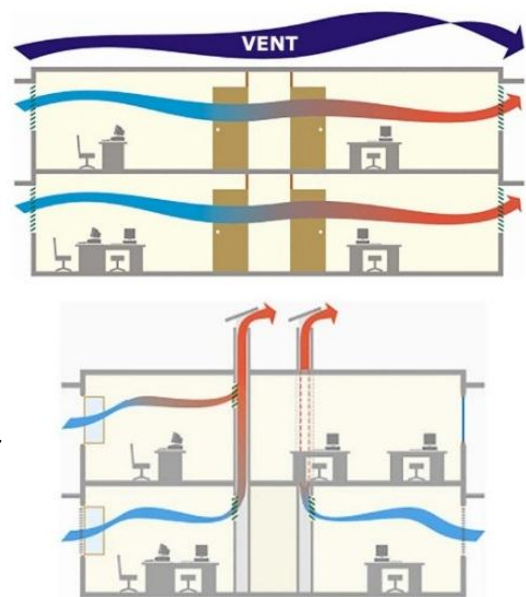


Figure n°03 : les forces motrices
Source : www.guidibatimentdurable.fr

Les types de ventilation naturelle : Il existe de nombreux types d'écoulement de ventilation naturelle dans les bâtiments, les trois principaux ⁹

1*La ventilation traversante : On appelle ventilation traversante l'écoulement résultant d'une configuration, où l'air entre par une façade, traverse l'ensemble du bâtiment et ressort par une façade opposée. Elle peut fournir les taux de renouvellement d'air les plus importants, et peut ventiler efficacement des pièces bien plus profondes que la ventilation à exposition simple. Tout en assurant une circulation d'air peu perturbée par des obstacles entre les ouvertures situées de part et d'autre du bâtiment. Ce sont principalement les écarts de pression dus au vent sur les façades opposées qui créent la circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment.

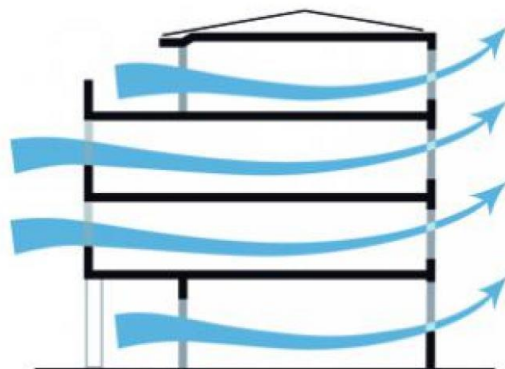


Figure n°04 : ventilation traversante
Source : www.guidibatimentdurable.fr

⁹ <http://www.ecohabitation.com/guide/fiches/ventilation-passive-naturelle>

***Ventilation de simple exposition :** Dans le cas de la simple exposition, ce sont essentiellement les fluctuations qui interviennent pour créer un effet de pompage, mais l'effet dominant est souvent le tirage thermique. Si la température intérieure est supérieure à l'extérieure, l'effet de tirage thermique entraîne l'air extérieur plus froid (et donc plus lourd) dans les parties basses des ouvrants alors que l'air intérieur plus chaud (et donc plus léger) va sortir en partie supérieure des ouvrants.



Figure n°05 : ventilation simple exposition
Source : <http://www.cotemaison.fr/>

***La ventilation par tirage thermique :** La ventilation naturelle ne nécessite aucun dispositif mécanique pour fonctionner. La circulation de l'air est induite par le tirage thermique, dû aux différences de températures entre l'intérieur et l'extérieur, et les pressions du vent sur l'enveloppe du bâtiment.

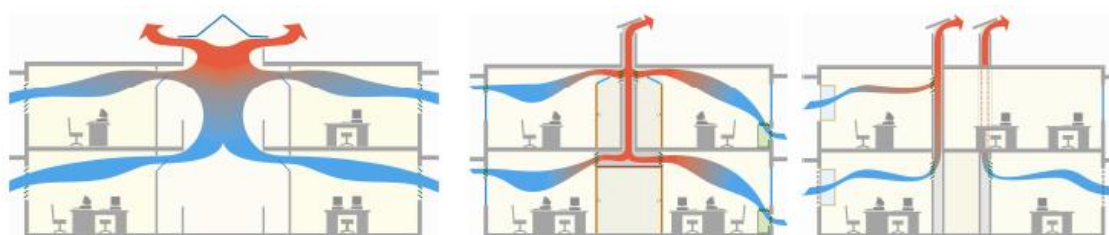


Figure n°06 : ventilation par tirage thermique
Source : <http://app.bruxellesenvironnement.be/>

Influence de la ventilation naturelle sur l'espace :

La configuration de la fenêtre et la ventilation naturelle :

01-la position des ouvertures : Une façade exposée au vent est en surpression. À l'inverse, une dépression est créée sur les façades sous le vent. Si des ouvertures sont sur les faces opposées, un renouvellement d'air proportionnel au carré de la vitesse du vent se produit¹⁰

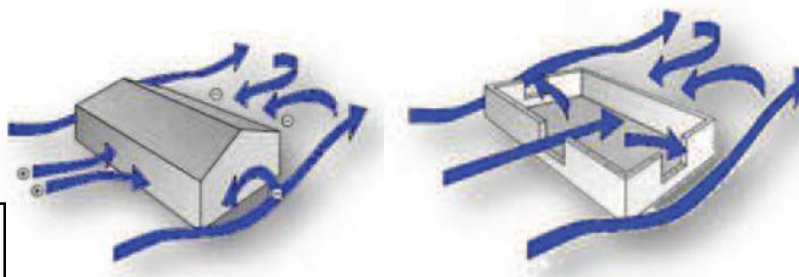
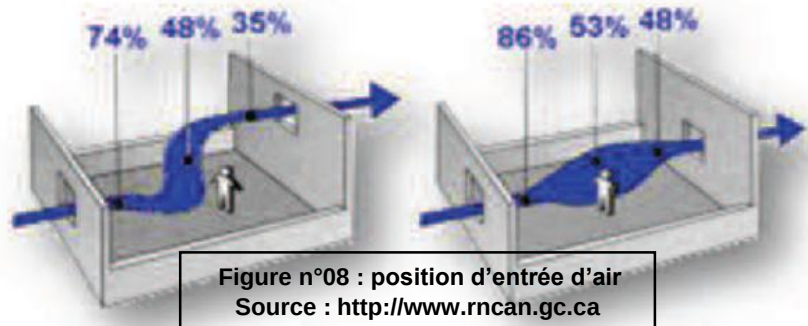


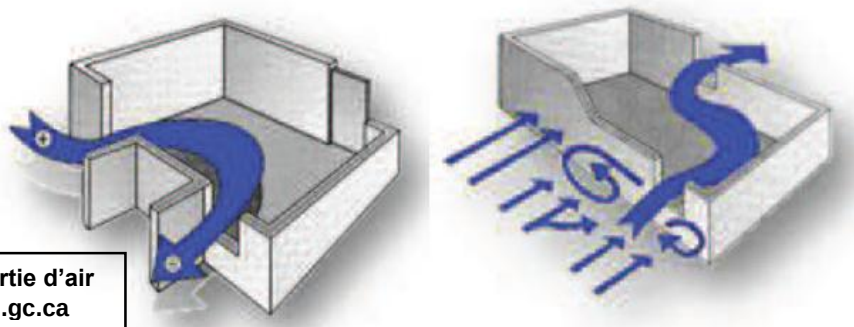
Figure n°07 : position des ouvertures
Source : <http://www.rncan.gc.ca>

¹⁰ <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/concepts/7.3.3.3.htm>

Position d'entrée d'air : Celle-ci doit se trouver le plus au centre possible de la Paroi sinon l'air a tendance à longer la paroi proche de l'ouverture.

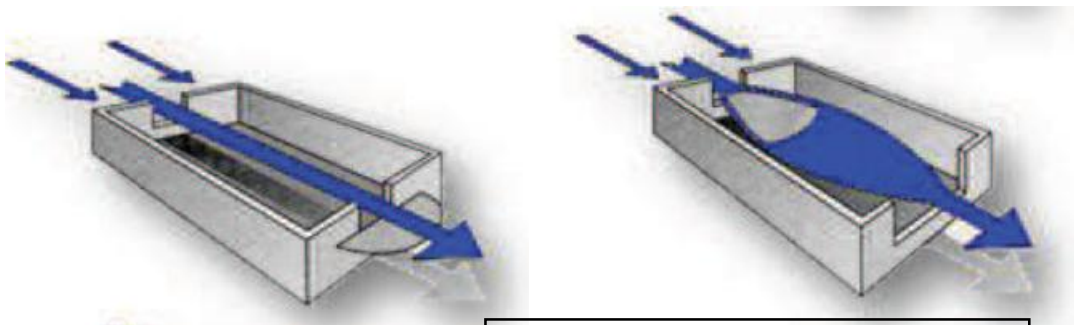


Position de sortie d'air : Si l'ouverture de sortie d'air est décalée par rapport à Celle d'entrée, le flux d'air balaye plus largement le local mais la vitesse de l'air s'en trouve Réduite.



02-la dimension des ouvertures :

Si l'ouverture de sortie est plus grande que celle d'entrée, le local sera balayé plus Largement. De plus la vitesse de l'air sera d'autant plus élevée à l'intérieur du local que L'ouverture de sortie sera plus grande que celle d'entrée. Par contre la vitesse d'air à la sortie Du local sera plus élevée si l'ouverture de sortie est plus petite. En général les ouvertures de forme horizontale sont plus efficaces que les ouvertures verticales ou carrées.



03-l'état des ouvertures (fermer/ouvert) :

Plusieurs facteurs influent sur la tendance des occupants à ouvrir les fenêtres ou pas voici un tableau si dessus qui donne quelques raisons ou conditions qui incitent à ouvrir pour aérer.

Principe des tours à vent En climat chaud et sec :

Il est intéressant de chercher à rafraîchir les locaux en augmentant le taux d'humidité dans l'air. Les tours à vents, forcent ainsi les vents secs à s'humidifier au contact de masses d'eau contenues dans des jarres avant de ventiler et de rafraîchir le local. L'humidification du filet d'air sec permet d'abaisser sa température grâce à l'évaporation de l'eau. En effet, les changements d'état de l'eau mettent en jeu des quantités d'énergie importantes. Pour évaporer 1Kg d'eau, il faut lui fournir 500 à 600 kJ. Comme cette énergie est prélevée dans l'air entrant du local, il s'y produit inévitablement une diminution de la température. Elle permet la ventilation des espaces intérieurs : l'air introduit est rafraîchi avant de pénétrer dans le local et les problèmes de poussières liés à la ventilation sont diminués grâce à l'humidité relative de l'air plus élevée.

L'air est conduit par l'intermédiaire de gaines intérieures ou intégrées au mur mitoyen. Les écopages des tours à vent sont généralement en forme d'entonnoir, pour créer un effet venturi, et orientées face aux vents dominants. L'air neuf ainsi introduit chasse l'air intérieur plus chaud et plus vicié.¹¹

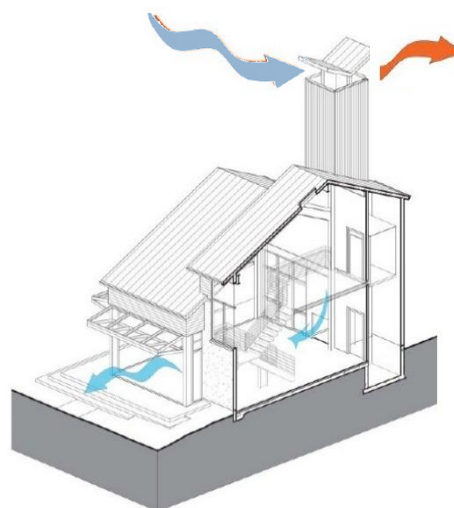


Figure n°11 : principe de fonctionnement de la tour à vent
source : <http://francouize.free.fr/>

Principe de l'atrium :

La présence de l'atrium modifie l'organisation de la ventilation du bâtiment. Les mouvements d'air dépendront de la saison et de l'effet recherché. En hiver, l'air de l'atrium est sensiblement plus chaud que l'air extérieur. L'intérêt est renforcé en période ensoleillée puisque tout l'atrium sert alors de capteur solaire. Une économie d'énergie importante a lieu sur le préchauffage de l'air neuf.

En été, on peut tirer profit de l'effet de cheminée afin de créer un mouvement d'air traversant, de l'extérieur vers l'atrium. Lorsqu'il fait très chaud cette thermo-circulation peut être maintenue de nuit afin de refroidir les structures comprises dans l'atrium.¹²

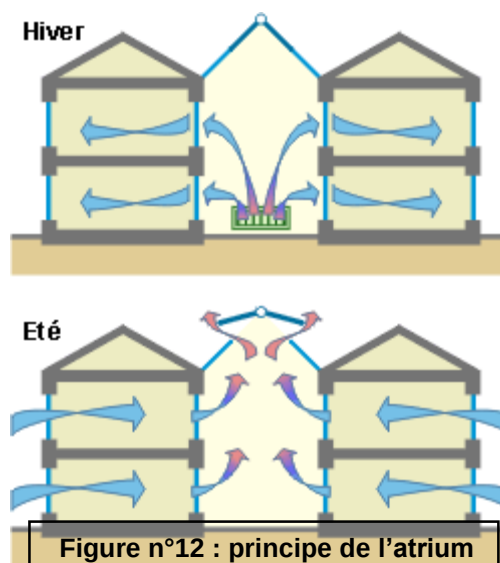


Figure n°12 : principe de l'atrium
source : <http://francouize.free.fr/>

¹¹ Développer une architecture bioclimatique méditerranéenne les dispositifs architecturaux participant à une architecture bioclimatique méditerranéenne.pdf

¹² <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10382>

Réglementation applicable à la ventilation des bâtiments d'habitation :

Les exigences en termes de ventilation des habitations sont généralement basées sur les prescriptions de codes modèles. Selon le pays concerné, le taux de ventilation requis à l'intérieur des habitations peut être établi par un règlement, une norme ou une directive et être basé sur le volume total de la maison, la surface de plancher, le nombre de personnes, le nombre et le type de pièces, etc. Les taux de ventilation requis pour les bâtiments d'habitation sont prescrits par des normes dont la gestion s'effectue à différentes échelles et de façon variable. Les normes ASHRAE sont les plus connues à travers le monde, Ils font souvent office de lignes directrices. Dans la plupart des pays, le taux de ventilation requis dans l'habitation se situe entre 0,3 et 0,5 renouvellement d'air à l'heure (rah), les exigences concernant la ventilation se retrouvent dans le Code national du bâtiment (CNB).

Les normes de l'American society of heating, refrigerating and airconditioning engineers (ASHRAE) :

La norme ASHRAE 62.2-2003 (Ventilation and acceptable indoor air quality in low-rise residential buildings) elle s'applique aux bâtiments résidentiels de moins de 3 étages elle concerne autant les nouvelles habitations que celles ayant fait ou faisant l'objet de rénovation (Sherman, 2003). En développant cette norme, ASHRAE a reconnu qu'il existait différents types de maisons, de climats et de styles de construction. De plus, le taux de ventilation minimum requis se calcule à partir de la surface de plancher (en m²) et du nombre de chambres à coucher, celui-ci variant par conséquent en fonction de la taille de la maison et son occupation.

Débit de ventilation selon ASHRAE (Dans l'habitat, les exigences sont les suivantes) :

Nombre de pièces principales par logement	Débits extraits exprimés en (m ³ /h)				
	Cuisine	Sdb ou douche commune ou non avec cabinet d'aisance	Autre salle d'eau	Cabinet d'aisance	
				Unique	Multiple
1	20/75	15	15	15	15
2	30/90	15	15	15	15
3	45/105	30	15	15	15
4	45/120	30	15	30	15
5 et plus	45/135	30	15	30	15

Tableau n°1 : débits extraits
source : 1999 ASHRAE handbook

La norme belge NBN D50-001 : La norme belge NBN D50-001 définit la méthode pour déterminer les débits d'amenée, de circulation et d'évacuation requis. Cette norme a pour objectif de garantir une circulation continue de l'air dans l'habitation, des espaces « secs » aux espaces « humides » et ce avec les débits suivants :

TRANSFERT		Débit nominal	
amenée vers la pièce	Salle de bain	25 m³/h	
	Buanderie		
	WC		
	Cuisine	50 m³/h	
EXTRACTION		Débit nominal	
Cuisine Salle de bain Buanderie	Règle générale	Débit minimum	Le débit peut être limité à
	3.6 m³/hm²	50 m³/h	75 m³/h
	Cuisine ouverte	-	75 m³/h
	WC	-	25 m³/h

Tableau n°2-3 : débits amenés et extraits
source : Guide de ventilation naturelle

Taux de renouvellement d'air :

Taux de renouvellement d'air (vol/h) en logement :

France		GB		USA		Belgique	
RSDT 78		CIBSE		ASHRAE		NBN D50 001	
T1	T5	T1	T5	T1	T5	T1	T5
0,55	0,45	1	0,5	0,45	0,8	1,4	0,9

Tableau n°4 : RAH par pays
source : Guide bio Tech

La réglementation algérienne DTR C 3.31 « ventilation naturelle-locaux à usage

d'habitation » : elle permet de définir les principes généraux qui réglemente la conception des installations de ventilation naturelle. Hélas ça reste que des généralités il n'en existe pas de guide bien détaillé sur les calculs ou le dimensionnement et la disposition des ouvertures et les débits d'air ou le taux de renouvellement d'air à respecter pour chaque pièce surtout pour le cas de locaux à usage d'habitation en prenant en considération la particularité de chaque région avec leurs données climatiques.

Journal officiel n°06. 12 février 2014 la section De la ventilation

Art. 40. Sur la base de l'identification de la direction et de la vitesse des vents dominants, il est recommandé de définir une ventilation adéquate en agissant sur la position des ouvertures en fonction de la direction du vent les dimensions des ouvertures en fonction du flux d'air circulant et de la vitesse du vent l'intégration d'accessoires aux fenêtres dans le but d'optimiser la ventilation. La ventilation par une ambiance humide des pièces principales est recommandée (plan d'eau, fontaine).

Art. 41 Pour une ventilation adéquate, il est recommandé de prévoir de petites ouvertures face aux vents dominants et de grandes ouvertures du culte opposé. Une entrée d'air plus petite que la sortie assure une vitesse de flux maximale. En présence de cloisons intérieures entre les deux faces, il est recommandé l'intégration de petites ouvertures en partie basse et haute de ces cloisons de manière favoriser la circulation de l'air considérer la hauteur des ouvertures de manière. Eviter la création de poches d'air chaud entre les linteaux et le plafond du logement.

Art. 42 La ventilation des pièces principales qui servent la fois de cuisines et de lieu de repos ou d'aménagement, doit ltre particulièrement active et comporter, notamment, une amenée d'air frais. Pour les installations de ventilation prévues dans les projets de logements ou d'équipement publics, il est obligatoire de se conformer aux dispositions réglementaires prévues aux Documents Techniques Règlementaires (DTR) relatifs la ventilation naturelle du local usage habitation.

. La partie expérimentale :

3-1.Présentation du logiciel de simulation « ENERGYPLUS » :

Les logiciels de simulation permettent l'étude de l'impact de choix architecturaux et solutions techniques (orientation, géométrie, choix des matériaux, de systèmes énergétiques...) sur les consommations d'énergie d'un bâtiment et le confort des usagers. Ces outils facilitent ainsi la prise de décision pour aboutir à la solution la plus efficiente possible. Les outils traitent des thèmes variés. Les études peuvent ainsi porter sur la ventilation, la thermique du bâtiment, la lumière naturelle, l'analyse d'impact environnemental.

C'est un outil et un programme de simulation thermique dynamique et énergétique des bâtiments développé par le DOE (Department of Energy, États-Unis) permettant de réaliser des études de demande et de consommation énergétique notamment pour des phénomènes complexes comme la ventilation naturelle.

A l'aide de ce logiciel, on va effectuer une vérification de l'efficacité des systèmes passifs dans notre conception à la ventilation naturelle (débit d'air neuf et le taux de renouvellement de l'air) de l'espace interposé entre eux, par rapport aux scénarios opter par les occupants (Schedule) cela durant les 2 saisons hiver et été en choisissant les jours de solstice d'hiver et d'été à travers l'ouverture ou la fermeture des orifices.

3-2.Description géométrique de l'espace à simuler « espace familiale » :

Nom de l'espace	Nombre d'occupant	Nombre de fenêtres	Orientation des fenêtres	Direction des vents dominants	Débit d'air	Type de vent	Volume /surface
Espace familiale (F4 type02)	5	11	<u>TAV</u> : NO-SO <u>CUI</u> : NO <u>ATRIUM</u> : tous les cotés	NORD-OUEST (froid)/ SUD-OUEST (chauds)	45-120 m ³ /h/per (ASHRAE)	tirage thermique	90 m ³ 30m ²

Tableau n°5 : description de l'espace
source : auteur

Remarque (l'espace est composé de cuisine ouverte sur salle à manger et atrium en plus d'une tour à vent).

L'emplacement de l'espace :



Figure n°13 : emplacement de l'espace choisi
source : auteur

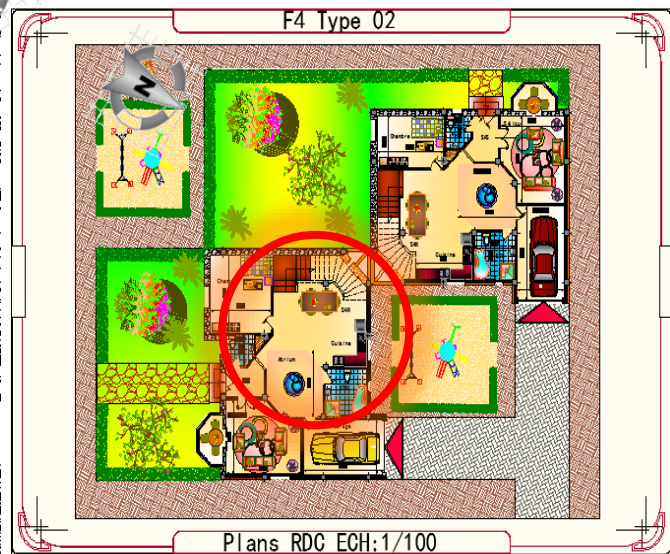


Figure n°14 : plan de la maison choisi
source : auteur

La géométrie de l'espace :



Figure n°15 : effet du vent sur l'espace choisi
source : auteur



Figure n°16 : coupe sur l'espace choisi
source : auteur

Dans le but de connaître l'impact de la tour à vent et l'atrium sur la ventilation naturelle de l'espace étudié, on va établir une simulation avec energypus et on va vérifier si le volume d'air ainsi que le taux renouvellement d'air sont assez suffisant.

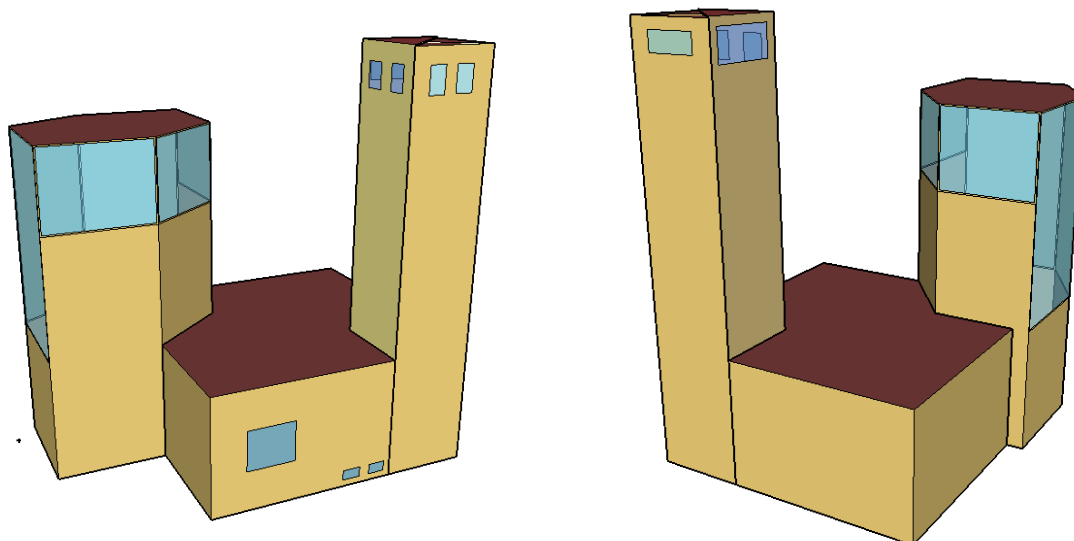
3-3.la simulation de l'espace familiale :

Figure n°17 : vues 3d SKETCHUP sur l'espace choisi
source : auteur

La modélisation a été faite par SKETCHUP, ensuite importé à energypus sur la version 8.2 pour soustraire les vertex et les employés pour la suite de la simulation avec energypus 1.2

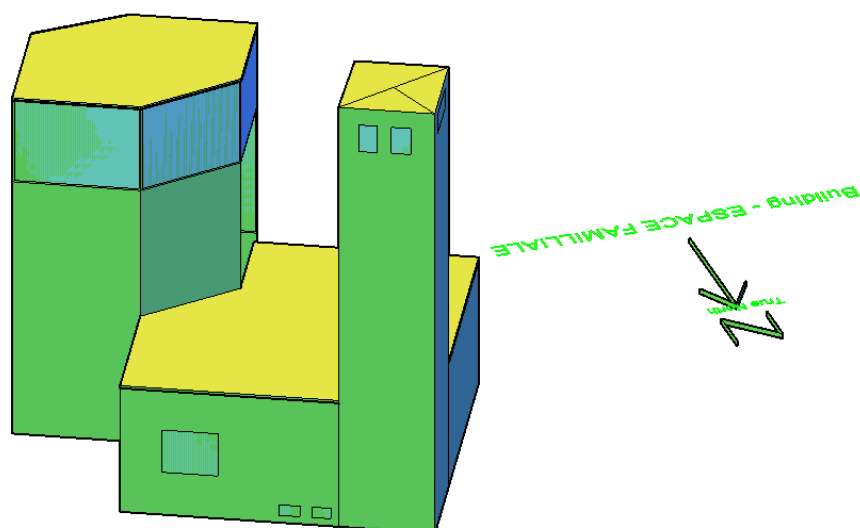


Figure n°18 : vue 3d AUTOCAD sur l'espace choisi
source : auteur

3-3-a.les résultats de la simulation « commentaires » :

Cas initiale « été » :

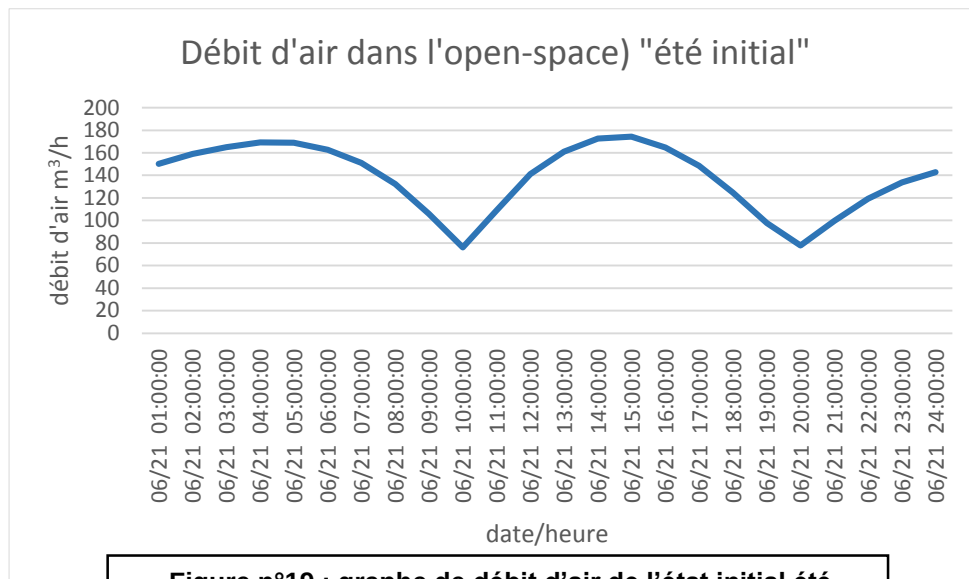


Figure n°19 : graphe de débit d'air de l'état initial été
source : auteur

Selon la norme ASHRAE le débit d'air nécessaire à l'espace étudié est de $45\text{m}^3/\text{h}/\text{per}$, dans ce cas le débit indispensable pour 5 personnes est de $225\text{m}^3/\text{h}$, La valeur moyenne obtenu dans ce cas initial est de $130\text{m}^3/\text{h}$ au coure des 24h donc le débit nécessaire suivant ASHRAE n'est pas encore acquis, et selon la norme NBN le débit d'air indispensable suivant la règle générale ($3.6 \times S(30\text{m}^2)$) est de $108\text{m}^3/\text{h}$, conformément à cette norme le débit minimal est déjà atteint.

Le taux de renouvellement d'air obtenu est de $1.45\text{vol}/\text{h}$, qui reste insuffisant.

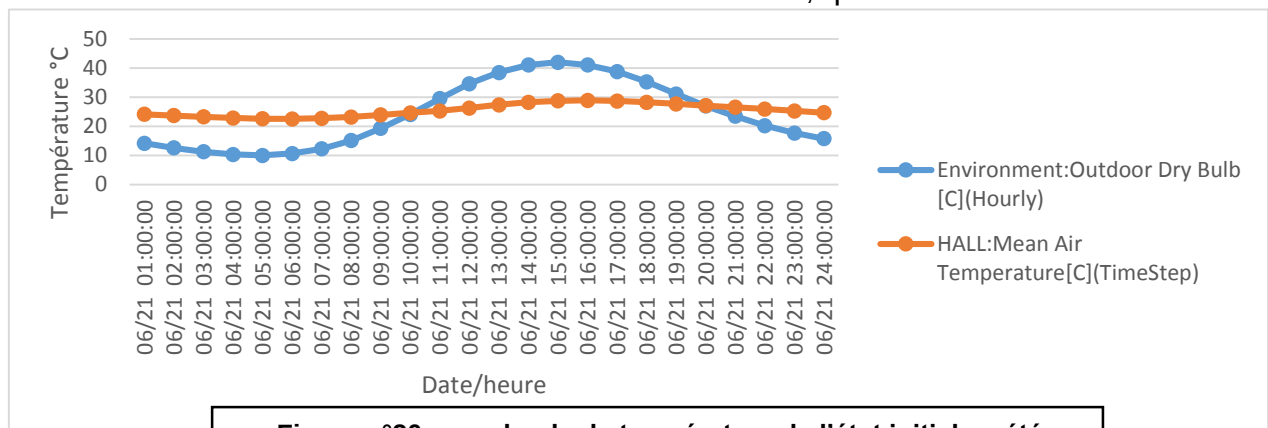


Figure n°20 : graphe de de température de l'état initial en été
source : auteur

ce graphe de température viens expliqué les 2 piques de chute de débit d'air dans le premier graphe expliqué par le faite de l'intersection des deux courbes de température extérieure et intérieure c'est-à-dire que $T_{\text{ext}}=T_{\text{int}}$ ce qui cause cette chute étant donné que c'est la différence entre ces deux qui fait le mouvement d'air.

Cas après correction « d'été » :

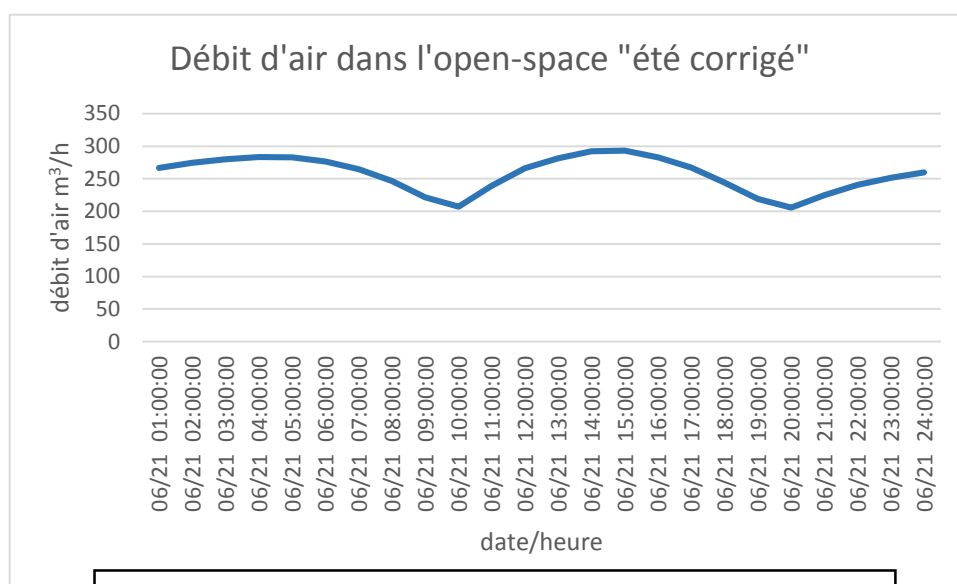


Figure n°21 : graphe de débit d'air à l'état corrigé été
source : auteur

Afin d'atteindre un débit satisfaisant, on a agrandi les ouvertures en doublant leur hauteur tout en maintenant les orifices d'arrivée d'air plus grand que celle d'alimentation pour avoir un effet venturi plus efficace.

On a obtenu Un débit d'air d'une moyenne de 249m³/h qui est suffisant selon la norme ASHRAE et qui est un débit maximale selon la norme NBN avec un taux de renouvellement d'air de 2.76 vol/h qui se rapproche beaucoup de la satisfaction qui est de l'ordre de 3vol/h.

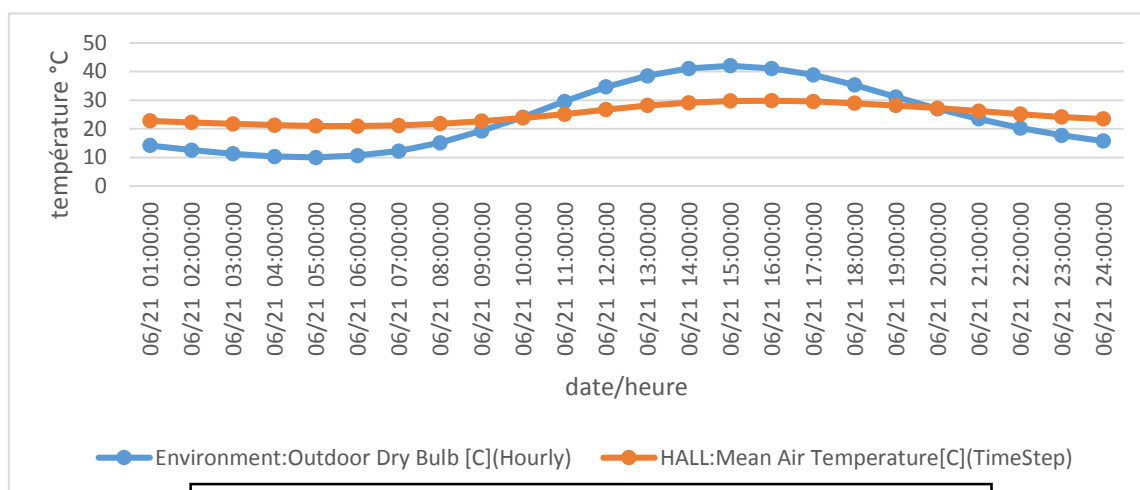


Figure n°22 : graphe de température à l'état corrigé été
source : auteur

Les piques qu'on aperçoit à 10h du matin et à 8h du soir sont les points d'équivalence entre la température extérieure et intérieure comme expliqué ci-dessus

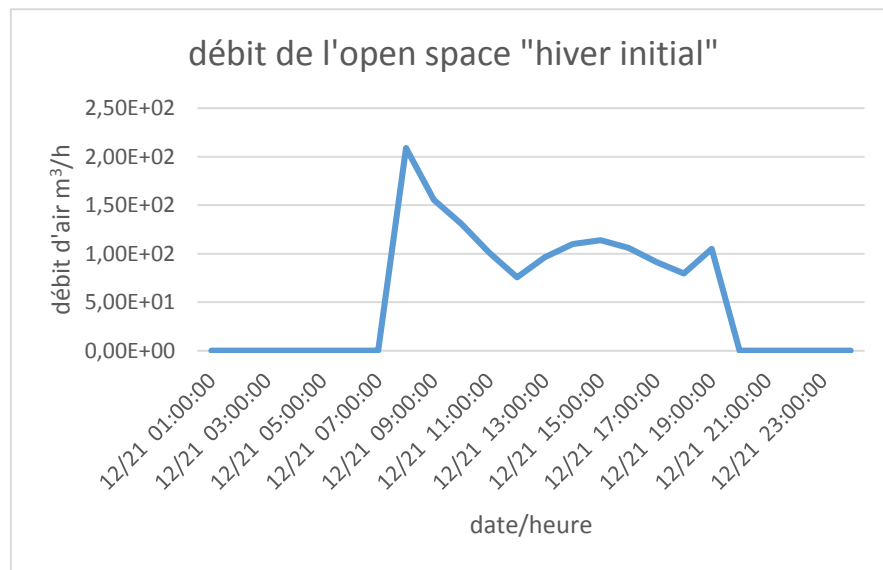
Cas initiale « hiver » :

Figure n°23 : graphe de débit d'air de l'état initial en hiver
source : auteur

Pendant les heures où les orifices seront ouverts de 7h du matin à 8h du soir, choisi pour des raisons d'occupation de l'espace et pour minimiser la perte calorifique, la moyenne obtenue est $120\text{m}^3/\text{h}$, qui est suffisante selon NBN mais pas selon ASHRAE avec un taux de renouvellement d'air insuffisant de 1.33vol/h.

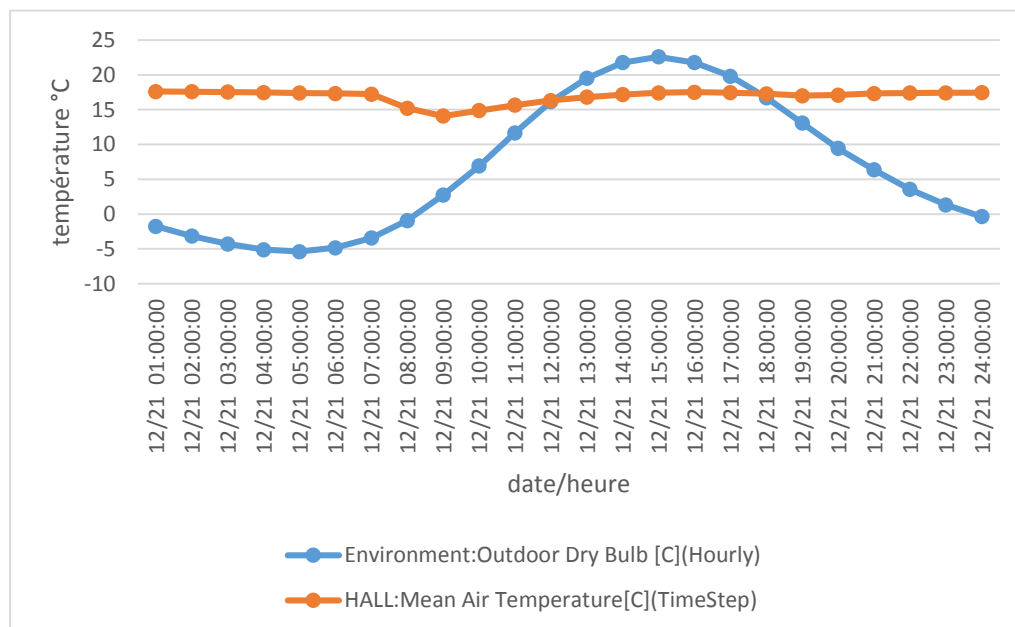


Figure n°24 : graphe de température de l'état initial en hiver
source : auteur

Cas après correction « d'hiver » :

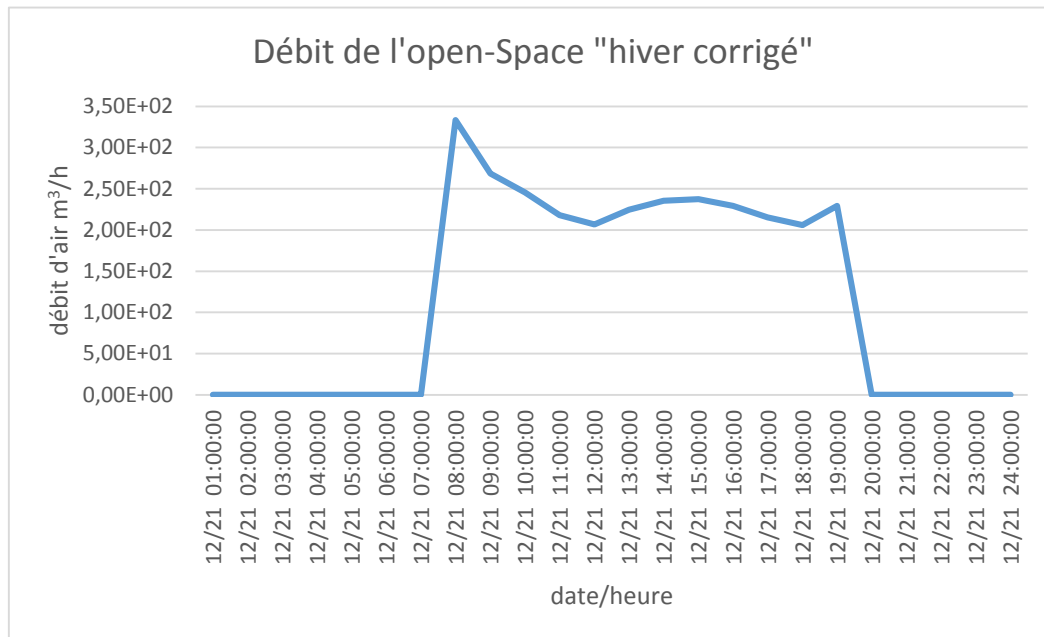


Figure n°25 : graphe de débit d'air à l'état corrigé hiver
source : auteur

après les modification de dimensionnement des orifices, une moyenne de 257m³/h est obtenu , un débit satisfaisant en , mais de point de vue thermique, il faut trouver un compromis entre les deux, un RAH = 2.37vol/h

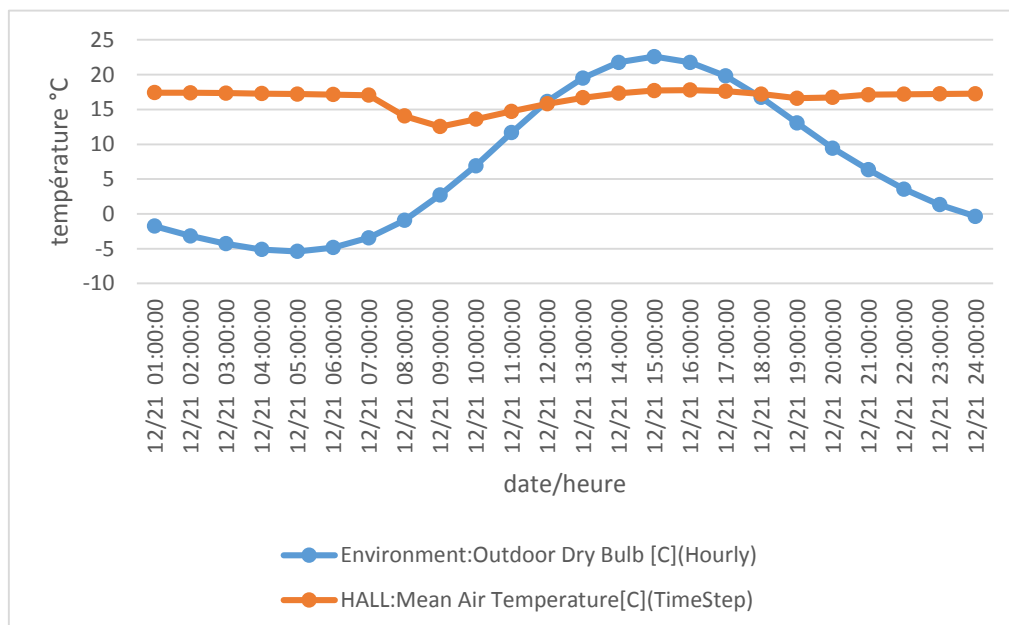


Figure n°26 : graphe de température à l'état corrigé hiver
source : auteur

Recommandations :

- ✓ Prévoir des ouvertures face au vent dominant plus petites que celles opposées.
- ✓ Intégrer des petites ouvertures en partie basse et haute des obstacles intérieurs face au vent (cloison, ou porte, ...)
- ✓ Le captage de l'air neuf dans une tour à vent doit se faire à une distance minimum de tout rejet d'air vicié de 8m au moins
- ✓ La hauteur qui sépare l'entrée d'air et la sortie doit être au moins de 1.5m
- ✓ Utilisation des dispositifs qui contrôlent les débits d'air surtout en hiver (bouches auto réglables adaptés à la ventilation naturelle).

Conclusion partielle :

La ventilation est indispensable pour un air intérieur sain et à température constante en particulier le secteur de l'habitation, le renouvellement de l'air quant à lui est vital car il protège la maison de la condensation et réduit la pollution intérieure surtout pour les espaces humides tels que la cuisine.

Été comme hiver les systèmes passifs d'aération (tour à vent et atrium) fonctionnent et économisent de l'énergie tout en préservant l'environnement.

A travers cette simulation, on peut conclure que ces systèmes passifs contribuent à la ventilation naturelle d'une façon efficace si on sait comment les exploiter, en les implantant, les orientant, et les dimensionnant d'une manière correcte

Encore faut-il ne pas compter à 100% sur la ventilation naturelle surtout en cuisine il faut prévoir des systèmes d'extraction tel que la hotte pour aider à évacuer l'air vicié.

L'habitat durable est avant tout un habitat et donc un lieu de vie, où le sociale et l'environnementale se réconcilie, concevoir un habitat individuel durable c'est en grande partie pensé aux besoins de ces occupants, à leurs confort en le procurant et à leurs consommation énergétique en l'économisant

Dans une région aride tel que Laghouat un habitat durable doit s'adapté au mode de vie de ses habitants, et cela en combinant typologie locale et confort intérieur tout en maîtrisant les consommations d'énergie et d'eau de ce fait on a choisi de concevoir des maisons individuelles durables dans le but de répondre à la double problématique d'habitat respectueux de l'environnement, sain et économe et surtout bien intégré à son contexte.

Une conception environnementale n'ai pas qu'une série d'éléments ou de composants ajouter ou coller à une bâtisse pour qu'elle soit durable, ou confortable. Cette question est prise en charge dès les premières phases de conception, Tous en prenant compte du climat ; pour y parvenir une analyse contextuelle est de rigueur, elle nous permet de mieux intégré le projet tout en passant par l'étude thématique et environnementale, qui nous aident à cerner l'essentiel pour une meilleur intervention. Comme par exemple l'orientation pour les apports solaires et lumineux naturelles, le choix des matériaux respectueux de la santé, et la préservation des ressources naturelles, ainsi que les systèmes passifs tel que l'atrium, la tour a vent ou la serre, car un habitat durable bénéficie au premier lieu d'une conception bioclimatique

Enfin, la vérification de l'efficacité de ces systèmes est indispensable par des essais de simulation pour se rapprocher au maximum de la problématique tout en suivant une analogie scientifique, et ça nécessite quelques initiations sur la réglementation.

C'est un vrai challenge a relevé pour un architecte de concilier plusieurs facteurs et éléments avec les conditions et les contraintes dont il dispose, pour arriver à un résultat satisfaisant, de point de vue architecturale et environnementale.

BIBLIOGRAPHIE

1. Adeline Guerriat, **la maison passive**, Ed. PHP 2005, Belgique
2. Alain Liébard et André de Herde, **Le guide de l'architecture bioclimatique**, Editions systèmes solaires, 2002.
3. Amrane Mokhtar, **le logement social en algerie - les objectifs et les moyens de production**, mémoire de magister, université mentouri - Constantine -2012-2013
4. Anne Minaire, **LES ARTICLES MAISON & DÉCORATION DE**, 20/02/2010
5. Baptiste Rinato, **Révéler et partager le parc habité de Pissevin** Projet de paysage & renouvellement urbain Master 2 Urbanisme et Aménagement — Spécialité Paysage et Aménagement — Promotion 2012-2013
6. Cerema, **La qualité d'usage des bâtiments** - juin 2015
7. Daniel SIRET, Gabriel RODRIGUEZ, **Évolution de la maison individuelle à travers le discours des petites annonces : une étude prospective**, rapport final PUCA, 2006
8. Dominique Gauzin-muller, **architecture écologique**, Edition : le moniteur (10 novembre 2001)
9. Dominique Sellier, **Guide « ventilation naturelle et mécanique »**, ARENE ile de France, février 2012.
10. D. Sellier, **Démarche de haute qualité environnementale des bâtiments**, 2013
11. **Eco-quartier**-présentation.pdf
12. E Gratia, Bruyere, **How to use Natural ventilation to cool office building**, A De Herde, 2004
13. Eric Durand - **Habitat Solaire et Maîtrise de l'Énergie**- Revue Système Solaire N° 17/18 – oct.- nov. 1986
14. Farid Baddache, **le développement durable au quotidien**, groupe Eyrolles, 2006
15. Fiche-conseil n°154, **le confort thermique**, Edition ecoconso, décembre 2013.
16. Fiche technique, **le confort thermique**, Edition ANAH, 2001
17. Frédéric Séné, **Les pollutions électromagnétiques**, 2010, Ed. Eyrolles.
18. Guide **qualité d'usage** réalisé par le CETE de l'Est, sur commande de la DREAL Lorraine, et dans le cadre du programme de recherche et d'expérimentation sur l'Énergie dans le bâtiment (PREBAT) piloté par l'ADEME
19. Guide pratique pour **la construction et la rénovation durables de petits bâtiments**, Edition IBGE, FEVRIER 2007.
20. Guiraud, Pierre. **Le Langage du corps**. Paris : P.U.F., «Que Sais-je», n° 1850, 1980
- 21.

BIBLIOGRAPHIE

22. Harkat Khadija, **L'habitat urbain collectif et forme(s) urbaine(s) en Algérie**, mémoire de magister, université Badji Mokhtar- Annaba, 2013
23. Institut national de santé public, **la ventilation des bâtiments d'habitation « impact sur la santé respiratoire des occupants**, Québec février 2006.
24. Izard.jean, Louis. **Archi Bio** éditions : parenthèses Paris. 1979
25. James Atkinson, Yves Chartier, **ventilation naturelle et lutte contre les infections en milieu de soins**, organisation mondiale de la santé, 2010
26. James Steele, **architecture écologique, une histoire critique**, édition : actes sud 2005
27. James Steele, Thames & Hudson, **L'architecture écologique (une histoire critique)**, 2005
28. James wines, **l'architecture verte**, Edition : taschen ,2002
29. Jean-Claude Mengoni, **La construction écologique**, 2011, Ed. Terre vivante
30. Jean-Yves Charbonneau, **Guide de Confort thermique à l'intérieur d'un établissement**, Edition Direction des communications du Québec, 2004.
31. Krebs Jan, **concevoir l'habitat**, Ed Birkhauser- éditions d'architecture, Bale, 2007
32. Laouar Rahdja maya, thèse de magister en architecture sur le **logement promotionnel en Algérie entre l'ordinaire et le standing**, 2012/2013.
33. Le magazine **AVANTAGES** n°260/ Mai 2010
34. Le magazine **Courrier du Savoir** – N°01, Novembre 2001
35. Le magazine du **CONFORT THERMIQUE** n°08/ Novembre 2009
36. Le magazine **GUIDE DE L'ACHETEUR**, printemps 2010
37. Le magazine **MAISONS & DECORS** d'aout-septembre 2009
38. Le mensuel **FAIRE CONSTRUIRE SA MAISON**, mars 2010
39. Le rapport écrit de **PDAU** de Laghouat 2010
40. Louise SCHRIVER-MAZZUOLI, **La pollution de l'air intérieur**, Ed. Dunod, 2009.
41. M. BADECHE, **l'Impact de la loggia vitrée sur le confort thermique Dans la région de Constantine**, Mémoire de magister, Université de Constantine, 2008
42. Messoudi Karima, **l'habitat et l'habiter en territoire rural**, thèse de doctorat, université de constantine, 2012
43. M. MAZARI, **Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public**, Mémoire de magister, Université de Tizi Ouzou, 2012.
44. Moderniser le régime d'autorisation environnementale de **la loi sur la qualité de l'environnement livre vert**, gouvernement du Québec - 2015
45. Mokeddem Mahmoud, **modèle de conception de la fenêtre dans l'espace bureau**

BIBLIOGRAPHIE

46. **Faces aux facteurs soleil et vent en zones arides (à Laghouat)**, mémoire de magister, université Ammar Thelidji Laghouat, 2012.
47. Neufeurt, **Les éléments de projet de construction**, Edition Le Moniteur 8^e, 2000
48. Norberg Schultz, **Génie du lieu**, édition le moniteur, 1997
49. N. salemkour, k.benchouk, d.nouasria, s.kherief nacereddine, m. Belhamra, **effets de la mise en repos sur les caractéristiques floristiques et pastorale des parcours steppiques de la région de Laghouat (Algérie)**, journal algérien des régions arides, n° spécial 2013
50. Pascale Leroi, **Construction de Haute Qualité Environnementale, L'implication des Régions**, ARENE, septembre 2005
51. Perla Serfaty-**Garzon** (2003)
52. Peter wouters and Mat Santamouris, **Building ventilation the state of the art**, Earthscan, sterling VA, London, 2006.
53. Richard-Philippe Wafer, **l'adobe, une solution durable pour la construction d'habitations écologiques dans une zone à forte activité sismique comme le chili**, UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE, Québec, Canada, Octobre 2010
54. **Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments**, 2e édition, Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes.
55. Serge Thibault. **Composition urbaine**, projets et territoires. Composition(s) urbaine(s), APR, Tours, France. 2012
56. Short, John Rennie, Fore Word. Dans: Cieraad, I. (Ed.) At Home. **An Anthropology of Domestic Space**. USA, Syracuse University Press, 1999
57. Suzanne et pierre déroux, ledieco, **le guide de l'habitat sain**, Andorre, 2002
58. Sylvain moréteau, **le ba-ba de l'habitat écologique**, édition : rustica, 2009
59. Vincent Sabatier, **Formes d'habitat et densités urbaines**, SEMINAIRE PLH DU 5 NOVEMBRE 2010
60. Xavier Eloy, **charte de la maison écologique**, 2014

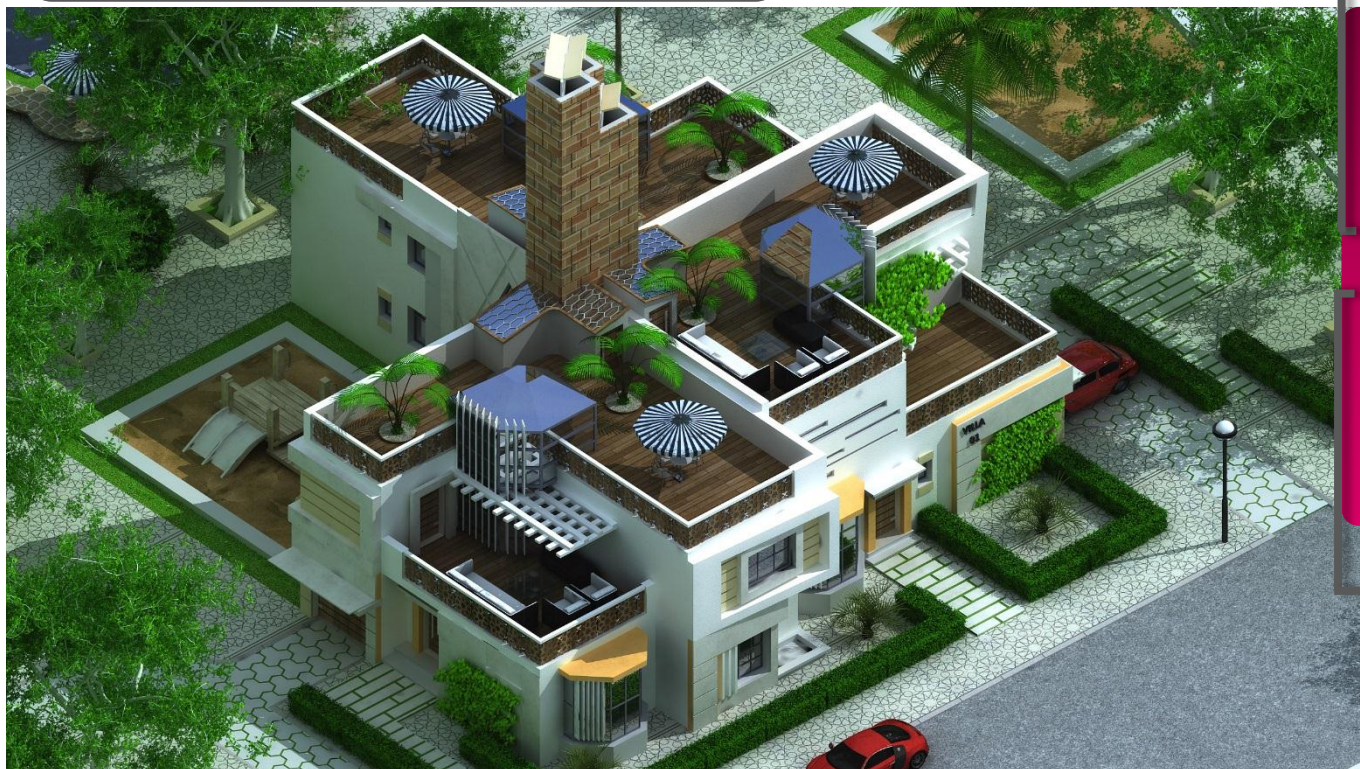
BIBLIOGRAPHIE

61. <http://blog.logic-immo.com/2012/02/en-coulisse/definitiont1-f1-studette-duplex-souplex/>(visité octobre 2015)
62. <http://economie-d-energie.ooreka.fr/astuce/voir/374986/habitat-ecologique>(visité octobre 2015)
63. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/habitat/38777> (visité octobre 2015)
64. <http://www.assistancescolaire.com/enseignant/elementaire/ressources/base-documentaire-en-histoire/l-evolution-de-l-habitat-au-fil-du-temps-fde10tp15i01>(visité novembre 2015)
65. <http://www.hominides.com/html/dossiers/habitat-habitation-prehistoire-paleolithique.php> (visité octobre 2015)
66. www.archicontemporaine.org (visité octobre 2015)
67. http://www.villasconcept.com/villas_respekt_7.html (visité octobre 2015)
68. <http://www.maison-passive-france.fr/2015/02/25/park-passive-house-une-maison-passive> (visité octobre 2015)
69. <http://smallhousebliss.com/2013/08/08/the-soleta-zeroenergy-one> (visité octobre 2015)
70. <http://www.toutvert.fr/soleta-zeroenergy-maison-ecolo> (visité octobre 2015)
71. <http://www.soleta.ro/Acasa> (visité octobre 2015)
72. <https://mrmondialisation.org/soleta-est-roumaine-ecolo-et-ne-manque-pas-de-charme> (visité octobre 2015)
73. <https://www.arturbain.fr> (visité Mars 2015)
74. <https://www.century21.fr> (visité Mars 2015)
75. <https://www.marieclairemaison.com> (visité Mars 2015)
76. <https://www.deco.fr> (visité Mars 2015)
77. <https://www.dspace.univ-tlemcen.dz> (visité Mars 2015)
78. <https://www.passivact.com> (visité Mars 2015)
79. <https://www.habiter-autrement.org> (visité Mars 2015)
80. <https://www.technal.com> (visité Mars 2015)
81. <http://www.toupie.org> (visité Avril 2015)
82. <http://www.xpair.com> (visité Avril 2015)
83. <http://www.construction-maison.ooreka.fr> (visité en Avril 2015)
84. <http://www.environnement.doctissimo.fr> (visité en Avril 2015)
85. <http://www.energieplus-lesite.be> (visité en Avril 2015)
86. <https://www.ibpsa.fr> (visité en Avril 2015)

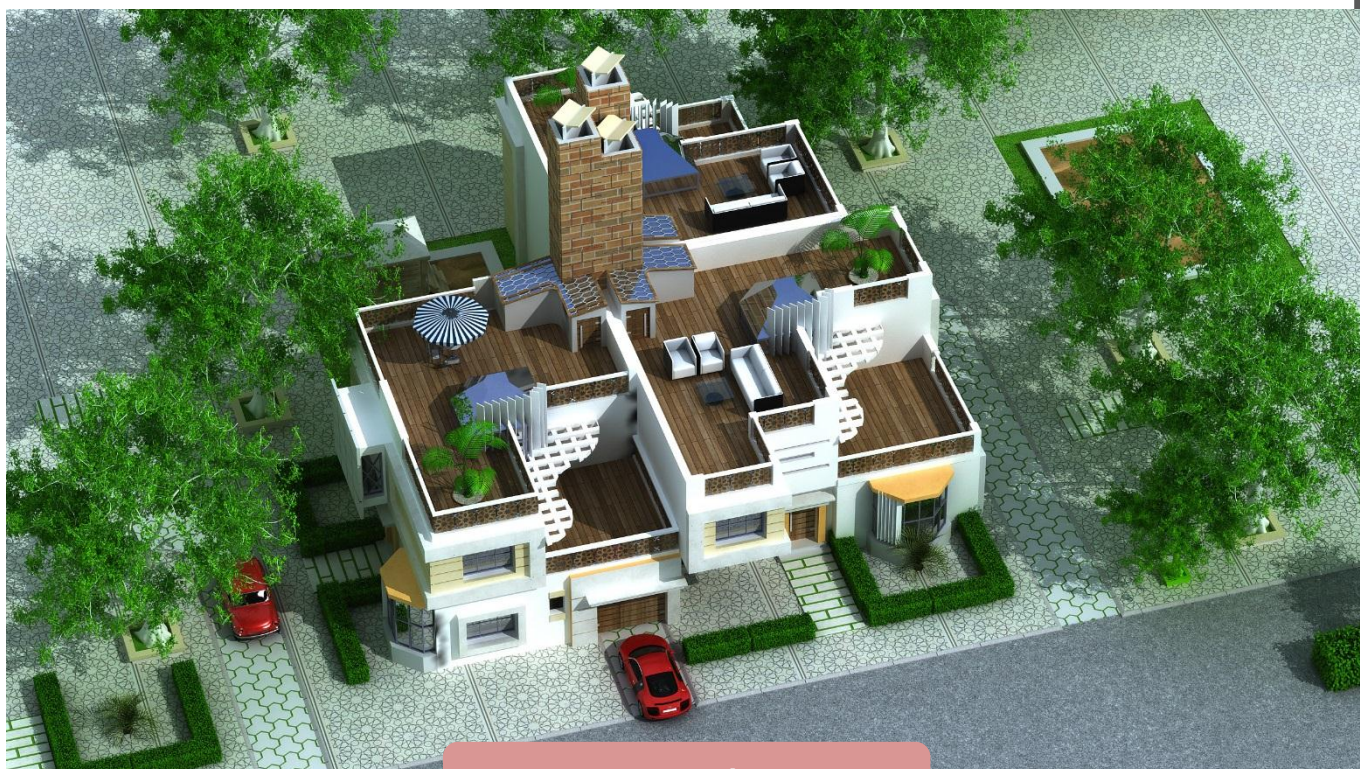


Vues 3D de F4 Type 02





Vue 3D de F4 Type 01



Vue 3D de F5



Vue 3D de F4 Type 02





Vues 3D
plan de masse



Vue 3D



Façade de F5



Vues 3D



1-La structure :

- Les structures en portique auto stable (poteau-poutre) sont des structures pour lesquelles les charges dynamiques horizontales passent par les mêmes éléments de la structure que les charges statiques verticales.¹

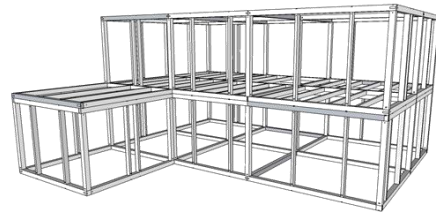


Figure01 : structure auto stable.
Source : tereosysteme.com.

- Dans le projet on a utilisé la structure auto stable (poteau de 25X30cm de portique maximal de 6m) en collaboration avec une dalle pleine (épaisseur égal à 20 cm) en béton armé, et aussi une charpente métallique dans l'espace central de la maison.

- Pour la partie qui entoure l'atrium dans le projet on a utilisé un système constructif pour les planchers. Cette système comporte des solutions efficaces, validées et reconnues mais aussi de nouvelles réponses innovantes et tout particulièrement adaptées aux évolutions récentes des besoins tant dans le domaine de la mise en œuvre que pour les multiples fonctions demandées aux planchers de notre époque, Son domaine d'application est multiple : réhabilitation, aménagements et extensions de bâtiments, logements collectifs, maisons individuelles, bureaux...²

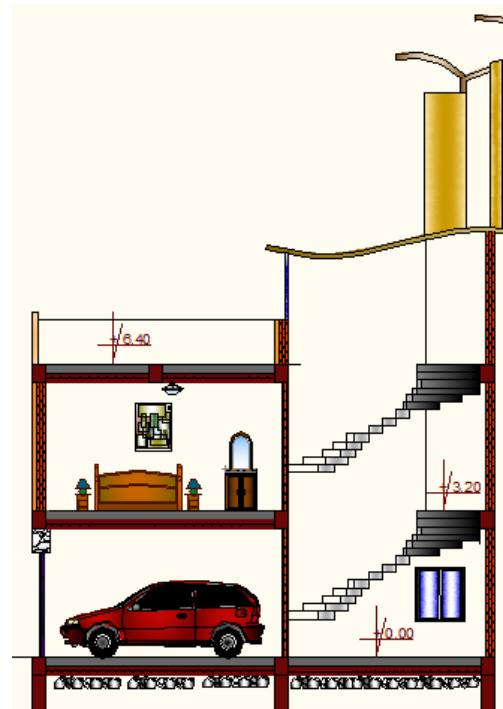


Figure02 : structure auto stable.
Source : Auteur.

- Les planchers sont constitués de bacs acier destinés à assurer le coffrage du béton armé au moment de sa coulée. Dans les dalles sur coffrage autoportant, le bac n'est sollicité que durant la phase de mise en œuvre. Il reçoit le coulage du béton frais et supporte son poids jusqu'à la prise du béton. Ensuite la reprise des charges d'exploitation sera assurée uniquement par la dalle de béton armé et calculée en

¹ Mémoire de Magister, analyse numérique d'une structure auto stable, Kacimi.N, université de Tizi Ouzou, 2013

² Le Guide des systèmes planchers. Arval. P 01

Conséquence pour cette fonction. Le bac acier en phase de bétonnage est autoportant mais n'est pas pris en compte dans la résistance définitive du plancher. C'est la solution optimale dans la majorité des usages pour des portées allant jusqu'à 6 m.³

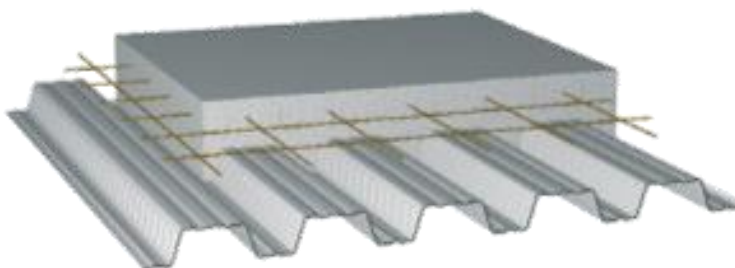
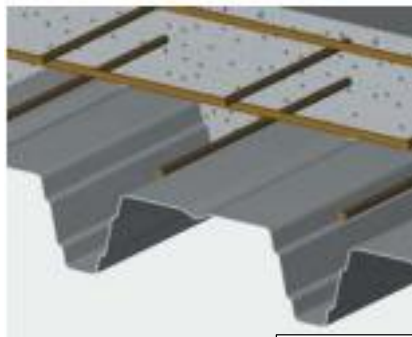


Figure03 : la mise en œuvre des planchers.
Source : Le Guide des systèmes planchers Arval.

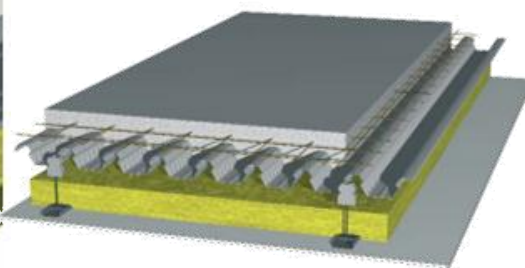
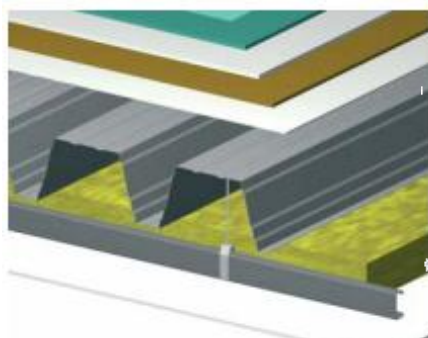


Figure04 : les multicouches des planchers.
Source : Le Guide des systèmes planchers Arval.

- Ce plancher est multifonctions favorisant l'association de plusieurs composants en les utilisant au mieux de leurs performances. La partie inférieure comprend un plafond suspendu composé de plaques de plâtre et on peut ajouter l'ouate de cellulose qui joue le rôle d'isolant, et même plusieurs couches au-dessus⁴.
- Les systèmes de ces planchers s'utilisent facilement sur solives et poutres acier, béton et bois ainsi que sur maçonnerie (murs porteurs).⁵

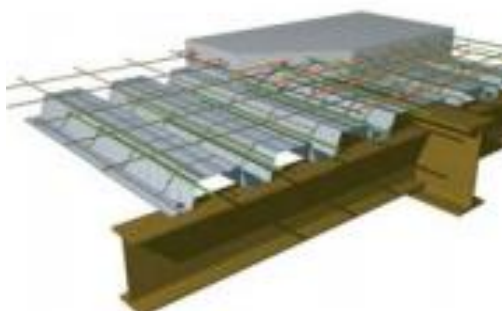


Figure05 : la pose des planchers. Source : Le Guide des systèmes planchers Arval.

³ Le Guide des systèmes planchers. Arval. P 09

⁴ Le Guide des systèmes planchers. Arval. P 13

⁵ Le Guide des systèmes planchers. Arval. P 50



Pose filante sur poutre béton
avec connecteurs pistonnés



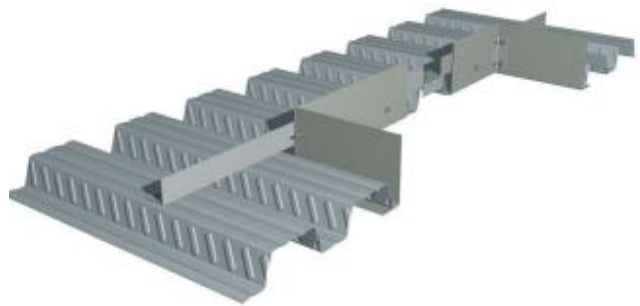
Pose filante sur poutrelle avec goudjons soudés



Pose en feuillure sur poutre béton

Figure06 : la pose des planchers. Source :
Le Guide des systèmes planchers Arval.

-La réservation des trémies préparées avant coulage du béton, peut être réalisée par un coffrage de tôle livrable aux dimensions souhaitées, par un coffrage en bois ou par un bloc de mousse de polystyrène. Dans ce cas la tôle n'est découpée qu'après durcissement du béton.



Le renforcement est effectué en fixant des cornières de 50 x 50 x 5 mm sur les

Figure07 : la trémie dans les planchers. Source :
Le Guide des systèmes planchers Arval.

nervures perpendiculairement à leur direction de part et d'autre de l'ouverture.⁶ Ce qui nous aide encore dans notre conception « la trémie de l'atrium ».

2-les matériaux utilisés : Dans notre projet on a choisis des matériaux écologique du aux leurs avantages :

2.1- Pour le remplissage des murs :

La pierre : étant un matériau :

Solide, durable, noble, authentique, auto-isolant, non polluant, recyclable, et offrant d'excellente qualité en termes d'isolation thermique.⁷



Figure08 : la pierre. Source :
www.batirenover.com.

⁶ Le Guide des systèmes planchers. Arval. P 53

⁷ www.vallogia.fr

Le brique mono-mur :

- ✓ C'est un énorme gain de temps et d'énergie.
- ✓ Il résiste au feu et à l'humidité.
- ✓ Il permet une excellente isolation thermique et phonique.
- ✓ La facilité de pose.⁸

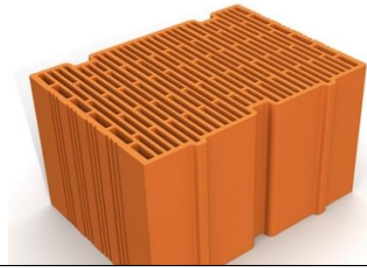


Figure09 : le brique mono-mur.
Source : www.climamur.fr

L'adobe :

- ✓ L'adobe a une grande inertie thermique, il stabilise la chaleur interne, préserve la fraîcheur en été et la chaleur en hiver.
- ✓ Il a un avantage économique.
- ✓ Non polluant et recyclable.⁹

2.2- Pour le crépissage des murs :

L'enduit de chaux :

- ✓ Améliorer l'hygrométrie car il est perspirant
- ✓ Elle est imperméable à l'eau de ruissellement et protège le gros œuvre des intempéries.
- ✓ Ses qualités de souplesse et d'élasticité lui permettent de s'adapter parfaitement à de multiples supports, limitant considérablement l'apparition des fissures
- ✓ La chaux limite la prolifération des acariens, champignons, salpêtres et mauvaises odeurs.



Figure10 : enduit de chaux.
Source : tadelakt.ooreka.fr

- ✓ Nécessitent moins d'énergie à produire
- ✓ La chaux absorbe du CO₂ lors de sa carbonatation, donc agit comme puits de gaz à effet de serre¹⁰

L'enduit de plâtre :

- ✓ C'est un revêtement sain, esthétique, propre
- ✓ Ce produit ne dégage aucune odeur et assure ainsi une excellente qualité de l'air
- ✓ Résistance au feu Très haute performante énergétique, isolation thermique



Figure11 : enduit de plâtre.
Source : www.toupret.com

⁸ www.maison-facile.com

⁹ www.misereor.org

¹⁰ <http://www.archibio.qc.ca>

2.3- Pour l'isolation :

La laine de mouton :

- ✓ Elle présente de réelles qualités isolantes, puisque sa conductivité thermique
- ✓ Elle est résistante au feu (en tout cas jusqu'à 500°)
- ✓ Elle ne nécessite pas de traitement contre l'humidité, puisque ses fibres naturelles lui permettent de la gérer indépendamment.
- ✓ Elle est très facile à poser.¹¹



Figure12 : laine de mouton. Source : www.materiaux-naturels.fr

L'ouate de cellulose :

- ✓ Il présente des qualités d'isolation thermique aussi bonnes que d'autres isolants
- ✓ Sa forte isolation acoustique
- ✓ Il capable d'absorber jusqu'à 30 % de son poids en eau, la ouate de cellulose limite le risque de condensation et moisissures¹²



Figure13 : l'ouate de cellulose. Source : www.planete-isolation.com

2.4- Pour les fenêtres :

Le bois :

- ✓ Il possède un système de protection naturelle et renferme des polyphénols qui agissent comme un effet désinfectant naturel.
- ✓ Il offre un confort thermique supérieur et diminue les coûts de chauffage.
- ✓ En brûlant, le bois dégage peu de gaz toxiques - contrairement à d'autres matériaux.
- ✓ Le bois est plus léger que d'autres matériaux et donc plus facile à installer¹³



Figure14 : le bois. Source : www.menuiseriescombes.fr

¹¹ <http://travaux.info>

¹² <http://travaux.info>

¹³ <http://www.habitatmultigenerations.com>

Le verre chauffant :

- ✓ Des prestations thermiques optimales.
- ✓ Un niveau de confort élevé.
- ✓ Invisible, esthétique et peu encombrant
- ✓ Isolation acoustique
- ✓ Pas d'entretien.¹⁴

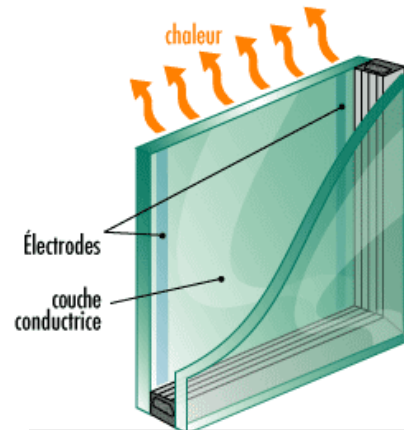


Figure15 : le verre chauffant.
Source : www.climamaison.com

3-les systèmes utilisés :**3.1-la végétation :**

Dans les toitures accessibles on a utilisé des bacs à fleurs rectangulaire en plastique recyclé, ils ont plusieurs avantages :

- ✓ résistant à l'eau
- ✓ résistant UV
- ✓ pas d'entretien
- ✓ imputrescible
- ✓ résistant aux graffitis¹⁵



Figure16 : bacs à fleurs. Source : www.govaplast.com

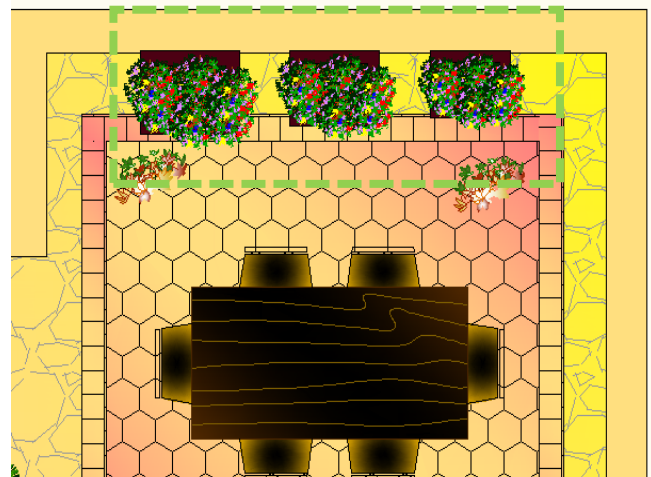


Figure17 : bacs à fleurs dans la terrasse. Source : Auteur.

¹⁴ <http://www.logic-immo.be>

¹⁵ <http://www.govaplast.com>

3.2-Production solaire des panneaux photovoltaïques :

3.2. a- Les panneaux intégrés aux maisons :

En moyenne, selon les conditions géographiques et météorologiques, l'énergie issue du soleil varie de 5 kWh/m² par jour à 7KW/m²/jour. Le rendement maximal d'un panneau photovoltaïque est de 14%. Ainsi, pour une puissance de rayonnement solaire de 1 KW/m², on obtiendra une puissance électrique disponible de 0,14 KW/m² (par m² de capteurs), dont il faut ôter les pertes de rendement liées à

l'installation. Selon le lieu de résidence, la production en électricité photovoltaïque quotidienne est comprise entre 0,42 et 0,6 kWh par m²/jour. Ainsi, pour 12 m² de panneaux photovoltaïques qu'on a placés en dessus de toiture pour chaque maison individuelle, la production journalière se situera alors entre 6 et 7 kWh¹⁶.

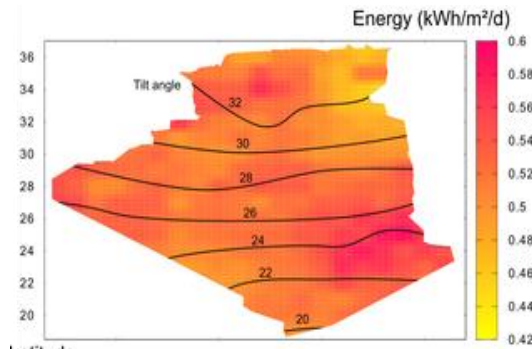


Figure18 : Potentiel photovoltaïque à l'angle d'inclinaison optimal
Source : www.cder.dz



Figure19 : panneaux solaires dans le projet

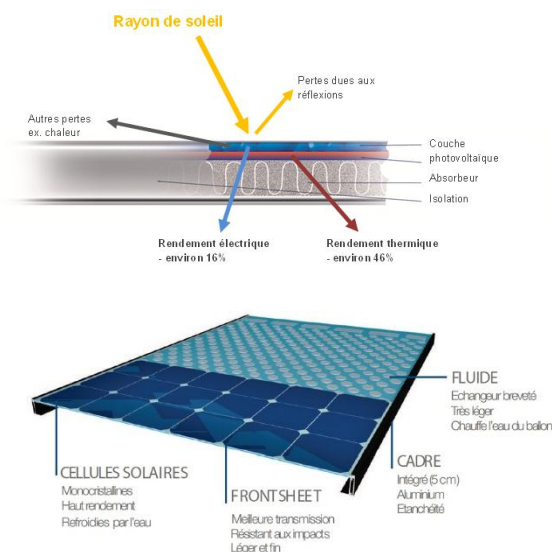
Source : Auteur

utilisés

dans les maisons sont de type hybride :

Le panneau solaire **hybride** ou capteur solaire **mixte** permet de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Ce **système de cogénération** offre deux avantages majeurs :

- Augmenter le rendement des cellules photovoltaïques en abaissant leur température.



¹⁶ <https://www.cder.dz/spip.php?article1897>

- - Économiser de l'espace en combinant la production électrique et thermique sur une même surface.
- Un **panneau solaire hybride** est composé d'un **capteur solaire thermique** (chauffe-eau solaire) à haut rendement sur lequel sont disposées des **cellules solaires photovoltaïques**.

❖ **Avantage :**

- ✓ Augmentation du rendement du capteur photovoltaïque en stabilisant la température du panneau
- ✓ Production de l'électricité et de la chaleur sur une même surface
- ✓ L'exploitation n'émet pas de pollution
- ✓ Système silencieux, pas de mouvement
- ✓ L'énergie solaire est gratuite et inépuisable

❖ **Inconvénients :**

- La stabilisation de la température du système engendre une production solaire thermique non optimale
- L'énergie solaire est présente par intermittence (ensoleillement / jour / nuit)¹⁷

❖ **L'utilisation d'énergie solaire :**

3.2. b- Les panneaux photovoltaïques dans l'espace de rencontre :

01-intégré avec l'éclairage :

Afin d'alimenter l'éclairage public de l'espace de rencontre de façon autonome par des lampadaires avec centrale photovoltaïque déporté :

Figure20 : fonctionnement de panneaux hybrides.
Source : www.lampadaire-photovoltaïque.com

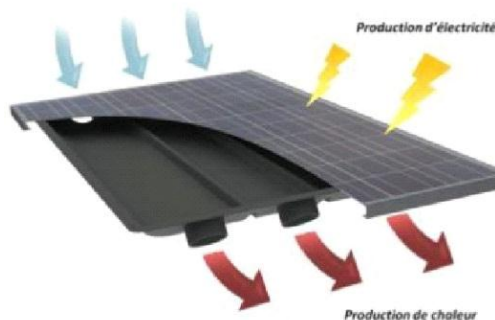


Figure21 : panneaux hybrides.
Source : www.lampadaire-photovoltaïque.com

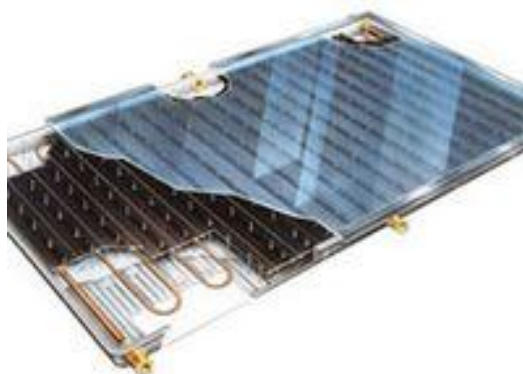


Figure22 : panneaux hybrides.
Source : www.lampadaire-photovoltaïque.com

¹⁷ <http://www.lampadaire-photovoltaïque.com>

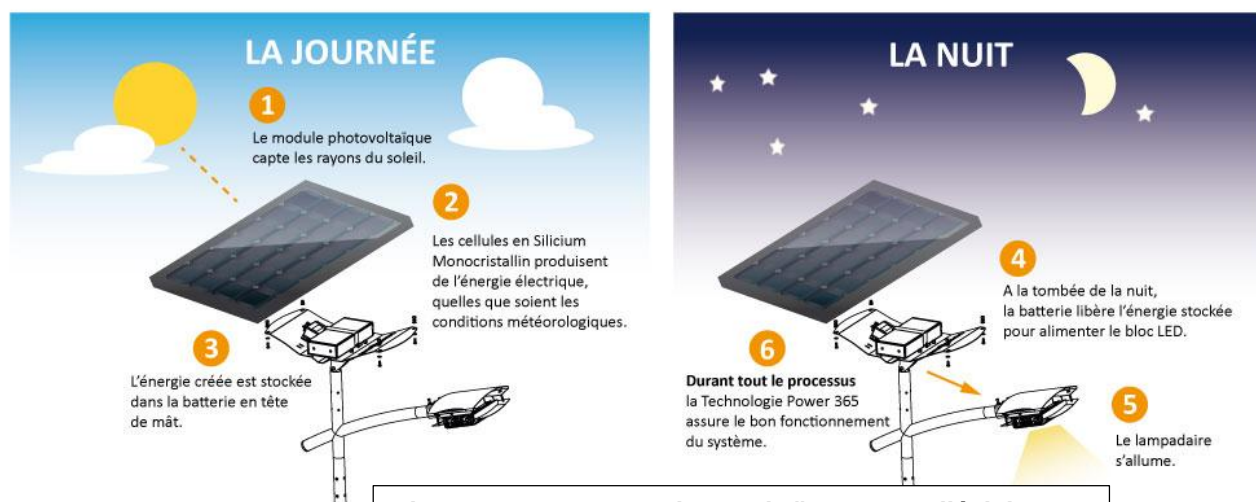
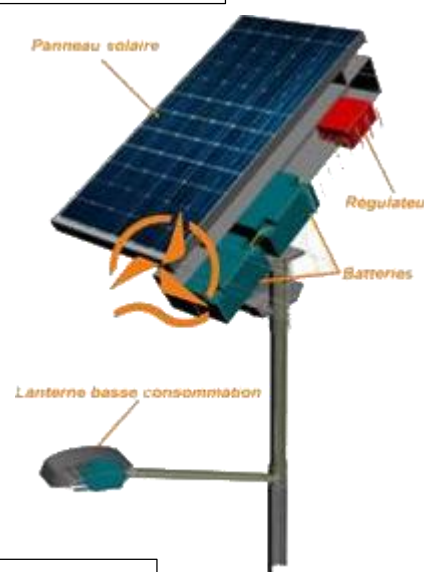


Figure23 : panneaux photovoltaïques pour l'éclairage.

Source : www.lampadaire-photovoltaïque.com

Figure24 : l'éclairage de l'espace de rencontre.

Source : Auteur.



Le **lampadaire photovoltaïque** autonome est vraiment pratique car il ne nécessite pas de travaux d'enfouissement de lignes électriques et donc ne revient pas plus cher à l'achat/installation qu'un lampadaire classique. Il fonctionne de façon autonome grâce au module photovoltaïque dont il est équipé et ne coûte donc rien à l'usage.

Le **lampadaire solaire** a tout de même un inconvénient : il ne doit pas être placé dans une **zone ombragée**. Il doit être exposé au soleil dans la journée pour emmagasiner de l'énergie et la retransmettre en éclairage la nuit.

Éventuellement équipé d'un **capteur de mouvement** pour ne s'allumer que lorsqu'il est nécessaire, le lampadaire solaire évite alors la pollution lumineuse du ciel¹⁸

¹⁸ <http://www.lampadaire-photovoltaïque.com>

3.2. c- intégré avec les pergolas :

Que ce soit une pergola de stationnement ou pour s'asseoir tous les moyens sont bons pour capturer l'énergie solaire et l'employer de manière à réduire et économiser la consommation énergétique des maisons. En utilisant la surface couvrante comme support des panneaux et offrant avec un espace ombré, cette énergie produite bénéficie aux maisons avoisinantes chaque pergola peut porter dans notre projet 20m² minimum de panneau ce qui produit en moyenne journalière 11kwh, notre projet compte 8 pergolas.

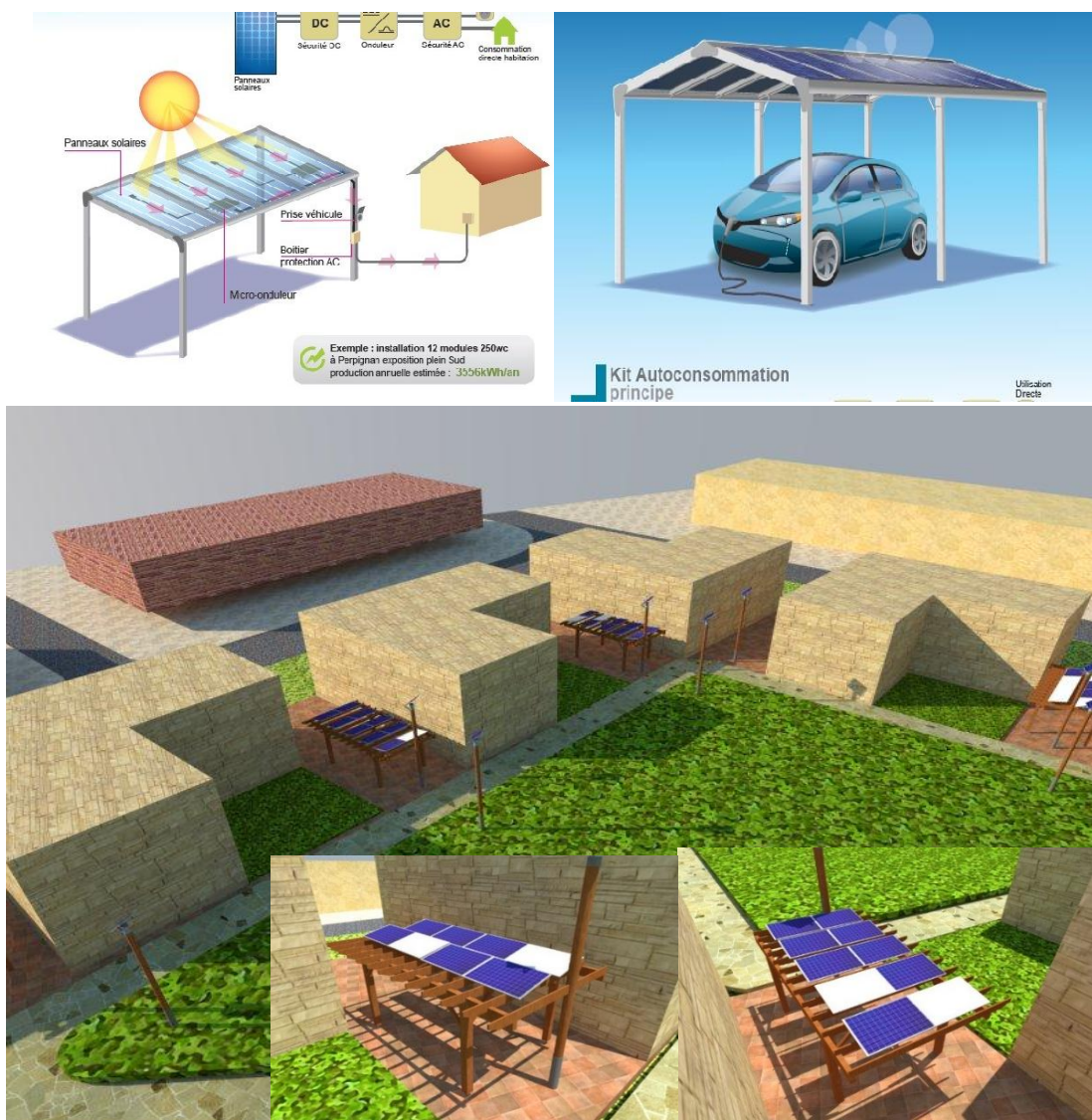
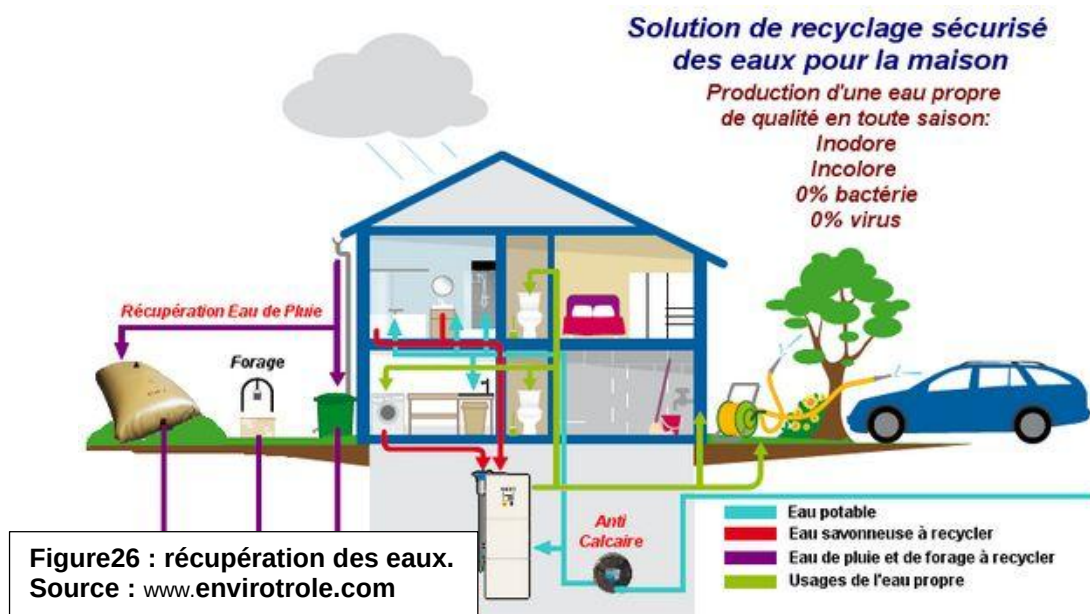


Figure25 : les panneaux intégrés avec pergolas.
Source : Auteur.

3-Récupération et réutilisation des eaux pluviales et usées :

(Traitement de l'eau de pluie, de forage, de puits, des eaux grises) 80% de l'eau consommée ne nécessite pas d'être potable car elle n'est ni ingérée ni en contact avec l'alimentation humaine. Pour de nombreux usages comme l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes, l'arrosage et le nettoyage des sols et des véhicules, l'utilisation d'une eau propre inodore, incolore, débarrassée des bactéries et des virus s'avère plus appropriée et plus économique que l'eau potable du réseau, dont seulement 1% est effectivement destinée à la consommation humaine et 17% en rapport avec l'alimentation (vaisselle et préparation des repas).



Sachant que 50% de la consommation quotidienne d'eau potable du réseau d'une famille de 4 personnes concerne les bains, les douches et les lessives, la récupération de cette eau grise, une fois filtrée et retraitée, permet de réalimenter en eau propre les chasses d'eau des WC et les postes de nettoyages et d'arrosages avec pour conséquence une réduction importante de sa facture d'eau et la garantie d'une eau propre de qualité en toute saison.

La station de recyclage et de traitement sanitaire permet ainsi de remplacer l'usage d'une eau jusqu'alors payante par la réutilisation d'une eau qui était destinée à l'égout. Raccordée à un forage ou à un réservoir de récupération d'eau de pluie, la station permettra également de sécuriser la qualité des eaux pluviales et de puits.¹⁹

¹⁹ <http://www.envirotrole.com/stationrecyclage.html>

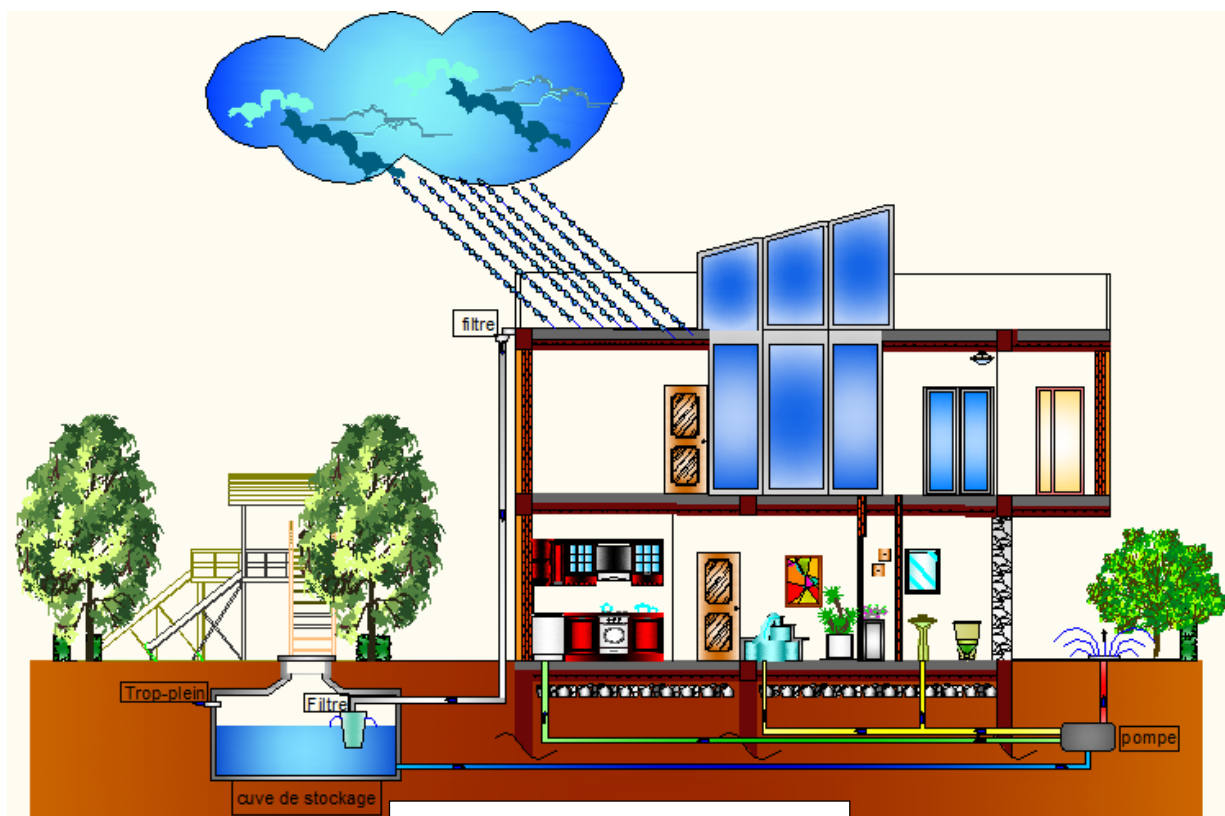


Figure27 : récupération des eaux pluviales. Source : Auteur.

3.4- Collecte et tri des déchets ménagers :

Les ressources de notre planète ne sont pas inépuisables. Il est primordial de mettre en œuvre tous les moyens nous permettant de limiter l'influence négative des activités humaines sur notre planète. Le tri sélectif s'inscrit dans cette démarche. C'est un « petit geste » au quotidien mais qui a un réel impact positif sur notre environnement ! Il permet de préserver nos ressources naturelles, de limiter les émissions de gaz à effet de serre, d'économiser de l'énergie et de soutenir l'économie et l'emploi localement.²⁰

3.4. a- Ordures ménagères proprement dites : Ce sont les déchets ménagers ordinaires provenant de la préparation des aliments et du nettoyage normal des habitations comme : débris de verre ou de vaisselle, cendres, chiffons, balayures et résidus divers. Ils seront déposés, dans des bacs, dans les points de collecte le plus proche de chaque maison.²²

²⁰ <http://www.ecoemballages.fr/pdf>

3.4.b- Le tri sélectif : il consiste, comme son nom l'indique, à trier les déchets suivant leur nature pour faciliter ensuite leur traitement (recyclage, compostage, valorisation énergétique ou mise en décharge).

On peut distinguer plusieurs étapes de tri sélectif : le "tri à la source", lorsque les producteurs de déchets effectuent eux-mêmes le tri avant la collecte, le "tri par apport volontaire" lorsqu'ils apportent les déchets à des conteneurs spécifiques sur la voie publique ou en déchèterie et le "tri en déchetterie" effectué par des employés ou des machines lors du procédé de recyclage.²³



3.4. c- Les points de collecte des déchets :

Doivent être près de la voie pour faciliter leur ramassage, centré pour regrouper le plus de maisons possible et dans ce cas limité le nombre des points de collecte, placé dans un endroit où l'odeur pourra être évacuée facilement (bien ventiler, parallèle au vent) et le plus important disposer les bennes du tri sélectif.²¹



Figure28 : points de collecte de déchets dans le projet. Source : Auteur.

²¹ <http://www.ecoemballages.fr/pdf>

3.5- les plans d'eau :

- ✓ L'eau, c'est la vie dans une maison. Un simple bassin avec quelques poissons, quelques végétaux adaptés et une modeste chute d'eau qui apportera le bruit cristallin et rafraîchissant, et le décor de la maison est planté, en plus le côté environnementale de rafraîchissement et d'améliorer la qualité de l'air.



Figure29 : plan d'eau à l'intérieur.
Source : Auteur.

- ✓ Au niveau du quartier les plans d'eau crée un microclimat et améliore la qualité du paysage.

Figure30 : plans d'eau à l'extérieur. Source : Auteur.

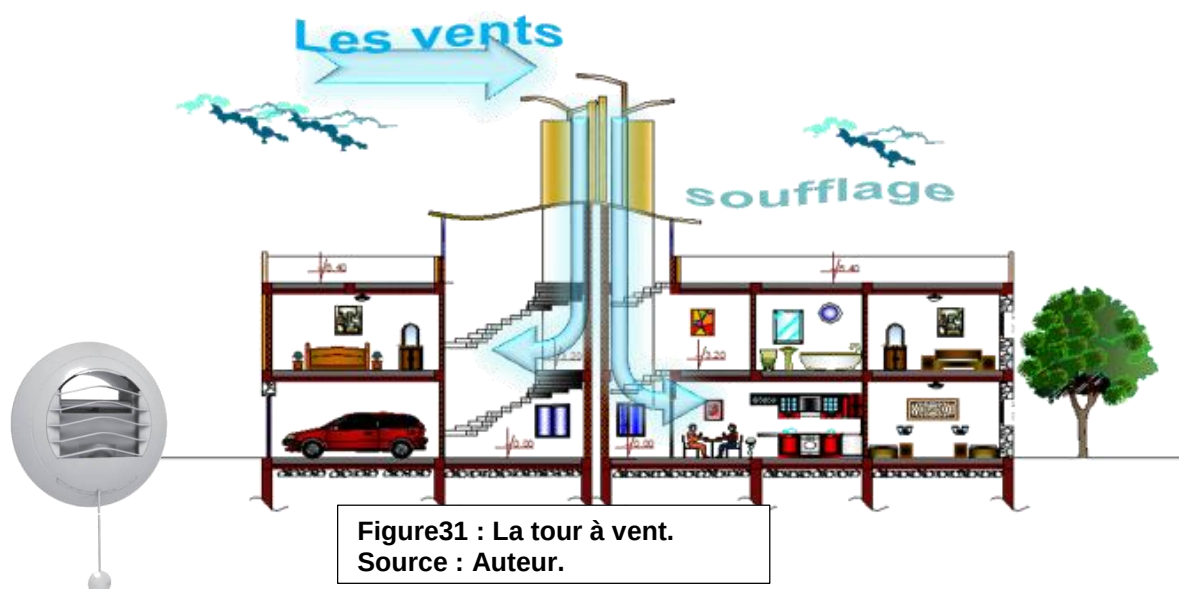
3.5- la tour à vent et l'atrium :

Figure31 : La tour à vent.
Source : Auteur.

Figure32 : bouche réglable.
Source : materiel.hellopro.fr.

✓ le principe de fonctionnement des tours à vent qu'on a utilisé dans notre conception est de souffler l'air neuf par captage des vents en hauteur a travers les ouvertures orientées face aux vents dominants et a extraire l'air vicié par tirage thermique a l'aide des ouvertures sous vent cette alimentation et l'extraction se fait en biais des bouches réglables permettant de contrôler l'ouverture ou la fermeture et ainsi permettre aux occupants de maîtriser la qualité de l'air surtout en cas de tempêtes de sable



Figure33 : l'atrium. Source : Auteur.

✓ concernat l'atrium il contribue aussi a la ventilation par l'effet de tirage thermique qui est accentué de par la nature du matériau (verre) utilisé, ce dernier participe en grande partie au confort thermique par apport des rayons solaires et procurant par l'occasion un éclairage naturel



Figure 34 : La serre. Source : Auteur.

✓ la serre est l'un des systèmes passifs le plus connu et le moins compliqué, dans notre conception on l'a incorporé au séjour servant ainsi à chauffer en hiver par effet de serre en maintenant les vitrages en place et rafraîchir en les ouvrants l'été par ventilation nocturne et grâce à l'inertie des matériaux.



Figure 35 : arbre l'hiver. Source : Auteur.



Figure 36 : arbre d'été. Source : Auteur.

✓ On a utilisé des arbres à feuille caduque afin de laisser pénétrer les rayons solaires l'hiver pour réchauffer les espaces et de procurer l'ombrage en été protégeant de la surchauffe

3.6- la mise en œuvre des isolants :

Le bardage, qui consiste en la mise en place d'un revêtement au niveau des murs extérieurs peut être réalisé avec plusieurs types d'isolant, et plusieurs matériaux

L'isolant sera fixé au mur par une ossature primaire sur laquelle sera mise en place une seconde ossature. Il faut veiller à mettre un espace de circulation de l'air avant d'installer le bardage

proprement-dit. Le bardage peut notamment s'effectuer sur une ossature simple. On opte pour cette technique lorsque le revêtement peut être directement posé sur des attaches fixées au mur, comme dans le cas de l'usage de pierres.

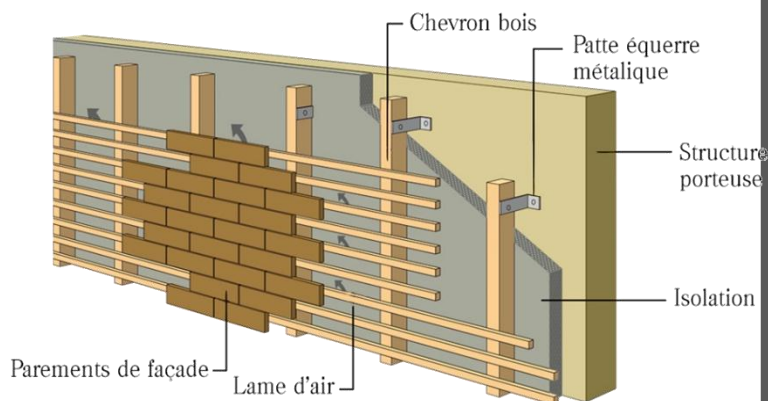


Figure 37 : La mise en œuvre des isolants. Source : www.isolation-exterieure-facades.fr/.

dénomination	famille	conditionnement	Lambda (W/mK)	Epaisseur (cm)	Masse volumique (Kg/m ³)	Résistance à la vapeur d'eau	Class ement au feu	Temps de déphasage	Energie grise (KWh ep / UF)
La pierre	Matériau d'origine rocheux	Vrac	2.3 à 3.5	30 à 80	2600 à 2800	40 à 50	A1	8 à 12 h	0
Le brique monomur	Terre cuite	Unité	0.12 à 0.14	30 à 37.5	600 à 850	13	A1	7 à 11h	521
L'adobe	Terre	Bloc	0.34 à 1.04	10 à 30	1000 à 2400	10 à 16	A1	9.7h	110
L'enduit de chaux	Enduit d'origine minérale	poudre	0.7	0.1	1550	7	A2	19h	1014
L'enduit de plâtre	Enduit d'origine minérale	poudre	0.57	0.1	1000 à 1300	6 à 10	A1	25 h	393
Laine de mouton	Isolant d'origine animale	Rouleau/ panneau	0.035 à 0.042 0.035 à 0.040	7 à 21 7 à 20	10 à 30 30	1 à 2 1 à 2	C C	5 h 5 h	20 20
Ouate de cellulose	Isolants issus du recyclage	Vrac insufflé sous pression Vrac projeté à sec Panneau	0.038 à 0.044 0.037 à 0.040 0.039	19 à 22 18 à 20 20	23 à 45 23 à 45 70 à 100	1 à 2 1 à 2 2	B B E	10 h 10 h 12 h	22 22 71
Bois	D'origine végétale	Palette	0.13 à 0.2	0.7	500 à 800	40	C	35h	180
Verre chauffant	Vitrage isolant	panneau	1	5	2500	38	A2	4.8 h	1300

Lexique :**Le lambda (λ) :**

Un coefficient de conductivité thermique (en W/m.K), renseigne sur la performance d'isolation d'un matériau. Plus λ est faible, plus le matériau est isolant. La plupart des isolants ont un λ autour de 0.040 W/m.K. Cependant, les fabricants d'isolants calculent rarement leur λ de la même manière. Mieux vaut prendre la Résistance Thermique R pour comparer.

Le Coefficient de Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau (μ [mu]) :

Il indique la capacité d'un matériau à laisser se diffuser la vapeur d'eau. Plus μ est élevé et moins la vapeur d'eau peut traverser la paroi. Une petite valeur de μ correspond donc à une paroi très perspirante.

Le classement au feu :

C'est régi selon les Euro classes. La classe A regroupe des produits ne contribuant pas ou très peu au développement du feu. A l'opposé, dans la classe F, se trouvent les matériaux n'ayant démontré aucune performance contre la propagation du feu.

Le déphasage : d'un matériau joue un grand rôle pour le confort thermique d'été de l'habitation. Il représente la durée entre le moment où la température est la plus élevée à l'extérieur et celui où elle est la plus élevée à l'intérieur. On privilégiera, dans les régions concernées par des surchauffes estivales, un isolant de toiture ayant un déphasage d'au moins 10 heures pour que l'onde de chaleur extérieure du milieu de journée atteigne l'intérieur de la maison durant la nuit.

L'énergie grise :

Elle désigne toute l'énergie consommée pour l'ensemble des processus de fabrication, de transport et de transformation, depuis la dégradation de la matière brute jusqu'au produit fini. Elle s'exprime ici en kWh ep/UF