



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



## Université Amar Thelidji- Laghouat

**FACULTE : technologie**

**DEPARTEMENT : architecture**

### **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : KHIRANI Wafa**

**DOMAINE : technologie**

**FILIERE : architecture et urbanisme**

**OPTION : architecture et environnement**

### **Thème**

**LA VENTILATION NATURELLE DANS LE PROJET  
DE BANQUE DANS LA VILLE DE BELLIL DANS LE  
CADRE DE L'ARCHITECTURE DURABLE**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>qualité</b>
Mr KORIBA Mustafa	M.A A	Président
Mr MRJANI Hamza	M.A A	Examineur
Mr BELHADJ Belkacem	M.A A	Examineur
Mr SOFRANI Khelifa	M.A A	Rapporteur
Melle BAALI Saida	M.A A	Co-rapporteur

**Promotion : juin-2015**

## REMERCIEMENTS

Ce travail est le fruit de plusieurs années de patience et d'endurance.

Nous tenons à remercier tout d'abord dieu tout puissant qui nous a donné le courage, et la volonté pour réaliser ce travail.

Avant tout développement sur ce modeste travail, il apparaît opportun de commencer ce rapport de mémoire par des remerciements, à ceux qui nous ont beaucoup appris au cours de ce travail, et même à ceux qui ont eu la gentillesse de faire de ce dernier un moment très profitable.

Nous remercions sincèrement et chaleureusement notre encadreur M<sup>r</sup>. SOFRANI . K qui a fait des efforts considérables afin d'achever ce travail, ainsi que M<sup>elle</sup> BAALI Saida, notre maître de de mémoire qui nous a formé et accompagné tout au long de cette tâche avec beaucoup de patience et de pédagogie.

## DEDICACES

### *A mes très chers parents*

*Pour tout l'amour qu'ils me portent et pour leurs encouragements qu'ils m'ont apportés au cours de ce projet, je leur dédie ce travail en témoignage d'un grand amour et reconnaissance infinie, qu'ils trouvent ce travail en témoignage de ma profonde gratitude et mon infini dévouement.*

### *A la famille khirani et chahbouni*

*Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.*

### *A mes frères et sœurs*

*Pour votre soutien et encouragements, vous occupez une place particulière dans mon cœur. Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux, plein de bonheur et de succès.*

### *A tous mes professeurs :*

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.*

### *A mes chers amis*

*En souvenir de nos éclats de rire et des bons moments. En souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble. J'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement.*

### *A tous ceux qui me sont chers*

*Khirani wafa*

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Approche introductive :</b>	<b>11</b>
1.1	Introduction :	11
1.2	Problématique générale :	12
1.3	Les problématiques spécifiques pour la ventilation :	13
1.4	Les hypothèses :	14
1.5	L'objectif du travail:	14
<b>2</b>	<b>Approche thématique :</b>	<b>15</b>
2.1	Méthodologie d'approche :	15
2.1	Introduction :	15
2.3	Le développement durable :	16
2.4	développement durable en architecture:	17
2.4.1	Architecture Durable :	17
2.4.2	Architecture verte :	18
2.4.3	L'architecture vernaculaire :	18
2.4.4	La conception bioclimatique:	19
2.4.5	Les principes de la conception bioclimatique :	19
2.5	La Haute Qualité Environnementale :	23
2.6	Généralité sur le thème de la nature du projet :	34
2.6. 1	La Suite bureautique :	34
2.6. 2	L'administration :	35
2.6. 3	L'équipement :	35
2.6. 4	les Bureaux :	35
2.6. 5	Les types de bureau :	35
<b>3</b>	<b>Approche analytique :</b>	<b>36</b>
3.1	Introduction	36
3.2	Exemple : Le centre de recherche ames de la NASA	36
3.2.1	fichtechnique :	36
3.2.2	sible 02 : choix intégré des procédés et de produits de construction	37
3.2.3	sible 04 : Gestion d'énergie	37

3.2.4	sible 06 : le confort thermique .....	39
3.3	des critères traités dan le projet .....	40
3.4	conclusion .....	40
<b>4</b>	<b>Approche contextuelle :.....</b>	<b>42</b>
4.1	Introduction .....	42
4.2	Analyse contextuelle de la ville de bellil.....	42
4.3	Aperçue histirique .....	42
4.4	Les données climatiques .....	43
4.5	Les recommandations .....	46
4.6	La zone d'extention .....	46
4.7	Potentialité de la zone d'intervenion et le chois de site .....	47
4.8	La présentation du site choisi.....	48
<b>5</b>	<b>Approche architecturale :.....</b>	<b>50</b>
5.1	Démarche conceptuelle :.....	50
5.2	Les objectifs liés au programme :.....	51
5.3	Programme quantitatif et qualitatif de la banque :.....	51
5.4	La genèse du projet : .....	53
5.5	Les plans : .....	59
5.6	Les gabarits :.....	59
5.7	Les façades :.....	60
5.8	Les dispositifs d'amélioration de la qualité environnementale : .....	62
<b>6</b>	<b>Approche de durabilité et de simulation :.....</b>	<b>68</b>
6.1	la ventilation naturelle : .....	68
6.1.1	Introduction .....	68
6.1.2	les problématiques spécifiques : .....	68
6.1.3	Les hypothèses .....	68
6.1.4	Cadre thèorique :.....	69
6.1.5	Cadre empirique :.....	83
	conclusion générale :.....	89

## Table de figures

Figure 1 : Collège à Mader, Autriche .....	17
Figure 2 : Meera house .....	18
Figure 3 : le centre jean-marie tjibaou. [www.architic.com] .....	18
Figure 4 : implantation tient compte du relief des vents locaux, de l'ensoleillement .	19
Figure 5 : l'orientation de quelque pièce par rapport aux vents et au soleil .....	20
Figure 6 : Influence de l'architecture sur le microclimat. ....	20
Figure 7 : Principe d'une VMC double flux Livre .....	22
Figure 8 : schéma de principes de fonctionnement de la serre .....	23
Figure 9 : schéma de principes de fonctionnement des brises soleil .....	23
Figure 10 : vue de l'intérieur du projet .....	24
Figure 11 : la façade inélégante de l'hôpital Manuel Gea Gonzalez à Mexico .....	25
Figure 12 : quelque exemple des matériaux innovant.....	25
Figure 13. L'organisation dans les chantiers .....	26
Figure 14 : schéma de Principe de fonctionnement des panneaux photovoltaïques	27
Figure 15 : Vue sur les différents emplacements des panneaux de l'office.....	28
Figure 16 : schéma de Principe de fonctionnement des panneaux solaires.....	28
Figure 17 : les panneaux solaires au niveau de toiture du projet .....	29
Figure 18 : vue extérieur sur le lycée Léonard-de-vinci à Calais, France.....	30
Figure 19 : Schéma de principe de fonctionnement d'un puits canadien .....	30
Figure 20 : les différentes sources de la biomasse .....	31
Figure 21 : La récupération et les différentes utilisations de l'eau pluviale .....	32
Figure 22 : Les différents rejets d'eau et les étapes d'épuration des eaux usées ....	32
Figure 23 : les différentes étapes du recyclage .....	33
Figure 24 : la façade sud des logements .....	34
Figure 25 : les bureaux : B.cloisonné, B. Semi-cloisonné, B. paysager .....	35
Figure 26 : plan de masse .....	36
Figure 27 : les différents matériaux utilisés dans le projet .....	37
Figure 28 : Le tableau de bord de gestion .....	38
Figure 29 : Les Panneaux solaires sur la toiture de la Naza .....	38
Figure 30 : le site d'Exploitation d'énergie géothermique.....	38
Figure 31 : les 02 types des capteurs solaires.....	39
Figure 32 : La centrale électrique de la biomasse .....	39
Figure 33 : Schémas de Radiant de refroidissement dans les bureaux de la Naza .	40
Figure 34 : Schémas des Paroi rayonnantes: dans les bureaux de la Naza .....	40
Figure 35 : façades Exosquelettes-Photosynthétique- de la Naza .....	41
Figure 36 : La situation géographique et administrative de la zone d'étude .....	42
Figure 37 : Photo satellite de Bellil et hassi R'mel .....	43

Figure 38 : Graph de la température ( C°) .2013, 2014 de la ville nouvelle de Bellil	43
Figure 39 : Graph de La Précipitation.2013, 2014 de la ville nouvelle de Bellil	44
Figure 40 : Graph des vents .2013, 2014 de la ville nouvelle de Bellil	44
Figure 41 : Présentation des directions des vents [Arrangé par les auteurs]	45
Figure 42 : Le diagramme psychrométrique du Givoni- [Elaboré par les auteurs]	45
Figure 43 : La situation et les limite du site choisi	47
Figure 44 : présentation des différents voisinages du site	48
Figure 45 : schéma présentatif de l'accessibilité, et la forme du terrain	49
Figure 46 : Photo aérienne qui montre l'orientation du site et l'effet climatique	51
Figure 47 : l'organigramme du parcours du client dans la banque[Auteurs]	53
Figure 48 : État de lieu de site d'intervention [Auteurs]	54
Figure 49 : Répartition du terrain [Auteurs]	55
Figure 50 : Répartition du terrain [Auteurs]	55
Figure 51 : Présentation de la 02eme idée de la genèse du projet [Auteurs]	56
Figure 52 : Présentation de la 03eme idée [la relation avec la nature du projet] de la genèse du projet [Auteurs]	56
Figure 53 : Présentation de la 04eme idée [la relation avec le thème du projet] de la genèse du projet [Auteurs]	57
Figure 54 : Présentation de la 05eme idée [la détermination de la combinaison des volumes] de la genèse du projet [Auteurs]	58
Figure 55 : le plan de masse [Auteurs]	58
Figure 56 : plan de masse dessin Autodesk [Auteurs]	59
Figure 57 : représentation des différents gabarits	59
Figure 58 : la façade sud du projet	60
Figure 59 : façade nord du projet	60
Figure 60 : la façade nord du projet	61
Figure 61 : la façade est du projet	61
Figure 62 : l'utilisation des panneaux solaires	62
Figure 63 : l'utilisation des éoliens	63
Figure 64 : l'emplacement du champ de captage [Auteurs]	64
Figure 65 : la toiture végétalisée du projet	64
Figure 66 : schéma représentatifs de type de vitrage de sécurité utilisé	65
Figure 67 : le vitrage aux niveaux des façades	65
Figure 68 : l'entrée principale de la banque	66
Figure 69 : Les dispositifs de rafraîchissement du projet	66
Figure 70: l'aération	71
Figure 71 : La ventilation	69
Figure 72: zone de confort en fonction de la vitesse de l'air et de la température	71
Figure 73 : direction des flux d'air introduits par le vent dans un bâtiment	72
Figure 74 : Modes de conception des systèmes de ventilation naturelle	74
Figure 75 : coupe transversal présente une Ventilation mono-latérale	75

Figure 76 : Systèmes de ventilation hybride .....	76
Figure 77:les polluants de l'air intérieur dans une habitation. ....	77
Figure 78 : repartitions des champs de pression, [Izard, 2006] .....	78
Figure 79: influence du positionnement des ouvertures, [Pacer, 1996].....	79
Figure 80 : influence du positionnement des ouvertures mono latérale [Pac.. 1996]	79
Figure 81 : influence du positionnement des ouvertures (design manual .., 1986) ..	80
Figure 82 : Influence des cloisons [design manual 11.02, 1986].....	81
Figure 83 : canalisation de l'écoulement d'air par l'agencement des arbres[P 1996]	82
Figure 84:utilisation de végétation pour améliorer la ventilation naturelle [A., 1998]	82
Figure 85 : rafraichissement de l'air par la végétation [Pacer, 1996] (pacer, 1996)..	82
Figure 86 : le plan d'eau à l'extérieur côté sud photo 3d Autodesk .....	84
Figure 87 : coupe présente le mouvement de l'air à l'intérieur du projet [Auteur]....	84
Figure 88 : vue de l'extérieur côté sud .....	86
Figure 89 : vue de toiture végétalisée.....	84
Figure 101: plan de RDC .....	85
Figure 102 : le bureau choisi -photo autocad 2014-.....	85
Figure 103 : B. avec grandes ouvertures .....	88
Figure 104 : bureau avec petites ouvertures.....	86

## Liste des tableaux

Tableau 1 : la relation entre Les couleurs, les matériaux, et la chaleur. (Fé,... PH)	21
Tableau 2 : Evolution du rendement des p. photovoltaïques selon l'orientation .....	27
Tableau 3 : Tableau des équipements [R. du POS de la ville nouvelle de Bellil].....	47
Tableau 4 : tableaux du programme quantitatif [Auteurs] .....	51
Tableau 5 : tableaux du programme quantitatif [Auteurs] .....	52
Tableau 6 : tableaux du programme quantitatif [Auteurs] .....	53
Tableau 10 : Débit d'air suffisant pour un bâtiment à l'usage administratif.....	70



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



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE:** Science et technologie

**DEPARTEMENT :** Architecture

---

### **RESUME DE MEMOIRE DE MASTER**

**Domaine :** Science et technologie

**Filière :** architecture et urbanisme

**Option :** architecture et environnement

**Thème :** projet de banque dans la ville de Bellil dans le cadre de l'architecture durable

**Présenté par :** KHIRANI Wafa

**Encadré par:** Mr SOFRANI Khelifa

#### **Résumé :**

Ce travail de recherche et de conception que nous proposons, essaie d'examiner la problématique de l'architecture écologique durable.

c'est un projet architectural à usage administratif (une banque), qui pousse à appliquer dans tous ses aspects la notion de la sécurité à l'intérieur, et à l'extérieur, tout en veillant à exploiter les principes du développement durable, et à répondre aux différents enjeux de la démarche HQE, pour une équitable mise en place des multiples types de confort, intégrés dans la conception du projet, où on prend en considération l'application des aspects du confort thermique, visuel, et de ventilation.

Le projet est situé au sud de la Wilaya de Laghouat, la commune Hassi R'mel, exactement dans la partie Sud-Est de la ville nouvelle de Bellil, qui est une zone aride.

Ce travail, est considéré comme une conception bioclimatique, dans le cadre du développement durable dans un climat aride.

**Mots clés :** architecture, bioclimatique, développement, durable, écologique, environnement, économique, social, sécurité, puits canadien, panneau solaire, éolien, microclimat, confort thermique, confort visuelle, ventilation, simulation



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



## جامعة عمار ثليجي – الأغواط

كلية: العلوم و التكنولوجيا  
قسم: الهندسة المعمارية

### ملخص مذكرة الماستر

الميدان: علوم و تكنولوجيا

الشعبة: هندسة معمارية و ترميم

التخصص: هندسة معمارية و بيئة

عنوان المذكرة: مشروع بنك في مدينة بليل في اطار الهندسة المعمارية المستدامة

تقديم الطالبة: خيراني وفاء

الأستاذ المؤطر: صفراني خليفة

#### ملخص المذكرة

هذا العمل من البحث والتصميم نقترحه، يحاول طرح مسألة الهندسة المعمارية البيئية المستدامة. هو مشروع معماري للاستخدام الإداري (بنك)، الذي يثنا على تطبيق جوانب مفهوم الأمن في الداخل والخارج، مع ضمان استغلال المبادئ الحية للتنمية المستدامة وعلى استغلال مختلف قضايا النوعية البيئية الجيدة لأجل دمج جيد لجميع انواع الراحة في البناء، بحيث نأخذ بعين الاعتبار تطبيق كل جوانب الراحة الحرارية ، البصرية الجمالية ، و التهوية . يقع المشروع في جنوب ولاية الأغواط، مدينة حاسي الرمل بالضبط في الجزء الجنوبي الشرقي من المدينة الجديدة بليل، وهي منطقة جافة . ويعتبر هذا العمل تصميم حيوي مناخي في سياق التنمية المستدامة في المناخ الجاف.

**الكلمات المفتاحية:** الهندسة المعمارية، بيومناخي ، التنمية المستدامة ، إيكولوجي ، بيئي ، اقتصادي ، اجتماعي ، الأمن، بئر حراري جوفية، الألواح الشمسية، طاقة الرياح، ميكرو مناخي، الراحة الحرارية، الراحة البصرية، التهوية، المحاكاة.



Democratic and Popular Republic of Algeria  
Ministry of Higher Education and Scientific  
Research

**Amar Thelidji University**  
**Laghouat**



**Faculty:** Science and Technology

**Department:** Architecture

---

## **Abstract of Master Thesis**

**Domain:** Science and Technology

**Section:** Architecture and Urbanism.

**Specialty:** Architecture and Environment.

**Title of the Thesis:** Project of a bank in the city of Bellil in the scope of sustainable  
Architecture

**By:** KHIRANI Wafa

**Supervisor:** Mr SOFRANI Khelifa

### **Summary**

This work of research and design we suggest tends to examine the issue of sustainable ecological architecture. It is an architectural project of administrative purpose (a bank) which invites us in one hand to screen all the aspects of inside and outside security and the other hand to make sure to exploit all main principals of sustainable development. It invites us too to deal with implementation of the HQE approach for a fair setting up of multiple type of comfort which integrated in our design. We try hence to apply aspects of thermic visual comfort and that of ventilation .The project site is in the Wilaya of Laghouat, common HASSI R'MEL, exactly in the south - eastern part of the new city Bellil, which is an arid area .So our work is considered a bioclimatic design in the context of sustainable development in an arid climate.

**Key words:** architecture, bioclimatic sustainable development, environmental economic, social, safety, thermal comfort, visual comfort and ventilation.

# Approche introductive

---

## 1 Approche introductive :

### 1.1 Introduction :

L'environnement est compris souvent comme étant l'ensemble des composants naturels de la planète y compris l'ensemble des phénomènes et des interactions qui s'y déploient, tout ce qui entoure l'homme et ses activités ; bien que cette position centrale de l'homme soit précisément un objet de controverse dans le champ de l'écologie.

En même temps, l'environnement constitue notre milieu de vie. Il ne nous fournit pas seulement des ressources, mais aussi de nombreux services sans lesquels nous ne pourrions certainement pas vivre.

Depuis plusieurs décennies, la qualité de l'environnement se dégrade et sa capacité à fournir ses précieux services se réduit. Les activités de l'Homme sont à l'origine de cette dégradation.

Une prise de conscience mondiale de la nécessité d'infléchir les modes de développement pour faire face à cette réalité. Ce qui a donné naissance au concept de développement durable, qui consiste à réconcilier la croissance sociale, le développement économique et la protection des ressources naturelles et de l'environnement. Il s'agissait donc clairement de veiller à un développement harmonieux coïncidant avec les besoins de toute une société, tout en veillant à ne pas porter préjudice, aux générations futures.

De nombreuses autres définitions ont été proposées qui ont surtout pour but d'améliorer les conditions d'existence des communautés humaines, tout en restant dans les limites de la capacité de charge des écosystèmes, ainsi de mettre en évidence la difficulté de satisfaire simultanément et en tout cas, sans dégâts collatéraux, les besoins légitimes des citoyens, des peuples, des entreprises, des organisations associatives.

Pour un architecte, le développement durable prend appui sur 04 clés importants :

- La préservation de l'intégrité environnementale, en respectant les écosystèmes en place et en garantissant la mise en œuvre de dispositifs écologiquement sains.

## Approche introductive

---

- Favoriser l'équité sociale entre les individus, entre les nations, entre les générations actuelles et futures, et en facilitant l'accès à l'emploi, à l'éducation, aux soins....etc.
- L'amélioration de l'éco efficacité par une saine gestion des ressources allouées à la satisfaction des populations et de la planète.

Appliquer à l'architecture, ce concept suppose l'intégration des nouvelles exigences dans le processus globale de la construction et nécessite des changements dans les comportements des professionnels et des usages pour répondre à deux exigences primordiales :

- La maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur tout en assurant des ambiances intérieures confortables et saines (confort thermique, visuel, et olfactif)
- La maîtriser et économie d'énergie non renouvelable.

### **Contexte et intérêt scientifique du projet :**

En s'inscrivant dans ce contexte, la conception du projet de fin d'étude sera cadrée selon cette démarche vivante.

La particularité de notre projet qui est un bâtiment administratif « une banque », elle nécessite d'exprimer dans tous ses aspects la notion de la sécurité ; tout en veillant à répondre aux exigences du confort et de bien-être, des usagers, ainsi de l'économie de l'énergie non renouvelable.

A cela s'ajoute une contrainte déterminante qui est le climat rigoureux de la zone d'implantation du projet ; \*la ville nouvelle de Bellil\* située à la wilaya de Laghouat, de fait qu'elle influe sur la forme du bâtiment, le choix des matériaux de construction, et des dispositifs du refroidissement, d'éclairage et de ventilation.

### **1.2 Problématique générale :**

La population qui continue à augmenter, a besoin de plus en plus des ressources d'énergie et des services dont leur production engendre souvent de plus en plus des déchets, non recyclables qui ont un effet néfaste sur l'environnement et pollue l'atmosphère par des gaz nocifs. Également elle

## Approche introductive

---

engendre une surexploitation des ressources naturelles non renouvelables, sans oublier les contraintes naturelles et climatiques ...etc.

On doit changer le mode de vie pour réussir à offrir aux générations futures une planète propre qui garde ses ressources, ses beautés, sa diversité. L'architecture est au cœur de ces changements, elle doit rechercher dans tous ses produits la durabilité en adaptant la démarche de la haute qualité environnementale

A partir de là on doit se poser les questionnements suivants :

- ✓ Comment peut-on réaliser une conception architecturale visant à minimiser l'impact néfaste sur l'environnement tout au long de son cycle de vie ?
- ✓ Quelles sont les stratégies conceptuelles appropriées à adopter pour un projet de banque, et quels dispositifs techniques à choisir pour assurer le bon confort dans ce climat aride ?
- ✓ De quelle manière interviennent les stratégies conceptuelles et techniques dans l'amélioration des différents types du confort et de la performance énergétique de la conception ?

### 1.3 Les problématiques spécifiques pour la ventilation :

- ✓ comment assure-t-on une ventilation naturelle suffisante à un projet à vocation administrative avec des dispositifs ayant pour objectif un confort basé sur des éléments naturels ?
- ✓ Est-ce que la ventilation naturelle mono-façade est suffisante pour un projet à Bellil ? et qu'elle est leur effet sur le confort thermique ?

On a suffisamment d'air; mais l'air est pollué par les grains de sable (effet de vent de sable qui caractérise la zone - du projet - aride et chaude de Bellil ou on va concevoir notre projet) d'où se pose les questionnements :

- ✓ Quelles sont les solutions permettant de tirer profit des vents tout en assurant de l'air pur ?
- ✓ Est-ce que les grandes ouvertures orientées sud disposées sur la même façade aident à diminuer la durée de la ventilation naturelle ?

## Approche introductive

---

### 1.4 Les hypothèses :

- ✓ On peut assurer une ventilation naturelle suffisante pour notre projet tout en prendre en considération le confort thermique et le côté économique, et ce par tirer profit les éléments de la nature telle que les vents la température de l'air extérieur et intérieur la végétation et les éléments de conception tels que double façade capteur a vent l'orientation des ouvertures.
- ✓ Grâce à la pression du vent qui caractérise la zone du projet, et avec une bonne isolation la ventilation mono-façades peut assurer un débit d'air suffisant et un rafraîchissement dans l'intérieur.
- ✓ On-peut assurer l'air pur naturellement par l'utilisation des végétations (herbes au le niveau de sol et au niveau de toiture et arbres pour la protection des façades.
- ✓ Les grandes fenêtres mono-façade côté sud aident à renouveler l'air vicié dans une période moins que des petites ouvertures.

### 1.5 L'objectif du travail:

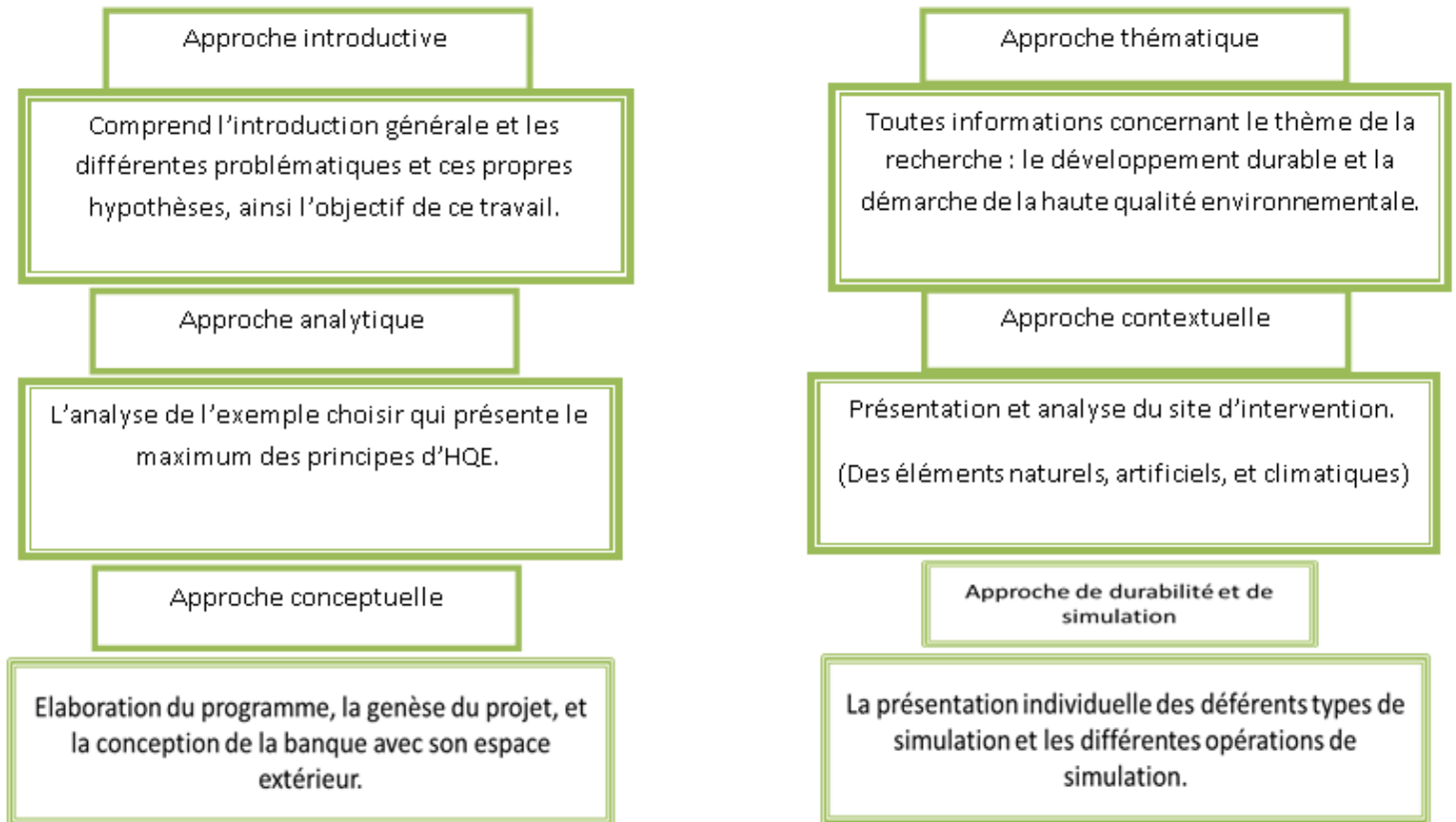
L'objectif générale et de concevoir un projet architecturale avec des dispositifs écologiques améliorées dans le but d'atténuer l'effet de la chaleur et d'assurer le confort thermique dans un cadre de durabilité en mettant l'accent sur l'aspect environnemental, la réduction de la consommation d'énergie, et l'intégration des ressources naturelles pour la production de l'énergie.

# Approche thématique

---

## 2 Approche thématique :

### Méthodologie d'approche :



### Introduction :

dans cette approche, nous mettons en exergue quelques notions, des différents concepts, et des différentes tâches qui relient l'architecture avec le thème du développement durable, des généralités sur l'architecture et les conceptions bioclimatiques, avec des présentations des systèmes, des principes de construction, et des techniques utilisées pour une stratégie suffisante aux tous types de confort, et qui mènent aux résultats positifs de la démarche de la haute qualité environnementale, grâce à ces propres cibles appliquées.

## Approche thématique

Ainsi des concepts déterminants la notion qui caractérise le fonctionnement de type du projet choisi, et dans ce cas, le projet est une conception à usage administratif, à une vocation bureautique.

### Le développement durable :

#### 2.3.1 Définition du développement durable :

Comme définition générale : en 1987 : la Commission mondiale sur l'environnement propose une définition du développement durable dans le Rapport Brundtland <sup>1</sup>« Notre Avenir à Tous » : « *Le développement durable vise à satisfaire les besoins de développement des générations présentes sans compromettre la capacité de la génération future et répondre aux leurs* ».

Dans le domaine d'architecture, et selon le rapport 2014 <sup>2</sup>d'organisation des nations unies :« *le développement durable est un développement des constructions pendant leur cycle de vie, qui répond aux besoins du présent, sans compromettre ce domaine pour les générations futures par la limitation des impacts d'une opération de construction ou de réhabilitation sur l'environnement tout en assurant à l'intérieur du bâtiment des conditions de vie saines et confortables. Esthétique, confort, agrément de vie, écologie, durabilité* ».

#### 2.3.2 La stratégie du développement durable:

Selon benoit Gauthier <sup>3</sup> le développement durable a pour objectif de concilier et d'harmoniser 3 pôles de développement :



<sup>1</sup> Est une publication rédigée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies, présidée par la Norvégienne Gro Harlem Brundtland.

<sup>2</sup> Objectifs du Millénaire pour le développement-Rapport 2014-NEW YORK2014 ([www.unwomen.org/fr](http://www.unwomen.org/fr)).

<sup>3</sup> Auteur canadien né le 30/05/1967. Parmi ces travaux : PUNCH Documentation, 1996, 100PAGE, et, livre : recherche sociale 1988, deuxième Edition 1993.

## Approche thématique

---

### 2.3.3 L'objectif du développement durable:

Selon le rapport 2014 d'organisation des nations unies l'objectif du millénaire développement durable est de:

Optimiser, valoriser, conserver et protéger les ressources collectives afin d'en assurer la pérennité, et maintenir l'intégrité de l'environnement dans le secteur de construction, et Viser une efficacité économique.

### 2.3.4 Les éléments du développement durable:

Cette tâche constitue de cycles interdépendants des quatre éléments :

La terre, l'air, l'eau, le feu ; Que nous devons les gérer de façon responsable: qualité, quantité.

Et Après l'utilisation il faut penser d'une façon intelligente pour:

- les ressources : disponibles - renouvelables ?
- l'usage : nécessité par plaisir?
- le rejet : quelle influence sur le cycle?

### Quelques concepts liés au développement durable en architecture:

#### 2.4.1 Architecture Durable :

Selon l'architecte Jaime Lopez de Asiain<sup>4</sup> : c'est une pratique qui a pour objectifs de créer un milieu adéquat et confortable à vivre et de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement pendant son cycle de vie.



Figure 1 : Collège<sup>5</sup> à Mader, Autriche  
Source : (Dominique. G.M. 2008 P190)

---

<sup>4</sup> (Jaime Lopez de Asiain, né en 1933 à Madrid, est un architecte français).

<sup>5</sup> DOMINIQUE. G, M., 2008. (L'architecture écologique), LE MONITEUR ,2008.

## Approche thématique

### 2.4.2 Architecture verte :

Selon UICN (l'union internationale de pour la conservation de la nature) : C'est une façon de construire des bâtiments tout en respectant l'environnement, avec une coordination entre l'encouragement du développement durable et l'utilisation maximale des végétations dans la conception, comme montre la photo 02.



Figure 2 : Meera<sup>6</sup>house  
Source : [www.contemporist.com](http://www.contemporist.com)

### 2.4.3 L'architecture vernaculaire :

Selon L'architecte Renzo Piano dans sa réalisation (LE CENTRE JEAN-MARIE TJIBAOU<sup>7</sup>), Le vernaculaire : Est une architecture faisant appel aux matériaux disponibles sur place et mettant en œuvre des techniques traditionnelles, avec prendre en compte le climat, la géographie, les matériaux locaux pour construire des bâtiments.

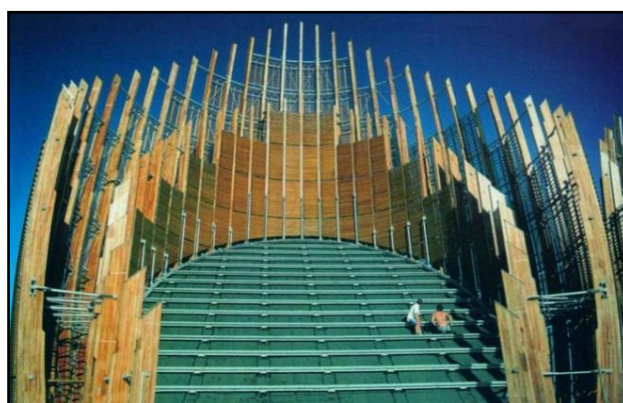


Figure 3 : LE CENTRE JEAN-MARIE TJIBAOU. ([www.architic.com](http://www.architic.com))

<sup>6</sup> (Située sur l'île de Sentosa à côté de Singapour) ; ([www.GOOGLEIMAGE.COM](http://www.GOOGLEIMAGE.COM))

<sup>7</sup> Un établissement public destiné à promouvoir la culture kanake, sur une presqu'île en périphérie de Nouméa, en Nouvelle-Calédonie, il présente moderne et monumentale de l'architecture vernaculaire.

## Approche thématique

### 2.4.4 La conception bioclimatique:

Selon (L'extrait du Portail Algérien des ENERGIES RENOUVELABLES) <sup>8</sup>La conception bioclimatique, elle est un mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant a pour objectif de réduire les besoins énergétiques des bâtiments et d'obtenir des conditions de vie adéquates et confortables (température, taux d'humidité, luminosité...etc.) de manière la plus naturelle possible grâce à une conception intelligente des bâtiments.

Le système passif : repose sur le choix : d'un site favorable à la construction, des types de matériaux de construction utilisés, des ouvertures en fonction de l'orientation de la construction par rapport au soleil,...etc.

Le système actif : concerne l'exploitation des énergies renouvelables (le solaire en particulier) afin de satisfaire les besoins énergétiques électriques et thermiques de l'habitat en utilisant le capteur solaire photovoltaïque, le chauffe-eau solaire, le plancher solaire direct...etc.

### 2.4.5 Les principes de la conception bioclimatique :

**A/ L'implantation** : L'implantation judicieuse d'un édifice est la tâche la plus importante pour l'architecte. Elle détermine l'éclaircement, les apports solaires, les déperditions de chaleur, les différentes possibilités d'aération.....

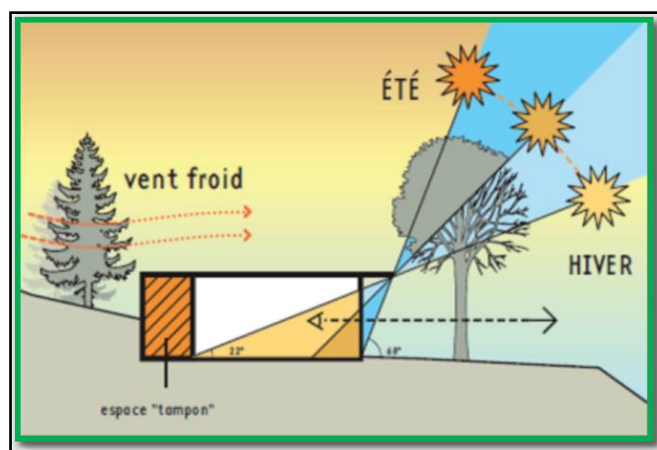


Figure 4 : implantation tient compte du relief des vents locaux, de l'ensoleillement  
Source : (HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005)<sup>9</sup>

<sup>8</sup> L'extrait du Copyright © Portail Algérien des ENERGIES RENOUVELABLES) ; Date de mise en ligne : vendredi 19 avril 2013

<sup>9</sup> HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005. Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005.

## Approche thématique

**B/ L'orientation** : L'orientation d'un édifice répond à sa destination. Les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer ou au contraire la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou rafraîchir en été, sont autant de paramètres importants dans le choix de l'orientation.

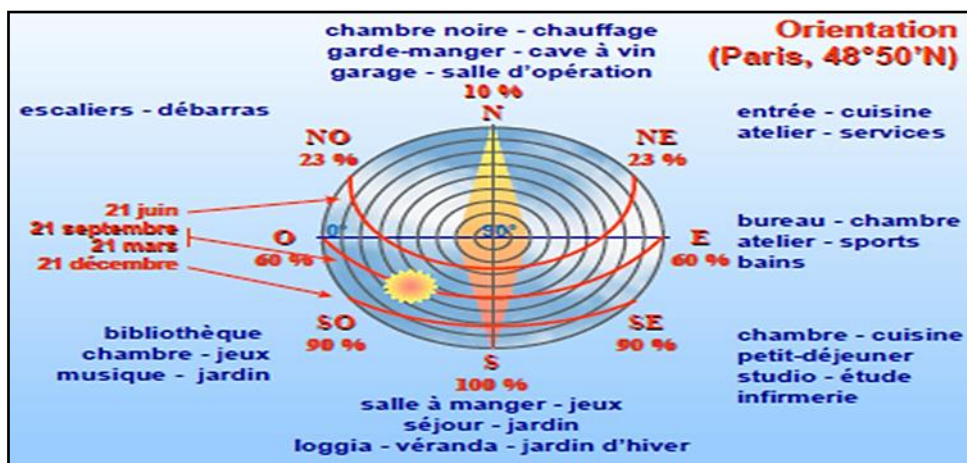


Figure 5 : l'orientation de quelque pièce par rapport aux vents et au soleil  
Source : (HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005)

**C/ L'enveloppe architecturale** : Les constructions masquent le rayonnement solaire, protègent du vent, stockent la chaleur et élèvent la température extérieure, comme elles peuvent créer des courants d'air ou réfléchir les rayons solaires.

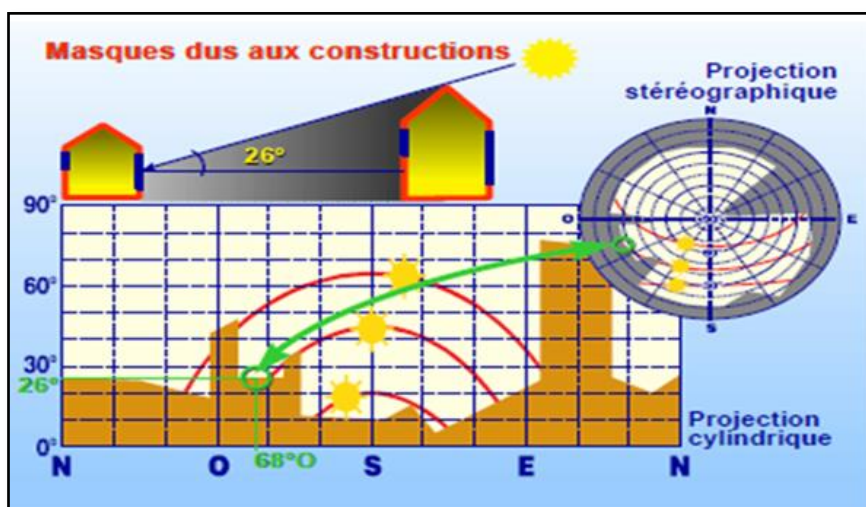


Figure 6 : Influence de l'architecture sur le microclimat.

## Approche thématique

Source : (HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005)

**D/ L'isolation:** Le rôle de l'isolation est de garantir un confort thermique aux occupants et de diminuer les frais de chauffage de la conception. Les déperditions thermiques engendrent des consommations d'énergie très importantes.

**a) L'isolation des murs :** L'enveloppe extérieure doit limiter les pertes de chaleur en hiver et protéger des radiations solaires en été, cette propriété d'atténuation dépend des caractéristiques de transmission thermique des parois.

**b) L'isolation des parois vitrées:** Elle est augmentée grâce à la présence de fermetures, qui réduisent les déperditions thermiques. Donc la performance de l'ensemble cadre-vitrage est caractérisée par la conductivité U (en W/m<sup>2</sup>.K). Plus U est faible, plus la fenêtre n'est moins isolante.

**c) L'isolation des toitures :** L'isolation de toiture consiste à isoler un bâti par le toit. Cette méthode permet de diminuer la déperdition thermique d'une maison ou d'un immeuble. Habituellement, la déperdition thermique par le toit est supérieure à 30%.

**e) La relation entre Les couleurs, les matériaux, et la chaleur :** les couleurs et les matériaux participent également à réguler le niveau de chaleur par le captage, plus le coefficient d'absorption d'un matériau est élevé, plus le matériau et sa couleur captent la chaleur. (Voir Le tableau 01).

Matériau / couleur	Coefficient d'absorption
Béton	0,6
plâtre	0,07
Brique rouge	0,55
ardoise	0,89
Noir	1
Blanc cassée	0,33
Gris clair	0,55
rouge	0,74
Jaune paille	0,43
Bleu foncé	0,91
marron	0,80
vert	0,73
orange	0,45
Rouge foncé	0,79
blanche	0,12

Tableau 1 : tableau de la relation entre Les couleurs, les matériaux, et la chaleur. (Félice. E, REVILLA. PH)

## Approche thématique

---

**F/ La ventilation** : La ventilation naturelle est une stratégie passive, sans moyen mécanique, de maintenir un environnement intérieur confortable. Ses objectifs sont :

- De fournir un apport d'air pur aux locaux occupés, et de permettre l'extraction de l'air pollué, malodorant et vicié.
- De préserver un climat intérieur sans poussières, doté d'une température et d'une humidité appropriées.
- D'assurer dans l'ensemble des locaux occupés un mouvement d'air qui soit favorable à la santé et au confort des occupants.

la VMC <sup>10</sup> limite également la pollution de l'air intérieur par un renouvellement continu de l'air vicié et un apport d'air neuf à volumes maîtrisés.

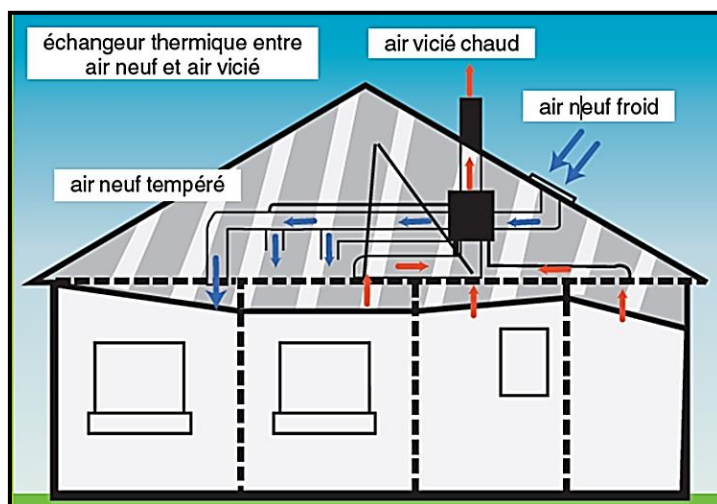


Figure 7 : Principe d'une VMC double flux Livre  
Source : (BRIGITTE11. Vu, 2011)

**G/ Les serres** : Les serres offrent un espace tampon qui favorise le captage du rayonnement solaire. Ce rayonnement est transformé en chaleur par effet de serre.

---

<sup>10</sup> Une ventilation mécanique contrôlée, elle se compose du moteur, des bouches, des entrées d'air, elle permet de renouveler l'air, d'évacuer l'humidité et les polluants.

<sup>11</sup> BRIGITTE. Vu, (la maison à énergie zéro) EYROLLERS, 2011.

## Approche thématique

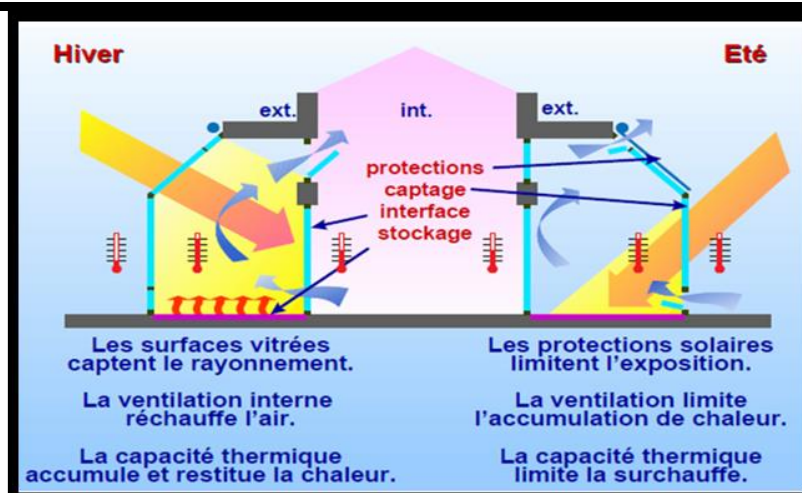


Figure 8 : schéma de principes de fonctionnement de la serre  
Source : (BRIGITTE. Vu, 2011)

**H/ Le mur Trombe** : Le mur Trombe reprend le principe d'un effet de serre : un vitrage capte la chaleur, derrière ce vitrage se trouve un mur accumulateur (suffisamment épais et isolant) : l'air chauffé monte et pénètre vers le haut, l'air refroidi dans la pièce ressort vers le bas. Comme montre la figure 09.

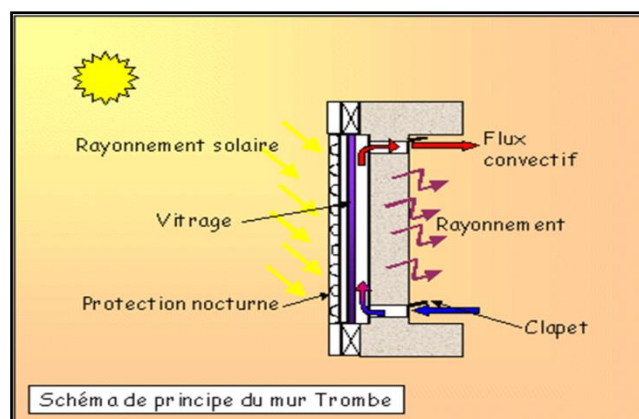


Figure 9 : schéma de principes de fonctionnement des brises soleil  
Source : (Stratégies<sup>12</sup> pour un environnement construit durable)

### La Haute Qualité Environnementale :

Selon Dominique Gauzin-Müller<sup>13</sup> : C'est une démarche globale visant à minimiser l'impact d'un bâtiment sur son environnement intérieur et extérieur, tout au long de sa durée de vie. Elle vise cinq cibles : esthétique, durabilité, fonctionnalité, confort, réduction des consommations, afin de créer une

<sup>12</sup> Cour (Cours Stratégies pour un environnement construit durable) master01, Mr Dehina Karim, 2013/2014 université Ammar Thelidji Laghouat

<sup>13</sup> Est une architecte française, née en 1960 à Vincennes, spécialisée sur développement durable.

## Approche thématique

relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat. Cette démarche est caractérisée par ses 14cibles.

### **2.5.1 Cible1:relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat :**

**Exemple:** l'institut de recherche dans les pays bas à l'ouest de l'Europe :  
Projet pilote dans une forêt, il illustre le thème (construire pour l'homme et l'environnement) avec différents principes :

- L'utilisation passive de l'énergie solaire grâce à 02 atriums vitrés qui offrent une ventilation naturelle. Et choix d'essence de bois naturellement durable.
- Intégration de l'eau, plantes, fossés, étangs, et des haies dans les atriums. Toiture terrasse végétalisées.



Figure 10 : vue de l'intérieur du projet

Source: Dominique. G.M. LE MONITEUR (l'architecture écologique) 2008 P218

### **2.5.2 Cible 2: choix intégré des procédés et des produits de construction :**

Les produits innovants: sont soumis à des évaluations destinées à estimer et augmenter leurs potentialités techniques.

Des nouveaux matériaux avec un objectif qui consiste à atteindre la meilleure combinaison tout en respectant des critères de durabilité, d'efficacité, d'esthétique et de coûts.

**Un exemple :** La structure alvéolaire de l'hôpital Manuel Gea Gonzalez à Mexico : La structure alvéolaire géante est avec un revêtement en oxyde de titane qui s'active au contact des ultra-violets lui confère d'étonnantes

## Approche thématique

propriétés dépolluantes. Le bâtiment filtre l'atmosphère, éliminant d'oxydes d'azote, et de bactéries.



Figure 11 : la façade inélégante de l'hôpital Manuel Gea Gonzalez à Mexico  
Source : (www.google image.com )

### Quelque exemples des matériaux durable innovant :

**1. Béton cellulaire porit:** Porteur, résistant au feu, isolation thermique exceptionnelle  $U= 0,32 \text{ w/ (m}^2\text{k)}$ , totalement sain, léger grâce aux bulles d'air présentes dans sa structure.

**2. Calimurs:** pour la réalisation de murs porteurs, ne nécessite aucune isolation complémentaire,  $U= 0,39 \text{ w/ (m}^2\text{k)}$ , Indice d'isolement acoustique 45 DB.

**3. Plaque alvéolaire:** Pour la réalisation de toitures et de façades, permet la protection contre les UV et les intempéries. Elle améliore la réduction de la chaleur  $U= 1,2 \text{ à } 4,1 \text{ w/m}^2$ .

**4. Vitrage de contrôle solaire Knauf :** Verre teinté dans la masse combinant contrôle solaire et bonne transmission lumineuse.  $U=1,5 \text{ à } 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  (double vitrage)/Réflexion lumineuse: 13 à 15%.

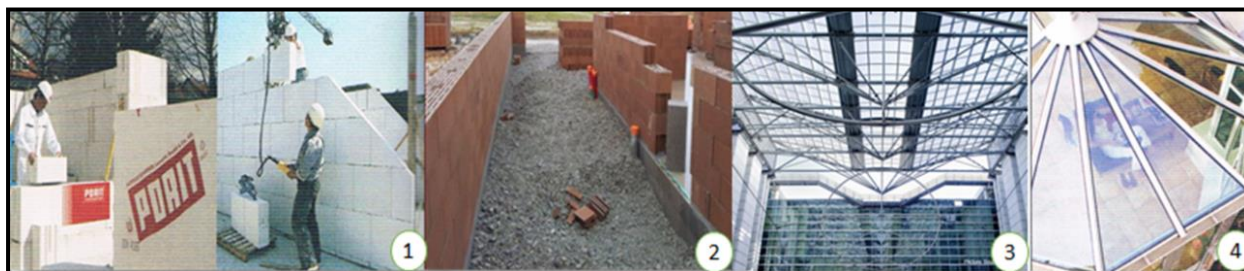


Figure 12 : quelque exemple des matériaux innovant

Source : Caractéristiques des produits pour la construction durable- Edition le moniteur, 2014

### 2.5.3 Cible3: Chantier a faible nuisances :

- Préparation par organisation technique du chantier, (L'indication des obstacles, création du parking, délimitation des zones de stockage, organiser le stationnement et le déchargement...).

## Approche thématique

---

- Limiter les nuisances et des pollutions, (des écrans acoustiques)
- Gestion différenciée des déchets de chantier. limiter au maximum et triés.
- Maîtrise des ressources en eau et en énergie. (L'eau traitée)
- Déconstructions sélectives (bonne gestion de démolition).



Figure 13. L'organisation dans les chantiers  
Source : (Charte de chantier a faible nuisance article 13)

### 2.5.4 Cible 4: Gestion de l'énergie:

La production d'énergie : selon le CEA, le commissariat à l'énergie atomique-France.

Aujourd'hui, de quelles énergies disposerons-nous ?, la gamme des sources d'énergie que nous pourrons utiliser restera conventionnelle avec les combustibles fossiles (charbon, gaz, pétrole), l'énergie nucléaire (de fission) et les énergies renouvelables (hydraulique, solaire, éolien, biomasse et géothermie), ses derniers sont les seuls qui ont la possibilité d'intégration dans la conception architecturale.

#### 2.5.4.1 Les Panneaux photovoltaïques :

Ils sont des plaques formées d'une multitude de cellules, Ils sont installés sur les toits ou les façades, du côté le mieux ensoleillé, ils transforment l'énergie solaire, en électricité.

Un onduleur transforme ce courant continu en courant alternatif, pour l'injecter sur le réseau ou le consommer sur place. Comme montre la figure14<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> [www.les-energies-renouvelables.eu](http://www.les-energies-renouvelables.eu)

## Approche thématique

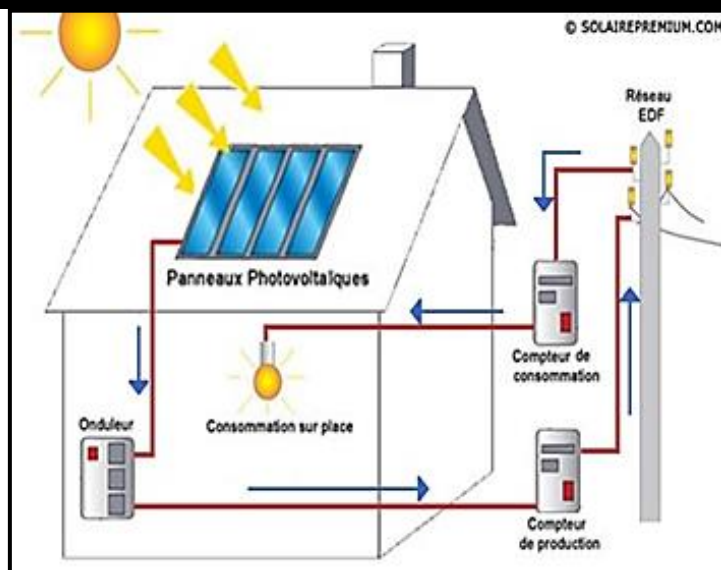


Figure 14 : schéma de Principe de fonctionnement des panneaux photovoltaïques  
Source : (www.GOOGLEIMAGE.COM) www.les-energies renouvelables.eu

	0°	30°	45°	90°
<i>SUD</i>	93%	100%	91%	68%
<i>SUD-EST</i>	93%	96%	88%	66%
<i>EST</i>	93%	90%	78%	55%
<i>OUEST</i>				

Tableau 2 : Evolution du rendement des panneaux photovoltaïques selon l'orientation  
Source : (Félice. E, REVILLA. Guide de l'éco construction, PH, DUNOD, 2011)

**Un exemple:** Les panneaux photovoltaïques dans le bâtiment Green Office, bâtiment de bureaux à énergie positive à Meudon-France.

Les 4 200 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques d'électricité renouvelable par an, ils sont intégrés de plusieurs façons (soit 42% d'électricité produite sur site<sup>15</sup>).

<sup>15</sup> (www.green-office.fr)



Figure 15 : Vue sur les différents emplacements des panneaux de l'office  
Source : ([www.green-office.fr](http://www.green-office.fr))

### 2.5.4.2 Les panneaux solaires :

Ce sont des dispositifs conçus pour recueillir l'énergie lumineuse transmise par rayonnement et la communiquer à un fluide caloporteur (gaz ou liquide) sous forme de chaleur. Comme montre la figure 16.

Cette énergie calorifique peut être ensuite utilisée pour le chauffage de bâtiments, pour la production d'eau chaude sanitaire ou encore dans divers procédés industriels.

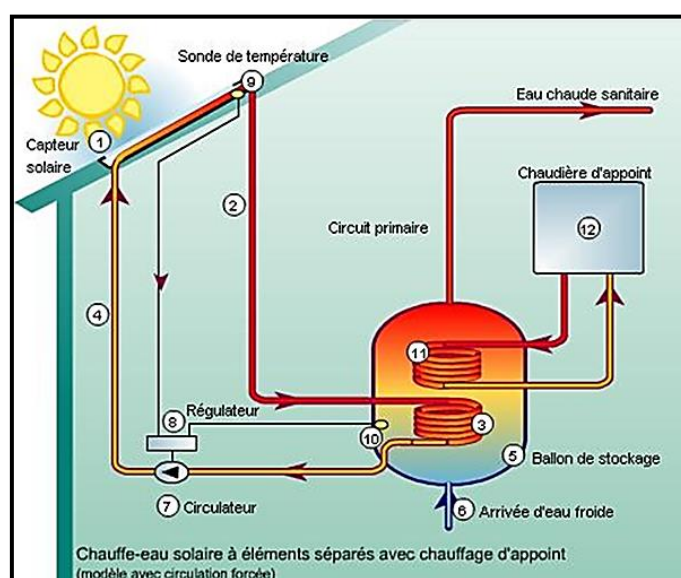


Figure 16 : schéma de Principe de fonctionnement des panneaux solaires  
Source : ([www.les-energies-renouvelables.eu](http://www.les-energies-renouvelables.eu))

## Approche thématique

**Un exemple:** Les panneaux solaires dans la banque populaire d'Alsace-France, Une surface de 13,6 m<sup>2</sup> de panneaux solaires, orientés au sud et inclinés à 45°, a été implantée sur la toiture végétalisée.



Figure 17 : les panneaux solaires au niveau de toiture du projet  
Source : ([www.constructiondurable.com](http://www.constructiondurable.com))

### 2.5.4.3 Les éoliennes:

L'énergie éolienne est l'énergie renouvelable non polluante cinétique des masses d'air en mouvement (industrielle ou domestique), depuis quelques années, la production électrique éolienne est en plein développement industriel.

Une éolienne fonctionne sur le même principe qu'une dynamo, le vent entraîne la rotation des pales. L'énergie mécanique produite est convertie en énergie électrique via un alternateur.

**Un exemple :** L'éolienne du lycée Léonard-de-vinci à Calais, France.<sup>16</sup>

L'alimentation en électricité est partiellement assurée par une éolienne d'une puissance maximale de 135 KW. Elle fournit l'électricité quand la vitesse du vent est comprise entre 10-90 Km/h, elle est équipée d'un rotor à 3 pales (diamètre de 20m/ Mat de 35m).

<sup>16</sup> Dominique. G.M. LE MONITEUR (l'architecture écologique) 2008



Figure 18 : vue extérieure sur le lycée Léonard-de-Vinci à Calais, France  
Source : Dominique. G.M. LE MONITEUR (l'architecture écologique) 2008

### 2.5.4.4 Les puits canadiens :

Grâce à la grande inertie thermique du sol et au déphasage qui y résulte, le sol devient de moins en moins influencé par les conditions météorologiques en allant en profondeur. Cette qualité permet de rafraîchir l'air traversant le tube en été, et le chauffer en hiver.

Tube enterré à une profondeur allant de 1.5 à 3m, d'une longueur de 20 à 30m, dont la prise d'air se trouve à l'extérieur, et le soufflage à l'intérieur. L'air est aspiré par un extracteur électrique.

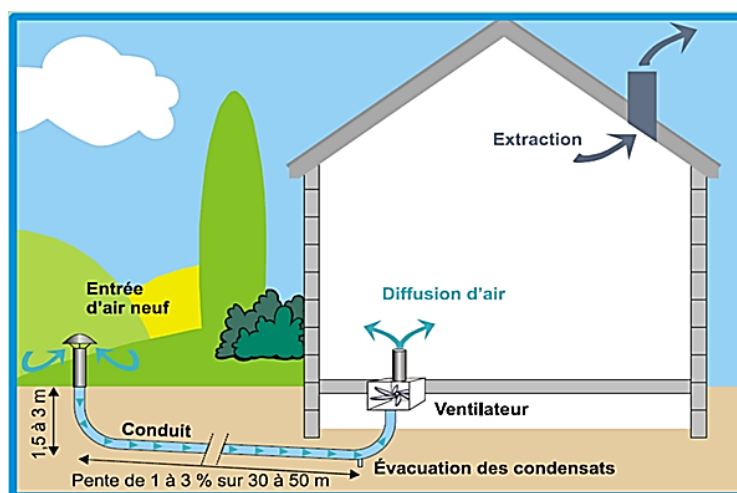


Figure 19 : Schéma de principe de fonctionnement d'un puits canadien [Agence de l'environnement france1999<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (gestion énergétique dans les bâtiments publics), france1999

## Approche thématique

Et pour un meilleur rendement, le système peut être couplé à un système de ventilation double flux.

### 2.5.4.5 La biomasse :

La biomasse est une énergie renouvelable. Elle permet de produire de l'électricité à partir de sources non fossiles renouvelables, via la combustion de déchets et de résidus de matières organiques végétales ou animales, ou suite à une ou plusieurs étapes de transformation. Cette technique peut être intégrée dans les conceptions architecturales.<sup>18</sup>

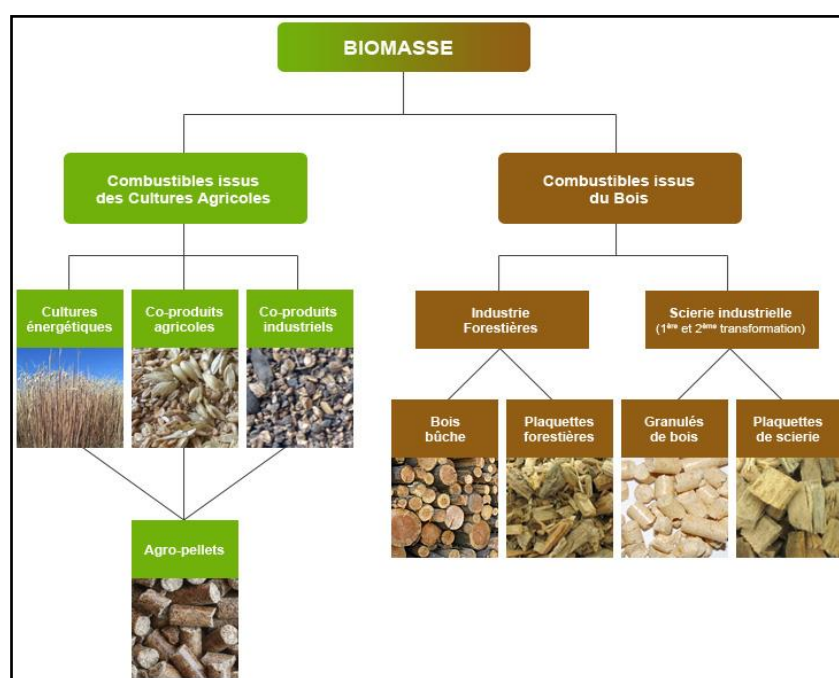


Figure 20 : les différentes sources de la biomasse [ [www.ragt-energie.fr](http://www.ragt-energie.fr)]

### 2.5.5 Cible5: Gestion de l'eau:<sup>19</sup>

- La gestion de l'eau présente la notion de et la préservation de l'eau, ainsi La récupération de l'eau pluviale.
- La figure suivante présente les étapes de la récupération de l'eau pluviale et son utilisation :

<sup>18</sup> [ [www.ragt-energie.fr](http://www.ragt-energie.fr)]

<sup>19</sup> HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005. (Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques) 2005

## Approche thématique

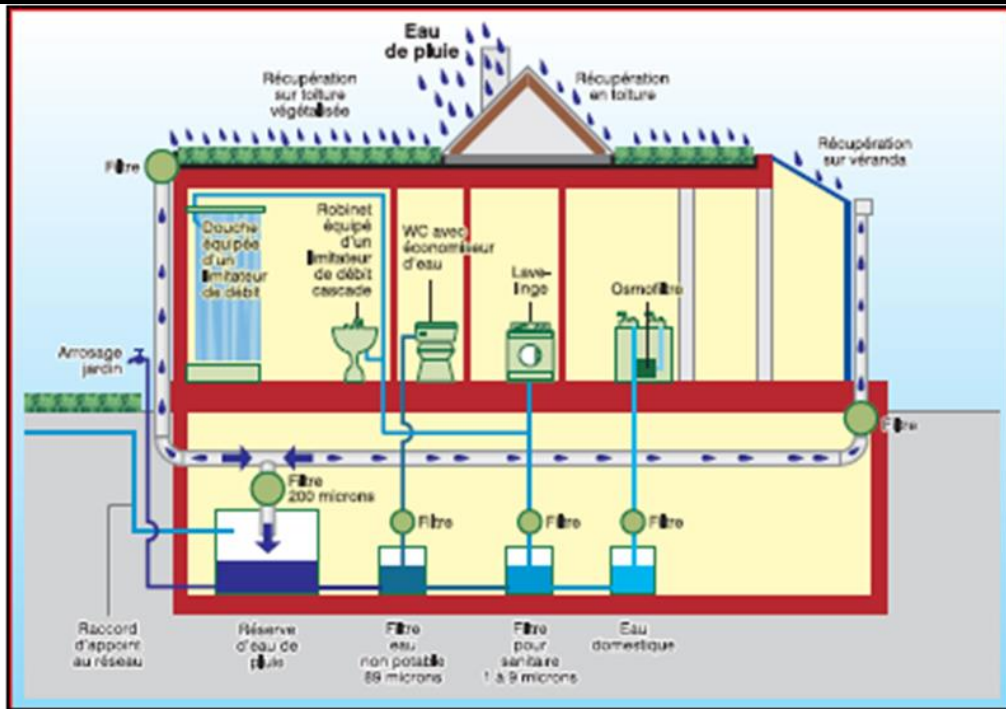


Figure 21 : La récupération et les différentes utilisations de l'eau pluviale

Source : HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005. (Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques) 2005

1/stockage: dans des cuves ou citernes de stockage.

2/ traitements et filtrage.

3/ distribution: L'arrosage des espaces verts, le lavage des voitures.....etc.

- Les différents rejets d'eau et les étapes d'épuration des eaux usées:

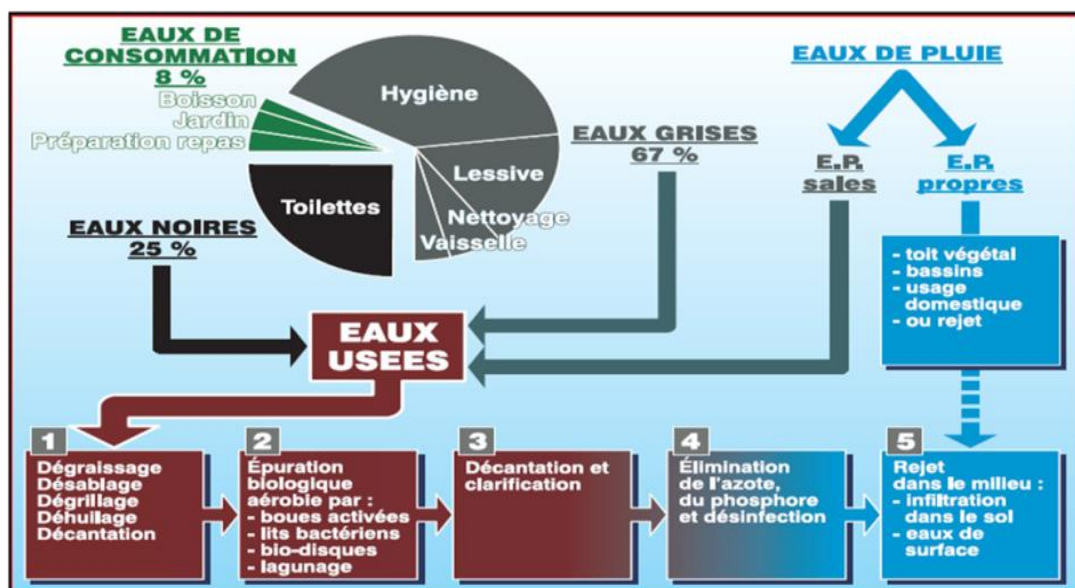


Figure 22 : Les différents rejets d'eau et les étapes d'épuration des eaux usées

Source : HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005. (Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques) 2005

## Approche thématique

### 2.5.6 Cible 6: Gestion de déchets :

Elle est faite par plusieurs solutions :

1-Le triage des déchets par catégorie. 2-La réduction des déchets (Moins consommation; bon réduction de volume des déchets). 3-La réutilisation des déchets. 4- Le recyclage. 5- Elimination finale : (décharges: incinération)

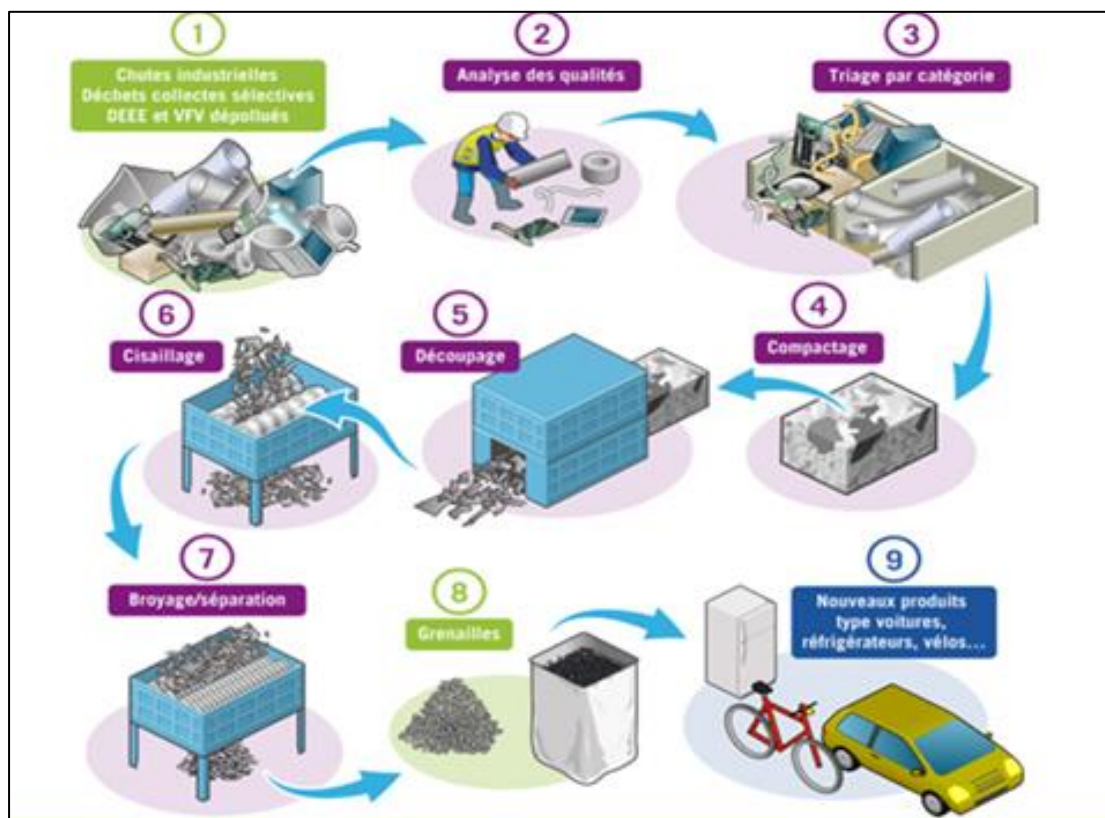


Figure 23 : les différentes étapes du recyclage  
Source : (Stratégies <sup>20</sup> pour un environnement construit durable)

### 2.5.7 Cible 7: Entretien et maintenance:

Mise en place de procédés efficaces de gestion technique et de maintenance.

### 2.5.8 Cible 8: confort hygrothermique :

Permanence des conditions de confort hygrothermique par plusieurs aspects

**Un exemple:** Logements collectifs à Dornbirn-Allemagne

<sup>20</sup> Cour (Cours Stratégies pour un environnement construit durable) master01, Mr Dehina Karim, 2013/2014 université Ammar Thelidji Laghouat

## Approche thématique

Ossature en bois avec isolation en laine de roche, des menuiseries avec cadre étanche à l'air et triple vitrage, un puits canadien (il est réchauffé d'environ 8°C en hiver et refroidi d'autant en été), pompe à chaleur, ventilation double flux avec échangeur, capteur solaire pour l'eau chaude sanitaire, l'utilisation des végétations pour un confort d'été.



Figure 24 : la façade sud des logements

Source : DOMINIQUE. G, M., 2008. (L'architecture écologique), LE MONITEUR ,2008.

### **2.5.9 Cible9, 10,11:confort acoustique, visuel, olfactif:**

- L'utilisation des isolants acoustiques en protégeant les constructions contre les bruits.
- Relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur pour un éclairage optimale.
- Réduction des sources d'odeur désagréables.

### **2.5.10Cible 12, 13,14: condition sanitaire, qualité de l'air, qualité de l'eau:**

- Création des conditions d'hygiène satisfaisantes.
- Gestion des risques de pollution par les produits de construction.
- Protection du réseau de distribution collective d'eau potable.

## **Généralité sur le thème de la nature du projet :**

### **2.6. 1 La Suite bureautique :**

Une suite bureautique est un ensemble de programmes informatiques en rapport avec les opérations basiques du travail de bureau telles que rédiger

## Approche thématique

des lettres et des rapports, organiser des rendez-vous ou comptabiliser des factures. Source : GLI<sup>21</sup>

### 2.6.2 L'administration :

Le mot administration peut revêtir deux sens différents. Si on s'attache à la fonction de l'administration, le mot désigne l'ensemble des activités dont le but est de répondre aux besoins d'intérêt général de la population (ordre public, bonne marche des services publics...). Source : GLI

### 2.6.3 L'équipement :

Le terme équipements recouvre l'ensemble des constructions publiques ou privées affectées à une activité de service qui assurent une fonction dans les domaines suivants : santé, culture, action sociale, sport, loisirs, tourisme, etc. .... Source : GLI

### 2.6.4 les Bureaux :

Lieu de travail des employés d'une administration ou d'une entreprise, lieu où sont centralisés les services administratifs et commerciaux d'une entreprise.

Source : GLI

### 2.6.5 Les types de bureau :

Dans cette typologie il existe une variété de types entre autres le Bureau cloisonné, le Bureau Semi-cloisonné, le Bureau paysager.



Figure 25 : les bureaux : Bureau cloisonné, Bureau Semi-cloisonné, Bureau paysager  
[www.google.image.com](http://www.google.image.com)

<sup>21</sup> LE GRAND LAROUSSE ILLUSTRÉ 2015, (5 Juin 2014- De collectif auteur).[www.amazon.fr](http://www.amazon.fr)

### 3 Approche analytique :

#### 3.1 Introduction :

Ce chapitre, tente de traiter des informations relatives à l'analyse d'un ou plusieurs exemples à usage administratif dans le cadre du développement durable. Cette analyse est structurée selon la classification des cibles de la démarche de la haute qualité environnementale, dans le but principal est d'assimiler une compréhension concernant l'intégration des cibles d'HQE dans la conception du projet.

#### 3.2 Exemple : Le centre de recherche Ames de la

**NASA** : une nouvelle génération d'infrastructure « intelligente »

##### 3.2.1 Fiche technique:

**Nom du projet**: en anglais : the Sustainability Base of NASA.

**Architecte**: William McDonough + partenaires

**Localisation**: Moffett Field, Californie. / Surface: 4.654,52 M<sup>2</sup>

La Base durable de la NASA, un bâtiment gouvernemental à consommation énergétique nette presque nulle.

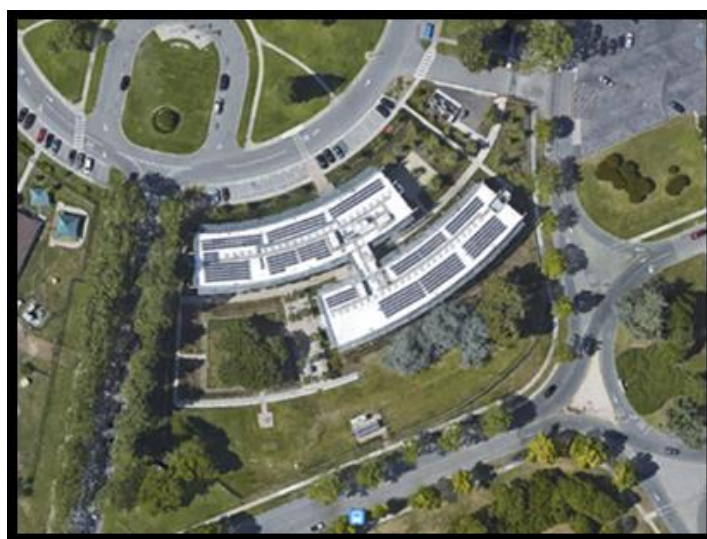


Figure 26 : plan de masse  
Source : (Programme : Google earth.com)

## Approche analytique

### 3.2.2 Cible 2: choix intégré des procédés et des produits de construction :

a) **Choix intégré des procédés et produits de construction** : Le Cradle to cradle (du berceau au berceau) est une approche globale de conception d'un produit qui intègre toutes les 4 critères suivants : La non toxicité, La réutilisabilité, L'énergie renouvelable, Le respect de l'eau.

b) **Parmi ces produits** : La couverture (Derbibrte réfléchissante) / Les films de protection solaires / Verre teinté bleu (Knauf) / L'isolation (STOtherm)

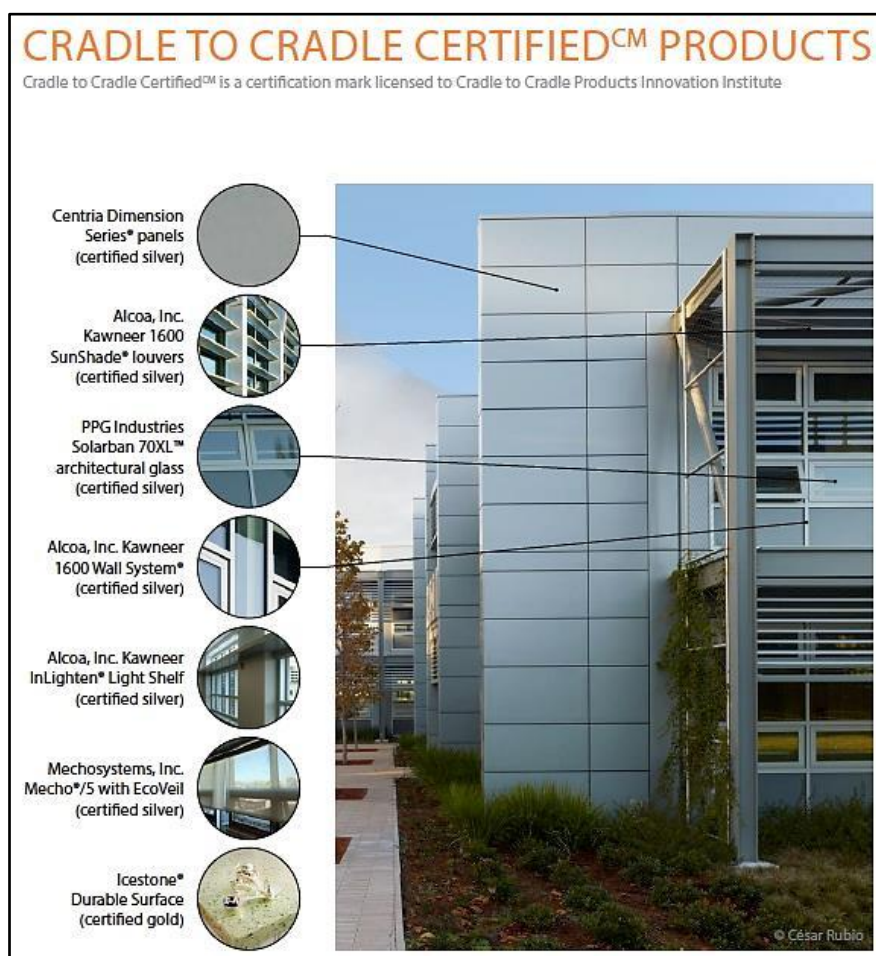


Figure 27 : les différents matériaux utilisés dans le projet  
Source : (www.archdaily.com)

### 3.2.3 Cible04 : Gestion de l'énergie :

a) **Le tableau de bord**: Chaque utilisateur aura à sa disposition un tableau de bord qui lui permettra de connaître sa propre consommation d'énergie. (Voir figure 28) :

## Approche analytique



Figure 28 : Le tableau de bord de gestion  
Source : (www.archdaily.com)

**b) Les panneaux Solaires photovoltaïques et thermiques :** La place éventail est avec toit photovoltaïque (432 panneaux) fournit 30% de l'énergie du bâtiment. Une pile à combustible Bloom Box et des éoliennes hors terrain fournissent le reste.



Figure 29 : Les Panneaux solaires sur la toiture de la Naza  
Source :(Programme : Google eurth.com)

**c) L'exploitation d'énergie géothermique (Pompe à chaleur) :** Un champ de captage géothermique, pour réduire le recours à l'énergie thermique, avec 4 pompes à chaleur.



Figure 30 : le site d'Exploitation d'énergie géothermique  
Source :(Google eurth.com) arrangée par les auteurs

## Approche analytique

**d) Les différents modes de captage :** Les capteurs horizontaux: sont des tubes de polyéthylène ou de cuivre gainés de polyéthylène. Ils sont installés en boucles enterrées horizontalement à faible profondeur (de 0,60 à 1,20 m).

**e) Les capteurs verticaux :** sont constitués de deux tubes de polyéthylène formant un U installés dans un forage (jusqu'à 80 m de profondeur) et scellés dans celui-ci par du ciment.

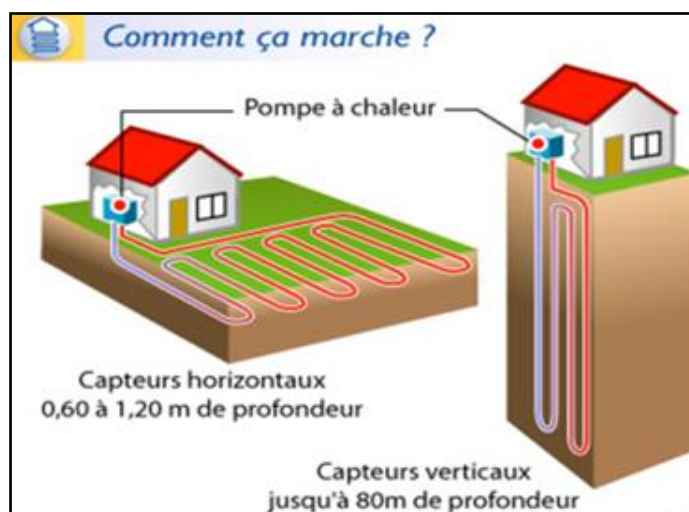


Figure 31 : les 02 types des capteurs solaires  
Source : (www.GOOGLEIMAGE.COM)

**f) Energie Server TM les piles à oxyde solide de carburant de Bloom:**

Cette petite centrale électrique dans une boîte fonctionne au biogaz, prévue rendement de conversion électrique de 55%.



Figure 32 : La centrale électrique de la biomasse  
Source : (www.archdaily.com)

### 3.2.4 Cible06 : Confort thermique :

## Approche analytique

**a) Radiant Chauffage / Climatisation:** Radiant de refroidissement et de Chauffage au-dessus des panneaux de plafond : Généralement, serpents d'eau, fixés au-dessus de la plaque métallique du faux plafond) et les occupants recevront une composante de ses rayonnements froide ou chaude.

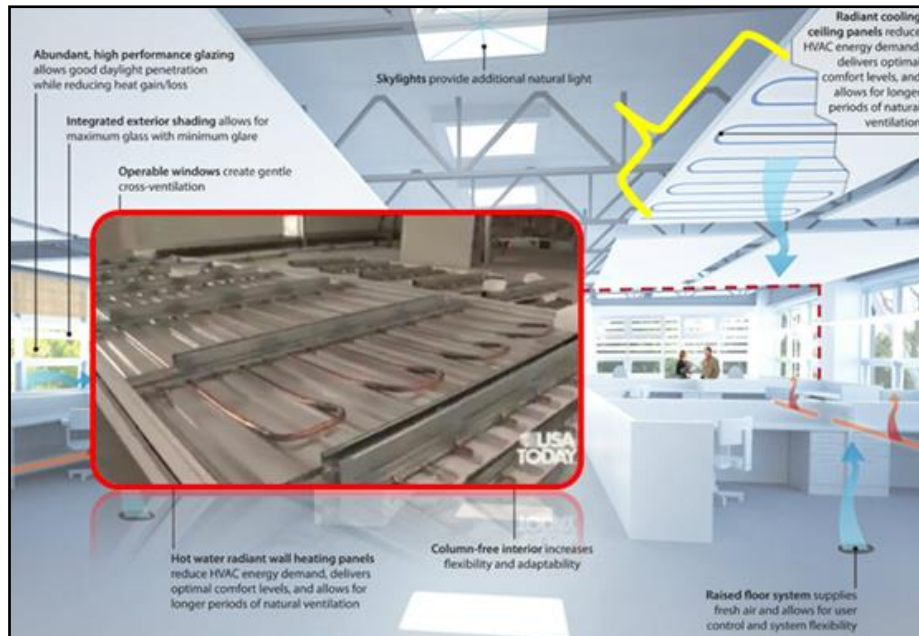


Figure 33 : Schémas de Radiant de refroidissement dans les bureaux de la Nasa  
Source : (www.archdaily.com)

**b) Les Parois rayonnantes:** des panneaux de chauffage à eau chaude à partir de la pompe à chaleur.

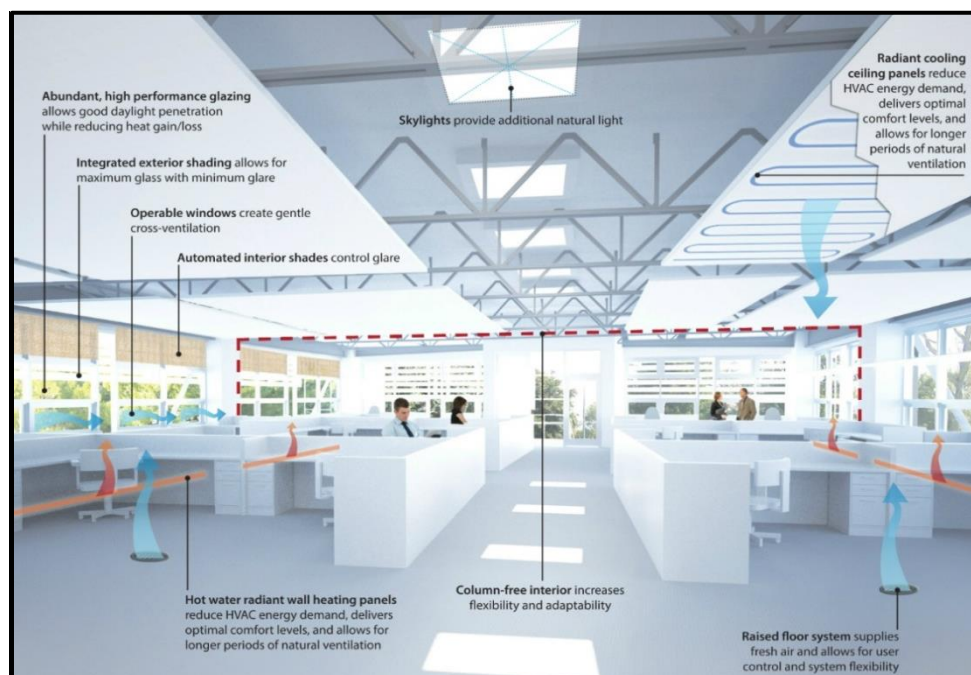


Figure 34 : Schémas des Paroi rayonnantes: dans les bureaux de la Nasa  
Source : (www.archdaily.com)

**c) Les Photosynthétique :** Intégration de végétaux a la structure externe au long des fenêtres pour rafraîchir l'air intérieurs et extérieur de projet.

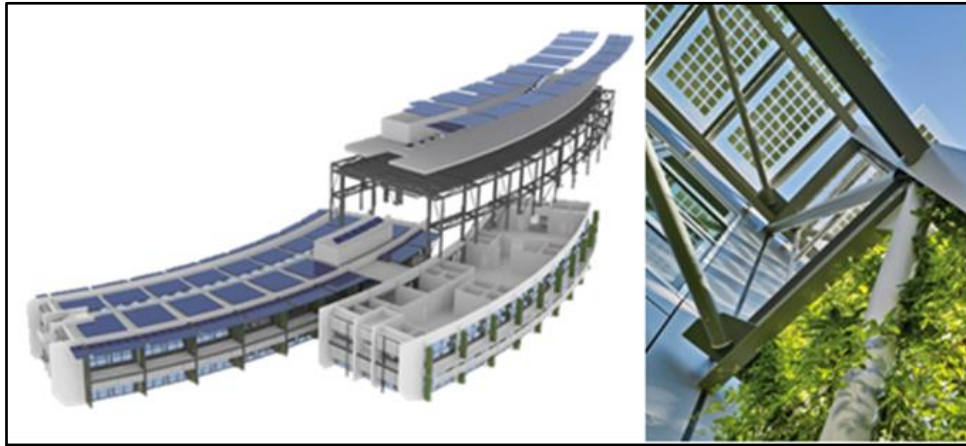


Figure 35 : façades Exosquelettes-Photosynthétique- de la Naza  
Source : ([www.archdaily.com](http://www.archdaily.com))

### 3.3 Les critères traités dans le projet :

- Matériaux locaux de haute qualité, contenu de réutilisation, et aucun impact négatif sur l'environnement.
- Panneaux de refroidissement et avec un système de pompe à chaleur efficace (géothermique).
- Un système photovoltaïque, un système d'éolien, et un système de biomasse, pour la production énergétique. Et Chauffe-eau solaires pour l'eau chaude sanitaire.
- Ventilation et rafraichissement de l'air par les ouvertures bien orientées et de la végétation.

### 3.4 Conclusion :

Le développement durable est utilisé aujourd'hui comme un nouveau repère pour aborder une grande variété de problèmes touchant au long terme et à l'insertion positif de l'activité de l'homme dans l'environnement planétaire.

L'architecture durable permet de retrouver les principes de conception durable et de les adapter à l'impératif actuel. L'efficacité de tous ces concepts est reconnue, prouvée et permet de proposer des ouvrages exemplaires en termes de confort, d'efficacité énergétique et environnementale., elle s'inscrit par conséquent dans un cadre global de développement durable, par prospérité.

## 4 Approche contextuelle :

### 4.1 Introduction :

L'analyse contextuelle est une étape primordiale dans l'élaboration de tout projet ; elle permet de connaître des différentes contraintes urbaines, architecturales et climatiques qui doivent être prises en considération en amont de la phase de conception du projet.

### 4.2 Analyse contextuelle la ville nouvelle de Bellil :

**La situation géographique et administrative :** Sur le plateau saharien, dans la partie sud de la wilaya de Laghouat, se situe l'agglomération de Bellil, à une altitude de 780 m. la ville est accessible par la RN01 qui se trouve dans sa périphérie Nord-Est.

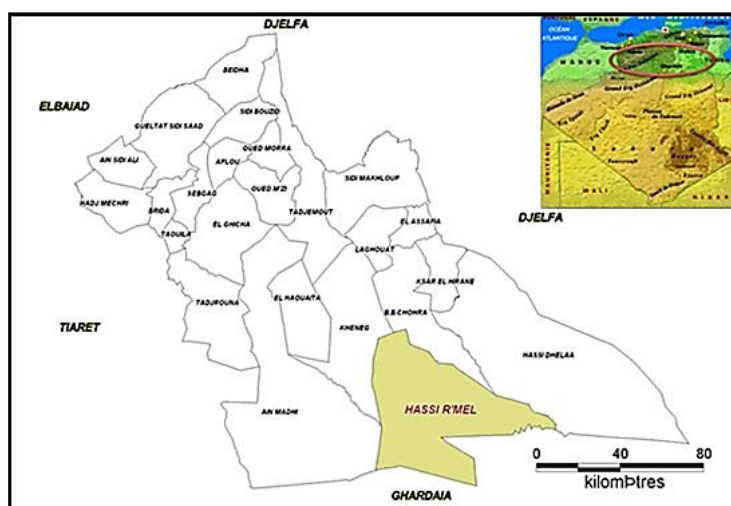


Figure 36 : La situation géographique et administrative de la zone d'étude  
WWW.GOOGLEIMAGE.COM (arrangée par auteurs)

### 4.3 Aperçue historique :

Suite à la promulgation des décrets exécutifs N° 84-105 du 12 Mai 1984 relatifs au respect des périmètres de protection des installations et infrastructures du secteur de l'énergie et le N° 05-476 du 20 Décembre 2005 portant déclaration de la zone de Hassi - R'mel comme zone à hauts risques, l'urbanisation a été orientée d'une manière appréciable de Hassi R'mel vers la ville nouvelle de Bellil.

## Approche contextuelle

Et concernant le choix de site d'implantation de cette ville, il a été choisi à cause de sa proximité de la RN01, ainsi cette partie est constituée de vastes étendues ouvertes et son relief remarquable avec des nombreux Dayates et de Oued Bellil viennent modifier la monotonie des paysages de cette étendue.



Figure 37 : Photo satellite de Bellil et Hassi R'mel  
(Google Earth.COM-arrangée par auteurs)

### 4.4 Les données climatiques:

#### a) La température :

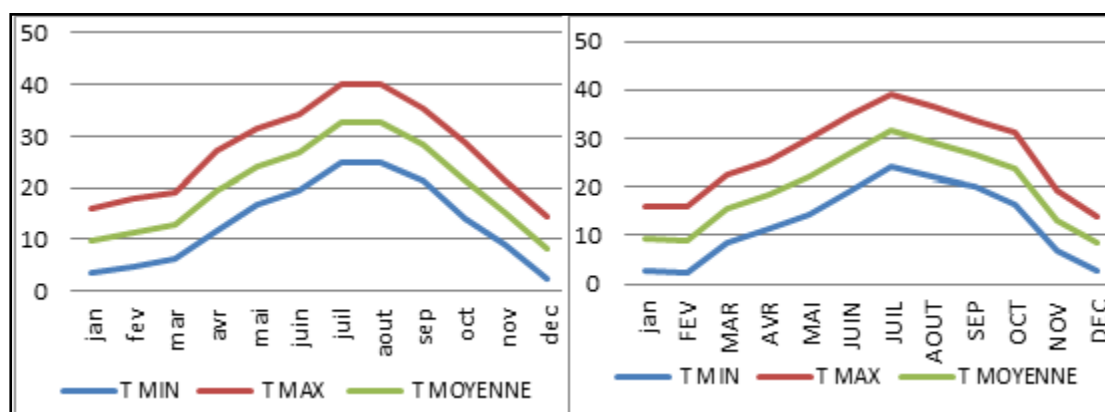


Figure 38 : Graph de la température (en C°) .2013, 2014 de la ville nouvelle de Bellil  
La station météorologique de HASSI R'MEL (ELABORE PAR LES AUTEURS)

La température moyenne du semestre froid est toujours faible varie de (8° C à 20°C); par contre le semestre chaud est caractérisé par une grande température variant de (23°C à 33°C).

On constate qu'il y a une convergence entre les proportions des températures entre les 02 années.

**b) Les Précipitations :**

graph de La Précipitation.2013, 2014 de la ville nouvelle de Bellil :

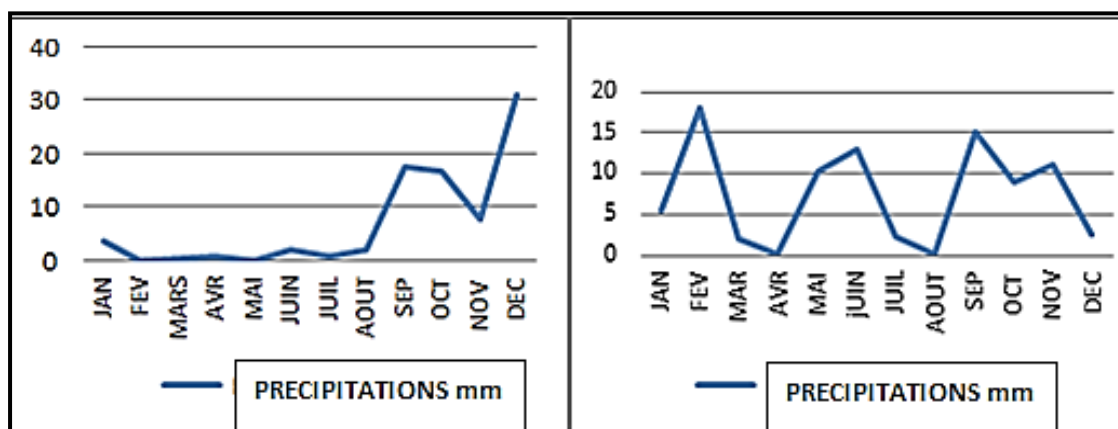


Figure 39 : Graph de La Précipitation.2013, 2014 de la ville nouvelle de Bellil  
La station météorologique de HASSI R'MEL (ELABORE PAR LES AUTEURS)

D'après cette présentation graphique on remarque une précipitation saisonnière très faible environ (82,9 mm en 2013), (88,1mm en 2014), donc l'intégration d'un système de récupération des eaux pluviales semble être inutile.

**c) Les vents:**

Graph des vents .2013, 2014 de la ville nouvelle de Bellil :

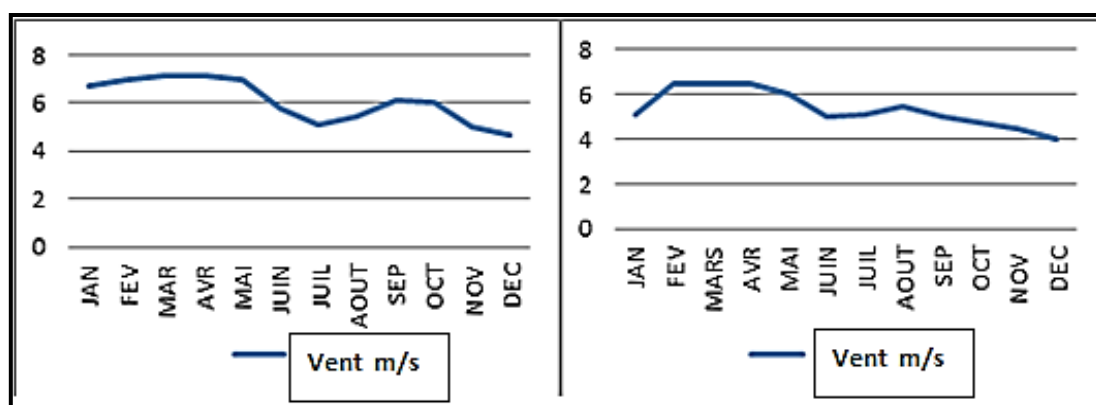


Figure 40 : Graph des vents .2013, 2014 de la ville nouvelle de Bellil  
La station météorologique de HASSI R'MEL (ELABORE PAR LES AUTEURS)

La présence des vents est remarquable mensuellement avec un régime très fort compris entre une valeur maximale 7m/s enregistrée au début d'hiver et une valeur minimale 4m/s enregistrée au mois de Décembre.

**d) Les directions des vents :**

L'absence de végétation et le relief plat de la région donnent un caractère particulier aux vents qui se chargent de particules extrêmement fines d'argiles séchées qui s'élèvent facilement au-dessus du sol à plusieurs mètres.

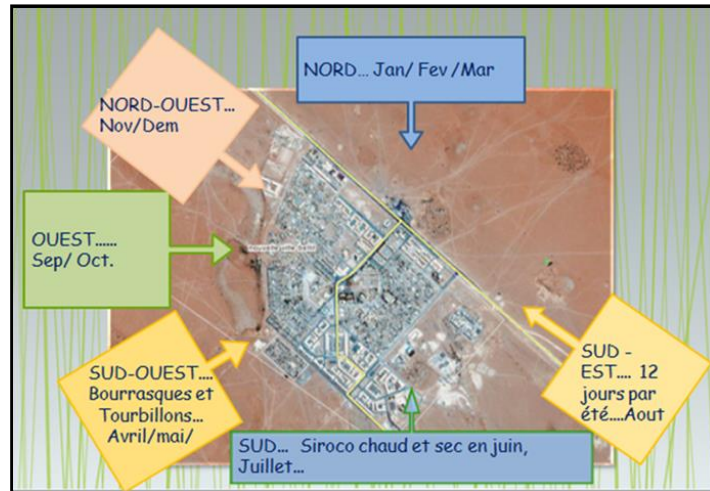


Figure 41 : Présentation des directions des vents (Arrangé par les auteurs)

**e) Le diagramme bioclimatique :**

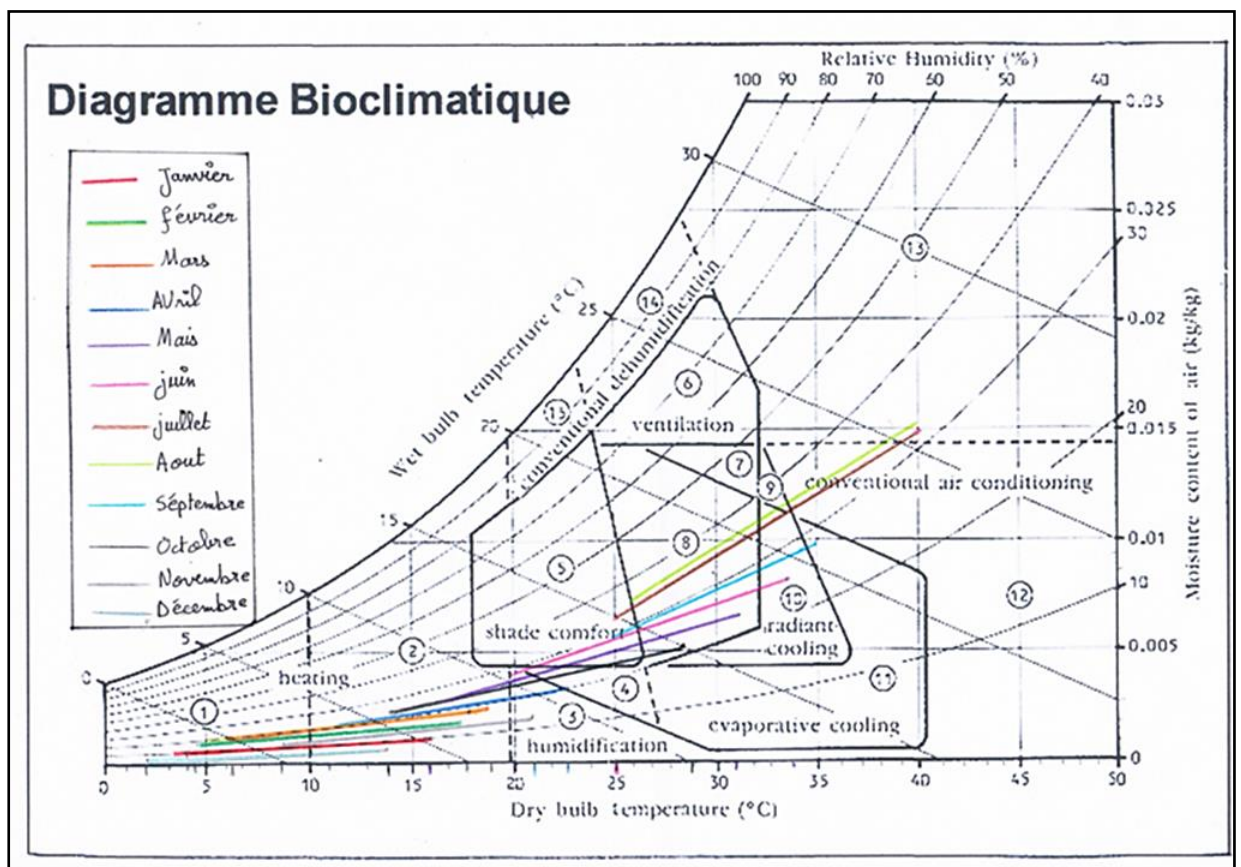


Figure 42 : Le diagramme psychrométrique du Givoni- (Elaboré par les auteurs)

### **Les résultats du Diagramme psychrométrique du Givoni :**

#### **Zone de sous chauffe : (besoin de chauffage) :**

Dans cette période où les températures sont inférieures à 18°C le chauffage solaire passif est insuffisant, donc le chauffage est assuré par le système actif. La zone est présentée par les mois: nov. / Déc. / jan. / fév. / mars. / avril.

#### **La zone de confort :**

C'est la zone où les conditions de température pour lesquelles l'être humain est à l'aise et n'éprouve aucune sensation de gêne, comprise entre 18°C et 27 °c, présente par les mois (mai et juin).

#### **Zone de sur chauffe : (besoin de froid de climatisation) :**

C'est au-dessus de 23°C, elle est apparente essentiellement en été, la zone est présentée par les mois: Jui/Aout/sep.

#### **f) État du ciel:**

La ville nouvelle BELLIL est caractérisée par un ciel clair sauf les jours des vents de sable, qui caractérise le début du printemps et les plupart des jours d'été.

### **4.5 Les recommandations :**

D'après cette analyse on a constaté que le climat de cette région est un climat tempéré très particulier qui incite à adopter un ensemble des dispositifs d'intégration des données naturels visant à un équilibre de confort, et de bien être

Ceci passe par l'exploitation des opportunités climatiques à savoir le soleil et les vents, comme alternatives d'énergie renouvelable menant à une conception architecturale respectueuse de l'environnement.

### **4.6 La zone d'extension :**

Avant toute conception d'un projet architectural le choix du site doit être convenable aux différents aspects de ce projet. La partie de l'analyse du site permet d'assimiler plusieurs cotés dans une étude allant de la « macro » au « micro » : Urbanisme; architecture; paysage; construction ;.....etc.

## Approche contextuelle

Donc la conception architecturale demande de l'analyse de site l'identification des caractères fondamentaux de ce site qu'ils influencent sur chaque étape du projet et qui nous aident dans l'évolution des différentes recommandations pour un réussi projet.

### 4.6.1 Potentialité de la zone d'intervention et le choix du site :

Notre choix de la nature du projet est complémentaire au cadre des directives du nouveau POS2 de la ville de Bellil qui prévoit un aménagement des équipements de la zone sud-ouest et la projection de ces derniers est présentés dans le tableau 3 :

EQUIPEMENT	NOMBRE	SURFACE
A.P.C	01	3300
Bureau de poste	01	3500
Unité de sonelgaz	01	5000
Unité bancaire	01	3400
Unité bancaire	01	2900
Maison de culture	01	2500

Tableau 3 : Tableau des équipements Rapport du POS de la ville nouvelle de Bellil)

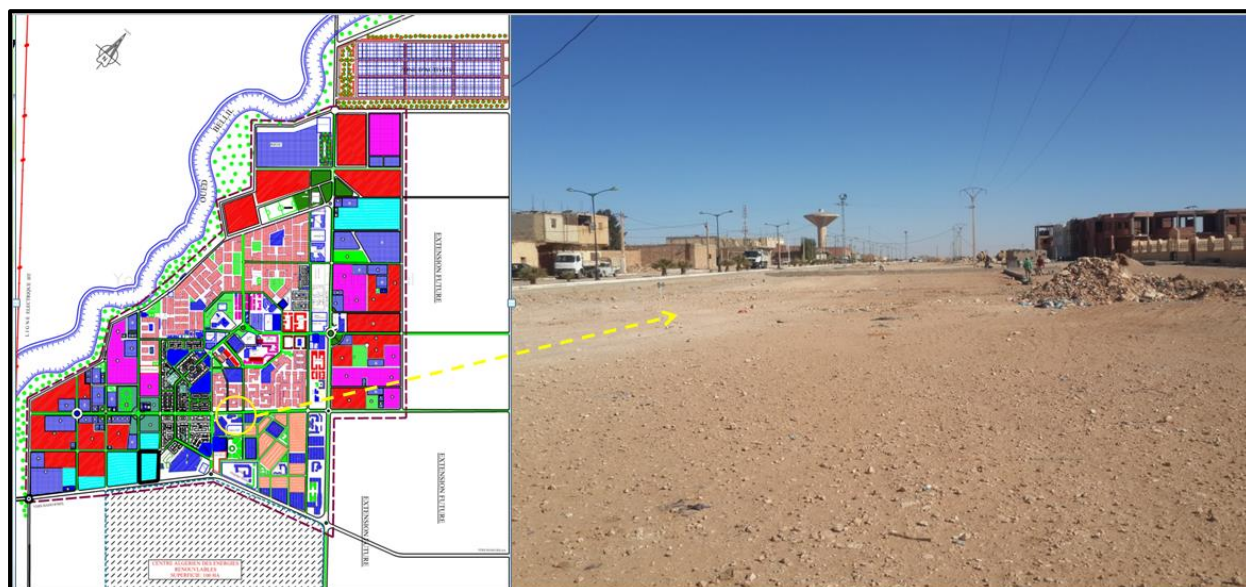


Figure 43 : La situation et les limite du site choisi  
Source : (Le POS de Bellil-ARRANGEE PAR AUTEURS)

## Approche contextuelle

Le site présente :

- Une accessibilité facile.
- Une bonne visibilité.
- Un terrain d'une grande surface.

### 4.6.2 La présentation du site choisi:

#### 4.6.2.1 situation du site par rapport la ville:

Le terrain d'intervention se localise dans la partie (sud-est) de la ville nouvelle de Bellil. Il est caractérisé par des faibles pentes, sans relief quelconque.

#### 4.6.2.2 Voisinages:

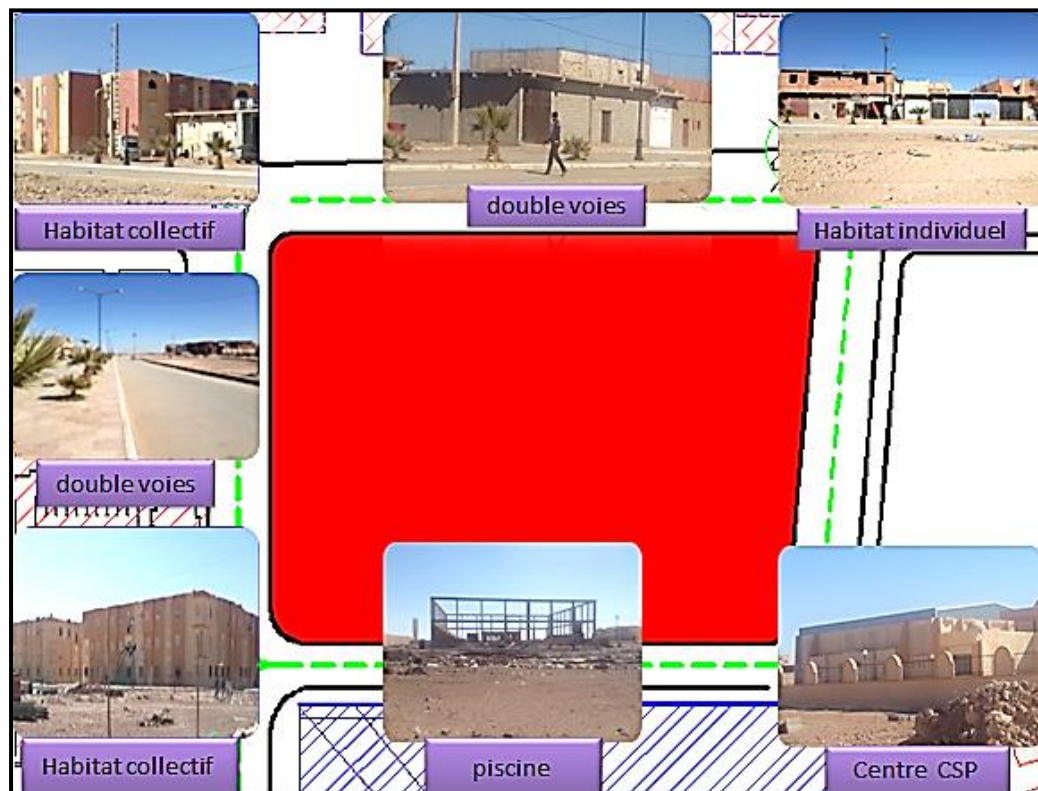


Figure 44 : présentation des différents voisinages du site  
Source : (ASSEMBLEE PAR AUTEURS)

- Les hauteurs des bâtiments autour du terrain d'intervention sont variées entre le RDC et le R+2.

#### 4.6.2.3 L'accessibilité, La forme, et orientation du terrain:

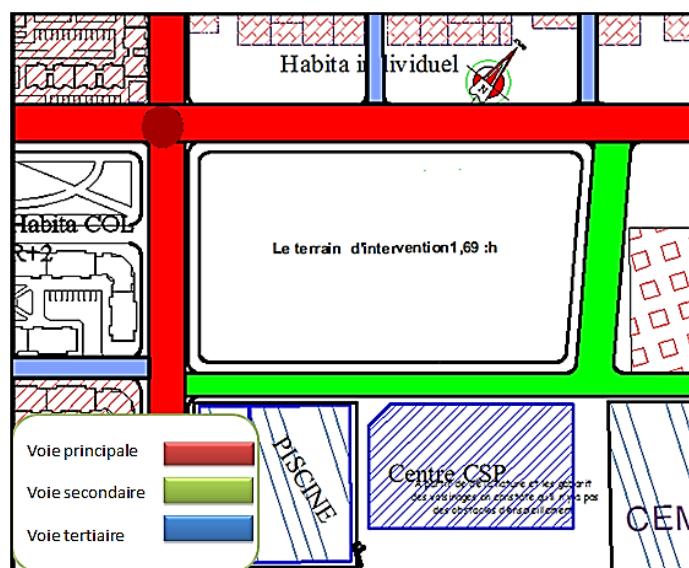


Figure 45 : schéma présentatif de l'accessibilité, et la forme du terrain  
Source : (ELABOREE PAR AUTEURS)

- **La forme:** trapézoïdale plus ou moins régulière.
- **Dimensionnement:** 142,33m / 134,76m x106.67m.
- **La surface:** 1,69 ha.

Le site est limité mécaniquement dans les deux cotés par :

- (Axe principale double voies du côté nord-ouest lié avec la RN°01).
  - (Axe principale double voies, menant au centre-ville).
- Et d'autres voies secondaires.

#### 4.6.2.4 Analyse climatique du site :



Figure 46 : Photo aérienne qui montre l'orientation du site et l'effet climatique sur  
Source : (Google Earth arrangée par auteurs)

## Approche architecturale

---

- Les vents dominants venant de la partie Nord/ Nord-Ouest.
- Les vents chauds (chehili) venant du Sud/ Sud-Est/ Sud-Ouest.

### 4.6.2.5 Synthèse :

D'après l'analyse du site, nous avons retenu les éléments suivants :

#### Les atouts :

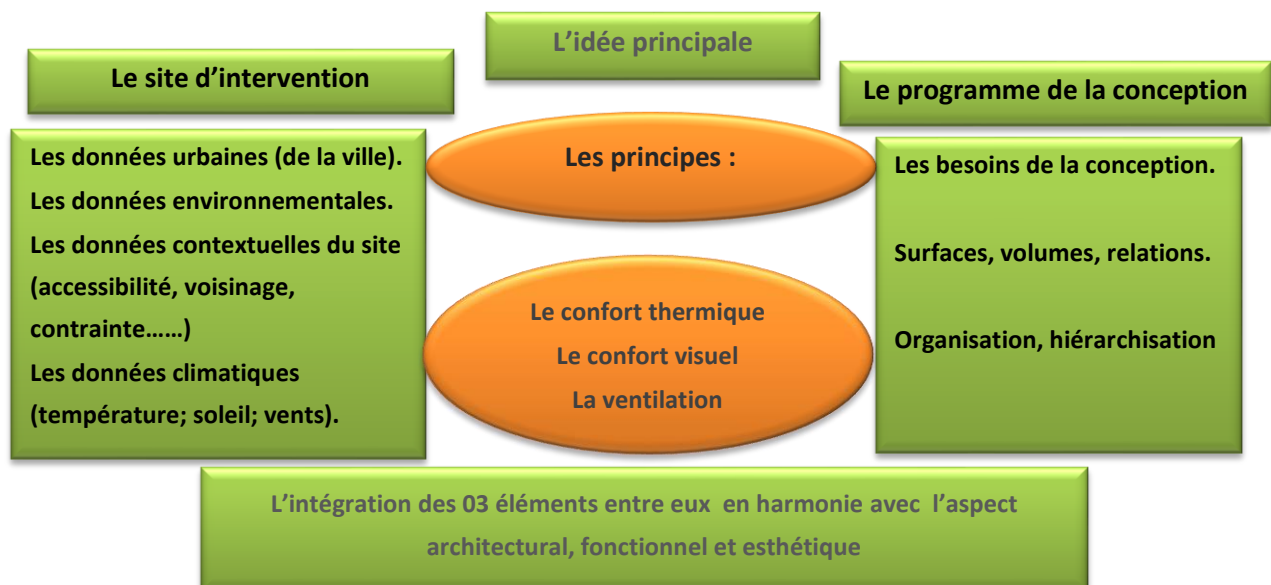
- Une accessibilité facile, vu que le site est desservi par deux axes primaire et secondaire.
- Une topographie relativement plate.
- A partir de de la nature et les gabarits des voisinages on constate qu'il n'y a pas des obstacles d'ensoleillement.

#### Les points faibles du site :

- L'existence des vents violents (7m/s) et de vent de sable.
- Pas de protection naturelle contre les vents.
- Climat tempéré (chaud et sec en été; très froid en hiver).
- Le manque des espaces verts, des points d'eau et des espaces de stationnement.

## 5 Approche architecturale :

### 5.1 Démarche conceptuelle :



## Approche architecturale

### 5.2 Les objectifs liés au programme :

- Les objectifs liés au programme se partagent en deux parties notamment:

**A. Réaliser le fondement théorique du projet** : Les tableaux des surfaces (aspect qualitatif et quantitatif)

**B. Répondre aux exigences du programme** : amélioration de programme selon les conditions du confort par :

- L'utilisation des systèmes passifs (les stratégies bioclimatiques).
- L'intégration des systèmes actifs.

### 5.3 Programme quantitatif et qualitatif de la banque :

Après l'analyse des exemples des programmes des banques nationales et internationales, la programmation finale, est obtenue selon le cadre de la démarche HQE (amélioration des surfaces selon l'exigence du confort), et se présente comme suit:

**A. Service administratif** : Tableaux du programme quantitatif :

L'espace:	Le nombre:	La surface: m <sup>2</sup>
Bureau directeur	01	30 à 35
Secrétariat	01	20 à 25
Bureau de service crédit	01	25 à 30
Secrétariat	01	20 à 25
Bureau de transaction	01	25 à 30
bureau de contrôle	01-03	25 à 30
Bureau d'hypothèque	01	25 à 30
Bureau de comptabilité	05	25 à 30
Bureau. Service de guichet.	02	20 à 25
Bureau de photocopie	02	16 à 20
Archives	02	40 à 55
Salle de réunion	01	40 à 45
Salle de conférence	01	40 à 45
Bureau d'expédition	01	20 à 25
cafétéria	01	50 à 60
Salle de prière	01	20 à 25
Les parloirs	04	16 à 20
Vestiaires/ WC	01	20 à 30

Tableau 4 : tableaux du programme quantitatif (auteurs)

## Approche architecturale

### Les bureaux:

- Ils doivent être regroupés les uns avec les autres au niveau des étages.
- Ils doivent être ensoleillés éclairés, et aérés naturellement.
- Chaque quatre bureau juxtaposé ont besoins d'un parloir<sup>22</sup>.
- Ils doivent présenter un confort acoustique.
- Chaque regroupement a besoin des sanitaires.
- Il peut être des espaces paysagères.
- La télésurveillance par les caméras (contrôle), l'alarme d'incendie est indispensable
- . L'existence d'un monte-charge, et une entrée privée vers la partie des bureaux.

### Les salles:

(Salle de réunion. Salle de conférence). Elles doivent être bien éclairées, dans un emplacement calme (de préférence à l'étage).

### B. Service client : tableaux du programme quantitatif :

L'espace:	Le nombre:	La surface: m <sup>2</sup>
Guichet (caisse)	01	50 à 70
Guichet (d'expédition)	01	40 à 50
Halle	01	200 à 250
B. distribution des billets	02	16 à 20

Tableau 5 : tableaux du programme quantitatif (auteurs)

- Le guichet: doit être bien éclairé, bien aéré, (qui est en générale un espace clos).
- Hall: doit être bien éclairé, bien aéré, avec des vues paysagères.
- Les systèmes des caméras (contrôle), alarme, et d'anti-incendie.

<sup>22</sup> Selon le grand Larousse 2015 : dans certains établissements, lieu où les visiteurs peuvent s'entretenir avec les pensionnaires, les détenus.

## Approche architecturale

### C.Service de sécurité : tableaux du programme quantitatif

L'espace:	Le nombre:	La surface: m <sup>2</sup>
chambre fortifié B	01	30 à 60
chambres fortifier C	01	70 à 100

Tableau 6 : tableaux du programme quantitatif (auteur)

- La chambre fortifiée :( l'administration)
- Les Coffres fortifiés (les clients)
- Ils ont besoin d'une forte aération et éclairage, forte maçonnerie (30cm-50cm), les systèmes des caméras (contrôle), d'alarme, et d'anti-incendie.

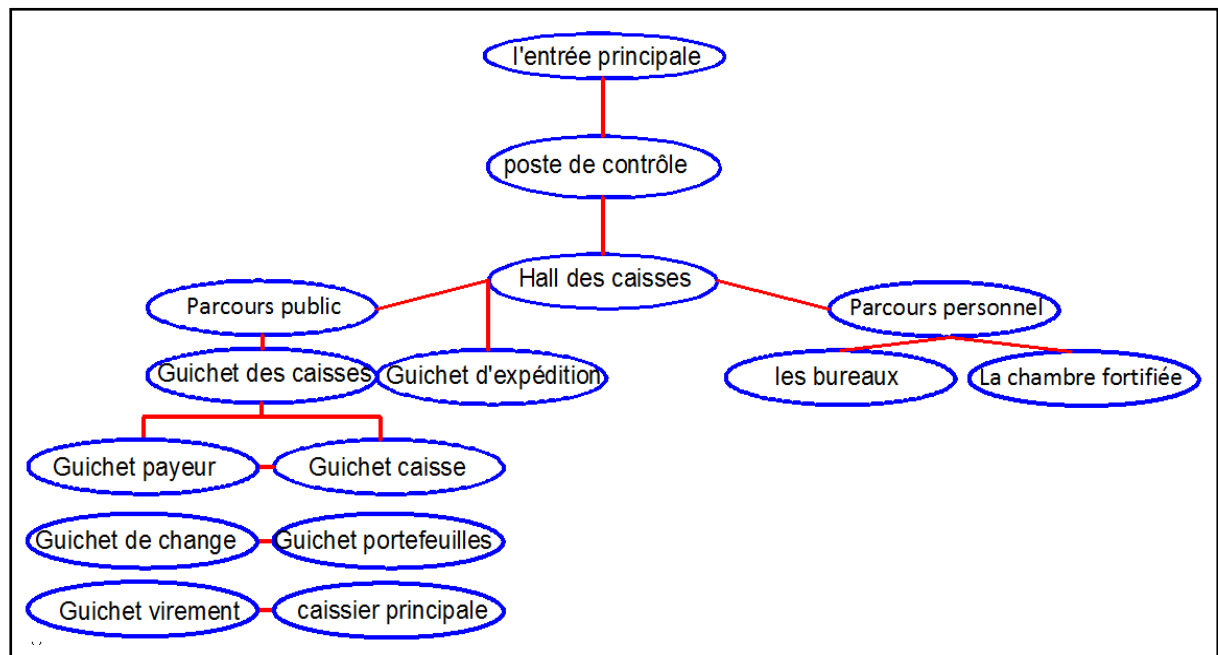


Figure 47 : l'organigramme du parcours du client dans la banque (Auteurs)

### 5.4 La genèse du projet :

Pour obtenir une nouvelle génération avec une prolifération des solutions techniques et fonctionnelles, et d'harmonie entre l'enveloppe formelle du projet et les données du site on a travaillé sur trois aspects:

L'aspect architectural: l'intégration des stratégies de la conception appropriée à la nature de l'équipement architecturale

L'aspect environnemental : L'intégration environnementale bioclimatique (implantation)

L'aspect technique: L'intégration de solutions techniques étudiées

## Approche architecturale

### 1<sup>ère</sup> étape: état du lieu du site d'intervention :

Sur une superficie de 1,69 ha, le site d'intervention présente une forme trapézoïdale de 159,35 m par 104,05 m avec une bonne accessibilité, vu qu'il est desservi par deux axes principaux et deux autres secondaires. (Voir figure48).

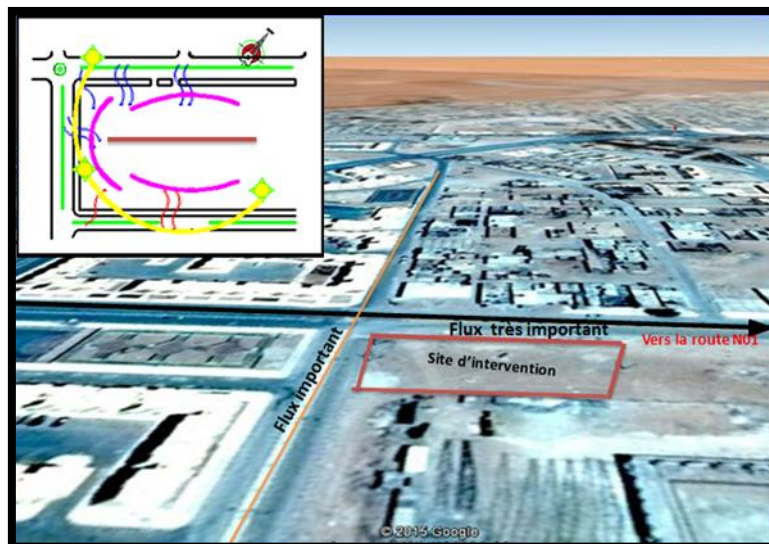


Figure 48 : État de lieu de site d'intervention (Auteurs)

Le champ visuel et les voies sont les éléments déterminants de l'implantation du projet, à partir de ses derniers, on peut fixer l'orientation du périmètre entité bâtie.

### 2<sup>ème</sup> étape: schéma d'affectation :

L'emplacement de la banque : dans la partie la plus proche des deux voies principale à cause de l'accessibilité, la visibilité, et l'utilité public.

L'emplacement des logements de fonction : la partie la plus calme par rapport aux autres parties.

L'emplacement du parking : la partie intermédiaire entre la banque et les logements, pour mieux sécuriser l'enveloppe, et pour rapprocher et contrôler les différentes entrées.

#### **Les différentes entrées :**

Entrée principale : selon l'intersection des deux voies principales.

Entrée secondaire : la partie la plus proche des logements, et des parkings.

## Approche architecturale

Entrée mécanique : l'entrée des différents parkings.

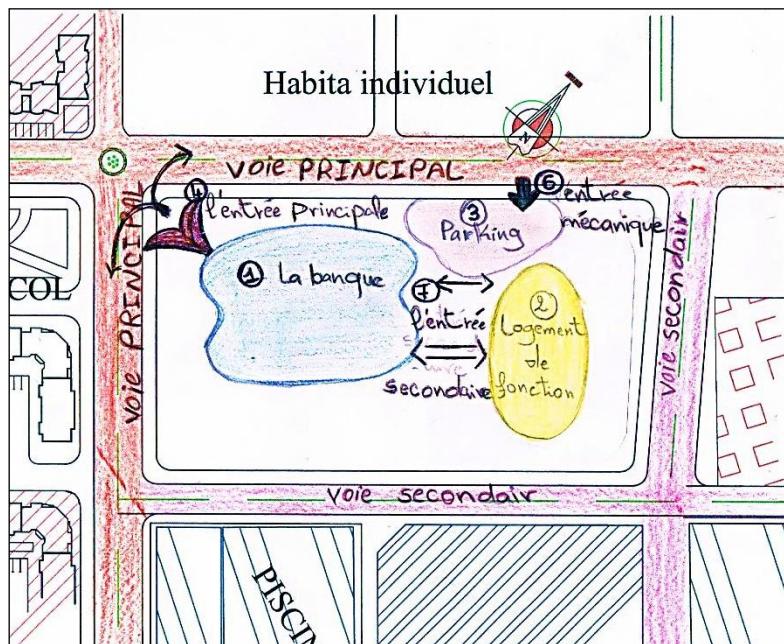


Figure 49 : Répartition du terrain (Auteurs)

La création des microclimats pour la continuité, visuelle, environnementale et le rafraichissement d'ambiance notamment du côté sud (les vents chauds).

La division de l'enveloppe en deux parties :

-clôturé pour raison de sécurité - Auto clôturer pour raison d'utilité public.

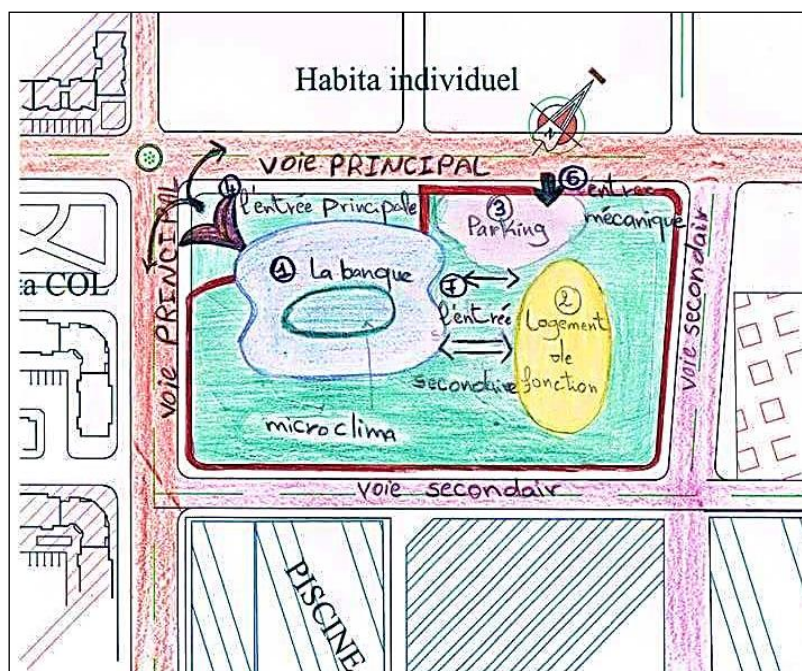


Figure 50 : Répartition du terrain (Auteurs)

## Approche architecturale

### 3<sup>ème</sup> étape: L'idée philosophique :

La première forme choisie est inspirée du coffre, qui est l'élément servant à protéger les objets de valeur. (Voir figure 51)

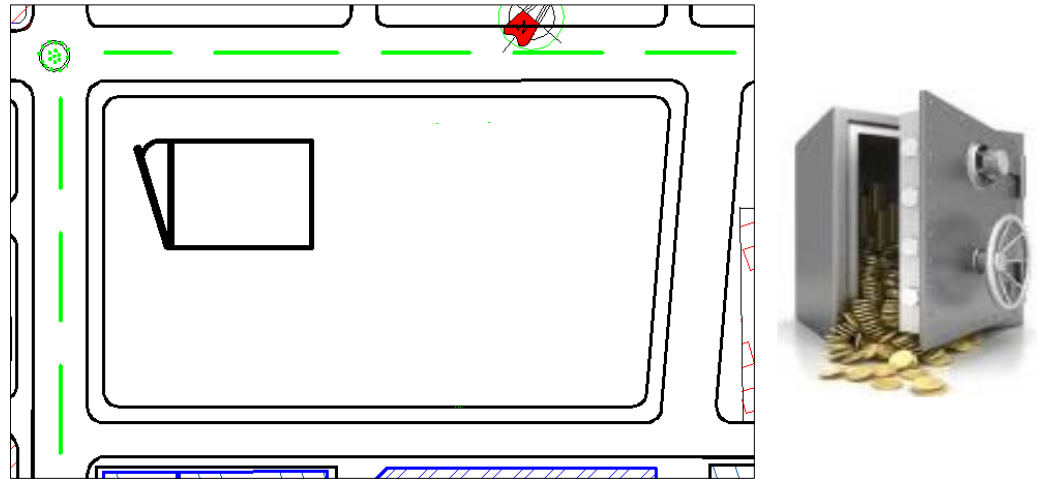


Figure 51 : Présentation de la 02eme idée (la première affectation) de la genèse du projet (Auteurs)

3<sup>ème</sup> étape: On a adapté le symbole des billets d'argent comme idée secondaire de la forme. Cette implantation permet une orientation adéquate (est-sud-ouest), pour profiter le maximum d'ensoleillement, de lumière et de ventilation naturelle, pour un rendement énergétique et esthétique. (Comme montre l'image suivante).

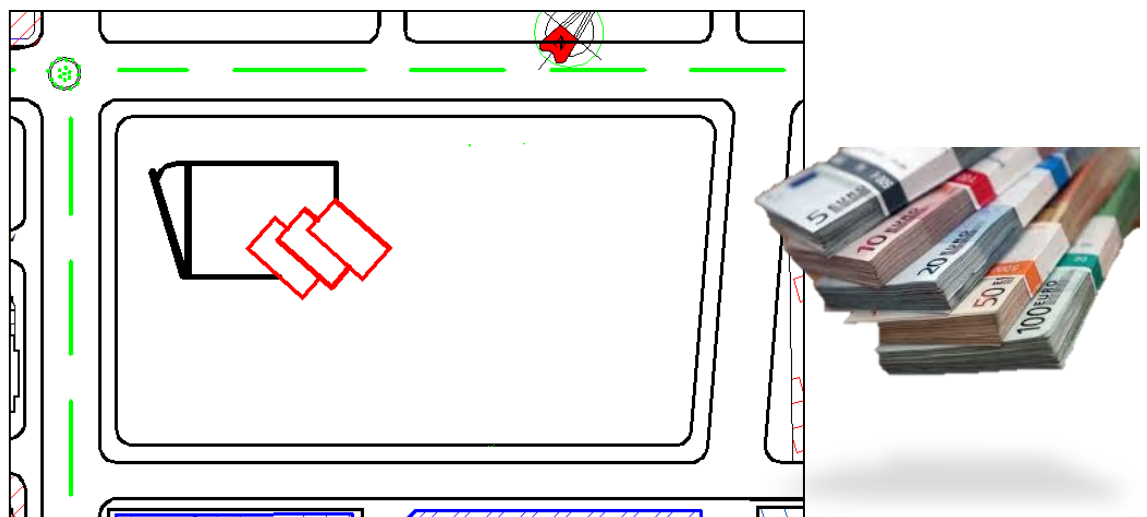


Figure 52 : Présentation de la 03eme idée (la relation avec la nature du projet) de la genèse du projet (Auteurs)

## Approche architecturale

**4<sup>ème</sup> étape:** La démarche HQE améliore l' environnement, l'économie, et le social. On a matérialisé ces trois aspects par trois volumes curvilignes (présentent la souplesse dans le mouvement environnemental) selon un axe traversant tous le projet (Nord-Sud). (Voir figure 53)

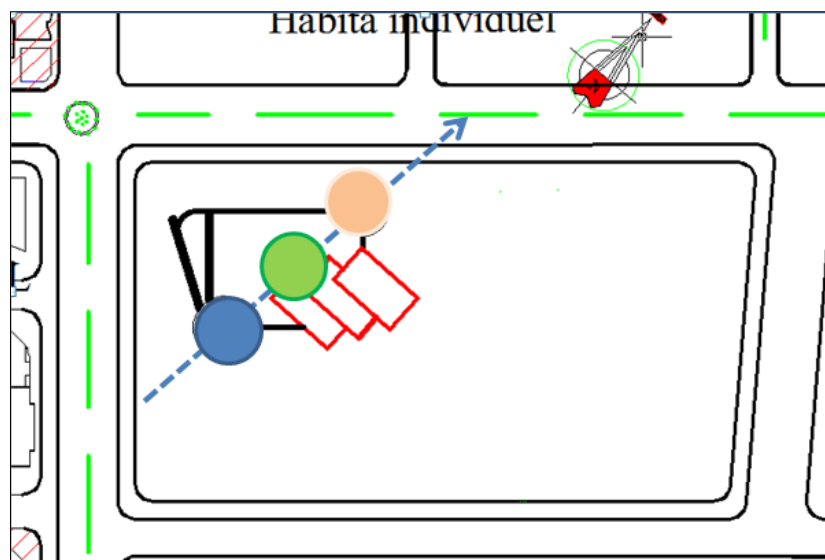


Figure 53 : Présentation de la 04eme idée (la relation avec le thème du projet) de la genèse du projet (Auteurs)

**étape:** la détermination de l'emplacement des volumes et leur combinaison avec les autres volumes avec fluidité, dynamisme et relation entre l'idée et la fonction du volume.

**Le volume qui présente l'environnement:** Son implantation est au milieu avec les 03 volumes qui présentent les billets d'argents, comme espace de microclimat pour rafraîchir et éclairer les autres parties du projet.

**Le volume qui représente l'économie :** Son implantation est du côté sud pour nous l'intégrerons l'un des systèmes de la production d'énergie (panneaux solaires par exemple), pour crée une relation entre l'idée et la fonction.

**Le volume qui représente le social :** L'implantation du troisième volume est sur la limite de l'axe, il est réservé pour un espace de même fonction qui est la salle de conférence.

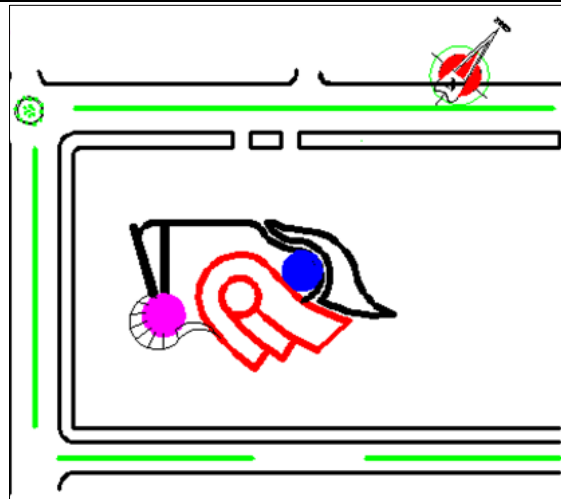


Figure 54 : Présentation de la 05eme idée (la détermination de la combinaison des volumes) de la genèse du projet (Auteurs)

### 6<sup>ème</sup> étape: Le plan de masse :

Le plan de masse se compose par quatre éléments principaux, l'enveloppe monolithique de la banque, les logements de fonction, les parcours de circulation et les espaces verts avec un plan d'eau.

La conception est divisée en deux parties, une partie clôturée, et une deuxième partie auto clôturée, à cause d'utilité publique.

- 1 : l'entrée principale
- 2 : l'entrée secondaire
- 3 : La banque
- 4 : Logement de fonction
- 5 : le parking
- 6 : plan d'eau
- 7 : espace ver

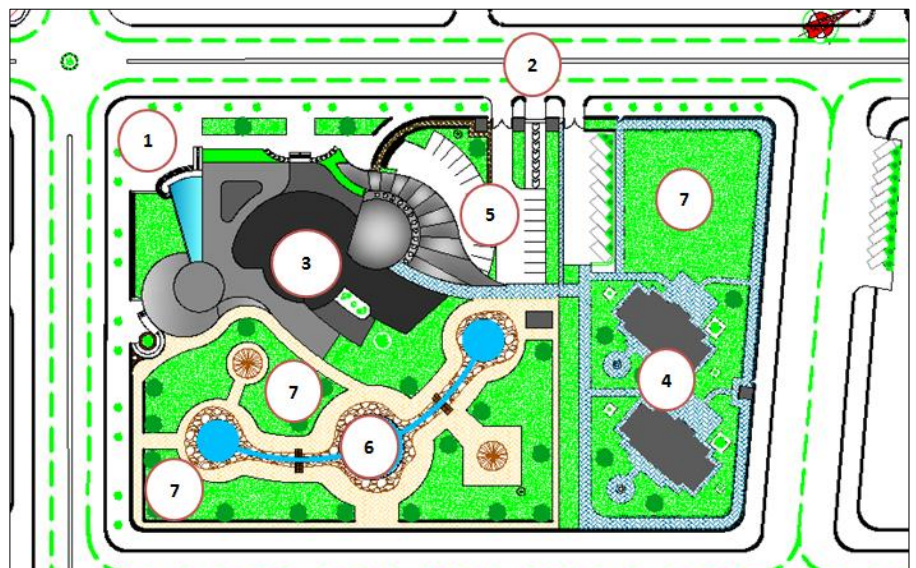


Figure 55 : le plan de masse (Auteurs)



Figure 56 : plan de masse dessin Autodesk (Auteurs)

### 5.5 Les plans :

### 5.6 Les gabarits :

Ils expriment dans nos façades les différents gabarits du projet dont le plus grand est attribué au patio pour donner une certaine monumentalité à la banque.



Figure 57 : représentation des différents gabarits

## Approche architecturale

### 5.7 Les façades :

**La façade sud** : est une façade double peau, comme :

Un régulateur thermique et système de ventilation en été. Et Un régulateur thermique par réchauffement d'air en hiver,

Un filtre pour les vents de sable.



Figure 58 : la façade sud du projet

**La façade nord** : des grandes baies vitrées pour le maximum d'éclairage naturelle.



Figure 59 : façade nord du projet

## Approche architecturale



Figure 60 : la façade nord du projet

**La façade est-ouest** : peut d'ouverture pour éviter les surchauffes non maîtriser, ainsi pour marquer certain massivité pour la banque.



Figure 61 : la façade est du projet

---

### 5.8 Les dispositifs d'amélioration de la qualité environnementale :

#### a) Les panneaux solaires type cellules monocristallines :

Pour mieux exploiter les éléments naturels dans l'amélioration de la qualité de la construction, on a intégré des panneaux photovoltaïques au niveau de la toiture. Orientation sud.

**Le choix :** les panneaux monocristallines offrent le meilleur rendement, avec durée de vie importante (+30 ans). Ces cellules sont en générale carrée et d'une couleur uniforme foncée (bleu marine ou gris) donc, (plus d'un choix).

Ces cellules sont les plus performantes par rapport à tous autres types de cellule, elles produisent le plus d'énergie avec le moins de surface.

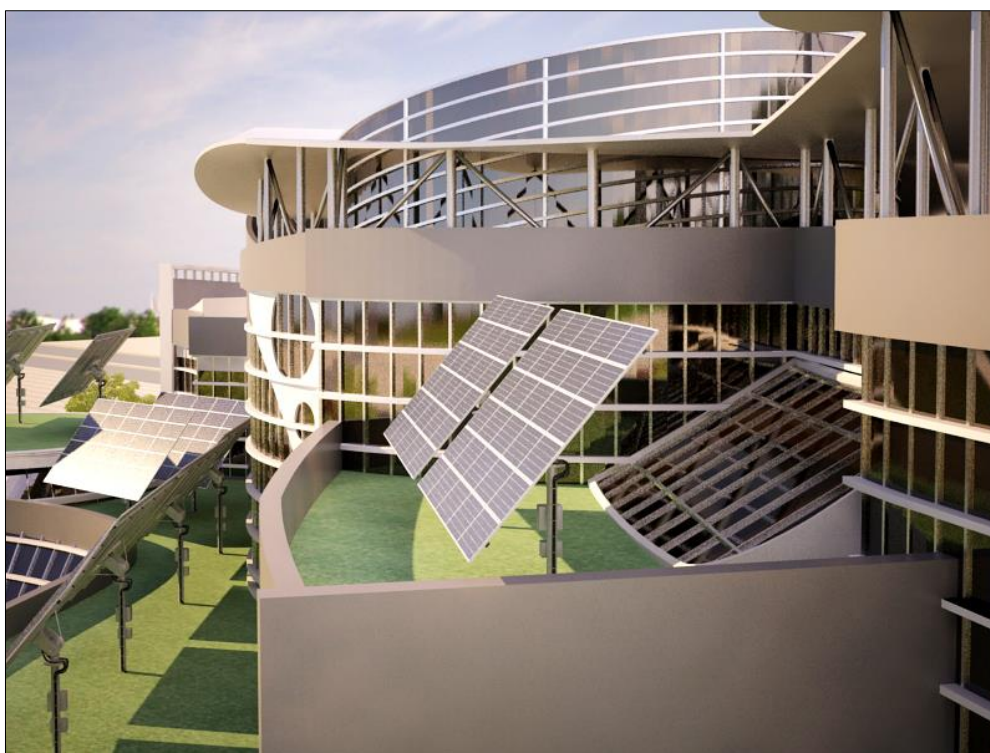


Figure 62 : l'utilisation des panneaux solaires

#### b) L'éolienne:

On a choisi ce dispositif comme un générateur d'appoint qui transforme l'énergie cinétique du vent en énergie électrique. Et la ville nouvelle de Belli est caractérisée par des vents violents de 7 m/s.

## Approche architecturale

**Le choix** : On a choisi le type vertical isolé avec rotor en amont pour éloigner les nuisances du mouvement des rotors de la structure et pour marquer ce dispositif comme un élément d'appel pour le projet.

Eolienne 3P: Une éolienne à 3 pales (ou plus) tourne plus régulièrement qu'une éolienne à 1 ou 2 pales, un meilleur équilibre du rotor, et d'un point de vue esthétique, les effets de battement visuel sont plus importants.



Figure 63 : l'utilisation des éoliens

### c) Capteurs géothermiques :

- Circuits externes tirent avantage de la température constante du sol, ils sont des tubes en serpentin enterrés, à une faible profondeur avec pompe à chaleur<sup>23</sup>, ils sont accouplés avec des circuits internes (tubes en serpentin disposés dans le local à chauffer ou à refroidir (plancher chauffant)).

<sup>23</sup> Le principe de la pompe à chaleur est d'extraire de l'énergie à l'extérieur du bâti pour l'injecter à l'intérieur par le biais d'un radiateur.



Figure 64 : l'emplacement du champ de captage aux niveaux de plan de masse (auteurs)

### d) La toiture végétalisée :

Comme un régulateur thermique, un régulateur acoustique, il permet d'améliorer la qualité de l'air, et de filtrer du poussier. Notre choix s'est posé sur les bureaux de sud, vu leur importance, et leur emplacement qui présente peu de température élevée.



Figure 65 : la toiture végétalisée du projet

## Approche architecturale

---

### e) Le vitrage utilisé, vitrage feuilleté de sécurité :

On a choisir le verre feuilleté de sécurité, composé de 02 vitres et d'une couche intermédiaire élastique, pour cette dernière, on emploie du (film PVB) butyral de polyvinyle, et de polyuréthane comme une résine pour le collage.

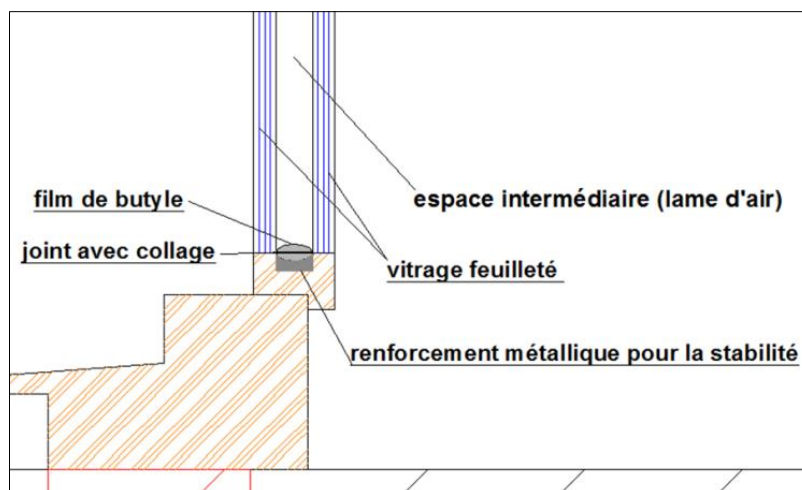


Figure 66 : schéma représentatifs de type de vitrage de sécurité utilisé



Figure 67 : le vitrage aux niveaux des façades

### Propriétés :

- Très grande résistance aux chocs.
- Il présente une Sécurité contre le vandalisme l'effraction, et les balles, de haut niveau: Musée, banques....etc.

## Approche architecturale

---

### f) La sécurité:

La télésurveillance contrôlée permet de la protection contre les vols, elle assure un environnement sécurisé pour les personnels les clients, et la banque lui-même.



Figure 68 : l'entrée principale de la banque

### g) Les dispositifs de rafraîchissement :

La ventilation naturelle par :

L'utilisation des plans d'eau, pour le rafraîchissement.



Figure 69 : Les dispositifs de rafraîchissement du projet

## Approche architecturale

L'utilisation des atriums, les fenêtres et les espaces verts.

L'espace de regroupement qui contient des plans d'eau et d'espaces verts.

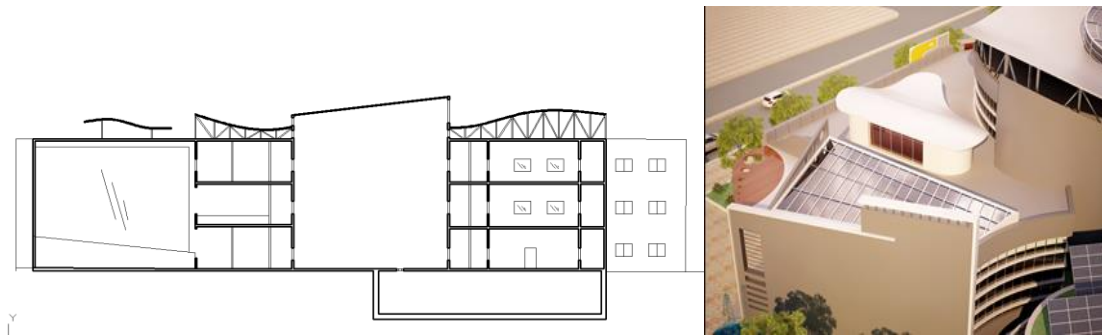


Figure 67 : Les dispositifs de rafraîchissement du projet

L'amélioration de la ventilation naturelle par le rafraîchissement d'air



L'adaptation des doubles toitures ventilées pour une meilleure isolation thermique, et une ventilation élevée.



Figure 68 : Les doubles toitures dans le projet

### 6 Approche de durabilité et de simulation :

#### Introduction

la ventilation naturelle a été et restera toujours un des enjeux majeurs en architecture, car elle joue un rôle déterminant dans le confort de l'homme à l'intérieur des édifices en influençant la température et la qualité de l'air intérieur (renouvellement d'air et rafraîchissement), comme le souligne Givoni: « les conditions de ventilation à l'intérieur d'un bâtiment sont parmi les principaux facteurs déterminants de l'hygiène de l'homme, de son confort et de son bien-être » B,Givoni ( Givoni,1978)<sup>24</sup>.

L'homme a de tout temps essayé de résoudre la problématique de la ventilation naturelle à travers l'histoire, ainsi différents procédés passifs ont vu le jour de par le monde dont les plus connus : le capteur à vent et ses variantes, le patio et le moucharabieh, très fréquents dans l'architecture musulmane. Ce sont là des exemples de solutions passives et durables, basées sur des phénomènes naturels (tirage thermique, vent...), qui témoignent de l'ingéniosité de l'architecture vernaculaire, et recèlent une multitude d'enseignements pour les architectes d'aujourd'hui de par leur adaptation et leur intégration subtile aux différents contextes climatiques.

#### 6.2.1. Les problématiques spécifiques:

Est-ce que la ventilation naturelle mono-façade est suffisante pour un projet à Bellil ? et qu'elle est leur effet sur le confort thermique ?

Est-ce que les grandes ouvertures orientées sud disposées sur la même façade aident à diminuer la durée de la ventilation naturelle ?

#### 6.2.2. Les hypothèses :

Grâce à la pression du vent qui caractérise la zone du projet, et avec une bonne isolation la ventilation mono-façades peut assurer un débit d'air suffisant et un rafraîchissement dans l'intérieur.

---

<sup>24</sup> **Givoni B**, L'homme, l'architecture et le climat. Paris. Edition du Moniteur.1978, 460 p.

## Approche de durabilité et de simulation

Les grandes fenêtres mono-façade côté sud aident à renouveler l'air vicié dans une période moins que des petites ouvertures.

### 6.2.3. Cadre théorique :

#### 6.2.4.1. Distinguer aération et ventilation<sup>25</sup> :

**Aération** : c'est l'ouverture des portes et des fenêtres. Cette action volontaire participe à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur des locaux. On parle aussi à tort de « ventilation naturelle » par défaut d'étanchéité de l'enveloppe des bâtiments et ouverture des fenêtres.fig85

**Ventilation** : c'est le renouvellement général d'air dans un bâtiment par entrée d'air neuf extérieur et sortie d'air intérieur vicié, grâce à un dispositif naturel ou mécanique, lequel assure en permanence des débits d'air minimaux. Une ventilation insuffisante est l'une des causes principales de la mauvaise qualité de l'air intérieur d'un bâtiment.fig86

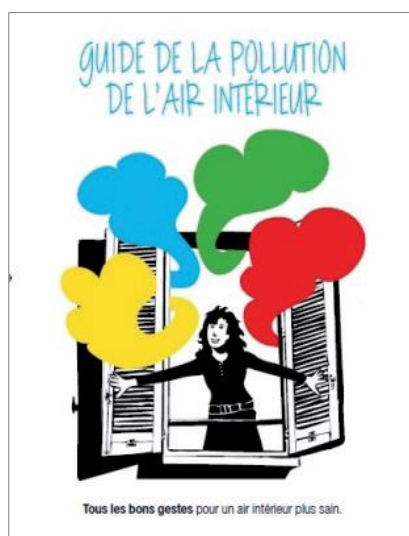


Figure 70: l'aération

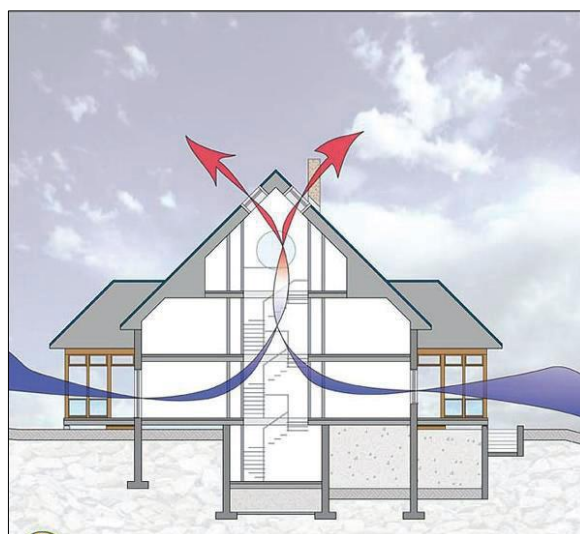


Figure 71 : La ventilation<sup>26</sup>

La ventilation introduit de l'air extérieur dans un bâtiment ou une pièce et distribue l'air dans ce bâtiment ou cette pièce. L'objectif général de la ventilation des bâtiments est d'assainir l'atmosphère en diluant les polluants formés dans le bâtiment et en évacuant ces polluants<sup>27</sup>.

<sup>25</sup> [www.limousin.developpement-durable.gouv.fr](http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr)

<sup>27</sup> Awbi HB. *Ventilation of buildings*, 2nd ed. New York, Taylor & Francis, 2003.

## Approche de durabilité et de simulation

### 6.2.4.2. Les notions de la ventilation:

**a. Efficacité de ventilation :** La diffusion d'air froid est la plus délicate à traiter. Toutefois, il ne faut pas négliger, en froid ou en chaud, la notion d'efficacité de ventilation, autrement dit la qualité du renouvellement d'air de la pièce, qui dépend notamment de l'implantation et des caractéristiques des entrées et sorties d'air<sup>28</sup>.

**b. Humidité :** L'humidité de l'air extérieur introduit et influence également les conditions ambiantes et le confort. Schématiquement, l'air extérieur contient peu d'eau en hiver, plus d'eau en été.

**c. La température de l'air ambiant :** Un paramètre indispensable du confort thermique, elle intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'individu au niveau des différents échanges. Dans un local, la température de l'air n'est pas uniforme. Elles se présentent également en plan à proximité des surfaces froides et des corps de chauffe.

**d. Débit de ventilation :**

Type de local			Sans accueil du public débit [m <sup>3</sup> /h]			Avec accueil du public débit [m <sup>3</sup> /h]		
			par pers.	par m <sup>2</sup>	par local	par pers.	par m <sup>2</sup>	par local
Bureaux	Entrée d'air	Hall recevant du public				18 (25)	2,6 (3,6)	
		Poste d'accueil et de renseignement	25	2,5		25	2,5	
		Salle d'attente				18 (25)	9 (13,5)	
		Bureaux individuels de moins de 15 m <sup>2</sup>	25		25	25		25
		Bureaux collectifs	25	2,5		25	2,5	
		Espace de bureau à cloisonnement mobile	25	1,8				
		Salle de dessin	30	3				
		Bibliothèque	16 (25)	1,6 (2,5)				
		Salle de repos				18		18
		Atelier d'entretien	45		45			
	Sortie d'air	Cabinets d'aisance isolés			30			30
Cabinets d'aisance groupés				30 15 N			30 15 N	
Réunion	Indépendant	Salle de réunions	16 (30)	5,1 (6,6)				
Restauration	Entrée d'air	Salle à manger	22 (30)	12,9 (17,6)		22 (30)	12,9 (17,6)	
		Cafétéria	22 (30)	12,9 (17,6)		22 (30)	12,9 (17,6)	
	Sortie d'air	Cabinets d'aisance isolés	25		30	25		30
		Cabinets d'aisance groupés			30 15 N			30 15 N
Cuisine	Sortie d'air	Cuisine < 150 repas	25 par repas			25 par repas		
		Cuisine de 150 à 300 repas	20 par repas			20 par repas		

Tableau 7 : Débit d'air suffisant pour un bâtiment à l'usage administratif

<sup>28</sup> CETIAT ; 2001,

## Approche de durabilité et de simulation

### e. Vitesse de l'air et confort thermique :

L'expérience a montré que le mouvement de l'air, que ce soit un vent naturel ou généré par un ventilateur, a un impact direct sur le taux de refroidissement, celui-ci est proportionnel à la vitesse de l'air, car elle accélère les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau. Dans différentes conditions, chaque plage de vitesses de l'air correspond à une réaction subjective de la part de l'homme<sup>29</sup>

- **0,25 m/s** inaperçu
- **0,25-0,50** agréable
- **0,50 à 1,00** circulation d'air ressentie
- **1,00 à 1,50** courant d'air
- **1,50** courant d'air désagréable.<sup>30</sup>

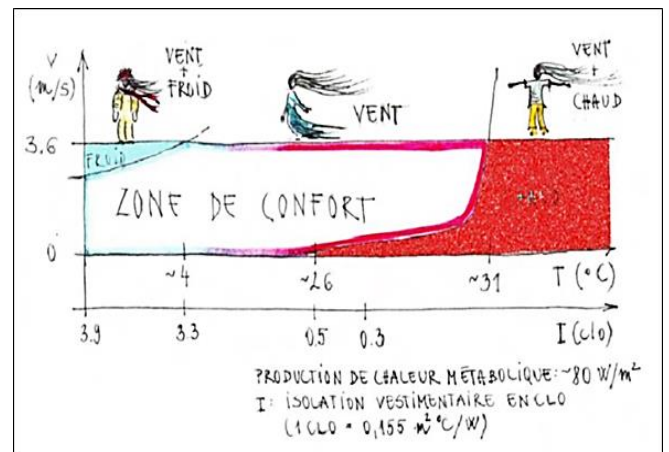


Figure 72: zone de confort en fonction de la vitesse de l'air et de la température

### 6.2.4.3. Trois méthodes peuvent être utilisées pour ventiler un bâtiment :

La ventilation naturelle, la ventilation mécanique et la ventilation hybride (mixte).

#### a. La ventilation naturelle :

Des forces naturelles (vents et tirage thermique dû 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, cheminées solaires, tours à vent et ventilateurs passifs (prises d'air), notamment). Ce mode de ventilation des bâtiments dépend du climat, de la conception des bâtiments et du comportement des personnes.

<sup>29</sup> Ce diagramme est extrait t du cahier 3605 du CSTB relative à la conception des stades, réalisé par AGOTA SZUCS et SOFIE MOREAU.

## Approche de durabilité et de simulation

### ***b. Les forces motrices de la ventilation naturelle :***

Trois types de forces peuvent assurer le mouvement de l'air dans les bâtiments :

- La pression du vent<sup>31</sup>.
- L'effet dit « de cheminée » (tirage).
- Des forces mécaniques.

On traitera ici des deux premiers types de forces. La ventilation naturelle a pour moteur des forces naturelles, alors que la ventilation mécanique est assurée par des dispositifs mécaniques de soufflage et d'extraction. Forces mécaniques et forces naturelles peuvent être combinées dans un système de ventilation hybride, ou mixte.

#### ***La pression du vent :***

L'action du vent sur un bâtiment induit une pression positive sur la façade au vent et une pression négative sur la façade sous le vent. Cette différence de pression fait circuler l'air des ouvertures du bâtiment exposées au vent vers celles situées sous le vent (figure1). Il est possible d'estimer ces pressions dans le cas de

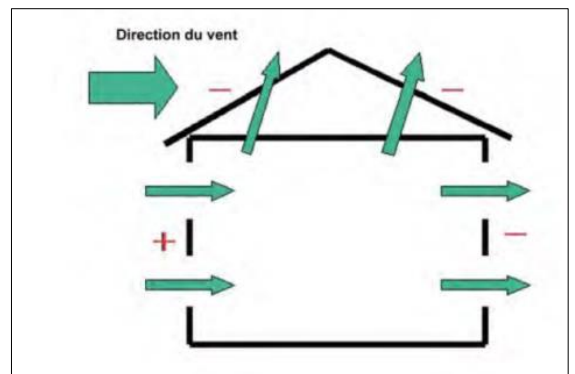


Figure 73 : direction des flux d'air introduits par le vent dans un bâtiment

bâtiments simples. La circulation de l'air autour des bâtiments est complexe et fait l'objet de nombreux manuels<sup>32</sup>.

#### ***Le tirage :***

Le tirage est généré par la différence de température ou d'humidité (parfois exprimée sous forme de différence de densité) entre l'air intérieur et l'air extérieur. Cette différence crée un déséquilibre dans les gradients de

<sup>31</sup> Le vent est un déplacement d'air, essentiellement horizontal, d'une haute pression (masse d'air froid) vers une zone de basse pression (masse d'air chaud), la différence de température entre la masse d'air résulte de l'action du soleil. Le régime des vents en un lieu est représenté par une rose des vents qui exprime leur direction et leurs intensités. La pression et la direction du vent se mesurent par un anémomètre

<sup>32</sup> (Aynsley, Melbourne & Vickery (1977), Liu (1991))

## Approche de durabilité et de simulation

---

pression des colonnes d'air intérieure et extérieure, entraînant une différence de pression verticale.

Lorsque l'air intérieur est plus chaud que l'air extérieur, l'air intérieur est moins dense et s'élève. De l'air pénètre dans le bâtiment par ses ouvertures basses et s'échappe par ses ouvertures hautes.

La direction du flux s'inverse, dans une certaine mesure, lorsque l'air intérieur est plus froid que l'air extérieur ; l'air intérieur est plus dense que l'air extérieur. De l'air entre dans le bâtiment par ses ouvertures hautes et s'échappe par ses ouvertures basses.

Les flux générés par le tirage, dans un bâtiment, sont fonction des températures intérieure et extérieure. Le débit de ventilation à travers une cheminée est fonction du gradient de pression entre les deux ouvertures de la cheminée.

### ***c. La ventilation mécanique :***

Ce mode de ventilation fait appel à des ventilateurs mécaniques installés soit directement dans les fenêtres ou les murs, soit dans des conduits d'air, pour alimenter un local en air ou extraire l'air du local.

### ***d. La ventilation hybride ou mixte:***

Dans la ventilation hybride (mixte), des forces naturelles assurent le débit d'air souhaité (valeur de consigne). La ventilation mécanique est utilisée lorsque le débit obtenu par ventilation naturelle est trop faible<sup>33</sup>.

L'utilisation de ventilateurs d'extraction peut poser divers problèmes : difficultés d'installation (notamment pour les grands ventilateurs), bruit (en particulier dans le cas de ventilateurs très puissants), élévation ou baisse de température dans la pièce, et nécessité d'une alimentation électrique permanente.

Si l'ambiance thermique de la pièce est inconfortable, des systèmes localisés de rafraîchissement ou de chauffage peuvent être ajoutés, ainsi que des ventilateurs de plafond.

---

- <sup>33</sup> Heiselberg & Bjørn, 2002

## Approche de durabilité et de simulation

Une autre possibilité est l'installation d'extracteurs éoliens, qui ne requièrent pas d'alimentation électrique et créent une extraction en toiture permettant d'accroître la circulation d'air dans un bâtiment.

### *e. Modes de ventilation naturelle et de ventilation hybride :*

#### **Modes de conception des systèmes de ventilation naturelle :**

La ventilation naturelle consiste à utiliser des forces naturelles pour introduire et distribuer l'air extérieur dans un bâtiment et faire sortir l'air du bâtiment

- **flux traversant (pas de couloir) :** le système de ventilation naturelle le plus simple, ne comportant aucun obstacle entre l'entrée et la sortie du vent dominant (avec des fenêtres de taille et de géométrie similaires ouvertes sur des façades opposées du bâtiment).
- **tour à vent (système de captage/extraction) :** le côté de la tour en pression positive a une fonction de captage de l'air et le côté en pression négative une fonction d'extraction.
- **cheminée (tirage), extraction simple :** cheminée verticale partant de chaque pièce, sans aucune interconnexion, et sortant en toiture ; ce système assure un mouvement de l'air fondé sur les gradients de densité.
- **cheminée (tirage), atrium solaire :** large cheminée chauffée par le rayonnement solaire, qui induit un mouvement d'air dû aux gradients de densité (de température) ; en l'absence de rayonnement solaire, l'atrium n'assure qu'une ventilation minimale.

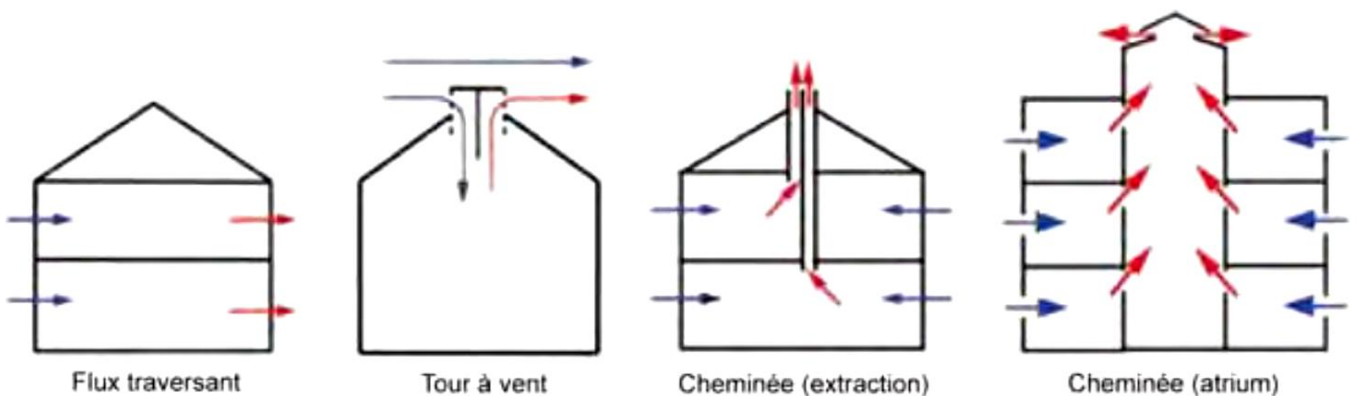


Figure 74 : Modes de conception des systèmes de ventilation naturelle

## Approche de durabilité et de simulation

### • Ventilation mono-latérale

Dans le cas où une ventilation traversant ne serait plus possible, le renouvellement d'air se fera à partir d'une seule façade. Dans ce cas, le mouvement d'air est provoqué par la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur engendrée par la différence de température et/ou la force du vent.

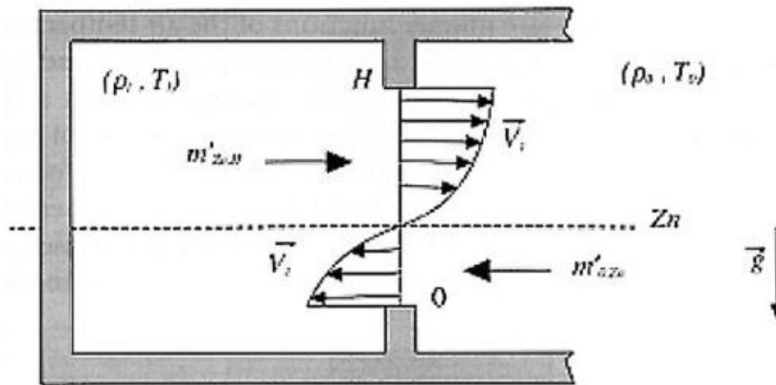


Figure 75 : coupe transversale présente une Ventilation mono-latérale <sup>34</sup>

### • Systèmes de ventilation hybride (mixte) :

La ventilation hybride (mixte) repose, sur des forces motrices naturelles pour assurer le débit d'air requis (valeur de consigne). Elle utilise la ventilation mécanique lorsque le débit d'air est trop faible pour produire une ventilation naturelle.

Il existe trois modes de conception des systèmes de ventilation hybrides :

- **Cheminée à tirage assisté** : lorsque la cheminée ne bénéficie pas d'un rayonnement solaire suffisant (le soir et les jours de mauvais temps), le débit de ventilation est augmenté grâce à des extracteurs d'air. L'air entrant est réchauffé ou rafraîchi pour maintenir le confort des occupants.
- **Ventilation descendante** (cheminée à tirage assisté plus tour à vent) : lorsque la cheminée ne bénéficie pas d'un rayonnement solaire suffisant (le soir et les jours de mauvais temps), le débit d'extraction est complété grâce à des extracteurs d'air, et le débit d'admission est complété grâce à la tour à vent (dispositif de captage). L'air entrant est réchauffé ou rafraîchi pour maintenir le confort des occupants.

<sup>34</sup> [www.limousin.developpement-durable.gouv.fr](http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr) Mai 2012

## Approche de durabilité et de simulation

• **Conduits enterrés** : lorsque le terrain est suffisamment grand, un réseau de conduits de ventilation enterrés permet de réchauffer ou de rafraîchir l'air extérieur, qui doit y séjourner suffisamment longtemps pour que sa température approche la température d'équilibre du sous-sol. Ce système n'est pas idéal lorsqu'il faut assurer un haut débit de ventilation.

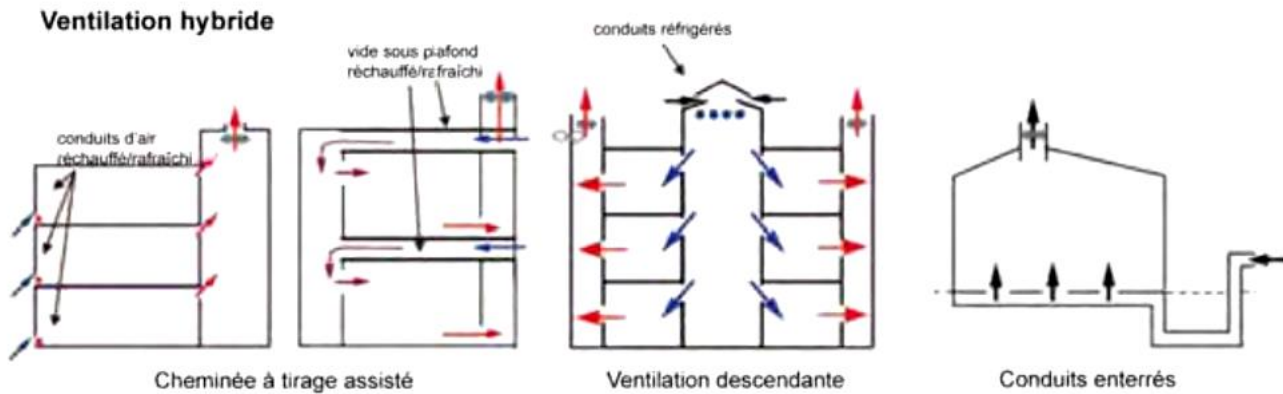


Figure 76 : Systèmes de ventilation hybride

### 6.2.4.4. Les Fonctions de la ventilation :

Les objectifs de la ventilation dans le bâtiment varient suivant les climats, l'usage des espaces et le contexte environnant de l'édifice. Ainsi selon Givoni, nous pouvons résumer ces objectifs en trois fonctions principales<sup>35</sup>

#### La ventilation hygiénique :

Elle est indispensable sous toutes les conditions climatiques, car elle vise à maintenir la qualité de l'air dans le bâtiment à un niveau minimum par un renouvellement régulier de l'air intérieur vicié par un air neuf, dans le but d'éviter l'excès du taux de dioxyde de carbone, de polluants et d'odeurs désagréables, et d'assurer la quantité d'oxygène nécessaire pour la respiration. Elle est quantifiée par le taux de renouvellement d'air dans un espace donné.

#### La ventilation du confort thermique :

Elle contribue au confort thermique en augmentant les pertes de chaleur du corps par convection naturelle, en évitant l'inconfort dû à la moiteur de la peau. Elle est en fonction de la température et de l'humidité relative de l'air à

<sup>35</sup> Givoni B, L'homme, l'architecture et le climat. Paris. Edition du Moniteur.1978, 460 p.

## Approche de durabilité et de simulation

l'intérieur du bâtiment, et définie principalement en termes de "vitesse de l'air" plutôt qu'en termes de "renouvellement d'air".

### La ventilation de rafraîchissement :

Ce que Givoni nomme "le refroidissement de la structure du bâtiment" (Givoni, 1978). Lorsque la température à l'intérieur d'un bâtiment est supérieure à celle de l'extérieur, l'air pénétrant de l'extérieur se mélange avec l'air intérieur, ce qui permet de le rafraîchir par échanges de chaleur basés principalement sur la convection. Le degré de rafraîchissement est en fonction du gradient de température intérieur-extérieur. Dans ce cas, c'est la température de l'air qui est importante, car l'air extérieur doit être plus frais que celui de l'intérieur.<sup>36</sup>

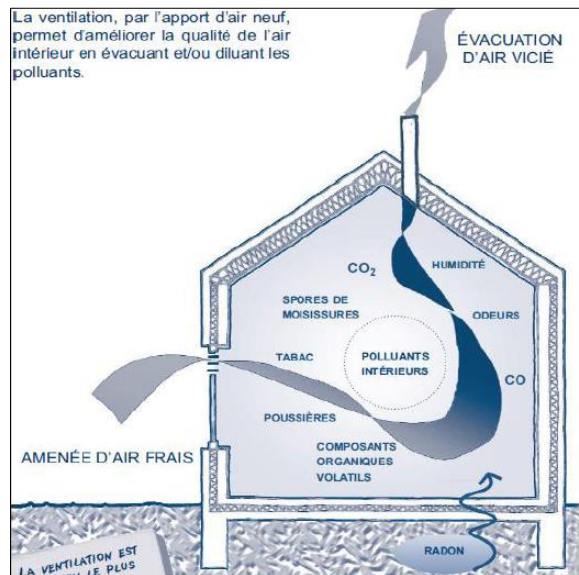


Figure 77: les polluants de l'air intérieur dans une habitation.

Source : [www.energie.wallonie.be](http://www.energie.wallonie.be)

### 6.2.4.5. Comportement thermo-aéraulique à l'intérieur d'un édifice :

L'écoulement d'air à l'intérieur d'un édifice dépend principalement de : l'orientation de l'édifice par rapport aux vents dominants, la position et la dimension des ouvertures, la présence d'obstacles (cloison, mobilier...) et la géométrie de l'espace intérieur. Une bonne configuration de tous ces paramètres peut contribuer à optimiser la ventilation des espaces intérieurs.

<sup>36</sup> [www.energie.wallonie.be](http://www.energie.wallonie.be)

## Approche de durabilité et de simulation

### 6.2.4.6. Facteurs liés à la conception :

- a. L'orientation par rapport au vent :
- b. Répartition des champs de pression :

Un édifice est comme immergé dans un fluide qui est l'air. Quand cet air s'écoule au voisinage d'un bâtiment, il engendre des « champs de pression » répartie inégalement sur les différentes parois (façades, toiture, terrasse...). Le repérage de ces champs de pression, pouvant être positifs ou négatifs, permet de bien positionner les ouvertures (entrées et sorties de l'air).

Dans la coupe ci-dessous, on voit bien que le côté face au vent est en surpression et l'autre est en dépression.

La toiture est partagée en deux lorsqu'il y a deux pans : dans le vent, en surpression, sauf à proximité du faîtage et sous le vent en dépression.

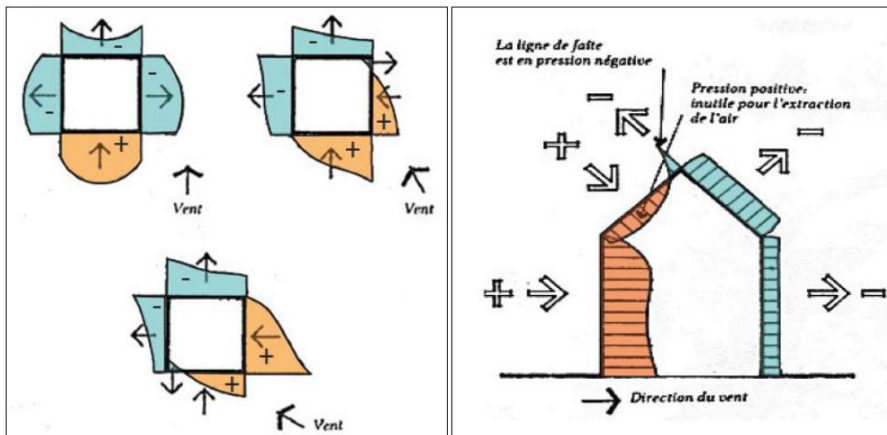


Figure 78 : repartirions des champs de pression, en plan à gauche et en coupe à droite (Izard, 2006)<sup>37</sup>

### c. Position et dimensions des ouvertures :

### d. Position des ouvertures :

La ventilation d'un espace intérieur nécessite la mise en relation d'un champ de pression positif (côté face au vent en surpression) avec un autre négatif (côté protégé du vent en dépression) par un positionnement approprié des ouvertures de manière à créer naturellement un écoulement d'air (ventilation traversant) à l'intérieur de cet espace.

<sup>37</sup> Izard J L, la ventilation naturelle des bâtiments, PDF, EnviroBAT-Méditerranée, Août 2006.

## Approche de durabilité et de simulation

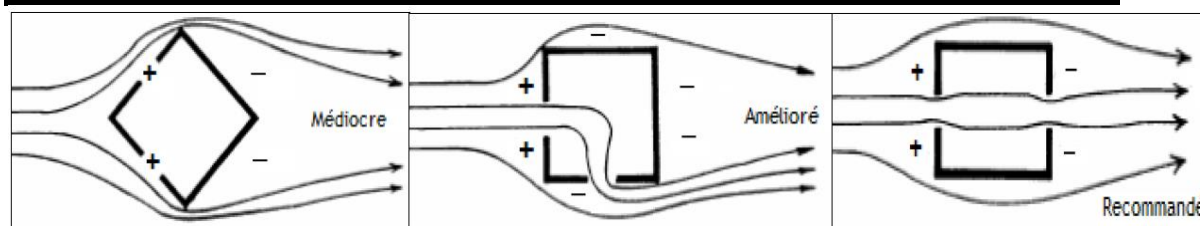


Figure 79: influence du positionnement des ouvertures, ventilation traversante (Pacer, 1996)<sup>38</sup>.

Dans les cas d'une façade à simple exposition, il faut créer une différence de pression, soit par une disposition asymétrique des ouvertures, soit par une orientation oblique des parois par rapport à la direction du vent.

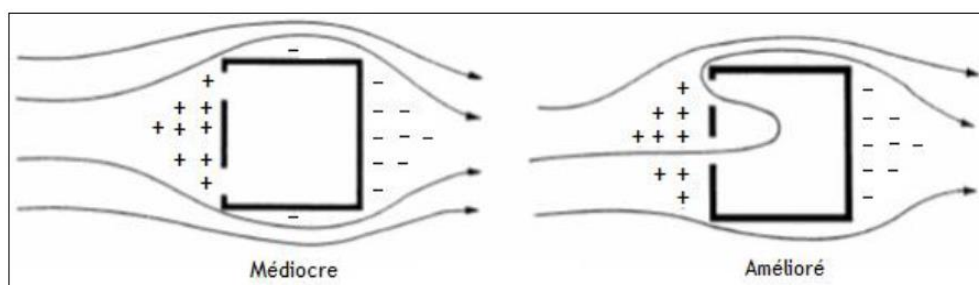


Figure 80 : influence du positionnement des ouvertures, ventilation mono latérale (Pacer, 1996)

Bien entendu, une ventilation traversant (ouvertures sur les deux faces opposées ou adjacentes) est nettement plus efficace qu'une ventilation à simple exposition (ouvertures sur une seule façade), en termes de débit et de taux renouvellement d'air.

La différence de hauteur entre les ouvertures est très importante, car il faut les positionner de telle sorte à créer un décalage en hauteur entre les entrées d'air (partie basse) et les sorties d'air (partie haute) pour induire une ventilation ascendante via l'effet thermosiphon.

La vitesse et le débit d'air diffèrent selon les niveaux, la vitesse du vent étant plus importante en hauteur, l'écoulement d'air est plus efficace à l'intérieur des niveaux supérieurs.

La hauteur des ouvertures doit être ajustée selon l'usage de l'espace (bureau, salle de sport, classe...), et éviter tout inconfort thermique ou mécanique local

- <sup>38</sup>Pacer, "Architecture climatique équilibrée Conception, démarche et dimensionnement", Office fédéral des questions conjoncturelles, Berne, 1996.

## Approche de durabilité et de simulation

(envolement des feuilles sur un bureau, zone humide...). La présence d'obstacles (cloison, mobilier...) influence l'écoulement d'air en créant des zones de dépression et de surpression à l'intérieur de l'espace. . (Voir figure 81)

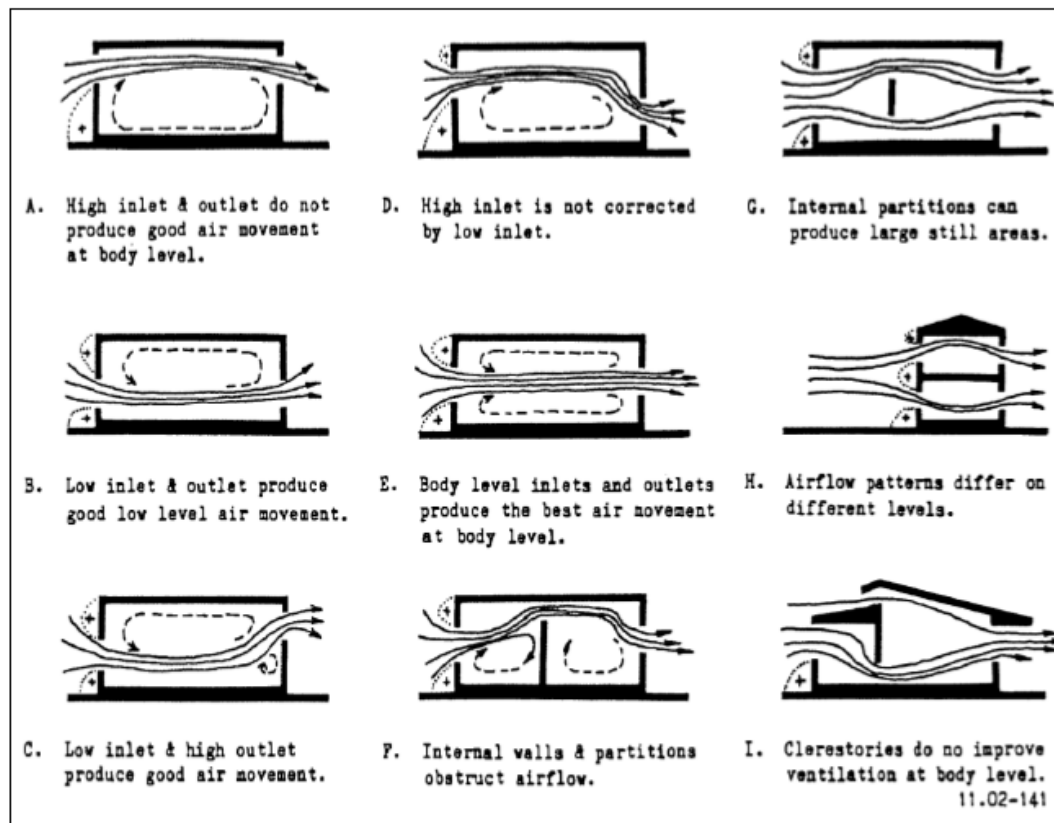


Figure 81 : influence du positionnement des ouvertures en coupe (design manual 11.02, 1986) <sup>39</sup>

### e. Dimensions des ouvertures :

Il est admis couramment que les entrées et les sorties d'air doivent avoir la même taille pour optimiser le renouvellement d'air, mais l'expérience montre que dans le cas d'ouvertures identiques, la perte de charge maximale a lieu au niveau de l'ouverture de sortie (élargissements brusques, ouverture sur l'extérieur).

En conséquence, il est recommandé, quand cela à un sens, des ouvertures de plus grandes dimensions en sortie.

<sup>39</sup> Design Manual 11.02, "Natural ventilative cooling of building", department of the navy, USA, 1986.

## Approche de durabilité et de simulation

### f. Configuration des espaces intérieurs :

La répartition des espaces intérieurs (cloisonnement) et le type de relations (portes, couloir, cage d'escalier...) qui existent entre les différents volumes d'air qui constitue l'intérieur du bâtiment sont deux paramètres très déterminants dans le comportement thermo-aéraulique de celui-ci. La position des cloisons et du mobilier par rapport aux ouvertures doit être étudiée de telle sorte à éviter d'entraver la circulation de l'air à l'intérieur des espaces.

### g. Influence des cloisons (obstacles intérieurs)

Les cloisons intérieures (et parfois le mobilier) constituent des obstacles intérieurs pour l'écoulement d'air, car elles réduisent sa vitesse (pertes de charge) et modifient la distribution des flux (contournement de l'obstacle et décollement) dans les cas où l'usage de l'espace le permet le plan « libre » offre la situation la plus optimale.

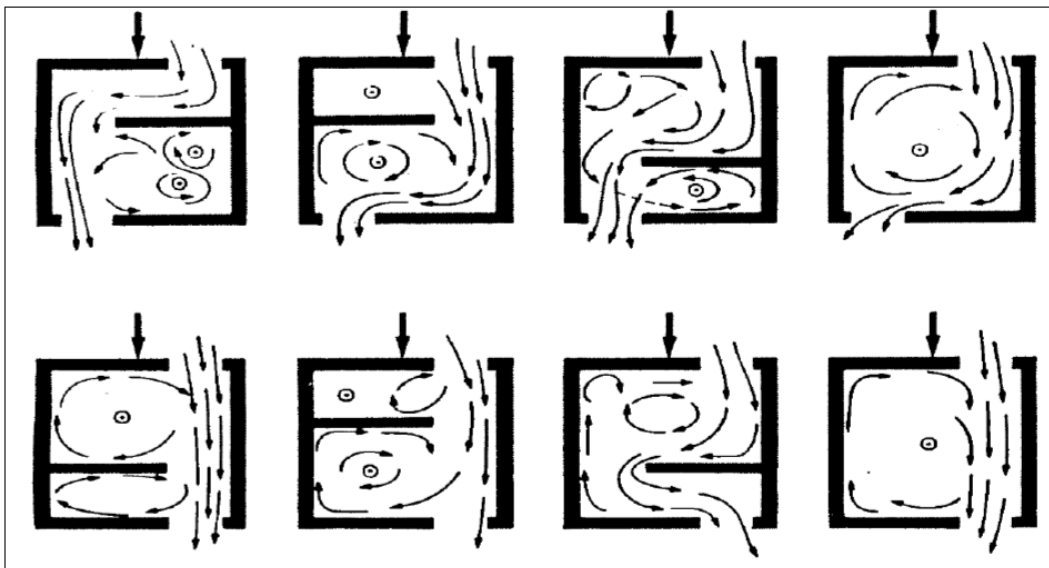


Figure 82 : Influence des cloisons (design manual 11.02, 1986)

### h. Effets liés à la végétation :

La taille et le type de la végétation ainsi que sa disposition permettent de contrôler et de diriger les flux d'air en créant des zones de surpression et de dépression dans le but de répartir ou au contraire de canaliser le vent afin de renforcer la ventilation naturelle. La végétation (haies et arbres à feuillage persistant ou caduques...) peut être utilisée, pour freiner les vents dominants en hiver et modifier leur profil d'écoulement pour canaliser les brises en été.

## Approche de durabilité et de simulation

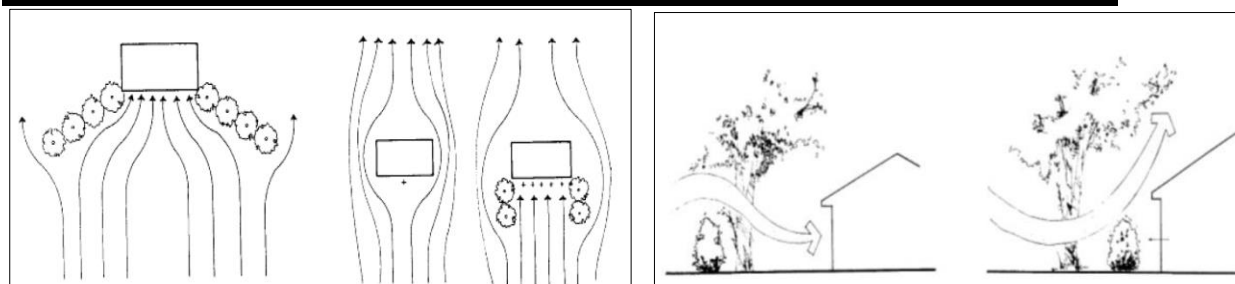


Figure 83 : canalisation de l'écoulement d'air par l'agencement des arbres (Pacer, 1996)<sup>40</sup>

Les haies végétales peuvent jouer le rôle de déflecteurs, car positionnées à côté des ouvertures orientées parallèlement à la direction des vents, elles créent des zones de surpression qui permettent de rediriger les flux d'air à l'intérieur de l'édifice. Cependant, une végétation mal positionnée peut générer des effets désagréables<sup>41</sup>.

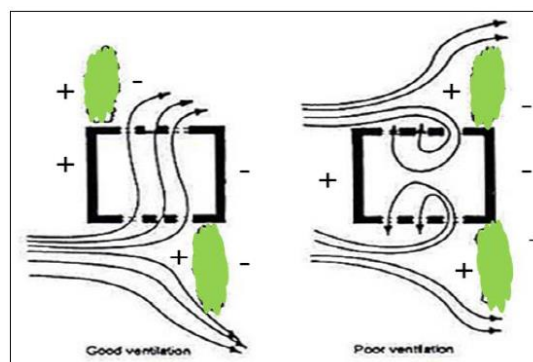


Figure 84: utilisation de la végétation pour améliorer la ventilation naturelle (Allard, 1998)

Un sol végétal libre d'obstacles et ombré par des arbres rafraîchit les brises estivales par évapotranspiration des plantes avant de pénétrer le bâtiment.

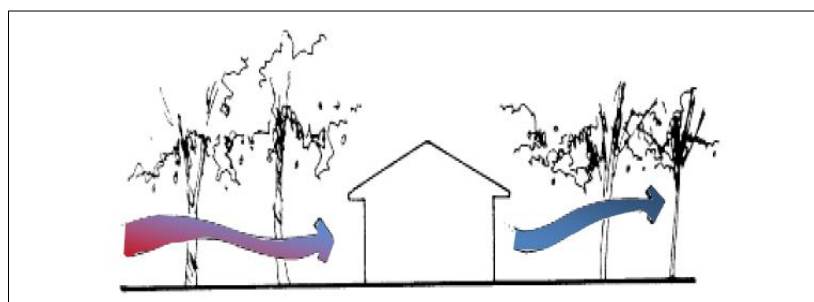


Figure 85 : rafraîchissement de l'air par la végétation (pacer, 1996)

### i. La maîtrise de l'énergie est un enjeu majeur de la ventilation :

La ventilation représente un grand pourcentage des déperditions énergétiques de nos bâtiments, et ce ratio va croître avec l'augmentation des isolations thermiques et le renforcement des textes réglementaires. Il est donc important d'adapter au mieux la ventilation afin d'avoir un équilibre entre la qualité d'air intérieur et les déperditions énergétiques. Pour y répondre, il faut

<sup>40</sup>Pacer, "Architecture climatique équilibrée Conception, démarche et dimensionnement", Office fédéral des questions conjoncturelles, Berne, 1996.

<sup>41</sup>Allard F ed. Natural ventilation in buildings — a design handbook. London, James & James, 1998

## **Approche de durabilité et de simulation**

---

agir sur la limitation des déperditions énergétiques et le confort d'été sans oublier de garantir la qualité de l'air intérieur.

### **Conclusion:**

Pour concevoir un système de ventilation exclusivement naturelle, il faut assimiler les principales forces motrices de la ventilation naturelle la pression du vent et le tirage. Ces forces commandent l'entrée de l'air et son déplacement dans un bâtiment, et peuvent être combinées en fonction des besoins pour concevoir un système optimal de ventilation naturelle.

#### **6.2.4. Cadre empirique :**

##### **6.2.5.1 Les dispositifs utilisés pour le assurer une ventilation naturelle du projet de la banque à Bellil :**

Le choix d'une stratégie de ventilation naturelle est intimement lié aux contextes climatiques de l'édifice, celui-ci détermine quels sont les objectifs recherchés. Ainsi nous pouvons inscrire un système de ventilation naturelle, selon ses fonctions (Givoni, 1978), dans trois principales stratégies : hygiénique, de confort thermique et de rafraîchissement.

#### **Les données climatiques aident à la ventilation :**

Le vent est un enjeu majeur pour le mouvement d'air intérieur.

Le vent chargé de sable.

La grande vitesse du vent.

Extérieur chaud et sec.

#### **Les exigences.**

Renouvellement d'air intérieur suffisant grâce aux dispositifs naturels.

Un rafraîchissement et humidification de l'air ambiant.

Une solution passive de filtration d'air pollué par des grains de sable.

#### **Les dispositifs :**

Le plan d'eau côté sud pour rafraîchir l'air chaud (le siroco).

## Approche de durabilité et de simulation



Figure 86 : le plan d'eau à l'extérieur côté sud photo 3d Autodesk

Le microclimat du patio au centre du projet comme un capteur du vent frais du nord pour une ventilation rafraichissante en été et comme cheminier solaire en hiver, aide à circuler l'air intérieur.

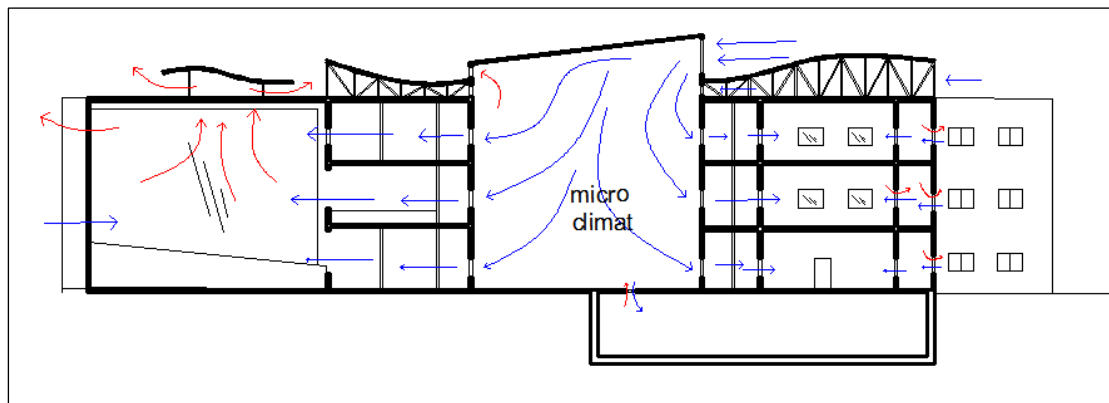


Figure 87 : coupe présente le mouvement de l'air à l'intérieur du projet (hauteur)

La végétation : le choix des arbres persistants pour la protection contre les vents dominant et les vents saisonniers. Toitures végétalisés.

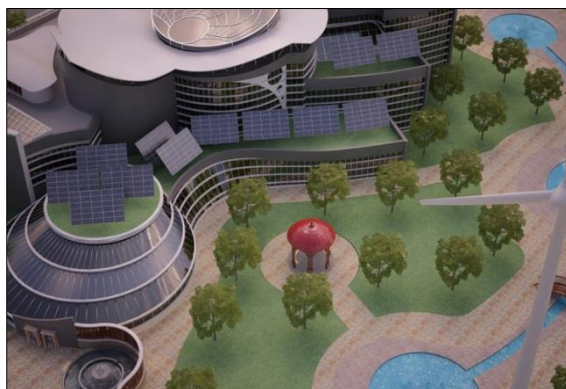


Figure 88 : vue de l'extérieur côté sud



Figure 89 : vue de toiture végétalisé

## Approche de durabilité et de simulation

Système d'automatisation de l'ouverture de fenêtre : Les conditions pour avoir un renouvellement d'air correct avec ce système sont contraignantes, l'ouverture des fenêtres devant se faire à un rythme régulier non improvisé.



### 6.2.5.2 La simulation :

Logiciel de simulation choisi : Energie plus :



Dans le cadre de ce travail, notre choix s'est porté sur **EnergyPlus™** (un programme de simulation thermique et énergétique des bâtiments) développé par le DOE (Department of Energy, États-Unis).

Choix d'échantillon étudié :

Un bureau au RDC orienté sud avec une surface de 30m<sup>2</sup> (5x6) pour une seule personne de hauteur de 4 m.



Figure 90: plan de RDC

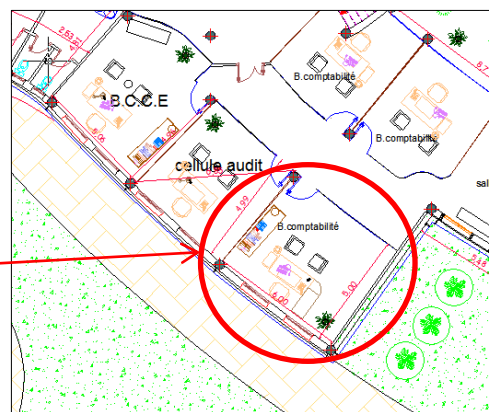


Figure 91 : le bureau choisi -photo autocad 2014-

# Approche de durabilité et de simulation

## Les objectifs de simulation :

**Cas 01** : vérification du rôle d'isolation des murs extérieurs et les dispositifs de confort thermique adopté à savoir : la façade ventilé côté sud la toiture végétalisée sur le renouvellement d'air par l'ouverture des fenêtres.

**Cas 02** : la période de renouvellement d'air par heure selon la grandeur de la fenêtre.

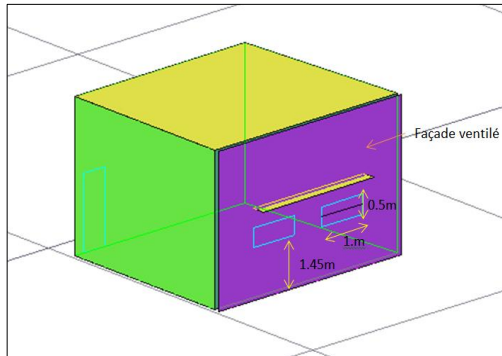


Figure 92 : B. avec grandes ouvertures

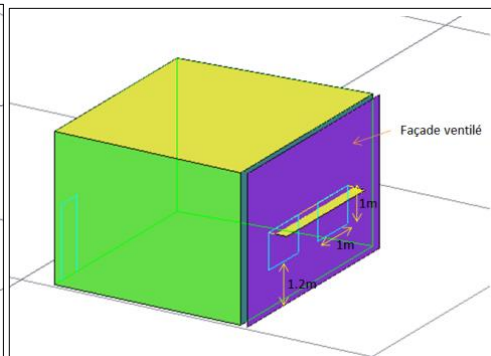


Figure 93 : bureau avec petites ouvertures

Le besoin de ventilation pour un bureau d'une seule personne est : 25 m<sup>3</sup>/h

Vérification de l'effet de la ventilation sur une la pièce- cas initial- durée de ventilation ou les deux ouvertures sont ouvertes : graph 01 sans ventilation graph 02 avec ventilation.

### Cas amélioré :

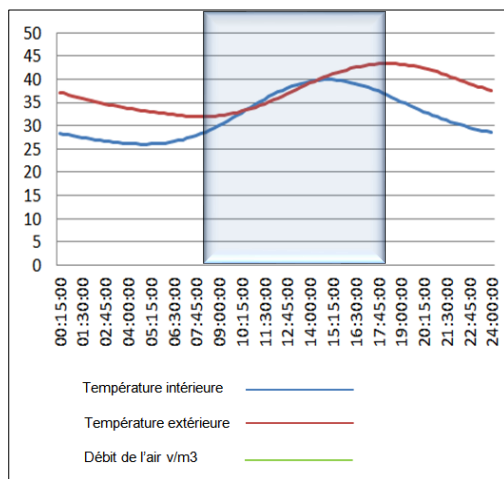


Figure 94 : graph 01 température extérieur intérieur

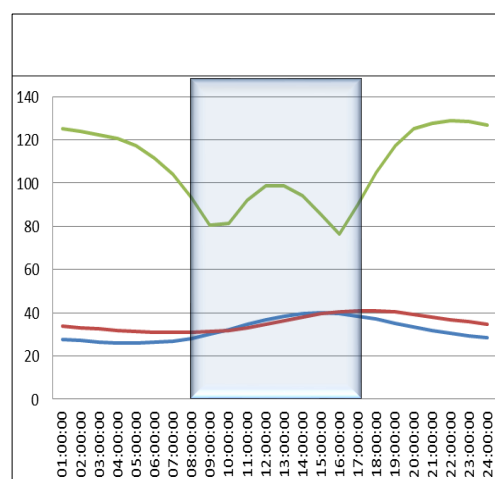


Figure 101 : graph 01 température et débit d'air

À travers ces graphs on remarque une diminution au niveau de la température extérieur de 44° avant ventiler l'espace jusqu'à 40 après, et on trouve que la température l'intérieur ne change pas. Pour le débit de l'air la

## Approche de durabilité et de simulation

courbe dans le graph 01 représente un renouvellement d'air irrégulier de différence de  $30 \text{ m}^3$  par heure chaque trois heures.

Donc la ventilation ne joue aucun rôle sur le rafraîchissement de l'intérieur.

### Cas amélioré :

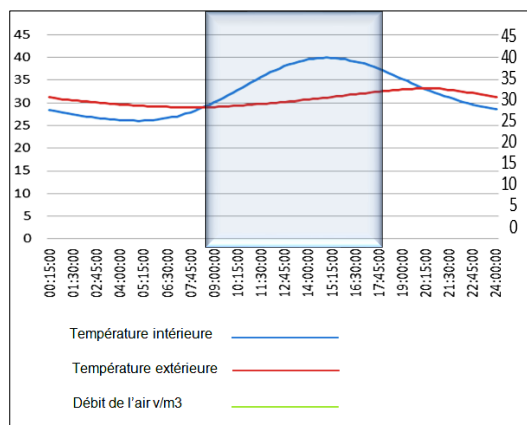


Figure 95 : graph 03 la température

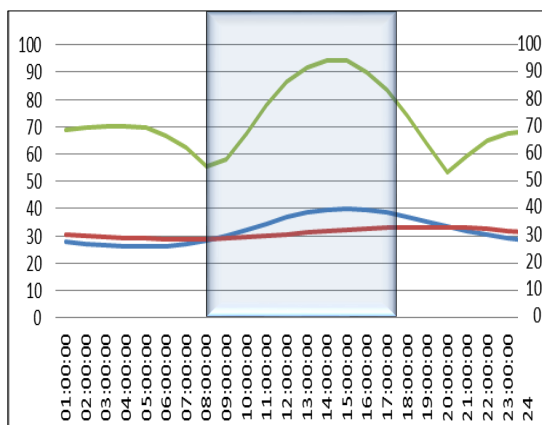


Figure 96 : graph 04 la température et débit d'air

À travers ces graphes on remarque une diminution de la température intérieure de  $34^\circ$  jusqu'à  $32^\circ$  pendant la ventilation, et le débit de l'air est entre 60 à 95  $\text{m}^3/\text{h}$

On constate après cette comparaison que la différence de la température intérieure et extérieure grâce à l'isolation thermique aide à créer une ventilation suffisante et homogène pendant la période de travail 08 :00 jusqu'à 17 :00

Simulation 02 : La période de renouvellement d'air par heure selon la grandeur de la fenêtre.

Dans les deux cas : la ventilation est de 20 minutes par chaque heure

## Approche de durabilité et de simulation



Figure 97 : graph 05 ventilation par petites ouvertures Figure 98:graph 06 ventilation par grandes ouvertures

On remarque que le débit de l'air pendant la ventilation par des petites ouvertures dispose sur la même façade un peu grande par rapport à une ventilation par grande ouvertures et on remarque qu'il n'a pas un effet sur le confort thermique.

### Conclusion :

Pour assurer une ventilation suffisante dans une période limitée pour des conditions de confort thermique et des problèmes de climat (vent de sable) d'après cette simulation on peut utiliser des petites ouvertures mieux que grandes ouvertures.

## **Conclusion générale :**

A travers tous les approches, nous avons eu à découvrir plusieurs aspects d'un projet inscrit dans le cadre de développement durable.

Une banque dans le cadre de l'architecture durable, c'est de concevoir une administration bioclimatique, économique à performance énergétique, offrant des espaces de travail confortable, et peuvent être durable.

Nous avons essayé le plus possible de composer de façon harmonieuse les différents données du site, les critères de l'architecture durable et les principes de la démarche d'HQE, ainsi que les exigences de la nature et la fonction de la banque, notamment la sécurité, pour pouvoir contribuer ce modeste travail, qui nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances et d'approfondir celles déjà acquises durant tout le cursus universitaire.

En empruntant cette pratique de conception, nous nous sommes rendu compte, au fur et à mesure que nous évaluons dans le travail, que notre mission se devisait en deux cadres interdépendants :

La réalisation d'une conception architecturale en tenant compte de l'intégration du projet dans son assiette, du fonctionnement et de l'esthétique.

L'intégration de la conception dans son environnement climatique, avec respect de ces derniers.

En fin, nous espérons d'une part avoir atteint notre objectif et d'autre part ce que nous avons présenté peut offrir un plus aux promotions futures.

## Les ouvrages :

- {01} DOMINIQUE. G, M., 2008. (L'architecture écologique), LE MONITEUR ,2008.
- {02} DIRIGE PAR YEVETTE, V, et REMAND, L, G, (l'atlas des villes durable), Collection Atlas / Monde.
- {03} HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005. (Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Observatoire des énergies renouvelables), Paris, 2005.
- {04} FERRY.J (Performance thermique et choix des matériaux d'isolation). LYON, Mise à jour janvier 2015
- {05} Félice. E, REVILLA. PH, (guide de l'éco construction), DUNOD, 2011.
- {06} BRIGITTE. Vu, (la maison à énergie zéro) EYROLLERS, 2011.
- {06} (Caractéristiques des produits pour la construction durable- Edition le moniteur), 2014
- {07} Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie(France) (gestion énergétique dans les bâtiments publics), france1999
- {08} HEGGER. M, (construction et énergie: architecture et développement durable), 2011
- {08} GIVONI.B, (l'homme, l'architecture et le climat) Edition du Moniteur, France .1978.
- {08} COURGEY.S, PIERRE Oliva.J, (la conception bioclimatique), Italie, 2012.
- {09} GELGON.T, LUC.L .J, (Aménagement et maintenance des surfaces végétales. 2<sup>e</sup> Edition 2008
- {10} BALCOW.D, SCHITTICH.C, STAIB.G, SCHULER.M, SOBEK.W, (Construction en verre)
- {11} LAVIGNE.P, FERNANDEZ.P, (concevoir des bâtiments bioclimatiques) LE MONITEUR.2009.
- {12} SAMUEL.C-(la conception bioclimatique)-2012
- {13} FLEMAL.J, (architecture et climat)-UCL2000
- {14} GUIDE DES MATERIAUX ISOLANTS ([www.eie43.fr](http://www.eie43.fr))
- {15} Publication Isover Saint-Gobain – Rédacteurs en chef : Erik Blin, Pascal Eveillard – Ont participé à ce guide : E. Blin, F. Chalumeau, S. Charbonnier, Y. Dudognon, L. Ernié, P. Eveillard, G. Guilbert, H. Huguonenc, L. Joret, D.

Lizarazu, P. Maes, L. Pellegrini, N. Voiret (Guide à la thermique du bâtiment ; mai 2007)

!16! Les architectes et le développement durable Rédaction : ecodurable® -  
Coordination : Chantal Fouquet - Maquette : Balthazar Editing - Impression :  
Blanchard Printing Dépôt légal : juin 2004

!17! Végétalisation extensive des toitures ([www.ecovegetal.fr](http://www.ecovegetal.fr))

!18! k.parson. Modélisation du comportement thermique de l'homme  
l'homme et de son habitat, une approche de l'étude du confort, France. 1989

Givoni B, L'homme, l'architecture et le climat. Paris. Edition du Moniteur.1978,  
460 p.

!19! GUIDE DE LA VENTILATION NATURELLE ET HYBRIDE "VNHY"  
Edition de septembre 2010 - Création : [www.beezart.com](http://www.beezart.com)

!20! Allard F ed. Natural ventilation in buildings — a design handbook.  
London, James & James, 1998.

!21! Awbi HB. Ventilation of buildings, 2nd ed. New York, Taylor & Francis,  
2003.

!22! Etheridge D, Sandberg M. Building ventilation — theory and  
measurement. Chichester,

!23! Liébard. A, De Herde. A, Traité d'architecture et d'urbanisme  
bioclimatiques, concevoir, édifier et aménager avec le développement  
durable, Ed. Observer, Paris, France, 2005.776p.

## **Sites d'internet :**

[www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

[www.ragt-energie.fr](http://www.ragt-energie.fr)

[www.constructiondurable.com](http://www.constructiondurable.com)

[www.green-office.fr](http://www.green-office.fr)

<http://www.ecovegetal.fr>

[www.les-energies-renouvelables.eu](http://www.les-energies-renouvelables.eu)

[portail.cder.dz/IMG/article\\_PDF/article\\_a3200.pdf](http://portail.cder.dz/IMG/article_PDF/article_a3200.pdf)

[www.contemporist.com](http://www.contemporist.com)

[www.wattsradiant.com](http://www.wattsradiant.com)

[www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

[www.zinco.be/fr/information-produit-cypecadmep.cype.fr/](http://www.zinco.be/fr/information-produit-cypecadmep.cype.fr/)

## **Sources bibliographiques complémentaires :**

PDAU Hassi R'mel révisé durant l'année 2009

Rapport du POS de la ville nouvelle de Bellil

(ONM Laghouat) : les données climatiques de la région de Laghouat fournies par la station météorologique de Laghouat.

Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public (Mémoire de magister en architecture. MAZARI.M 2012) université mouloud Mammeri de Tizi Ouzou

La ventilation naturelle développement d'un outil d'évaluation du potentiel de climatisation passive à l'aide de la conception architecturale. (Mémoire de maîtrise, université Laval Québec, 2007)

BOUTABA, Samir Djemoui. Confort thermique urbain entre mesure et perception. Mémoire de Magistère en architecture. Biskra : université de Biskra, 2007

(Revue des Energies Renouvelables CISM'08 Oum El Bouaghi (2008) 257 – 264)