

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

Mémoire de projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

Master en architecture

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Présenté par :
Saidi Nabila Abir

Intitulé

**CONCEPTION DURABLE D'UNE SUBDIVISION DE L'URBANISME,
L'ARCHITECTURE ET LA CONSTRUCTION A HAD SEHARY- DJELFA
(L'influence de la position des fenêtres sur le débit d'air à l'intérieur
des bureaux dans le cas d'une ventilation naturelle bilatérale)**

Encadré Par :

Mr : ZeggarAbd El-razzak

Mr : NaiimBenhouhou

Le jury :

Asseli

Mordjani morad

Mebarki ammar

Grade :

M.A.A

M.A.B

M.A.B

Qualité :

Président

Examineur

Examineur

Année Universitaire 2014/2015

Remerciements

- *Je remercie Dieu, de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour la réalisation de ce modeste travail.*

- *Je tiens à exprimer mes vives remerciements et toute la gratitude envers mes enseignants le Professeur ZAGAAR ABDERRAZAK et monsieur NAIM BENHOUHOU pour tous les efforts qu'ils ont déployés et qui ont amené à l'aboutissement de ce travail.*

- *Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui m'ont rendu les choses faciles alors qu'elles étaient difficiles.*

Saidi Nabila Abir

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail en témoignage de mes profondes affections à :

- *ma très chère mère « **RahmaniDjazia** » Affable, honorable, aimable. sa prière et sa bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.*
- *mon très cher Père « **L'HADJ AISSA RAHMANI** »Aucun remerciement ne saurait exprimer l'amour, et le respect que j'ai toujours eu pour lui. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.*
- *ma Grande Mère « **L'HADJA ZOHRA** ».*
- *mes très chers oncles « **ABDELKADER , ABDESSALAM, ABDELMADJID** ».*
- *mes très chères tantes « **Fatna, Yamna, Samira, Dounia, Naima, Aicha et Khadidja** ».*
- *mes très chers frères « **Mohamed Ali, Hamza, Mohamed El-habib, Aissa, Abdallah, Didine, Alexandre, Rida** ».*
- *mes très chères sœurs « **amira, intissar, houda, sabrin, sara, fatima, rahma, nesrine, yousra.** ».*
- *mes très chères amies : **Kheira, Zeineb, Ahlam, Manadia.***
- *Et surtout l'architecte « **Nadour Ben Azouz** ».*

Saidi Nabila Abir

Table des matières	
Résumé	6
Introduction générale	7
Problématique	8
1. Problématique générale.....	8
2. Problématique spécifique:.....	8
L' objectif	8
Structure et organisation de mémoire	8
Méthodes et outils de recherche	9
Chapitre I :Présentation du thème de l'administration et définition des bureaux	11
1. Introduction	11
2. Présentation du thème.....	11
3. Présentation du sujet	11
4. Typologie des espaces bureaux	12
Analyse de deux exemples internationaux.....	14
1. Exemple N 01 : Nouveau bureau de l'Atlantique de Perkins+Will ..	14
2. Exemple N 02 : Le Terry Thomas	19
Synthèse	22
Chapitre II :Présentation de la ville et du site qui est bordé d'une route nationale	24
1. Situation de la ville de Had Sehary et présentation du site	24
2. Etude climatique	25
3. Synthèse	25
Chapitre III :Programme qualitatif et quantitatif de la SUAC	27
1. Introduction	27
2. Le programme qualitatif	27

3. Programme quantitatif.....	30
Chapitre IV :Formalisation du projet et solutions de durabilité	32
1. L'implantation et L'orientation	32
2. L'organisation spatial	33
3. Le volume	39
4. Les façades :.....	40
Conclusion générale.....	48
Bibliographie	49
Liste des figures	Erreur ! Signet non défini.
Liste des tableaux	Erreur ! Signet non défini.

Résumé

Le mémoire du projet de fin d'étude prend le sujet de l'administration sous le thème de développement durable « subdivision d'urbanisme, d'architecture et de la construction durable » au niveau de la ville de Hadsahary-wilaya de Djelfa-. Donc il faut faire une recherche thématique sur l'architecture durable, l'administration et l'espace bureau, afin d'identifier les fonctions, les composants, la forme et plusieurs aspects de ce projet.

Ensuite il est impératif de présenter la ville de Hadsahary et faire une analyse du site et élaborer le programme du projet, finalement en passant de l'idée à la formalisation du projet.

مشروع نهاية التخرج قد تناولت موضوع بعنوان "فرع مديرية التعمير والعمارة والبناء المستدام" على مستوى دائرة حد الصحاري بولاية
 على كل من: التنمية المستدامة
 والعمارة المستدامة والإدارة والمكاتب الإدارية قصد التعرف على
 وبمأن كل مشروع يحتاج إلى أرضية لاحتوائه؛ فانه يتحتم علينا إجراء تحليل لكل ما له علاقة ب
 وفي الأخير خلاصة المباحث السابقة وتجسيد الفكرة الرئيسية في تصميم

Abstract

Our thesis of the study project end has a subject of the administration, under the theme of sustainability "urban subdivision, architecture and construction sustainable" at the city of Had-shary wilaya of Djelfa , so; we did a thematic research on sustainable architecture, administration and office space, to identify the functions, components, shape, and many aspects of this project.

Then we presented the city of hadshary and we did an analysis of it, and we formulated the program of our project, we finally passed to an idea for formalizing our project.

I. Introduction générale

Durant ces dernières années il devient évident que le monde change et on ne peut pas occulter les problèmes qui y ont émergé : des écosystèmes détraqués, des villes qui n'en finissent plus de s'étendre , des montagnes de déchets grandissantes , des écarts de richesse qui se creusent entre le nord et le sud , une terre dont les ressources deviennent insuffisantes et l'apparition de plus en plus de phénomènes météorologiques extrêmes.

La mondialisation a favorisé la surconsommation des ressources. Elle s'accélère avec l'émergence des pays en voie de développement. Ce modèle de croissance pousse à produire et jeter toujours plus de déchets et de polluant. Les produits sont de moins en moins résistants et partent rapidement à la poubelle. Les industriels sont assez ingénieux pour créer des besoins et produire encore et encore. La surconsommation désigne un niveau de consommation situé au-dessus de celui des besoins normaux.

D'après les problèmes qu'on a cités, notre planète a connu un problème de surchauffe, comme solution à l'échelle internationale les chercheurs ont adapté une nouvelle logique qui s'appelle le développement durable.

Le développement durable est à la recherche d'un équilibre entre les piliers (environnemental, social, économique), il touche plusieurs domaines et parmi ces domaines notre domaine d'architecture et du bâtiment, l'architecture durable qui s'intègre dans la vision du développement durable cherche à réduire la consommation d'énergie et la réduction des déchets dans le domaine du bâtiment.

Nous avons réfléchi à concevoir sur des principes tenant de l'architecture durable. Et pour cause : cela signifie non seulement un environnement plus sain mais également de manière plus concrète des économies d'énergie donc sur le long terme des coûts moins importants. Notre volonté de traiter un sujet d'actualité nous a mené à orienter notre réflexion sur un lieu de travail où les employés passent la majorité de leur temps, donc nous allons faire un projet architectural durable avec un climat intérieur sain et confortable pour les employés.

La nature du projet (administration) a une relation directe avec la localisation du terrain (zone administrative). Le choix du site est à HadSehary willaya de djelfa (ville caractérisée par un climat semi-aride)

Problématique

1. Problématique générale

Les informations qu'on a vues dans l'introduction nous laissent poser les questions suivantes :

Qu'est-ce qu'un projet architectural durable ? Pourquoi concevoir un projet architectural durable ? Comment concevoir un projet architectural durable ?

2. Problématique spécifique :

Quel est le processus et les actions qu'on doit prendre en considération pour concevoir une subdivision d'urbanisme, d'architecture et la construction durable ou niveau de la ville de HadShary de point de vue urbanistique, architectural et environnemental ?

L'objectif

L'architecture durable repose sur un ensemble des solutions architectural et technique en vue d'offrir des niveaux élevés de confort et des environnements de vie et de travail confortable et sains sans compromettre la qualité environnementale des générations futures. Les domaines suivants peuvent tous contribué à améliorer la qualité de notre environnement bâti, et pour répondre à la problématique de recherche on à élaborer ces objectifs:

- maîtriser les impacts négatifs du projet sur l'environnement.
- créer des espaces intérieurs qui sont confortables et sains pour les employés.

Structure et organisation de mémoire

Le travail est organisé en cinq chapitres :

Dans le premier chapitre on va essayer de voir les concepts clés de la recherche qui sont : développement durable, environnement, L'architecture durable, Administration, Espace de travail , Bureau

Pour bien comprendre l'organisation (spatiale et fonctionnelle) de notre sujet d'administration on a analysé deux exemples internationaux.

Dans le 2eme chapitre on a fait une analyse contextuelle pour connaitre les caractéristiques spécifiques de la ville de HAD SHARY.

Dans le troisième chapitre on a défini l'analyse qualitative et quantitative pour notre projet.

Dans le quatrième chapitre on a passé à la formalisation de notre projet.

Méthodes et outils de recherche

Pour répondre à notre problématique générale et spécifique, et pour atteindre les objectifs de notre recherche, on a opté pour les méthodes et les outils suivants :

Pour comprendre bien les concepts clés de notre recherche, nous avons fait une recherche bibliographique (les ouvrages, les thèses, les mémoires, les sites d'internet...etc).

Et pour comprendre le passage de l'idée au projet, nous analysons deux exemples internationaux durables.

Et pour connaitreles caractéristique de notre site :on a fait une visite sur le terrain et on a près des photos

La communication avec les directions et la consultationdes documents graphiques de la ville de HadSahary (pdau, pos)



APPROCHE THEMATIQUE




- **Présentation du sujet de l'administration
et définition des bureaux**

Introduction

Présentation du thème

Présentation du sujet

Typologie des espaces bureaux



- **Analyse de deux exemples internationaux**

Exemple N 01 : bureau de Perkins+Will

Exemple N 02 : Le Terry Thomas

Synthèse



Présentation du thème de l'administration et définition des bureaux

1. Introduction

Le thème de notre travail de recherche est l'administration, pour faire la conception de notre espace bureau il faut étudier les notions principales qu'on va utiliser dans notre thème de recherche « l'architecture durable » ce thème et très important dans le domaine de l'environnement, on ne peut pas faire un projet durable sans passer par ce thème.

Le secteur du bâtiment a plusieurs types, donc nous avons basés sur le bâtiment administratif, vu son importance et le besoin de ce type de bâtiment.

2. Présentation du thème

Notre projet est un équipement administratif durable, donc on va définir les notions qui ont une relation avec le développement durable

Développement durable :

On va présenter la définition du développement durable :

« Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. »(Wikipédia, 2013)

Architecture durable :

L'architecture durable est une nouvelle approche de la conception architecturale et la construction qui se concentre sur les technologies de construction écologiques, les énergies renouvelables et l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments.

3. Présentation du sujet

Notre sujet de recherche est un siège de la Subdivision de l'urbanisme, l'architecture et la construction(espace administratif)

Pour mieux comprendre le sujet de l'administration on va voir les différentes définitions :

Définition de l'administration :

Il y'a plusieurs définition pour le concept d'administration et parmi ces définitions :

a-Définition fonctionnelle

Désigne l'ensemble des activités dont le but est de répondre aux besoins d'intérêt général de la population (ordre public, marche des services publics.)

-Tels qu'ils sont définis a 'un moment donné le par l'opinion publique et pouvoir politique.(Vie-publique, 2008)

b-Définition organique

Désigne l'ensemble des personnes morales (état collectivités territoriales, établissementspublic,)et physique (fonctionnaires, contractuels.....) qui accomplissent ces activités(Vie-publique, 2008)

Immeuble de bureaux :

Un immeuble de bureaux est un bâtiment servant essentiellement à héberger des utilisateurs de bureaux quoiqu'il puisse aussi inclure des espaces commerciaux accessoires, des locaux d'entreposage et très souvent des espaces de stationnement.(Wikipédia, 2013)

L'espace de travail (l'espace bureau) :

Il y'a plusieurs définition pour le concept « espace bureau » donc on va montrer ladéfinition suivante :

Définition de l'espace bureau :

Il y'a plusieurs définition pour le concept « espace bureau » donc on va montrer ladéfinition suivante :

C'est le lieu de travail des employés d'une administration.

4. Typologie desespaces bureaux

Il existe plusieurs types d'aménagements du bureau qui sont le résultat de la recherche sur la bonne organisation du travail, ils constituent des solutions favorables d'aménagements pour les besoins spécifiques à chaque équipement (vie publique).

Ilya trois types de bureaux (cloisonnés, paysagers, semi-ouvert), chaque bureau a des caractéristiques spécifiques, on va résumer ces caractéristiques dans le tableau suivant :

		Bureau Cloisonné	Bureau Paysager	Bureau Semi-ouvert
LES CRITERES FONCTIONNELS	Commodité et qualité des communications	Mauvaise communication, car il offre le maximum d'obstacles à la circulation des informations et aux contacts entre les individus.	Meilleure communication, car ce type supprime ces barrières	Meilleure communication, mais avec une commodité légèrement réduite.
	Flexibilité	Offre des possibilités très limitées	Permettent le maximum de combinaisons et d'adaptations, mais le bureau semi-ouvert marque un avantage sur le bureau paysager.	
	Mobilité	Se prête très mal aux modifications, et entraîne toujours des frais de remise en état, des revêtements de sol et peinture, et même lorsque l'on a affaire à des cloisons démontables.	Offre la plus grande mobilité.	Il est tout aussi mobile mais une réimplantation nécessite un certain nombre structurant.
	Sécurité, présentation du caractère secret ou confidentiel de certains travaux.	Le bureau traditionnel fermé remplit parfaitement cette fonction.	L'aménagement paysager est celui qui offre le moins de garanties aux travaux confidentiels.	Préserve bien le « secret des affaires »

Tableau 1 Typologie des espaces bureaux (source l'auteur)

II. Analyse de deux exemples internationaux

Dans la phase de la recherche thématique nous analysons des exemples internationaux pour l'objectif de la connaissance de l'aspect qualitatif des différents espaces d'un projet administratif et leur organisation spatiale, qui répond à des exigences bien définies. Et appliquer la notion de développement durable dans la construction, Cette démarche nous guidera à une réflexion sur l'idée de conception de notre projet.

Notre choix s'est porté sur des exemples qui ont la même taille que notre projet, alors on a choisi les exemples suivants :

- Nouveau bureau de l'Atlantique de Perkins+Will (1315 Peachtree Street)
- L'Immeuble du Terry Thomas

a. Exemple N 01_ : Nouveau bureau de l'Atlantique de Perkins+Will

- **Situation** : 1315 Peachtree Street NE - Atlanta Georgia 30309 - Etats-Unis
- **Architectes** : Perkins + Will
- **la surface** : 7335.3m²

Plan de situation :

1315 Peachtree est une réutilisation adaptée d'une structure 1985 de bureau

Situé au cœur de Midtown Atlanta en face du High Museum of Art, facilement accessible depuis les quartiers de la ville.

Cela permet 30% de leurs employés se déplacent en à pied, à vélo ou en utilisant les transports en commun

Le bureau Perkins + Will Atlanta occupe les quatre étages supérieurs avec 2 niveaux de sous-sol, l'espaces de bureau pour un



Figure 1 Nouveau bureau de l'Atlantique de Perkins+Will (source Archidaily)

— Accès principale. — 1315 Peachtree Street
— Accès secondaire.

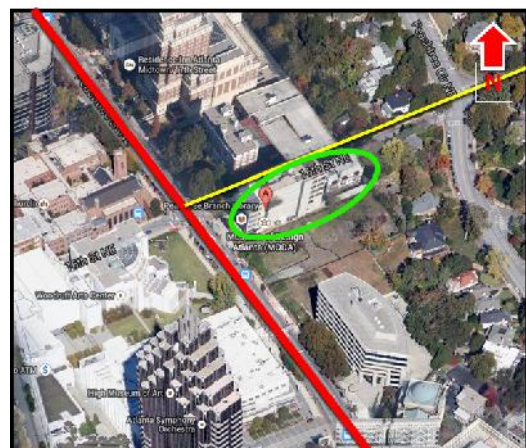


Figure 2 plans de situation (sourcegoogleearth)

maximum de 240 employés.

Plan de masse :

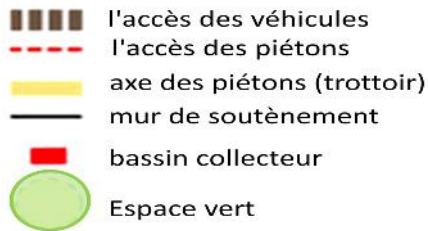


Figure : Plan de masse

Située dans une zone culturelle,

- l'accès principal orienté vers le Sud-ouest, en face de la voie principale d'un grand flux.
- Les 2 accès secondaires orienté vers le Nord-ouest d'après la voie secondaire

Figure 3 plan de masse (source Archidaily)

La composition volumétrique

Le volume simple compact (parallélépipède) avec un petit décrochement dans la paroi Sud-est pour la circulation vertical

L'entrée principale remarquable par la structure du bâtiment

Avec un atrium sur la façade principal dans le 5ème niveau d'un mur-rideau à haute performance et système de vitrage pour éviter de prendre la chaleur solaire et l'éblouissement de l'ouest.



Figure 4 vue en face du bureau (source Archidaily)

Et un système d'ombre de treillis en acier et motorisé protège de soleil pénétrant l'espace.



Figure 5 l'entrée principale(source Archidaily)

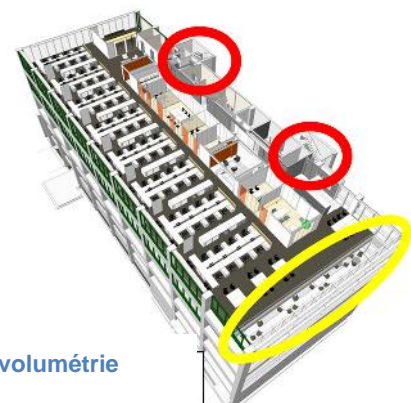


Figure 6 la volumétrie

Analyse des façades

Les façades transparentes, (système de vitrage pour éviter de prendre de la chaleur solaire) sauf la façade sud-est est une façade fermée (aveugle)

La couleur gris clair (structure en béton armé)



Figure 7 façade sud-est (source Archidaily)

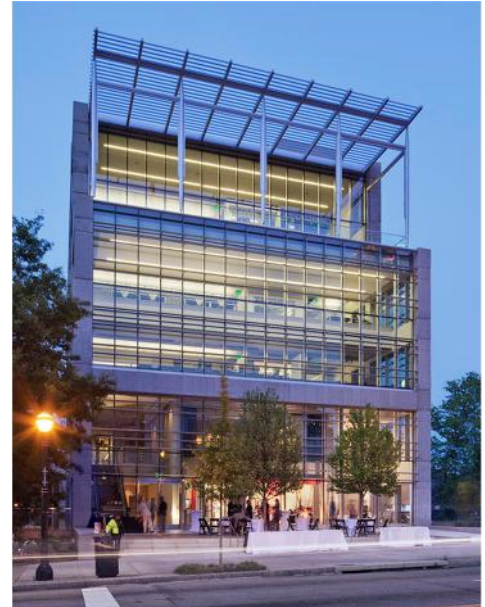


Figure 8 la façade principale (source Archidaily)

Programmation intérieure



Figure 9 coupe 3D

Le **sous-sol** contient de stationnement et d'entretien. Lieux publics, locaux techniques.



Figure 10 plan sous sol

Sur le RDC il se trouve devant l'entrée la réception, une Foyer, et les bureaux d'archives, bureau de directeur, salle de réunion, dépôt, une galerie, Entrée de parking souterrain

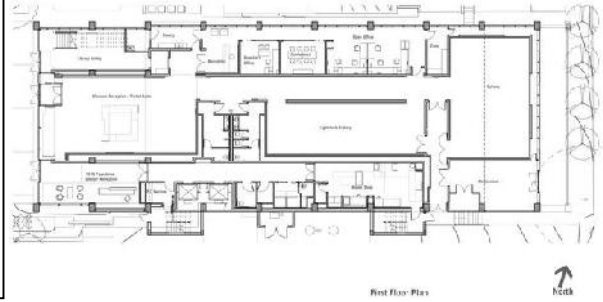
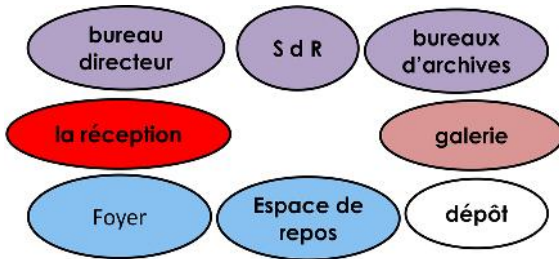


Figure 11 Plan de rez-de-chaussée



Sur ce niveau se trouvent des bureaux (type paysagères et autres de type cloisonnés), Espace collaboratif bibliothèque, Foyer, Cuisine



Figure 14 Plan de 1er étage

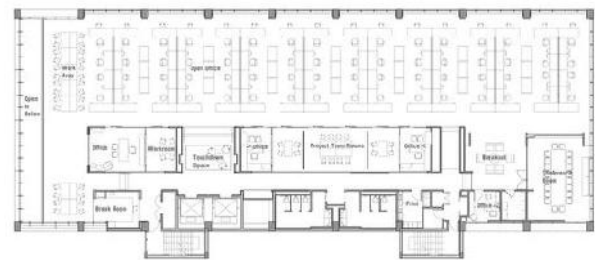
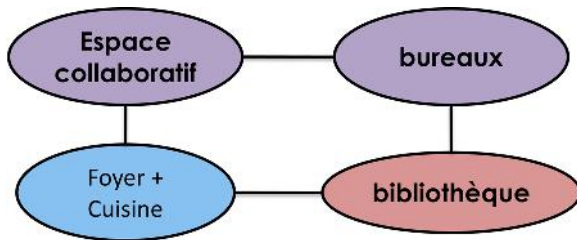


Figure 13 plan de 2eme et 3eme Étages (courant)

- 1 Foyer
- 2 Table de travail
- 3 Espace collaboratif
- 4 salles de conférence
- 5 Salle de réunion
- 6 Cuisine



Figure 12 Plan de 5eme étage

Gestion de l'eau

L'eau de pluie du toit et la terrasse du 5ème étage est capturée et stockée dans une citerne de 10.000 litres souterrain. Il est filtré, traité par rayons ultraviolets, puis pompé à tous les appareils de chasse dans le bâtiment. L'excès d'eau est utilisé pour l'irrigation ou libéré dans les rigoles de drainage biologiques.

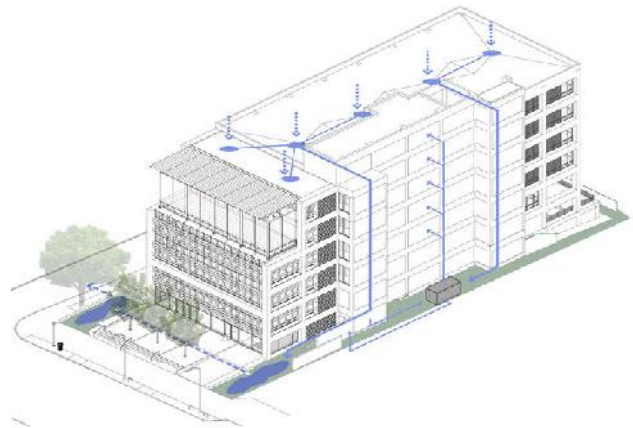


Figure 15 récupération des eaux pluviale (source Archidaily)

Chauffage et climatisation :

L'Utilisation de l'eau plutôt que de l'air pour chauffer et refroidir l'espace. L'eau froide et chaude est pompée à travers de petites nattes capillaires dans les panneaux de plafonds métalliques partout. Ventilation d'air frais vient du système de plancher surélevé qui couvre le sol. En remplaçant grands ventilateurs et conduits avec de petites pompes et de la tuyauterie.



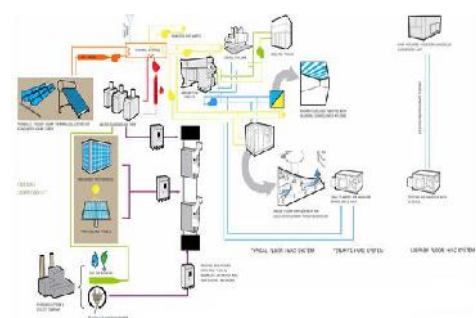
Figure : plancher surélevé avec distribution d'air par le sol

Figure 16 planchers surélevé avec distribution d'air par le sol (source Archidaily)

Gestion de l'énergie :

La production et la distribution d'électricité à partir du réseau électrique a souvent une perte de jusqu'à 65% de transmission. Par la production d'énergie distribuée sur place grâce à un système tri-génération, le gaz naturel comme sources de combustibles primaires pour produire de l'électricité.

Avec des panneaux photovoltaïques sur toit. L'éclairage de projet utilise soit LED ou des lampes T-5 fluorescent pour une efficacité maximale. Suspendus lampes de studio directs / indirects sont contrôlés individuellement avec la lumière du jour



Overview of 1315 Peachtree Street MEP Tri-generation Strategy



7,2kW Photovoltaic Array on Roof

Figure 17 gestion de l'énergie (source Archidaily)

b. Exemple N 02 : Le Terry Thomas

Le défi dans la conception du Terry Thomas était de concevoir un milieu de travail respectueux de l'environnement spécifique place qui permettraient d'améliorer la santé et la productivité des occupants tout en reflétant

la philosophie écologique de ses habitants.

Plan de situation :

Le Terry Thomas est situé dans le quartier de va-et-vient South Lake Union à Seattle, à proximité du centre-ville.

Ce quartier à usage mixte, autrefois une zone industrielle légère, comprend des parcs, des résidences multifamiliales, bureaux et bâtiments industriels légers.

Situé le long d'une nouvelle ligne de tramway.

Le bâtiment a 11410 m² d'espace de bureau sur quatre étages, Le niveau du sol dispose 925 m² d'espace commercial et un restaurant, et d'une cour centrale qui fournit un espace de rassemblement. Parking pour voitures et vélos est disponible sur deux niveaux d'un garage souterrain totalisant 7497 m². Un cabinet d'architectes, une firme de marketing, et une société immobilière occupent l'espace de bureau dans le bâtiment.

Plan de masse

il y a deux accès dans ce projet, L'accès principal dans le côté nord-est de bâtiment et le 2eme accès de secours dans le côté Est . Le bâti plus que le non bâti

Composition volumétrique

Volume simple parallépipède avec un patio au centre



Figure 18 une vue piétonne de la Terry Thomas, à l'angle de l'avenue du Nord et Terry Thomas, rue sud-ouest à la recherche.(source AIA)

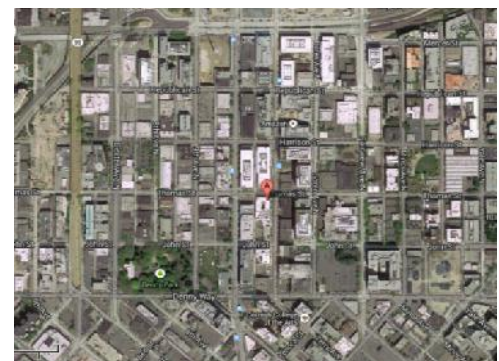


Figure 19 Plan de situation(source AIA)

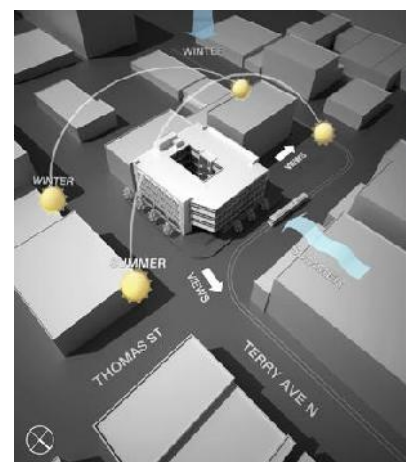


Figure 20 plan de masse(source AIA)

L'entrée principale au coin remarquable par la soustraction du volume dans le coté Nord-Est du projet.

L'orientation : orientée vert **Nord-Est**, Gabarit **R+4**

Les façades :

Façade horizontale libre transparente, pour obtenu le maximum de la lumière naturel (confort visuel)

Le rapport vide est plus que le plein, La Couleur : gris

Matériaux de construction

L'équipe a choisi des matériaux pour leur capacité à servir de multiples fonctions.

La dalle de béton exposé a été polie et utilisée en tant que surface de plancher. La structure de poutre d'acier crénelé, choisi pour la force, à moindre coût, et la matière réduite, a été laissé exposée et peint en blanc, permettant à la lumière et à l'air de circuler.

Panneaux acoustiques montés au plafond doubler réflecteurs comme la lumière.

Panneaux muraux acoustiques fournissent bruit amortissement supplémentaire et d'espace mural pour épinglant croquis.

Les plans

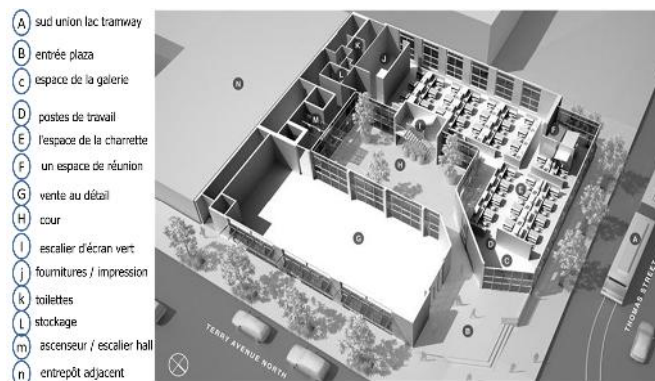


Figure 21 plans de RDC

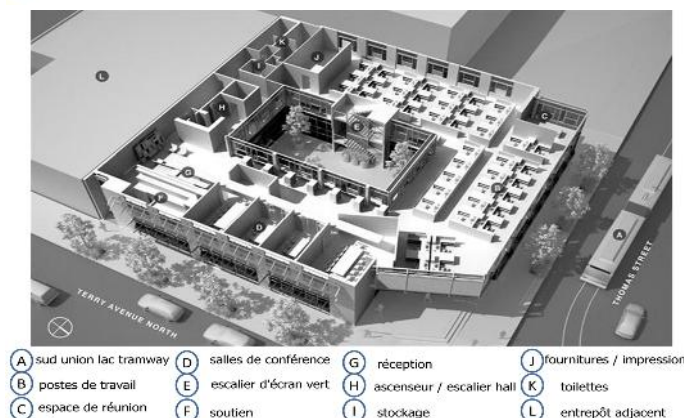


Figure 22 plans de l'étage (Étage courant)

Conception bioclimatique

Chaque façade du bâtiment a été spécialement traitée pour sa plus grande capacité à apporter de l'air frais et la lumière du soleil dans le bâtiment.

En interne, une abondance de fenêtres et la hauteur des cloisons basses dans les stations de travail permettent à la lumière naturelle de pénétrer à l'intérieur des bureaux à la fois à l'extérieur de l'immeuble et la cour en plein air central, facilitant la circulation du flux d'air

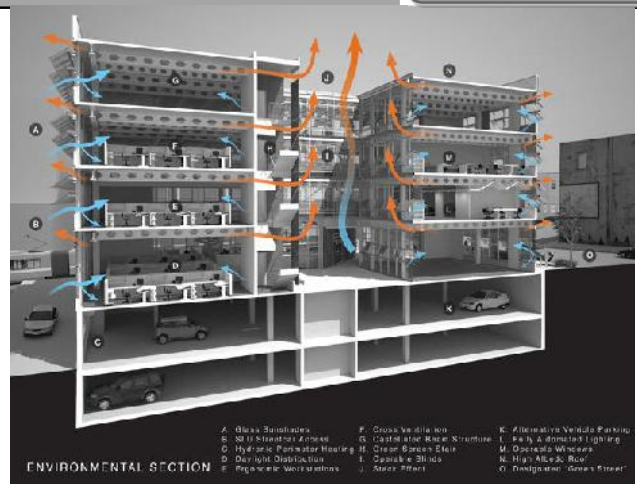


Figure 23 schéma d'écoulement d'air de ventilation naturelle représente la stratégie de conception de refroidissement passif utilisé dans ce projet. (source AIA)

Stratégies de refroidissement passifs ont été utilisés en faveur d'un système de CVC, de réduire les coûts d'énergie et améliorer la qualité de l'air intérieur. Capteurs de CO2 et les thermostats contrôlent le flux d'air à l'extérieur pour fournir de l'air frais au besoin.

Des fenêtres ouvrantes dans tout le bâtiment permettent à l'utilisateur un contrôle supplémentaire de l'environnement intérieur et renforcer les liens avec l'extérieur.

Chaque façade du bâtiment a été conçue pour répondre uniquement à la direction du vent, l'angle solaire,

Les façades Est et ouest sont équipées de fenêtres à vitrage réduite perforées et protégées par des parasols de verre et d'acier fixes pour réduire le gain de chaleur solaire.

Stores vénitiens extérieurs contrôlés par un capteur sur le toit de mesurer l'angle de niveau et la lumière du soleil pour ouvrir, fermer et ajuster si nécessaire, en réduisant l'éblouissement et le rayonnement solaire direct sur le sud et les façades de la cour ouest.

L'éclairage naturel à des niveaux qui permettent la lumière pour être hors tension pendant les heures de clarté : 94%



Figure 24 une photo de l'ordinateur automatique volets et un schéma en coupe de la paroi environnementale. (source AIA)



Figure 25 une photo des ombrelles de verre et un schéma en coupe de la paroi environnementale (source AIA)

Synthèse

Après l'analyse des exemples, nous résumons les principaux points à prendre en considération:

- l'orientation du bâtiment vers la voie principale (fluxfort)
- Volume compacte
- La mise en valeur de l'entrée par deux façons différentes :
 - Ex1 : l'entrée apparente par la structure du bâtiment
 - Ex2 : l'entrée est apparente par la soustraction du volume d'angle
- les façades libres transparentes.
- L'organisation spatiale : linéaire ou centrale
- Circulation verticale :
 - Ex1 : l'extrémité du côté Est
 - Ex2 : dans le centre du bâtiment
- Circulation horizontale :
 - Ex1 : spatiale (planaire)
 - Ex2 : autour du patio
- Type des bureaux dans les deux exemples : paysagers et cloisonnés
- L'utilisation des solutions passives :
 - Ex1 : une véranda dans les façades principales(sud) pour assurer le confort thermique
 - Ex2 : Stratégies de refroidissement passif à partir du patio



APPROCHE CONTEXTUELLE



Présentation de la ville et du site

**Situation de la ville
présentation du site
Etude climatique
Synthèse**



III. Présentation de la ville et du site qui est bordé d'une route nationale

a. Situation de la ville de HadSehary et présentation du site

Had-sahary est une commune située au nord-est de la wilaya de Djelfa en Algérie et compte environ 20 000 habitants.

Elevation: 832 meters
 DD : 35.3509759 3.3504975
 DMS : 35° 21' 3.513" N 3° 21' 1.791" E
 GPS : 35 21.059 3 21.030

Le site d'intervention occupe une position très importante sur la route national N89 qui relie Had-shary à Ain-oussera, et qui caractérisé par un flux fort.



Figure 26 carte de la willaya de djelfa (source wikipédia)

La situation :

Notre site est situé dans la partie Nord-ouest de la ville

Il est limité par :

L'Est : La daïra / Sud : RN 89

Ouest :Oued / Nord : limite naturel

La forme :est régulière rectangulaire.



Figure 27 plan de situation(sourcegoogleearth)

Les dimensions du terrain : L :

110M/l : 70M, La superficie : 7700

M²

Topographie : le terrain est

totalemment plat

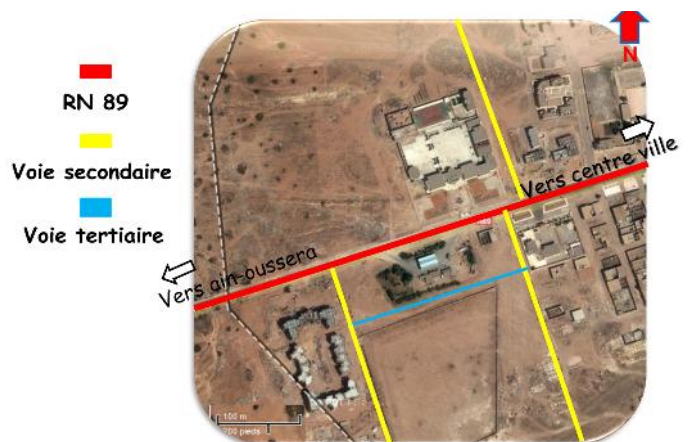


Figure 28 l'accessibilité du site (source googleearth)

b. Etude climatique

La zone est caractérisée par un climat semi – aride , climat sec et chaud en été et froid en Évier

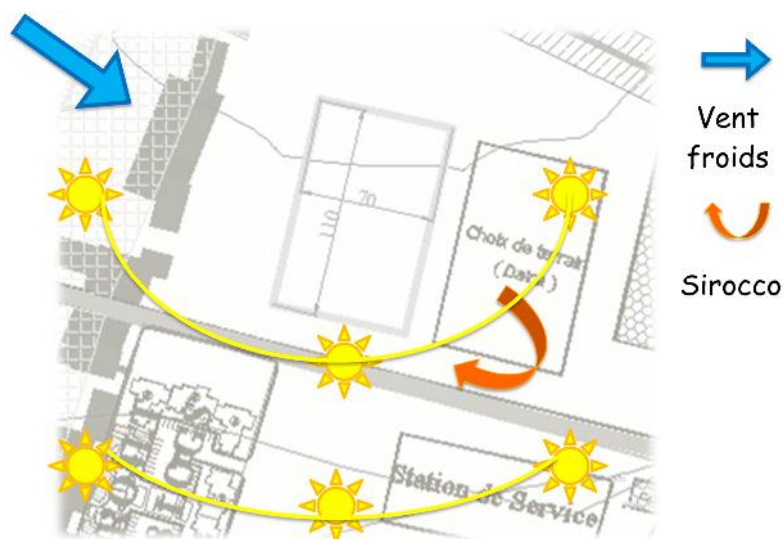


Figure 29 les données climatiques(sourcePdaude HadShary)

c. Synthèse

Le côté sud de la parcelle est bordé par la RN89, donc on va orienter l'entrée principale à travers ce côté.

Cette bonne orientation nous permet d'utiliser des solutions passives et donne le meilleur compromis entre apports de chaleur et apports lumineux en toute saison (apports solaires d'hiver facilement maitrisables à l'été).

Notre site est situé dans une zone semi-aride qu'elle est caractérisée par un climat sec et chaud en été, froid et humide en hiver, alors nous allons travailler sur l'étude et l'amélioration du confort thermique et la ventilation dans la conception de notre projet.



APPROCHE PROGRAMMATIQUE



Programme qualitatif et quantitatif de la SUAC

Introduction

Programme qualitatif

Programme quantitatif

IV. Programme qualitatif et quantitatif de la SUAC

a. Introduction

Le programme est une partie importante dans la conception architecturale, Cela devra donc nous permettre de déterminer les exigences qualitatives et quantitatives de notre projet, qui assureront une formalisation d'un ensemble architectural cohérent répondant à toutes les contraintes.

Le rôle fondamental que joue la programmation dans l'expérience architecturale : l'organisation des activités quotidiennes et la qualité du milieu bâti, au-delà de l'élaboration de normes prescriptives, sur l'identification des enjeux organisationnels, écologiques et culturels que soulève un projet d'architecture, en lien avec les contraintes et les défis que posent l'adaptation de types architecturaux existants.

D'après cette approche on a élaboré un programme qualitatif et quantitatif :

b. Le programme qualitatif

Ce qui concerne la qualité, la nature des choses.

La subdivision de l'urbanisme de l'architecture et de la construction instituée par les dispositions de l'article 1er de l'arrêté interministériel du 22 avril 1998 est chargée de mettre en œuvre, au niveau local, la politique d'urbanisme et construction, elle comprend les services et les bureaux suivants :

1- Le service de l'urbanisme :

- a) Le bureau des instruments d'urbanisme.
- b) Le bureau de l'encadrement et de la promotion foncière et des aménagements.
- c) Le bureau des actes d'urbanisme et du contrôle.
- d) Le bureau de l'architecture.

2- Le service de la construction :

- a) Le bureau des études des normes de construction.

b) Le bureau de la réglementation technique et de la qualité de la construction.

c) Le bureau des systèmes et des composants.

3- Le service de l'administration et des moyens :

a) le bureau de la gestion des personnels.

b) Le bureau du budget et de la comptabilité et des moyens généraux.

c) Le bureau des affaires juridiques et du contentieux.

L'accueil (hall d'entrée)

Il représente le premier espace que le visiteur doit franchir avant d'accéder aux autres fonctions. C'est un espace à la fois de transition entre l'intérieur et l'extérieur, mais aussi l'espace qui regroupe tous les éléments qui permettent au public de se retrouver au sein de l'équipement, de s'orienter, de s'informer, et de se diriger vers les différents lieux de leurs choix. Ainsi, il devrait être flexible, et surtout transparent.

Les bureaux

Ce sont des espaces qui répondent au thème principal de notre projet. Ils se présentent sous forme rectangulaire et se structurent fonctionnellement par un système de cloisonnement à la demande et suivant la taille du projet, Ces espaces doivent recevoir un aménagement spécifique combinant les différents paramètres qui associent comme le choix :

- Des formes : cloisons, mobiliers, postes de travail.
- La mise en place d'un éclairage adéquat et d'une bonne acoustique.
- La couleur des matériaux doit coïncider avec le type d'éclairage utilisé pour créer une certaine ambiance et harmonie des traits à l'intérieur de l'espace, mais surtout assurer un meilleur confort aux usagers, afin de permettre un meilleur rendement du travail.

Salle de réunion

C'est un espace de différentes capacités (12 personnes, 24 personnes,...) destiné à réunir ou à rassembler les employés avec le directeur, pour une meilleure prestation et confort des usagers, l'espace doit surtout répondre aux contraintes

acoustiques et visuelles (assurer un bon éclairage, et une meilleure organisation du mobilier dans l'espace).

La circulation :

Espace de dégagement et distribution, c'est le lien entre les espaces composants dans notre projet, on distingue deux types de circulation :

Verticale (escaliers) : mise en place aux extrémités.

Horizontale : autour d'un élément central, elle doit être large et bien éclairée, permet de relier les différents espaces avec l'élément central

Programme qualitatif

Espace	Usagé	Activité	L'éclairage	Couleur
Réception	Public	Renseignement	1000 Lux	couleurs claires
Bureaux	Les employés	Pièce destinée au travail intellectuel ou à la réception des clients, des visiteurs	750 lux	Couleurs claires pour les plafonds, murs et plans de travail
Salle de réunion	Membres de la société	Débat	750 lux	couleurs claires pour les plafonds, murs et plans de travail

Atelier	Architecte, dessinateur, artiste.	Dessin, conception	500 lux	Couleurs claires pour les plafonds, murs et plans de travail
Archive	Les employés	Stockage des fichiers administratif	200 lux	Couleurs claires
Cafétéria	Les employés	Loisir et détente	500 lux	Couleurs claires pour les plafonds, murs

Tableau 2 Programme qualitatif (source l'auteur)

c. Programme quantitatif

Espace	Nombre	Mobilier	Dimensions	Surface totale du projet
Réception	1	Comptoir, Les chaises	300 m2	739 m ²
Bureaux	10	Poste de travail, Les armoires	9 m2 pour 1 personne, 12 m2 pour 2, 21 m2 pour 3	
Salle de réunion	1	Table de réunion, Tableau murale d'affichage, Les armoires	45 m ² pour 6 personne	
Atelier	2	Les tables, Les chaises, Les armoires	21 m ²	
Archive	3	Les armoires	8 à 10 m2	
Cafétéria	1	Les Tables	54 m ²	
Dépôt	1	/	16 m ²	
Local technique	1	Les matériels et les installations	27 m ²	

Tableau 3 Programme quantitatif(source l'auteur)



APPROCHE ARCHITECTURAL



Formalisation du projet et solutions de durabilité

L'implantation et L'orientation

L'organisation spatial

Le volume

Les façades

La ventilation naturelle



V. Formalisation du projet et solutions de durabilité

Nous allons faire un projet architectural durable et pour l'importance de la relation entre le projet et son environnement, on distingue : La simplicité des volumes, l'éclairage naturel important, et le confort.

Nous avons opté pour la forme cubique compacte et pour la centralité, on a fait éviter cette forme pour des raisons climatiques et fonctionnelles.

a. L'implantation et L'orientation

Urbaine : L'implantation de la façade principale du projet sur long de la RN89 pour une continuité urbain

Architecturale : La façade principale de notre projet est orienté vers le Sud à partir la voix principale

Environnementale : Cette orientation offre la meilleure maîtrise du confort thermique.

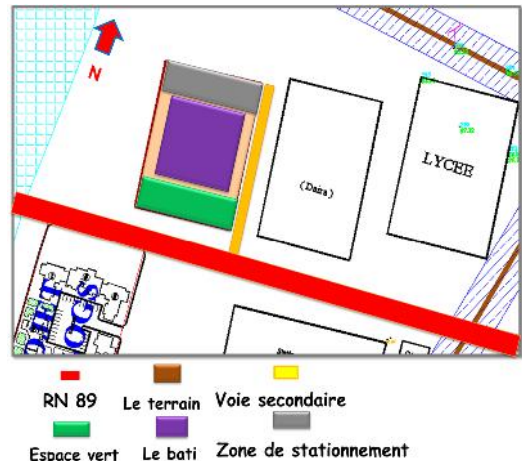


Figure 30 plan schématique d'implantation (source l'auteur)

Plan de masse :

- Nous avons marqués notre projet par un recule et relier la voie principale avec notre projet par un parcours piéton qui conduit vers l'entrée du bâtiment.
- On a prévu le stationnement des voitures dans le côté nord.
- On a opté pour la végétation qui est un élément de conception pour minimiser le bruit des routes et la création de l'ombre.
- Création des plans d'eau pour l'humidification et le rafraîchissement de l'air.

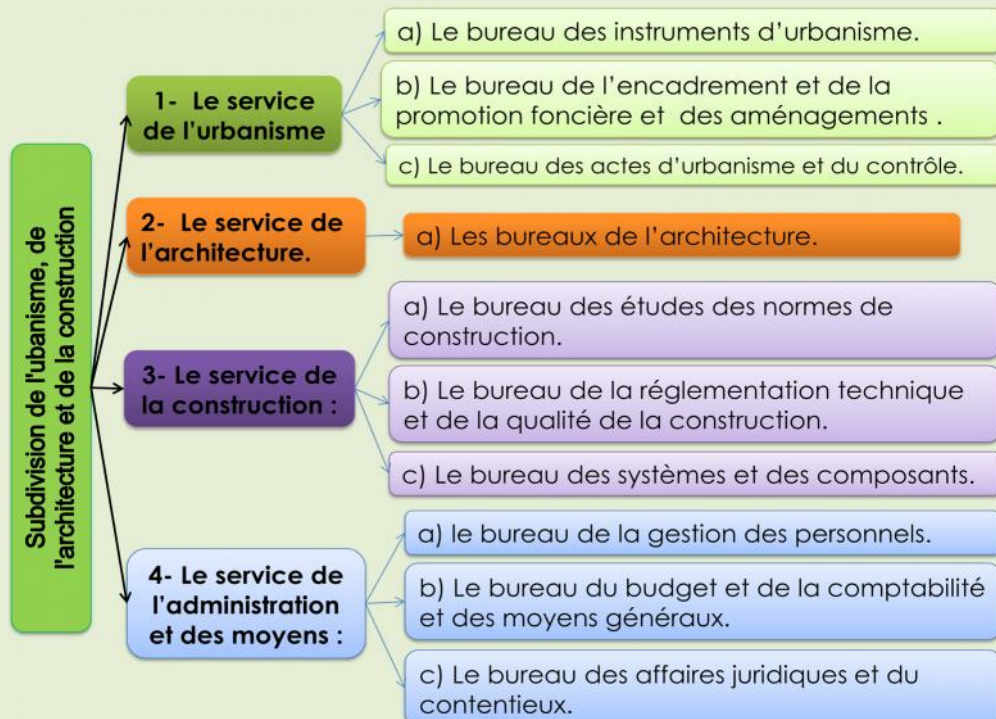


Figure 31 plan de masse (source l'auteur)



a. L'organisation spatiale

La composition de la subdivision de l'urbanisme et de l'architecture et de la construction est faite par des espaces nécessaires tels que précise dans l'organigramme ci-dessous.

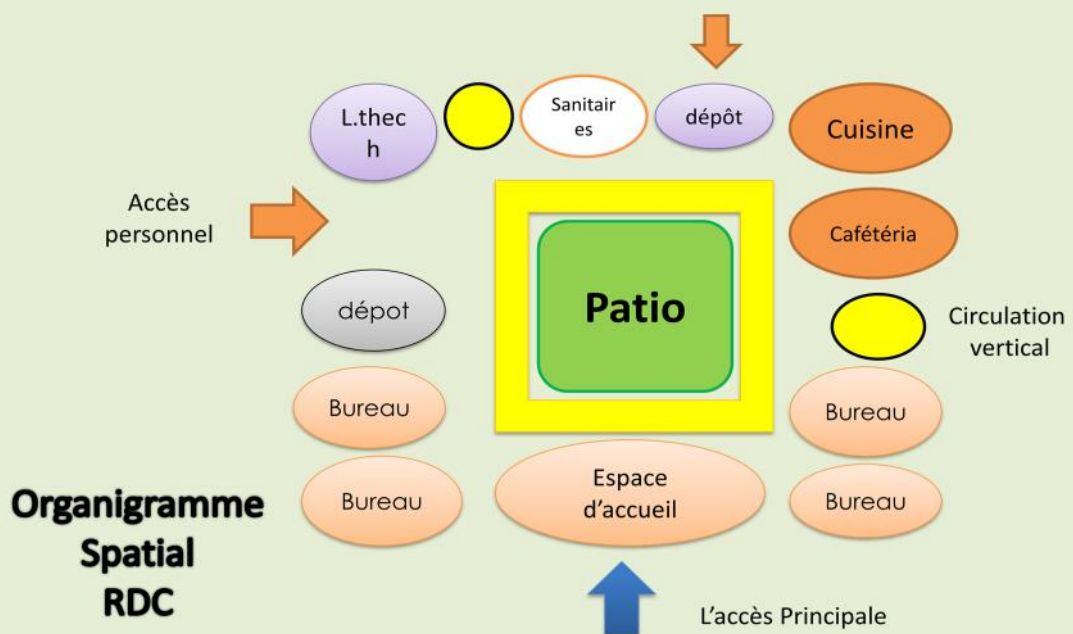
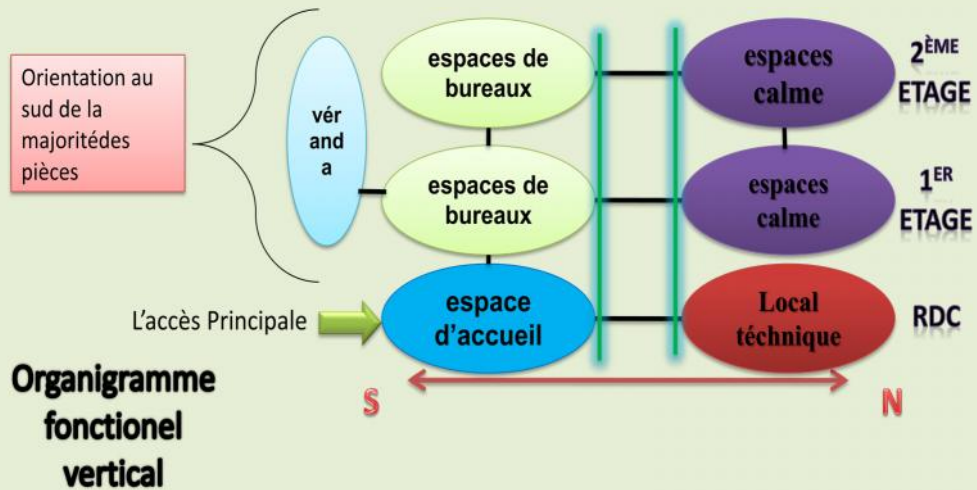


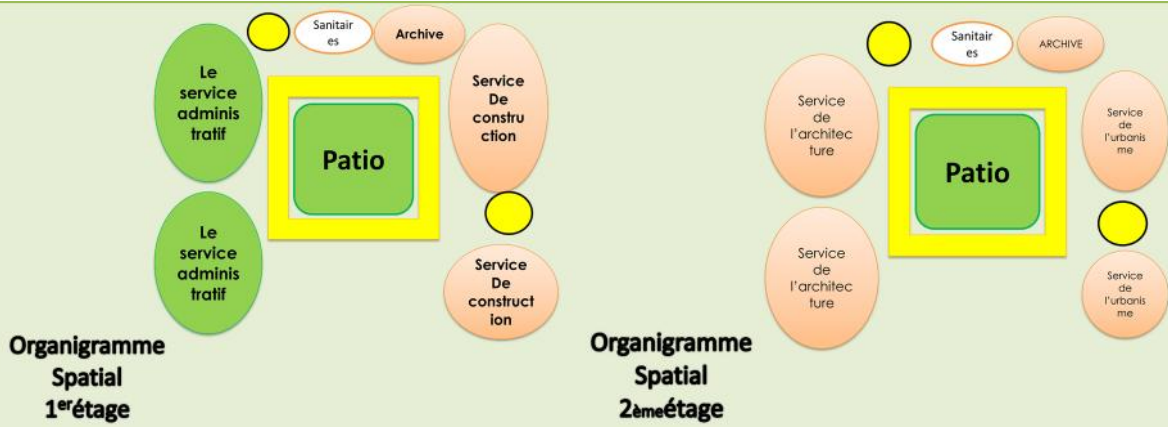
Le principe de composition dans ce projet est marqué par la centralité, c'est-à-dire les espaces composant le projet sont agencés à partir d'un noyau central (le patio).

On va diviser le projet selon la fonction << la séparation de la gestion de l'espace de travail et l'annexe >>

Séparer l'espace privé de l'espace public dans l'organisation

Eloigner le bruit des routes au espaces calme telle que: la salle de réunion, bureau de directeur. l'atelier





Le principe de composition de notre projet est basé sur le fonctionnement des espaces

Plan Rez-de-chaussée

- Le Rez-de-chaussée contient trois parties principales :

l'accueil, les bureaux d'orientation, et les annexes (cafeteria, local technique)

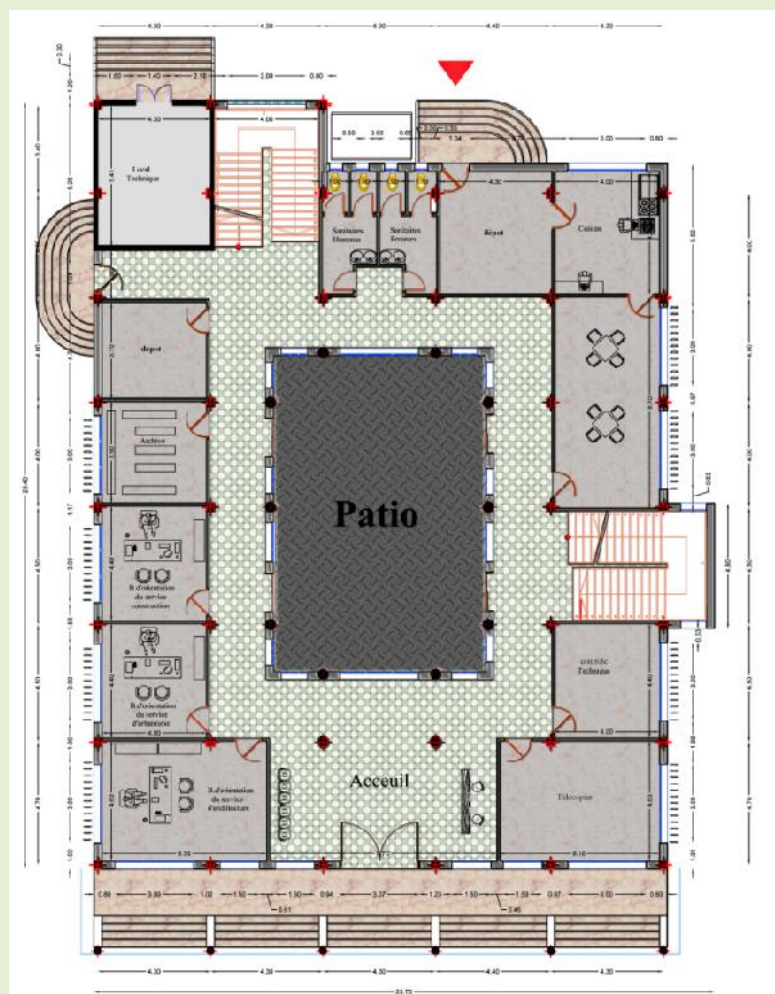


Figure 32 plan de rez de chaussée (source l'auteur)

Plan 1er étage :

contient les deux services administratif et de la construction et une salle de réunion, et une véranda comme un espace de rassemblement des employés

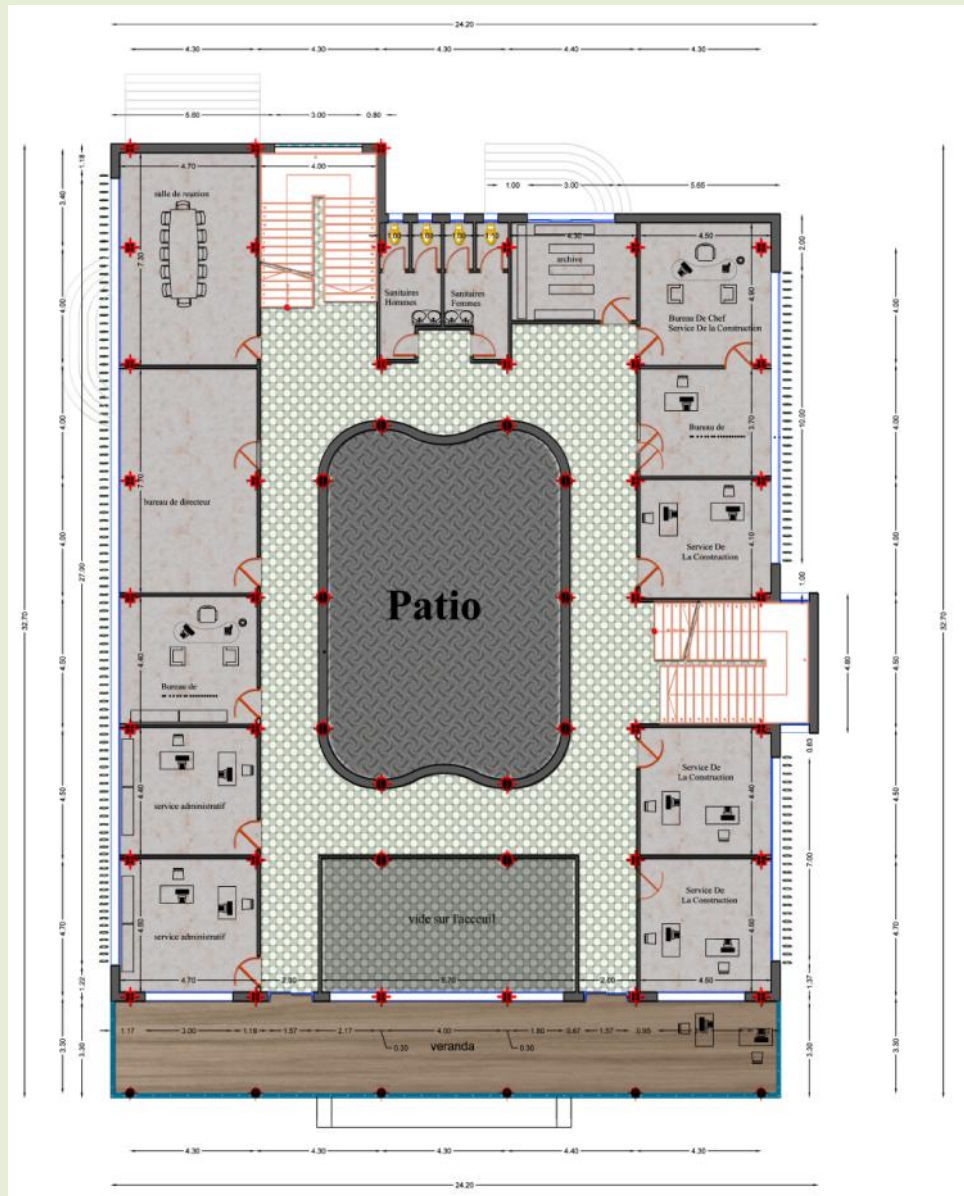


Figure 33 plan de 1er étage (source l'auteur)

plan 2eme étage :

Cet étage inclut le service de l'architecture et d'urbanisme, et une salle de réunion, et un atelier pour les architectes

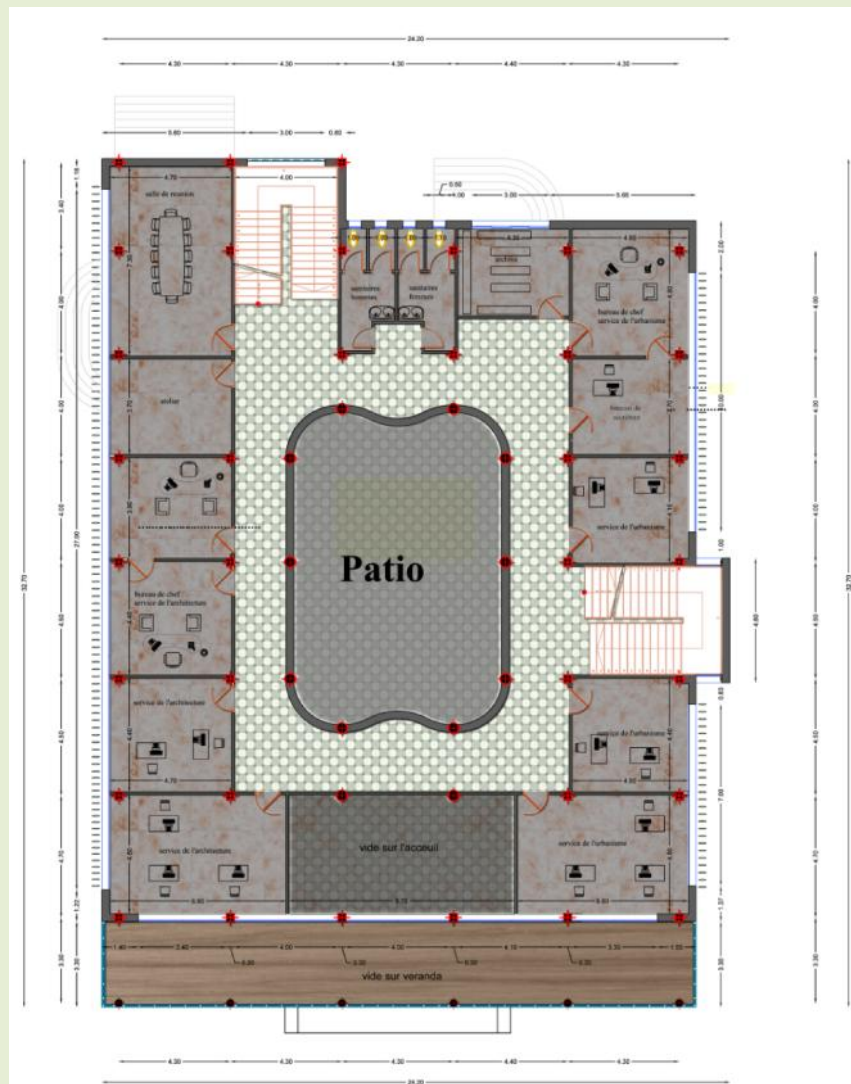


Figure 34 plan de 2eme étage(source l'auteur)

Le bâti (la forme)

1) Forme compacte limite les déperditions énergétique et optimise la répartition de la chaleur

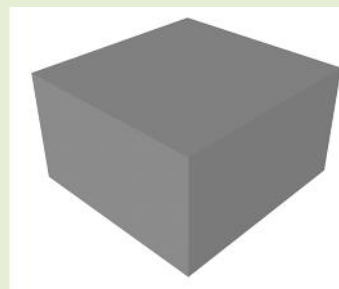


Figure 35 la forme géométrique (source l'auteur)

2) utiliser de Patio comme un système de ventilation et l'éclairage naturels.

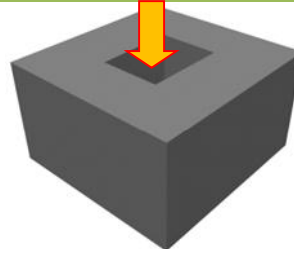


Figure 36 le patio (source l'auteur)

3) Utilisé la véranda sur pilotis sur la façade principal (au côté Sud) sous forme d'annexe dans le 1er niveau.

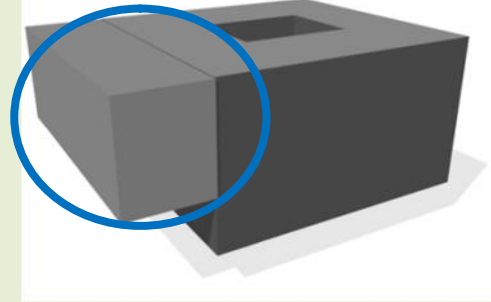


Figure 37 le véranda(source l'auteur)

4) Utilisé la verrière au milieu du bâtiment pour couvrir le patio.

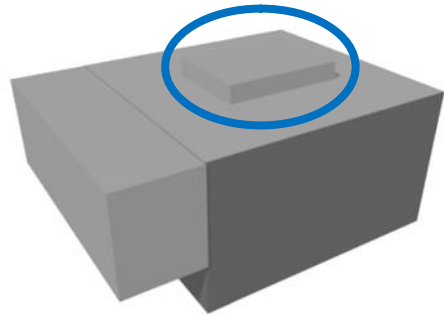


Figure 38 la verrière(source l'auteur)

5) on a marqué l'entrée par la continuité de l'élément de la verrière.

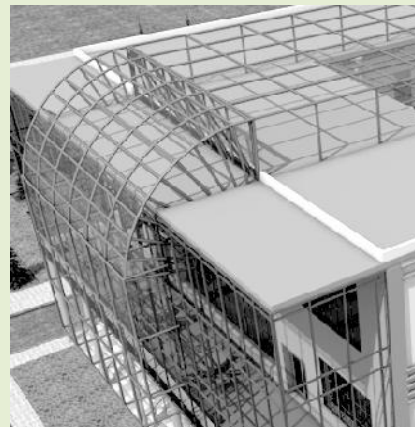


Figure 39 l'entrée principale (source l'auteur)

6) Utilise des façades libre

Les ouvertures horizontales sur long des façades Est et Ouest

Avec des protections solaires extérieures verticales.



Figure 40 perspective(source l'auteur)

b. Le volume

volume simple cube avec un élément principal « le véranda »

La circulation verticale apparente par le décrochement dans les deux cotés Nord et Est

L'entrée principale marquée par l'élément de la verrière

Les ouvertures Horizontales sur long des façades avec protection solaire extérieur verticale

Le rez-de chaussée est marqué par le décrochement de l'étage et les piliers surmontant la véranda



Figure 41 le volume (source l'auteur)

a. Les façades :

La façade Est

- Les façades libres avec des ouvertures en longueur (à dominance horizontale)
- Pour profiter un éclairage passif
- Continuité visuelle avec l'extérieur
- Utilisé des protections solaire (brise soleil verticale)
- Brise Soleil avec lames verticales
- Matériau utilisé : Le verre martelé
- Section de lame 300 mm
- épaisseur (2,5 mm).
- Motorisation : inclinaison variable



Figure 43 le façade Est (source l'auteur)

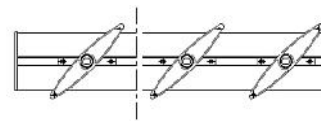
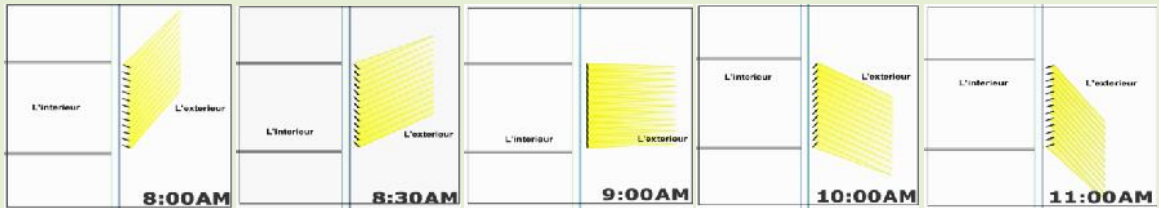


Figure 42 coupe horizontale des brises soleil



La façade ouest

- Des façades libres avec des ouvertures en longueur (à dominance horizontale)
- éclairage passif
- Continuité visuelle avec l'extérieur
- Avec protection solaire verticale



Figure 44 façade Ouest (source l'auteur)

La façade nord

Façade simple avec un peu d'ouvertures pour obtenir un éclairage passif.

L'utilisation du Nevada au niveau des escaliers.



Figure 45 la façade Nord (source l'auteur)

La façade sud

Façade libre et transparente pour obtenir un éclairage naturel et les apports solaires en hiver, ou se trouve l'entrée principale au milieu de la façade

La véranda dans le deuxième et le troisième niveau d'un mur rideau



Figure 46 la façade Sud (source l'auteur)

Utilisé la véranda sous forme d'annexe vitrées adossées au côté Sud agissent également comme des zones tampons et privilégient l'effet de serre.

A l'hiver

Les surfaces vitrées captent le rayonnement

La ventilation interne réchauffe l'aire

La capacité thermique accumule et restitue la chaleur



Figure 47 coupes 3D présent l'effet de la véranda à l'hiver

A l'été

les protections solaires limitent l'exposition
(des stores à l'extérieur)



Figure 48 coupe 3D de la véranda (l'ombre à l'été avec les stores) (source l'auteur)

la ventilation limite l'accumulation de chaleur

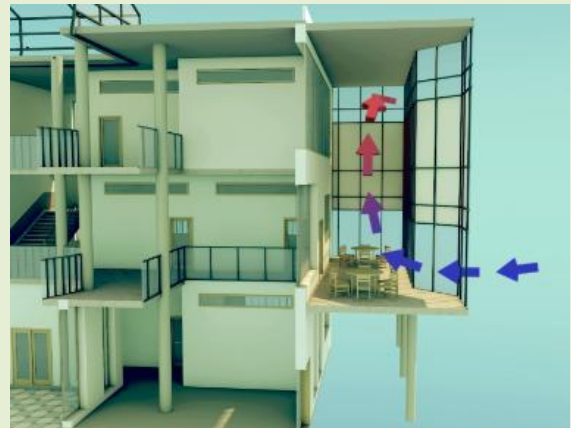


Figure 49 ventilation par tirage thermique (véranda) (source l'auteur)

La toiture

La verrière : Couvrir le patio, d'un système de toiture ouvrant avec des stores à l'extérieur, elle donne un éclairage zénithal vers l'intérieur



Figure 50 coupe présente l'éclairage zénithal (source l'auteur)

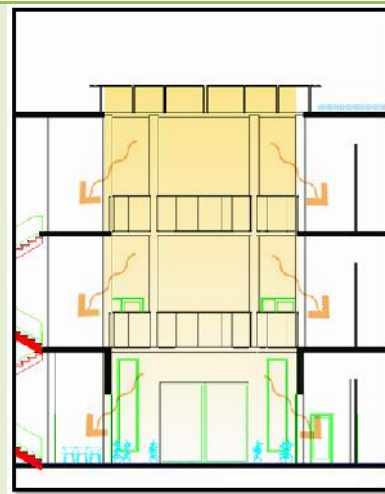


Figure 51 coupe présente la pénétration du l'éclairage naturel (éclairage zénithal) (source l'auteur)

Récupération des eaux pluviales

L'eau de pluie du toit est capturée et stockée dans une citerne. et traité pour le chauffage, et l'arrosage des espaces verts

La surface de toiture : 633,8 m²

Moyen de précipitation : 278,02 mm

Volume = 1762 m³ = 1762000 L

Citerne de 5000 L

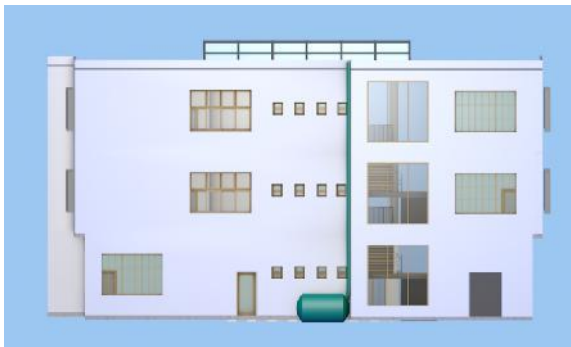


Figure 52 façade nord présente la citerne (source l'auteur)

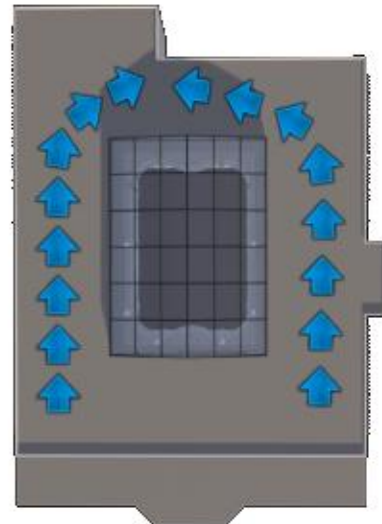


Figure 53 récupération de l'eau de pluie (source l'auteur)

La ventilation naturelle

Ventilation traversant Par l'action des vents

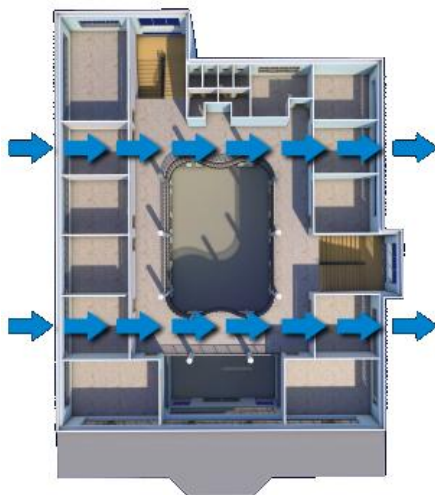


Figure 54 ventilation traversant (source l'auteur)

Ventilation par tirage thermique

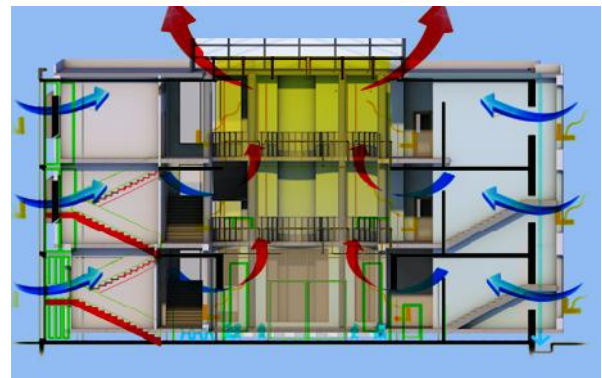


Figure 55 ventilation par tirage thermique (source l'auteur)

Le tirage thermique est en général assuré par la différence de température entre l'air chaud intérieur et l'air plus frais de l'extérieur.

Le patio :

Le patio : Comme un système de ventilation et l'éclairage naturels, nous allons utiliser le Patio.

Le patio permet à la lumière naturelle de pénétrer à l'intérieur des bureaux (éclairage zénithale),

Rafraichissement de l'air par l'intégration d'une fontaine à l'intérieur.



Figure 56 vue intérieur (le patio) (source l'auteur)



Figure 57 vue intérieur du patio (source l'auteur)

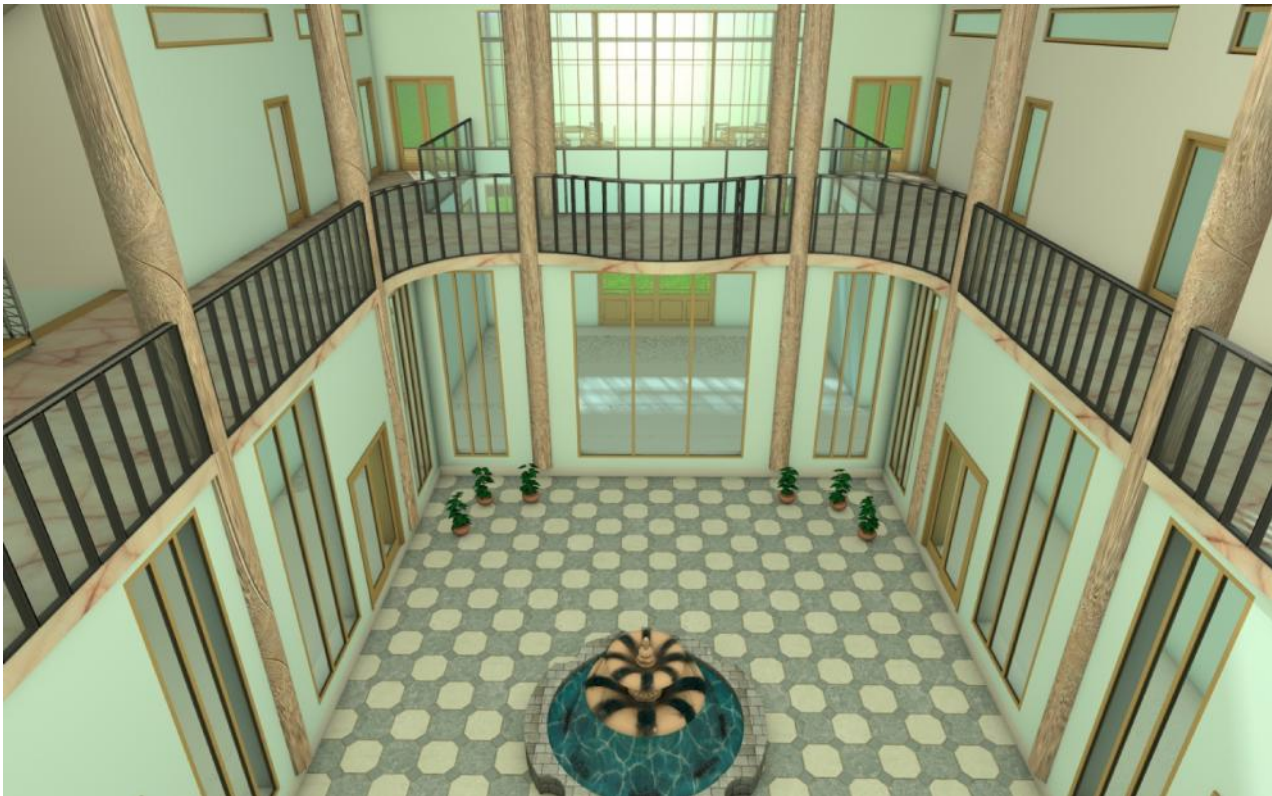
Détail techniques :

Pour la véranda, verrière, nous proposons un système de toiture ouvrante particulièrement performant, permettant d'allier contraintes techniques et exigences esthétiques

Les coulissants s'ouvrent sur 50% de la surface et assurent ainsi une bonne aération de la véranda et la verrière.

Vues 3D :







VI. Conclusion générale

Nous avons tenté dans ce travail d'élaborer une démarche conforme aux objectifs de maîtrise des impacts négatifs du projet sur l'environnement et la création des espaces intérieures qui sont confortables et sains.

Notre préoccupation majeure était donc d'offrir un équipement administratif qui répond aux besoins des habitants de la région dans une zone semi-aride, donc on a essayé de concevoir un projet qui repose sur des concepts de durabilité et des éléments environnementaux, dans le but de créer un projet en relation avec son environnement immédiat.

Nous espérons avoir touché à l'ensemble des préoccupations et nous laisserons le champ de la recherche ouvert à la réflexion et à la critique afin de développer et d'améliorer la production architecturale durable.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrage :

Mémoire de fin d'étude. (2012). *Projet de fin d'étude ministre de l'habitat et l'urbanisme, À Alger –el Mohammedia*. Laghouat.

La subdivision de l'urbanisme, l'architecture et l'environnement du had shary_djelfa, PDAU de la ville had shary

Sites web consulté:

Vie-publique. (2008, novembre). *Au cœur du débat public*. Consulté le 08 19, 2013, sur vie publique :

<http://www.vie-publique.com>

Wikipédia. (2013). *Wikipédia L'encyclopédie libre*. Récupéré sur Wikipédia:

<http://fr.wikipedia.org>

<http://www.archidaily.com>

<http://www.aia.com>

<http://www.sunearthtools.com>

L'influence de la position des fenetres sur le débit d'air à
l'interieur des bureaux dens le cas d'une ventilation
naturelle bilatérale

Introduction

Actuellement le secteur du bâtiment a un grand impact sur la production de CO₂, le marché global des climatiseurs à usage domestique a connu une croissance de 14% en 2007, donc la demande d'énergie va continuer à augmenter de manière exponentielle, En effet, il est évident que le rafraîchissement passif et l'une des voies possibles pour réduire la consommation d'énergie.(Gianluccadoni, 2011)

L'architecture durable présente deux solutions différentes (passive et active). Mais avant de procéder au système actif, nous devons avoir déjà essayé toutes les solutions passives, c'est-à-dire tout ce que peut nous apporter la conception elle-même.

L'architecture durable consiste à adapter le bâtiment aux conditions environnementales locales (climatiques) du milieu géographique. Elle vise à procurer aux usagers un environnement intérieur agréable, Et parmi les éléments qu'on cherche dans le confort est un niveau de ventilation optimal.

La ventilation fait une grande partie du travail de l'architecte, elle fait partie du confort dans les espaces intérieurs par le renouvellement d'air qui diminue la pollution

Il existe plusieurs type de ventilation, la ventilation naturelle est la plus adoptée pour l'architecture durable parce qu'elle ne consomme pas d'énergie et en même temps elle procure une qualité de l'air adéquate.

La ventilation naturelle se divise en plusieurs types à savoir la ventilation transversale, cette dernière à plusieurs dispositions, dont la disposition bilatérale est la meilleure.(D'après plusieurs chercheurs)

Plusieurs paramètres affectent la ventilation naturelle bilatérale dans les espaces de bureaux en particulier, parmi ces paramètres : les fenêtres, à savoir les fenêtres d'entrée d'air et celle de la sortie d'air.

Problématique

La ventilation naturelle est l'une des techniques qu'on a utilisées dans notre projet de l'administration, donc la question qu'on se pose est la suivante :

Qu'elle est la meilleure position (dans le sens vertical) des fenêtres (dans le cas d'une ventilation naturelle bilatérale) pour obtenir un débit d'air optimal à l'intérieur des bureaux ?

Hypothèse

- La position bilatérale des fenêtres dont la fenêtre d'entrée d'air en bas et celle de sortie d'air en haut est la meilleure pour la ventilation naturelle dans les bureaux.

Objectif de recherche

Cette recherche a pour objectifs :

- assurer l'hygiène de vie et le confort des occupants en cherchant à évacuer de chaque pièce les polluants de l'air tels que : L'humidité de l'air, les odeurs.
- Protéger le bâtiment des désordres dus à une aération insuffisante tels que : condensation et les moisissures.
- Préserver un climat intérieur sans poussière.
- Cette étude vise à déterminer les positions adéquates de la fenêtre optimale favorisant un espace confortable dans les espaces de bureaux, dans le cadre d'une approche durable.

Structure de la recherche

Le plan de notre travail est structuré en 2 chapitres :

- D'abord, ce mémoire est composé d'une première partie introductive sur la position des fenêtres et le débit de l'air et leur influence sur la ventilation naturelle à l'intérieur des bureaux.
- Dans le deuxième chapitre, on effectue une simulation numérique à l'aide du logiciel (Energy+).

Méthodes et outils de recherche

Les méthodes et les outils choisis pour notre travail sont adaptés aux deux chapitres précédant :

Le premier chapitre nécessite une recherche bibliographique (livres, thèses, mémoires, sites d'internet) pour définir les mots clés et les concepts liés à notre recherche.

Pour le deuxième chapitre on a opté sur un logiciel pour la modélisation d'une partie de notre projet et la simulation sur le sujet étudié « ventilation naturelle »

Partie thématique

Introduction

Des études ont prouvé que la qualité de l'air intérieur est souvent bien plus mauvaise que la qualité de l'air extérieur. C'est pour ces raisons que ventiler est extrêmement important. En moyenne nous passons 80% de notre temps à l'intérieur. Pour obtenir une ambiance intérieure saine, il est nécessaire d'évacuer autant que possible l'air vicié en ventilant. Une bonne qualité de l'air n'est d'ailleurs pas seulement importante pour notre santé, mais également pour notre confort et pour le bâtiment lui-même ! (Mlle KHALDI Sabrina, 2012/2013)

Définition de la 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.

(Robert MAUD, Mai 2012)

Définition de la ventilation naturelle

On parle de la ventilation naturelle quand le renouvellement d'air est provoqué par des forces naturelles (vents, différence de température), à travers des ouvertures en l'absence des dispositifs mécaniques.

(Marcello Caciolo, 5 Apr 2011)

Principe de fonctionnement de la ventilation naturelle

L'air est mis en mouvement par des phénomènes naturels de force du vent et de tirage thermique, dû à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment, créant ainsi un mouvement d'air. (Robert MAUD, Mai 2012)

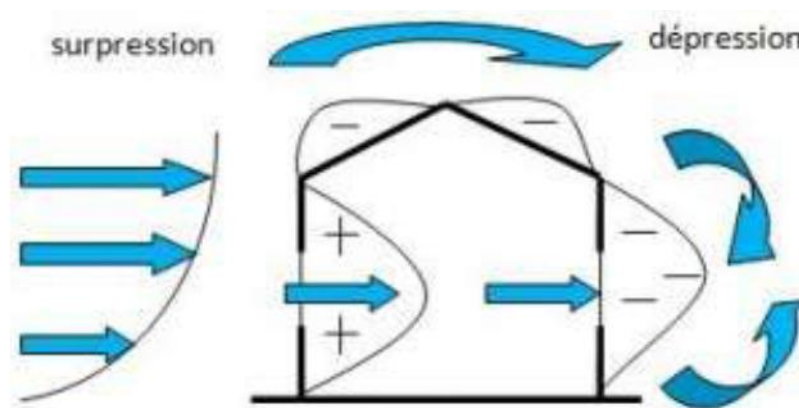


Figure 58 principe de la ventilation du au vent (GRATIA, E., 2004)

Le renouvellement d'air et la ventilation naturelle

Le renouvellement d'air vise à maintenir la qualité de l'air intérieur des bâtiments. La ventilation, dans un sens plus strict, est également un outil de lutte contre la surchauffe. La qualité de l'air est assurée par le contrôle des débits d'air à l'entrée et à la sortie du bâtiment.

En général, un renouvellement d'air exécuté par une ventilation naturelle doit répondre aux exigences suivantes : (GRATIA.E., 2004)

- Le taux de renouvellement d'air doit être suffisant pour fournir suffisamment d'air neuf afin d'assurer la santé et le confort des occupants.
- Le débit d'air doit être distribué uniformément dans la zone d'occupation afin d'éviter les zones de sous ou sur rafraîchissement et assurer partout une bonne qualité d'air.

Types de ventilation naturelle

Il existe de nombreux types d'écoulement de ventilation naturelle dans les bâtiments, les trois principaux sont : (De Gidds, W. and W. H. phaff 1982)

- **ventilation traversante**
- ventilation de mono-façade
- ventilation par tirage thermique

On a choisi la ventilation naturelle **traversante** pour le thème de notre recherche.

La ventilation naturelle se définit mono-façade (a) quand toutes les ouvertures sont disposées d'un seul côté, au contraire dans le cas de la ventilation traversante (b) les ouvertures sont disposées sur deux côtés opposés, comme le montre la figure 2 (Marcello Caciolo, 5 Apr 2011).

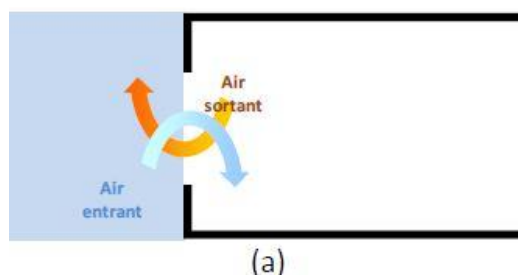


Figure 59 ventilation naturelle mono-façade(Marcello Caciolo, 5 Apr 2011)

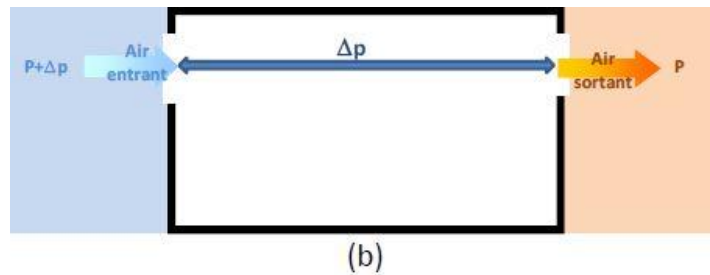


Figure 60 ventilation naturelle traversante(Marcello Caciolo, 5 Apr 2011)

Ventilation naturelle traversante

La ventilation transversale correspond au cas où l'air entre par une façade du bâtiment et ressort par une façade différente généralement du côté opposé.

Dans le cas de la ventilation traversante, il existe une différence de pression entre les deux ouvertures causée par les vents et/ou par la différence de température entre les deux côtés. L'entrée de l'air se fait par les ouvertures du côté en surpression et la sortie par les ouvertures en sous-pression.(Marcello Caciolo, 5 Apr 2011)

La figure 4 donne le schéma de la ventilation transversale :

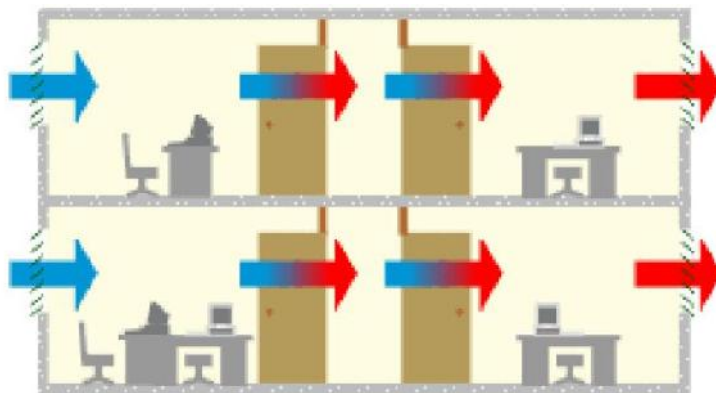


Figure 61 ventilation traversante (Gratia E,2004)

La ventilation traversante peut fournir les taux de renouvellement d'air les plus importants, et peut ventiler efficacement des pièces bien plus profondes (cinq fois la hauteur sous plafond) que la ventilation à exposition simple.

(MEZAOUKH Lakhdar, 24 septembre 2012)

Les entrée et sortie d'air devraient avoir la même taille pour le maximum d'efficacité. Si ce n'est pas possible, les ouvertures d'entrée d'air devraient être les plus petites pour maximiser la vitesse d'air et le confort en été. (Mario Mulé, Décembre 2011)

La figure 5 montre l'influence de la taille des ouvertures sur la vitesse de l'air à l'intérieur de bureau. Si l'entrée est plus petite, la vitesse de sortie du vent est augmentée

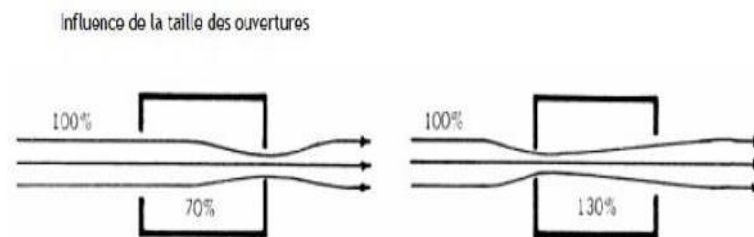


Figure 62 influence de la taille des ouvertures sur la vitesse de l'air (pacer, 1996)

La ventilation naturelle et la fenêtre

« La fenêtre est également un moyen de refroidissement ponctuel à l'échelle de l'occupant et généralement actionnable par celui-ci. L'occupant d'un espace ouvre la fenêtre pour deux raisons principales : pour se sentir rafraîchi et pour laisser entrer l'air frais. »

Pour l'occupant, la fenêtre est étroitement liée au confort : elle est le canal pour l'entrée du soleil (la lumière naturelle) et La ventilation naturelle. (MOKEDDEM Mahmoud, 24 Septembre 2012)

Types de fenêtres :

Dans les immeubles de bureaux on constate un fort usage du modèle dit à la française avec châssis en bois doté de protection extérieure, en revanche, de nos jours on assiste à l'utilisation abusive de fenêtre dite coulissante avec châssis d'aluminium. (MOKEDDEM Mahmoud, 24 Septembre 2012)

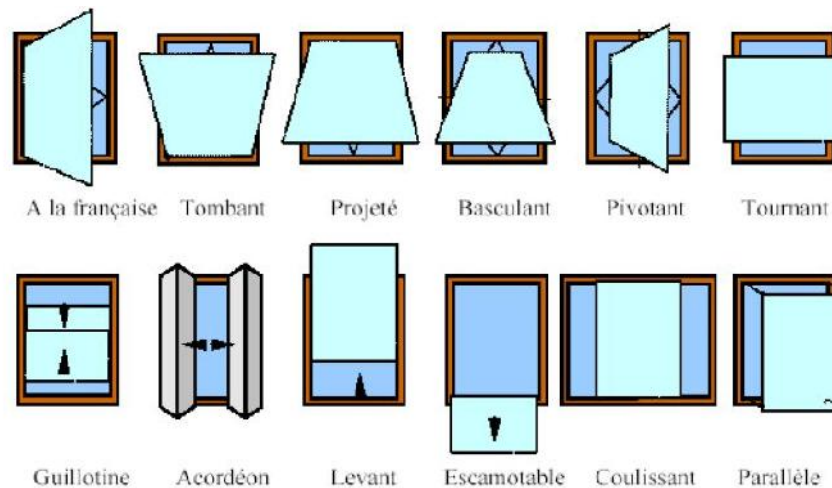


Figure 63 illustration de modèles des fenêtres les plus utilisées (De Herde, A & al. wwwenergie).

Rôle et importance des fenêtres dans la ventilation

Les fenêtres ont un statut bien particulier du fait de leurs impacts multiples sur la consommation énergétique du bâtiment et le confort de l'utilisateur. Ce sont en effet les seuls éléments de l'enveloppe capables, outre leurs performances d'étanchéité et d'isolation, de contribuer à diminuer les consommations de chauffage, de refroidissement et d'éclairage grâce à la maîtrise des apports solaires de chaleur et de lumière. (MOKEDDEM Mahmoud, 24 Septembre 2012)

Les ouvertures et les fenêtres jouent un rôle important dans les relations du bâtiment et de l'occupant avec son environnement. Celles-ci établissent le contact entre l'extérieur et l'intérieur et permettent ainsi d'améliorer le bien-être de l'occupant. (MEZAOUKH Lakhdar, 24 septembre 2012)

La figure 7 montre que la position des fenêtres sur des façades opposées permet une ventilation traversante excessive.

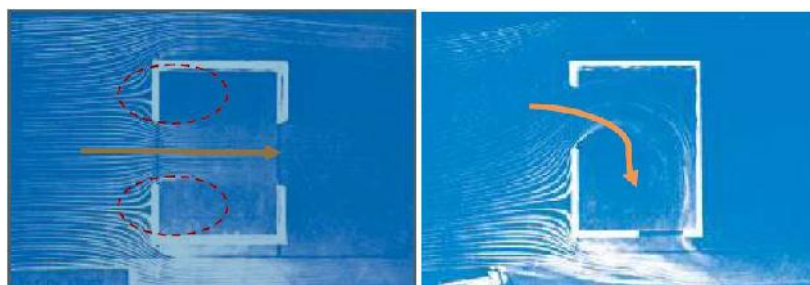


Figure 64 Influence des fenêtres opposées et influence des fenêtres non opposées. (Olgay, V.1992)

Position des fenêtres

- Position d'entrée d'air : Celle-ci doit se trouver le plus au centre possible de la paroi. (MEZAOUKH Lakhdar, 24 septembre 2012)
- Position de sortie d'air : Si l'ouverture de sortie d'air est décalée par rapport à celle d'entrée, la vitesse de l'air s'en trouve réduite. (MEZAOUKH Lakhdar, 24 septembre 2012)

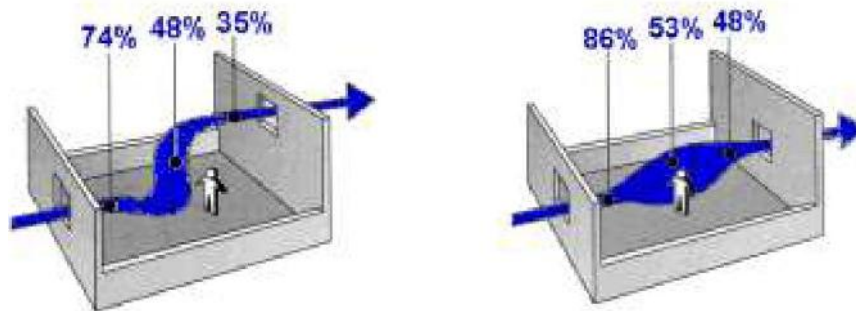


Figure 65 Influence de la position des ouvertures (energie2.arch.ucl.ac.be)

- Disposition en plusieurs niveaux : La position de l'orifice de sortie du flux d'air n'influence pas beaucoup la ventilation transversale ; la position de celui d'entrée est nettement plus importante pour obtenir une bonne ventilation transversale. (MEZAOUKH Lakhdar, 24 septembre 2012)

Orientation des ouvertures par rapport aux vents

Habituellement, on admet que les meilleures conditions de ventilation sont celles réalisées à partir de la disposition des fenêtres d'entrée perpendiculairement à l'orientation des vents. Toute déviation de cette direction entraînera une réduction de la vitesse de l'air intérieure. L'étude en question a prouvé que dans une pièce dotée de deux ouvertures opposées, où l'entrée d'air fait face au vent extérieur, les flux d'air principaux se déplacent en ligne droite de l'entrée vers la sortie, le reste de la pièce n'est que légèrement touché. Ainsi que les murs latéraux sont légèrement concernés car le flux est très faible. (BOUMAUCHE NASR-EDDINE, 4478)

La figure 9 montre l'influence du positionnement des ouvertures par rapport aux vents sur la ventilation naturelle

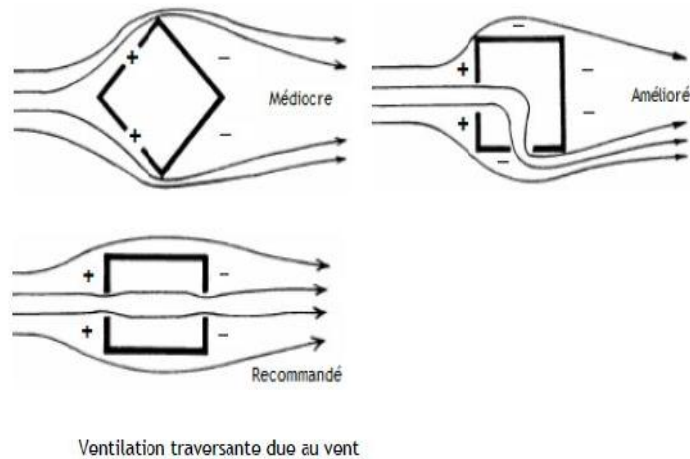


Figure 66 influence du positionnement des ouvertures par rapport au vents sur la ventilation naturelle (pacer, 1996)

Débits d'air :

Les débits d'air doivent être déterminés de telle sorte que la qualité de l'air soit maintenue au niveau souhaité. (HybVent, 29 août 2005)

Le débit d'air est déterminé par les différences de températures entre l'intérieur et l'extérieur, par le vent et par la dimension des ouvertures. Pour les mouvements de l'air, ce sont la forme, l'emplacement et le nombre d'ouvertures qui sont déterminants. (Mlle KHALDI Sabrina, 2012/2013)

Selon la Norme du standard ASHRAE le débit d'air recommandé dans un bureau égale à $25\text{m}^3/\text{h}$ par personne.

Partie Expérimentale

Introduction :

Comme objectif initial de cette recherche tend à évaluer l'influence de la position de la fenêtre sur la ventilation naturelle et en conséquence sur le confort dans les immeubles de bureaux en zones à climats semi-aride.

Nous avons procédé à une simulation du dispositif de la ventilation naturelle transversale de l'espace bureau SUAC (subdivision d'urbanisme, de l'architecture et de la construction) dans la ville de HAD SHARY, A travers le logiciel Energy+ « EnergyPlus est une analyse de l'énergie et le programme de simulation énergétique, il calcule le chauffage et le refroidissement des charges nécessaires pour maintenir consignes de régulation thermique ».

Il faut noter que notre étude ne s'étale pas sur tout l'espace ni sur toute la journée, elle possède des limites temporaire et autres spatiales. Les limites temporaires désignent la durée de travail de l'administration, autrement dit de 8h à 17h, mais dans la simulation nous allons ouvrir les fenêtres de 08 :00h jusqu'à 10 :00h du matin parce que le soleil monte et la chaleur va pénétrer à l'intérieur de l'espace et il va se passer un problème de surchauffe. Par conséquent le jour et le mois qui doit être étudié est le : 21/Juin. Les limites spatiales : la zone qui nous intéresse est celle occupée par le chef de service d'architecture.

Présentation du cas d'étude :

Notre choix du cas d'étude, s'est porté sur un bureau (du chef de service de l'architecture) qui est de type cloisonné situé dans le deuxième (dernier) étage et orienté vers l'Ouest, il a une configuration rectangulaire, avec deux fenêtres en longueur (à dominance horizontale). Il offre une surface utile de 20.68 m², le type de ventilation est bilatérale (entrée d'air et sortie d'air sur deux façades opposées), Le tableau suivant montre les caractéristique de notre cas d'étude :

Désignation de bureau	Dimensions de l'espace(m)	Nombre de fenêtre	Orientations de fenêtre	Surface des fenêtres (m ²)	Direction des vents	Volume de l'espace (m ³)	Débit recommandé (M ³ /H/Personne)
Bureau du chef de service de l'architecture	4.40 x 4.70	02	Ouest	d'entrée d'air 4.40 x 2 = 8.8	Ouest	82.72	25 m ³ /h Par personne
				du sortie d'air 3.40 x 0.5 = 1.7			

Tableau 1: Descriptif de l'espace d'étude DUC : Auteur

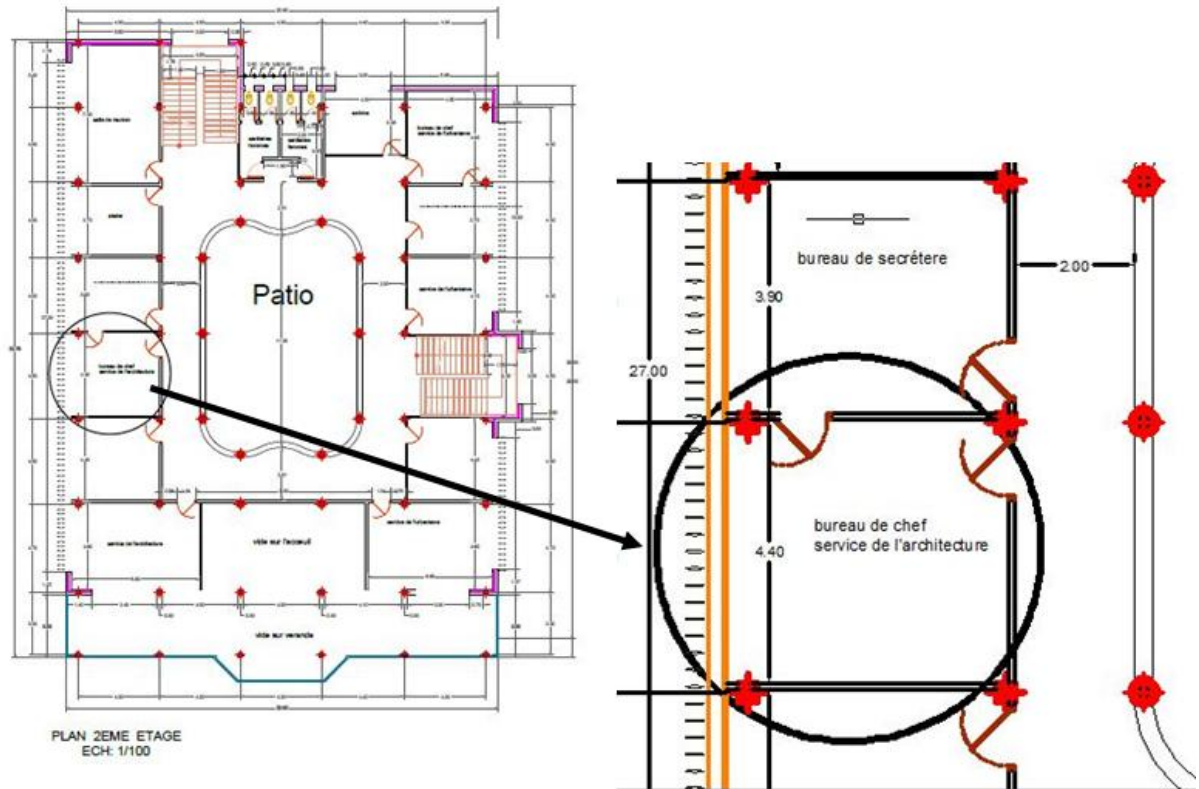


Figure 67 schéma du cas d'étude (bureau de chef service d'architecture)

Notre choix est justifié par l'orientation, la disposition des ouvertures et par la tâche qui s'y déroule (8h-10h).

La fenêtré d'entrée d'air dans la façade Ouest est disposéepерpendiculairement aux vents dominants.

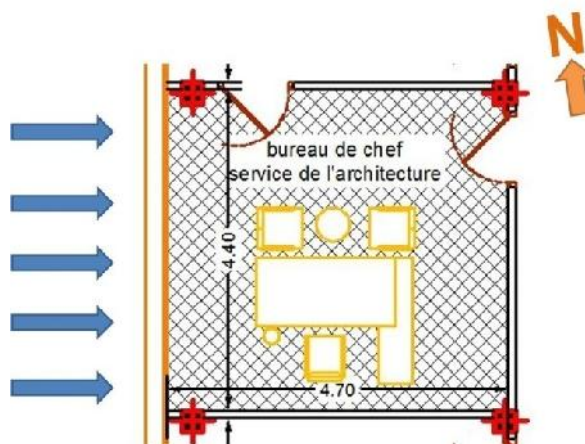


Figure 68 Effet du vent sur les parois (B.chef service de l'architecture)

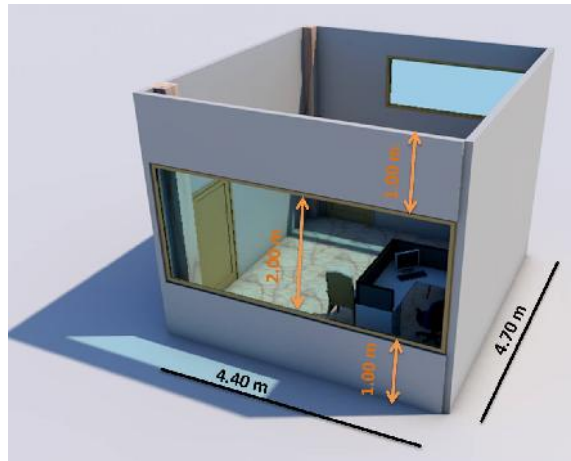


Figure 69 Détail de la façade Ouest de la zone d'étude

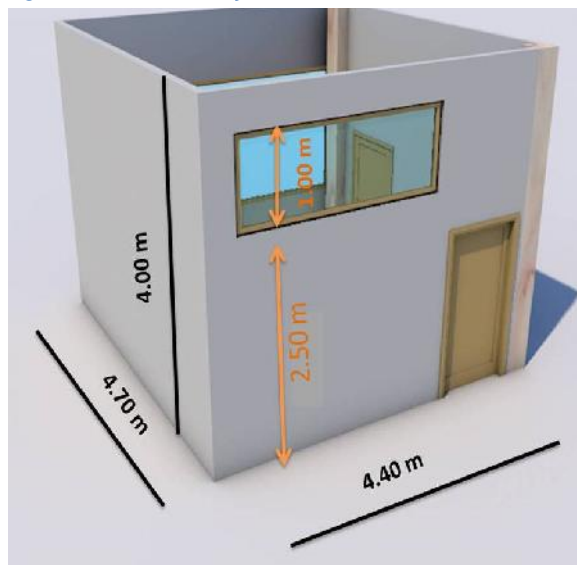


Figure 70 Détail de la façade Est de la zone d'étude

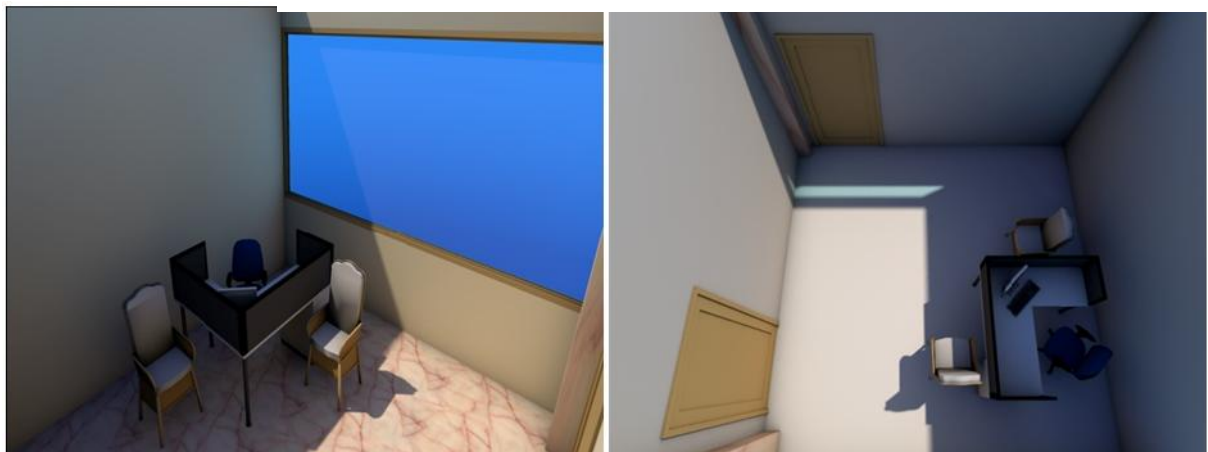


Figure 71 Vue intérieur de la zone d'étude

La vérification s'étale sur le jour du 21 juin :

La température extrême est enregistrée dans le jour du 21 juin avec une valeur max de (30.39 °C), pour la station d'AinOusseraentre (2000-2010), pour notre recherche on a essayé d'aboutir au confort avec les moyens passifs en opérant sur la ventilation naturelle comme moyen passif de rafraîchissement.

Premièrement, on va fixer la position de la fenêtre du sortie d'air, et on change verticalement la position du celle d'entrée, une fois en haut, et une fois au milieu de mur et une fois en bas de mur.

Deuxièmes, on fixe la position de la fenêtre d'entrée d'air et on change la position du celle du sortie d'air verticalement.

Cas initial :

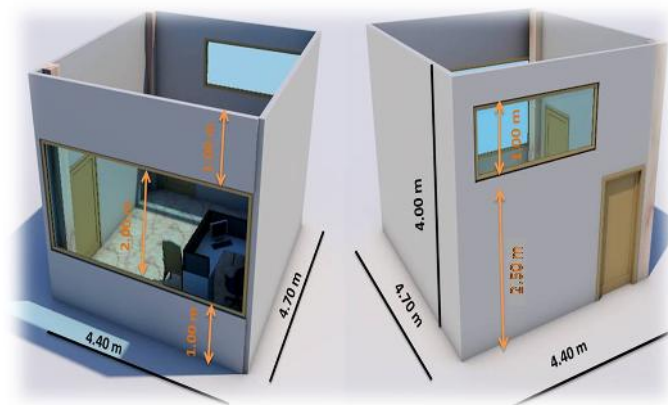
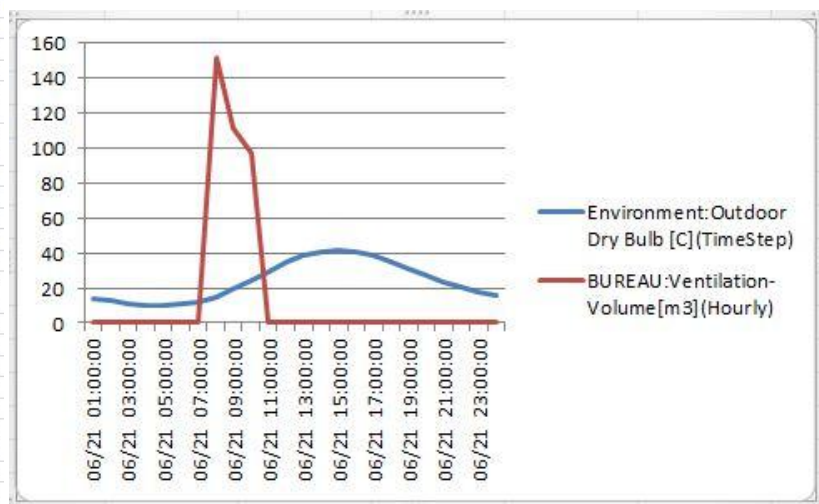


Figure 72 Détail du volume du cas initial

	A	B
1	Date/Time	BUREAU:ventilation-volume[m3](t
2	06/21 01:00	0,00E+00
3	06/21 02:00	0,00E+00
4	06/21 03:00	0,00E+00
5	06/21 04:00	0,00E+00
6	06/21 05:00	0,00E+00
7	06/21 06:00	0,00E+00
8	06/21 07:00	0,00E+00
9	06/21 08:00	151,0575049
10	06/21 09:00	111,9306601
11	06/21 10:00	96,7829402
12	06/21 11:00	0,00E+00
13	06/21 12:00	0,00E+00
14	06/21 13:00	0,00E+00
15	06/21 14:00	0,00E+00
16	06/21 15:00	0,00E+00
17	06/21 16:00	0,00E+00
18	06/21 17:00	0,00E+00
19	06/21 18:00	0,00E+00
20	06/21 19:00	0,00E+00
21	06/21 20:00	0,00E+00
22	06/21 21:00	0,00E+00
23	06/21 22:00	0,00E+00
24	06/21 23:00	0,00E+00
25	06/21 24:00	0,00E+00



Le débit d'air enregistré pour le bureau de chef service d'architecture pendant les heures ouvrables (08 :00h_09 :00h_10 :00h) atteint la valeur Max de 151.85 m³/h à l'heure de 08 :00h, et la valeur Min de 96.78m³ à l'heure de 10 :00h de matin, le standard ASHRAE préconise le taux de 25 m³/h par personne, le débit requis (25 m³/h) est dépassé.

Cas amélioré 1 :(lafenêtre d'entrée d'air en bas et la fenêtr du sortie d'air en haut)

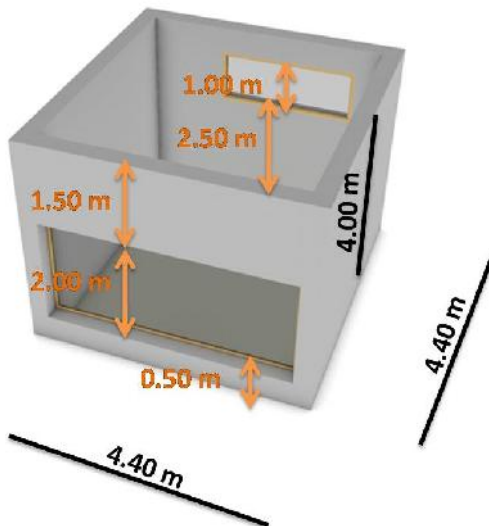
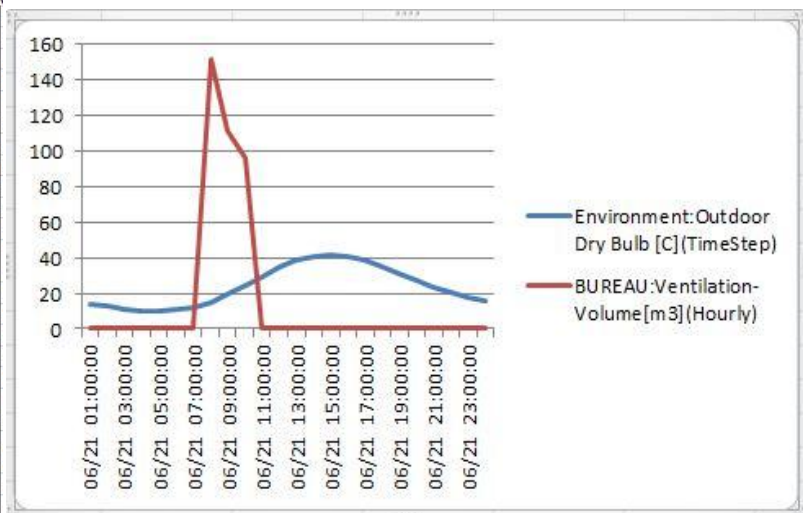


Figure 73 Détail du volume du cas amélioré 1

	A	B
1	Date/Time	BUREAU:Ventilation-Volume[m3](
2	05/21 01:00:	0,00E+00
3	05/21 02:00:	0,00E+00
4	05/21 03:00:	0,00E+00
5	05/21 04:00:	0,00E+00
6	05/21 05:00:	0,00E+00
7	05/21 05:00:	0,00E+00
8	05/21 07:00:	0,00E+00
9	05/21 08:00:	151,7134804
10	05/21 09:00:	111,3972735
11	05/21 10:00:	96,30873228
12	05/21 11:00:	0,00E+00
13	05/21 12:00:	0,00E+00
14	05/21 13:00:	0,00E+00
15	05/21 14:00:	0,00E+00
16	05/21 15:00:	0,00E+00
17	05/21 15:00:	0,00E+00
18	05/21 17:00:	0,00E+00
19	05/21 13:00:	0,00E+00
20	05/21 13:00:	0,00E+00
21	05/21 20:00:	0,00E+00
22	05/21 21:00:	0,00E+00
23	05/21 22:00:	0,00E+00
24	05/21 23:00:	0,00E+00
25	05/21 24:00:	0,00E+00



Le débit d'air demeure très fort à l'heure de 08 :00h (151.71 m³/h) et 09 :00h (111.39 m³/h), ce taux diminue à l'heure de 10 :00h par degré de (96.30 m³/h), Ce taux ne peut assurer un débit d'air qui garantit un confort respiratoire pour les usagers, il dépasse trop le standard de la norme ASHRAE (25 m³/h par personne).

Cas amélioré 2 :(lafenêtre d'entrée d'air au milieu et la fenêtre du sortie d'air au milieu)

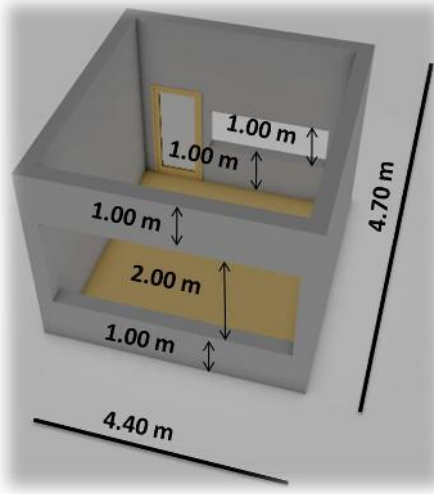
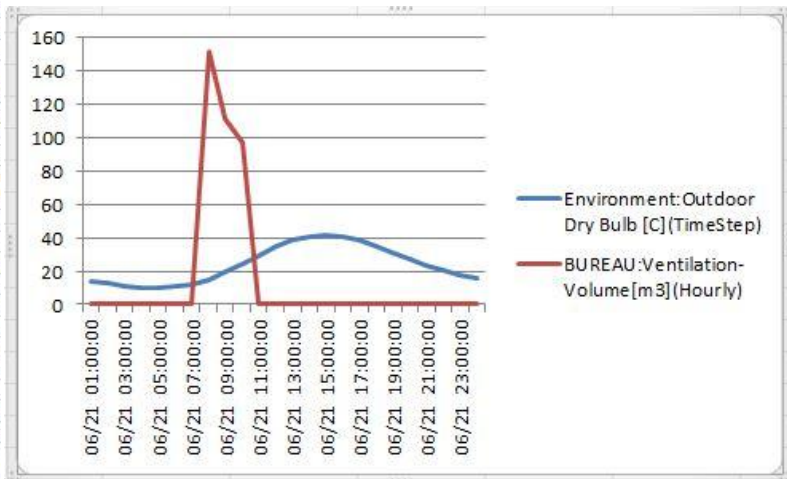


Figure 74 Détail du volume du cas amélioré 2

	A	B
1	Date/Time	BUREAU:Ventilation-Volume[m3]
2	06/21 01:00:	0,00E+00
3	06/21 02:00:	0,00E+00
4	06/21 03:00:	0,00E+00
5	06/21 04:00:	0,00E+00
6	06/21 05:00:	0,00E+00
7	06/21 06:00:	0,00E+00
8	06/21 07:00:	0,00E+00
9	06/21 08:00:	151,8575849
10	06/21 09:00:	111,9306601
11	06/21 10:00:	96,7829402
12	06/21 11:00:	0,00E+00
13	06/21 12:00:	0,00E+00
14	06/21 13:00:	0,00E+00
15	06/21 14:00:	0,00E+00
16	06/21 15:00:	0,00E+00
17	06/21 16:00:	0,00E+00
18	06/21 17:00:	0,00E+00
19	06/21 18:00:	0,00E+00
20	06/21 19:00:	0,00E+00
21	06/21 20:00:	0,00E+00
22	06/21 21:00:	0,00E+00
23	06/21 22:00:	0,00E+00
24	06/21 23:00:	0,00E+00
25	06/21 24:00:	0,00E+00



Le débit d'air le plus élevé est enregistré à l'heure de 08 :00h (151.85 m³/h), et à 09 :00h (111.93 m³/h), Le débit d'air min est enregistré à l'heure de 10 :00h 96.78 m³/h).

Cas amélioré 3 :(lafenêtre d'entrée d'air en haut et la fenêtre du sortie d'air en bas)

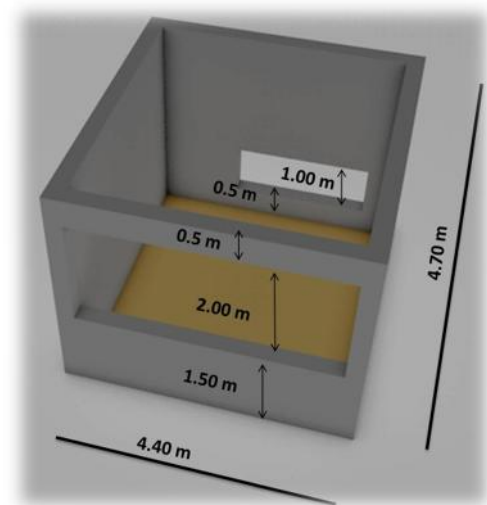
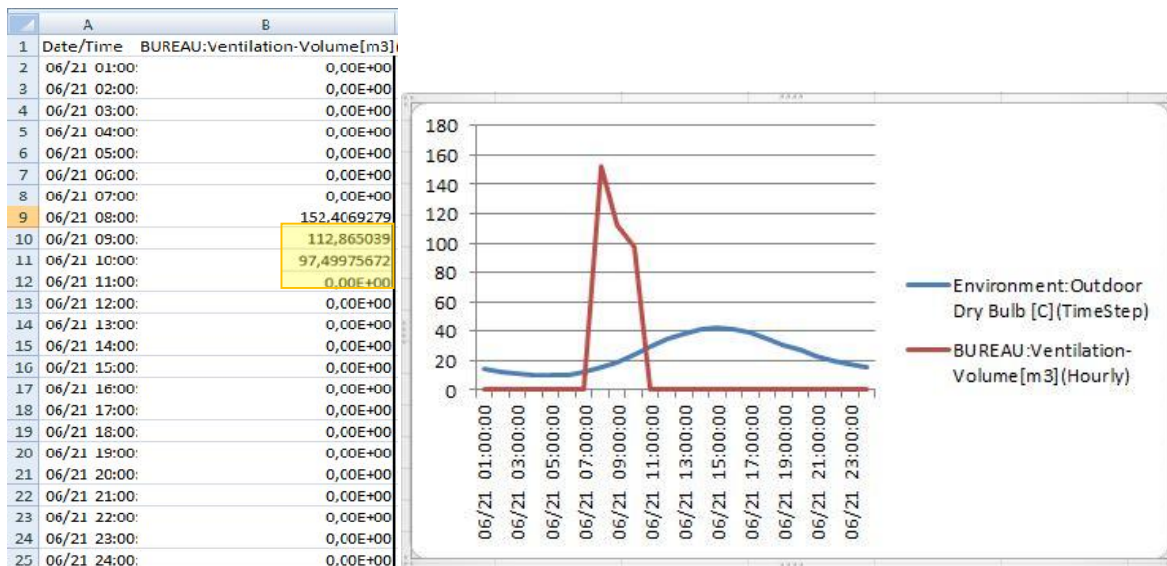


Figure 75 Détail du volume du cas amélioré 3



Le débit d'air le plus élevé est enregistré à l'heure de 08 :00h (152.40 m³/h) et 09 :00h (112.86 m³/h), Le débit d'air min est enregistré dans l'heure de 10 :00h (97.49 m³/h).

Interprétation des résultats

Les résultats obtenus présentent un sur confort dans la zone d'étude, et ils ne montrent pas une différence remarquable entre les différents cas simulés. Donc les résultats précédant montre que la position des fenêtres n'influence pas beaucoup le débit d'air dans la zone qu'on a étudié, d'autres paramètres doit être changés « tailles et dimensions des fenêtres » pour atteindre le confort respiratoire des occupants à l'intérieur des bureaux, nous laisserons le champ de la recherche ouvert

pour les prochaines promotions d'agir sur cette composante architecturale essentielle « la fenêtre » pour arriver au plus de détail et d'informations.

Conclusion

Comme le suggère la littérature présentée jusqu'à présent, le confort de l'occupant dépend de la capacité d'un environnement intérieur à offrir de bonnes conditions pour exercer ses différentes tâches sans difficultés.

La relation harmonieuse entre le bâtiment et son environnement immédiat est possible si le concepteur sait maîtriser l'interaction des variables climatiques, et architecturales, parmi ces variables, on dénombre la fenêtre ouvrante. La fenêtre demeure la composante la plus importante responsable du degré de confort ressenti.

Notre intervention s'est basée sur le changement de la position de la fenêtre (dans le sens vertical). Le contexte de l'étude a été simplifié par la simulation d'un bureau, et le moment de l'étude s'est limité à quelques heures d'une journée de l'année, ce qui ne reflète pas évidemment l'image réelle de l'environnement intérieur vécu par les occupants durant toute l'année, et sous différentes conditions climatiques variables.

L'objectif de notre travail est d'assurer le confort respiratoire et le débit d'air optimal à l'intérieur des bureaux. Pour atteindre cet objectif, il fallait répondre à la problématique qui nous confronte : « quelle est la meilleure position (dans le sens vertical) des fenêtres (dans le cas d'une ventilation naturelle bilatérale) pour obtenir un débit d'air optimal à l'intérieur des bureaux ? » par l'élaboration d'une hypothèse « La position bilatérale des fenêtres dont la fenêtre d'entrée d'air en bas et celle de sortie d'air en haut est la meilleure pour la ventilation naturelle dans les bureaux ». et pour confirmer cette hypothèse nous avons fait une simulation d'une zone de notre projet et une interprétation des résultats obtenus. et nous avons sorti par une conclusion que la position des fenêtres n'influe pas beaucoup le débit d'air et qu'il faut agir sur d'autres paramètres sur les fenêtres pour garantir le confort requis dans l'espace bureau.

Nous pouvons dire que cette étude n'est qu'une modeste contribution à la connaissance des espaces de travail et de leurs environnements intérieurs.

- **Ouvrages**

- (GRATIA.E., 2004). Thermique des immeubles de bureaux. Université Catholique de Louvain. Belgique.
- (De Gidds, W. and W. H. Phaff 1982) "Ventilation Rates and Energy Consumption due to Open Windows" Air Infiltration 1982.
- (Robert MAUD, Mai 2012). Guide de La ventilation dans les bâtiments, fiche N3.
- (HybVent, 29 août 2005), Guide La ventilation des immeubles de bureaux.
- (De Herde, A. Liebard. A, 2005). Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005.

- **Mémoires de Magister**

- (MEZAOUKH Lakhdar, 24 septembre 2012). Mémoire de Magister, impact de la conception de des fenêtres sur l'environnement intérieur dans les salles de classe en zones arides.
- (MOKEDDEM Mahmoud, 24 Septembre 2012), Mémoire de Magister, modèle de conception de la fenêtre dans l'espace de bureau faces aux facteurs soleil et vent en zones arides.
- (BOUMAOUICHE NASR-EDDINE, 4478), Mémoire de Magister, prise en compte de l'humidité dans le projet de réhabilitation des maisons vernaculaires.
- (Mlle KHALDI Sabrina, 2012/2013). Mémoire Pour l'obtention de diplôme de Magister, Etude numérique de la ventilation naturelle par la cheminée solaire,
- (Mario Mulé, Décembre 2011). Mémoire présenté par Mario Mulé, Ventilation naturelle dans l'habitat.

- **Séminaire doctoral en architecture**, Gianluca cadoni, Mai 2011.

- **Revue et articles scientifiques**

- (Gianluca Cadoni, 24 Oct 2012). HAL archives-ouvertes.fr.
- (Marcello Caciolo, 5 Apr 2011). HAL archives-ouvertes.fr.
- (ASHRAE 62.1). Norme 62.1, ventilation d'ANSI/ASHRAE pour la qualité d'intérieur acceptable d'air, ASHRAE, Inc., Atlanta, GA, Etats-Unis.

- **Outil de simulation**

- Logiciel Energy+ version 2.1.1 (US Department of Energy).

Liste des figures :

Figure 1 Nouveau bureau de l'Atlantique de Perkins+Will (source Archidaily)	14
Figure 2 plans de situation (sourcegoogleearth)	14
Figure 3 plan de masse (source Archidaily).....	15
Figure 4 vue en face du bureau (source Archidaily)	15
Figure 5 l'entrée principale(source Archidaily)	15
Figure 6 la volumétrie.....	15
Figure 7 façade sud-est (source Archidaily)	16
Figure 8 la façade principale(source Archidaily)	16
Figure 9 coupe 3D.....	16
Figure 10 plan sous sol	16
Figure 11 Plan de rez-de-chaussée.....	17
Figure 12 Plan de 5eme étage	17
Figure 13 plan de 2eme et 3eme Étages (courant).....	17
Figure 14 Plan de 1er étage.....	17
Figure 15 récupération des eaux pluviale (source Archidaily).....	18
Figure 16 planchers surélevé avec distribution d'air par le sol (source Archidaily)..	18
Figure 17 gestion de l'énergie (source Archidaily)	18
Figure 18 une vue piétonne de la Terry Thomas, à l'angle de l'avenue du Nord et Terry Thomas, rue sud-ouest à la recherche.(source AIA).....	19
Figure 19 Plan de situation(source AIA)	19
Figure 20 plan de masse(source AIA)	19
Figure 21 plans de RDC.....	20
Figure 22 plans de l'étage (Étage courant).....	20
Figure 23 schéma d'écoulement d'air de ventilation naturelle représente la stratégie de conception de refroidissement passif utilisé dans ce projet.(source AIA)	21
Figure 24 une photo de l'ordinateur automatique volets et un schéma en coupe de la paroi environnementale.(source AIA).....	21

Figure 25 une photo des ombrelles de verre et un schéma en coupe de la paroi
environnementale(source AIA)..... 21

Figure 26 carte de la willaya de djelfa (source wikipédia) 24

Figure 27 plan de situation(sourcegoogleearth)..... 24

Figure 28 l'accessibilité du site (source googleearth) 24

Figure 29 les données climatiques(sourcePdaude HadShary) 25

Figure 30 plan schématique d'implantation (source l'auteur) 32

Figure 31 plan de masse (source l'auteur) 32

Figure 32 plan de rez de chaussée (source l'auteur) 35

Figure 33 plan de 1er étage (source l'auteur)..... 36

Figure 34 plan de 2eme étage(source l'auteur) 37

Figure 35 la forme géométrique (source l'auteur) 37

Figure 36 le patio (source l'auteur)..... 38

Figure 37 le véranda(source l'auteur)..... 38

Figure 38 la verrière(source l'auteur)..... 38

Figure 39 l'entrée principale (source l'auteur)..... 38

Figure 40 perspective(source l'auteur) 39

Figure 41 le volume (source l'auteur) 39

Figure 43 le façade Est (source l'auteur)..... 40

Figure 44 façade Ouest (source l'auteur) 40

Figure 42 coupe horizontale des brises soleil..... 40

Figure 47 coupes 3D présent l'effet de la véranda à l'hiver 41

Figure 45 la façade Nord (source l'auteur) 41

Figure 46 la façade Sud (source l'auteur)..... 41

Figure 48 coupe 3D de la véranda (l'ombre à l'été avec les stores) (source l'auteur)
..... 42

Figure 49 ventilation par tirage thermique (véranda) (source l'auteur)..... 42

Figure 50 coupe présente l'éclairage zénithal (source l'auteur) 42

Figure 51 coupe présente la pénétration du l'éclairage naturel (éclairage zénithal) (source l'auteur).....	42
Figure 52 façade nord présente la citerne (source l'auteur).....	43
Figure 53 récupération de l'eau de pluie (source l'auteur	43
Figure 54 ventilation traversant (source l'auteur).....	43
Figure 55 ventilation par tirage thermique (source l'auteur).....	43
Figure 56 vue intérieur (le patio) (source l'auteur)	44
Figure 57 vue intérieur du patio (source l'auteur)	44
Figure 58 principe de la ventilation du au vent(GRATIA,E.,2004).....	50
Figure 59 ventilation naturelle mono-façade(Marcello Caciolo, 5 Apr 2011)	50
Figure 60 ventilation naturelle traversante(Marcello Caciolo, 5 Apr 2011)	50
Figure 61 ventilation traversante (Gratia E,2004)	50
Figure 62 influence de la taille des ouvertures sur la vitesse de l'air (pacer, 1996). 50	
Figure 63 illustration de modèles des fenêtres les plus utilisées (De Herde, A &al.wwwenergie).....	50
Figure 64 Influence des fenêtres opposées et influence des fenêtres non opposées. (Olgyay, V.1992).....	50
Figure 65 Influence de la position des ouvertures (energie2.arch.ucl.ac.be)	50
Figure 66 influence du positionnement des ouvertures par rapport au vents sur la ventilation naturelle (pacer, 1996).....	50
Figure 67 schéma du cas d'étude (bureau de chef service d'architecture).....	50
Figure 68 Effet du vent sur les parois (B.chef service de l'architecture).....	50
Figure 69 Détail de la façade Ouest de la zone d'étude	50
Figure 70 Détail de la façade Est de la zone d'étude.....	50
Figure 71 Vue intérieur de la zone d'étude	50
Figure 72 Détail du volume du cas initial	50
Figure 73 Détail du volume du cas amélioré 1.....	50
Figure 74 Détail du volume du cas amélioré 2.....	50
Figure 75 Détail du volume du cas amélioré 3.....	50

