

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Saad Dahleb Institut d'architecture

BLIDA



MEMOIRE DE MASTER EN ARCHTECTURE

Option : Architecture et Efficience Energétique

Sur le thème

CONCEPTION DE BATIMENT PERFORMANT EN ALGERIE

Siège national de pèlerinage et de la Omra

Présenté par :

DAMIR Amina

CHIBOUT Meriem

encadré par :

Mr : SEMAHI Samir

Mr MHAMDI Hichem

Devant le jury composé de :

PRESIDENT : Mr ZIRARKA Maitre-assistant « A » à l'institut d'architecture de Blida

EXAMINATEUR : Mr Oueld Zmirli Maitre-assistant « B » à l'institut d'architecture de Blida.

14 Novembre 2017

## *Remerciements...*

*Louange à notre Seigneur 'ALLAH' qui nous a doté de la merveilleuse faculté de raisonnement. Louange à notre créateur qui nous a incité à acquérir le savoir. C'est à lui que nous adressons, en premier lieu, toute notre gratitude.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre promoteur monsieur SEMAHI SAMIR. Nous lui sommes très reconnaissants de nous avoir réuni les conditions adéquates pour la réussite de ce travail et pour la confiance qu'il nous a témoigné durant toute la durée de ce travail son entière disponibilité, ses critiques constructives, son attention inlassable, son soutien moral. Qu'il soit assuré de notre profonde gratitude.*

*Nous remercions vivement les membres du jury qui ont accepté de bien vouloir juger notre étude, particulièrement,*

## *Dédicace...*

*Je dédie ce projet de fin d'étude à :*

### *Mes chers parents*

*Qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études. Sans eux, je n'aurais certainement pas atteint cet objectif. Ce modeste projet représente donc l'aboutissement du soutiens, des encouragements et des prières qu'ils m'ont prodigué toute au long de ma scolarité. Qu'ils en soient remerciés à travers cette modeste dédicace.*

### *Ma chère sœur et mes chers frères*

*Fatma Zohra, Abd Elkarim et Sohaib, pour leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.*

### *Mes chères cousines et tendre tante*

*Amina, Selma, Hadjer, Imen et Houda, en signe d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour le dévouement dont vous avez fait toujours preuve à mon égard.*

### *Mes ami(e)s*

*Lamia, Sara, Amina, Asma, Hassina et Amine, pour leurs soutiens dans les moments difficiles.*

### *Ma chère binôme*

*CHIBOUT Meriem, merci énormément pour ton soutien plus que précieux, pour ton compréhension aux moments difficiles qu'on a surmonté, merci aussi pour ta permissivité avec un cœur ouvert, vous étiez comme ma deuxième sœur tout le long de cette année.*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.*

**DAMIR AMINA**

## *Dédicace*

*A ma chère mère*

*A mon cher père*

*Qui n'ont jamais cessé de formuler des prières a mon égard de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs*

*A mes sœurs Asma Wided Et Imene ainsi mes beaux frères*

*Pour ces soutient moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études*

*A mon cher collègue med chawki*

*Pour son aide dans les moments difficiles*

*A la grande famille Chibout ainsi la famille Boumala plus particulièrement  
mami*

*A ma chère binôme copine et sœur Amína*

*Merci pour ton travail on a passé des moments difficiles ensemble tu étais a la hauteur je te souhait la réussite et plein de succès dans ta vie*

**CHIBOUT MERIEM**

## *Résumé :*

L'homme a toujours été à la recherche de confort dans ses abrites, de ce fait la consommation de l'énergie dans le secteur résidentiel et tertiaire a touché sa haute limite du coup que le secteur résidentiel est le premier secteur consommateur de l'énergie à l'échelle mondiale.

Ce mémoire est fondé sur l'idée que le bien-être n'est pas besoin de haute consommation pour l'atteindre, pour confirmer cette idée il faut d'abord connaître la notion d'efficacité énergétique et la performance énergétique de bâtiment et mettre le point -brièvement- aussi sur le concept de l'architecture bioclimatique et le confort thermique.

En premier lieu on a basé sur un ensemble de dispositifs et aspects architecturaux qui ont une relation directe avec la consommation énergétique de bâtiment, on a étudié leurs impacts et effets sur la charge annuelle de chauffage et de climatisation par l'affectation d'une série de simulations à l'aide d'un logiciel thermique ECOTECT ANALYSIS. En deuxième lieu on a présenté le climat de la ville d'Alger puis on a élaboré une analyse bioclimatique. La conclusion de cette analyse va conduire à un ensemble des stratégies et recommandations correspondant au climat d'Alger, pour les intégrer correctement dans l'immeuble de bureaux.

Les différentes alternatives architecturales sur lesquelles les choix vont se porter seront en relation avec les recommandations ressorties de l'analyse bioclimatique et les simulations dynamiques (orientation de bâtiment, type de vitrage, type de matériau...).

En dernier point, l'évaluation énergétique de notre immeuble est indispensable pour voir si elle correspond aux normes de l'efficacité énergétique.

### **Les mots clés :**

L'efficacité énergétique, l'architecture bioclimatique, le confort thermique, dispositifs architecturaux, immeuble de bureaux, les simulations dynamiques.

## *Summary:*

Humans are always looking for comfort in their shelters, that's why energy consumption in the residential and tertiary sector has reached its high limit, so for that, this sector is the first energy-consuming sector in the world scale.

This thesis is based on the idea that well-being does not need high consumption to reach it, to confirm this idea we must first know the notion of energy efficiency and building energy performance, and to put the point -roughly- also on the concept of bioclimatic architecture and thermal comfort.

In the first place we have based on a set of devices and architectural aspects that have a direct relation with building energy consumption; we studied their impacts and effects on the annual load of heating and cooling by the assignment of a series of simulations using thermal software ECOTECH ANALYSIS. Secondly, we presented the climate of the city of Algiers and then we developed a bioclimatic analysis. The conclusion of this analysis will lead to a set of strategies and recommendations relate to the climate of Algiers, to integrate it properly in the office building.

The different architectural alternatives on which the choices will be made will be related to the recommendations resulting from the bioclimatic analysis and dynamics simulations (building orientation, type of glazing, and type of material ...).

Finally, the energy assessment of our building is essential to see if it matches the standards of energy efficiency.

### **Keywords:**

Energy efficiency, bioclimatic architecture, thermal comfort, architectural devices, office building, dynamic simulations.

## ملخص

الإنسان دائماً في طريقه للبحث عن الرفاهية الحرارية في مأواه، لذلك فإن استهلاك الطاقة في القطاع السكني وصل حدّه الأقصى، علماً أن هذا القطاع هو أول قطاع مستهلك للطاقة على الصعيد الدولي.

تستند هذه المنكّرة على أنّ فكرة الرفاهية لا تحتاج إلى استهلاك مفرط للطاقة للوصول إليها، لتأكيد هذه الفكرة يجب أولاً معرفة معنى مصطلح الكفاءة الطاقوية و الفعالية الطاقوية للبناء، ووضع النقاط باختصار - على مفهوم العمارة البيومناخية و الرفاهية الحرارية.

قمنا في المقام الأول بالتركيز على مجموعة من العناصر و الجوانب المعمارية التي لديها علاقة مباشرة مع استهلاك الطاقة، لقد قمنا بدراسة آثارها و تأثيراتها على الاستهلاك السنوي في التدفئة و التبريد من خلال سلسلة من المحاكاة باستخدام البرنامج الحراري

### ECOTECT ANALYSIS.

في المقام الثاني لقد قمنا بعرض مناخ مدينة الجزائر (منطقة الدراسة) تمّ طوّرها تحليلاً بيومناخياً. قادنا تحليل هذه الفقرة إلى مجموعة من الإستراتيجيات و التوصيات التي تتطابق و مناخ مدينة الجزائر و التي سنقوم بدمجها في مشروعنا.

مختلف البدائل المعمارية التي سيجرى عليها الاختيار ستكون ذات صلة مع النتائج المتحصل عليها من التحليل البيومناخي و سلاسل المحاكاة الديناميكية (اتجاه البناء، نوع الزجاج، نوع مواد البناء...)

وأخيراً، فإن تقييم الطاقة في مبنانا ضروري لمعرفة ما إذا كان يستوفي معايير الكفاءة الطاقوية.

### الكلمات المفتاحية

الكفاءة الطاقوية, العمارة البيومناخية, الرفاهية الحرارية, العناصر المعمارية, مبنى المكاتب, المحاكاة الديناميكية.

## Sommaire

<i>Remerciements</i> .....	i
<i>Dédicace</i> .....	ii
<i>Résumé</i> : .....	vi
<i>Summary</i> :.....	v
ملخص.....	vi

### CHAPITRE INTRODUCTIF

1 Introduction générale : .....	1
2 La problématique : .....	5
3 Hypothèse : .....	5
4 Les objectifs : .....	5
5 La méthodologie du travail : .....	5
6 La structure : .....	6

### CHAPITRE I

Introduction : .....	9
1 La notion d'efficacité énergétique dans le secteur de bâtiment : .....	9
1.1 L'efficacité Energétique de Bâtiment : .....	9
1.1.1 Les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique : .....	9
1.2 La performance énergétique de bâtiment: .....	9
1.3 La conception bioclimatique : .....	10
1.4 La ventilation naturelle : .....	10
1.4.1 Les stratégies de ventilation naturelle : .....	10
1.5 La masse thermique : .....	11
1.6 Le confort thermique : .....	11
2 Les dispositifs et les aspects architecturaux influents sur le confort thermique du bâtiment : .....	12
2.1 Les dispositifs architecturaux: .....	13
2.1.1 Le patio : .....	13
2.1.2 La forme : .....	15
2.1.3 Les toitures : .....	17
2.1.4 La serre bioclimatique (ou véranda) : .....	19
2.1.5 Les ouvertures : .....	21
2.1.6 L'atrium: .....	23
2.1.7 Les matériaux de constructions : .....	25
2.2 Les aspects généraux : .....	27



2.2.1	L'orientation du bâtiment et la disposition intérieure des espaces:.....	27
2.2.2	La végétation et l'eau :.....	29
2.3	La synthèse :.....	31
3	Dispositifs architecturaux et consommation énergétique du bâtiment :.....	32
3.1	Le model de base :.....	32
3.2	L'orientation :.....	32
3.3	Le patio :.....	34
3.4	La forme :.....	35
3.5	Les matériaux :.....	36
3.6	L'isolation :.....	37
3.7	Taux de vitrage :.....	38
3.8	Le type de vitrage :.....	39
3.9	La protection solaire :.....	40
4	La synthèse :.....	41
5	Recherche thématique des immeubles de bureaux :.....	42
5.1	Définition d'un immeuble de bureau :.....	42
5.2	La structure d'un immeuble :.....	42
5.3	L'organisation spatiale :.....	42
5.4	Classification :.....	42
5.5	Architecture et construction :.....	43
	La conclusion :.....	43

## CHAPITRE II

1	Présentation de site d'intervention :.....	52
1.1	La situation géographique :.....	52
1.2	La topographie de terrain :.....	52
1.3	Le gabarit :.....	53
1.4	L'accessibilité :.....	54
2	L'analyse climatique de la ville d'Alger :.....	54
2.1	La température :.....	54
2.2	L'humidité :.....	54
2.3	La précipitation :.....	55
2.4	Les vents :.....	55
2.5	L'ensoleillement :.....	55
3	L'analyse bioclimatique :.....	56
3.1	Diagramme de Givoni :.....	56
3.2	La méthode de Mahony :.....	58
3.3	Détermination de la température de confort :.....	59

4	Conceptualisation de projet :.....	60
	Introduction :.....	60
4.1	Rappel des recommandations générales :.....	60
4.2	L'orientation :.....	60
4.3	Schéma de principe :.....	61
4.4	La genèse de la forme :.....	61
4.5	L'atrium :.....	62
4.6	Le plan masse :.....	62
4.7	Les ouvertures :.....	63
5	La description de projet :.....	63
5.1	Les accès :.....	63
5.2	La distribution intérieure :.....	63
5.3	Les façades :.....	67
5.4	La structure :.....	68
6	Les techniques :.....	68
6.1	Matériaux et isolations :.....	68
6.2	Type de vitrage :.....	69
6.3	La protection solaire :.....	69
6.4	Les panneaux photovoltaïques :.....	70
7	L'évaluation énergétique de projet :.....	71
	La conclusion générale.....	74
	Les références bibliographiques.....	76
	Liste des tableaux, des figures, des graphes et des schémas.....	80
	L'annexe.....	

# CHAPITRE INTRODUCTIF

# 1 Introduction générale :

L'énergie peut être définie comme une manifestation de force, de mouvement, de chaleur et de transformation émanant d'une source quelconque et capable de produire un travail, à élever la température d'un corps, ou effectuer une action précise et déterminée. Il découle naturellement de cette définition que la notion d'énergie n'est pas récente pour l'humanité, car rappelons le, l'utilisation du feu remonte à la préhistoire [Lieberherr 06].

Il y a environ 10 000 ans, l'homme après la maîtrise du feu, avait plus d'aliments et brûlait du bois pour se chauffer et cuisiner ; il consommait environ 5000 Kcal/jour. Par contre au moyen âge, l'homme utilisait déjà le charbon pour se chauffer, l'énergie hydraulique, éolienne et l'énergie animale pour le transport ; sa consommation d'énergie était double de la précédente soit 24 000 Kcal/jour. Avec la révolution industrielle, l'homme consommait en moyenne 70 000 Kcal/jour dont environ 10% pour sa nourriture, 10% pour le transport, 50% pour le domestique et le tertiaire (chauffage...) et 30% pour l'industrie et l'agriculture. La société technique se représente vers les années 70, l'énergie était disponible à l'échelle de l'unité individuelle (le taux de croissance de la consommation d'énergie par habitant aux EtatsUnis par exemple avait atteint 230 000Kcal /jour /habitant). Donc la plus grande partie de cette énergie était consommée sous forme d'électricité. Les valeurs de la consommation d'énergie de l'homme à travers les âges sont indiquées dans le tableau ci-dessus. <sup>1</sup>

Consommation individuelle exprimée en [103 Kcal/j ]	Alimentation, domestique et unitaire		Industrie et agriculture	transport	total
	unitaire	domestique			
1- Homme primitif (-1million d'années)	2	-	-	-	2
2- chasseurs (-100 000 ans)	3	2	-	-	5
3-Agriculteur primitifs (- 7000 ans)	4	4	4	-	12
4-Agriculteur évolué (+ 1400 ans)	6	12	7	1	26
5- Hommes industriels (+ 1870 ans)	7	32	24	14	77
6-Homme technologique (Etat Unis)(+ 1970 ans)	10	66	91	63	230

Tableau 1: Evolution de la consommation énergétique de l'homme de la préhistoire à nos jour (Source : CHITOUR.Ch.E, 1994)

- **De l'énergie primaire à l'énergie finale :**

Lorsqu'on parle de la consommation d'énergie, on constate deux stades : la consommation primaire c'est-à-dire une source d'énergie qui est créée à partir d'éléments naturels comme les combustibles fossiles, l'énergie mécanique de l'eau et de vent, la géothermie, l'énergie solaire thermique, l'énergie photovoltaïque ou encore de l'énergie nucléaire. Le second type de consommation d'énergie est la consommation finale qui est fournie au consommateur qui correspond au produit énergétique final, c'est-

<sup>1</sup> BELLARA, Samira, 2004/2005, *Impact De L'orientation Sur Le Confort Thermique Intérieur Dans L'habitation Collective. Cas De La Nouvelle Ville Ali Mendjeli Constantine*, Memoire De Magistere, Université Mentouri Constantine , pp 9/260

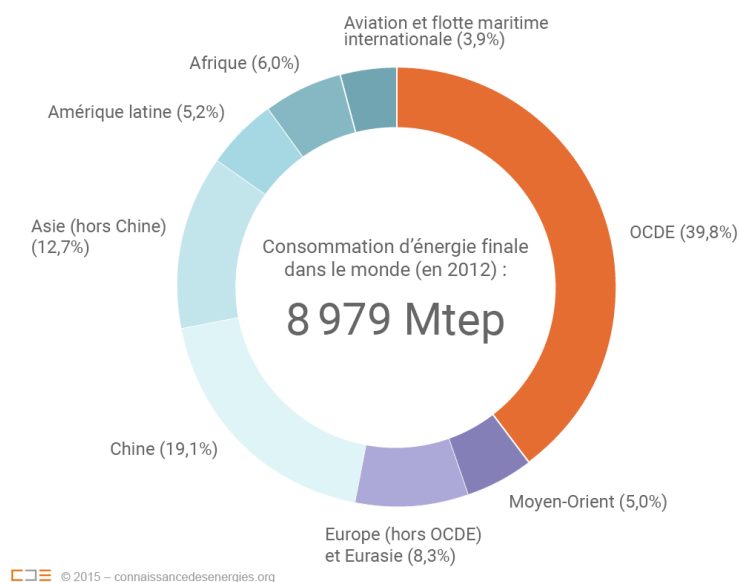
à-dire provenant de la transformation des produits primaires, même si dans certains cas le produit énergétique final est identique au produit primaire, comme le gaz naturel.<sup>2</sup>

La production mondiale de l'énergie a connu une augmentation doublée de 1973 à 2012, elle est passée de 6106 M tep à 13371 M tep (d'après l'Agence Internationale de l'Energie (AIE)).<sup>3</sup>

En 2013 la consommation d'énergie mondiale atteint le 12.73 G tep avec toutes ses formes présentes dans la nature, elle est répartie comme suit <sup>4</sup> :

- 33 % pour le pétrole
- 30 % pour le charbon
- 7 % pour le gaz naturel
- 7 % pour l'hydroélectricité
- 4 % pour le nucléaire
- 2% pour les autres énergies renouvelables

La consommation d'énergie finale dans le monde en 2012 avoisine 9 milliards de tep (d'après Key World Energy Statistics 2014, AIE)<sup>5</sup>



**Schéma 1: Consommation d'énergie finale dans le monde en 2012.**

La crise de l'énergie a brutalement mis l'accent sur l'importance du volume de combustible utilisé pour le chauffage et la climatisation, en raison de cette consommation qui influe sur la charge d'exploitation des immeubles et également sur l'ensemble de l'économie du pays, la prise en considération de l'aspect climatique, tient compte du respect des facteurs du site qui peuvent être utiles pour réduire cette consommation : Orientation, pente du terrain, ensoleillement, protection contre les intempéries, vents dominants<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> LAPONCHE, Bernard, 2010, *L'énergie Dans Le Monde : Priorité A L'efficacité Énergétique*, (lien [http://epibesancon.fr/contrib\\_react\\_cr\\_debats/energie\\_bl2.pdf](http://epibesancon.fr/contrib_react_cr_debats/energie_bl2.pdf)).

<sup>3</sup> M. Stanislas N. B. Brou, 2015, *Modélisation Et Commande D'un Système De Cogénération Utilisant Des Énergies Renouvelables Pour Le Bâtiment*, Thèse De Doctorat, Université Paris-Saclay, Pp6.

<sup>4</sup> Mobilisation Environnement, <https://Comitemeac.Com/Dossiers-2/Dossiers/Capsules-Energetiques-Introduction/Quelle-Est-La-Consommation-Denergie-Mondiale/> Consulté Le 21/09/2017.

<sup>5</sup> Connaissance des énergies, <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/consommation-d-energie-finale-dans-le-monde-0>, consulté le 22/09/2017.

<sup>6</sup> BERNARD Château & BRUNO Lapillone, 1977, *La Prévision A Long Terme De La Demande D'énergie : Énergie Et Société*, Centre National De La Recherche Scientifique –CNRS- Paris.

- **La consommation d'énergie par secteur :**

La population mondiale croît bien plus rapide et beaucoup de pays se développent assez vite ce qui induit un accroissement de la consommation énergétique. Le secteur de bâtiment (englobe le secteur résidentiel et tertiaire) est responsable de 35% du total de consommation mondiale comme il est montré dans le schéma ci-dessous, suivis par le secteur de l'industrie 28% et le transport 26%.

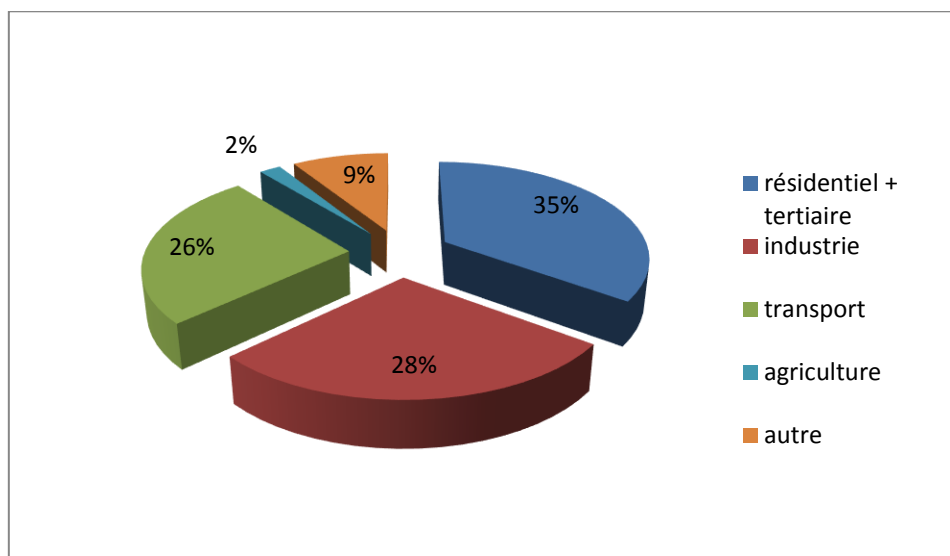


Schéma 2: Répartition de la consommation d'énergie mondiale par secteur<sup>7</sup>.

- **Les changements climatiques :**

Aujourd'hui, nul doute que la consommation énergétique mondiale est en grande partie responsable du changement climatique, cette situation devrait perdurer puisque les émissions de CO<sub>2</sub> continueraient à augmenter à l'horizon de 2040 [AIE 14b], provoquant à long terme une hausse de la température moyenne mondiale de 3.6 °C.<sup>8</sup>

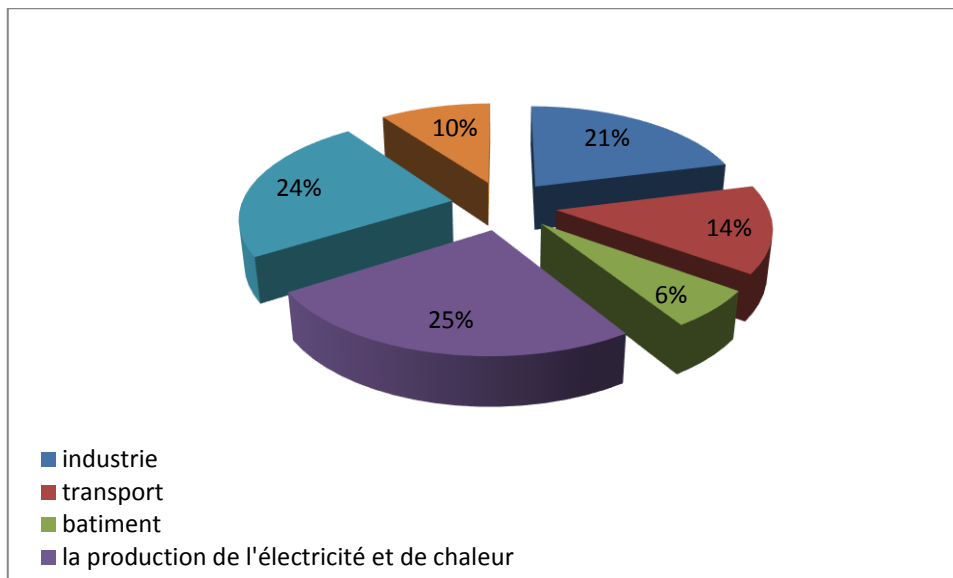
Les émissions de gaz de CO<sub>2</sub> liées à la consommation des énergies conventionnelles constituent la principale source de l'augmentation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (GES), elle même cause d'un réchauffement de l'atmosphère devant entraîner des changements climatiques profonds dans les prochaines décennies. En 2004, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> liées aux activités énergétiques étaient de 24,6 milliards de tonnes, dont 51% en provenance des pays de l'OCDE. Il est intéressant de noter que les émissions de CO<sub>2</sub> de l'Union Européenne (25 Etats membres) ont augmenté entre 1990 et 2004 (de 3,6 à 3,8 milliards de tonnes) tandis que celles des Etats-Unis augmentaient de 4,8 à 5,7 milliards de tonnes sur la même période.<sup>9</sup>

Le schéma ci-dessous (schéma 3) représente les émissions de gaz à effet de serre par secteur, les grands secteurs responsables de GES sont : le secteur de la production de l'électricité et la chaleur, suivis par le secteur de l'industrie. Le secteur de bâtiment est responsable à 6% de ces émissions, présenté par les activités ménagères, le chauffage et la cuisine (Les émissions provenant de l'utilisation de l'électricité dans les bâtiments sont exclues et sont plutôt couvertes dans le secteur de la production d'électricité et de chaleur).

<sup>7</sup> Question de société, <http://www.questions-de-societe.org/energie/> consulté le 18/10/2017.

<sup>8</sup> M. Stanislas N. B. Brou, 2015, *Modélisation Et Commande D'un Système De Cogénération Utilisant Des Energies Renouvelables Pour Le Bâtiment*, Thèse De Doctorat, Université D'evry Val-D'essonne, Pp 7/209.

<sup>9</sup> LAPONCHE, Bernard, 2010, *Les consommations d'énergie dans le monde : Priorite A L'efficacite Energetique*, article, pp6/17.



**Schéma 3: 'Emission de gaz à effet de serre par secteur dans le monde'<sup>10</sup>.**

La nécessité de lutter contre le changement climatique est progressivement prise en compte par la communauté internationale qui s'est dotée de plusieurs outils. Au niveau mondial les années 1955-2006 ont été les 12 années les plus chaudes. En l'absence de décisions efficaces, la montée de la température moyenne de la surface de la terre sera comprise entre 1.8°C et 4°C depuis les années 80 jusqu'à la fin du 21 ième siècle, selon un récent rapport du groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat.<sup>11</sup> Au cours de cette même période le niveau des mers s'élèvera de 18 à 59 centimètres, en raison de la fonte des glaces.<sup>12</sup>

Face à ces grands changements au niveau de planète, des solutions doivent pris en charge. Les émissions de GES provient des bâtiments sont augmentées aux cours des années, il faudra donc de penser à limiter ces émissions. Des nombreuses solutions ont voir le jour mondialement, en citant : Les bâtiment performants : sont des bâtiments souvent appelés bâtiments basse énergie (à basse consommation), existent à plusieurs milliers d'exemplaires, ils se caractérisent principalement par une conception architecturale bioclimatique, une bonne isolation thermique, des fenêtres performantes, un système de ventilation double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait, parfois associé à un puits climatique, un système de génération performant (pompe à chaleur, chaudière bois, chaudière à condensation...) et une attention particulière est porté à la perméabilité à l'air et aux ponts thermique.<sup>13</sup>

Ce premier niveau de performance peut être atteint par l'optimisation de l'isolation, la réduction des ponts thermiques et l'accroissement des apports passifs, ce concept ne comprend à priori aucun moyen de production local d'énergie sans toutefois l'exclure.<sup>14</sup>

<sup>10</sup> Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data> consulté le 18/10/2017.

<sup>11</sup> RAJENDRA K. PACHAURI Andy, 2007, *Reisinger : Changements Climatiques*, Rapport Du Groupe D'experts Intergouvernemental Sur L'évolution Du Climat 2007.

<sup>12</sup> HASSIG, Lèna, 2008, *La Lutte Contre Le Changement Climatique En Europe*, Mémoire, Genève page 92.

<sup>13</sup> MAZARI, Mohammed, 2012, *Etude Et Evaluation De Confort Thermique Des Batiments A Caractère Public : Cas De Département D'architecture De Tamada (Tizi-Ouzou)*, Mémoire De Magistère, Université Mouloud Mammeri De Tizi Ouzou, 64/164

<sup>14</sup> THIERS, Stephane, 2008, *Bilan Energétique Et Environnementaux De Bâtiments A Energie Positive*, Thèse De Doctorat, Ecole Nationale Supérieure De Paris, 17/253.

## **2 La problématique :**

Les choix architecturaux et techniques concernant l'énergie dans un bâtiment jouent un rôle capital dès le stade de la conception. Ils déterminent étroitement les besoins en chauffage et en climatisation, ce qui a une influence directe sur la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre. Face à ces derniers on doit savoir comment on peut réduire et limiter la consommation annuelle de chauffage et climatisation à des valeurs raisonnables, tout en assurant le même confort thermique des habitants ?

## **3 Hypothèse :**

Pour répondre à la problématique posée, on a émis les hypothèses suivantes :

- ❖ Il nous semble que la limitation de la consommation d'énergie du bâtiment peut être assurée par l'intégration de ce dernier dans son environnement immédiat, et par la prise en considération le climat de site.
- ❖ Il nous paraît que la limitation de la consommation d'énergie du bâtiment peut être assurée par l'introduction des ensembles des dispositifs architecturaux et aspects techniques.

## **4 Les objectifs :**

L'efficacité énergétique d'un bâtiment est influencée par divers facteurs: orientation, forme, qualité de l'isolation thermique, choix des fenêtres, utilisation de protections solaires, etc, pour limiter les besoins en chauffage et en climatisation, et par là même les rejets polluants dans l'atmosphère.

L'objectif souligné dans le mémoire est de concevoir un immeuble performant, peu consommateur de l'énergie et qui répond à nos recommandations à savoir :

- ❖ L'intégration aux conditions climatiques et aux contraintes de site.
- ❖ L'intégration des stratégies et des dispositifs architecturaux et techniques dans le bâtiment.

## **5 La méthodologie du travail :**

Dans ce travail on va faire une évaluation énergétique suivie par des étapes pour conclure à un projet performant, ce dernier dépend d'un ensemble des indicateurs (facteurs, paramètres) reliés entre eux par des relations directes et indirectes.

En premier lieu on va faire une recherche sur les dispositifs et les aspects architecturaux pour étudier les stratégies, ces dernières sont reliées avec les dispositifs par une relation va et vient (on peut ressortir les dispositifs et les aspects architecturaux une fois on a ces stratégies).

La simulation qu'on a fait permettre d'étudier le rôle énergétique de ces dispositifs et aspect, donc il nous a permis de classer ces paramètres selon leurs performances énergétiques.

A l'autre côté on va réaliser une analyse bioclimatique de site pour déterminer la température de confort, cette dernière est très nécessaire pour conclure à des recommandations autrement dit les stratégies (qu'on a étudié ci-dessus).

La dernière étape c'est le projet, sa réalisation englobe les résultats précédents qu'on a fait (la température de confort et les dispositifs), si notre projet ne correspond pas à nos besoins, une optimisation sera faite à l'aide des simulations réalisées au début pour atteindre notre projet performant. Le schéma ci-dessous résume ce qu'on a expliqué.



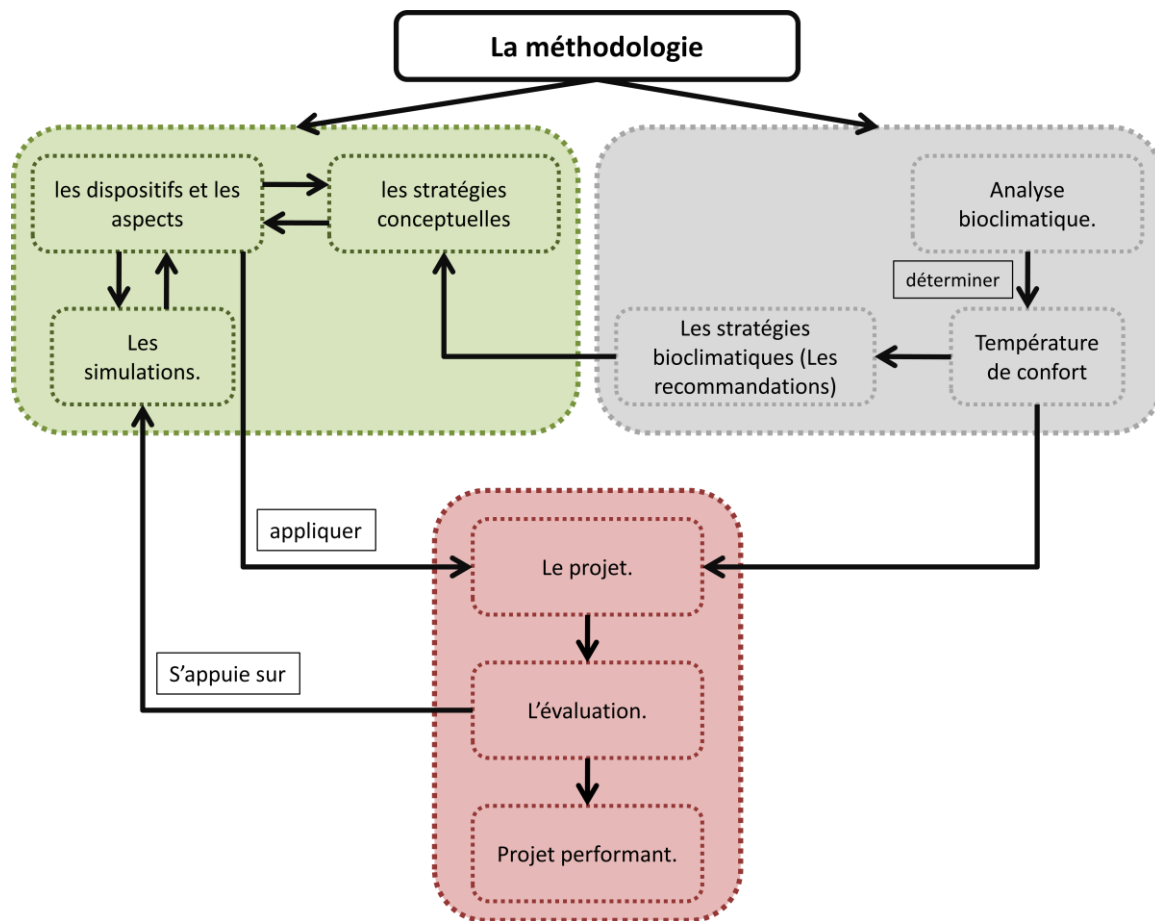
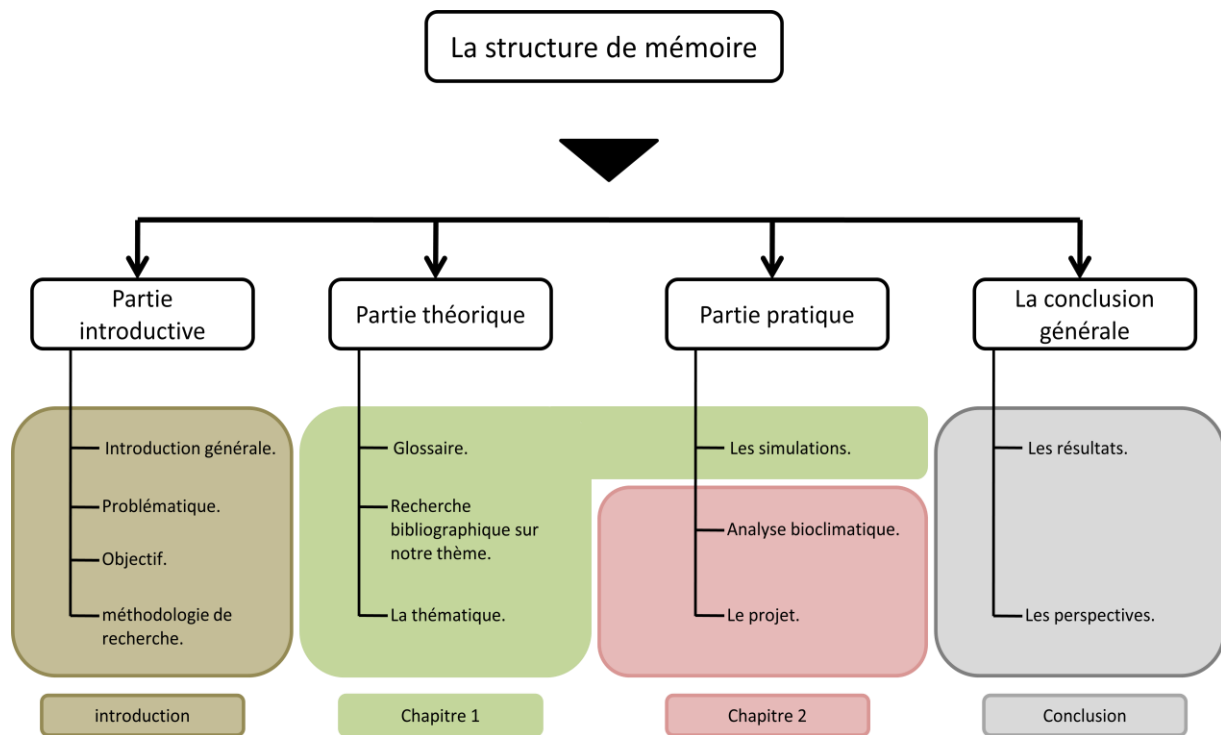


Schéma 4: La méthodologie de travail.

## 6 La structure :

La recherche se déroule en trois parties, plus la partie introductive :

- Première partie théorique : c'est l'état de savoir, où on va faire un glossaire de différentes notions qui ont une relation directe avec notre thématique de recherche, comme l'architecture bioclimatique, la ventilation naturelle, le confort thermique, la masse thermique...etc, puis on accède à une recherche bibliographique des stratégies et aspects architecturaux influents sur la performance énergétique du bâtiment, pour inclure à des recommandations générales et des stratégies conceptuelles.  
On troisième point en faisant le point sur la recherche thématique de notre projet, où on va analyser des exemples et étudier ses techniques énergétiques. Cette étape fait partie de premier chapitre.
- Deuxième partie pratique : cette partie contient une série de simulation sur les ensembles des paramètres. On met le point aussi sur l'analyse bioclimatique qui comporte : le diagramme de Givoni où on a ressorti un ensemble des stratégies et le tableau de Mahony qui détermine les recommandations.



**Schéma 5: Structure de mémoire.**

# CHAPITRE I :

## *LES DISPOSITIFS ET LES STRATÉGIES ARCHITECTURAUX INFLUENT SUR LE CONFORT THERMIQUE DE BÂTIMENT*

## Introduction :

A travers les différents âges de l'humanité l'homme a toujours essayé de créer des conditions favorables pour son confort et ses activités, sans penser à l'énergie qu'il consomme, mais à nos jours l'homme devient conscient et il est à la recherche de techniques et stratégies pour rendre les factures moins coûteuses, plusieurs recherches ont été effectuées dans ce domaine et plusieurs résultats ont montré leurs crédibilité.

Les paramètres étudiés sont les dispositifs architecturaux : le patio, la serre bioclimatique, les ouvertures etc... et les aspects généraux : l'orientation et la distribution intérieures de bâtiment, la végétation et l'eau.

Dans ce premier chapitre on va définir ces paramètres et étudier leurs empreintes énergétiques et son rôle dans la diminution de charge de chauffage et climatisation, en effectuant par la suite une série de simulations comparatives pour chaque paramètre.

## 1 La notion d'efficacité énergétique dans le secteur de bâtiment :

### 1.1 L'efficacité Energétique de Bâtiment :

Elle désigne le fait d'utiliser moins d'énergie qu'avant pour fournir des services énergétiques équivalents<sup>15</sup>.

En augmentant l'efficacité énergétique l'utilisation de l'énergie sera moins importante donc la dépense des factures se sera réduite, et de même coup le gaz à effet de serre sera diminué.

#### 1.1.1 Les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique :

Il est d'usage de distinguer les solutions dites passives (l'habitat passif) qui consistent à réduire la consommation d'énergie des équipements et des matériaux grâce à une meilleure performance intrinsèque et les solutions dites actives (l'habitat actif) visant à optimiser les flux et les ressources.<sup>16</sup>

- **L'habitat passif** : «c'est un bâtiment avec un climat intérieur agréable en hiver comme en été sans installation de chauffage ou de refroidissement conventionnelle»<sup>17</sup>
- **L'habitat actif** : «c'est un bâtiment passif équipé de moyens de production d'énergie comme des panneaux photovoltaïques et des éoliennes. Grâce à ces moyens de production, la maison active produit elle-même l'énergie nécessaire à son fonctionnement».<sup>18</sup>

### 1.2 La performance énergétique de bâtiment:

La performance énergétique d'un bâtiment correspond à la quantité d'énergie consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation normale du bâtiment. Elle inclue notamment l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement (éventuellement), la ventilation et l'éclairage. Plus la quantité d'énergie nécessaire est faible, meilleure est la performance énergétique de bâtiment.

<sup>15</sup> MAZARI, Mohammed, 2012, *Étude Et Evaluation De Confort Thermique Des Bâtiments A Caractère Publics (Cas De Département D'architecture De Tamda Tizi Ouzou)* (mémoire de magister), Université De Tizi Ouzou, 63/146 pages.

<sup>16</sup> La connaissance des énergies cde, Mars 2017 (<http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments>)

<sup>17</sup> La Plate-forme Maison Passive Asbl, Mars 2017 ([www.maisonpassive.be](http://www.maisonpassive.be))

<sup>18</sup> M Habitat, Mars 2017 ([www.m-habitat.fr/efficacite-energetique/consommation-energetique/qu-est-ce-qu-une-maison-active-264\\_A](http://www.m-habitat.fr/efficacite-energetique/consommation-energetique/qu-est-ce-qu-une-maison-active-264_A)).

La performance énergétique d'un logement est liée à l'efficacité énergétique des équipements, ainsi qu'à l'usage fait au quotidien : donc le comportement est essentiel pour optimiser la performance énergétique.

Le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie, il est responsable de 40% de la consommation globale de l'énergie et rejette 36% de gaz de CO<sub>2</sub>. L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur des bâtiments constitue donc un axe de progrès prioritaire. Elle est notamment soutenue par les politiques publiques.

### 1.3 La conception bioclimatique :

«'Olgay' a utilisé le terme « bioclimatique » pour la première fois en 1953 pour définir l'architecture qui répond à son environnement climatique en vue de réaliser le confort pour les occupants grâce à des décisions de conception appropriées»<sup>19</sup>. «La conception bioclimatique est surtout une sorte d'engagement dont les bases sont : un programme architectural, un paysage, une culture, quelques matériaux locaux, certaine notion de bien-être et d'abri dont la synthèse est une couverture habitable»<sup>20</sup>.

«La conception bioclimatique consiste à mettre à profit les conditions climatiques favorables tout en se protégeant de celles qui sont indésirables, ceci afin d'obtenir le meilleur confort thermique. Elle utilise l'énergie solaire disponible sous forme de lumière ou de chaleur, afin de consommer le moins d'énergie possible pour un confort équivalent».<sup>21</sup>

La conception bioclimatique repose sur deux stratégies : capter, diffuser et conserver la chaleur en hiver (stratégie de chaud) et de protéger, minimiser les apports et dissiper l'énergie en été (stratégie de froid).<sup>22</sup>

### 1.4 La ventilation naturelle :

La ventilation naturelle est reconnue par le mouvement naturel d'air dans la pièce, c'est-à-dire sans utiliser des systèmes d'appareillage mécanique, elle se repose sur la différence de densité de vent provoquée par la variation des températures. Pour assurer une meilleure ventilation naturelle, les concepteurs du bâtiment doivent prendre en considération les phénomènes physiques d'écoulement d'air et la position des ouvertures en façade.<sup>23</sup>

#### 1.4.1 Les stratégies de ventilation naturelle :

Il existe de nombreux types de mode de ventilation naturelle (ALAIN, Liébard, 2005. photos et texte) :

- **La ventilation naturelle :** elle prend en considération la position des ouvertures. Elle est effectuée grâce à deux conditions : la première c'est que le local doit comporter deux ouvertures, et la deuxième, c'est que ces dernières doivent être sur des façades opposées.

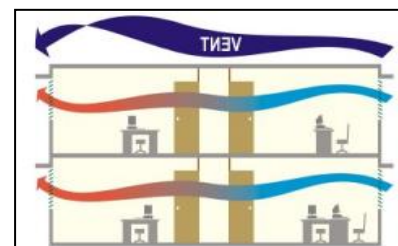


Figure 1: la ventilation naturelle.

<sup>19</sup> EVANS. J. M, 2007, *The Comfort Triangles: A New Tool For Bioclimatic Design*, Thèse De Doctorat, Delft University Londes, Page 25/315.

<sup>20</sup> MARÍA LÓPEZ DE ASIAIN, Alberich, et al, 19 – 22 September 2004, *Reflections on the Meaning of Environmental Architecture in Teaching*, the 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Eindhoven, the Netherlands.

<sup>21</sup> ASDER, <http://www.asder.asso.fr/info-energie/eco-batiment/construction-et-renovation/conception-bioclimatique>, consulté le 17 décembre 2016.

<sup>22</sup> RUELLE, François, 2007-2008, *Le Standard « Maison Passive » En Belgique : Potentialités Et Obstacles*, Université Libre De Bruxelles, Page 20/133.

<sup>23</sup> MAZARI, Mohammed, 2012, *Étude Et Evaluation De Confort Thermique Des Bâtiments A Caractère Publics* (Cas De Département D'architecture De Tamda Tizi Ouzou) (mémoire de magister), Université De Tizi Ouzou, 146 pages.

- **La ventilation de simple exposition :** elle consiste à aérer sur une seule façade, l'air entrant par l'ouverture permis d'évacuer l'air intérieur par la même ouverture. les ouvertures doivent être en haut ou des minis ouvertures situées en bas et en haut, les pièces en bas laissent le vent entrer dans la pièce pour être évacuer par celui de hauts.

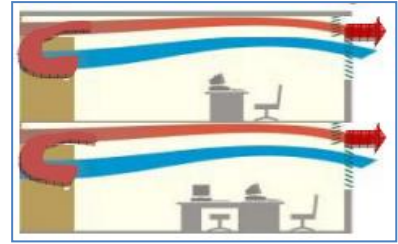


Figure 2 la ventilation de simple exposition.

- **La ventilation par tirage thermique :** pour assurer un meilleur tirage thermique, il faut que la température de l'air intérieur soit plus chaude que celle de l'extérieur. L'effet de cheminé aide l'air chaud léger intérieur de se conduire jusqu'à la cheminé, pour être remplacé par l'air frais entrant par les ouvertures bas de la pièce. Cette ventilation est mise en place lorsque la ventilation naturelle n'est pas possible, ou au cas où la ventilation de simple exposition est insuffisante.

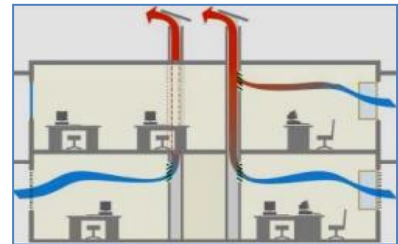


Figure 3 La ventilation par tirage thermique.

### 1.5 La masse thermique :

«La masse thermique est la capacité d'un matériau de construction de stocker l'énergie calorifique pour équilibrer les fluctuations en termes d'énergie calorifique ou la température ambiante dans le bâtiment causé par les variations de la température de l'air extérieure»<sup>24</sup>. «Elle a également la capacité de gâcher ou retarder les charges du chauffage et de refroidissement»<sup>25</sup>. La masse thermique comprend les murs en maçonnerie lourde avec l'isolation extérieure, les planchers en béton, et les toits en béton...etc.

«Les matériaux sont classifiés dans deux types : systèmes lourds qui sont principalement composés de la maçonnerie comme la brique, le béton ou la terre, et qui répondent lentement aux gains de la chaleur grâce à leur capacité thermique élevée, et les systèmes légers, tels que le bois de construction, l'acier et le verre et qui réagissent rapidement aux changements entre les conditions intérieures et extérieures»<sup>26</sup>. «Les systèmes lourds sont adéquats pour une occupation permanente, alors que systèmes légers sont appropriés pour une occupation à court terme»<sup>27</sup>.

### 1.6 Le confort thermique :

«Le confort thermique est défini comme l'état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique établi par échange thermique entre le corps et son environnement»<sup>28</sup>.

On obtient ce confort lorsque l'état de corps humain atteint un certain équilibre avec son environnement, dépendant de la conjugaison de nombreux facteurs d'ordre : Personnel: les activités physiques, le niveau d'habillement...etc, Environnemental: tels que la température de l'air, l'humidité relative et les rayonnements solaires...etc.<sup>29</sup>

<sup>24</sup>TERI, TVPL, 2010, *Environmental Building initiative Guidelines for Greater Hyderabad* —Ver. 1.2, consulter le 19/04/2017.

<sup>25</sup> Visitsak. S, 2007, *An Evaluation Of The Bioclimatic Chart For Classifying Design Strategies For A Thermostaticallycontrolled Residence In Selected Climates*, (These De Doctorat), Texas A&M University.

<sup>26</sup> Hyde. R(ed), 2008, *Bioclimatic Housing, Innovative designs for warm climates*, USA, pdf.

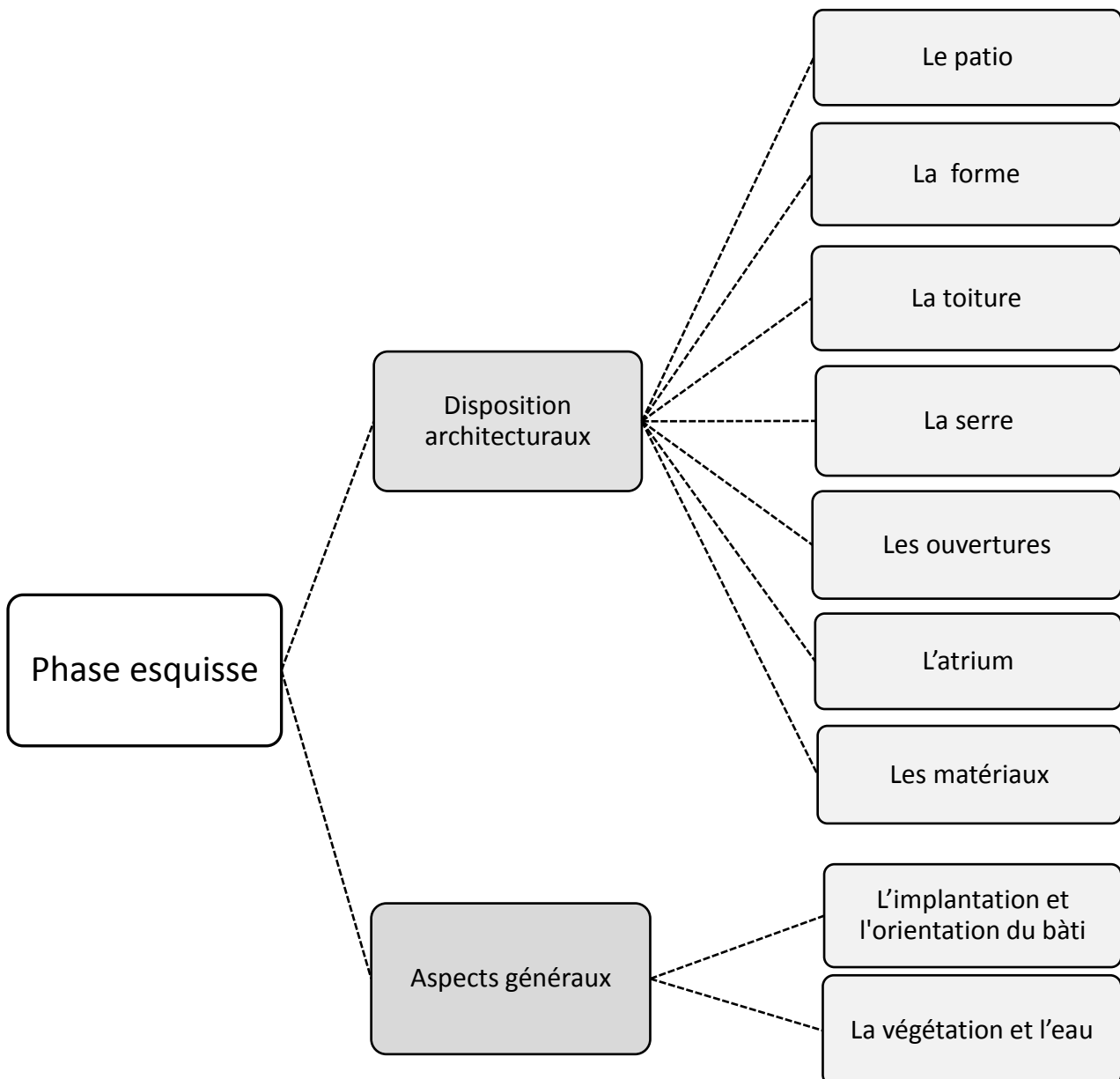
<sup>27</sup> Mat Santamouris (Ed), 2006, *Environmental design of urban buildings: An Integrated Approach*, Earthscan, London, UK.

<sup>28</sup> ALAIN, Liébard, 2005, *Traité D'architecture Et D'urbanisme Bioclimatique*, Edition Le Moniteur, 768 Pages.

<sup>29</sup> ZERGAT Mohamed Hachem, Juin 2014, *Effet De La Forme De Toiture Sur Le Confort Thermique*, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Page 4/89.

Quant aux spécialistes de confort, C.A. ROULET le définit comme étant «une sensation subjective fondée sur un ensemble de stimuli»<sup>30</sup>, c'est-à-dire des facteurs internes ou externes qui provoquent une réponse de l'organisme. Selon l'auteur, le critère de confort correspond à la satisfaction des occupants.

## 2 Les dispositifs et les aspects architecturaux influents sur le confort thermique du bâtiment :



Schémas 6: Les différents dispositions et techniques architecturaux.

<sup>30</sup> Roulet, Claude Alain, 1987, *Énergétique du bâtiment : présentation du bâtiment, bilan énergétique global*. Collection «gérer l'environnement». Lausanne : presse polytechniques romandes, p37.

## 2.1 Les dispositifs architecturaux:

### 2.1.1 Le patio :

- **Définition :**

«Le patio, une cour centrale, est entouré de portiques qui ouvrent sur les différentes pièces de la maison. Point central de la maison, véritable puits de lumière. On s’y retrouve pour vaquer aux occupations quotidiennes mais aussi pour les fêtes familiales»<sup>31</sup>

Le patio caractérise un type d’habitat plutôt urbain que rural. Il serait possible de différencier le patio de la cour par une position plus centrale, par un rôle fonctionnel plus complexe et surtout socialement comme un lieu d’habitation et de vie familiale. Le patio est une sorte de micrososome qui met la maison en relation avec la nature, le ciel, le soleil, l’air frais, la terre et parfois l’eau et la végétation.<sup>32</sup>

Selon le livre ‘*Architecture Traditionnelle Méditerranéenne*’<sup>33</sup>, le patio apparait depuis l’antiquité et s’hérite d’une civilisation à une autre, cette wested-dar d’arabo-musulmans a déjà centré tout les bâtis des grandes civilisations en notant : la Mésopotamie, l’Egypte, la Phénicie, l’Etrurie, les Grecs et les Romains.

La maison à patio ouverte essentiellement sur l’intérieur, elle est adaptée au climat, ventilation naturelle, inertie de mur, protection des rayonnements solaires et répond aussi aux certaines exigences sociales.<sup>34</sup>

- **Le comportement thermique de patio :**

La réduction de la température dans une maison à patio est le résultat de : l’ombrage fournit par les murs qui l’entour, la présence des fontaines et des plantes qui aide à la réduction de quantité des rayons solaires absorbés et la présence des fenêtres donnant sur le patio qui ajoute un mouvement de courant d’air frais à la maison.<sup>35</sup>

Plus aux rôles familial, social et environnemental, cet espace central avec ses aspects climatiques aussi important joue un rôle de régulation de température en été comme en hiver. La performance thermique d’une maison à patio résulte de l’échange thermique entre l’enveloppe intérieur (mur entourant le patio) et l’enveloppe extérieur (mur extérieur et toiture), c’est donc le résultat des facteurs : ensoleillement/ ombrage/ régulation thermique.<sup>36</sup>

«Le patio permet de passer constamment du soleil à l’ombre, de l’humidité au sec, de vivre de même temps dehors et dedans. Dans un pays où le climat est contrasté avec un soleil très chaud d’une intensité lumineuse violente et un air froid ou humide, les maisons, fermées aux regards, mais ouvertes au vent offrent des pièces pleines d’ombre et de courants d’air»<sup>37</sup>.

<sup>31</sup> Dafina, La maison arabe traditionnelle, , <http://dafina.net/gazette/article/la-maison-arabe-traditionnelle>.

<sup>32</sup> SAMIR, Abdulac, 2011, *Les Maisons A Patio : Continuités Historique, Adaptation Bioclimatique Et Morphologique Urbaines*, Article, Paris, P 283/305.

<sup>33</sup> MAALOUF, Amin, 2002, *Architecture Traditionnelle Méditerranéenne*, Barcelone, Mémoire, pp59

<sup>34</sup> GIBAUD, Alice, 2011, *Typologie de logements sociaux dans un quartier en état d’urgence : le Mellah de la médina d’Essaouira, Maroc. Réinterprétation de la maison à patio et du Derb*, mémoire de diplôme d’architecture, INSA STRASBOURG, page 20/36.

<sup>35</sup> BOULFANI, Warda, 2010, *Les Ambiances Thermiques D’été Dans L’habitat De La Période Coloniale à Patio (CH4 le patio et ses aspects environnementaux)*, Université Mohamed Khaider De Biskra, pp 97

<sup>36</sup> Top cite pp 103.

<sup>37</sup> COLETTE, Petonnet, 1972, *L’homme (Espace, Distance Et Dimension Dans Une Société Musulmane)*, Revue.

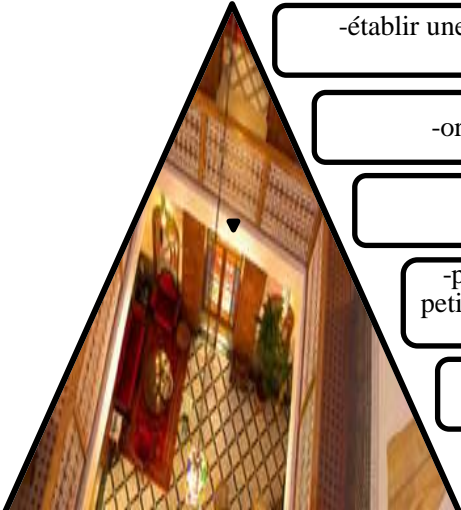


• **Les références :**

	Référence 1	Référence 2	Référence 3
L'auteur	Mariama Bencherif, Salah Chaouche (article) (2013).	Mlle Boulfani Warda (memoire) (2010).	N.Fezzioui et all (revue) (2012).
Le titre	La maison urbaine à patio réponse architecturale aux contraintes climatiques du milieu aride chaud.	Les Ambiances Thermiques d'été dans l'habitat de la période coloniale a patio.	Performance énergétique d'une maison à patio dans le contexte maghrébin (l'Algérie, Maroc, Tunisie et Libye).
L'objectif	Cerner ses avantages pour contrôler l'environnement domestique, et chercher le confort thermique,	Apprécier l'impact du patio sur la température de l'espace intérieur et de vérifier son efficacité comme régulateur thermique en fonction de sa diversité formelle.	Ressortir les points forts et faibles de maison à patio et d'évaluer le degré d'adaptation climatique au contexte maghrébin et de les comparer avec une maison type moderne.

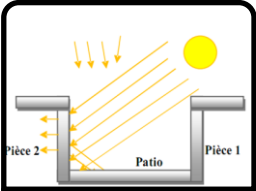
Tableau 2: tableau de référence de patio.

• **Les recommandations générales :**




- établir une forme rectangulaire ou carrée( les formes allongées à éviter.
- orientation est-ouest, nord-est et sud-ouest.
- prévoir des patios avec 3 niveaux.
- prévoir des fenêtres larges donnant vers le patio et des petites ouvertures sur les façades extérieures pour favoriser le circuit d'air
- l'intégration d'une cheminée bien orientée vers les vents dominants.
- la nécessité d'une fontaine et des plantes.

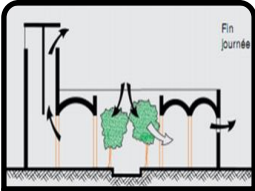
• **Les stratégies :**



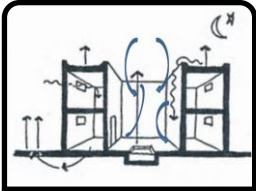
chauffage solaire passif **1**



l'éclairage **2**



la ventilation **3**



rafraîchissement **4**

## 2.1.2 La forme :

- **Définition :**

Selon Larousse<sup>38</sup> :

«Organisation des contours d'un objet ; structure, configuration»

«Être ou objet, lignes, masse, contours, silhouette que l'on perçoit confusément».

«Modèle selon lequel quelque chose, et en particulier une œuvre, est réalisée».

Selon le centre national de ressources textuelles et lexicales :

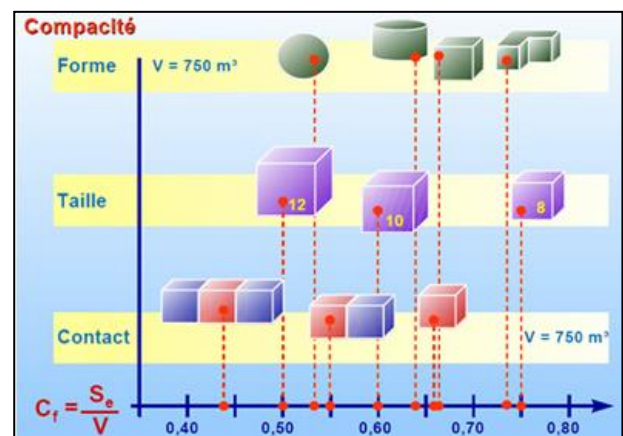
«Qualité d'un objet, résultant de son organisation interne, de sa structure, concrétisée par les lignes et les surfaces qui le délimitent, susceptible d'être appréhendée par la vue et le toucher, et permettant de le distinguer des autres objets indépendamment de sa nature et de sa couleur»<sup>39</sup>.

Dans son essai, *de la synthèse de la forme*<sup>40</sup>, Christopher. A, 1971, p25 est défini la forme en tant qu'éléments participants dans un ensemble dit forme-contexte, où chacun des deux cherche à répondre aux exigences de l'autre. La situation désirée est basée sur un ordre spécifique de cet ensemble, ce qui aboutit à une adaptation. La pertinence d'une forme est définie par son adaptation au reste de l'ensemble (contexte) et une bonne adaptation est celle qui mène à la satisfaction mutuelle de ces éléments. Autrement dit la forme est le résultat d'une relation réciproque entre elle même et son contexte.

- **la compacité :**

«la compacité d'un bâtiment est définie comme le rapport de la surface exposée au volume protégé de ce bâtiment, plusieurs études ont montré que la perte ou la conservation de la chaleur à partir de l'enveloppe du bâtiment est liée à ce rapport.»<sup>41</sup>

La compacité des formes est un facteur déterminante de point de vue énergétique. une forme compacte permet de limiter les déperditions thermiques à travers les murs extérieurs et le sols pour une même surface et un même volume, en revanche, les déperditions devient plus importantes lorsque la surface est grande (dite surface déperditive) et pour un même volume<sup>42</sup>. Donc les formes compactes économisent de l'énergie mieux que d'autre forme.



**Figure 4: formes et leurs coefficients de compacité.**  
Source : ALAIN, Liébard, 2005

<sup>38</sup> Larousse, <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/forme/34644?q=la+forme+#34603>, consulté en décembre 2016.

<sup>39</sup> Centre national de ressources textuelles et lexicales (<http://www.cnrtl.fr/definition/forme>, décembre 2016).

<sup>40</sup> <http://thesis.univ-biskra.dz/2707/3/Chapitre%201.pdf>, page 25.

<sup>41</sup> LABRECHE, Samia, *Forme Architecturale Et Confort Hygrothermique Dans Les Bâtiments Educatifs Cas Des Infrastructures D'enseignements Supérieurs En Régions Arides*, Université Mohamed Khider Biskra, Page 60/344.

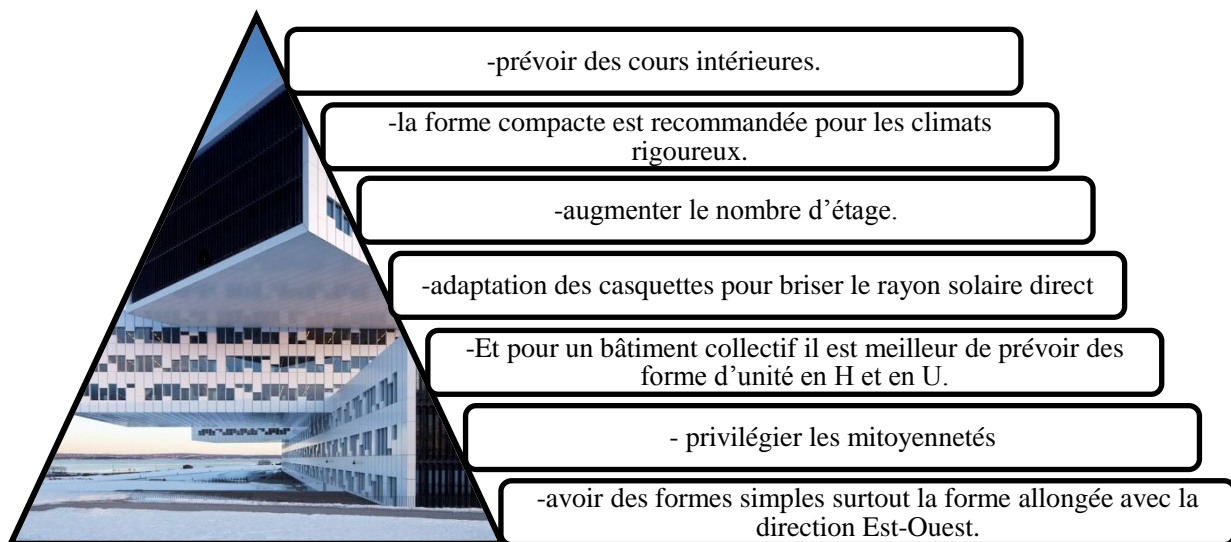
<sup>42</sup> HASSES, Ep, KHALEF, Naima, 2012, *Etude Du Patrimoine Architectural De La Période Ottomane : Entre Valeur Et Confort*, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, Mémoire De Magister, Page 37/177.

• **Les références :**

	Référence 1	Référence 2	Référence 3
L'auteur	Société canadienne d'hypothèques et de logement (recherche) (2014).	<a href="http://thesis.univ-biskra.dz/2707/4/Chapitre%202.pdf">http://thesis.univ-biskra.dz/2707/4/Chapitre%202.pdf</a> (mémoire)	Labreche Samia (Mémoire)
Le titre	Impact de la forme architecturale sur la performance énergétique potentielle des collectifs d'habitation.	Forme architecturale et performances énergétiques (chapitre II)	Forme architecturale et confort hygrothermique dans les bâtiments éducatifs, cas des infrastructures d'enseignements supérieur en régions arides.
L'objectif	Cerner des tendances dans la façon dont la conception et les caractéristiques de la forme architecturale ainsi que les paramètres de l'enveloppe peuvent influencer sur les charges annuelles de chauffage et de climatisation.	Chercher la meilleure forme architecturale afin d'améliorer le confort des habitants dans différents type de climat.	Faire sortir les facteurs pour comprendre comment influencent-ils la performance thermique d'une forme donnée et par conséquent le confort hygrothermique de ses occupants.

Tableau 3: tableau de référence de la forme.

• **les recommandations générales :**



• **Les stratégies :**



### 2.1.3 Les toitures :

- **Définition :**

La toiture est la première protection de la maison contre les intempéries (la Pluie, le vent et la neige), elle isole du froid et de la chaleur extérieure, avec ses formes variées, en pente ou arrondie elle contribue au confort intérieur des occupants<sup>43</sup>.

C'est l'élément qui recouvre la partie supérieure d'un bâtiment ou d'une habitation pour assurer une protection de l'intérieur de l'édifice contre les intempéries, Il existe un nombre important de toits différents, dont les formes dépendent bien souvent de l'architecture choisie pour la construction, On peut retrouver les dômes, les toits à un seul versant, les toits à deux versants, les toits à deux croupes<sup>44</sup>...

- **les types de toiture :**

Depuis l'antiquité à nos jours, la forme de toiture a connu plusieurs variations et interventions selon les différentes civilisations et styles architecturaux qui ont connu l'humanité<sup>45</sup>.

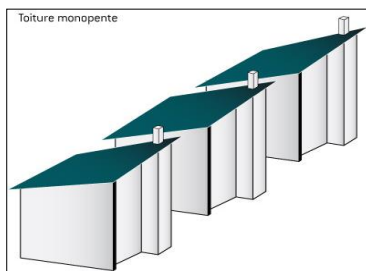


Figure 13: toit mono pente.

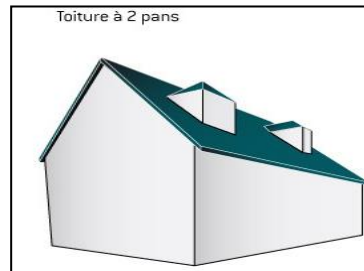


Figure 11: toit à 2 pans.

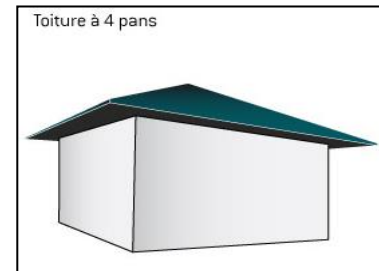


Figure 12: toit à 4 pans.

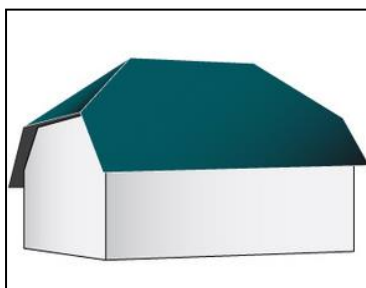


Figure 7: toit à 2 pans en croupe.



Figure 6:toit à 2 pans avec ligne coyau.



Figure 5: toit à 2 pans avec ligne bris.



Figure 8:toit arrondi.



Figure 9: toit plat.



Figure 10: toit végétalisé.

<sup>43</sup> ZERGAT, Mohamed Hachem, 2014, *Effet de la forme de toiture sur le confort thermique*, université kasdi merbah-ouargla, page 25.

<sup>44</sup> Future maison, (<http://www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-toit-10941/>) déc 2016.

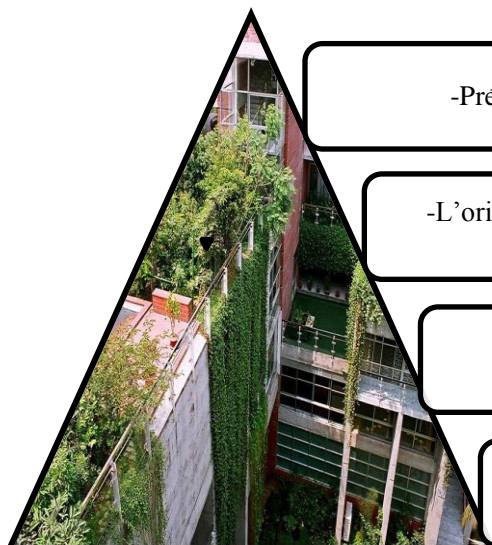
<sup>45</sup> Les photos : Ooreka, <https://toiture.ooreka.fr/comprendre/toiture-pente-forme>.

• **Les références :**

	Référence 1	Référence 2
L'auteur	SEBASTIEN Jacquet (mémoire) (2010).	ZERGAT Mohamed Hachem (2014). (mémoire)
Le titre	Performance énergétique d'une toiture végétale au centre ville de Montréal.	Effet de la forme de toiture sur le confort thermique.
L'objectif	Etude de la performance thermique d'un toit vert installé sur un bâtiment résidentiel.	Réduire la consommation énergétique dans le secteur du bâtiment pour la zone aride "Ouargla" pendant la période d'été par la forme de toiture idéale aux conditions climatiques de cette zone par comparaison aux températures des surfaces externes.

Tableau 4: tableau de référence de toiture.

• **Les recommandations générales :**



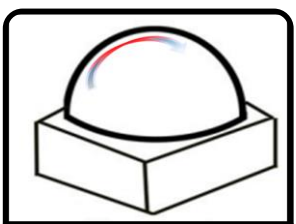
- Prévoir des toitures en pente ou en voute.
- L'orientation, souvent est-ouest, minimalise les surfaces exposées au soleil.
- utilisation des isolations.
- prévoir des toitures végétalisées de préférence d'être irriguées.

• **Les stratégies :**



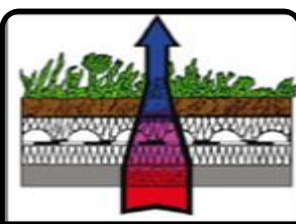
protection

**1**



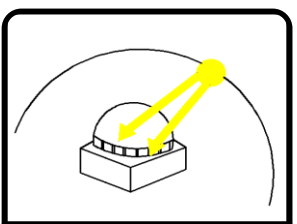
la ventilation

**2**



le refroidissement

**3**



éclairage

**4**

### 2.1.4 La serre bioclimatique (ou véranda) :

- **Définition :**

La serre est une approche populaire de chauffage solaire, c'est un espace vitré accolé au bâtiment, elle contribue à la réduction de besoin de chauffage.<sup>46</sup>

La réglementation standard du bâtiment de Scotland, définit la serre comme «un bâtiment attaché à une habitation, ayant une porte qui le sépare de cette habitation et n'ayant pas moins de trois-quarts de la surface de son toit et pas moins de la moitié de la surface de ses murs externes»<sup>47</sup>.

- **Les pertes thermiques et le transfert de chaleur dans la serre bioclimatique:**

La serre bioclimatique provoque une grande perte de chaleur, le coefficient de déperdition d'une serre d'un seul étage de 12m<sup>2</sup> de surface accolée à une maison correspond à une maison conventionnelle isolée de 2 étages et de dix fois plus grande, c'est pour cela un contrôle doit s'effectuer avec précision, En période hivernale le transfert de chaleur fait de locaux chauffés adjacents vers la serre, donc les liaisons entre ces espaces doivent être souvent contrôlées, comme les portes et les fenêtres elles ne doivent pas les garder ouvertes longtemps parce que la température des locaux adjacents va baisser et leur demande énergétique de chauffage va augmenter, en revanche ces pertes doivent augmenter en été pour l'évacuation de l'air chaud afin d'éviter le surchauffe, le contrôle doit prendre en considération : la réduction de surface de l'enveloppe avec l'extérieur, l'utilisation des formes simples, prévoir des doubles vitrages ou des volets isolants durant la période nocturne, mise en place des volets contrôlables en haut et en bas pour minimiser l'excès de chaleur.<sup>48</sup>

- **Classification des vérandas et leurs caractéristiques :**

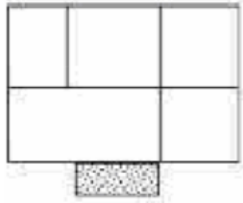
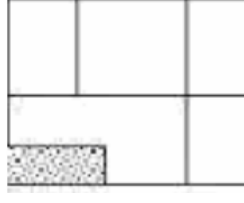
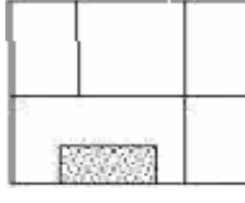
Type de véranda	 En verrue	 En appui	 Encastrée
Consommation de chauffage (KWh/an).	8612	8469	8469
Apports solaires (kWh/an).	1500	1579	1186
Apports utiles (kWh/an).	61	81	174

Tableau 5: efficacité énergétique selon le type de véranda<sup>49</sup>

<sup>46</sup> BADECHE, Mounira, 2008, *Impact De La Loggia Vitree Sur Le Confort Thermique Dans La Région De Constantine*, Université Mentouri, Constantine, page 69/302.

<sup>47</sup> Scotland note, Building regulation. 2/2002.QTD 1/5. [www.sbsa.gov.uk](http://www.sbsa.gov.uk).

<sup>48</sup> TAREB, *intégration aux bâtiments, chapitre2 intégration architecturales*, consulté le 12/01/2017, [http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea\\_ch2\\_fr.pdf](http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf) page 11, 13

<sup>49</sup> BADECHE, mounira, 2008, *impact de la loggia vitrée sur le confort thermique dans la région de Constantine*, université mentouri, constantine, page 76/302.

• **Les références :**

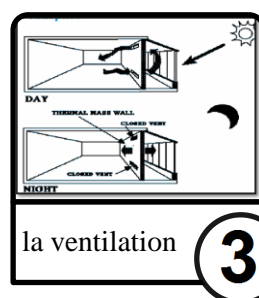
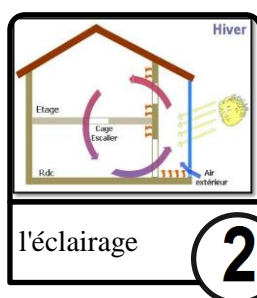
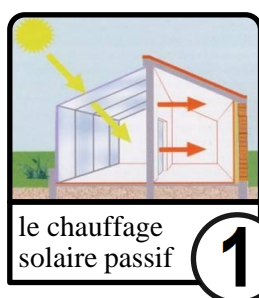
	Référence 1	Référence 2
L'auteur	Melle BADECHE Mounira (mémoire) (2007/208).	Maitrise de l'énergie et énergies renouvelables en Isère. (articles) (Juin 2010).
Le titre	Impact de la loggia vitrée sur le confort thermique dans la région de Constantine.	Serres ou vérandas bioclimatiques.
L'objectif	C'est de trouver pour la loggia vitrée (ou serre) les caractéristiques thermiques les plus adéquates dans le but d'une amélioration des conditions de confort des locaux adjacents.	Étudier le fonctionnement de la serre dans les deux saisons (froide, chaude) et avec différents formes d'intégration.

Tableau 6: tableau de référence de véranda.

• **Les recommandations générales :**

- Utilisation des occultations (store, casquette, végétation...)
- la présence des ouvertures spécifiques en partie haute et partie basse de la véranda
- Orientation de la serre vers le sud
- choisir la serre encastrée comme type.
- La couleur sombre pour le mur mitoyen entre la véranda et la construction
- Prévoir uniquement des surfaces verticales vitrées ou très peu inclinées.

• **Les stratégies :**



### 2.1.5 Les ouvertures :

- **L'orientation et la taille des ouvertures :**

L'architecte doit mettre une grande valeur à la fenêtre, car elle est un des éléments importants de l'architecture bioclimatique, le rôle de la fenêtre entre le passé et dans nos jours est largement différent, au passé ils sont basés sur l'orientation de la fenêtre pour fournir l'éclairage naturelle et l'ensoleillement nécessaire, différemment à nos jours la fenêtre a une partie non négligeable dans la conception du bâtiment car elle doit répondre à plusieurs paramètres et chacun de ces paramètres est lié à un effet indésirable. Sa dimension doit correctement étudier, c'est-à-dire avoir des grandes ouvertures est souvent indésirable car elles peuvent engendrer des problèmes, par exemple en été, les grandes ouvertures permettent de laisser passer une grande quantité de chaleur qui peut engendrer des problèmes de surchauffe, en hiver une quantité importante de chaleur va transmettre de l'intérieur à l'extérieur du local à travers ces fenêtres si la qualité de verre n'est pas bonne.<sup>50</sup>

- **les caractéristiques de vitrage :**

Pour faire une analyse énergétique de vitrage( simple, double et triple) on doit prendre en considération trois caractéristiques principales : Le coefficient de transmission de chaleur  $U^{51}$ , le coefficient de gain solaire(le facteur solaire) (g)<sup>52</sup>, et le coefficient de transmission lumineuse TL <sup>53</sup>et le coefficient de sélectivité<sup>54</sup>, tel que montre le tableau :<sup>55</sup>

Type de vitrage	Epaisseur (mm)	Coefficient U (W/m <sup>2</sup> K)	Transmission lumineuse TL %	Facteur solaire (g) %
Simple vitrage	8	5.7	0.87	0.8
Double vitrage	4/8/4	3.1	0.81	0.75
Triple vitrage	4/8/4/8/4	2.1	0.73	0.67

**Tableau 7 Caractéristiques de différentes fenêtres (Simon and Hauglustaine 1998).**

<sup>50</sup> GAOUAS, Oussama, *Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architecturale*, Université Mohamed Khider – Biskra, pp 77, 78/122.

<sup>51</sup> C'est le rapport entre la densité de flux traversant la fenêtre et la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur.

<sup>52</sup> Le coefficient de gain solaire mesure la capacité d'une fenêtre à laisser passer le rayonnement solaire, Le facteur solaire g "Norme Européenne EN410" 1998 est le rapport entre l'énergie totale entrant par une fenêtre (comprenant le rayonnement solaire transmis au milieu intérieur et le rayonnement absorbé par le vitrage et réémis sous forme d'infrarouge au milieu intérieur) et l'énergie solaire incidente.

<sup>53</sup> Le coefficient de transmission lumineuse TL caractérise la capacité d'un vitrage à laisser passer la lumière utile pour l'éclairage. Ainsi défini comme la fraction de lumière visible transmise au milieu intérieur.

<sup>54</sup> La sélectivité d'un vitrage est le rapport entre le coefficient de transmission solaire TL et le facteur solaire g. Il sert à définir la capacité d'un vitrage à limiter l'apport de chaleur sans diminuer l'apport lumineux.

<sup>55</sup> GLORIAN, François Alain Frédéric, 2014, *Caractérisation Et Modélisation D'une Fenetre Parietodynamique A Trois Vitrage*, Université D'artois Lile, Page 34-37/213.




• **Référence :**

	Référence 1	Référence 2
L'auteur	BENHARKAT Sarah (mémoire) (2006).	<a href="http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=15494">http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=15494</a> (janvier 2017).
Le titre	L'impact de l'éclairage naturel zénithal sur le confort visuel dans les salles de classe.	L'éclairage naturel et ses variations.
L'objectif	Rendre compte de la qualité. Rénover des édifices Existants. Mettre au point des nouvelles constructions. Réduire les coûts.	Etudier l'influence de l'orientation des ouvertures et leurs inclinaisons.

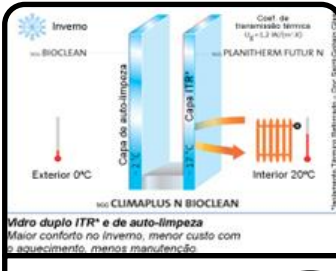
Tableau 8: tableau de référence des fenêtres.

• **Les recommandations générales :**




- L' orientation : les locaux essentiellement occupés le matin devraient être orientés à l'est, ceux occupés dans le courant de la journée, au sud et ceux où l'on se tient en soirée, à l'ouest
- Utilisation des ouvertures latérales
- prévoir des fenêtres horizontales au plafond pour limiter les phénomènes d'éblouissement.
- prévoir un indice de vitrage égal à 30%.

• **Les stratégies :**



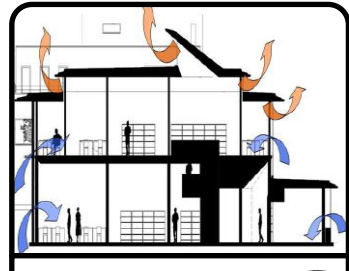
le chauffage solaire passif

**1**



l'éclairage

**2**



la ventilation

**3**

### 2.1.6 L'atrium:

Un atrium est une cour communiquant avec des pièces à l'intérieur d'un bâtiment. Les atriums dans l'architecture contemporaine sont généralement couverts, créant un microclimat non chauffé. L'atrium de l'habitation romaine, généralement entourée d'un portique couvert, avait un bassin central ou citerne pour collecter l'eau de pluie.<sup>56</sup>

«Dans l'architecture moderne, un atrium est un grand espace souvent ouvert, sur plusieurs étages en hauteur avec un toit vitré ou des grandes fenêtres, souvent situé dans un immeuble de bureaux et généralement situés immédiatement au-delà des principales portes d'entrée»<sup>57</sup>.

- **Le rôle de l'atrium :**

L'atrium est de plus en plus utilisé pour améliorer la performance de l'édifice par le contrôle de ses ambiances intérieures et pour régler la température des espaces entourant l'atrium. Dans les édifices tertiaires, l'atrium cherche à répondre aux enjeux bioclimatiques, notamment au niveau de la performance énergétique, cette ambiance créée à l'intérieur de l'édifice nécessite une régulation pour répondre à la fois aux enjeux de l'immeuble, mais aussi pour permettre un meilleur confort interne (l'éclairagement, la ventilation, l'acoustique).<sup>58</sup>

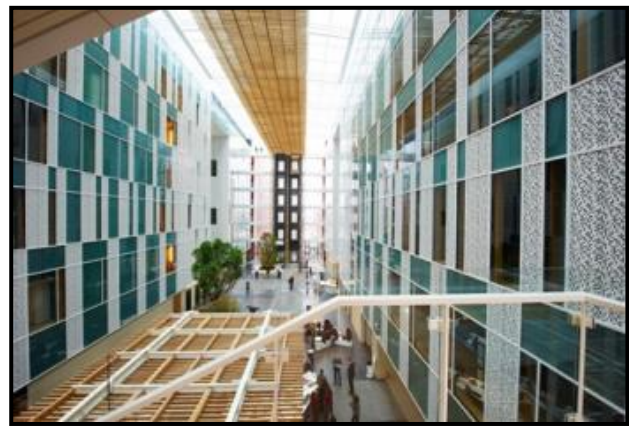


Figure 14: siège de la Scop Chèque déjeuner, à Gennevilliers.

Source : Rahal, Samira, 2011

- **La typologie de l'atrium :**

La typologie de l'atrium est définie en fonction de leurs positions par rapport à l'édifice<sup>59</sup> :

Atrium central	Atrium linéaire	Atrium adjacent	Atrium enveloppé	Atrium intégré
Seouvent appelé encastré sert à la desserte interne. Il est aussi un lieu de communication.	Offre un compromis entre l'intériorisation et l'intimité des espaces partagés et l'ouverture vers l'extérieur.	Sont à proscrire en effet leurs surface vitrées sont trop importantes. Il y fera trop froid l'hiver et trop chaud l'été, donc la gestion thermique y est impossible.		Souvent appelé semi-encastré, peut avoir la même fonction que celle de adjacent et enveloppé, mais également une notion de desserte interne.

Figure 15: les différents types d'atrium.

<sup>56</sup> Outils solaires, <http://outilssolaires.com/glossaire/maison-bioclimatique/atrium+a368.html>, consulté le 25décembre 2016.

<sup>57</sup> RAHAL, Samira, 2011, *L'impact De L'atrium Sur Le Confort Thermique Dans Les Batiments Publics (Cas De La Maison De Culture A Jijel)*, Université Mentouri Constantine, mémoire de magistère, page 9/240.

<sup>58</sup> PLASSART, Solenne, 2015, *l'atrium central dans les bâtiments tertiaires contemporains : l'intériorité par l'atrium, usages et ambiance au cœur des bureaux*, école nationale supérieure d'architecture de Nantes, mémoire d'initiation à la recherche, page 10, 28/192.


<sup>59</sup> Top cite page 24/192

**Référence :**

	Référence 1	Référence 2
L'auteur	<a href="http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10382">http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10382</a> (2016).	Melle RAHAL Samira (mémoire) (2011).
Le titre	La conception d'un atrium.	L'impact De L'atrium Sur Le Confort Thermique dans Les Batiments Publics (Cas de la Maison de culture à Jijel).
L'objectif	Déterminer l'impact de l'atrium sur le comportement thermique de bâtiment et pour déterminer le choix de l'atrium sur la ventilation, l'éclairage, chauffage	Déterminer le comportement thermique de l'espace atrium dans les deux périodes hivernale et estivale sous le climat méditerranéen, dans le but d'une amélioration des conditions de confort de l'espace lui-même et par suite de ces espaces adjacents, et de faire de son volume vitré un élément architectural de valeur pour l'année entière, et l'obtention également d'un niveau de confort thermique convenable, en ayant une économie énergétique optimale.

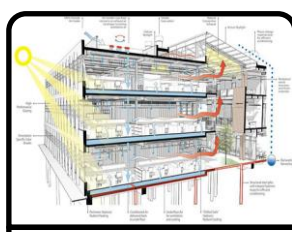
Tableau 9: tableau de référence de l'atrium.

• **Les recommandations générales :**




- Un atrium central ou linéaire est à recommander
- dans grandes constructions, la priorité pour l'éclairage nature donc l'ouverture sera sur l'axe Nord-Sud
- La partie ouvrante du toit représentera de 6 à 10 % de la surface du toit. Pour des atriums de grande taille
- créé des mouvements d'air à l'intérieur de l'espace atrium par l'ouverture des fenêtres dans chaque niveau.
- On privilégiera un apport de lumière par des ouvertures vitrées verticales, Nord ou Sud
- Des dispositifs d'ombrage amovibles sont essentiels en été pour éviter les surchauffes.
- Un double vitrage à basse émissivité incliné.

• **Les stratégies :**



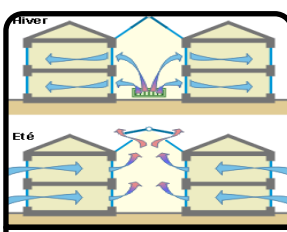
la masse thermique

**1**



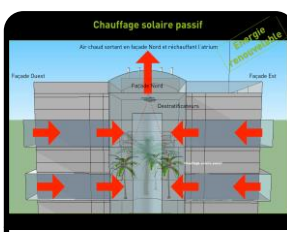
l'éclairage

**2**



la ventilation

**3**



le chauffage solaire passif

**4**

### 2.1.7 Les matériaux de constructions :

Non seulement ils sont un moyen pour délimiter le contour des bâtiments, les matériaux de construction ont aussi un rôle important sur le confort intérieur des occupants grâce à ses caractéristique et propriétés (capacité, conductivité, masse volumique ...) <sup>60</sup>. Ils représentent la structure essentielle du bâtiment entre murs et toiture, donc ils sont responsables aux plus grandes déperditions de structure.

- **Les caractéristiques thermiques des matériaux sont de deux ordres :** <sup>61</sup>

- Les caractéristiques statiques : le comportement d'un matériau en présence d'un flux thermique pendant le temps de réaction ce sont :

La conductivité thermique ( $\lambda$ ) (W/m°C) : est la propriété qu'ont les matériaux de transmettre la chaleur par conduction .plus la conductivité thermique d'un matériau est grande plus ce matériau sera conducteur et plus la conductivité est faible plus il sera isolant.

La capacité thermique ( $\rho C$ ) (Wh/m<sup>2</sup>.K): désigne sa capacité de stocker la chaleur. Plus la capacité thermique d'un matériau est grande plus la quantité de chaleur apporter pour élever sa température est importante.

- Les caractéristiques dynamiques : c'est la vitesse de flux thermique à transmettre dans le matériau, ce sont :

La diffusivité thermique ( $a$ ) (m<sup>2</sup>/h) : exprime son aptitude à transmettre rapidement une variation de température, elle croit avec la conductivité et décroît avec la capacité thermique. Plus la diffusivité est faible plus le front de chaleur mettra du temps à traverser l'épaisseur de matériau.

L'effusivité thermique ( $b$ ) (W.h<sup>1/2</sup>/m<sup>2</sup>.K) : l'effusivité décrit la rapidité avec laquelle un matériau absorbe les calories. Plus l'effusivité est élever plus le matériau absorbe de l'énergie

matériaux	Masse volumique kg/m <sup>3</sup>	La conductivité (W/m°C)	chaleur spécifique (kJ/kg.k)	Résistance à la diffusion vapeur d'eau (m) <sup>62</sup>
brique	650	0.390	1000	13
béton	2150	1.650	1000	105
Bois brut.	540	0.140	329	35
pisé	2000	1.200	800	10
Pierre très tendre	1560	0.850	1000	25

Tableau 10: différentes caractéristiques de quelque matériau<sup>63</sup>.

<sup>60</sup> CHAOUICHE-BENCHERIF, Meriama, 2005/2006, *La Micro-Urbanisation Et La Ville Oasis ; Une Alternative A L'équilibre Des Zones Arides Pour Une Ville Saharienne Durable- Cas De Bas Sahara*, Université Mentouri De Constantine, Page 176/416.

<sup>61</sup> MAZARI, Mohammed, 2012, *Étude Et Evaluation De Confort Thermique Des Bâtiments A Caractère Publics (Cas De Département D'architecture De Tamda Tizi Ouzou)* (mémoire de magister), Université De Tizi Ouzou, 49, 50/146 pages.

<sup>62</sup> Le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'un matériau indique dans quelle mesure, la vapeur d'eau traverse plus difficilement ce matériau que l'air. Détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau.

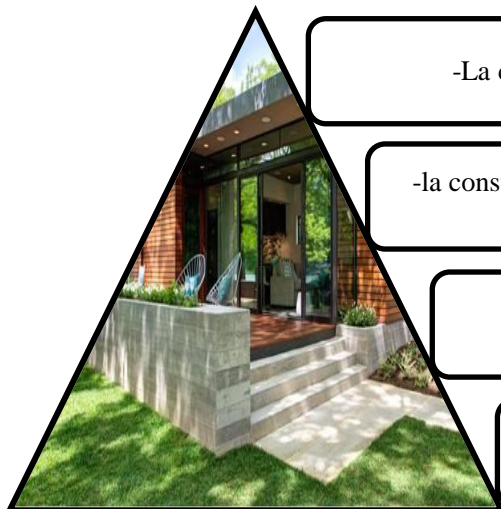
<sup>63</sup> Picbleu, consulté le 02/04/2017, <https://www.picbleu.fr/page/quels-materiaux-isolants-thermiques-ecologiques-choisir>.

• **Référence :**

	Référence 1	Référence 2
L'auteur	M. Benhouhou M <sup>ed</sup> Naim (mémoire)	M.A. Boukli Hacéne et all (revue) (2010).
Le titre	L'impacte des matériaux sur le confort thermique, dans les zones semi arides (2012).	L'impact environnemental d'une habitation écologique.
L'objectif	Améliorer le niveau de confort thermique intérieur dans le bâtiment. Améliorer la performance énergétique de l'enveloppe par l'emploi du matériau le plus approprié de la région.	Effectuer une comparaison entre 2 maisons en Tlemcen, constitue avec des matériaux une fois classique et d'autre fois écologique.

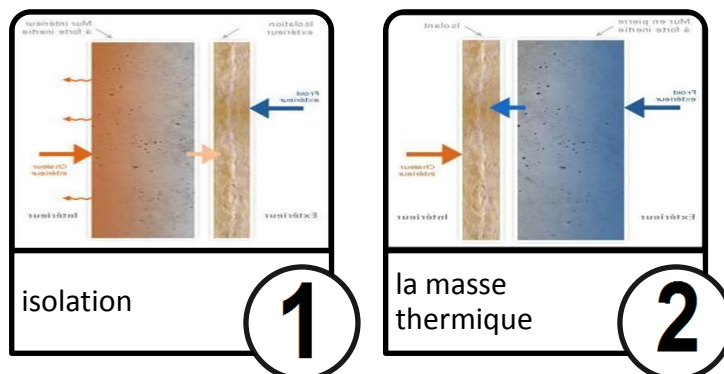
Tableau 11: tableau de référence des matériaux de construction.

• **Les recommandations générales :**



- La construction en matériaux écologiques.
- la construction avec un matériau qui a un taux de déphasage important.
- Utilisation des isolations thermique pour les nouvelles constructions ou pour les maisons en réhabilitation.
- le béton est le parpaing est à éviter surtout dans le climat chaud parce qu' ils présentent un taux de déphasage faible (6h).

• **Les stratégies :**



## 2.2 Les aspects généraux :

### 2.2.1 L'orientation du bâtiment et la disposition intérieure des espaces:

L'orientation du bâtiment joue un rôle important sur sa performance énergétique. Une bonne étude des contraintes permet de bien orienter le bâtiment, et de le rendre performant et confortable, permettant ainsi de contrôler son efficacité énergétique et réduire la consommation du chauffage, de climatisation et d'éclairage. Dans son livre *l'homme, l'architecture et le climat*, BARUCH GIVONI a exprimé que plusieurs facteurs influent sur le choix de l'orientation, tels que : la vue dans différentes directions, la position du bâtiment par rapport aux voies, la topographie du site, la position des sources de nuisance, et la nature de climat. Ce dernier a une influence important sur l'ambiance intérieure du bâtiment : ensoleillement, éclairage, ventilation, et le confort.<sup>64</sup>

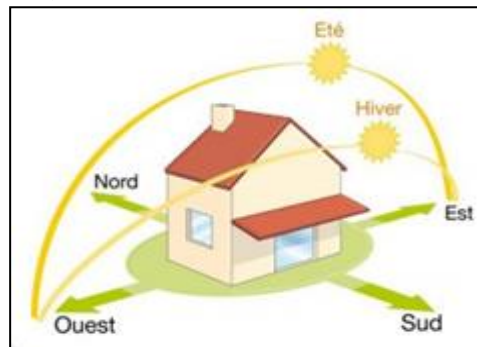


Figure 16: la course solaire dans la saison hivernale et estivale. Source : MAZARI, Mohammed, 2012

«L'organisation des divers espaces d'un bâtiment varie en fonction du rythme des journées et même de ses saisons. Définir ces différents zones et caractériser leurs besoins thermique permet de les disposer rationnellement les uns par rapport aux autres. Les zones habitées en permanence de jour ou de nuit étant ceux qui nécessitent le plus de chaleur en hiver sont séparés de l'extérieur par des espaces intermédiaires, dits 'tampons' qui jouent le rôle de transition et de protection thermique. La hiérarchisation des espaces assure la transition entre l'extérieur et l'intérieur. Les espaces intérieurs sont organisés en fonction de l'usage, de manière à ce que l'ambiance thermique corresponde aux activités et aux heures d'utilisation, c'est-à-dire rarement utilisés mais jouant un rôle protecteur vis-à-vis du froid. Pour optimiser l'approche thermique d'un bâtiment, l'idéal est d'organiser dès la première formulation spatiale du bâtiment, les locaux suivant leurs besoins»<sup>65</sup>.

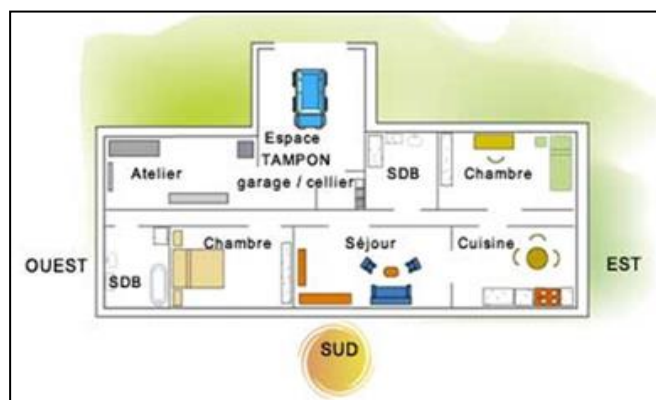


Figure 17: la meilleure organisation des espaces intérieurs selon l'orientation.

Source : MAZARI, Mohammed, 2012

<sup>64</sup> LABRECHE, Samia, *Forme Architecturale Et Confort Hygrothermique Dans Les Bâtiments Educatifs Cas Des Infrastructures D'enseignements Supérieurs En Régions Arides*, Université Mohamed Khider Biskra, Page 63/344.

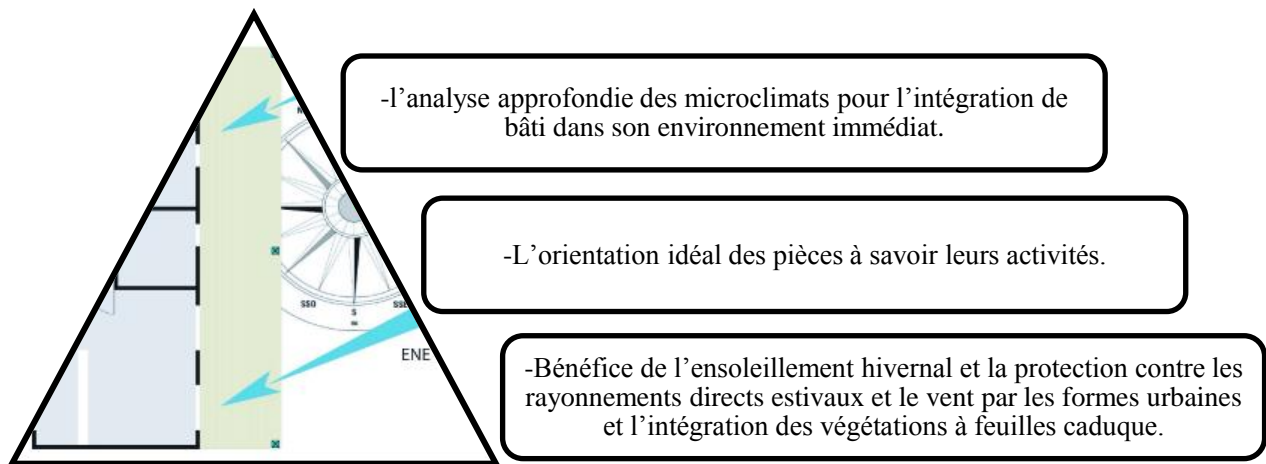
<sup>65</sup> MAZARI, Mohammed, 2012, *Étude Et Evaluation De Confort Thermique Des Bâtiments A Caractère Publics (Cas De Département D'architecture De Tamda Tizi Ouzou)* (mémoire de magister), Université De Tizi Ouzou, 37/146 pages.

Référence :

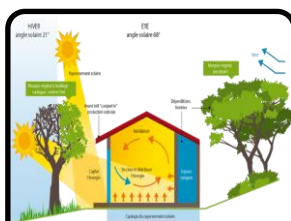
	Référence 1	Référence 2	Référence 3
L'auteur	S.Bellara Louafi Et S. Abdou. (mémoire) (2010).	<a href="http://hebergement-touristique-durable.lenord.fr/architectu-re-bioclimatique.html">http://hebergement-touristique-durable.lenord.fr/architectu-re-bioclimatique.html</a> (consulté en décembre 2016).	BERGHOUT Belkacem et al.
Le titre	Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective climat semi aride Constantine.	Les principes d'architecture bioclimatique.	Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, Algérie.
L'objectif	Apprécier l'impact de l'orientation sur la température de l'espace intérieur et de rechercher l'orientation optimale pour ce climat.	Rechercher un confort d'hiver et d'été, tout en réduisant les besoins de chauffage et de climatisation, selon les caractéristiques du site et du climat et l'implantation des bâtiments.	Evaluer l'impact de l'orientation d'un bâtiment sur le confort de l'occupant, en vue de répondre à ses besoins énergétiques et de confort à un moindre coût d'une part et d'autre part, de concevoir des bâtiments collectifs plus performants du point de vue thermique et énergétique.

Tableau 12: tableau de référence de l'orientation et la distribution intérieure des espaces.

Les recommandations générales :



• Les stratégies :



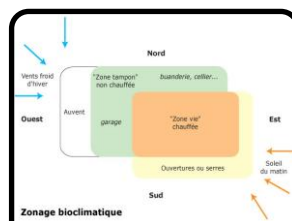
le chauffage solaire passif

1



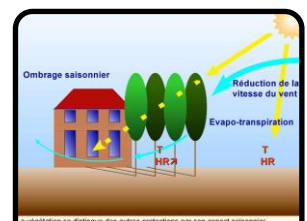
l'éclairage

2



la ventilation

3



la protection

4

## 2.2.2 La végétation et l'eau :

- **Le rôle de la végétation sur le confort thermique des occupants :**

La végétation est l'ensemble de plantes, de formations végétales qui peuplent un même lieu, existent en 3 types : végétation à feuilles caduc, végétation à feuillages semi persistants, végétation à feuillages persistants.

Elle joue un rôle de protection qui brise les rayons solaire directs par effets d'écran donc elle sera utile en période chaude parce que les risques d'échauffements des surfaces se retrouvent diminués, elle contribue à l'abaissement de la température ambiante grâce à un dégagement de vapeur d'eau, aussi influe sur la circulation de l'air et contribue à la formation de vent, donc la ventilation, elle fait écran aux vents tout en favorisant la ventilation<sup>66</sup>. (Photo source : ALILECHE Lyes).

- **Rôle de la végétation sur les ambiances microclimatique saisonnières :**

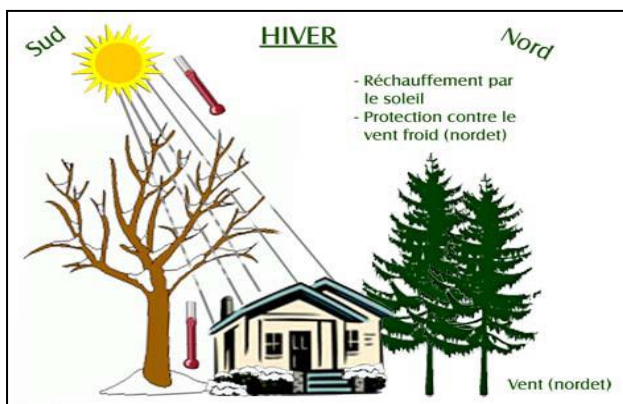


Figure 19: rôle de la végétation dans la période froide.

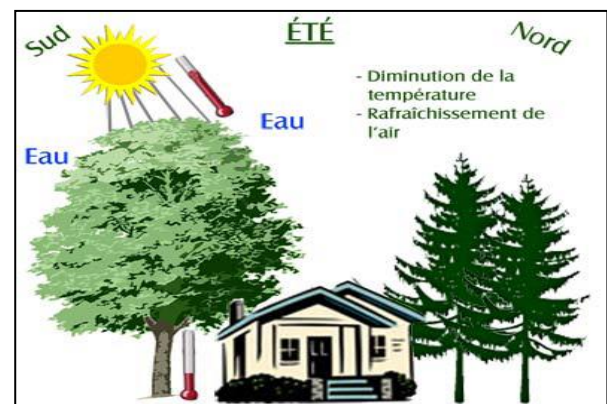


Figure 18: rôle de la végétation dans la période chaude.

- **L'influence de l'eau sur le microclimat :**

«L'eau provoque le rafraîchissement évaporatif, l'évaporation a lieu dès lors que la pression de vapeur d'eau dans le système considéré est supérieure à celle de l'air ambiant. Le changement de phase au cours du processus d'évaporation nécessite une quantité de chaleur importante qui est puisée dans l'air ambiant, ce qui a pour effet de diminuer la température de l'air tout en augmentant son humidité relative»<sup>67</sup>.



Figure 20: maison à cour traditionnelle doté d'un bassin d'eau.  
Source : TAREB

<sup>66</sup> ALILECHE Lyes, MEZAIR Hacem, végétation et confort, Université MOULOUD MAMMERI Tizi ouzou, consulté le 19/04/2017, <https://fr.slideshare.net/Saamysaami/vgtation-confort>.

<sup>67</sup> TAREB, intégration aux bâtiments, chapitre2 intégration architecturales, consulté le 12/01/2017 [http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea\\_ch2\\_fr.pdf](http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf) page 2.

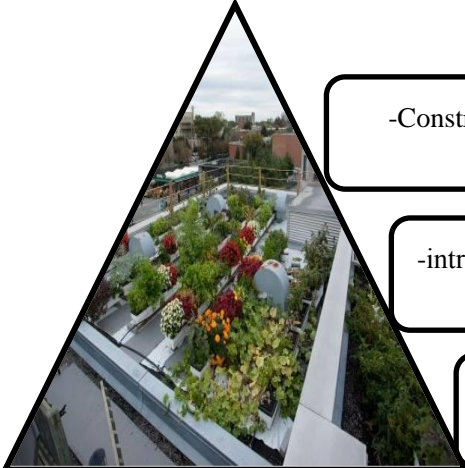


• **Référence :**

	Référence 1	Référence 2
L' auteur	M <sup>elle</sup> Benhalilou Karima. (mémoire) (2008).	<a href="http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf">http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf</a> (mémoire)
Le titre	Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment cas du climat semi aride.	intégration aux bâtiments, (chapitre2 intégration architecturales).
L' objectif	Évaluer l'impact de la végétation grimpante à feuillage caduc sur le confort hygrothermique estival des bâtiments sous le climat de Constantine et, par conséquent, sur le confort des individus dans un but de réduire tant la consommation en énergies.	Réduire les consommations d'énergie relatives à l'éclairage artificiel et au refroidissement mécanique. Réduire et contrôler du rayonnement. Améliorer la ventilation naturelle et du refroidissement naturel des surfaces externes du bâtiment.

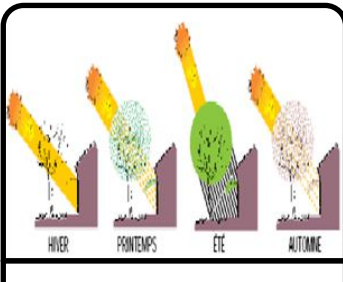
Tableau 13: tableau de référence de la végétation et l'eau.

**Les recommandations générales :**



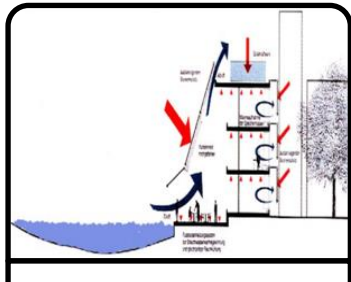
- Construire dans un endroit plein de verdure pour bénéficier de ses avantages.
- introduire de l'eau lors de la 1ere étape de la conception surtout dans le climat chaud aride.
- opter pour des plantations à feuilles caduques

• **Les stratégies :**



la protection

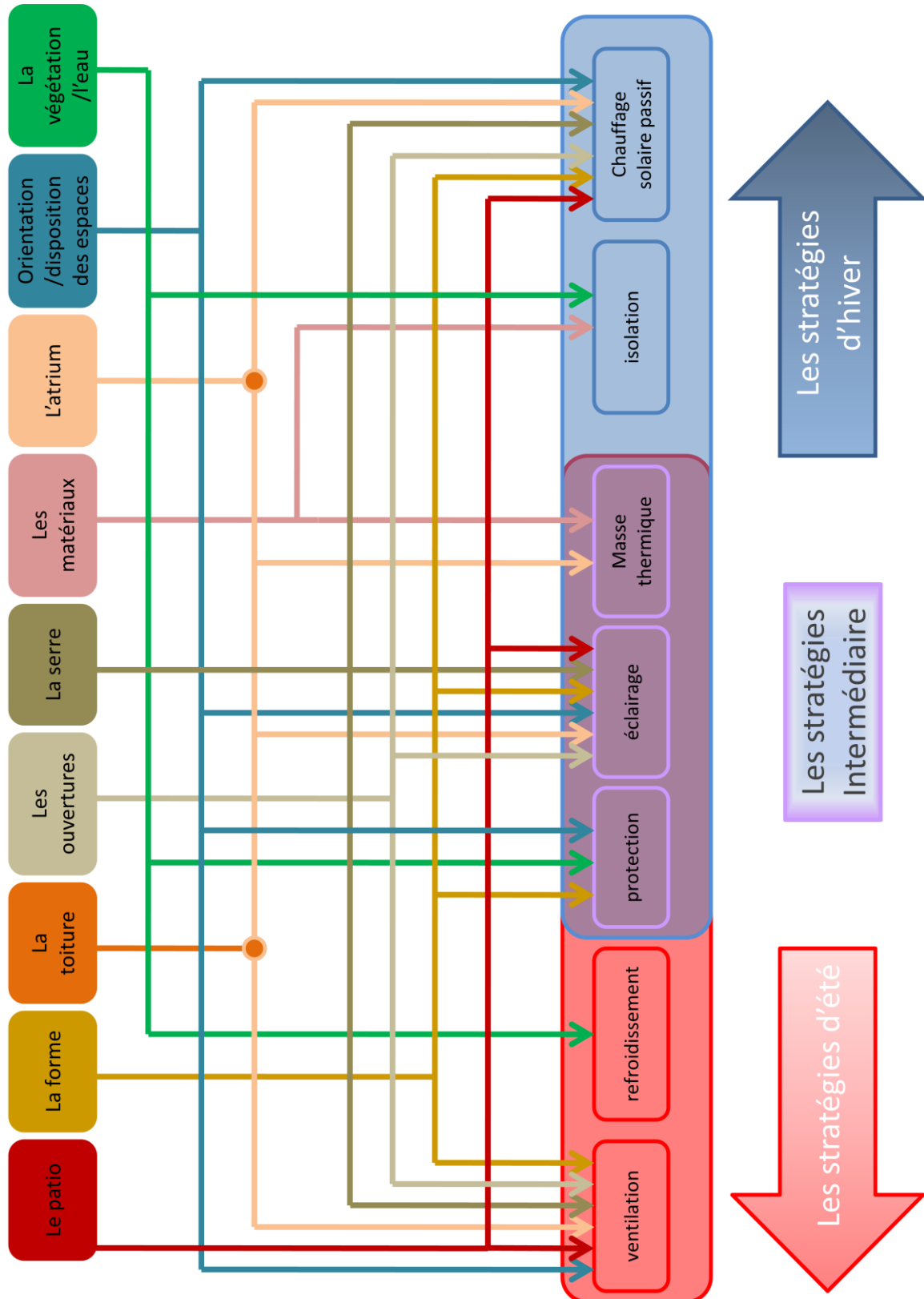
**1**



le refroidissement

**2**

### 2.3 La synthèse :



Schémas 7 : schéma global représente les différentes stratégies qui correspondent à chaque dispositif.

### 3 Dispositifs architecturaux et consommation énergétique du bâtiment :

- **La méthode de travail :** ce travail sera basé sur la simulation des différents dispositifs précédents où on va fixer tous les dispositifs en variant un seul chaque fois.

La simulation a été faite à l'aide d'un programme informatique Ecotect analysis.

- **L'objectif de ce travail :** l'objectif souligné de ce travail est d'évaluer et déterminer l'impact de ces dispositifs sur la charge annuelle de chauffage et de climatisation du bâtiment dans le climat d'Alger, et de déterminer les solutions les plus performantes pour chaque dispositifs.

#### 3.1 Le model de base :

Un cube de 4\*4\*4 m orienté plein sud, avec une fenêtre centrale de simple vitrage de 1.2\*1.2 m de dimension.

Le taux de vitrage : 10% avec  $U= 3W/m^2k$ .

Les parois de l'extérieur vers l'intérieur sont composées de :

- Enduit extérieur de 2cm ;
- Brique de 15cm ;
- Lambe d'air de 5cm ;
- Brique de 10cm ;
- Enduit plâtre de 2cm.

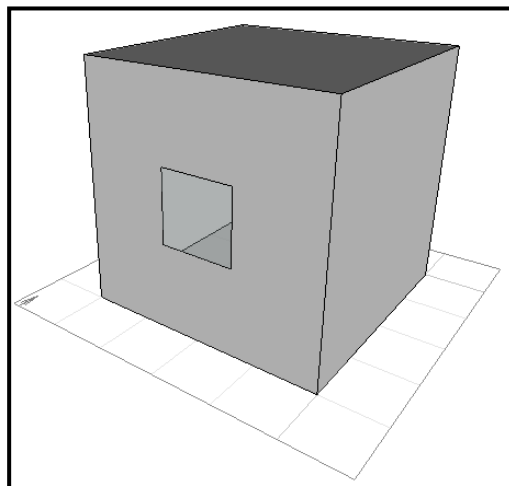


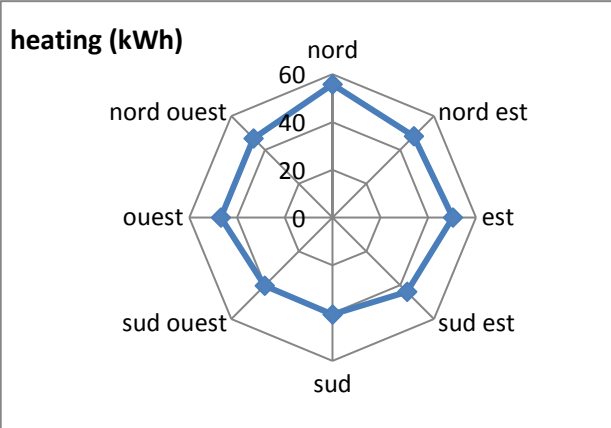
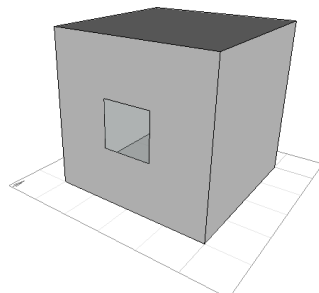
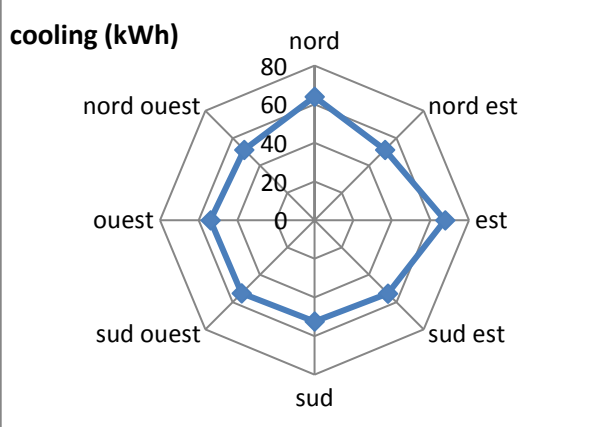
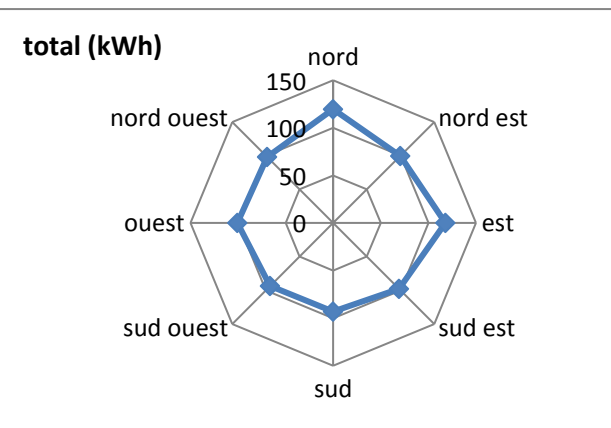
Figure 21 : le module de base.

#### 3.2 L'orientation :

Le but de cette simulation est de déterminer l'orientation la plus favorable pour que la charge de chauffage et de climatisation soit moins importante, on prend les 8 orientations (Nord, Sud, Est, Ouest, Nord-est, Nord-ouest, Sud-est, Sud-ouest) donc on a 8 simulations.

		Les orientations						
Consommation kWh/m <sup>2</sup>	nord	Nord-est	est	Sud-est	Sud	Sud-ouest	ouest	Nord-ouest
Heating	55.723	48.065	50.294	43.985	40.555	40.297	46.794	46.827
Cooling	63.888	51.548	67.591	53.709	52.487	53.496	53.928	51.429
Total	119.611	99.613	117.885	97.694	93.041	93.793	100.721	98.256

Tableau 14: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport à l'orientation.

	les résultats	La discussion
Heating	<p><b>heating (kWh)</b></p>  <p><b>Graph 1: la charge annuelle de chauffage par rapport à l'orientation.</b></p>	<p>D'après la lecture des graphes, on obtient à une trois meilleures orientations : le sud-ouest pour le chauffage <b>40,297 kWh/m<sup>2</sup></b>, le nord-ouest pour la climatisation <b>51,429 kWh/m<sup>2</sup></b> et le sud pour le total de chauffage et climatisation <b>93,041 kWh/m<sup>2</sup></b>.</p> <p>Donc de façon générale on peut dire que la meilleure orientation pour une charge basse de chauffage et climatisation est celui de sud.</p>  <p><b>Figure 22: La meilleure orientation 'Sud'</b></p>
Cooling	<p><b>cooling (kWh)</b></p>  <p><b>Graph 2: a charge annuelle de climatisation par rapport à l'orientation.</b></p>	
total	<p><b>total (kWh)</b></p>  <p><b>Graph 3: total des charges annuelles par rapport aux orientations.</b></p>	

### 3.3 Le patio :

Dans cette simulation on va chercher la meilleure configuration de patio sur la consommation énergétique du bâti, on a pris trois formes de patio : carré, allongé vers l'axe Nord-Sud et allongé vers l'axe Est-Ouest, donc on a 3 simulations.

La consommation kWh/m <sup>2</sup>	Carrée	Allongé Nord-sud	Allongé Est-ouest
Heating	17.44	17.452	17.449
Cooling	10.659	10.525	10.519
Total	28.099	27.977	27.969

Tableau 15: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport au forme de patio.

	Les résultats	La discussion
Heating	<p><b>heating (kWh)</b></p> <p><b>Graph 4: la charge annuelle de chauffage des trois types de patio.</b></p>	<p>D'après le tableau on constate que la meilleure configuration du patio est : le patio rectangulaire selon l'axe est-ouest où on a marqué la basse consommation de total chauffage et climatisation (27.9kWh/m<sup>2</sup>), où la mauvaise configuration reste le patio carré avec une consommation total environ 28,1 kWh/m<sup>2</sup>.</p> <p><b>Figure 23: meilleure configuration de patio.</b></p>
Cooling	<p><b>cooling (kWh)</b></p> <p><b>Graph 5: la charge annuelle de climatisation des trois types de patio.</b></p>	
Total	<p><b>total(kWh)</b></p> <p><b>Graph 6: total de charge annuelle de différentes configurations de patio.</b></p>	

### 3.4 La forme :

On va travailler la forme, alors on fixe l' hauteur de 4 m et volume de 64 m<sup>3</sup> donc 16 m<sup>2</sup> de surface avec différentes formes : forme carré, rectangle, croix, forme L et forme U donc on a 5 simulations.

		La forme de bâtiment				
La consommation kWh/m <sup>2</sup>		carrée	Rectangle	Forme U	Forme L	Forme croix
Heating		40,555	40,755	73,888	62,27	50,485
Cooling		52,487	51,041	33,188	46,704	43,859
Total		93,041	91,796	107,076	108,973	94,344

Tableau 16: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport à la forme.

	Les résultats	La discussion
Heating	<p><b>H</b></p> <p>heating kwh</p> <p>Graph 7: la charge annuelle de chauffage des différentes formes.</p>	<p>Les résultats indiquent que la consommation augmente en modifiant la forme de rectangle aux autres formes donc Le rectangle atteint la consommation d'énergie la plus faible 91.796 kWh pour le totale des charges.</p> <p>Figure 24: meilleure forme de bâti.</p>
Cooling	<p><b>C</b></p> <p>cooling kwh</p> <p>Graph 8: la charge annuelle de climatisation des différentes formes</p>	
Total	<p><b>T</b></p> <p>total kwh</p> <p>Graph 9: total de charge et de climatisation des différentes formes</p>	

### 3.5 Les matériaux :

Le but est de déterminer le matériau le plus favorable pour une meilleure consommation d'énergie, les matériaux sont : la brique, la terre, le béton et la pierre, donc on a 4 simulations

La consommation kWh/m <sup>2</sup>	Les matériaux			
	Le béton	La pierre	La brique	La terre
Heating	69,016	96,617	40,555	50,695
Cooling	81,705	78,786	52,487	70,27
Total	150,721	175,402	93,041	120,965

Tableau 17: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport aux matériaux de construction.

	Les résultats	La discussion
Heating	<p><b>heating kWh</b></p> <p>Grphe 10: la charge annuelle de chauffage des matériaux.</p>	<p>La simulation tient compte que la brique est le meilleur matériau pour le climat d'Alger, où on a remarqué une consommation moins importante pour les deux charges de chauffage <b>40,555 kWh/m<sup>2</sup></b> et de climatisation <b>52,487 kWh/m<sup>2</sup></b> (total <b>93,041 kWh/m<sup>2</sup></b>), dont le mauvais matériau est la pierre.</p> <p>Figure 25: meilleur matériau (la brique).</p>
Cooling	<p><b>colling kWh</b></p> <p>Grphe 11: la charge annuelle de climatisation des matériaux.</p>	
Total	<p><b>total kWh</b></p> <p>Grphe 12: total de consommation des différents matériaux.</p>	

### 3.6 L'isolation :

Dans cette simulation on va utiliser un isolant (polystyrène expansé) d'une épaisseur qui varie entre 2,5 cm et 10 cm avec un intervalle de 2,5 cm. Donc on a 4 simulations.

La consommation kWh/m <sup>2</sup>	L'épaisseur de l'isolant			
	2.5 cm	5cm	7.5 cm	10 cm
Heating	23,902	23,873	23,206	23,831
Cooling	13,748	15,301	17,845	16,82
Total	37,65	39,174	41,051	40,651

Tableau 18: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport à l'épaisseur de l'isolant.

	Les résultats	La discussion
Heating	<p>Graph 13: la charge de chauffage de l'isolant.</p>	<p>On remarque que la basse consommation d'énergie tient à celle de 2.5 cm, où on a marqué <b>23,902 kWh/m<sup>2</sup></b> pour le chauffage et <b>13,748 kWh/m<sup>2</sup></b> pour la climatisation et <b>37,65 kWh/m<sup>2</sup></b> pour le total de chauffage et climatisation, donc pour diminuer la consommation de chauffage et climatisation consistera un isolant (polystyrène expansé) avec épaisseur de 2.5 cm.</p> <p>Figure 26: meilleure épaisseur de l'isolant.</p>
Cooling	<p>Graph 14: la charge de climatisation de l'isolant.</p>	
Total	<p>Graph 15: total des charges de l'isolant.</p>	



### 3.7 Taux de vitrage :

Dans cette étude on va chercher le meilleur pourcentage de vitrage par rapport à la surface totale de la façade. On commence par une surface de 10% et on va jusqu'au 100% avec un intervalle de 10% (10 simulations).

kWh/m <sup>2</sup>	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Heating	40.901	46.867	54.895	63.432	72.848	82.824	93.044	103.49	114.44	125.93
Cooling	53.233	61.362	72.113	83.355	96.722	110.51	124.88	140.07	157.05	174.41
Total	94.134	108.22	127.00	146.78	169.57	193.33	217.93	243.57	271.49	300.35

Tableau 19: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport au taux de vitrage.

	Les résultats	La discussion
Heating	<p><b>heating kwh</b></p> <p>Graphe 16: la charge de chauffage par rapport au taux de vitrage.</p>	<p>Ce calcul tient compte que le meilleur pourcentage de vitrage par rapport à la surface total de la façade est de 10% où on a réalisé moins de consommation 94.134 kWh.</p> <p>Figure 27: meilleur taux de vitrage.</p>
Cooling	<p><b>cooling kwh</b></p> <p>Graphe 17: la charge de climatisation par rapport au taux de vitrage.</p>	
Total	<p><b>total kwh</b></p> <p>Graphe 18: total des charges par rapport au taux de vitrage.</p>	

### 3.8 Le type de vitrage :

C'est-à-dire simple, double et triple avec son Coefficient d'émissivité U. On a pris une valeur de chaque type de vitrage donc on a 3 simulations (U simple= 5.8/ U double= 2.8/ U triple= 1.9) (W/m²K).

La consommation kWh/m²	Type de vitrage (U= W/m²K)		
	Simple vitrage U= 5.8	Double vitrage U= 2.8	Triple vitrage U= 1.9
Heating	41.166	39.366	37.851
cooling	52.503	49.734	49.73
total	93.669	89.099	87.581

Tableau 20: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport aux types de vitrage.

	Les résultats	La discussion
heating	<p><b>heating kwh</b></p> <p>simple U=5,8 42 40 38 36 triple U=1,9 double U=2,8</p> <p>Graphe 19: la charge de chauffage par rapport à type de vitrage dans la façade.</p>	<p>avec les différents types de vitrage on a optimisé le choix à faible consommation : c'est le type à triple vitrage 87.581 kWh avec un coefficient d'émissivité U égal à 1.9.</p> <p>Figure 28: meilleur type de vitrage.</p>
cooling	<p><b>cooling kwh</b></p> <p>simple U=5,8 54 52 50 48 triple U=1,9 double U=2,8</p> <p>Graphe 20: la charge de climatisation par rapport à type de vitrage dans la façade.</p>	
total	<p><b>total kwh</b></p> <p>simple U=5,8 94 92 90 88 86 84 triple U=1,9 double U=2,8</p> <p>Graphe 21: total des charges par rapport à type de vitrage.</p>	

### 3.9 La protection solaire :

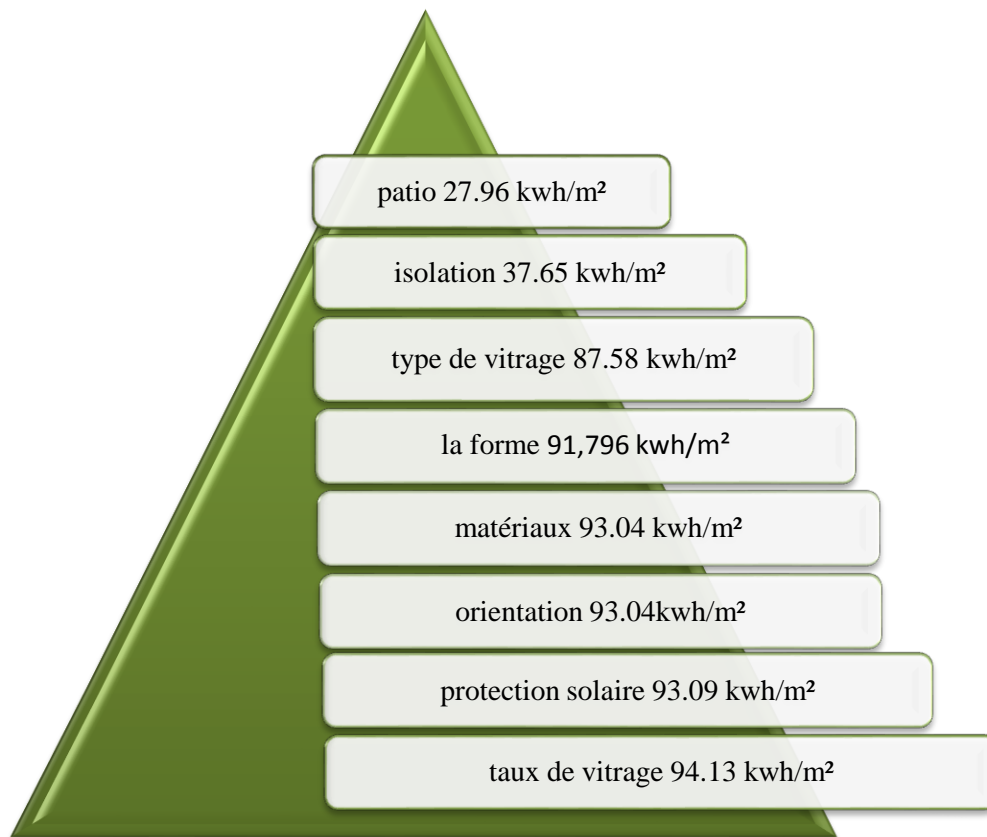
On utilise un réflecteur et en essayant de varier sa profondeur par rapport à la hauteur de l'ouverture (h). On utilise un pourcentage de 0% jusqu' à 100% avec un intervalle de 12,5%. Donc on a 8 simulations.

		Profondeur de protection solaire							
kWh/m <sup>2</sup>	12.5%	25%	37.5%	50%	62.5%	75%	87.5%	100%	
Heating	40.83	41.018	41.175	41.398	41.483	41.646	41.641	41.654	
Cooling	52.275	52.077	51.988	51.909	51.873	51.847	51.791	51.74	
total	93.105	93.096	93.163	93.307	93.356	93.493	93.433	93.395	

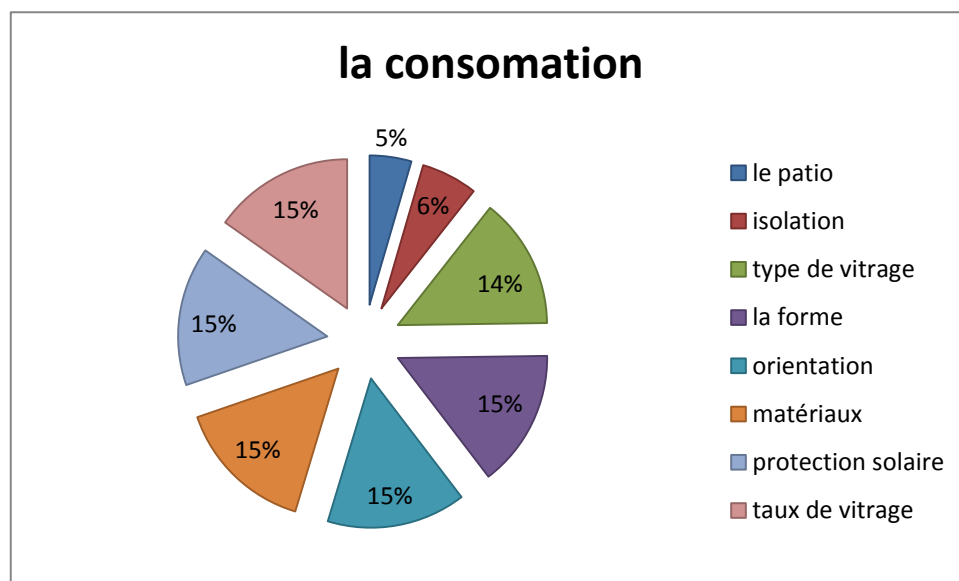
Tableau 21: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport à la profondeur de protection solaire.

	Les résultats	La discussion
Heating	<p><b>heating kwh</b></p> <p>Graph 22: la charge annuelle de chauffage par rapport à protection solaire.</p>	<p>D'après cette variation de profondeur de réflecteur on constate la meilleure consommation de chauffage et climatisation est celle de 25 % de profondeur équivalent de 30 cm</p> <p>Figure 29: meilleure profondeur de protection solaire.</p>
Cooling	<p><b>cooling kwh</b></p> <p>Graph 23: la charge de climatisation par rapport à protection solaire.</p>	
total	<p><b>total kwh</b></p> <p>Graph 24: total des charges par rapport à protection solaire.</p>	

## 4 La synthèse :



Schémas 8: Classement des dispositifs selon leurs consommations.



Schémas 9: pourcentage de consommation de chaque dispositif.

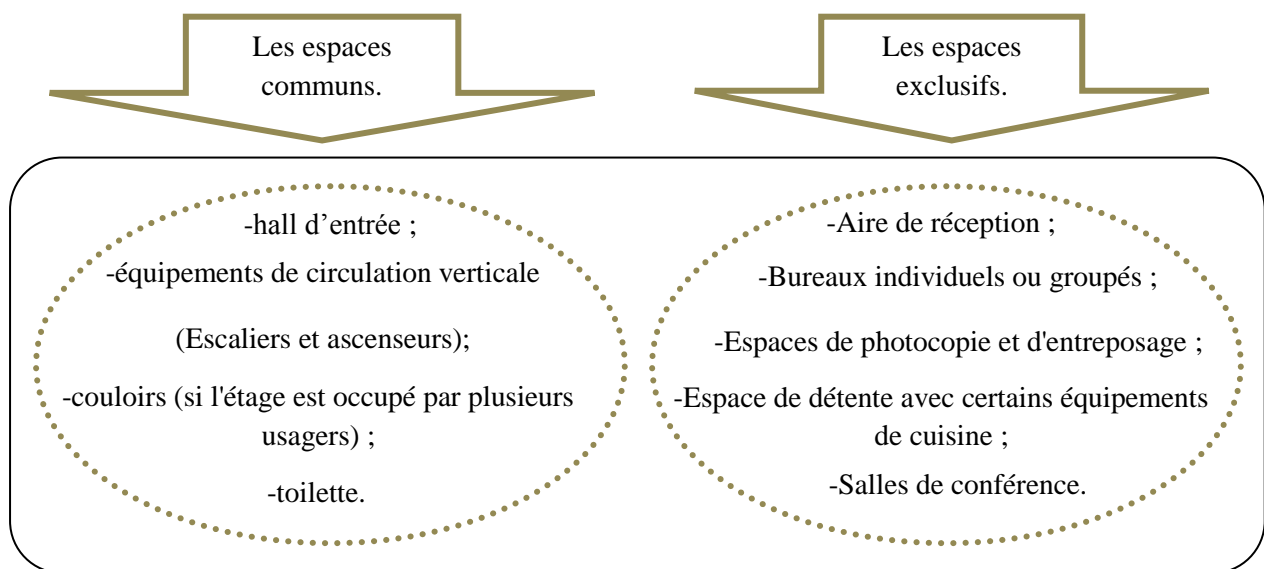
## 5 Recherche thématique des immeubles de bureaux :

### 5.1 Définition d'un immeuble de bureau :

Un immeuble de bureaux est un bâtiment servant essentiellement à héberger des utilisateurs de bureaux quoiqu'il peut aussi inclure des espaces commerciaux accessoires, des locaux d'entreposage et très souvent des espaces de stationnement<sup>68</sup>.

### 5.2 La structure d'un immeuble :

Un immeuble de bureaux peut être occupé par une seule entreprise, propriétaire ou locataire, ou divisé en de multiples espaces loués par des entreprises de taille variable. Dans ce dernier cas, l'immeuble comprend des espaces communs et des espaces exclusifs à chaque entreprise<sup>69</sup>.



Schémas 10: Schéma représente les deux caractères des espaces d'un immeuble.

### 5.3 L'organisation spatiale :

L'espace dans un immeuble de bureaux est organisé de différentes façons suivant principalement les fonctions du personnel en cause, mais aussi suivant la culture de l'entreprise et les modes. Le cloisonnement peut varier de l'étage complet sans cloison au bureau individuel. Les bureaux à aire ouverte groupent plusieurs travailleurs dans le même espace et des études ont montré qu'ils favorisent la productivité à court terme. Un compromis entre les deux est la demi-cloison ou le cubicule<sup>70</sup>, qui permet une certaine intimité visuelle, mais offre peu d'isolation sonore et de sécurité<sup>71</sup>.

### 5.4 Classification :

La classification des immeubles de bureaux sert à refléter les sous-marchés qui se créent sur la base du prix de location. Elle est basée sur les qualités physiques et jusqu'à un certain point géographiques des immeubles, dans les études de marché, on classe généralement les immeubles en trois ou quatre

<sup>68</sup>FRDIC, consulté le 22/04/2017, <http://www.frdic.com/dicts/fr/Immeuble%20De%20Bureaux>.

<sup>69</sup> Top cite.

<sup>70</sup> Un bureau à cloisons ou poste de travail modulaire, une petite aire de travail de bureau, fermée sur deux ou trois côtés par des cloisons. Celles-ci sont souvent amovibles et d'une hauteur d'environ 1,50 mètres qui permet de s'isoler lorsqu'on s'assoit mais d'avoir une vue d'ensemble une fois debout.

<sup>71</sup> Top cite.

groupes désignés par les lettres A, B, C et D, avec parfois une cote « A+ » ou « Triple A » pour les édifices les plus récents et les plus prestigieux<sup>72</sup>.

Classe A	Classe B	Classe C
bénéficient d'une excellente situation et d'accessibilité, hébergent des locataires de haute qualité et sont gérés de façon professionnelle. Les matériaux sont de haute qualité et les loyers sont concurrentiels avec ceux des autres immeubles neufs.	ont une situation, une gestion et une construction de bonne qualité et reçoivent des locataires de bon standing. Ces immeubles doivent n'avoir que peu de détérioration et de désuétude fonctionnelle.	sont typiquement âgés entre 15 et 25 ans mais profitent d'un bon taux d'occupation. (certains immeubles de bien plus que 25 ans peuvent encore être de classe A, surtout si les rénovations leur ont conservé leur attrait).

Tableau 22: classification des différentes classes des immeubles de bureau.

## 5.5 Architecture et construction :

Depuis la fin du XIX siècle, les immeubles de bureaux ont été le type de construction qui a le plus poussé vers l'augmentation de la hauteur des immeubles. L'invention de l'ascenseur au milieu de ce siècle a lancé la course à la hauteur des immeubles et ce sont les bureaux qui en ont le plus profité (les gratte-ciels), un des défis de ces constructions, étant donné le grand nombre de gens qui y travaillent, est la qualité de l'air qu'on y respire. Les immeubles modernes ont des fenêtres scellées et l'air ambiant est complètement climatisé, ce qui signifie qu'une partie est recyclée et filtrée, la structure est généralement faite d'acier, pour plus de légèreté, mais on retrouve certains gratte-ciels de moyenne envergure construits en béton armé<sup>73</sup>,

### La conclusion :

Dans ce chapitre nous avons touché de tout, tous ce qui est en relation avec l'efficacité énergétique.

Nous avons vu également que la simulation avec ces expériences permet de définir le comportement thermique de bâtiments et nous aide à connaître l'impact des dispositifs architecturaux sur le bâtiment, donc on a montré comment atteindre les besoins de chauffage en hiver et climatisation en été, et de ces derniers dépend le taux de consommation récupéré après l'utilisation des différentes méthodes comme exemple on a marqué 74.02% de consommation a regagné lorsqu' on change le type de vitrage (de simple au triple avec coefficient d'émissivité  $U= 1.5$ )

De plus on a présenté une thématique sur un exemple d'un laboratoire de recherche ou ils ont traité notre thème de recherche et réaliser des solutions bioclimatique.

<sup>72</sup> Top cite.

<sup>73</sup> Top cite.

# Statoil Regional and International Offices

## Situation et présentation de l'édifice:

Le nouveau bâtiment de bureaux se trouve sur le site du parking de l'ancien aéroport à Fornebu, Norvège.

C'est un producteur d'énergie, la 57ème entreprise mondiale dans le monde, avec environ 30 000 employés dans 37 pays.

L'immeuble de bureaux détente sur une superficie de 65 500 m2 et le parking souterrain de 55 000 m2.

Le bâtiment est conçu en 2012 par l'architectes A-lab sous la demande de statoil ASA



Le bâtiment correspond à une liste de critères, le plus important étant que le bâtiment doit être flexible, **Respectueux de l'environnement et moderne et répond aux valeurs fondamentales de Statoils: courageuses, ouvertes, en main et en soins. L'intérieur du bureau est conçu pour faciliter les fonctions flexibles avec des salles pouvant s'adapter de grands centres de réunion à des bureaux multi-personnes. Il peut également s'adapter aux différentes formes de coopération, et il offre des possibilités pour augmenter ou réduire**

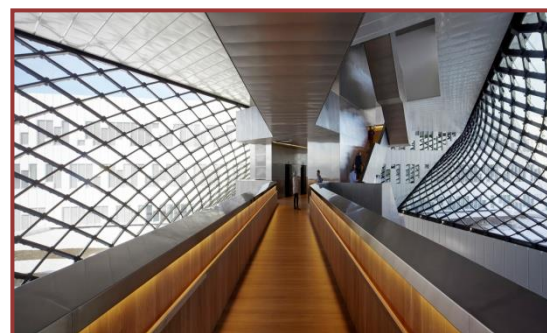


## Les espaces intérieurs :

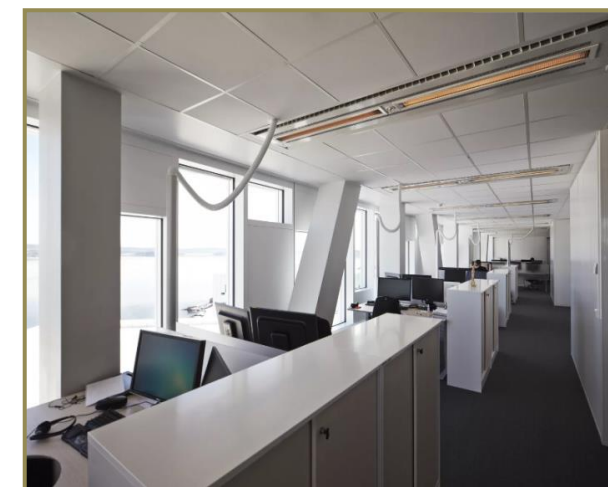
L'immeuble de bureaux offre une grande souplesse pour qu'il soit facilement adapté aux besoins changeants futurs. Un plafond spécialement développé permet des espaces de travail avec des unités séparées aussi petites que 3x3 mètres, chacune avec accès à l'alimentation, les gicleurs, la ventilation et l'éclairage. Le design d'intérieur se concentre sur les solutions sociales pour un environnement de travail innovant avec une variation de lieux de travail et de rencontre, et a été développé en étroite collaboration avec le locataire. Un intérieur presque exempt de colonnes permet d'ajuster facilement le nombre et la taille des postes de travail et des salles de réunion selon un projet ou les besoins de déplacement du locataire.



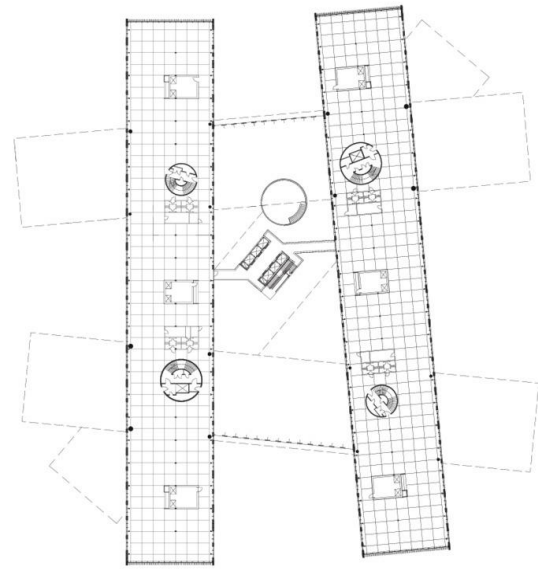
Une tour de communication dans l'atrium commun est le centre de la vie sociale du bâtiment; Tout le monde passe à travers l'oreillette vers et depuis le travail. De cette façon, des rencontres spontanées et des échanges sont favorisés, ce qui est très souhaitable pour une société internationale basée sur le savoir comme Statoil.



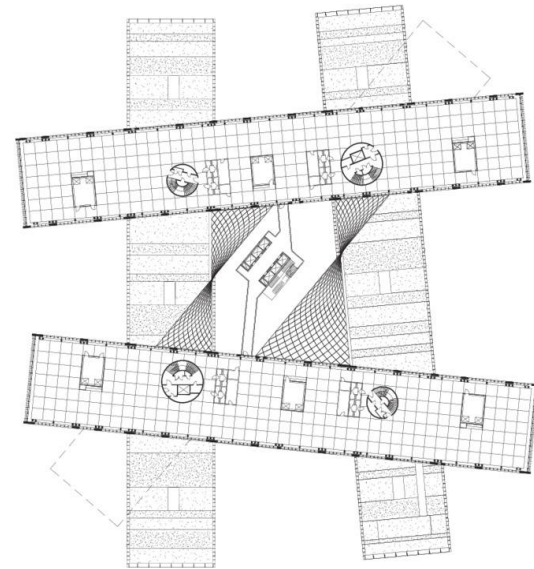
Les caractéristiques du bureau est d'avoir un système de plafond modulaire, ce qui permet la division de l'espace facile avec soin, parce que la plénitude de la structure apporte un soutien supplémentaire, donc la plupart ne possèdent pas ces piliers espaces.



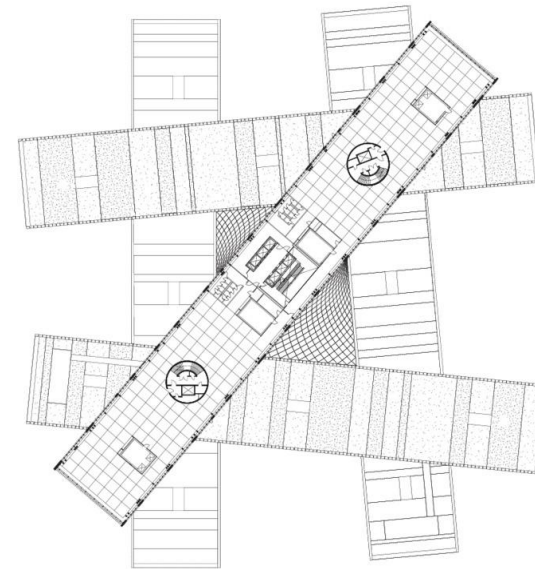
Le dossier graphique :



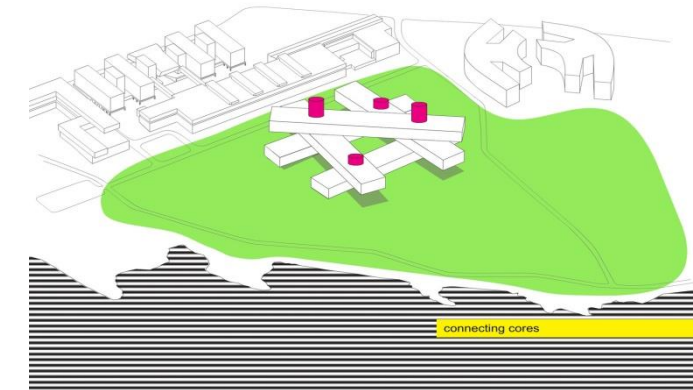
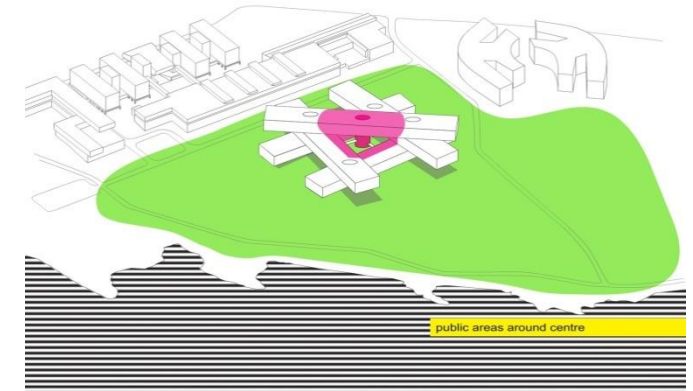
RDC



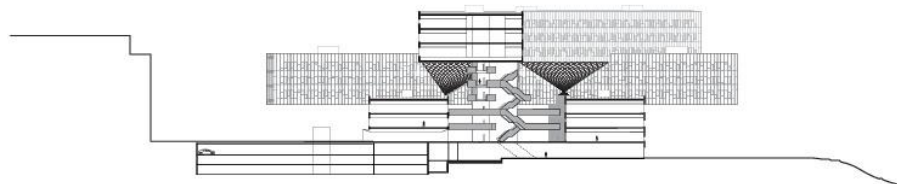
1<sup>er</sup> étage



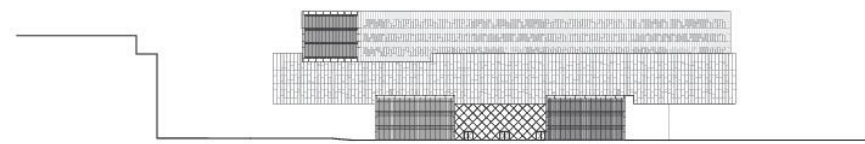
2<sup>eme</sup> étage



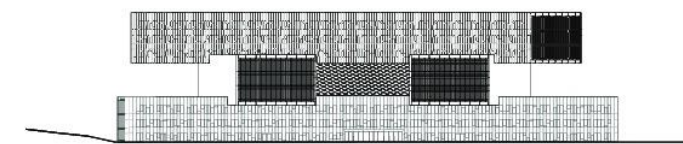
la volumétrie



La coupe



élévation



élévation



## Coût efficace et les paramètres énergétiques introduit dans le bâtiment :

Le bâtiment caractéristique est très rentable et a une consommation d'énergie calculée de seulement 103 kWh / m<sup>2</sup> / an, une classe de construction de haute énergie (classe B de la classification européenne). Cela se fait par plusieurs méthodes, y compris l'utilisation de la chaleur à partir de la source de chaleur centralisée à distance, un recyclage de l'énergie de 85% et bien sûr une peau bien isolée et étanche à l'air en plus de ça l'architecte a introduit.

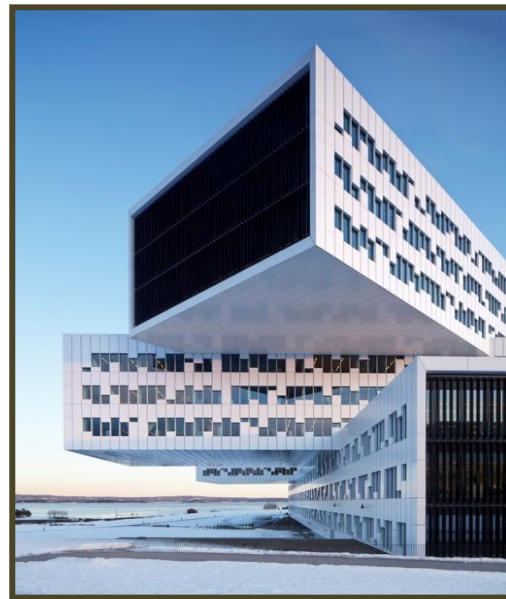
### Le triple vitrage :

Les panneaux de façade à triple vitrage ont une valeur de 0.6 et l'étanchéité de l'air Les aides à la construction atteignent les très faibles chiffres de consommation d'énergie pour le bâtiment.



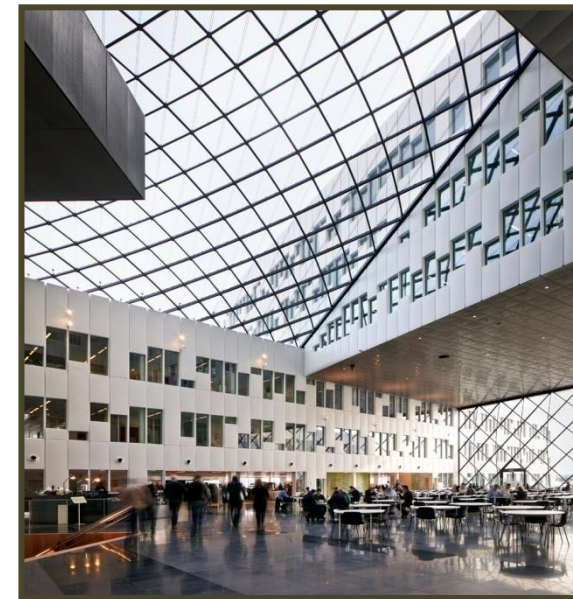
### protections solaires :

Isolation et protection solaire, une solution hautement énergétique sans fixations visibles dans toute la façade



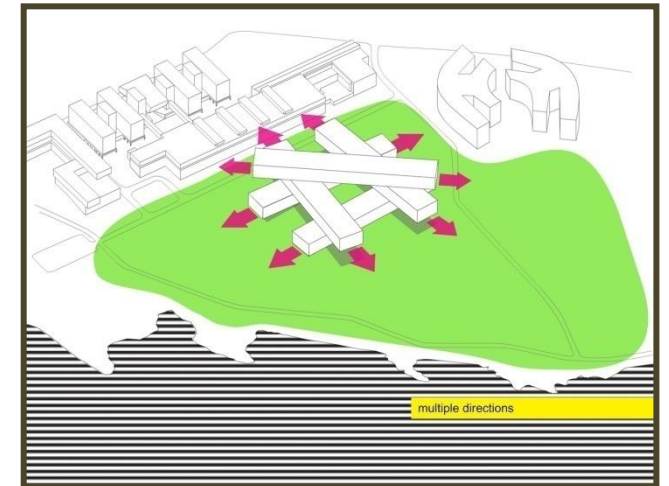
### l'atrium :

Il est formé à partir de 5 lamelles de bâtiment, il s'agit d'un espace polyvalent climatisé, favorise l'éclairage naturel des pièces et la ventilation.



### l'orientation et la distribution intérieure

Les blocks de bâtiment sont orientés différemment pour optimiser les conditions intérieures de la lumière du jour et les vues vers le paysage des fjords.



## Les matériaux utilisés :

Le cadre de la construction, a reçu l'un des prix Architecture Festival mondial (WAF), en béton armé. Il se compose d'un module de cinq étages. Éléments de volume de console suspendus au-dessus du sol, leurs surfaces inférieures décorées compositions lumineuses et complexes de verre coloré. Départs la plus longue console est d'environ 30 m

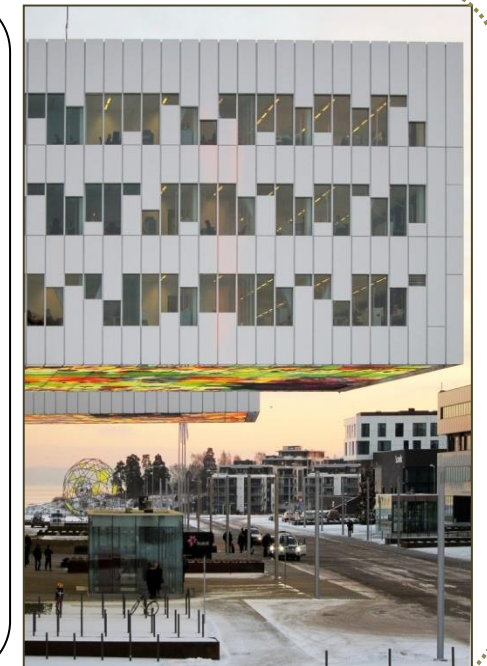


Les cinq barres de bureau sont construites sous la forme d'une structure de pont indépendante, avec de nombreux éléments tels que des plateaux en acier et en béton préfabriqués hors site. Les escaliers et les services sont concentrés dans quatre noyaux de béton géants, qui stabilisent également la superstructure.

L'atrium central est recouvert d'un toit en verre haute technologie, en forme d'hélice, La géométrie peut être décrite comme une «bulle de savon», en trouvant la plus petite surface pour fermer le volume entre les modules.



Façades vitrées faites de double vitrage avec une faible perte de chaleur. Architectes utilisés façades en aluminium modulaires préfabriqués Vental, et seulement au niveau des extrémités du volume de fente appliqué à partir du verre feuilleté monté en chevauchement. Chaque surface d'extrémité comprend des lamelles de hauteur 4,2 m et une largeur de 0,4 m. Chaque panneau se compose de deux plaques de verre teinté 10 mm d'épaisseur.

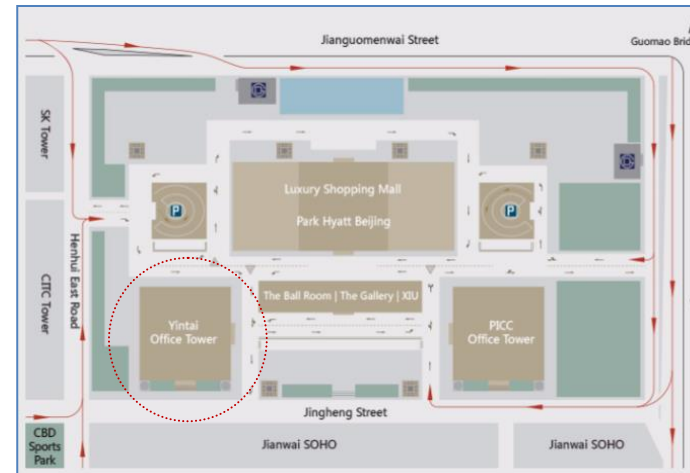
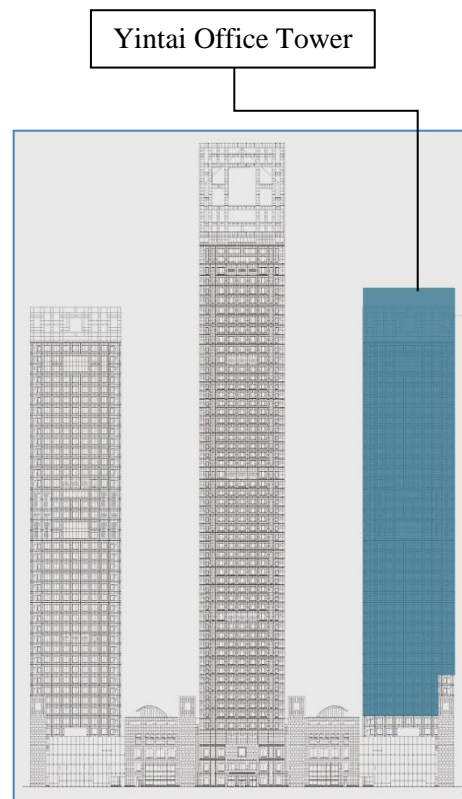


# Yintai Office Tower

## Situation et description :

La tour de bureaux yintai est un des tours de Beijing Yintai Centre qui situé dans 2 eme Jianguomenwai Street, Chaoyang District, Beijing, Chine achevée en 2007 par les créateurs Créateurs: John Portman et Richards Mixon.

La tour de bureaux yintai est située dans l'aile ouest du célèbre Yintai Centre, qui comprend le Park Hyatt de Pékin et un centre commercial de luxe. Grâce au passage exclusif qui relie Yintai Office Tower avec Park Hyatt Beijing et Luxury Shopping Mall les clients et les visiteurs de Yintai Office Tower ont un accès plus facile aux installations du Park Hyatt Beijing et du centre commercial de luxe, y compris les salles de réunion, le spa de santé, la piscine intérieure, le bar, les restaurants de spécialité et le bar sur le toit



La localisation



La tour comprend 52 étages avec une hauteur de 186 m, construit sur une superficie de 75 000 mètres carrés, elle englobe comme programme :

- \* un Parking intelligent sous sol avec environ 1 600 places de parking, \*des bureaux

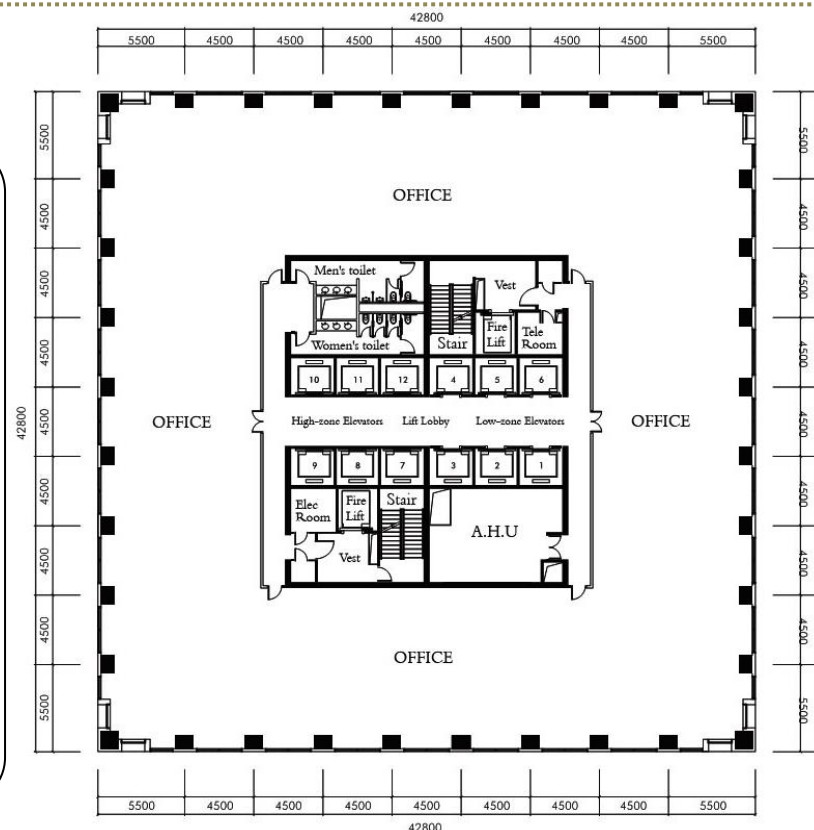
- \* un étage d'équipement,

La hauteur d'étage de bureau est de 4 mètres au plafond; 2,7 mètres de hauteur nette de plancher de bureau, (à l'exclusion de la hauteur du plancher surélevé)

### La structure :

L'architecte a utilisé la Structure tube-en-tube en béton armé, avec bureau sans colonne et ouvert, ce système est très fréquent surtout dans les immeubles de bureaux parce que il permet d'avoir des espaces libres et éclairés et flexibles qui répond aux besoins des futures locataires.

Le bâtiment est construit avec un système antisismique de 8 degrés



### Quelque détails techniques :

Effacité	70%
Surface habitable standard	Environ 2,101.6 mètres carrés (surface brute)
Capacité de chargement	Zone de bureau: 2.0KN / sq.m.   Salle des machines: 5.0KN / m2
Les ascenseurs	L'ascenseur de passagers à deux vitesses à grande vitesse OTIS importé aux États-Unis
Nombre	12 ascenseurs de passagers à deux vitesses à grande vitesse, 2 ascenseurs OTIS importés pour Fire & Service, 2 ascenseurs entre le garage et le hall;
Capacité électrique totale	7 200 KVA
Alimentation variable	Double alimentation électrique
Alimentation en tension	220V, 380V
Électricité pour l'éclairage	500 lux / m².

La tour de bureau de Yintai a reçu le titre de «l'édifice historique le plus précieux spécifié par les entreprises multinationales». À ce jour, des sociétés comme les sociétés Fortune 500, des institutions financières solides, des cabinets d'avocats bien connus d'Europe et des États-Unis ainsi que certaines entreprises internationales et nationales se sont installées successivement dans la tour



## Les caractéristiques techniques et fonctionnels :



Le Système de climatisation

Le système de climatisation à air variable à grande vitesse est fourni et adapté aux bureaux ouverts. Chaque étage est installé avec 34 boîtes VAV, chacune contrôlant 2-3 orifices. Le volume d'alimentation en air est automatiquement ajusté en fonction de la température préréglée et des conditions intérieures pour une meilleure économie d'énergie. Les climatiseurs VAV avec des bobines de chauffage sont installés dans la zone extérieure pour fournir un service de chauffage au gagnant. Il existe un espace conservé dans le tube de base pour installer des tuyaux d'eau de refroidissement de salle de machines 24 heures pour l'utilisateur à se connecter, fournissant l'alimentation en eau de refroidissement pour l'équipement de climatisation (p. Ex. Climatiseurs dans la salle des machines) installé par l'utilisateur.



Système de mur à rideaux unifiés

La façade extérieure est revêtue de couches doubles en double couche (verre 8 mm + verre isolant de 12 mm + verre de 8 mm), mur rideau creux à haute performance. Bénéficiant de fonctions de faible émission, de forte pénétration de la lumière et de prévention des rayons infrarouges et des rayons ultraviolets, le verre revêtu de Low-E peut efficacement empêcher l'échange de chaleur à l'intérieur et à l'extérieur de la pièce en hiver et en été et a de bonnes performances aseptiques. La faible émission et la forte pénétration de la performance de la lumière augmenteront considérablement le coût du verre revêtu de Low-E, et donc les projets communs ne peuvent pas se le permettre et l'utilisent rarement. Cependant, Beijing Yintai Centre est l'une des rares exceptions qui utilisent ce verre. En outre, le verre isolant revêtu de Low-E est adapté au froid dans la région du nord. Il peut effectivement réduire le gaspillage de chauffage.

Système de revêtement surélevé de 15 cm



Un système de plancher surélevé de 15 cm est fourni par le propriétaire et le fil est installé librement dans les creux préétablis, offrant ainsi des conditions flexibles et pratiques pour ajuster la disposition du réseau aux entreprises locataires.



Hall de niveau double de 12 m

Le lobby s'étend sur le bas du sol, le rez-de-chaussée et le deuxième étage, la hauteur du pilote du rez-de-chaussée au deuxième étage atteint 12 mètres. Le couloir de la boucle intérieure s'interconnecte avec le couloir en forme de croix, accessible à tous les coins du lobby carré et donnant le sentiment et la vue de "une terre carrée autour du ciel s'étendant dans toutes les directions". Assorti avec une décoration intérieure comme l'écran d'eau, la fontaine et les plantes aériennes, il incarne pleinement les caractéristiques uniques du Beijing Yintai Center, un bâtiment splendide et spacieux situé dans un terrain chanceux.



Environnement de bureau humanisé

Pour répondre à toutes les exigences individuelles et personnalisées par différentes entreprises, un espace maximum réglable a été réservé. Certains planchers standard peuvent être partiellement creusés avec pilotis afin de fournir un espace de bureau complet et indépendant; Tous les étages ont été réservés avec des salles de thé, créant un environnement de bureau humanisé. Savills Property Services (Beijing) Co. Ltd fournit des services de gestion immobilière spécialisés à Yintai Office Tower, y compris la sécurité, la réparation et la maintenance, le nettoyage, le conseil en matière d'incendie et l'évaluation des risques, la protection de l'environnement, la gestion du paysage et l'assurance de la qualité. Savills s'engage à améliorer les valeurs de capital et à fournir des services à valeur ajoutée grâce à des services compétents en matière de construction et de gestion de la location

Espace de bureau de base Open-plan



La structure tube-dans-tube fournit non seulement un système de résistance raisonnable et uniforme, mais permet également un espace ouvert libre de colonne de 10,5 mètres de largeur allant du mur-rideau au couloir. Cela permet une mise en page flexible de la zone de bureau, fournit un éclairage naturel suffisant pour chaque zone de bureau et est bénéfique pour la santé physique et mentale des employés ainsi que pour une plus grande efficacité de travail.

## ABA Business Center

### Situation :

L'ABA business center situé au Tirana la capitale de l'Albanie, il est idéalement localisé dans l'un des plus beaux quartiers de la capitale, à quelques pas du boulevard principal et des institutions nationales et internationales les plus importantes du pays, il est le plus grand bâtiment de Tirana, Ouvert en janvier 2009.

L'ABA business center est considéré comme un symbole de l'architecture moderne en Albanie.



### Description :

L'ABA business center conçu pour répondre principalement aux besoins de l'entreprise, est rapidement devenu un point de repère pour la vie sociale du capital lui-même.

La belle structure mesuré de 83 m de hauteur, et se compose de 21 étages au-dessus du sol et de 3 sols souterrains.

Les 3 niveaux sous terre comprennent un parking à étage,

Les 3 premiers étages sont réservés aux commerces,

Le 4 eme étage consiste en une zone de restauration, l'une des destinations les plus populaires de la ville.

Le niveau 5 est la gestion du gymnase et du centre.

De 6 eme à 18 eme étage c'est un espace de bureau.

Le 19 eme et le 20 eme étage sont des appartements.

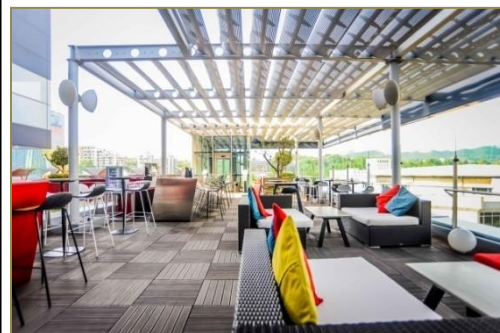
Le dernier étage c'est un restaurant et un bar qui propose une cuisine gastronomique.



Commerce



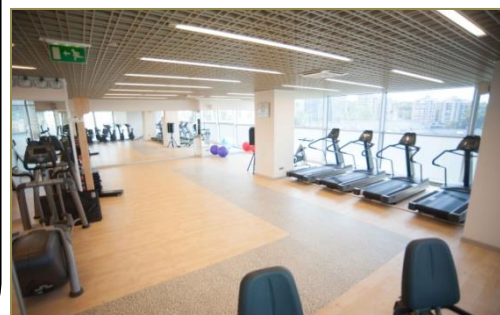
Un magasin



Restauration



Bureaux



Gymnase / fitness



Parking sous-sol

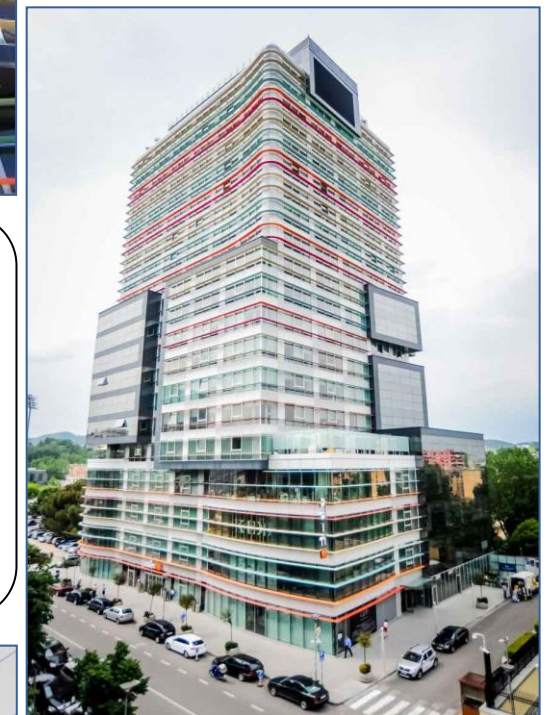
### La lecture de façade :



L'ABA business center considéré comme l'un de plus beaux bâtiments de Tirana grâce à son architecture moderne.

Le bâtiment est très remarquable par ses couleurs vives (jaune, rouge, orange, vert). Il est simple dans sa géométrie, les 4 premiers étages sont à l'horizontale, et les reste sont à la vertical.

Le rythme de façade reste le même sur les façades totalement en verre tracées par des éléments en aluminium pour définir les fenêtres, ces dernières sont en longueur avec quelques éléments verticaux et horizontaux sur les angles qui permis de casser un peu le rythme de façade.



### Les bureaux :

Le meilleur endroit pour l'entreprise à Tirana. Il offre un bureau de location de première classe, plein de lumière naturelle, avec une vue panoramique sur la capitale, dans un emplacement privilégié situé à proximité des principales institutions publiques, des banques, des bars et des cafés.



Les bureaux sont clairs et lumineux, grâce à structure. La séparation était faite par des panneaux en verre qui favorise la continuité visuelle et qui donne une sensation de confort et tous ces paramètres attribuent à la productivité de l'entreprise.



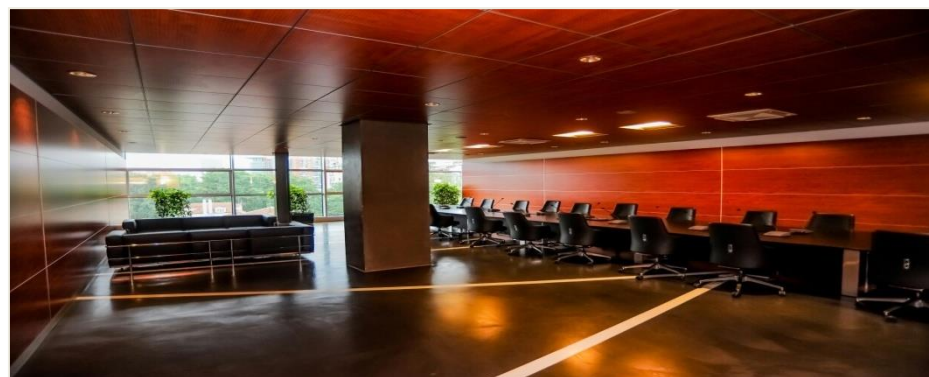
### Salles De Conférence Et Réunions

Situé au cinquième étage du centre meublé et équipées de la technologie audio-visuelle et Internet rapide. Un très bon endroit pour organiser des conférences, formation, présentations de produits et réunions.

**Salle de conférence :** organisée en forme d'amphithéâtre, 190 m<sup>2</sup>, la salle a une capacité de 105 personnes dans l'auditorium, et quatre personnes sur le panneau de direction. La salle est équipée d'un local technique pour le système de traduction simultanée.



**La salle de réunion :** la salle à une superficie de 125m<sup>2</sup>, avec une capacité de 23 à 30 personnes, elle est organisée autour d'une grande table ovale.



Les deux salles sont disponibles dans le toit de Fusion, Fusion est une option plus pour organiser une réception buffet, un déjeuner ou un dîner.

### Fusion salle à manger et cocktails :

Fusion salle à manger et cocktails est située au quatrième étage, Connue pour son emplacement, sa bonne nourriture, Fusion est devenue l'un des points forts de la capitale.

la terrasse en plein air, le café et le restaurant avec une cuisine contemporaine mixte, Fusion sert principalement une clientèle de professionnels réunis dans les bureaux et les établissements environnants. En soirée, le week-end, l'atmosphère se transforme en Bar Lounge, où certains des meilleurs DJ-s jouent de la musique.

Fusion proximité des salles de réunions permet à l'organisation de festivals et d'événements pour les entreprises, mais aussi le public. Le restaurant permet un service d'environ 50 personnes. Réceptions buffet peuvent être organisées pour un maximum de 100 personnes.



### ABA Fitness



Situé au cinquième étage, une salle de gym et des normes contemporaines, est ouvert au public et les employés du Centre. Il accueille tous les niveaux de 18 ans et plus.

Il est divisé en zone cardio et une zone de la force. La salle de gym est équipée de vestiaires, des douches et un sauna.

### 1.1.1.1 Pièce De

Un grand magasin italien, qui se trouve sur cinq étages et comprend une zone commerciale de 6000 m<sup>2</sup>. Coin de produits dédiés qualité des acheteurs de vêtements de mode, accessoires, cosmétiques, meubles et décorations maison.



## CHAPITRE II

### LE PROJET

## Introduction :

Dans ce dernier chapitre on va présenter brièvement la ville d'Alger comme un support de notre projet, on va étudier son climat, sa situation pour pouvoir intervenir ensuite le projet.

L'analyse bioclimatique de la ville d'Alger a une part de ce chapitre, car c'est à partir de ses données qu'on peut ressortir les recommandations et les stratégies qui nous ont conduites à concevoir un immeuble qui consomme peu de chauffage et de climatisation. On va essayer au maximum de trouver le bien-être et le confort nécessaire pour un minimum d'énergie consommée.

## 1 Présentation de site d'intervention :

### 1.1 La situation géographique :

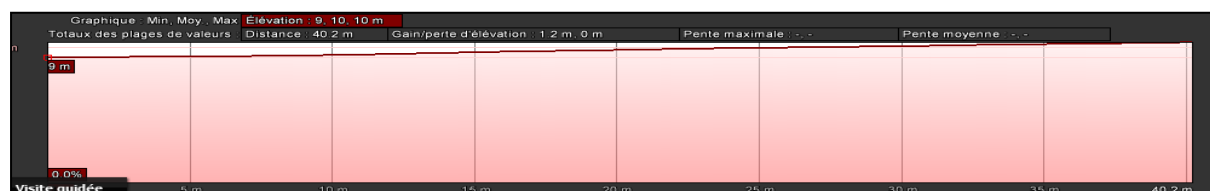
Notre assiette d'intervention se trouve dans la wilaya d'Alger, plus exactement à El Anasser, Belouizdad il est limité au Nord par la rue Hassiba Ben Bouali et l'usine de Hamoud Boualem, au Sud par un hangar, à l'Est par la rue Mohamed Arezki Ben Bouzid et la banque d'Algérie à l'Ouest par un groupe industriel local.



Figure 30: situation de site d'intervention.

### 1.2 La topographie de terrain :

D'après la coupe topographie effectuée, il est clair que notre terrain est plat, donc pas besoin de terrassement.



### 1.3 Le gabarit :

Le site est mitoyen en 2 coté : le coté Sud et le coté Ouest, et il est séparé aux autres coté par des voies mécaniques. Il est à noter que le gabarit est de R+1 à R+3.

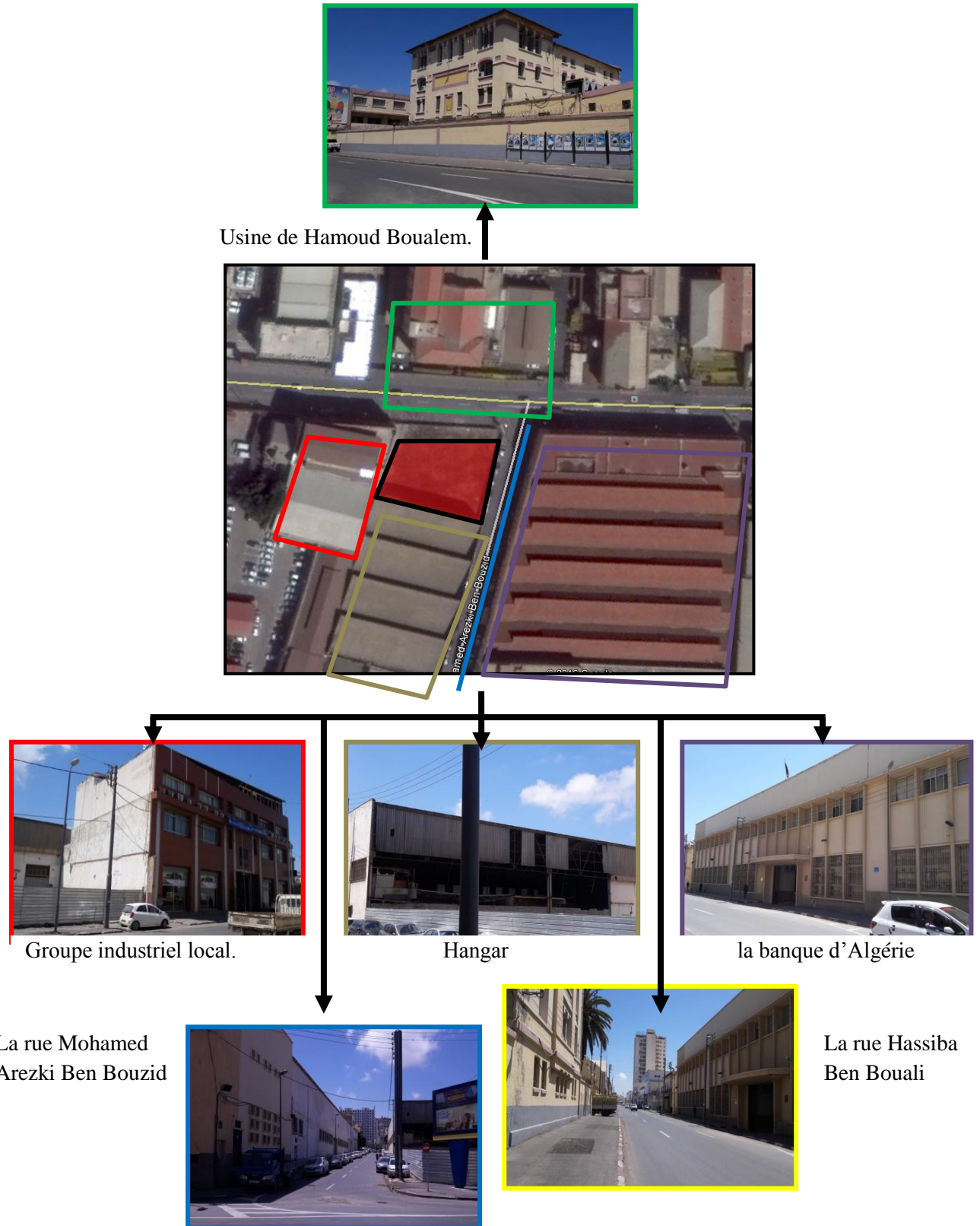


Figure 31 les voisinages



### 1.4 L'accessibilité :

Le site est accessible depuis deux accès, on peut l'accéder par la rue Hassiba Ben Bouali au Nord (entrée principale), et par la rue Mohamed Arezki Ben Bouzid qui se situe à l'Est de terrain (entrée secondaire).

- ▶ La Rue Hassiba Ben Bouali
- ▶ La Rue Mohamed Areski Ben Bouzid

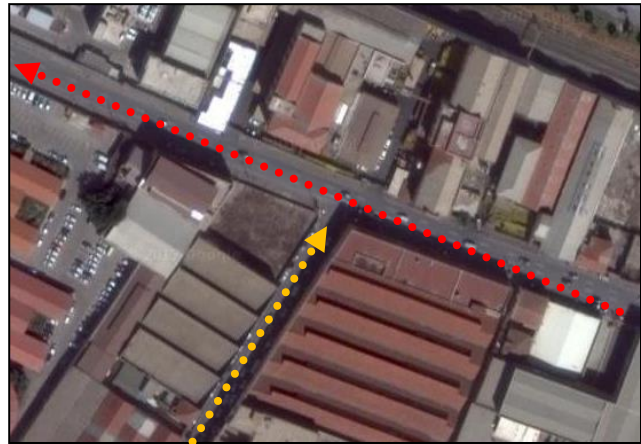


Figure 32: l'accès à notre site d'intervention.

## 2 L'analyse climatique de la ville d'Alger :

La région d'Alger se situe dans la zone du climat méditerranéen. Elle présente un climat caractérisé par un hiver frais et pluvieux et un été chaud et humide.

### 2.1 La température :

À Alger, les étés sont chauds, secs et surtout clairs et les hivers sont longs, froids, venteux et en partie nuageux. Au cours de l'année, la température varie généralement entre 1.6°C à 33 °C.

La saison chaude dure 3 mois, du 22 Juin à 24 Septembre, avec une température élevée moyenne journalière supérieure à 26°C. Le jour le plus chaud est le 12 Août, avec une moyenne élevée de 30 °C et basse de 20°C.

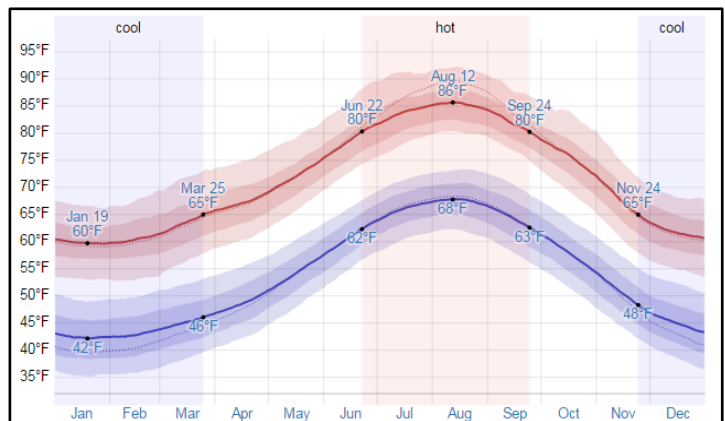


Figure 33: valeur de la température moyenne mensuelle.

La saison fraîche dure 4 mois, du 24 Novembre à 25 Mars, avec une température quotidienne moyenne en dessous de 18°C. Le jour le plus froid est 19 Janvier, avec une moyenne de 5°C à 15°C.

### 2.2 L'humidité :

Nous basons le niveau de confort d'humidité sur le point de rosée, car il détermine si la transpiration s'évapore de la peau, refroidissant ainsi le corps. Les points de rosée inférieurs se sentent plus sèches et les points de rosée plus élevés se sentent plus humides. Contrairement à la température, qui varie généralement de manière significative entre la nuit et le jour, le point de rosée tend à changer plus lentement, alors pendant que

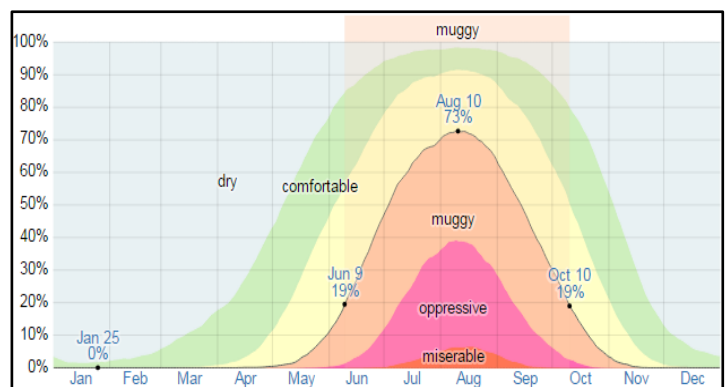


Figure 34: valeur de la d'humidité moyenne mensuelle.

la température peut tomber la nuit, un jour moche est habituellement suivi d'une nuit mouillée.

Alger connaît une variation saisonnière très significative de l'humidité perçue.

La période mûge de l'année dure 4 mois, du 9 Juin à 10 Octobre, au cours de laquelle le niveau de confort est moite, oppressante, ou misérable au moins 19% du temps. Le jour moche de l'année est le 10 août, avec des conditions bouillonnantes 73% du temps.

Le jour le moins confortable de l'année est le 25 janvier, alors que les conditions d'engouement sont essentiellement inouïes

### 2.3 La précipitation :

Au cours de l'année, les formes de précipitations les plus courantes sont : les pluies modérées, les orages et la pluie légère.

La pluie modérée est la précipitation la plus observée (42% de toute l'année). Il est très probable autour 21 Janvier. Les orages sont les précipitations les plus fortes aussi au cours de 41% de toute l'année. Ils sont très probablement autour de 20 Octobre. La pluie légère est la précipitation la plus faible observée. Il est très probable autour de 10 Décembre.

### 2.4 Les vents :

La vitesse moyenne du vent horaire à Alger présente des variations saisonnières douces au cours de l'année. La partie plus tiède de l'année dure 5 mois, du 30 octobre au 18 avril, avec une vitesse moyenne du vent plus de 5,0 milles/h. Le jour le plus venteux de l'année est le 24 décembre, avec une vitesse horaire moyenne de vent 5,7 milles/h

La période la plus calme dure 6 mois, du 18 avril au 30 octobre. Le jour le plus calme de l'année est le 6 août, avec une vitesse horaire moyenne de vent de 4,3 milles/h.

### 2.5 L'enseillement :

La durée d'insolation à Alger varie considérablement au cours de l'année. En 2017, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures, 39 minutes de lumière du jour; Le plus long jour est le 21 juin, avec 14 heures, 41 minutes de lumière du jour.

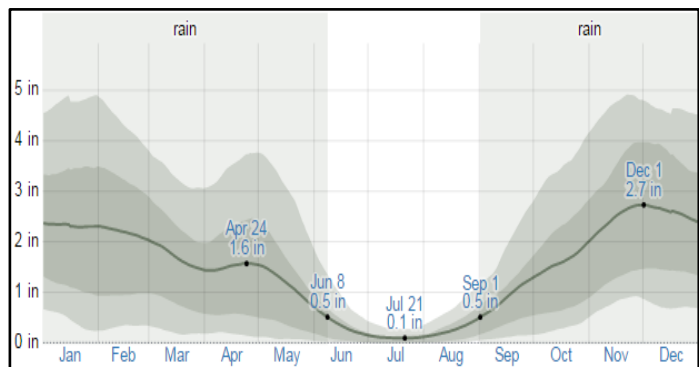


Figure 35: précipitation mensuelle de la ville d'alger.

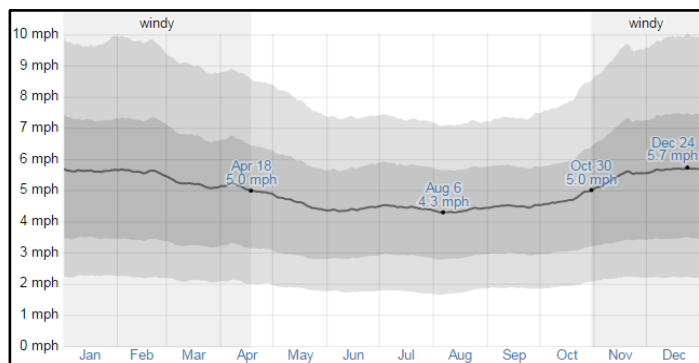


Figure 36: la vitesse horaire moyenne de vent

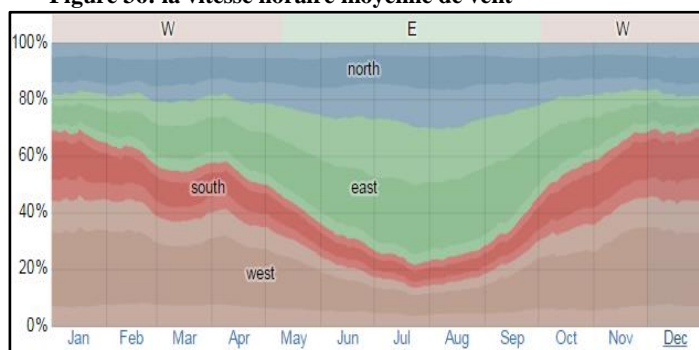


Figure 37: la direction de vent horaire moyenne.

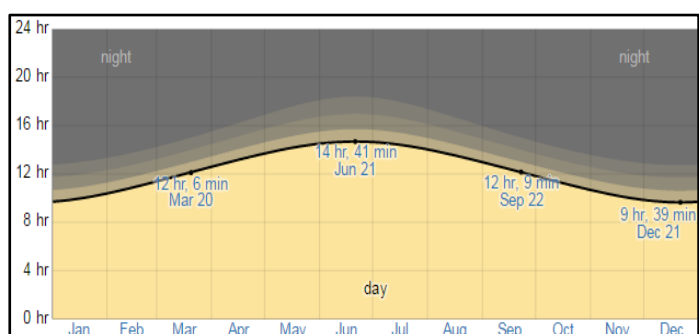


Figure 38: la durée mensuelle d'enseillement.

- **Conclusion de l'analyse climatique :**

Il s'avère important de prendre le climat en considération lors de la conception, parce que sa variété dans chaque région du monde implique une variété architecturale qui doit répondre aux besoins climatique de ces régions en premier lieu.

Comme on a déjà dit la wilaya d'Alger présente un climat méditerranéen tempéré avec une période hivernale froide relativement humide et une période estivale chaude mais plus humide avec une température d'air élevée.

### 3 L'analyse bioclimatique :

Pour cette analyse on a utilisé deux méthodes : le diagramme de Givoni et les tableaux de Mahony, ces derniers utilisent les données climatiques de lieu pour ressortir les recommandations essentielles pour notre bâtiment soit dans la phase d'esquisse ou après (la phase d'évaluation).

#### 3.1 Diagramme de Givoni :

L'importance de ce diagramme et de positionner notre région par rapport au zone de confort qui nécessite aucun stratégie à établir, si notre région est en dehors de la zone de confort on va chercher quelles sont les stratégies à apporter pour retrouver le confort nécessaire.

On a effectué 4 diagrammes, un diagramme pour chaque saison :

- **La saison d'été :**

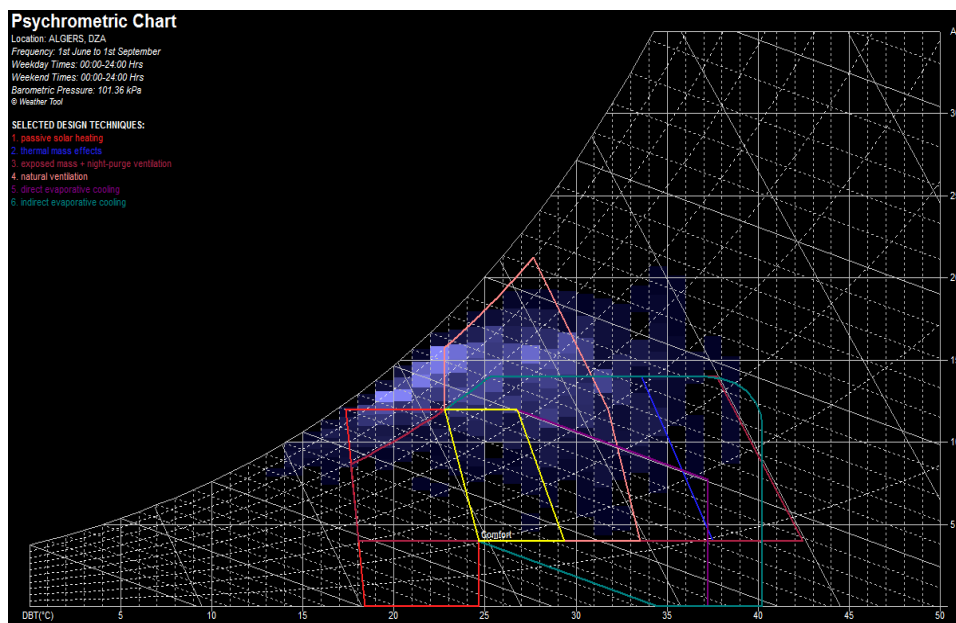


Figure 39: diagramme de Givoni dans la saison d'été.

- **La lecture de diagramme :**

Dans cette saison il est indispensable d'appliquer la ventilation naturelle ainsi qu'un refroidissement par évaporation indirect (jours) qui correspond aux mois de Juin, Juillet et Aout, et ce n'est pas nécessaire de climatiser dans ces mois avec une inertie thermique et une protection solaire suffisante

- **La saison d'hiver :**

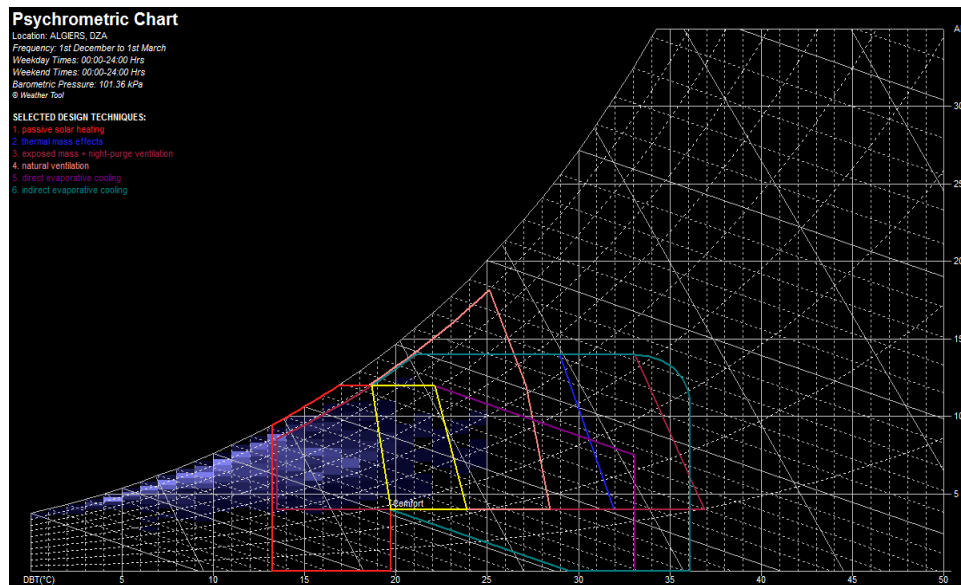


Figure 40: diagramme de Givoni dans la saison d'hiver.

- **La lecture de diagramme :**

Cette saison (froide) il est essentiel dans les mois de décembre, janvier et février d'utiliser un système de chauffage actif (nuits) et un système de chauffage passif (jours). Aussi, on prend en considération la masse thermique (jours) et les gains internes.

- **La mi-saison :**
- **La saison de printemps :**

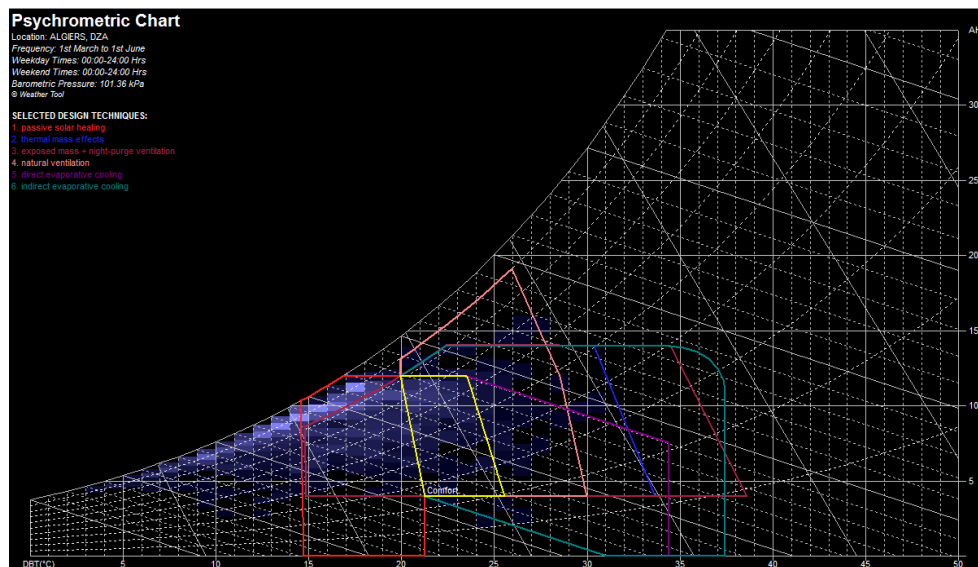


Figure 41: diagramme de Givoni dans la mi-saison de printemps.

- **La lecture de diagramme :**

Il est obligatoire de prévoir l'inertie thermique (jours) et le système solaire passif (nuits) dans les mois (Mars et Avril) en conséquence l'affectation des gaines internes (nuits). Durant la période de Mai (jours) ni chauffage ni ventilation ne sont nécessaires donc c'est une zone de confort

- **La saison d'automne :**

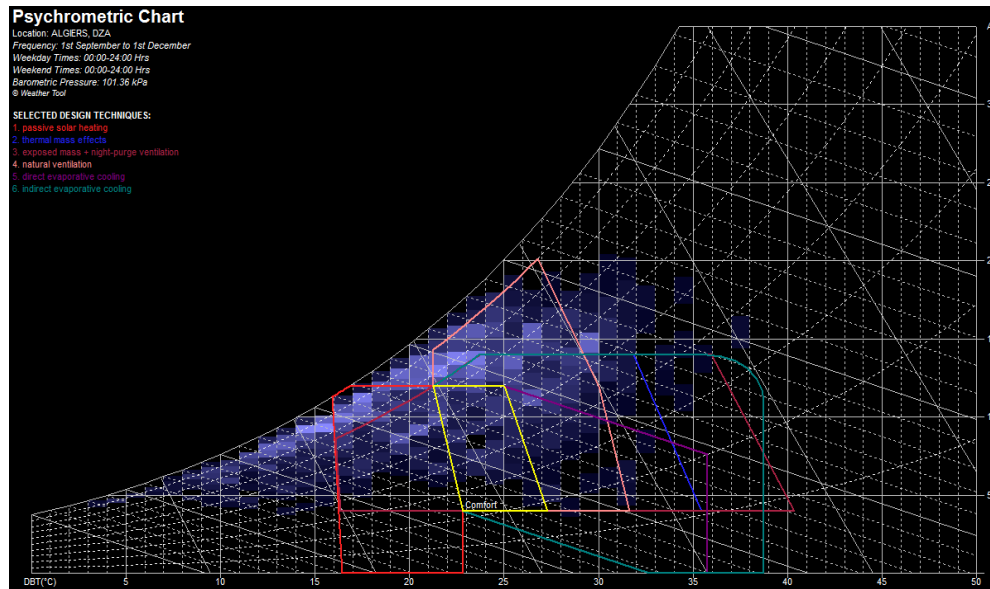


Figure 42: diagramme de Givoni dans la mi-saison d'automne.

- **La lecture de diagramme :**

Cela nécessite une ventilation naturelle et un refroidissement par évaporation directe et indirecte le mois d'octobre et septembre (jours). On peut atteindre le confort durant le mois de novembre (jours) et septembre (nuits). Le Chauffage solaire passif ainsi que la masse thermique ce sont les stratégies recommandées dans le mois de novembre (nuits).

### 3.2 La méthode de Mahony :

Sont des séries des tableaux qui utilisent les données climatiques pour obtenir des bâtiments confortables adaptés aux conditions climatiques. Ces tableaux permettent aux architectes de conclure à des recommandations bioclimatiques sans recours au chauffage et à la climatisation. (Voire l'annexe).

- **Les recommandations : (voir l'annexe).**
- **Synthèse des recommandations :**

On a abouti à un nombre de recommandations qui sont comme suite :

- ✚ Bâtiments orientés suivant un axe longitudinal Est-Ouest afin de diminuer l'exposition au soleil.
- ✚ Plans compacts
- ✚ Bâtiments à simple orientation. Dispositions permettant une circulation d'air permanente.
- ✚ Des fenêtres moyennes, de 25 à 40 % de la surface des murs.
- ✚ Des ouvertures dans les murs Nord et Sud, à hauteur d'homme du côté exposé au vent.
- ✚ Construction massive, décalage horaire supérieur à 08 heures
- ✚ Une toiture légère et bien isolée.

### 3.3 Détermination de la température de confort :

Pour déterminer la température de confort intérieure dans cette région, on a utilisé le modèle de confort adaptatif d'ASHRAE standard-55 (2004). Ce dernier permet de calculer la température de confort dans des conditions climatiques naturelles en fonction de la moyenne mensuelle de la température extérieure selon la formule suivante :

$$T_{\text{conf}} = 0.31 * T_{\text{ext}} + 17.8$$

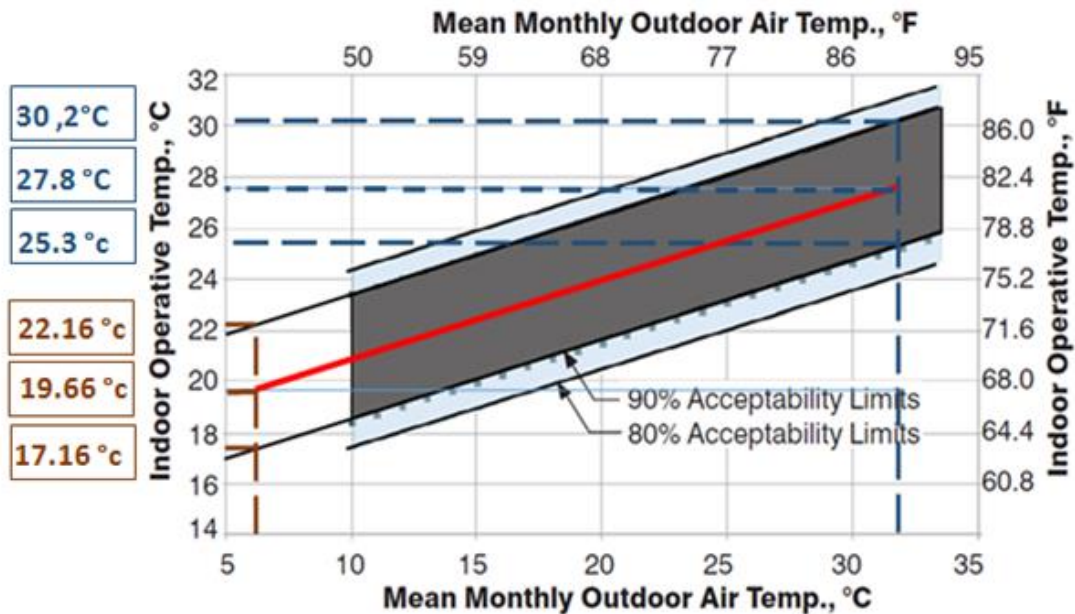


Figure 43: gammes de confort adaptatif d'Alger selon la température moyenne extérieure mensuelle (source: ASHRAE standard 55-2004)

Donc la température de confort pour la région d'Alger est indiquée dans le tableau (tableaux 7).

Selon le modèle de confort adaptatif d'ASHRAE standard-55 2004 on peut déterminer la température de confort qu'elle est variée d'après 90% d'acceptabilité limite entre 22.16°C et 17.16°C en Hiver, et 30.2°C et 25.2°C en Eté, plus précisément elle est de 19.66°C en Hiver et 27.7°C en Eté.

température	Température d'ETE	Température moyenne	Température d'HIVER
MAX	39°C	32°C	24°C
AVG	24°C	18°C	12°C
MIN	8°C	6°C	1°C
Température moyenne de confort	27.72°C		19.66°C

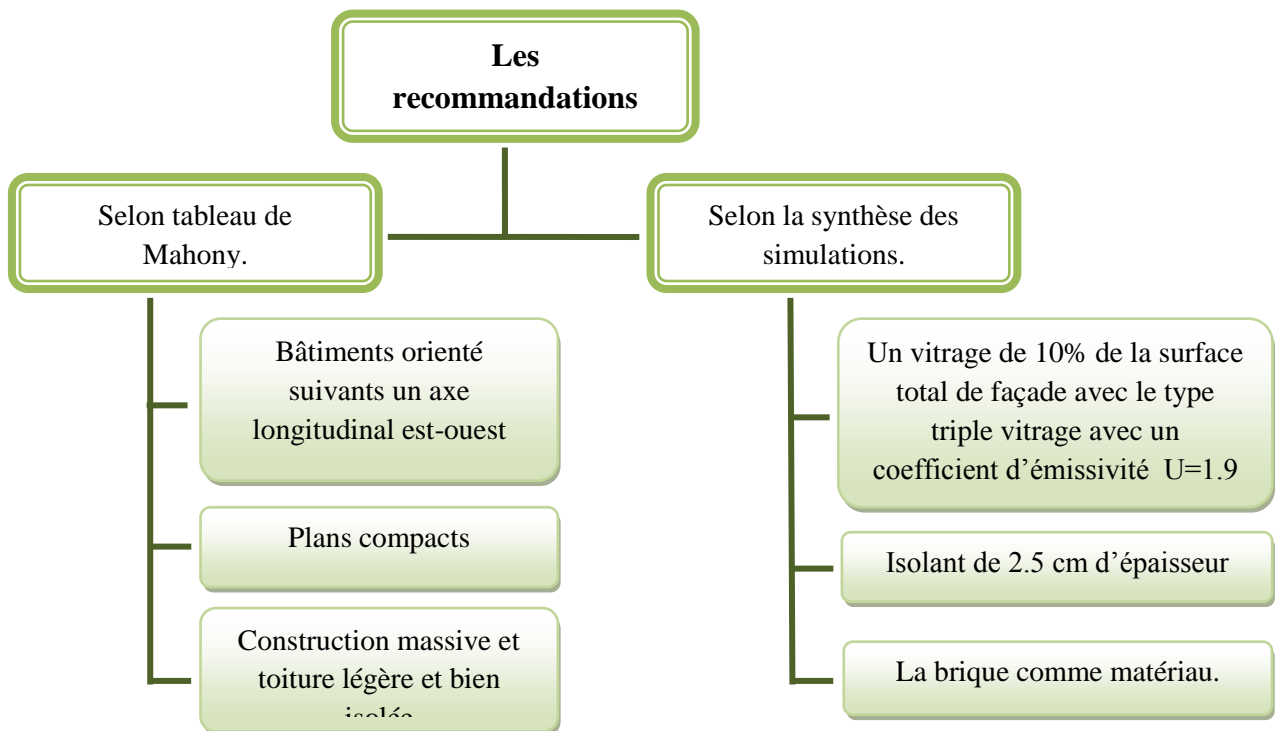
Tableau 23: Température de confort.

## 4 Conceptualisation de projet :

### Introduction :

Notre climat n'offre pas des conditions climatiques qui assurent le confort thermique toute l'année, et il est donc nécessaire de mettre en œuvre diverses stratégies adaptées aux différentes saisons. En hiver, il est important de profiter des apports solaires et de se protéger du froid. En été, pour éviter les surchauffes, il faut se préserver du soleil et, parfois, ouvrir son bâti aux vents. Dans notre conception on a réalisé quelque solution bioclimatique justement pour minimiser la consommation d'énergie, on a pris en considération un ensemble des dispositifs.

### 4.1 Rappel des recommandations générales :



Schémas 11: les recommandations ressorties de l'analyse bioclimatique.

### 4.2 L'orientation :

Notre bâti est allongé sur l'axe longitudinale est- ouest donc on réduira la profondeur nord-sud ce qui favorisera également l'éclairage naturel de tout les pièces.

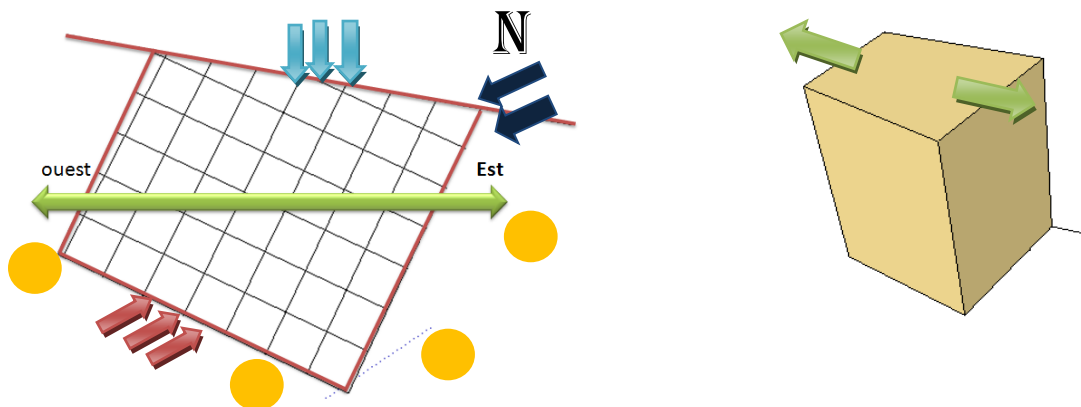


Figure 44: l'orientation de projet par rapport au climat de site.  
Source : auteur

### 4.3 Schéma de principe :

L'immeuble se compose de deux blocs, on a ressorti ces blocs à partir d'un jeu de trame de 5m. Le 1er bloc est un emboîtement de deux volumes, le 1er volume c'est le volume le plus haut et il est l'élément remarquable de l'immeuble, le 2eme volume à partir de RDC au 11eme étage est l'élément le plus grand. Le 2eme bloc de 4 eme au 11eme étage situé au nord.

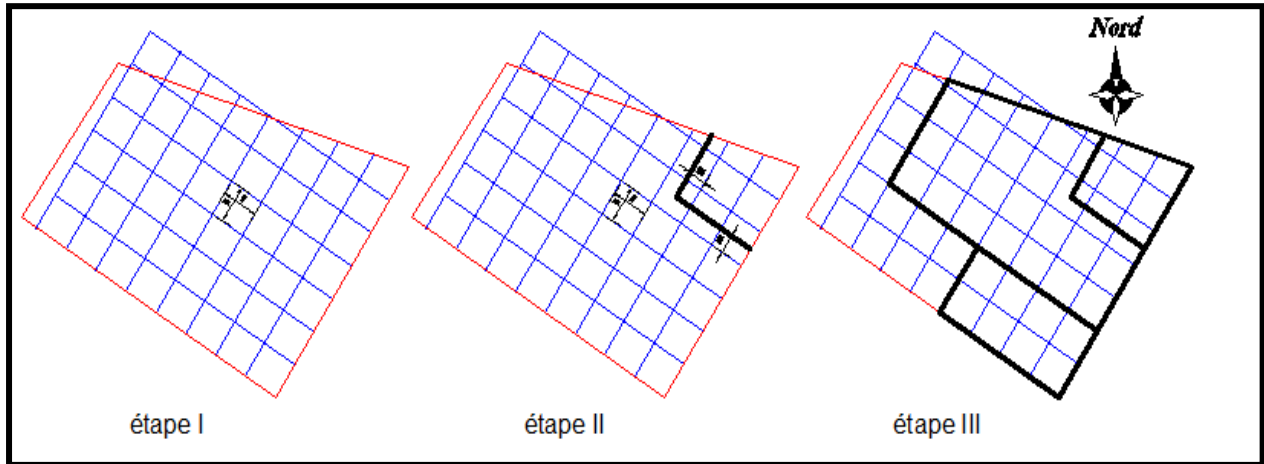


Figure 45:schéma de principe et module de trame de projet. Source : auteur

### 4.4 La genèse de la forme :

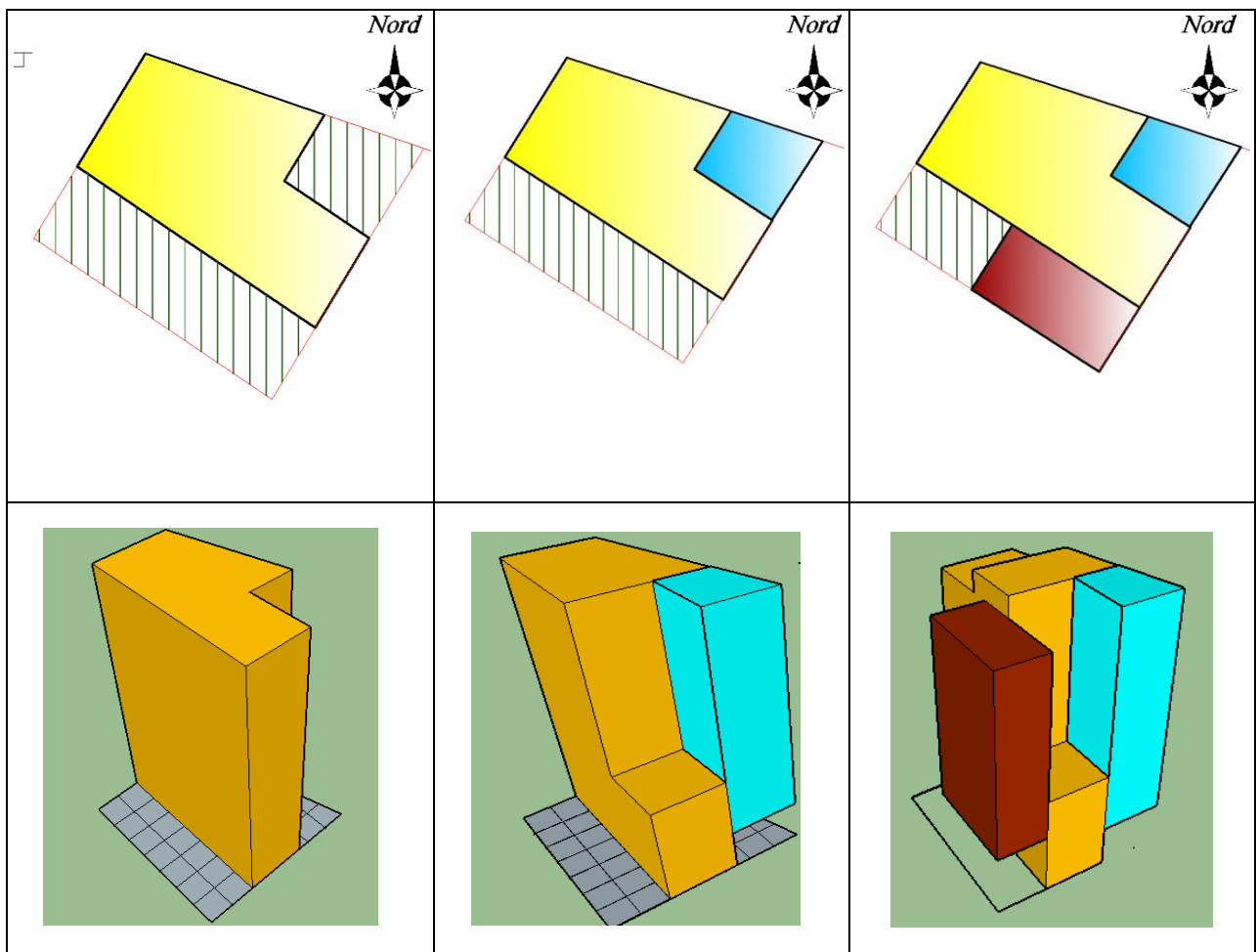


Figure 46: genèse de la forme de projet. Source : auteur



On a réalisé un plan compact par la juxtaposition des formes cubiques avec une augmentation de la taille de forme, cette dernière elle permet une augmentation de la compacité. Des petites soustractions dans notre forme permettent de dégager des terrasses végétalisées.

#### 4.5 L'atrium :

On a implanté l'atrium dans l'élément principal de l'immeuble qui donne sur le hall d'entrée et la réception, elle est orientée nord-est. Son rôle est d'améliorer la circulation d'air et rafraichir l'espace, elle est ouverte sur l'escalier. On a privilégié des parois sans inclinaison avec une partie supérieure vitrée très réfléchissante.

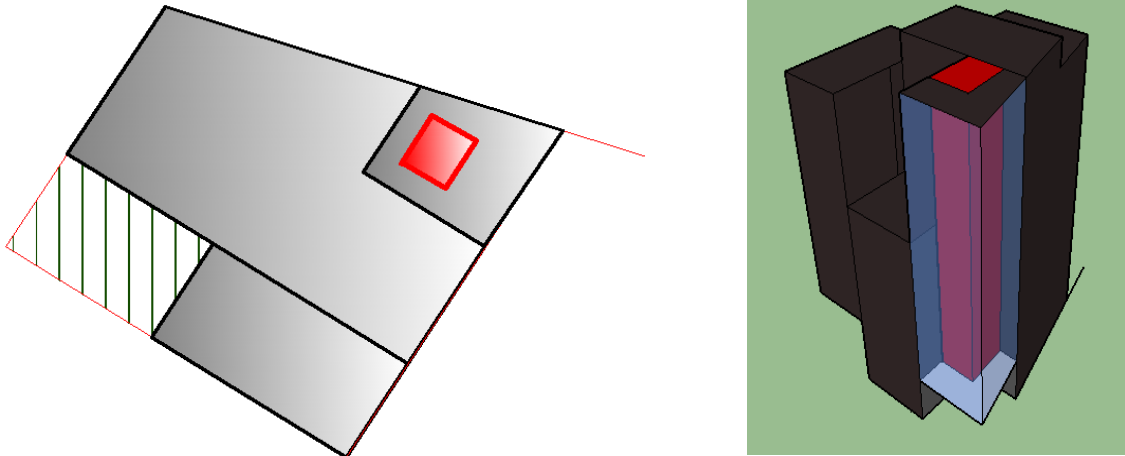


Figure 47:schéma de l'atrium.  
Source : auteur

#### 4.6 Le plan masse :

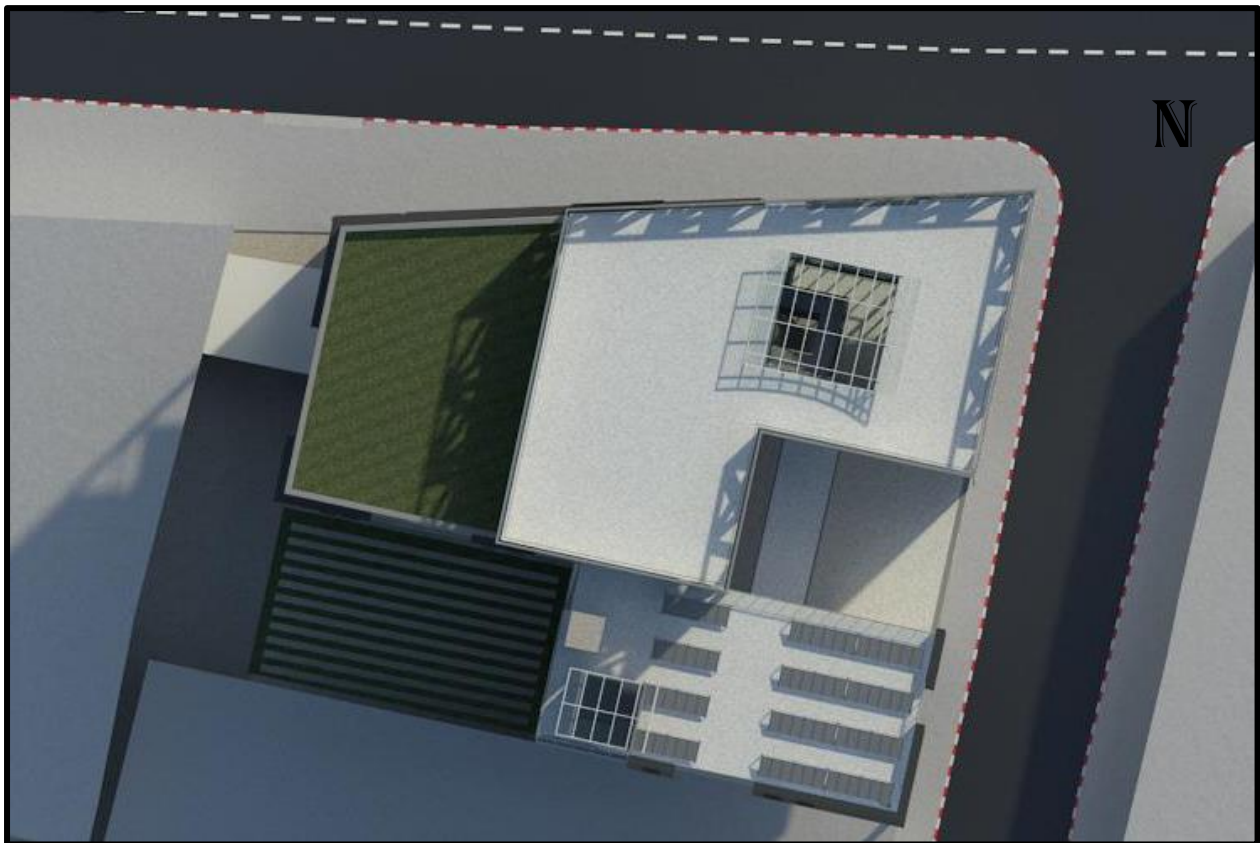


Figure 48: plan masse. Source : auteur

### 4.7 Les ouvertures :

Des grandes fenêtres en longueur dans la façade nord pour profiter de l'éclairage naturelle. Des fenêtres en hauteur dans la façade sud où cette dernière accueille le maximum d'ensoleillement en hiver.

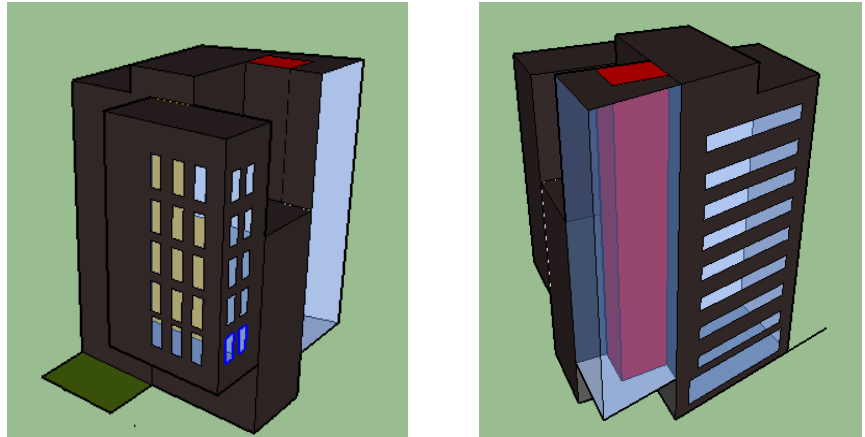


Figure 49: type des ouvertures dans le projet. Source : auteur

## 5 La description de projet :

### 5.1 Les accès :

Le projet est accessible depuis deux accès, un accès piéton à partir de la route principale, et un accès mécanique au parking sous sol au coté nord-ouest de l'immeuble (monte voiture).

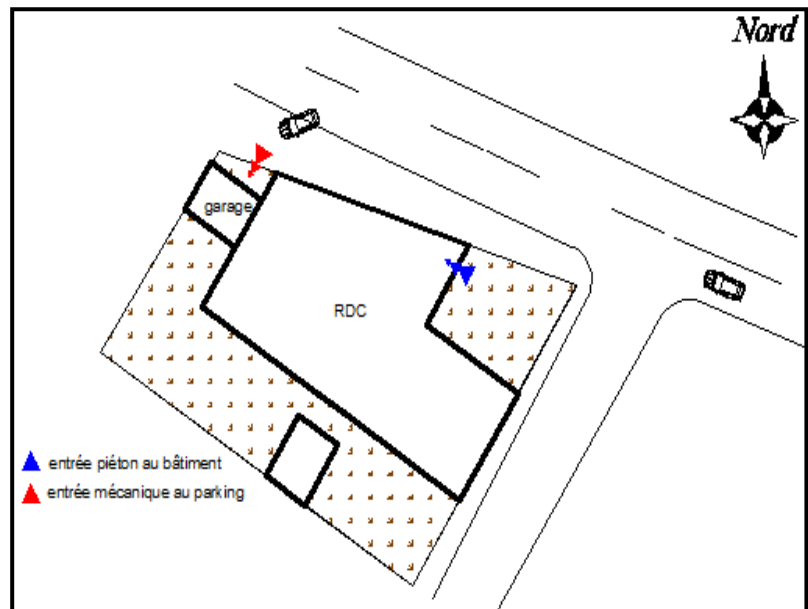


Figure 50: l'accès piéton et mécanique de l'immeuble source : auteur

### 5.2 La distribution intérieure :

Les espaces sont fait par entités, soit 10 entités en général, ils sont organisés de manière d'être facile à atteindre depuis tous les utilisateurs et les occupants. Ils sont arrangés de public au privé, afin de préserver l'aspect pratique des lieux et des occupants.

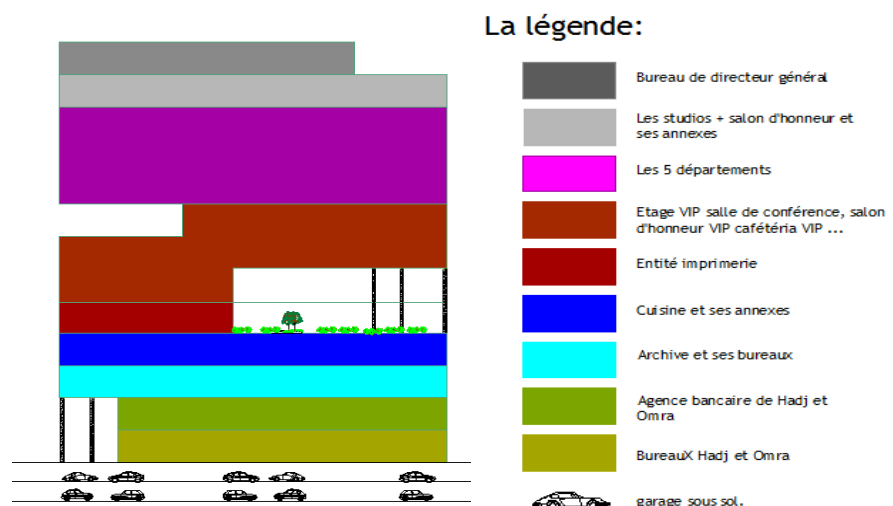


Figure 51: schéma de distribution intérieure des espaces de l'immeuble. Source auteur

La distribution intérieure du plan est faite par rapport aux différentes entités qu'on a, les bureaux des deux agences on été classées aux RDC et au 1er étage pour avoir un accès facile depuis le hall d'entrée,



Figure 53: schéma de plan de RDC.



Figure 52: schéma de plan de 1er étage.



Figure 54: schéma de plan de 2eme étage.

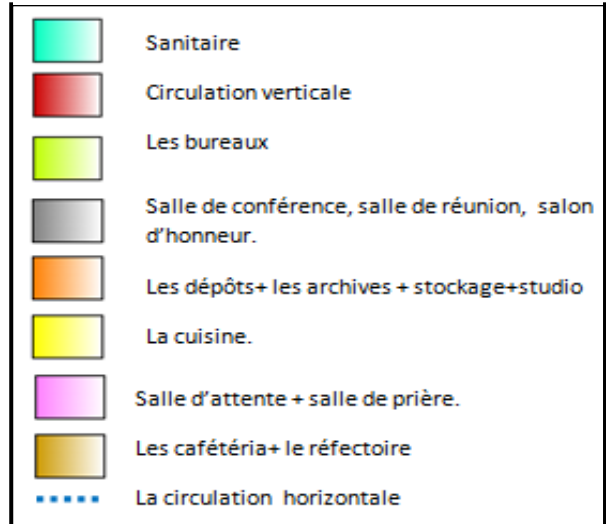











Figure 55: schéma de plan de 4eme étage.

	Sanitaire
	Circulation verticale
	Les bureaux
	Salle de conférence, salle de réunion, salon d'honneur.
	Les dépôts+ les archives + stockage+studio
	La cuisine.
	Salle d'attente + salle de prière.
	Les cafétéria+ le réfectoire
	La circulation horizontale

La cuisine et ses annexes (la cafétéria et le réfectoire) sont au 3eme étage, cette organisation lui permet d'être accessible par les bureaux des agences (RDC et 1er étage), et l'entité de salle des conférences, la salle de réunion VIP et la salle de presse qui se situe au 5eme, 6eme et 7eme étage (situation dominante).

Au 4eme étage se trouve la 1ere terrasse végétalisée et l'imprimerie.



Figure 56: schéma de plan de 3eme étage.

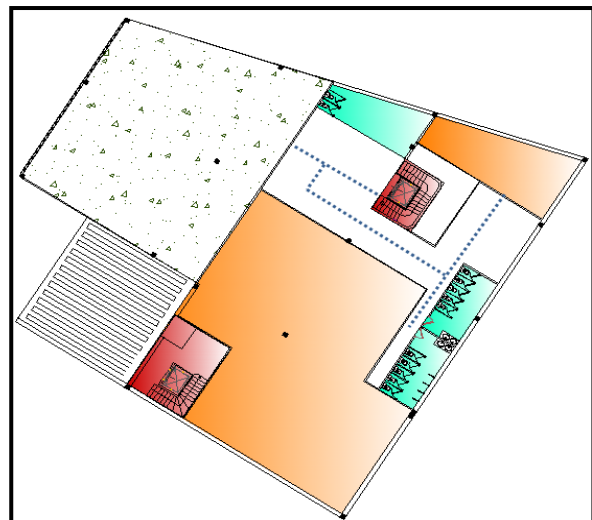


Figure 55: schéma de plan de 4eme étage.

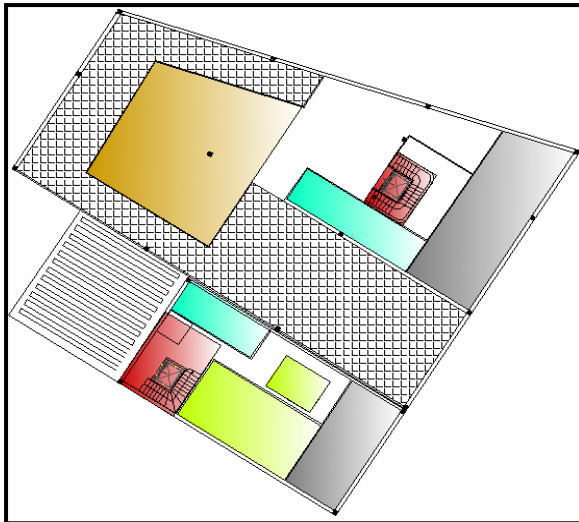


Figure 58: schéma de plan de 5eme étage.

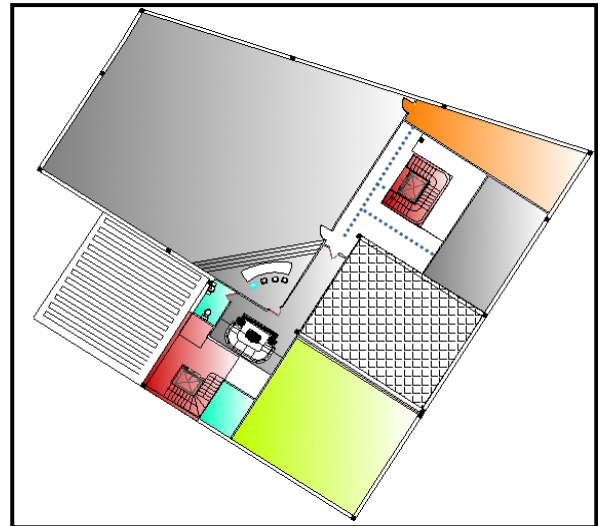


Figure 57: schéma de plan de 6eme étage.

Au 7eme niveau se trouve la 2eme terrasse végétalisée, elle est située au Nord et donner directement sur la mer.

La 3eme terrasse c'est le réfectoire de l'immeuble.

Les bureaux de 5 département sont aux 8 eme, 9eme et 10 eme étage, au dessus de ces bureaux se trouve l'entité de télévision et l'entité du studio. Le dernier étage est réservé pour le bureau de directeur générale.

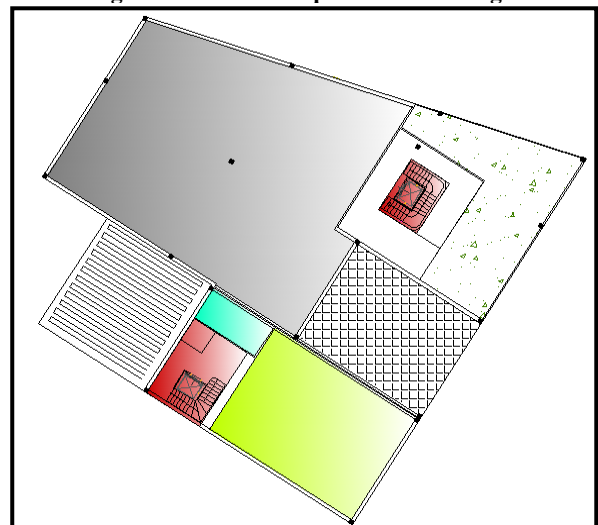


Figure 59: schéma de plan de 7eme étage.

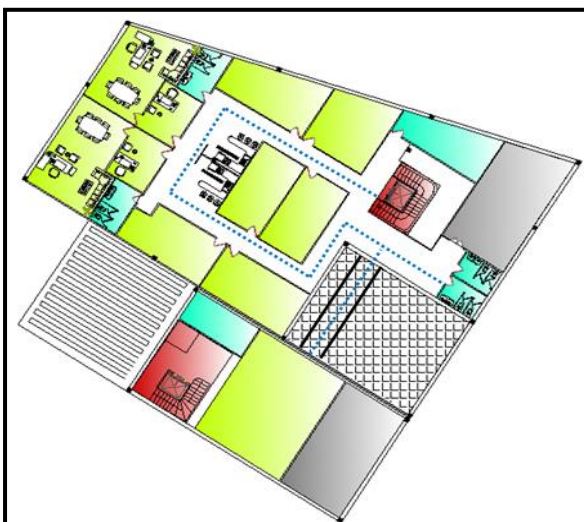


Figure 60: schéma de plan de 8eme et 9eme étage.

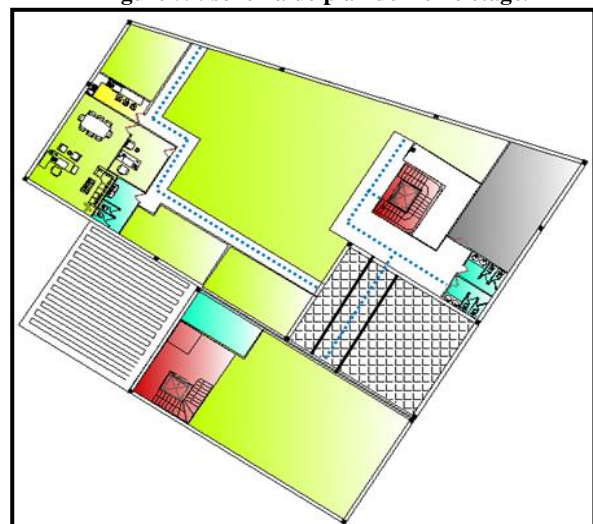



Figure 61: schéma de plan de 10eme étage.

	Cuisine et ses annexes		Bureau de directeur général
	Archive et ses bureaux		Les studios + salon d'honneur et ses annexes
	Agence bancaire de Hadj et Omra		Les 5 départements
	BureauX Hadj et Omra		Etage VIP salle de conférence, salon d'honneur VIP cafétéria VIP ...
	garage sous sol.		Entité imprimerie

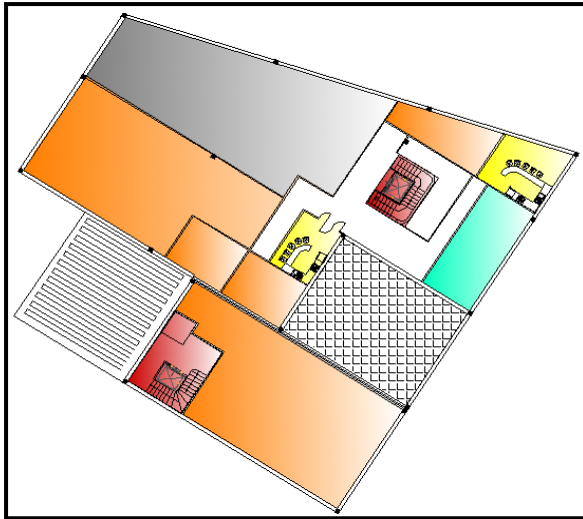


Figure 63: schéma de plan de 11ème étage.

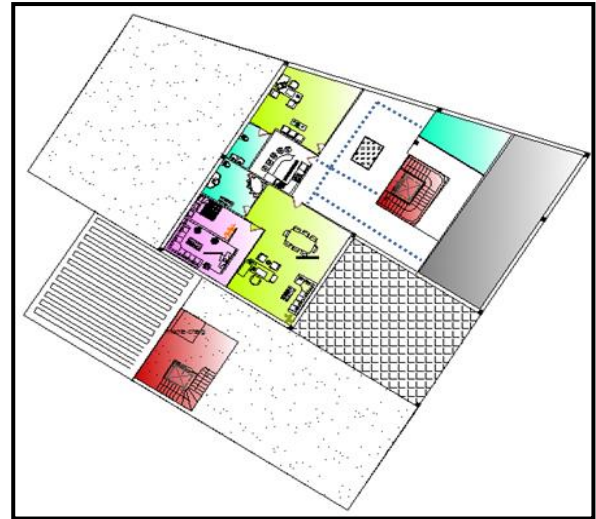


Figure 62: schéma de plan de 12ème étage.

La distribution verticale est marquée par deux cages d'escaliers, une cage par blocs, et deux ascenseurs et une monte charge pour les dépôts de cuisine et les autres dépôts.

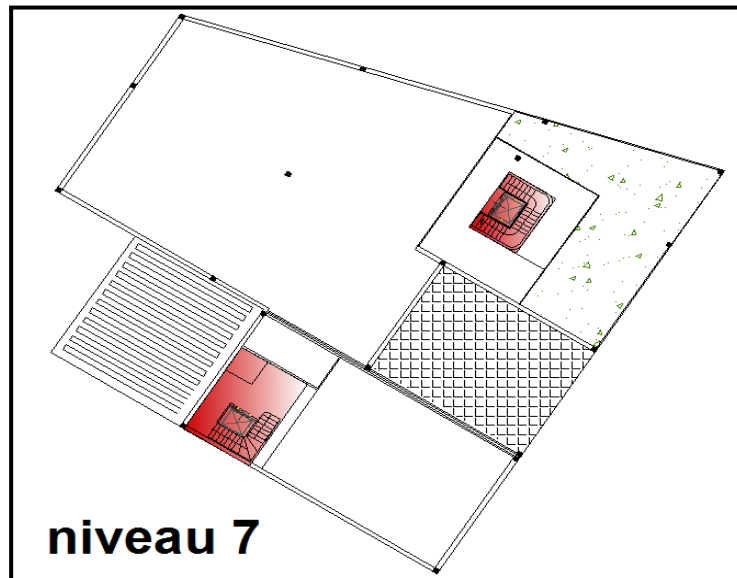


Figure 64: schéma de distribution verticale dans l'immeuble.

Le garage et les locaux techniques sont au sous-sol, le parking est à deux niveaux, il est doté par une monte voiture. (Source : auteur)

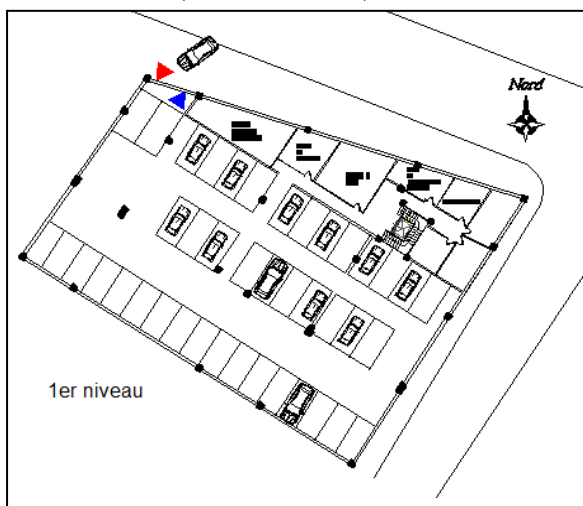


Figure 66: schéma de plan de sous sol de 1er niveau.

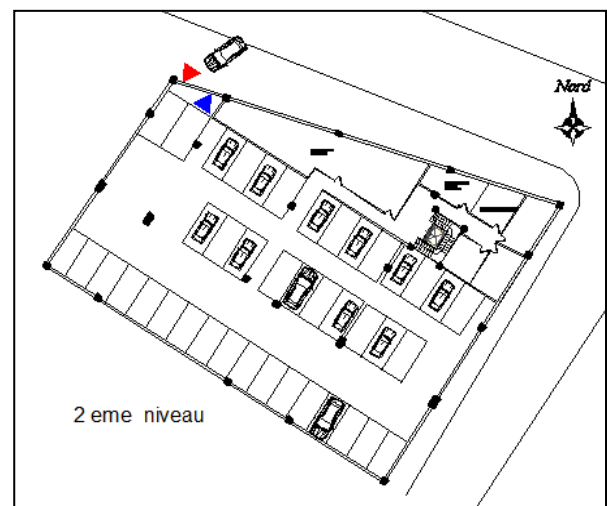


Figure 65: schéma de plan de sous sol de 2ème niveau.

### 5.3 Les façades :

La façade principale est marquée par sa moucharabieh dans l'élément principale de l'immeuble, cette texture lui permet d'être attirant depuis la 1ere regarde. On a prévu deux types de fenêtres : fenêtres en longueur dans la façade nord et ouest, et fenêtres en hauteur dans la façade Sud et Est où on a organisé les bureaux pour laisser passer une quantité d'éclairage non négligente. (Source : auteur)

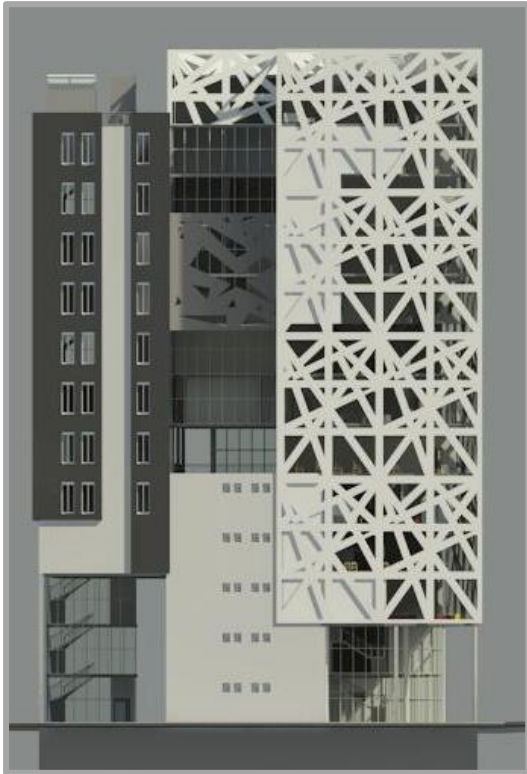


Figure 67: façade Est



Figure 68: façade principale (Nord)



Figure 69: façade sud.



Figure 70: façade Ouest.

### 5.4 La structure :

Pour notre projet on a choisi la structure mixte qui est une très bonne solution utilisée dans les gros œuvres en raison de ses avantages comme : des portées plus importantes, des dalles plus minces, des poteaux plus élancés, construction plus rapide. La portée la plus longue dans ce projet est égale à 19.5 m. On a deux blocs avec un déferent de gabarit, s'est pour cela on a effectué un joins de rupture de 10 cm entre eux.

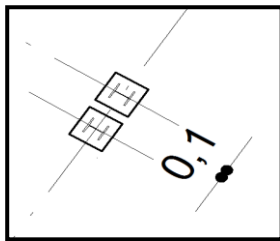


Figure 71: Détail de Joins de rupture

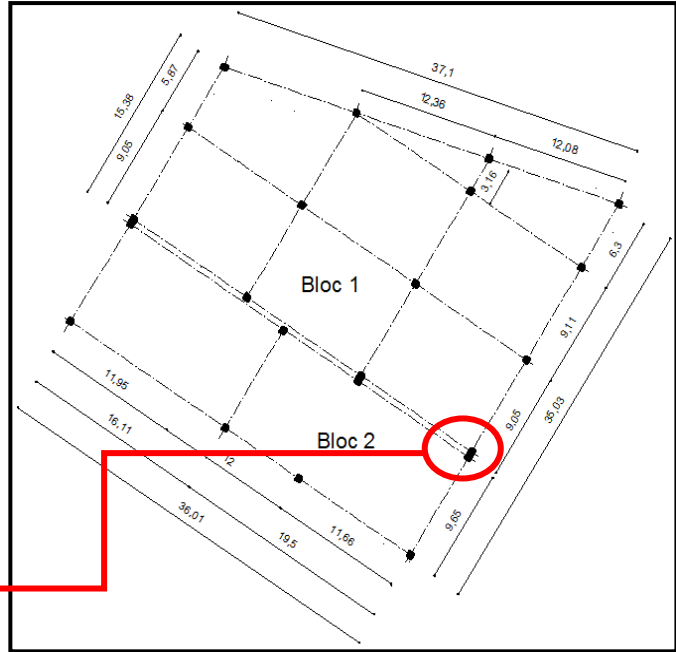


Figure 72: le système constructif de l'immeuble. Source: auteur

On a choisis le HEA 200 pour les poteaux et le HEA 500.

Poteau HEA 200		Poutre HEA 500	

Tableau 24: détail des poteaux et des poutres.

## 6 Les techniques :

### 6.1 Matériaux et isolations :

Les parois extérieures composées de brique, une lame d'air et une couche d'isolant polystyrène expansé par l'extérieure de 2.5 cm d'épaisseur comme il est recommandé.

Parmi les techniques qu'on a utilisé c'est : la paroi double peau, elle est composée d'une partie de moucharabieh et de verre, ces dernières sont séparées par une lame d'air de 30cm.

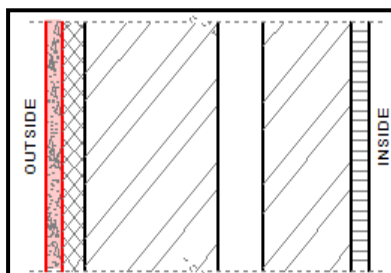
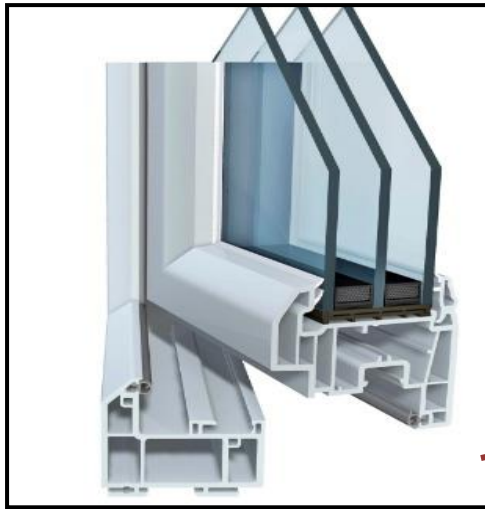


Figure 73: détail de mur extérieur. Source : auteur.



Figure 74: détail de façade double peau. Source : auteur.

## 6.2 Type de vitrage :



Le vitrage est de type triple vitrage, avec un coefficient d'émissivité de 1.9 comme il est recommandé.

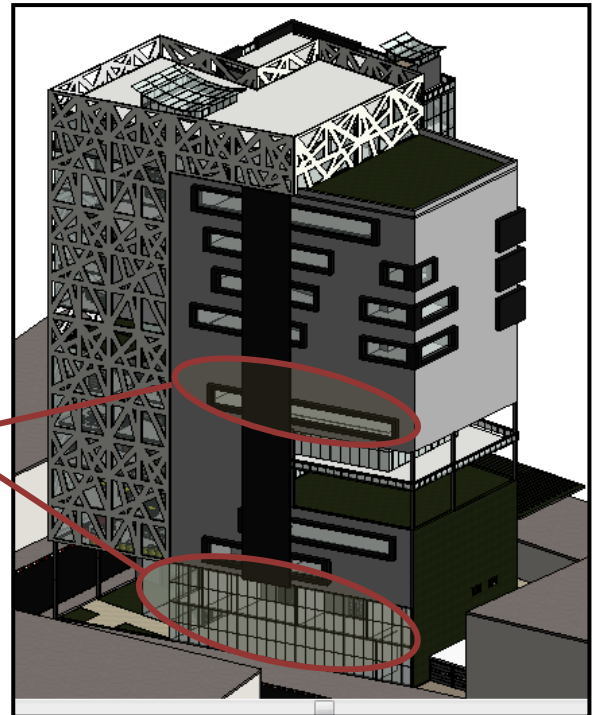


Figure 75: détail de vitrage. Source : auteur.

## 6.3 La protection solaire :

L'application des protections solaire est effectuée par la présence de murs et terrasses végétalisés car ils jouent un rôle important dans le confort, ils permettent de créer un microclimat en agissant comme masque au soleil, au vent, au son, et comme source d'humidité et régulation de la température de l'air et des surfaces environnantes.

- ❖ Les murs sont au côté Est et Ouest de l'immeuble.

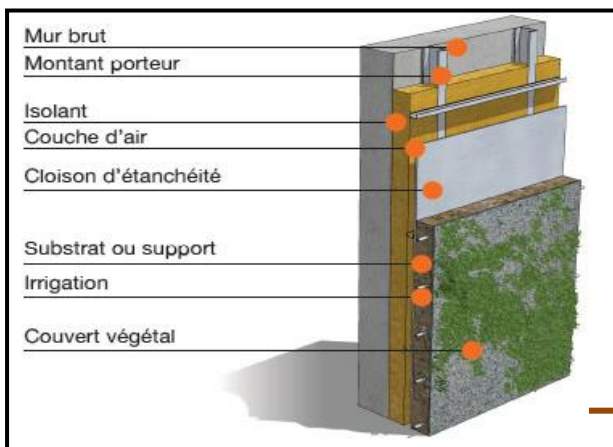


Figure 76: détail de mur végétalisé.



Figure 77: mur végétalisé de notre projet.

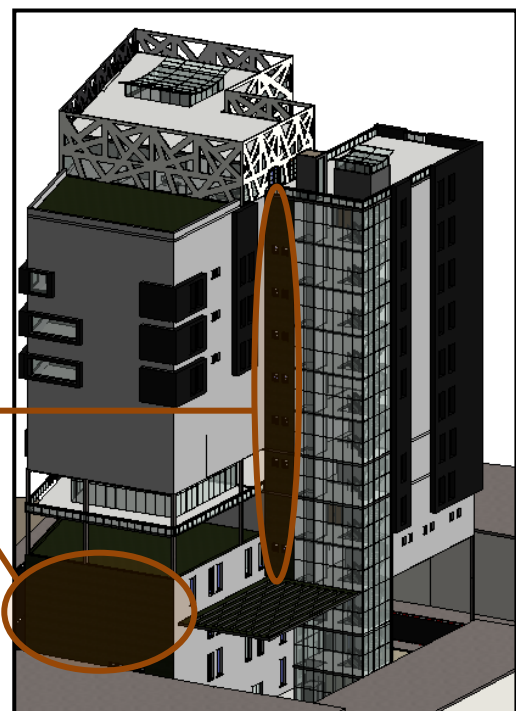


Figure 78: position de murs végétalisés dans l'immeuble.



❖ Les terrasses végétalisés : sont orientées Nord et Ouest

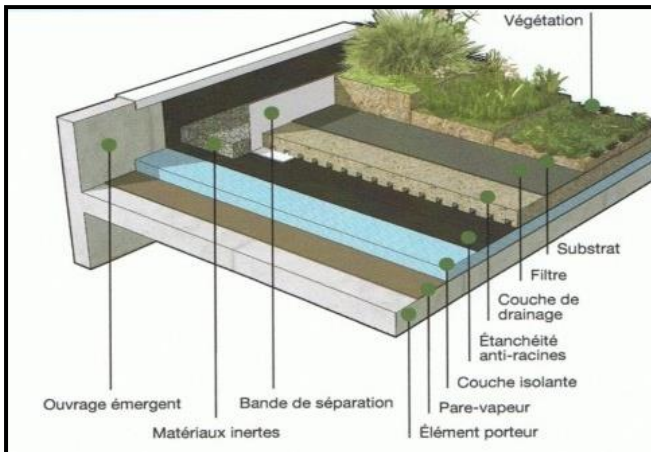


Figure 79: détail de terrasse végétalisée.

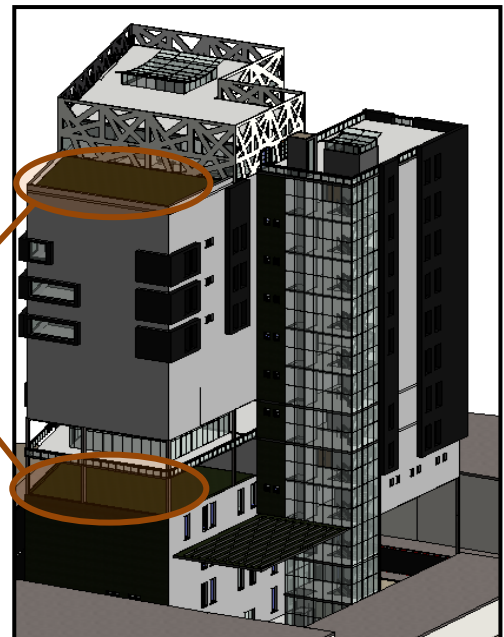


Figure 81: position de terrasses végétalisées dans l'immeuble.

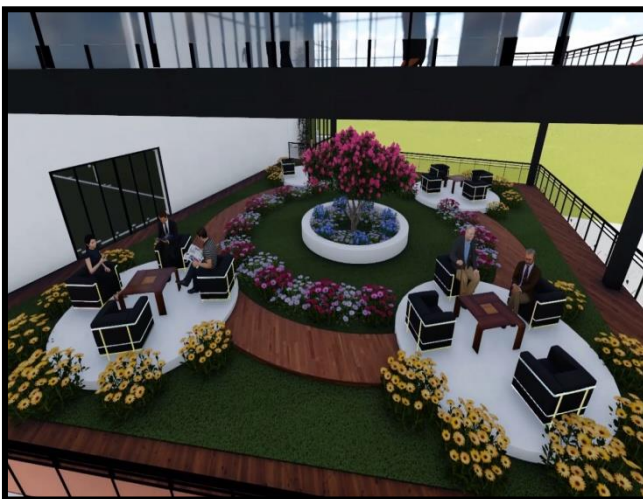


Figure 80:terrasse végétalisée Ouest.

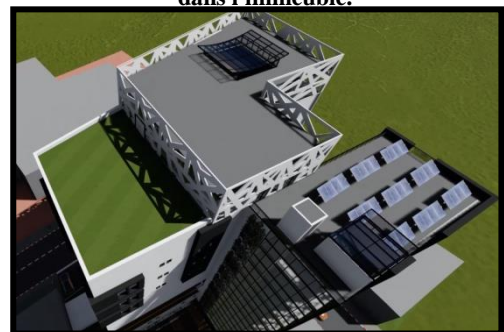


Figure 82: terrasse végétalisée inaccessible Ouest.

#### 6.4 Les panneaux photovoltaïques :

Le système PV est présent dans notre projet, vu qu'on a pleinement des terrasses exposées vers toutes les orientations. On a choisi la terrasse plein sud pour que le rendement soit meilleur.

Les modules sont de 1.5m<sup>2</sup> de surface, ils ont une moyenne de vie entre 20 et 30 ans, ils produisent d'environ 18.9 mWh/an de l'énergie, ce qui contribue à la réduction de l'énergie de l'immeuble.

Le tableau ci-dessous montre les différentes caractéristiques des panneaux photovoltaïques correspondants à notre projet.

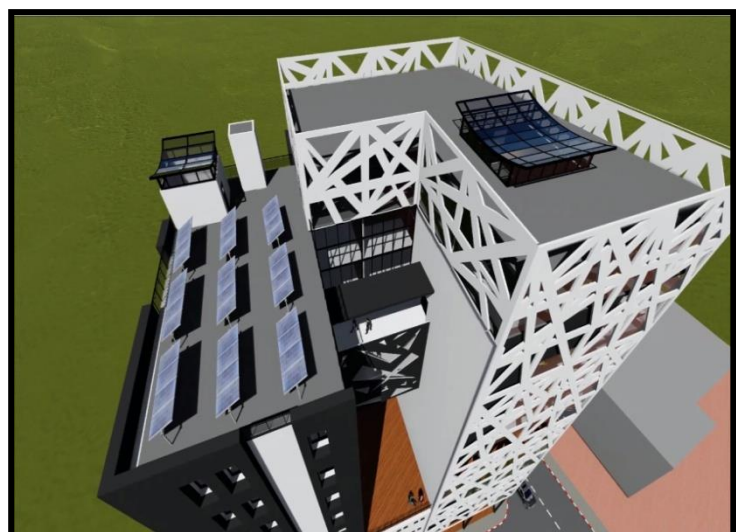


Figure 83: l'orientation des panneaux photovoltaïques dans le projet.

Station Météo	Alger
Latitude du lieu	34°43
Modules PV	Générique Si monocristalin (Verre/Tedlar)
	Puissance 217 Wc      Surface unitaire 1,5 m2
Orientation	180 ° /Sud
Inclinaison	30 ° /horizontale
Surface utile	139,5 m2
Puissance crête	20,2 kWc

Mois	Energie solaire reçue plan horizontal Wh/m2.j	Energie solaire reçue plan des capteurs Wh/m2.j	Electricité produite par le système kWh/mois
Janvier	2 236	1 168	555
Février	3 264	1 744	749
Mars	4 476	2 880	1 369
Avril	5 474	4 211	1 937
Mai	6 640	5 546	2 637
Juin	6 802	5 953	2 739
Juillet	6 936	5 944	2 826
Août	6 422	5 018	2 386
Septembre	5 144	3 469	1 596
Octobre	3 630	2 117	1 006
Novembre	2 408	1 314	604
Décembre	2 008	1 038	494
Total énergie (kWh/an)			18 898
Total CO2 évité (kg/an)(*)			6 803

Tableau 25: Les différentes caractéristiques des panneaux photovoltaïques et leurs rendements.



Figure 84: notre modèle de panneaux photovoltaïques.

## 7 L'évaluation énergétique de projet :

On a réalisé une simulation avec le logiciel ECOTECTE de premier niveau où il ya une variété de fonction et d'espace (les bureaux, les salles d'attente) avec différentes orientations. La figure en dessous montre notre modèle.

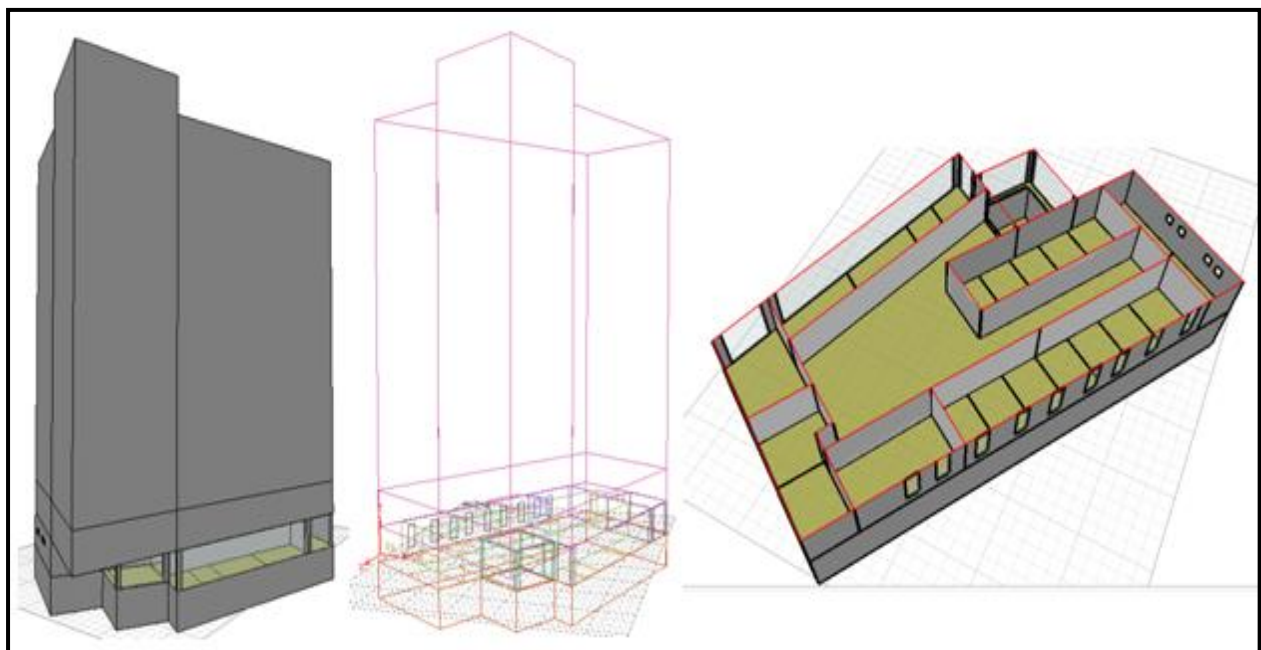


Figure 85: notre modèle de simulation.

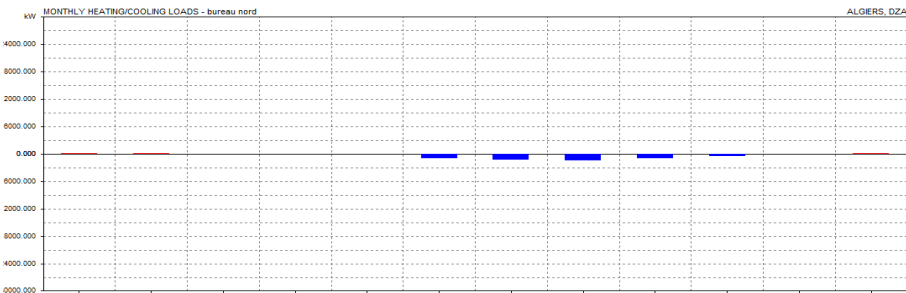
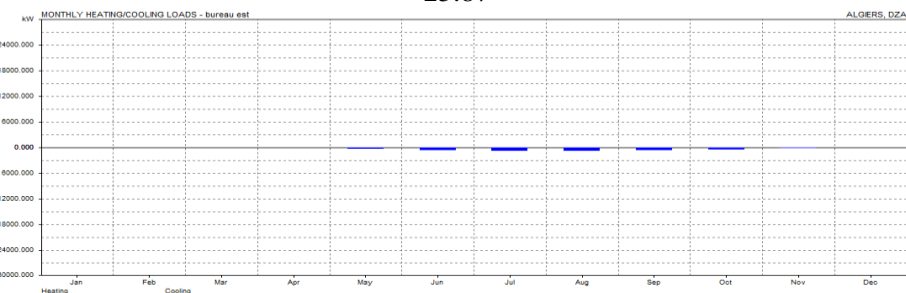
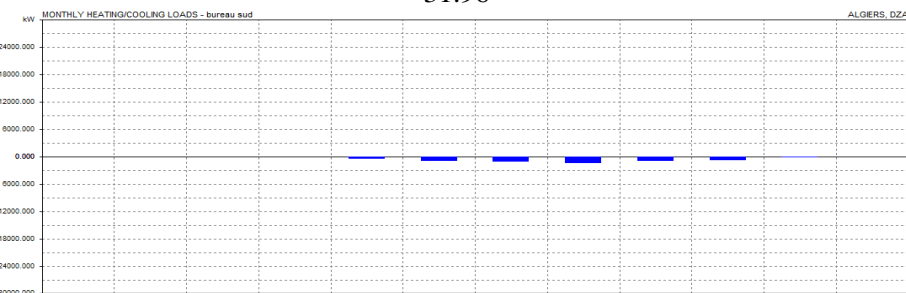
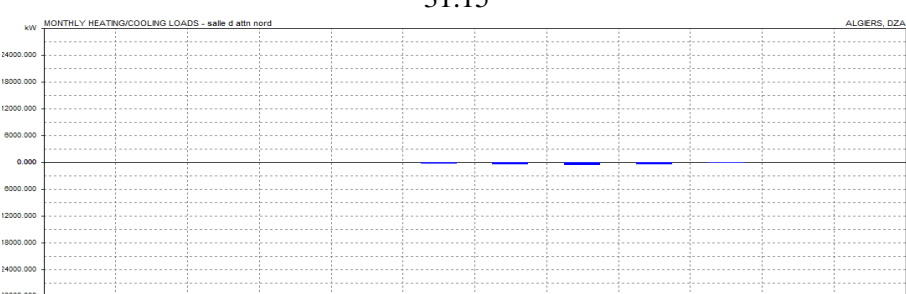
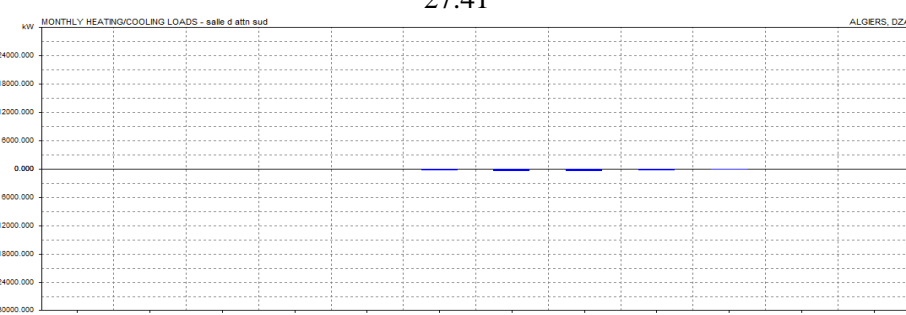
L'espace	consommation kWh/m <sup>2</sup>
Les bureaux Nord 165.09m <sup>2</sup> 12 occupants	32.91 
Les bureaux Est 144.53m <sup>2</sup> 15 occupants	25.87 
Les bureaux Sud 187.75m <sup>2</sup> 21 occupants	31.96 
La salle d'attente Nord 68.34m <sup>2</sup> 7 occupants	31.15 
La salle d'attente Sud 69.99m <sup>2</sup> 7 occupants	27.41 
<b>Total</b>	<b>29.86 kWh/m<sup>2</sup></b>

Tableau 26: l'évaluation énergétique de projet.

- **Conclusion d'évaluation énergétique :**

Le tableau ci-dessus résume les différents espaces avec son orientation et surface,

D'après la lecture de tableau, on note que la consommation totale de l'étage est de  $29.86 \text{ kWh/m}^2\text{an}^{-1}$  ce qui permet de le classer dans la classe A (un projet performant), on a déduit aussi que les bureaux Est et les salles d'attente Sud présentent une faible consommation par rapport aux autres pièces (La salle d'attente Nord, Les bureaux Sud, Les bureaux Nord), sachant que la consommation de chaque pièce ne dépasse pas la classe A

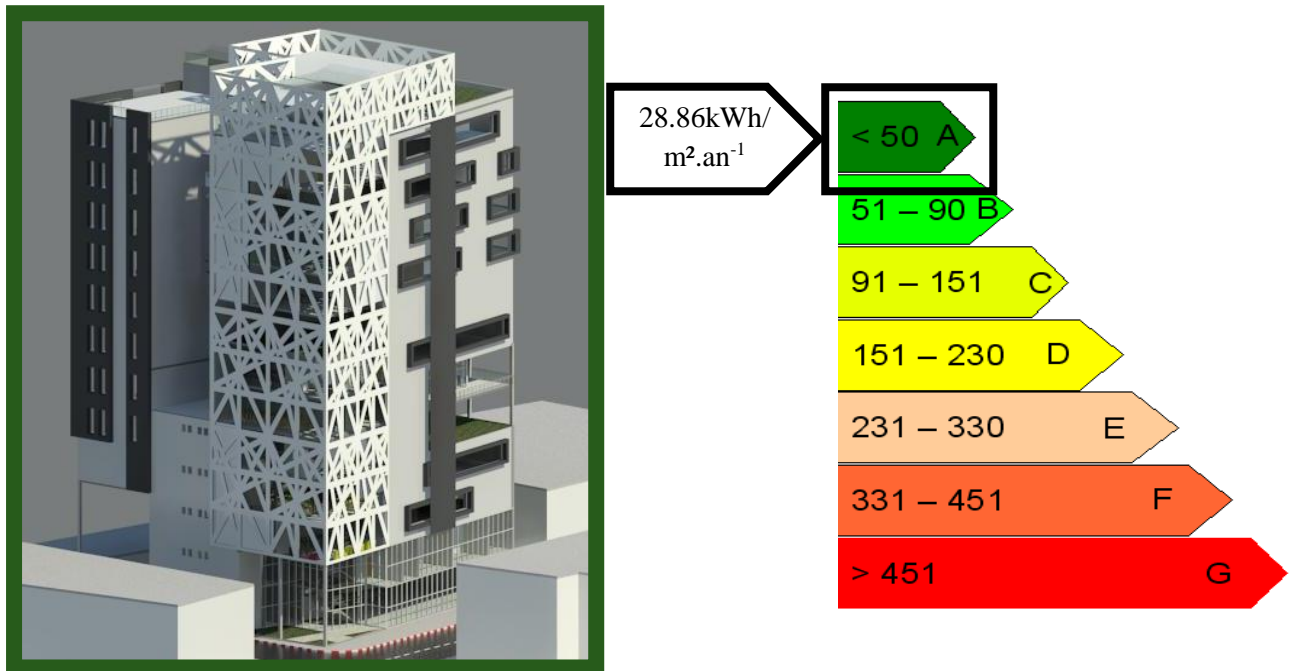


Figure 86: la classe de l'immeuble dans l'échelle de consommation énergétique.

# LA CONCLUSION GÉNÉRALE

### **La conclusion générale :**

Comme développé dans les différentes recherche et simulations, l'objectif de ce travail tend à étudier l'efficacité énergétique des ensembles des dispositifs et aspects architecturaux à diminuer la consommation énergétique dans le bâtiment. p

Derrière les quelques recherches présentées sur les dispositifs et les aspects architecturaux, on a ressortis un ensemble des paramètres avec leurs impacts sur le bâtiment pour qu'on puisse concevoir un bâtiment performant à baisse consommation d'énergie, on a appliqué des simulations sur ces dispositif où on a eu des résultats de sort :

- la meilleure orientation est en plein sud, la forme la plus performante est la forme cubique.
- des parois avec un isolant de 2.5 cm d'épaisseur par l'extérieur (polystyrène expansée comme modèle).
- dimensionnement des ouvertures est de 10% de la surface total de la façade avec triple vitrage et un coefficient d'émissivité égal à  $1.9w/m^2.k$ . Et pour la protection solaire on avait comme résultat 25% de profondeur.

Par ailleurs la réalisation de projet consiste une étude précise ce qui nous a poussé de faire une analyse climatique selon les données climatique tel que : la température, les vents dominants, la précipitation et l'ensoleillement.

Par conséquence l'analyse bioclimatique prend une part de notre recherche vu qu'elle joue un rôle très important pour définir les stratégies adéquates à intégrer dans notre conception, elle consiste à utiliser plusieurs méthodes en citant : les tables de mahony, le diagramme de givini et la température de confort.

Après ces études et ces analyses et selon les résultats ressorti , on a concevoir un projet par l'application des dispositifs étudié avant , en outre l'intégration des techniques actifs tel que les terrasses et les façades végétalisées, les panneaux photovoltaïques avec le quel ce dernier diminue la consommation énergétique de  $2.088kwh/m^2.an$  et il évite de  $6803 kg/an$  de  $CO_2$ .

Suivant l'évaluation énergétique de notre projet avec logiciel écotect on a eu un résultat de  $29.7nkwh/m^2.an$  de consommation où le bâtiment est dans la classe A, donc on peut le considéré comme un bâtiment performant à moins besoin de chauffage et de climatisation conventionnel (BBC).

Il nous est donc possible de dire que le concevoir d'un bâtiment BBC en Algérie devrait une chose possible, après qu'on a souligné les spécificités et les particularités de cette nouvelle technologie de construction.

## LES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## MEMOIRES, THESES, ARTICLES, OUVRAGES :

ALAIN, Liébard, 2005, *Traité D'architecture Et D'urbanisme Bioclimatique*, Edition Le Moniteur, 768 Pages.

ALILECHE Lyes, MEZAIER Hacem, végétation et confort, Université MOULOUD MAMMERI Tizi ouzou, consulté le 19/04/2017, <https://fr.slideshare.net/Saamysaami/vgtation-confort>.

BELLARA, Samira, 2004/2005, *Impact De L'orientation Sur Le Confort Thèrmique Intérieur Dans L'habitation Collective. Cas De La Nouvelle Ville Ali Mendjeli Constantine*, Memoire De Magistere, Université Mentouri Constantine, pp 260

BERNARD Château & BRUNO Lapillone, 1977, *La Prévision A Long Terme De La Demande D'énergie : Energie Et Société*, Centre National De La Recherche Scientifique –CNRS- Paris.

BOULFANI, Warda, 2010, *Les Ambiances Thermiques D'été Dans L'habitat De La Période Coloniale à Patio (CH4 le patio et ses aspects environnementaux)*, Université Mohamed Khaider De Biskra, pp 97

Centre national de ressources textuelles et lexicales (<http://www.cnrtl.fr/definition/forme>, décembre 2016.

CHAOUCHE-BENCHERIF, Meriama, 2005/2006, *La Micro-Urbanisation Et La Ville Oasis ; Une Alternative A L'équilibre Des Zones Arides Pour Une Ville Saharienne Durable- Cas De Bas Sahara*, Université Mentouri De Constantine, Page 416.

COLETTE, Petonnet, 1972, *L'homme (Espace, Distance Et Dimension Dans Une Société Musulmane)*, Revue.

EVANS. J. M, 2007, *The Comfort Triangles: A New Tool For Bioclimatic Design*, Thèse De Doctorat, Delft University Londes, Page 315.

GAOUAS, Oussama, *Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architecturale*, Université Mohamed Khider – Biskra, pp 122.

GIBAUD, Alice, 2011, *Typologie de logements sociaux dans un quartier en état d'urgence : le Mellah de la médina d'Essaouira, Maroc. Réinterprétation de la maison à patio et du Derb*, Mémoire de diplôme d'architecture, INSA STRASBOURG, page 36.

GLORANT, François Alain Frédéric, 2014, *Caractérisaion Et Modelisation D'une Fenetre Parietodynamique A Trois Vitrage*, Université D'artois Lile, Page 213.

HASSES, Ep, KHALEF, Naima, 2012, *Etude Du Patrimoine Architectural De La Periode Ottamane : Entre Valeur Et Confort*, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, Mémoire De Magister, Page 177.

HASSIG, Lèna, 2008, *La Lutte Contre Le Changement Climatique En Europe*, Mémoire, Genève, page 92.

[Http://thesis.univ-biskra.dz/2707/3/Chapitre%201.pdf](http://thesis.univ-biskra.dz/2707/3/Chapitre%201.pdf), page 25.

Hyde. R(ed), 2008, *Bioclimatic Housing, Innovative designs for warm climates*, USA, pdf, page 440.



LABRECHE, Samia, *Forme Architecturale Et Confort Hygrothermique Dans Les Bâtiments Educatifs Cas Des Infrastructures D'enseignements Supérieurs En Régions Arides*, Université Mohamed Khider Biskra, Page 344.

LAPONCHE, Bernard , 2010, *Les consommations d'énergie dans le monde : Priorité A L'efficacité Energétique*, article, pp 17.

Larousse, <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/forme/34644?q=la+forme+#34603>, consulté en décembre 2016.

MARÍA LÓPEZ DE ASIAIN, Alberich, et al, 19 – 22 September 2004, *Reflections on the Meaning of Environmental Architecture in Teaching*, the 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Eindhoven, the Netherlands.

M. Stanislas N. B. Brou, 2015, *Modélisation Et Commande D'un Système De Cogénération Utilisant Des Energies Renouvelables Pour Le Bâtiment*, Thèse De Doctorat, Université D'evry Val-D'essonne, Pp 209.

MAALOUF, Amin, 2002, *Architecture Traditionnelle Méditerranéenne*, Mémoire, Barcelone, pp59

MAZARI, Mohammed, 2012, *Etude Et Evaluation De Confort Thermique Des Batiments A Caractère Public : Cas De Département D'architecture De Tamada (Tizi-Ouzou)*, Mémoire De Magistère, Université Mouloud Mammeri De Tizi Ouzou, page 164

Mat Santamouris (Ed), 2006, *Environmental design of urban buildings: An Integrated Approach*, Earthscan, London, UK.

PLASSART, Solenne, 2015, *l'atrium central dans les bâtiments tertiaires contemporains : l'intériorité par l'atrium, usages et ambiance au cœur des bureaux*, école nationale supérieure d'architecture de Nantes, mémoire d'initiation à la recherche, page 192.

RAJENDRA K. PACHAURI Andy, 2007, *Reisinger : Changements Climatiques*, Rapport Du Groupe D'experts Intergouvernemental Sur L'évolution Du Climat 2007.

RAHAL, Samira, 2011, *L'impact De L'atrium Sur Le Confort Thermique Dans Les Batiments Publics (Cas De La Maison De Culture A Jijel*, Université Mentouri Constantine, mémoire de magistère, page 9/240.

Roulet, claude alain, 1987, *énergétique du batiment : présentation du batiment, bilan énegetique global. Collection «gérer l'environnement»*. Lausanne : presse polytechniques romandes, p37.

RUELLE, François, 2007-2008, *Le Standard « Maison Passive » En Belgique : Potentialités Et Obstacles*, Université Libre De Bruxelles, Page 133.

SAMIR, Abdulac, 2011, les maisons à patio : continuités historique, adaptation bioclimatique et morphologique urbaines, article, paris, p 305.

TAREB, intégration aux bâtiments, chapitre2 intégration architecturales, consulté le 12/01/2017 [http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea\\_ch2\\_fr.pdf](http://www.new-learn.info/packages/tareb/docs/lea/lea_ch2_fr.pdf) page 2.

TERI, TVPL, 2010, *Environmental Building initiative Guidelines for Greater Hyderabad* —Ver. 1.2, pdf, consulter le 19/04/2017.

Visitsak. S, 2007, *An Evaluation Of The Bioclimatic Chart For Classifying Design Strategies For A Thermostaticallycontrolled Residence In Selected Climates*, These De Doctorat, Texas A&M University.

ZERGAT Mohamed Hachem, Juin 2014, *Effet De La Forme De Toiture Sur Le Confort Thermique*, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Page 89.

## Sites internet :

ASDER, <http://www.asder.asso.fr/info-energie/eco-batiment/construction-et-renovation/conception-bioclimatique>, Décembre 2016.

Centre national de ressources textuelles et lexicales (<http://www.cnrtl.fr/definition/forme>, Décembre 2016.

*Connaissance des énergies*, <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/consommation-d-energie-finale-dans-le-monde-0>,.

<http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments>,  
Septembre 2017

*Mobilisation Environnement*, <https://Comitemeac.Com/Dossiers-2/Dossiers/Capsules-Energetiques-Introduction/Quelle-Est-La-Consommation-Denergie-Mondiale/> Septembre 2017.

Dafina.net, La maison arabe traditionnelle, <http://dafina.net/gazette/article/la-maison-arabe-traditionnelle>,  
Mars 2017.

*Environmental Protection Agency*, <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>, Octobre 2017.

FRDIC, <http://www.frdic.com/dicts/fr/Immeuble%20De%20Bureaux>, Avril 2017.

Future maison, (<http://www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-toit-10941/>) Décembre 2016.

La Plate-forme Maison Passive Asbl, [www.maisonpassive.be](http://www.maisonpassive.be), Mars 2017

Larousse, <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/forme/34644?q=la+forme+#34603>, Décembre 2016.

M Habitat, [www.m-habitat.fr/efficacite-energetique/consommation-energetique/qu-est-ce-qu-une-maison-active-264\\_A](http://www.m-habitat.fr/efficacite-energetique/consommation-energetique/qu-est-ce-qu-une-maison-active-264_A), Mars 2017.

Ooreka, <https://toiture.ooreka.fr/comprendre/toiture-pente-forme>. (Les photos). Décembre 2016.

Outils solaires, <http://outilssolaires.com/glossaire/maison-bioclimatique/atrium+a368.html>, Décembre 2016.

Picbleu, <https://www.picbleu.fr/page/quels-materiaux-isolants-thermiques-ecologiques-choisir>, avril 2017

Question de société, <http://www.questions-de-societe.org/energie/>. Octobre 2017

**LISTE DES TABLEAUX, DES FIGURES,  
DES GRAPHES ET DES SCHÉMAS.**

## Liste des tableaux :

### CHAPITRE INTRODUCTIF

Tableau 1: Evolution de la consommation énergétique de l'homme de la préhistoire à nos jour (Source : CHITOUR.Ch.E, 1994).....	1
--	---

### CHAPITRE I

Tableau 2: tableau de référence de patio. ....	14
Tableau 3: tableau de référence de la forme.....	16
Tableau 4: tableau de référence de toiture.....	18
Tableau 5: efficacité énergétique selon le type de véranda.....	19
Tableau 6: tableau de référence de véranda. ....	20
Tableau 7 Caractéristiques de différentes fenêtres (Simon and Hauglustaine 1998). ....	21
Tableau 8: tableau de référence des fenêtres.....	22
Tableau 9: tableau de référence de l'atrium.....	24
Tableau 10: différentes caractéristiques de quelque matériau.....	25
Tableau 11: tableau de référence des matériaux de construction. ....	26
Tableau 12: tableau de référence de l'orientation et la distribution intérieure des espaces. ....	28
Tableau 13: tableau de référence de la végétation et l'eau. ....	30
Tableau 14: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport à l'orientation. ....	33
Tableau 15: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport au forme de patio. ....	34
Tableau 16: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport à la forme. ....	35
Tableau 17: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport aux matériaux de construction. ....	36
Tableau 18: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport à l'épaisseur de l'isolant.....	37
Tableau 19: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport au taux de vitrage.....	38
Tableau 20: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport aux types de vitrage. ....	39
Tableau 21: Consommation de chauffage et de climatisation par rapport à la profondeur de protection solaire. ....	40
Tableau 22: classification des différentes classes des immeubles de bureau. ....	43

### CHAPITRE II

Tableau 23: Température de confort. ....	59
Tableau 24: détail des poteaux et des poutres. ....	68
Tableau 25: Les différentes caractéristiques des panneaux photovoltaïques et leurs rendements. ....	71
Tableau 26: l'évaluation énergétique de projet.....	72

## Liste des schémas :

### CHAPIRE INTRODUCTIF

Schéma 1: Consommation d'énergie finale dans le monde en 2012. ....	2
Schéma 2: Répartition de la consommation d'énergie mondiale par secteur. ....	3
Schéma 3: Emission de gaz à effet de serre par secteur dans le monde. ....	4
Schéma 4: La méthodologie de travail. ....	6
Schéma 5: Structure de mémoire.....	7

### CHAPITRE I

Schémas 7: Les différents dispositions et techniques architecturaux.....	12
Schémas 8 : schéma global représente les différentes stratégies qui correspondent à chaque dispositif. ..	31
Schémas 9: Classement des dispositifs selon leurs consommations. ....	41
Schémas 10: pourcentage de consommation de chaque dispositif. ....	41
Schémas 11: Schéma représente les deux caractères des espaces d'un immeuble. ....	42

### CHAPITRE II

Schémas 12: les recommandations ressorties de l'analyse bioclimatique. ....	60
---	----

## Liste des graphes:

### CHAPITRE I

Graphe 1: la charge annuelle de chauffage par rapport à l'orientation. ....	33
Graphe 2: la charge annuelle de climatisation par rapport à l'orientation. ....	33
Graphe 3: total des charges annuelles par rapport aux orientations. ....	33
Graphe 4: la charge annuelle de chauffage des trois types de patio. ....	34
Graphe 5: la charge annuelle de climatisation des trois types de patio. ....	34
Graphe 6: total de charge annuelle de différentes configurations de patio.....	34
Graphe 7: la charge annuelle de chauffage des différentes formes. ....	35
Graphe 8: la charge annuelle de climatisation des différentes formes. ....	35
Graphe 9: total de charge et de climatisation des différentes formes. ....	35
Graphe 10: la charge annuelle de chauffage des matériaux. ....	36
Graphe 11: la charge annuelle de climatisation des matériaux. ....	36
Graphe 12: total de consommation des différents matériaux. ....	36
Graphe 13: la charge de chauffage de l'isolant. ....	37
Graphe 14: la charge de climatisation de l'isolant. ....	37
Graphe 15: total des charges de l'isolant.....	37
Graphe 16: la charge de chauffage par rapport au taux de vitrage. ....	38
Graphe 17: la charge de climatisation par rapport au taux de vitrage. ....	38
Graphe 18: total des charges par rapport au taux de vitrage. ....	38
Graphe 19: la charge de chauffage par rapport à type de vitrage dans la façade. ....	39
Graphe 20: la charge de climatisation par rapport à type de vitrage dans la façade.....	39
Graphe 21: total des charges par rapport à type de vitrage. ....	39
Graphe 22: la charge annuelle de chauffage par rapport à protection solaire. ....	40
Graphe 23: la charge de climatisation par rapport à protection solaire. ....	40
Graphe 24: total des charges par rapport à protection solaire. ....	40

## Liste des figures :

### CHAPITRE I

Figure 1: la ventilation naturelle. ....	10
Figure 2 la ventilation de simple exposition.....	11
Figure 3 La ventilation par tirage thermique.....	11
Figure 4: formes et leurs coefficients de compacité.....	15
Figure 5: toit à 2 pans avec ligne bris.....	17
Figure 6:toit à 2 pans avec ligne coyau. ....	17
Figure 7: toit à 2 pans en croupe. ....	17
Figure 8:toit arrondi.....	17
Figure 9: toit plat. ....	17
Figure 10: toit végétalisé. ....	17
Figure 11: toit à 2 pans. ....	17
Figure 12: toit à 4 pans. ....	17
Figure 13: toit mono pente. ....	17
Figure 14: siège de la Scop Chèque déjeuner, à Gennevilliers. ....	23
Figure 15: les différents types d'atrium. ....	23
Figure 16: la course solaire dans la saison hivernale et estivale. ....	27
Figure 17: la meilleure organisation des espaces intérieurs selon l'orientation.....	27
Figure 18: rôle de la végétation dans la période chaude. ....	29
Figure 19: rôle de la végétation dans la période froide. ....	29
Figure 20: maison à cour traditionnelle doté d'un bassin d'eau. ....	29
Figure 21 : le module de base.....	32
Figure 22: La meilleure orientation 'Sud' ....	33
Figure 23: meilleure configuration de patio. ....	34
Figure 24: meilleure forme de bâti. ....	35
Figure 25: meilleur matériau (la brique). ....	36
Figure 26: meilleure épaisseur de l'isolant. ....	37
Figure 27: meilleur taux de vitrage. ....	38
Figure 28: meilleur type de vitrage. ....	39
Figure 29: meilleure profondeur de protection solaire. ....	40

### CHAPITRE II

Figure 30: situation de site d'intervention. ....	52
Figure 31: les voisinages. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figure 32: l'accès à notre site d'intervention. ....	54
Figure 33: valeur de la température moyenne mensuelle. ....	54
Figure 34: valeur de la d'humidité moyenne mensuelle. ....	54
Figure 35: précipitation mensuelle de la ville d'alger.....	55
Figure 36: la vitesse horaire moyenne de vent ....	55
Figure 37: la direction de vent horaire moyenne.....	55
Figure 38: la durée mensuelle d'ensoleillement.....	55
Figure 39: diagramme de Givoni dans la saison d'été. ....	56
Figure 40: diagramme de Givoni dans la saison d'hiver.....	57
Figure 41: diagramme de Givoni dans la mi-saison de printemps. ....	57

Figure 42: diagramme de Givoni dans la mi-saison d'automne. ....	58
Figure 43: gammes de confort adaptatif d'Alger selon la température moyenne extérieure mensuelle (source: ASHARAE standard 55-2004 .....	59
Figure 44: l'orientation de projet par rapport au climat de site. Source : auteur .....	60
Figure 46: genèse de la forme de projet. Source : auteur .....	61
Figure 45:schéma de principe et module de trame de projet. Source : auteur.....	61
Figure 48: plan masse. Source : auteur.....	62
Figure 47:schéma de l'atrium. Source : auteur .....	62
Figure 49: type des ouvertures dans le projet. Source : auteur.....	63
Figure 50: l'accès piéton et mécanique de l'immeuble source : auteur.....	63
Figure 51: schéma de distribution intérieure des espaces de l'immeuble. Source auteur .....	63
Figure 52: schéma de plan de 1er étage.....	64
Figure 53: schéma de plan de RDC.....	64
Figure 54: schéma de plan de 2 eme étage. ....	64
Figure 55: schéma de plan de 4 eme étage. ....	64
Figure 56: schéma de plan de 3 eme étage. ....	64
Figure 57: schéma de plan de 6 eme étage. ....	65
Figure 58: schéma de plan de 5 eme étage. ....	65
Figure 59: schéma de plan de 7 eme étage. ....	65
Figure 60: schéma de plan de 8 eme et 9 eme étage. ....	65
Figure 61: schéma de plan de 10 eme étage. ....	65
Figure 62: schéma de plan de 12 eme étage. ....	66
Figure 63: schéma de plan de 11 ème étage. ....	66
Figure 64: schéma de distribution verticale dans l'immeuble. ....	66
Figure 65: schéma de plan de sous sol de 2 eme niveau. ....	66
Figure 66: schéma de plan de sous sol de 1er niveau.....	66
Figure 67: façade Est.....	67
Figure 68: façade principale (Nord) .....	67
Figure 69: façade sud. ....	67
Figure 70: façade Ouest.....	67
Figure 71: Détail de Joins de rupture .....	68
Figure 72: le système constructif de l'immeuble. Source: auteur .....	68
Figure 74: détaille de mur extérieur. Source : auteur. ....	68
Figure 75: détaille de façade double peau. Source : auteur.....	68
Figure 76: détaille de vitrage. Source : auteur.....	69
Figure 77: détaille de mur végétalisé. ....	69
Figure 78: mur végétalisé de notre projet.....	69
Figure 79: position de murs végétalisés dans l'immeuble. ....	69
Figure 80: détaille de terrasse végétalisée. ....	70
Figure 81:terrasse végétalisée Ouest. ....	70
Figure 82: position de terrasses végétalisées dans l'immeuble.....	70
Figure 83: terrasse végétalisée inaccessible Ouest.....	70
Figure 84: l'orientation des panneaux photovoltaïques dans le projet.....	70
Figure 85: notre modèle de panneaux photovoltaïques.....	71
Figure 86: notre modèle de simulation.....	71
Figure 87: la classe de l'immeuble dans l'échelle de consommation énergétique. ....	73



# L'ANNEXE



Indicateur	Confort thermique		Précipitation	G. d'humidité	AMR
	Jour	Nuit			
H1	H			4	
	H			2,3	< 10°
H2	O			4	
H3			+ 200 (mm)		
A1				1,2,3	> 10°
A2		H		1,2	
	H	O		1,2	> 10°
A3	C				

1-Plan mass						
H1	H2	H3	A1	A2	A3	
1	2	0	3	0	6	
			0_10			Bâtiment orienté suivant un axe longitudinal Est-Ouest a fin de diminuer l'exposition au soleil.
			11 ou 12		05_12 0_4	Plan compact avec cour intérieur.

2-Espacement entre bâtiments.						
11 ou 12						Grand espacement pour favoriser la pénétration du vent.
02_10						Comme ci-dessus mais avec protection contre vent chaud/ froid
0_1						Plans compacts

3-Circulation d'air						
03_12						Bâtiment à simple orientation. Dispositions permettant une circulation d'air permanente.
1 ou 2	02_12		0-5			Bâtiment à double orientation permettant une circulation d'air intermédiaire.
			06_12			
0	0 ou 1					Circulation d'air inutile.

4-Dimension des fenêtres.						
			0 ou 1		0	Grandes, 40 à 80% des façades Nord et Sud.
					1_12	Moyennes 25 à 40% de la surface des murs.
			2_5			
			06_10			Intermédiaire, de 20 à 35% de la surface des murs.
			11 ou 12		0_3	Petites de 15 à 25% de la surface des murs.
					04_12	Moyennes de 25 à 40% de la surface des murs.

5-position des ouvertures.						
03_12						Ouvertures dans les murs Nord et Sud à hauteur d'homme du coté exposé au vent
1 ou 2	02_12		0-5			Comme ci-dessus, mais y compris ouvertures pratiquées dans les murs intérieurs.
			06_12			
0	0 ou 1					

6-Protection des ouvertures.						
					0_2	Se protéger de l'ensoleillement direct.
		02_12				Prévoir une protection contre la pluie.

**7-Mur et Plancher.**

			0_2			Constructions légères, faible inertie thermique.
			03_12			Constructions massives, décalage horaire supérieur à 8h.

**8-Toiture**

10_12			0_2			Constructions légères, couvertures à revêtements réfléchissants et vide d'air.
			03_12			Légère et bien isolée.
0_9			0_5			
			06_12			Construction massive, décalage horaire supérieur à 8h.

**9-Espace extérieur.**

				01_12		Emplacement pour le soleil en plein air.
		01_12				Drainage approprié des eaux de pluie.
		03_12				

## Programme surfacique

Espace	Concerné	Nombre	Surface m <sup>2</sup>	Surface totale
Agence Hadj, Omra	Hall de réception	1	200	200
	Guichet	2	30	60
	Bureaux	10	12	120
	Salle de prière + sanitaire	1	50	50
	Salle d'attente + sanitaire	2	50	100
	Blocs sanitaires H, F	2	15	30
	Circulation (horizontale, vertical et monte-charge)	1	15%	84
				644
Agence bancaire Hadj, Omra	Bureaux responsable	2	20	40
	Bureaux secrétariats	2	15	30
	Bureaux	10	12	120
	Salle d'attente + sanitaire	2	50	100
	Blocs sanitaires H, F	2	15	30
	Circulation (horizontale, vertical et monte-charge)	1	15%	48
				368
Imprimerie, salle d'archive	Imprimerie	1	300	300
	Magasins de stockage	1	100	100
	Salle d'archive	1	140	140
	Bureau responsable	1	20	20
	Bureau secrétariat	1	15	15
	Bureaux	4	15	60
	Salle d'attente + sanitaire	1	50	50
	Blocs sanitaires H, F	2	15	30
	Circulation (horizontale, vertical et monte-charge)	1	15%	107.25
				822.25

Cuisine, réfectoire, cafèterait	Cuisine	1	60	60
	Dépôt générale	1	20	20
	Dépôt légumes	1	12	12
	Préparation légumes	1	12	12
	Chambre froide	1	10	10
	Dépôt alimentation générale	1	10	10
	Vestiaire H,F	1	20	20
	Sanitaire H,F	1	20	20
	Réfectoire	1	300	300
	Cafétéria	1	100	100
	Dépôt	1	20	20
	Préparation	1	20	20
	Blocs sanitaires H, F	2	15	30
	Circulation (horizontale, vertical et monte-charge)	1	15%	98.1
				752.1
Salle des conférences	Salle des conférences 400 personnes	1	400	400
	La cène	1	50	50
	Dépôt salle des conférences	1	30	30
	Salon d'honneur VIP	1	60	60
	Cafétéria VIP + préparation	1	100	100
	Salle de presse	1	30	30
	Infirmierie	1	40	40
	Blocs sanitaires H, F	6	15	60
	Circulation (horizontale, vertical et monte-charge)	1	15%	115.5
				885.5
05 départements	Bureau directeur	5	40	200
	S.D.B + WC	5	7	35

	Bureau secrétariat	5	12	60
	Kitchenette	5	7	35
	Salle de réunions	5	50	250
	Bureau sous-directeur	12	25	360
	Des bureaux	5	100	500
	Blocs sanitaires H, F	10	10	100
	Circulation (horizontale, vertical et monte-charge)	1	15%	231
				1771
Télévision	Bureau directeur	1	40	40
	Bureau secrétariat	1	12	12
	Salle de réunions	1	50	50
	Des bureaux	1	100	100
	Blocs sanitaires H, F	2	10	20
	Circulation (horizontale, vertical et monte-charge)	1	15%	33.3
Studio	Studio	2	150	300
	Dépôt	2	20	40
	Kitchenette	1	15	15
	Blocs sanitaires H, F	2	20	40
	Circulation (horizontale, vertical et monte-charge)	1	15%	59.25
Bureau directeur générale	Bureau directeur générale	1	60	60
	Chambre de repose	1	30	30
	S.D.B + WC	1	10	10
	Bureau secrétariat	1	30	30
	Kitchenette	1	10	10
	WC	1	03	03

	Salle de réunions	1	80	80
	Circulation (horizontale, vertical et monte-charge)	1	15%	33.45
				256.45
Salon d'honneur	Salon d'honneur	1	180	180
	Dépôt	1	25	25
	Kitchenette	1	25	25
	Blocs sanitaires H, F	2	15	30
				260
Locaux technique	Poste garde avec sanitaire	1	40	40
	Poste de transformateur électrique	1	20	20
	Local livraison énergie électrique	1	20	20
	Groupe électrogène	1	25	25
	Bâche à eau	1	40	40
	Climatisation centrale	1	100	100
	Salle réseau	1	20	20
	Les ateliers d'entretiens	4	15	60
	Les magasins	4	15	60
				385
Parking	Sous-sols (2 niveaux)			
				6853.85





الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة الشؤون الدينية والأوقاف  
MINISTÈRE DES AFFAIRES RELIGIEUSES ET DES WAKFS

الديوان الوطني للحج والعمرة  
OFFICE NATIONAL DU PÈLERINAGE ET DE LA OMRA

«O.N.P.O.»

CONCOURS NATIONAL D'ARCHITECTURE  
N° 01/2016

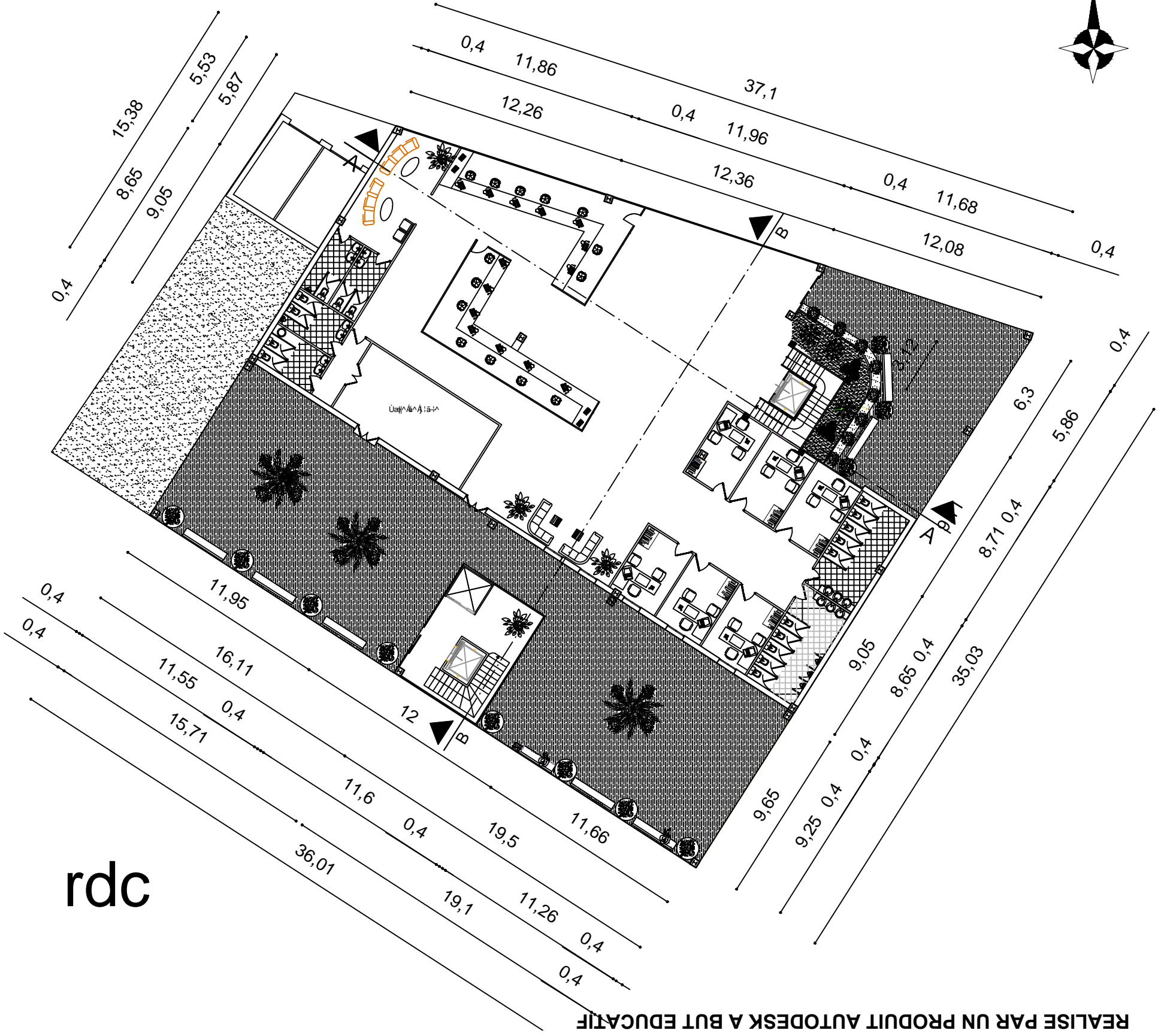
CAHIER DES CHARGES

(étude et suivi) pour la réalisation du  
projet de :

« Siège de l'Office National de  
Pèlerinage et de la Omra  
sis au 204, rue Hassiba Ben



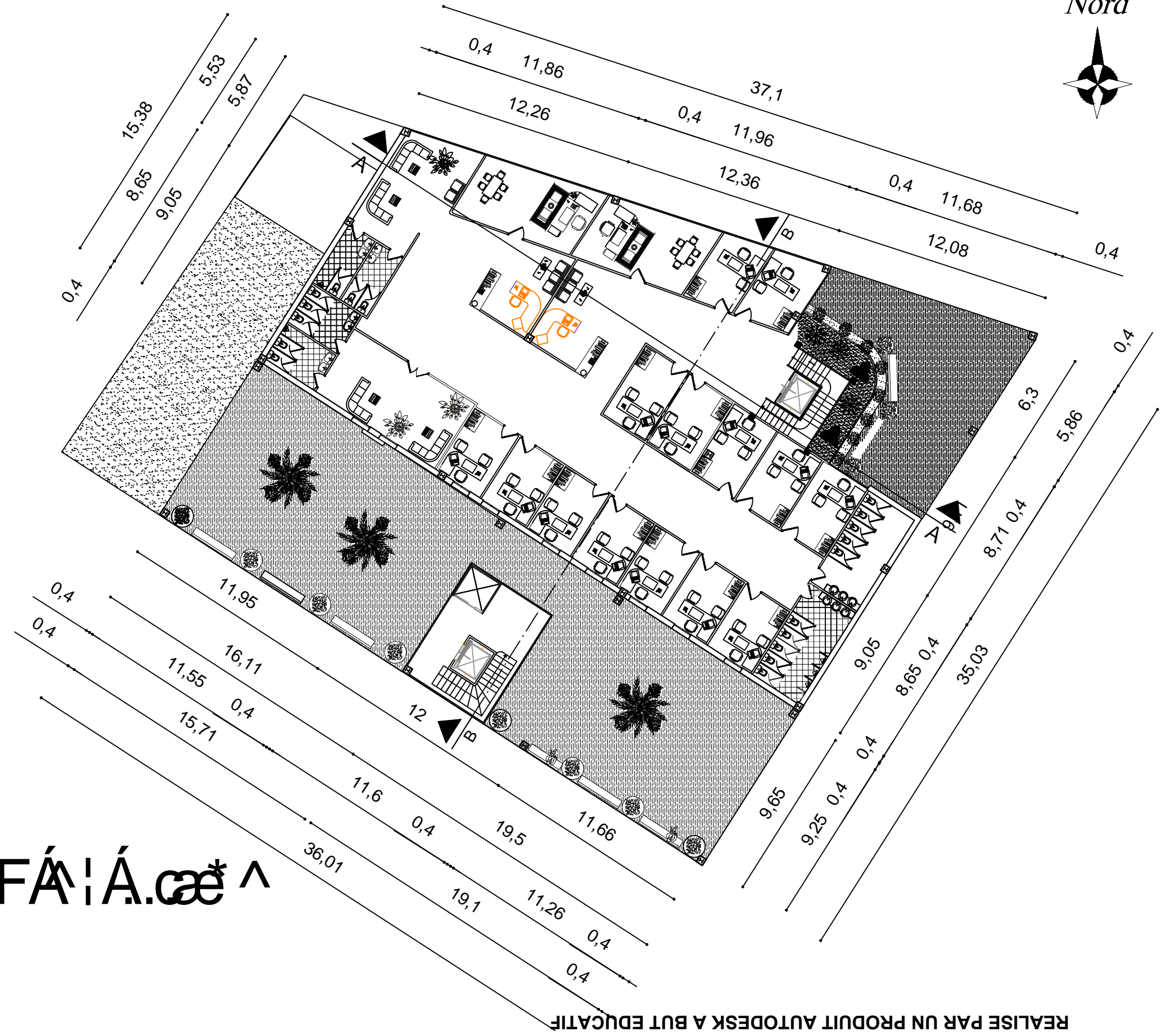
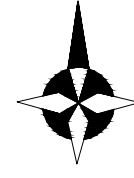
Nord



rdc

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Nord



REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

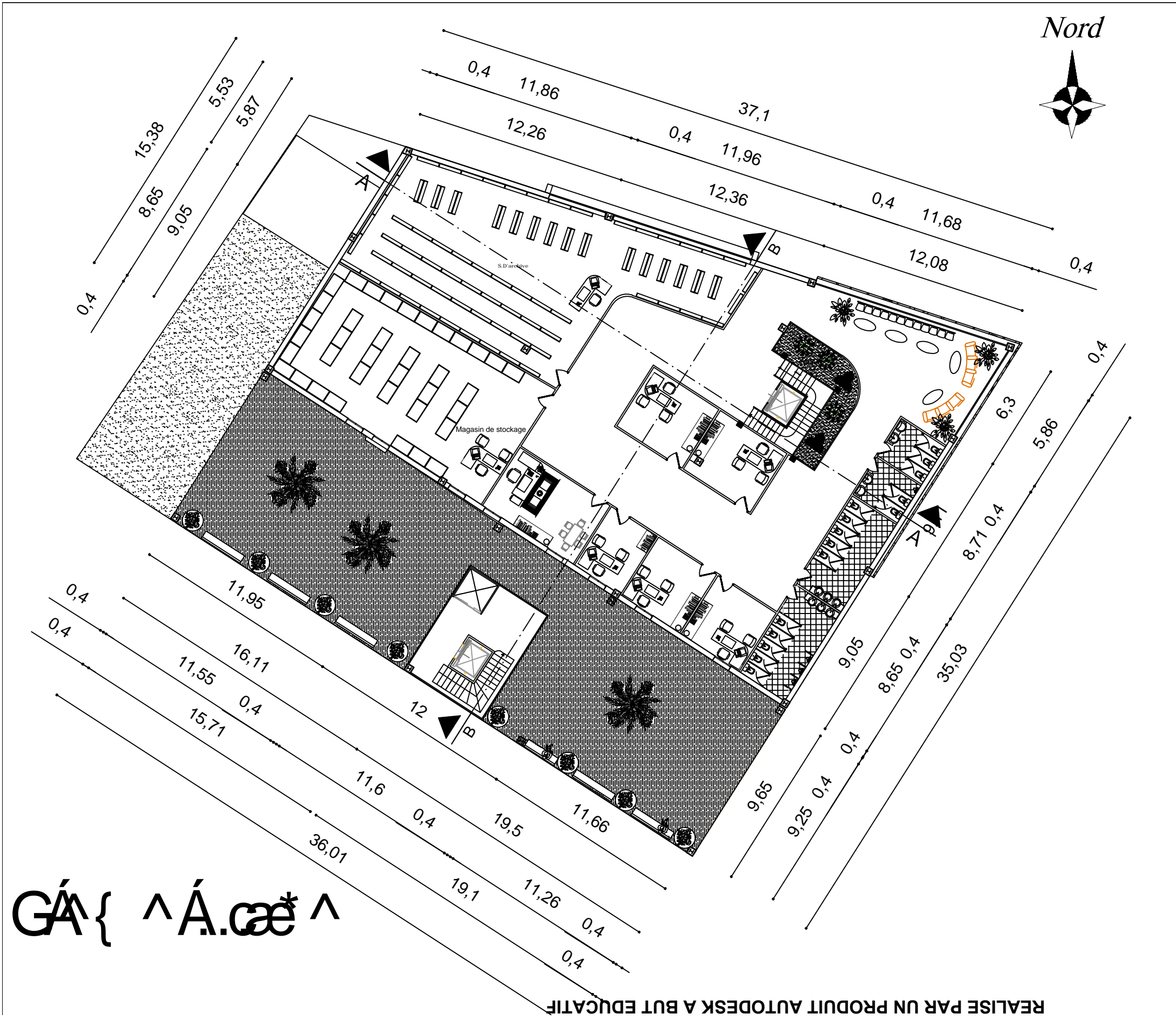
FÁ:Á.cæ ^

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

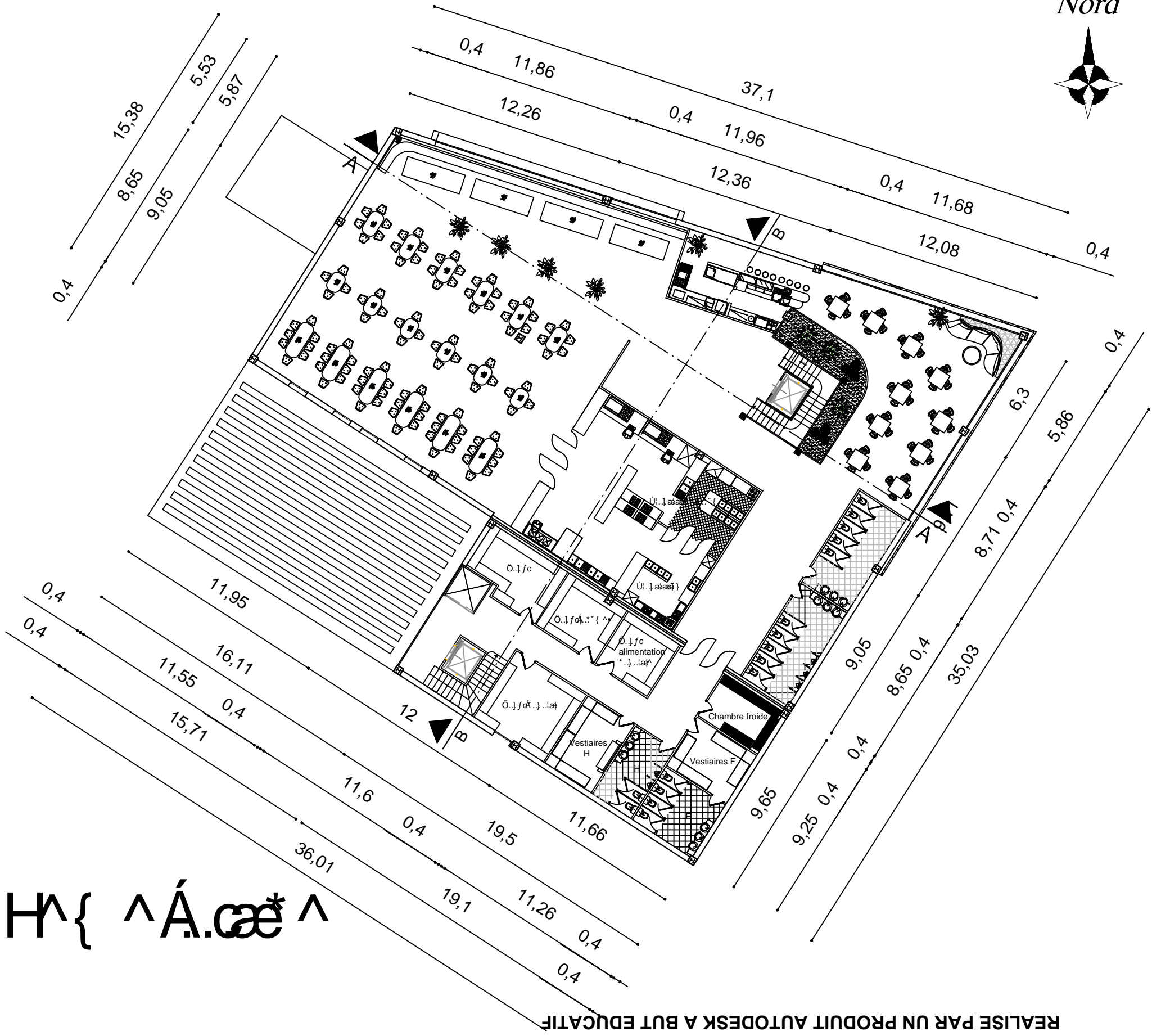
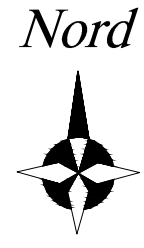
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



GÁ { ^ Á.cæ\* ^

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

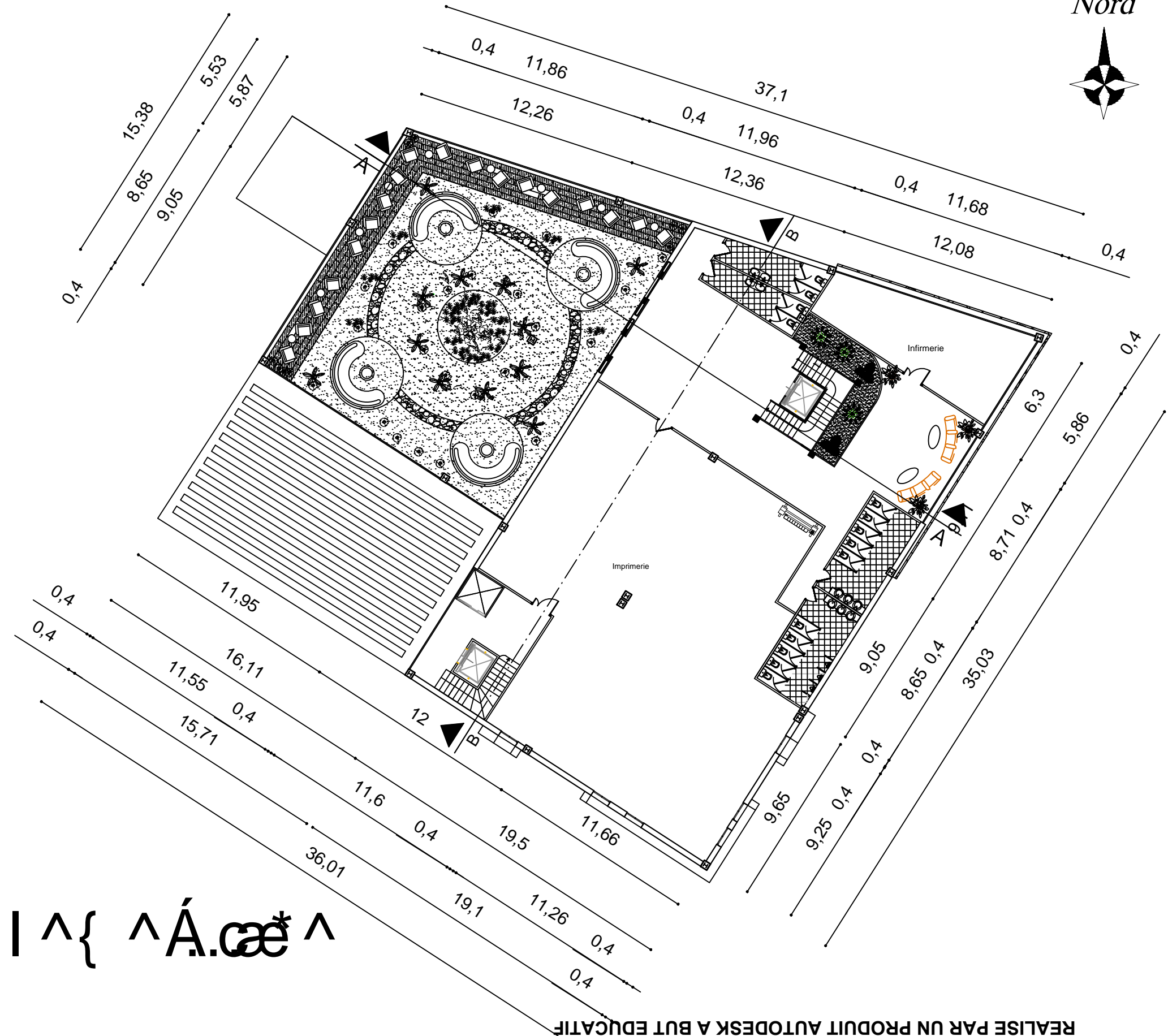
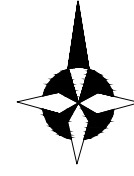
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

HV { ^ Á.æ\* ^

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Nord



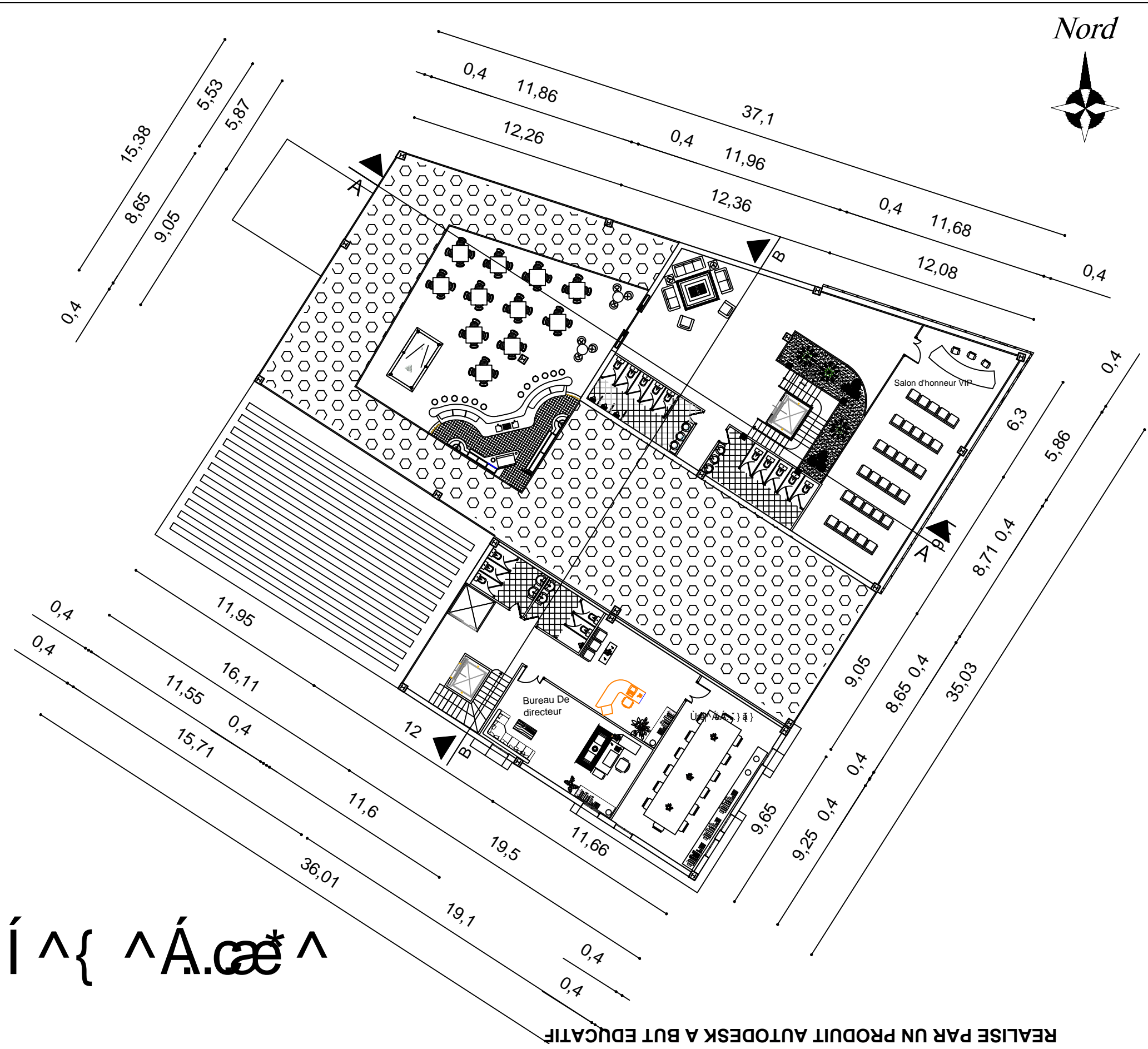
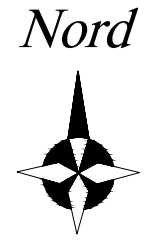
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Logo consisting of stylized letters and symbols: | ^ { ^ Á . c æ \* ^

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Í ^ { ^ Á . c æ \* ^

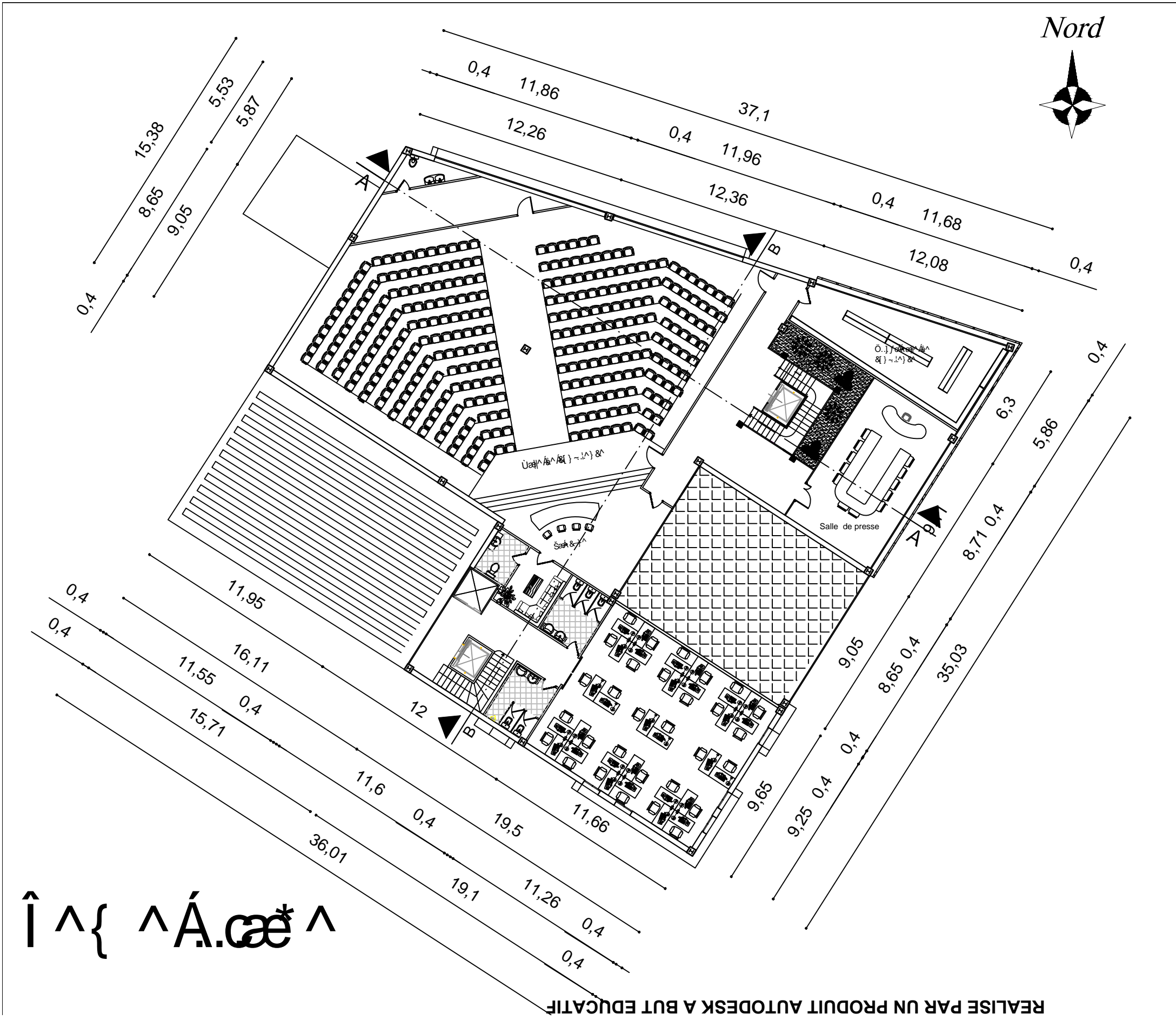
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

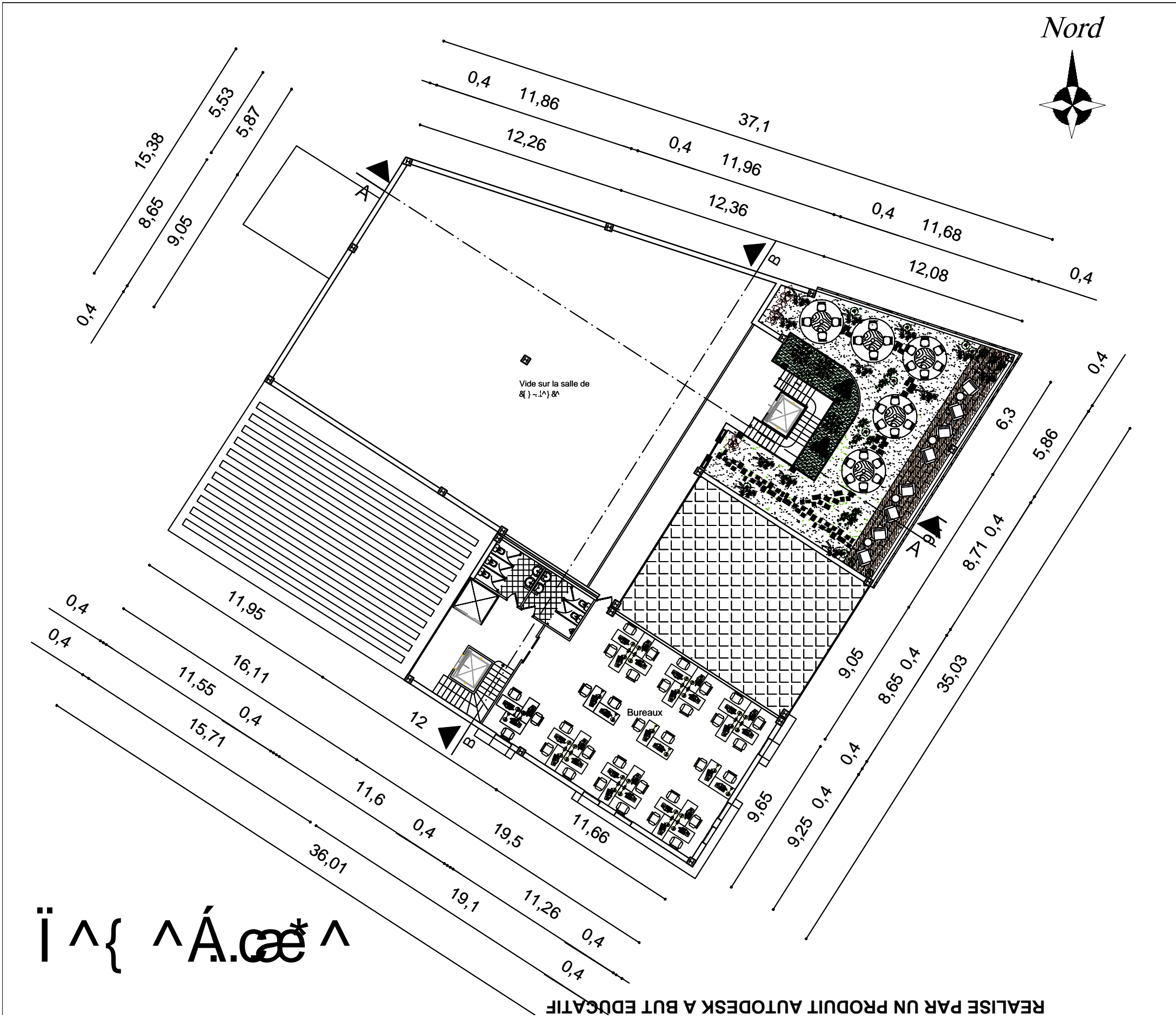
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

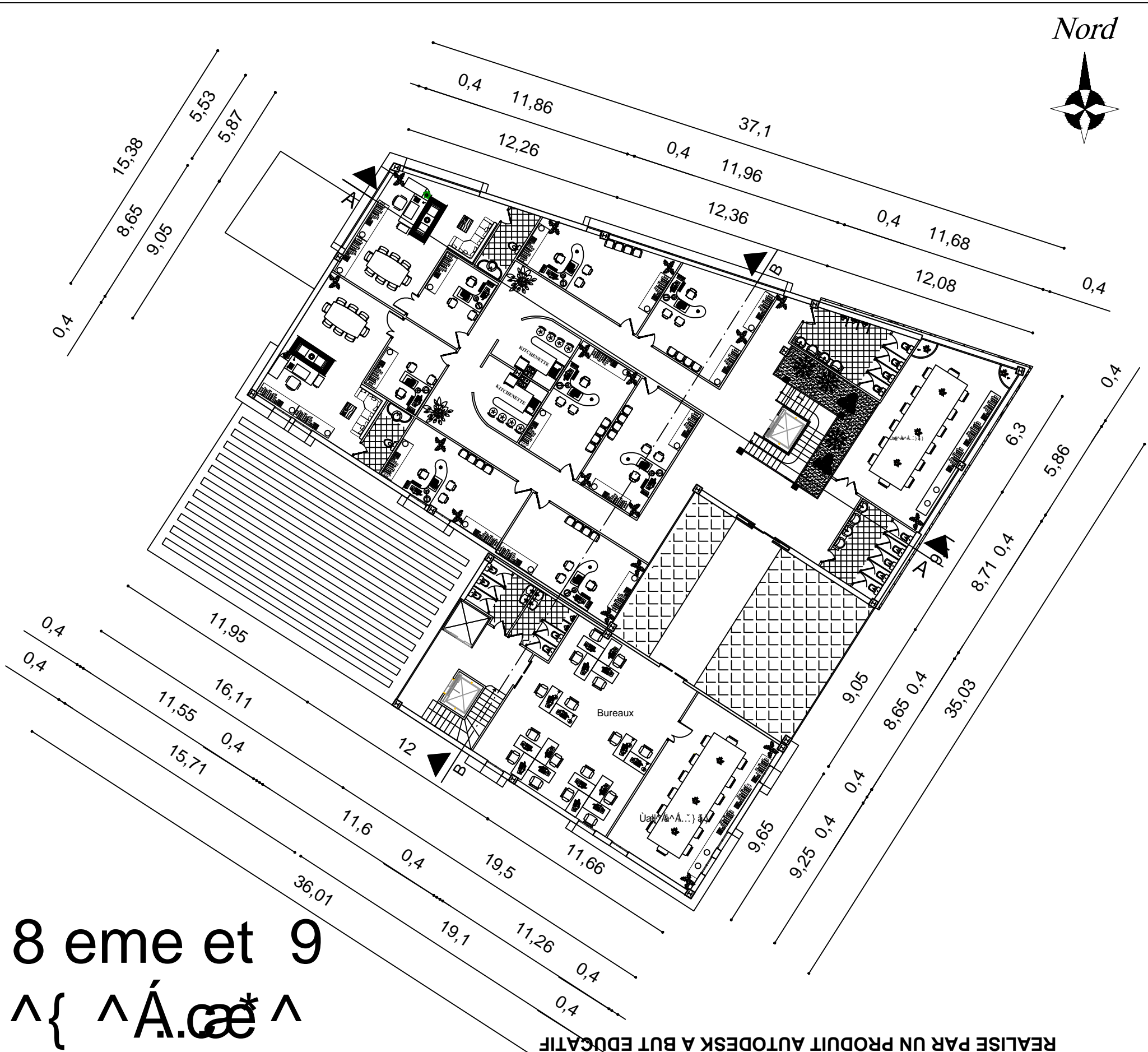
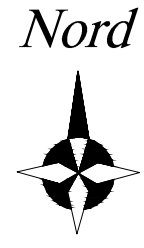


↑ ^ { ^ Á . c æ \* ^

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



ï ^ { ^ Á . c æ \* ^



REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

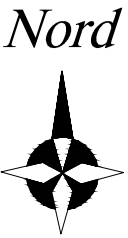
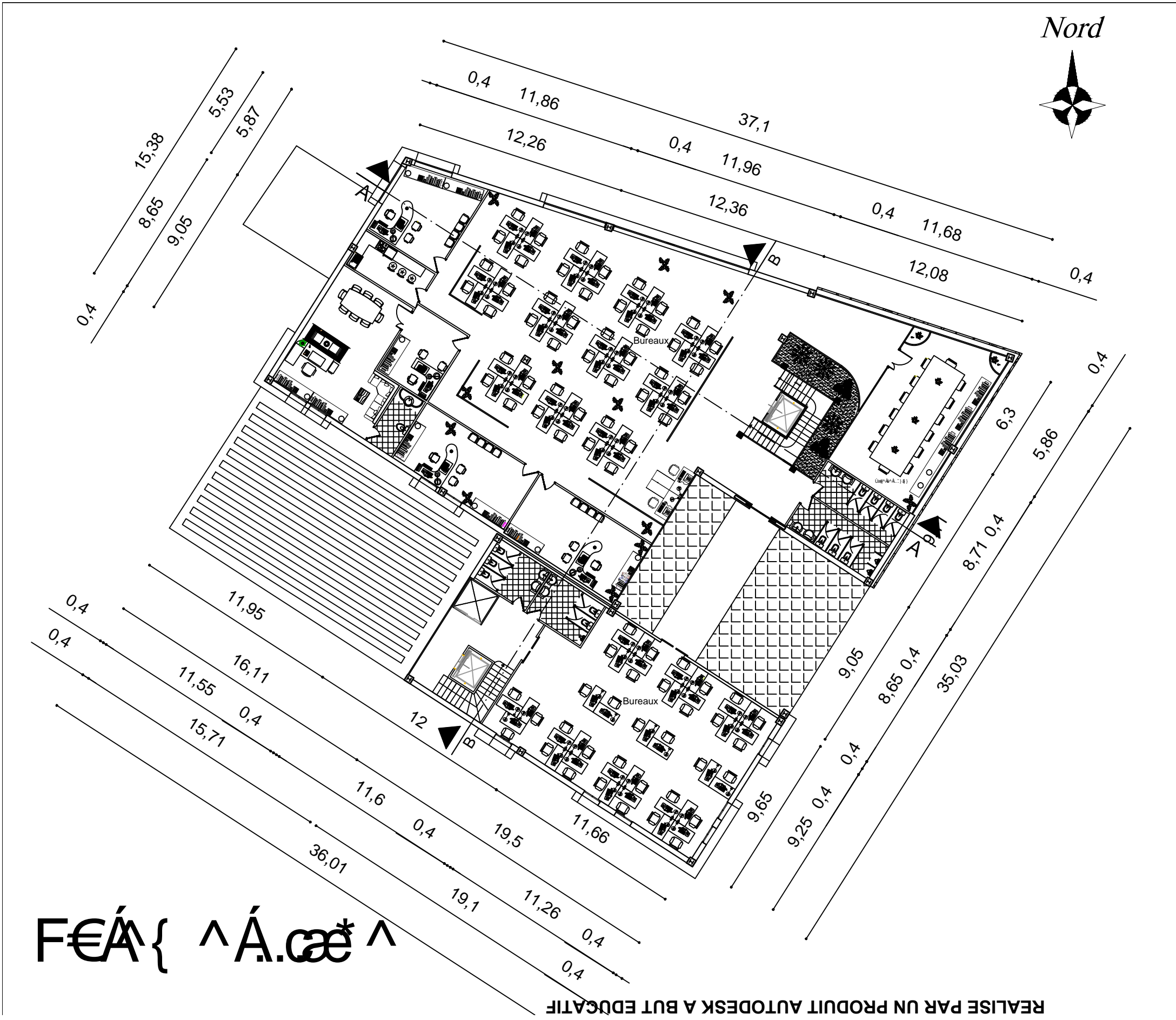
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

8 eme et 9  
^ { ^ Á.æ\* ^

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

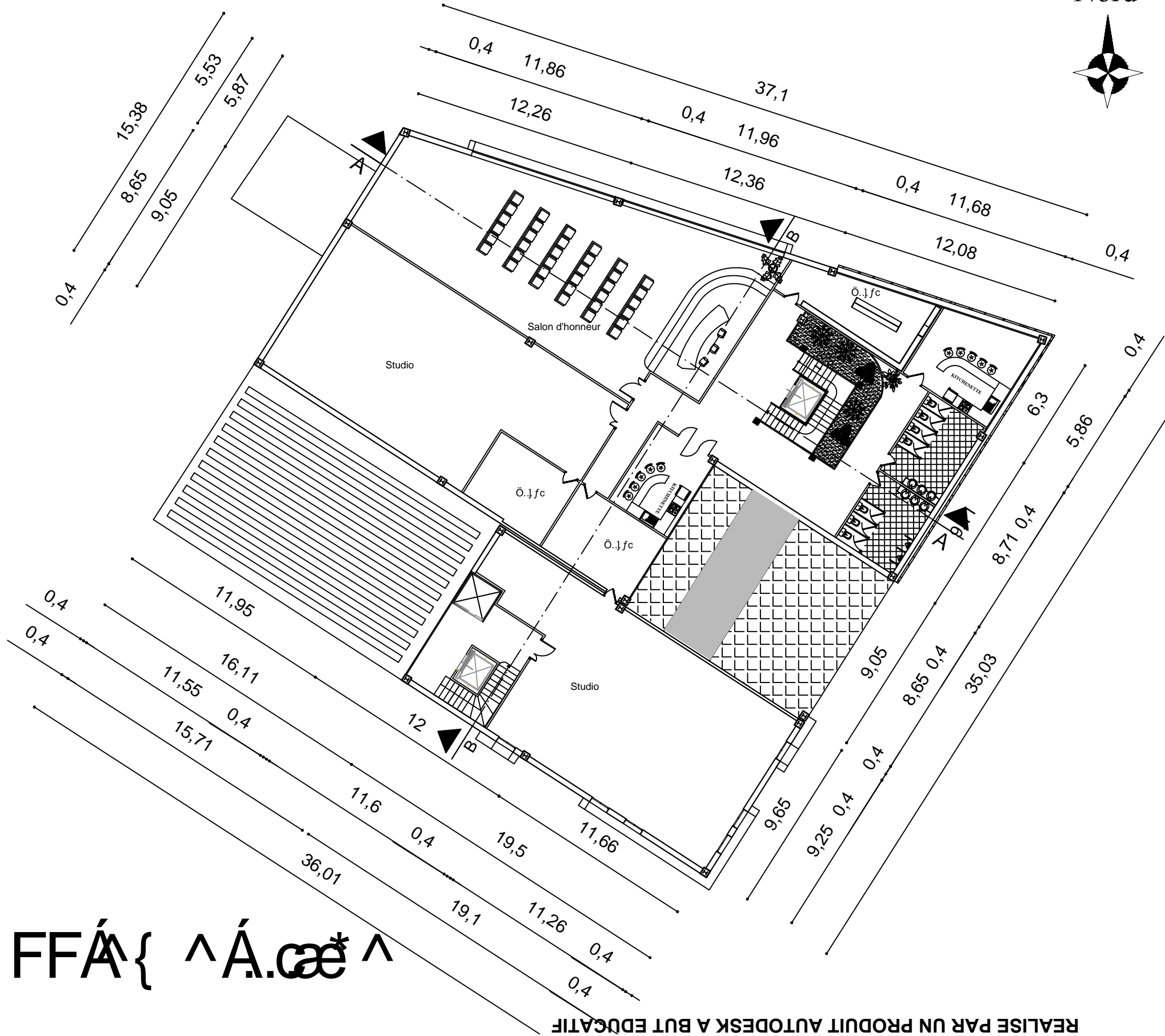
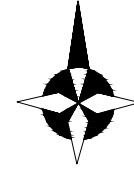


FCA { ^ .æ\* ^

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Nord

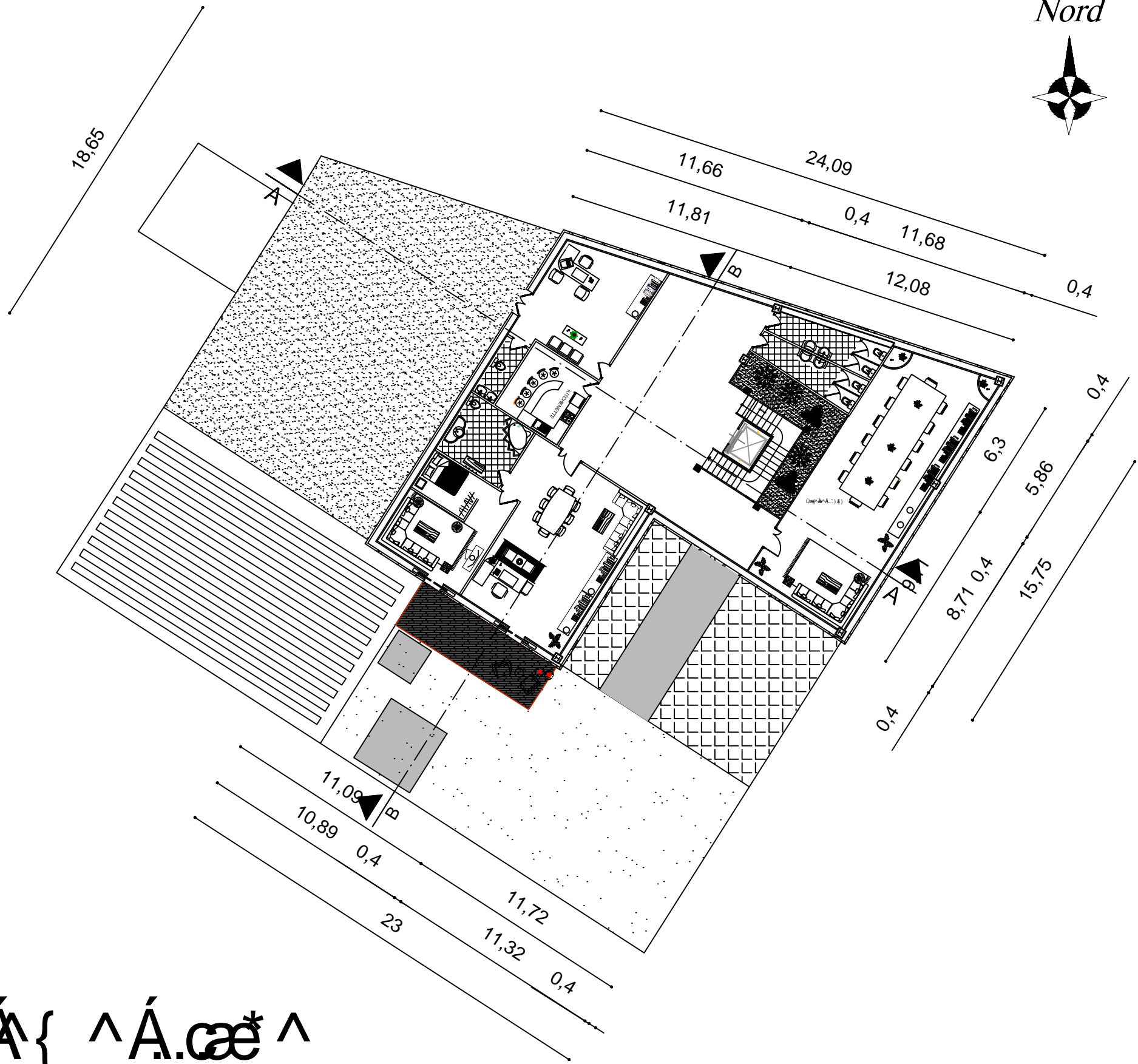
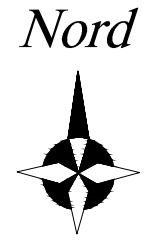


REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

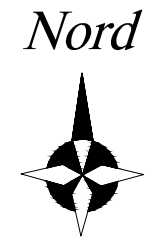
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

FFÁ { ^ Á.cæ\* ^

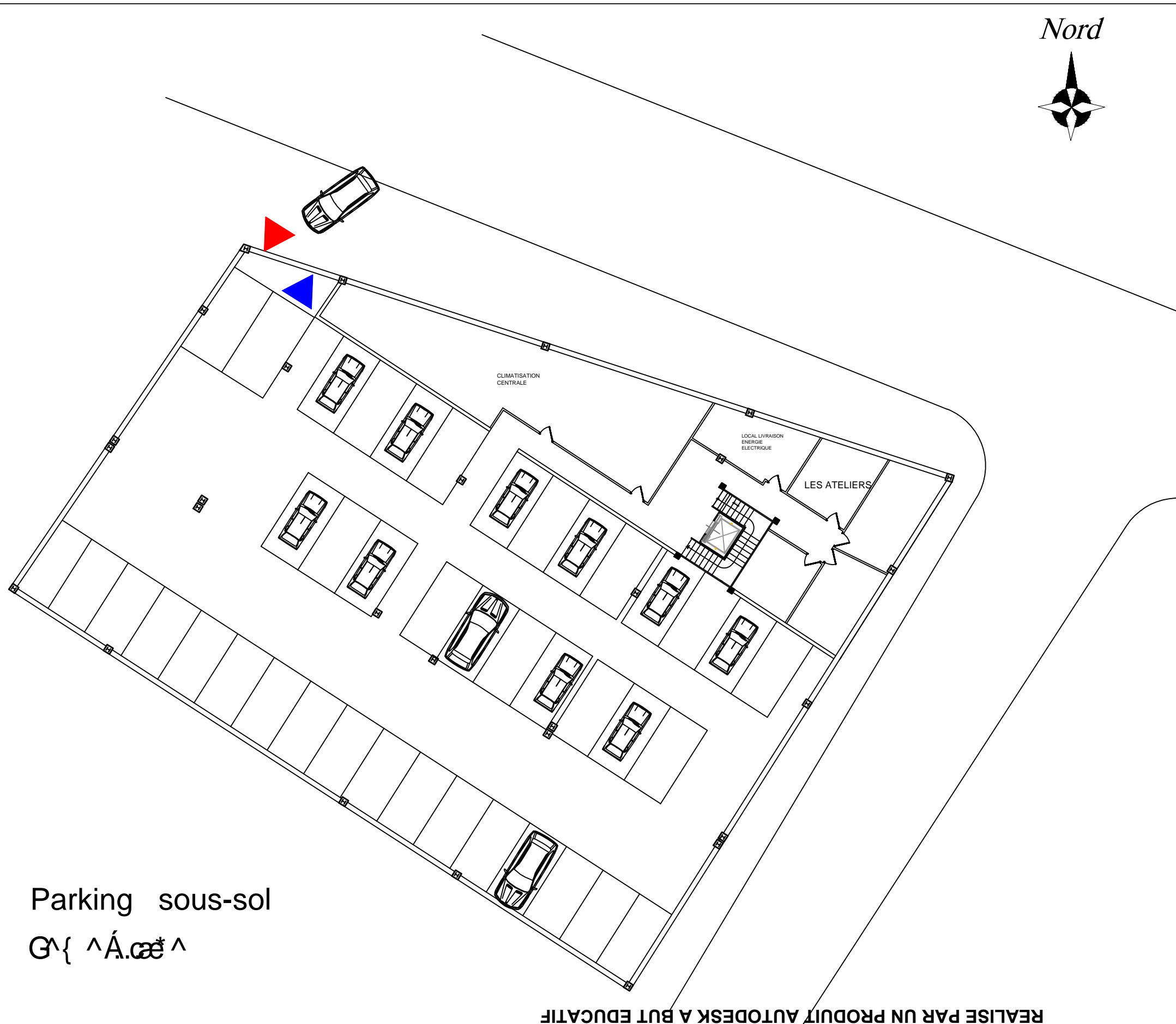
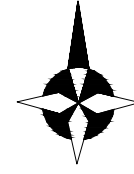
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



FGÁ { ^ Á.cæ\* ^



Nord



Parking sous-sol

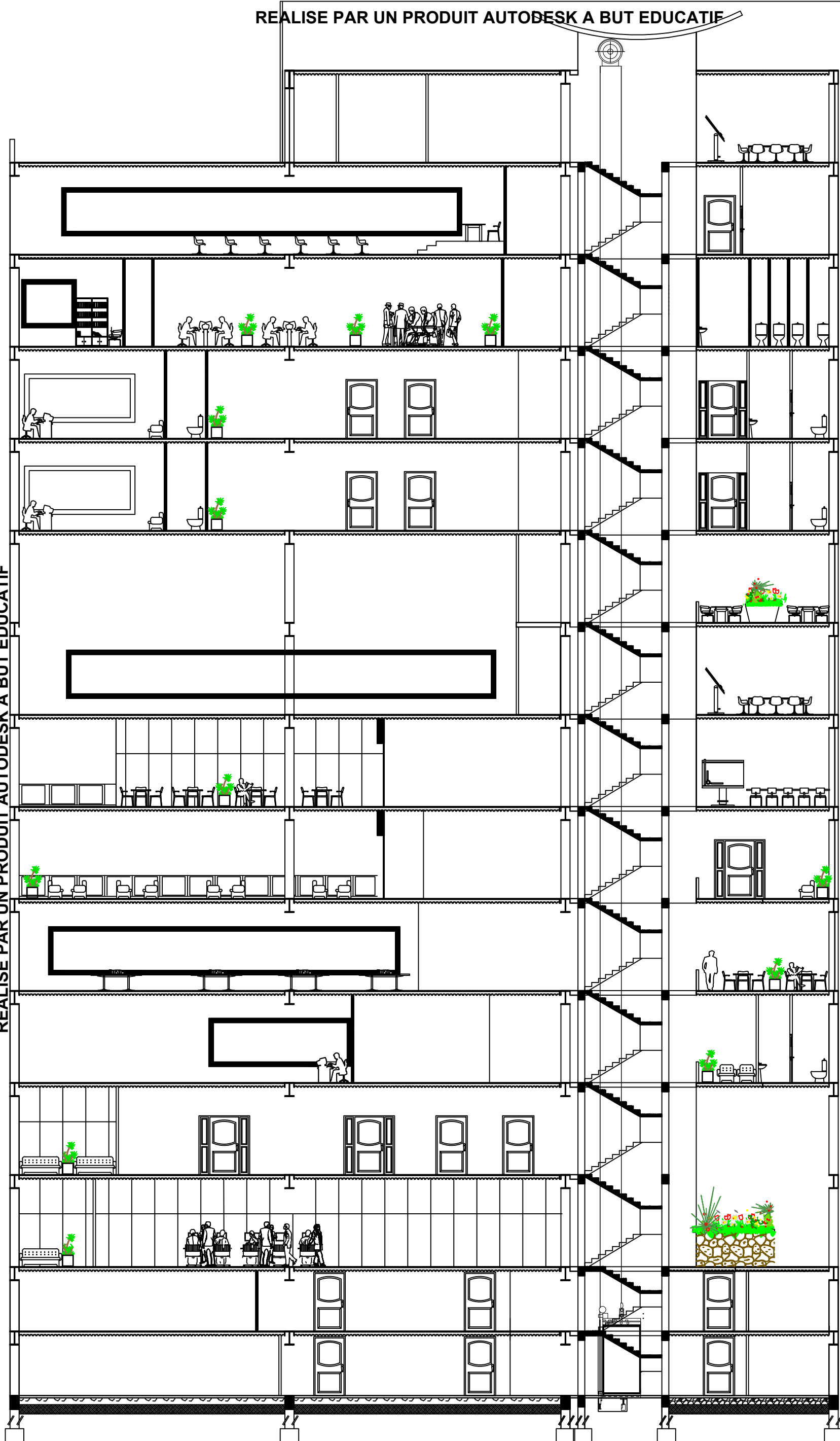
G\ ^ Á.œ\* ^



REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

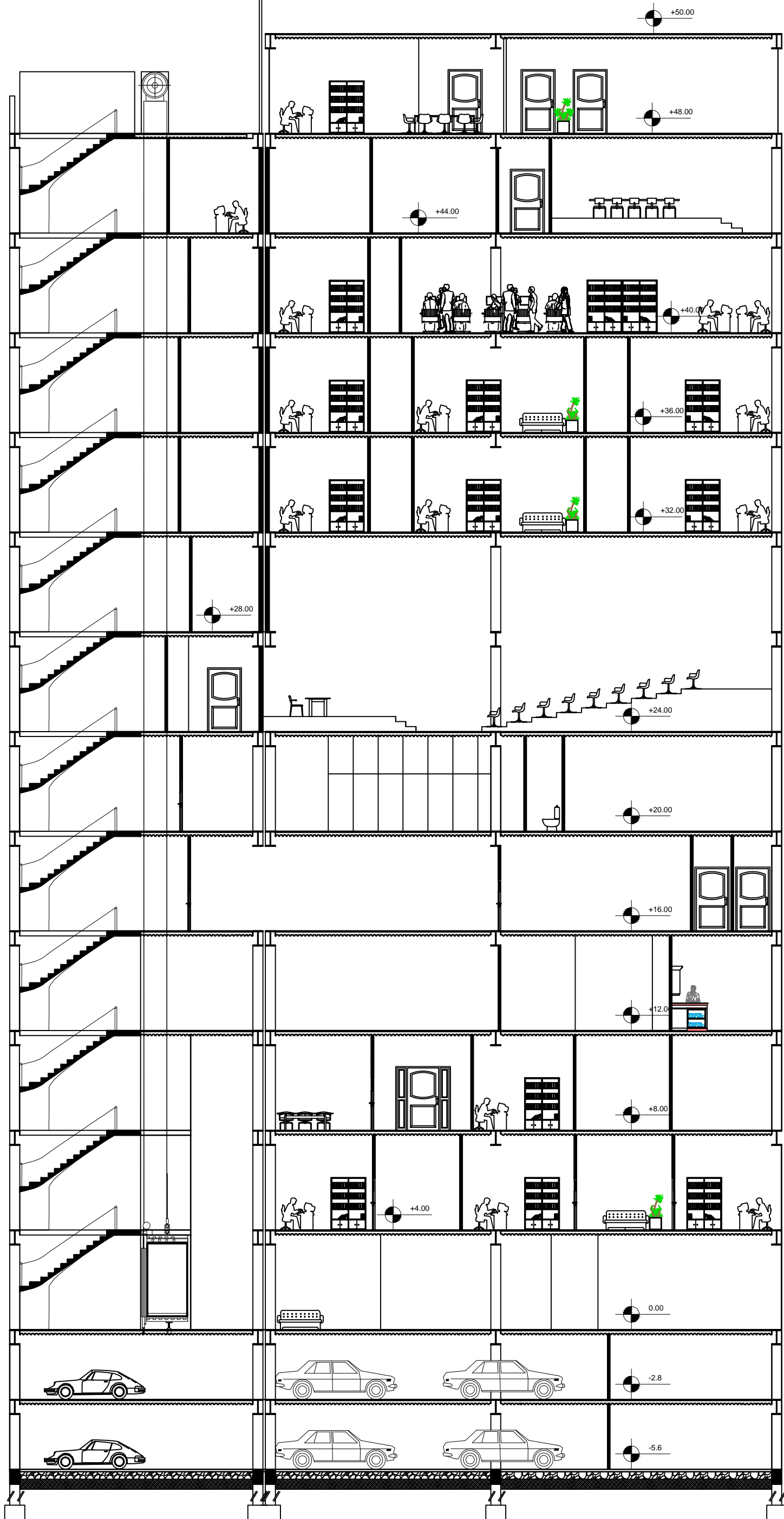
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



Coupe A-A

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



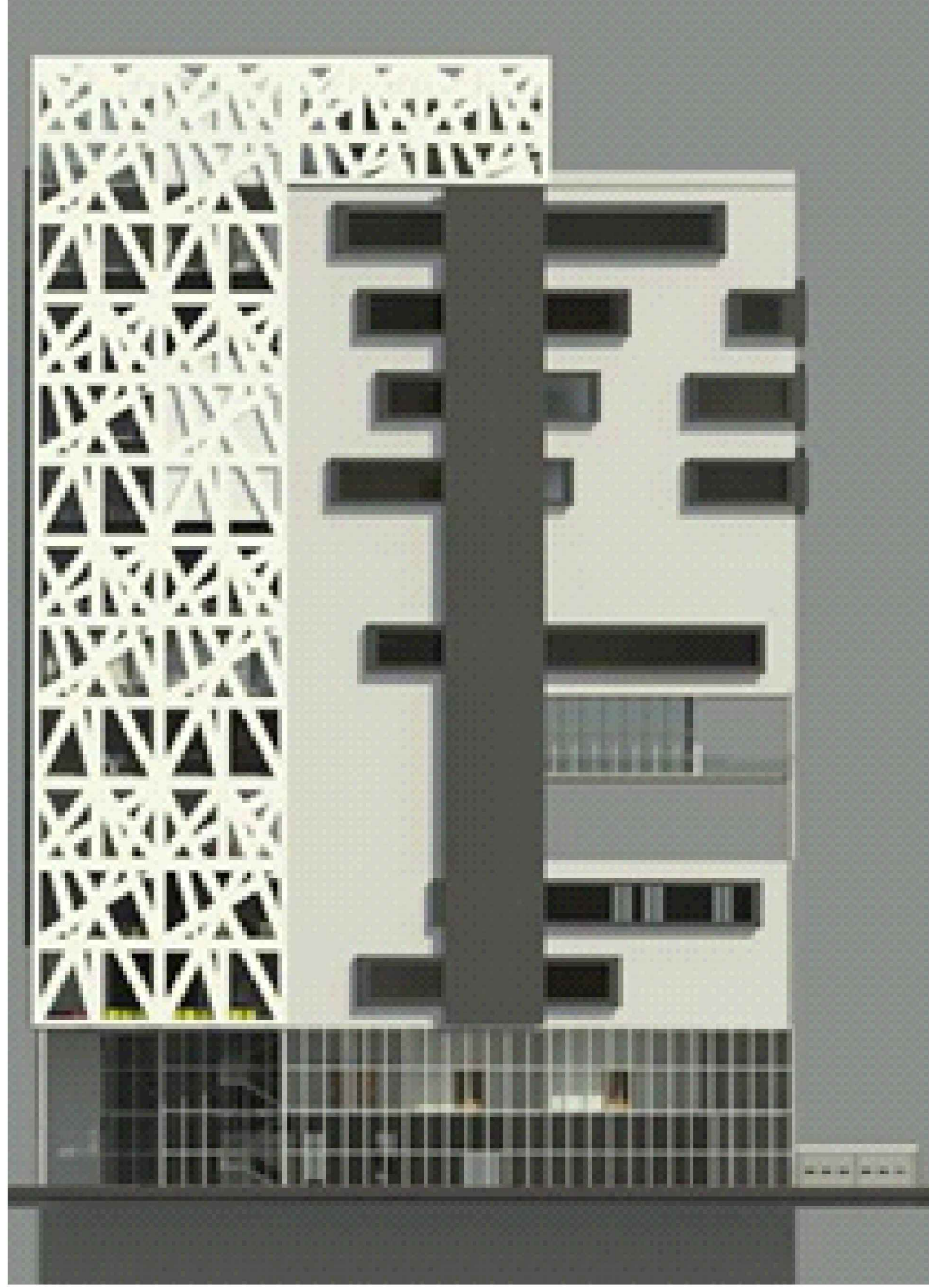
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Coupe B-B

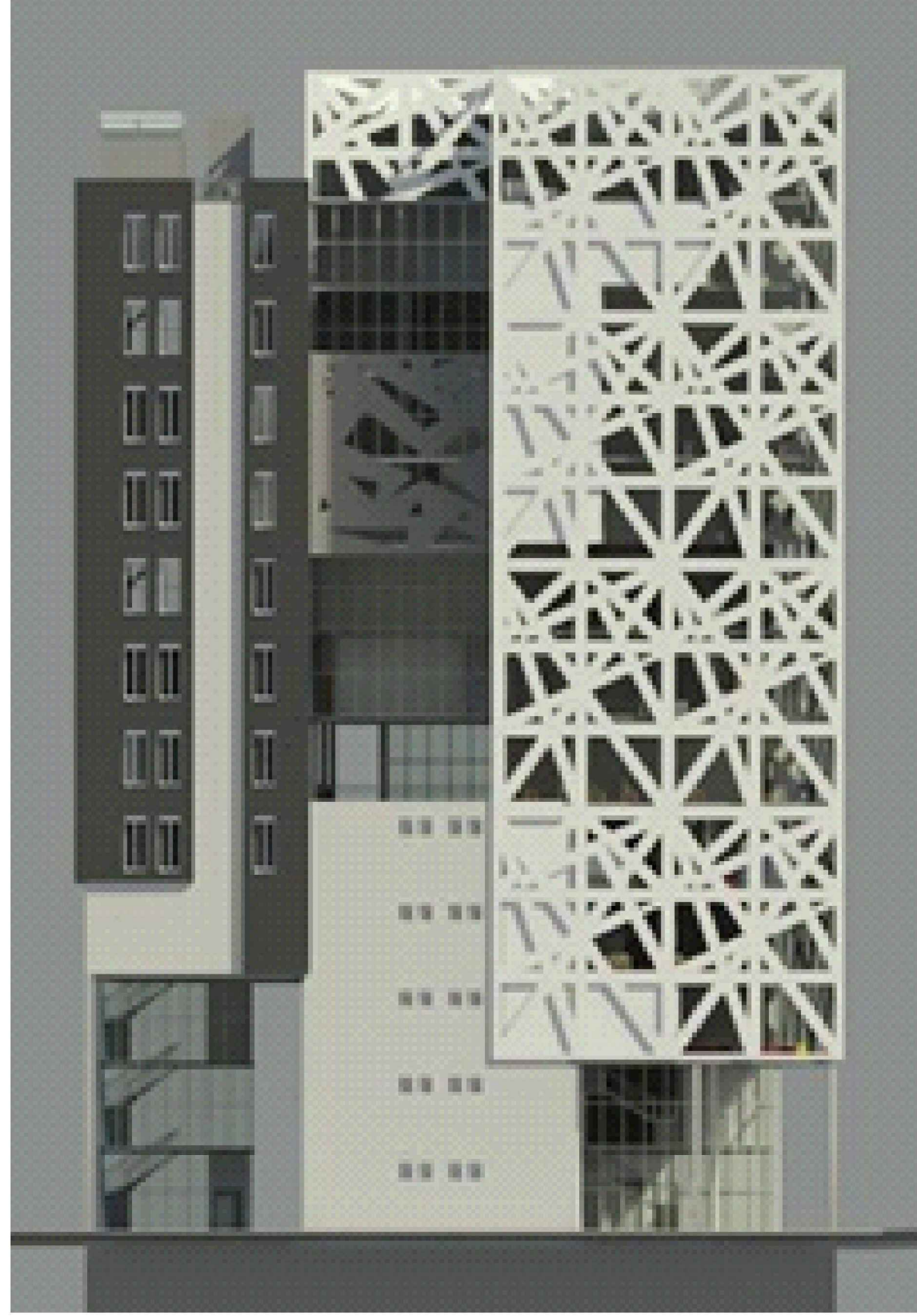
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



0800^A!ā &ā e^

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



0800^A!c

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

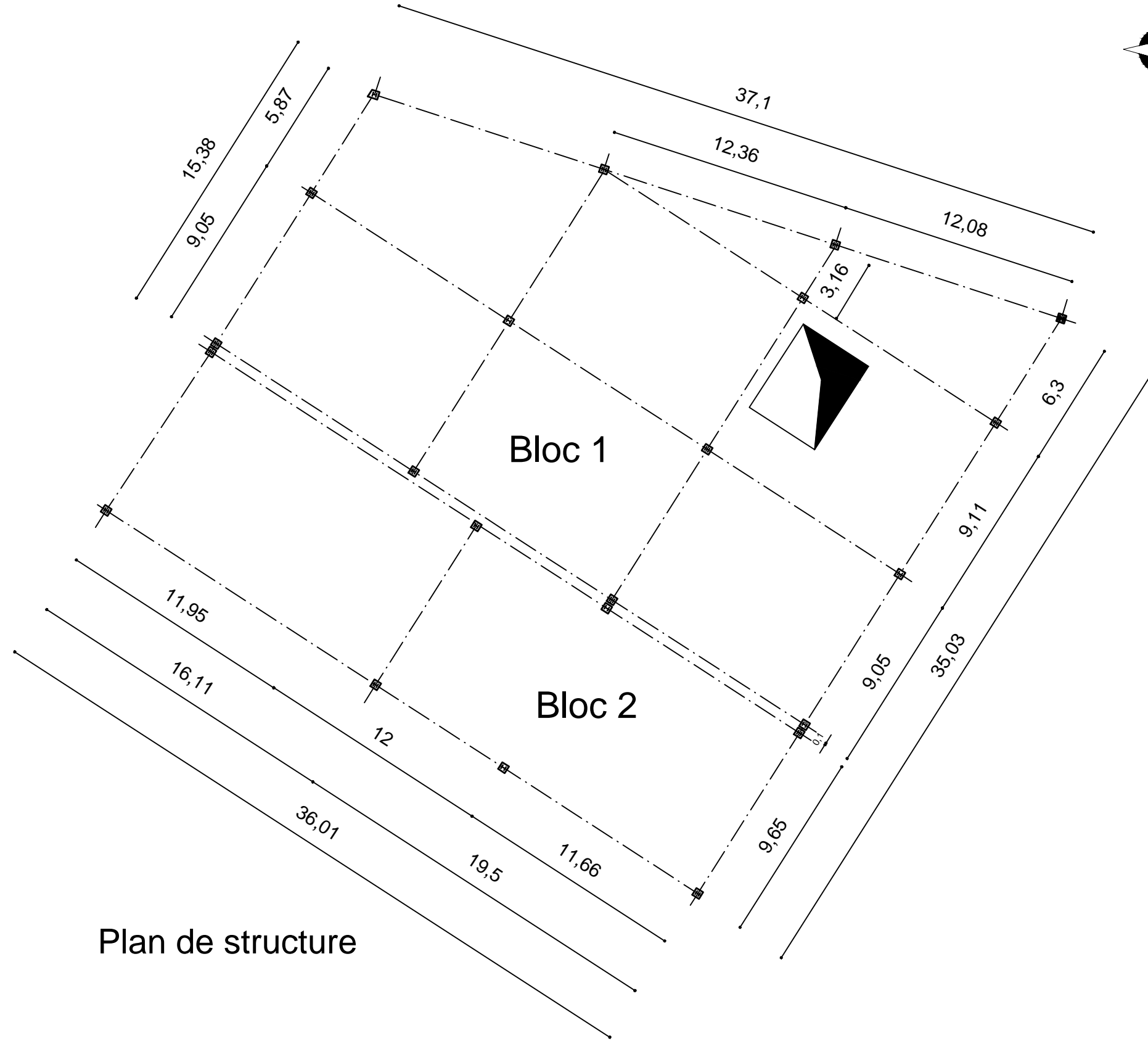
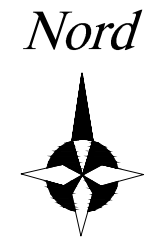


0800^Á~^•c

0800^Á~^•c



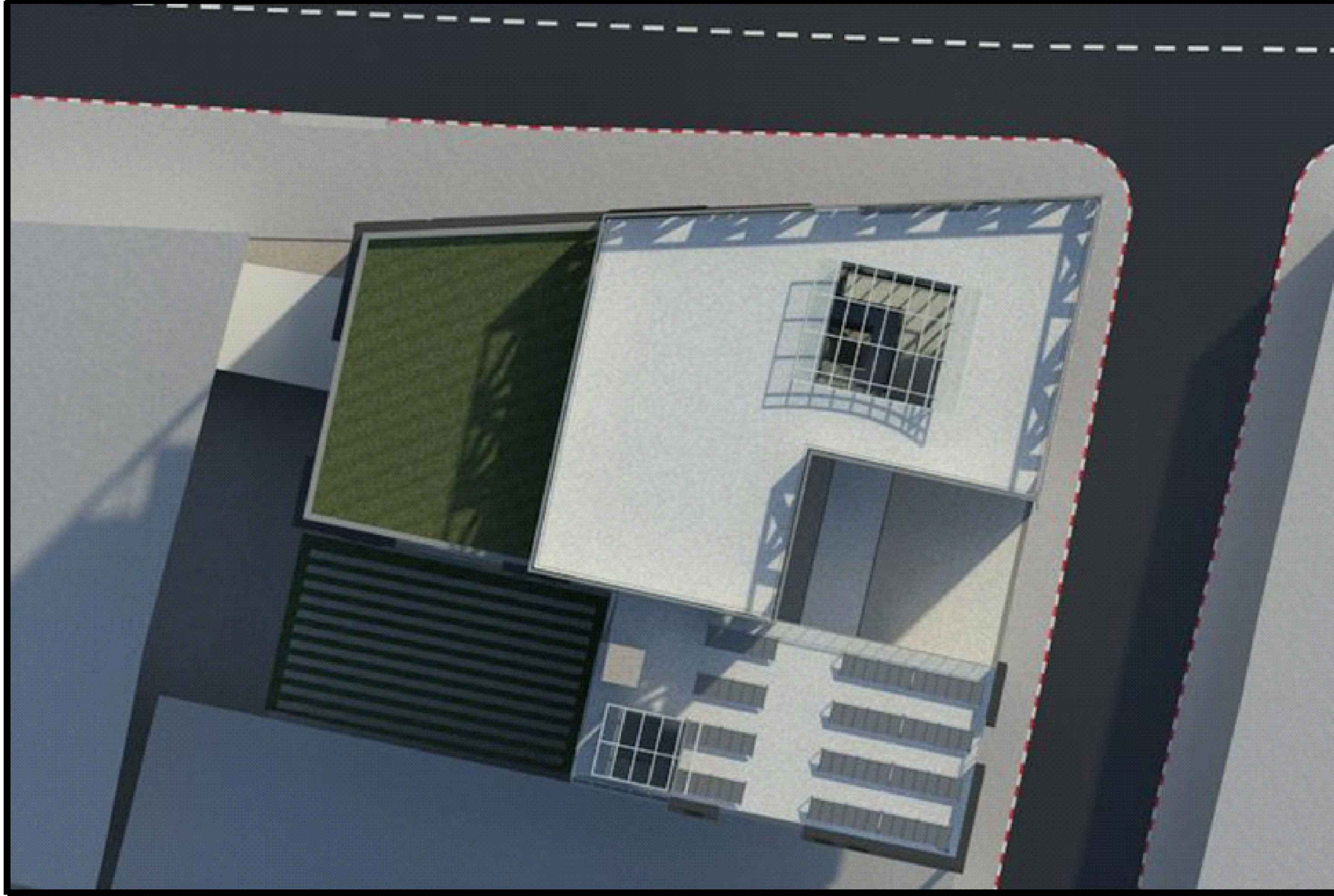
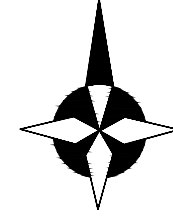
REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



Plan de structure

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

*Nord*



REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Plan masse

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF