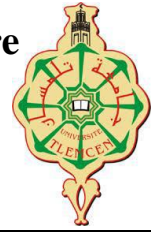




République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCEM
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE
OPTION : Structure & matériaux.

**Les bâtiments de grande hauteur entre le défi
structurel, architectural & environnemental**
Cas : tour multifonctionnelle à Oran

Présenté par :

-ARAB-TANI Aissa

-ZEGNOUNI Abderrezak

Soutenu le 2 Juillet 2017 devant les membres de jury composés de :

Mr	A.ALLILI	MAA	Univ. Tlemcen	Président
Mr	H.TURKI	MAA	Univ. Tlemcen	Examineur
Mme	F.SAIDI	MAB	Univ. Tlemcen	Examinatrice
Mr	H.A BABA HAMED	MAA	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr	I. DIDI	MAB	Univ. Tlemcen	Encadreur

Année académique : 2016-2017

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

J'exprime ma sincère gratitude à mes encadreurs :

- ✓ **Mr BABA HAMED Hadj Ahmed**
- ✓ **Mr DIDI Ilyes**

Pour leurs disponibilités, leurs conseils et leurs aides qui nous ont permis de mener à bien notre projet de fin d'études.

Nous adressons nos vifs remerciements aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur de participer à l'examen de ce travail :

- Président de jury: **Mr. ALLILI.A.**
- Examineurs: **Mr. TURKI.H.A** et **Mme SAIDI.F** et **Mr OUADDAH.F**

Je tiens à remercier également tous mes professeurs pour leurs aides et leurs encouragements tout au long de mes études

Je remercie encore mes parents et tous qui m'ont aidé pour l'élaboration de ce travail et bien sur mon binôme Z.Abderrezak.

Enfin, je remercie tous les enseignants qui ont contribué à ma formation depuis ma carrière universitaire.

ARAB-TANI Aissa

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Ce travail est l'aboutissement d'un long cheminement au cours duquel j'ai bénéficié de l'encadrement, des encouragements et du soutien de plusieurs personnes, à qui je tiens à dire profondément et sincèrement merci.

*Mes sentiments de reconnaissance vont en premier lieu à mes chers encadreurs, Mr **BABA HAMED hadj Ahmed**, ainsi Mr **DIDI ILYES**. Leurs encouragements m'ont beaucoup édifié, et leur encadrement académique et professionnel a toujours été pour moi une lumière pour comprendre un peu plus les merveilles de cette spécialité*

*Mes remerciements s'adressent également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu porter à notre travail en acceptant de faire partie de ce jury. C'est un honneur pour nous d'avoir l'occasion de discuter nos résultats de recherche afin de développer prochainement. En particulier à Mr **ALILI.A** président de jury ainsi qu'à nos examinateurs Mr **TURKLI.H** et Meme **SAIDI.F** .et pour notre invité Mr **OUADDAH F**.*

je remercie également, tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation D'architecture.

*Je remercie particulièrement mon binôme, **ARAB-TANI Aissa**, ce fut un honneur et un plaisir de travailler avec toi pour la finition de ce mémoire, pour tout cela je te dis merci et je te souhaite bonheur et santé et plein de réussit dans le domaine professionnel.*

*Finalement Je tiens à remercier l'ensemble de mes amis et collègues « **DJELTI Hakim, DJERIOU Abderahim, BOUZI, A. HACHMAOUI Mohammed**. pour leurs contributions & ces encouragements durant tous les 5ans.*

ZEGNOUNI ABDEREZZAK

Dédicace :

Je dédie ce mémoire à :

• Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

- À ceux qui ont partagé avec moi les moments les plus durs et les plus beaux de tous mon cursus universitaire, ma famille.

- À tous mes amis et mes collègues pour ces années inoubliables sans oublier M- Moussa l'agent de sécurité qui a prouvé que l'amitié n'a pas de l'âge.

- Mes professeurs du département d'architecture qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

- À tout qui me connaisse de près ou de loin.

ARAB-TANI Aissa

DEDICACES

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance... Aussi, c'est tout simplement que je dédie ce mémoire à :

À mes chers parents : aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Ma mère (Fatiha), qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père(Taher), qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

*A Mes chers **cousins** **cousines** Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.*

A toute ma famille, mon repère et mes étoiles qui me guident à travers ce ciel qui peut prendre parfois des allures sombres, j'atteste à travers ce mémoire mon profond amour pour vous.

*Une spéciale dédicace à cette personne qui compte énormément pour moi, par ces encouragements et ces conseils, À toi **GUENOUN Brahim***

*À mes chers amis : **AIDI Abderahim, GUENOUN Ilyes , LARABI Djamel Edine ,MEBARKI Fethi,&** tous les amis proches de moi ,en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.*

À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PARTICIPÉ A L'ÉLABORATION DE CE TRAVAIL À TOUS CEUX QUE J'AI OMIS DE CITER

ZEGNOUNI ABDEREZZAK

Résumé :

La construction des bâtiments de grande hauteur nécessite une approche intégrée, entre plusieurs disciplines d'ingénierie. L'une des exigences les plus importantes dans le domaine de construction est que l'architecte et l'ingénieur participent aux étapes conceptuelles du projet pour concevoir un bâtiment cohérent. De nos jours, Pour prendre de la hauteur, on a une insuffisance de la discipline d'ingénierie structurelle qui fait partie intégrante de l'architecture, Alors il faut que l'architecte comprenne les concepts structurels et même développer une appréciation générale des Flux des forces appliquées sur les bâtiments.

Actuellement les immeubles de grande hauteur (IGH) restent, malgré les débats qu'ils génèrent, un projet urbain d'actualité dans nombreuses villes confrontées aux problématiques de la densification. Un Grand nombre de projet se tourne aujourd'hui vers le concept des tours multifonctionnelles mieux ancrées territorialement et mêlant bureaux, habitation, commerces et parfois des espaces publics. La mise en œuvre de la mixité urbaine à une échelle aussi fine que celle du bâtiment ainsi que la construction en hauteur ajoute des nouvelles contraintes techniques, architecturales et environnementales. En effet, si le système « tour multifonctionnelle » répond à une recherche de rentabilité –il doit cependant prendre en compte les exigences du développement durable des villes en termes de densité, de mixité des fonctions, de qualité des espaces et qualité de vie, sécurité, confort et d'insertion environnementale.

Au cours de ce progrès technique, les grandes villes algériennes comme « Oran, Alger », présentent une très bonne assiette qui nécessite l'implantation des projets de grande urbanité (projet des tours) pour pouvoir de symboliser le développement marqué dans plusieurs secteurs sensibles comme le secteur : économique, touristique et industriel.

Mots clés :

Structure, Approche intégrée, Ingénierie, Immeubles de grande hauteur,
Multifonction, Techniques, Architecture, Environnement, symbole.

Abstract:

The construction of the tall buildings requires an integrated approach between several disciplines of engineering. One of the most important requirements in engineering is that the architect and the engineer take part at the conceptual stages of the project to design a coherent building.

Nowadays, there is an insufficiency of the discipline of structural engineering which is an integral part of the architecture in order to gain height, so it is necessary that the architect understands the structural concepts and develop a general appreciation of flows of forces applied to the buildings.

Actually, the tall Buildings (GHB), is a modern urban project in many cities- even of the debates that it generates- which are confronted with the problems of the thickening. A Large number of projects turn of the concept of multifunctional towers better anchored today territorially and mixing offices, house, businesses and sometimes public spaces.

The implementation of urban mix adapted on scale, neat as well as the building and the construction in height add new technical, architectural and environmental constraints.

of the urban mix on a scale as fine as that of the building as well as the construction in height add new technical, architectural and environmental constraints.

Indeed, if the "multifunctional tower" system responds to a search for profitability, it must take into account, the requirements of sustainable urban development in terms of density, mix of functions, quality of spaces and quality of life, safety, Comfort and environmental integration.

During this technical progress, Algerian big cities as " Oran, Algiers", present a very good base that requires the implementation of projects of great urbanity (project of the towers) in order to symbolize the marked development in several sensitive sectors like The sector: economic, tourist and industrial.

Keywords:

Structure, Integrated approach, Engineering, High-rise buildings, Multifunction, Techniques, Architecture, Environment, symbol.

المخلص

إنشاء المباني الشاهقة يستلزم إتباع نهج متكامل بين التخصصات الهندسية المختلفة، وتعد المشاركة بين المهندس المعماري والمهندس في المراحل التصميمية لمشروع إنشاء المباني من أهم المتطلبات في مجال الهندسة

في الوقت الحالي ، من اجل الارتقاء في المباني، يوجد لدينا نقص في الهندسة الإنشائية و التي تعد جزء من الهندسة المعمارية ولهذا يجب على المهندس المعماري ان يلم بالمفاهيم و ان يطور التقدير العام للقوى المؤثرة على المباني

حاليا لا تزال المباني الشاهقة ، على الرغم من المناقشات التي تولدها، المشروع الحضري الأنسب في العديد من المدن التي تواجه مشاكل الكثافة. هناك عدد كبير من المشاريع تدور حول مفهوم الأبراج المتعددة الوظائف و التي تجمع بين المكاتب والمسكن والمتاجر والأماكن العامة في بعض الأحيان.

ان تنفيذ مزيج حضري والتشييد العالي يضيف قيود تقنية، معمارية وبيئية جديدة. في حين ان كان "البرج المتعدد الوظائف" يستجيب لمطلب ربحي فعليه يأخذ بعين الاعتبار متطلبات التنمية المستدامة في المدن من حيث الكثافة، تعددية الاستخدامات، نوعية كل من المساحات ، الحياة، السلامة، الراحة والتكامل البيئي

خلال هذا التقدم التقني، المدن الجزائرية الكبرى مثل "وهران، الجزائر العاصمة" تمثل قاعدة جيدة لتنفيذ المشاريع الحضرية الكبيرة (مشروع أبراج) من أجل ترميز التطور الملحوظ في القطاعات الحساسة مثل القطاع: الاقتصادي، والسياحي والصناعي.

الكلمات المفتاحية

البنية، نهج متكامل، الهندسة، المباني الشاهقة، متعدد الوظائف، التقنيات، هندسة معمارية، بيئة، رمز

Table des matières:

Remerciment ARAB-TANI Aissa	I
Remerciment ZEGNOUNI Abderrezak	II
Dédicace ARAB-TANI Aissa	III
Dédicace ZEGNOUNI Abderrezak	IV
Résumé	V
Abstract	VI
المخلص	VII
Table des matières	VIII
Table des illustrations.....	XII
Liste des figures	XII
Liste des tableaux	XVII
Liste des cartes	XVIII
Intoduction.....	1
I- INTRODUCTION GENERALE.....	1
II- MOTIVATION DE CHOIX DU THEME.....	2
III- PROBLEMAIQUE GENERALE	3
IV- HYPOTHESES.....	3
V- LES OBJECTIVES DE RECHERCHE.....	4
VI- DEMARCHE METHODOLOGIQUE	4
CHAPITRE 01 : APPROCHE THEORIQUE	5
1- INTRODUCTION	5
1.1) DEFINITION DE STRUCTURE	5
1.2) La relation entre l’architecture et la structure	5
1.3) Les critères de choix d’une structure	5
1.4) classification des structures.....	6
1.4.1) Classification par rapport des systèmes qui relie la forme avec le contexte de la charge gravitationnelle	6
1.4.2) Classification par rapport les matériaux de construction d’ossature.....	8
1.5) Structure des tours.....	9
1.5.1) Historique.....	9
1.5.2) Les systèmes structurels des tours	10
1.5.2.1) Infrastructure.....	10
a) installation des pieux	10
b) Installation des dalles	11
c) Exemple: la Kingdom Tower	12
1.5.2.2) Superstructure	15
A) Structures intérieures.....	15
a.1)-Système de cadre rigide	16
a.2)-Système de plaque.....	18
a.3)-Les noyaux centraux	21
a.4)-Système de cadre contreventé.....	23
a.5)-Méga colonne.....	25

a.6)-Méga noyaux centraux	26
a.7)-Divers systèmes composites	27
a.8)-Trame stabilisatrice	28
B) Structures extérieures	32
B.1) Système tube	32
b.1) Système cadre- tubulaire.....	33
b.2) Structure grilles diagonal « Diagrid »	38
b.3) L'exosquelette	39
b.4) Système trame en treillis	41
b.5) Système tube en tube	44
b.6) Système tube groupé	46
1.6) Les éléments de structure	49
1.6.1) Les colonnes.....	49
1.6.2) Murs	52
1.6.3) Plancher.....	52
1.7).Les charges considérable dans les bâtiments de grand hauteur	60
1.7.1) Charges de vent.....	60
1.7.2) Charges sismiques.....	63
1.7.3) Charge de gravité	64
1.8) Les systèmes de stabilisation de la structure des tours	65
1.8.1) un damper agissant mécanique	65
1.8.2) Un damper agissant par l'intermédiaire de capteurs de mouvements.....	65
1.8.3) Un damper hydraulique.....	66
1.9) Les systèmes de circulation dans les tours.....	67
1.9.1) Circulation vertical.....	67
1.9.2) Circulation Horizontal	69
1.9.3) Pré-dimensionnements de la circulation	69
1.10) Les nouvelles tendances des bâtiments de grande hauteur	70
1.10.1) Ventilation naturelle.....	70
1.10.2) La lumière	70
1.10.3) L'énergie	71
1.10.4) Les principes d'une Architecture environnementale	71
1.10.5) Conception bioclimatique: « CHAUD-HUMIDE »	72
1.10.6) Conception passive & conception active	73
1.11) Règlementations de sécurité appliquées aux IGH.....	74
1.12) Conclusion	74
CHAPITRE 02 : APPROCHE URBAINE.....	75
2) Analyse de la ville d'Oran	75
2.1) Motivation choix de la ville	75
2.2) Présentation d'Oran	75
2.2.1) Situation géographique	75
2.2.2) Limites territoriales	75
2.2.3) Le climat	76

2.2.4) Infrastructure de base (réseau de transport)	76
2.2.5) Historique et développement de la ville d'Oran	77
2.2.6) Situation démographique	78
2.2.7) La sismicité	79
2.2.8) Topographie	79
2.2.9) Les potentialités d'Oran	80
a) Potentialité touristique	80
b) Potentialités économiques.....	83
c) L'habitat à Oran	88
d) Les potentialités naturelles.....	90
2.2.10) Conclusion	90
CHAPITRE 03 : APPROCHE THEMATIQUE	92
Introduction	92
3.1)- Définition d'un IGH	92
3.2)- La notion de la multi fonctionnalité	93
3.3)- La tour & la notion de la multifonctionnalité	93
3.4)- Définition d'une tour multifonctionnelle.....	93
3.5)- Les différentes fonctions majeures dans le projet	93
3.5.1)- L'affaire	94
3.5.2)- Hôtellerie	95
3.5.3)- L'habitat.....	97
3.6)- Analyse des exemples.....	99
3.7)-Tableaux de synthèse.....	100
3.8)- Contribution théorique à la stratégie d'implantation des tours.....	103
3.8.1)- Critères de base.....	103
3.8.2)- Critères qualitatifs.....	103
3.10)- Motivation du choix de l'aire d'étude	104
3.11)- Analyse comparative entre les 3 sites choisis.....	105
Synthèse	107
CHAPITRE 04 : APPROCHE PROGRAMMATIQUE	108
4.1- Programme de base	108
4.2- Programme spécifique.....	111
CHAPITRE 05 : APPROCHE ARCHITECTURALE.....	121
5.1- Analyse du site	121
5.1.1) Situation du terrain.....	121
5.1.2) Environnement immédiat du terrain	121
5.1.3) Dimensionnement du terrain.....	122
5.1.4) Analyse de l'accessibilité.....	122
5.1.3) Dimensionnement du terrain.....	122
5.1.4) Analyse de l'accessibilité.....	122
5.1.5) Visibilité du terrain	124
5.1.6) Topographie du terrain.....	124
5.1.7) L'état des gabarits du site	125

5.1.8) Circulation autour le terrain	126
5.1.9) Etude d'ensoleillement.....	127
5.1.10) Etude des vents	130
5.2- Genèse du projet	132
5.2.1) Etapes de la genèse	132
5.2.2) Etude de la volumétrie	136
a)- En plan	136
b)- En élévation	137
5.2.3) Les façades.....	138
5.2.4) Formalisation du projet.....	138
5.2.4.1) Accessibilité.....	138
5.2.4.2) Circulation verticale.....	139
5.2.4.3) Circulation horizontale.....	139
CHAPITRE 06 : APPROCHE TECHNIQUE.....	140
6.1- Introduction.....	140
6.2- Technologies utilisés.....	140
6.2.1) Structure.....	140
a) Infrastructure	141
b) superstructure	142
6.2.2) Séparation horizontale.....	144
a) Les planchers.....	144
b) Les planchers techniques	145
c) Les faux plafonds suspendus.....	146
d) Le revêtement des sols	147
6.2.3) Séparation verticale.....	148
a) Les cloisons intérieures	148
b) Les cloisons extérieures (murs rideaux)	153
6.2.4) Circulation verticale aux coeurs des noyaux centraux.....	156
a) Escaliers de secours.....	156
b) Ascenseur.....	156
6.2.5) Système mécanique.....	156
6.2.6) Etude des vents	160
6.2.6.1) Les portes tambours	160
6.2.6.2) Portes techniques	160
6.2.6.3) Vitrage intérieur	162
6.2.7) Eclairage	163
Approche environnementale	166
Conclusion générale	168
ANNEXE	169

Table des illustrations

Les Figures :

Figure 1: Répartition des charges gravitationnelles par rapport la forme	6
Figure 2: Configuration des systèmes structurels liés à la forme	6
Figure 3: HOME INSURANCE.....	9
Figure 4: EMPIRE STATE	9
Figure 5: Al Faisaliah Center, Riyad, Saudi.....	9
Figure 6: Fondations des tours jumelles à New York, photo prise en 1969.....	10
Figure 7: Fondation de la tour Taipei 101 à Taïwan	10
Figure 8: Pieux battus.....	11
Figure 9: Pieux forés simples	11
Figure 10: comportement de la dalle précontrainte dans le cas des tours	11
Figure 11: Pieux et radier du Burdj Khalifa de Dubaï.....	11
Figure 12: Kingdom Tower, Djeddah, Arabie Saoudite.....	12
Figure 13: Infrastructure de la Kingdom Tower, (Radier + Pieux de soutènements).....	12
Figure 14: Plan d'infrastructure de la Kingdom Tower. (Les traits représentent les murs, les cercles représentent les pieux de soutènement).....	13
Figure 15: Les différentes structures intérieures	15
Figure 16: Schématisation d'un cadre rigide.....	16
Figure 17: Richard J. Daley Center, Chicago.....	16
Figure 18: La surrésistance exigée dans cadres rigides	16
Figure 19: Cadres à barres de contreventement concourantes	17
Figure 20: Nishi Shinjuku, Tokyo.....	17
Figure 21: Cadres à barres de contreventement excentrées.....	18
Figure 22: Century Tower, Tokyo.....	18
Figure 23: Les 8 systèmes des plaques.....	18
Figure 24: Systèmes typiques de plancher des dalle-cadres plats	19
Figure 25: Réponse des dalle-cadres plats aux charges latérales : Compatibilité de déplacement entre la dalle et les murs.....	19
Figure 26: 77 West Wacker Drive.....	19
Figure 27: Système des plaques avec colonne	19
Figure 28: Coupe 3D représentative des différents étages et éléments de 77 West Wacker Drive	20
Figure 29: Plans & volumétrie de 77 West Wacker Drive	20
Figure 30: Perspective d'un bâtiment avec un noyau central.....	21
Figure 31: Coupe analytique d'un édifice en noyau central est des dalles en porte-à-faux	21
Figure 32: Le comportement d'un bâtiment avec un noyau central	21
Figure 33: La tour Aspire	22
Figure 34: Coupe représentative du Système structurel de La tour Aspire	22
Figure 35: Dimensionnement des éléments structurants de l'Aspire Tower	22
Figure 36: Coupes et axonométries structurelles de la tour Aspire.....	22
Figure 37: Schématisation d'un bâtiment en cadre rigide avec et sans les murs de contreventement ..	23
Figure 38: Comportement d'un bâtiment avant & après l'addition des murs de contreventement	23
Figure 39: Les composants d'un cadre contreventé	23
Figure 40: Les différentes conceptions du système de cadre contreventé.....	23
Figure 41: Les types des contreventements dans une Toure à un cadre contreventée	24
Figure 42: Seagram Building, New York, 1958.....	24
Figure 43: Conception structurelle du Seagram Building Center.....	24
Figure 44: Schématisation d'un bâtiment avec des méga colonnes	25
Figure 45: Cheung Kong Centre, Hong Kong.....	25

Figure 46: Conception structurelle des différents étages de Cheung Kong Center	25
Figure 47: Schématisation des bâtiments avec un méga noyau central.....	26
Figure 48: HSB Turning Torso, Malmö	26
Figure 49: Conception structurelle du Turning Torso	26
Figure 50: Superposition hélicoïdale des plans du Turning Torso	27
Figure 51: Schématisation d'un bâtiment conçu avec des divers systèmes composites.....	27
Figure 52: Tube cellulaire avec les cadres intérieurs de vierendeel	28
Figure 53: Schématisation d'un bâtiment composant d'une trame stabilisatrice	28
Figure 54: Les procédures d'implantation d'une trame stabilisatrice	28
Figure 55: Interaction ente le noyau et la trame stabilisatrice	29
Figure 56: Outrigger au niveau du noyau central	29
Figure 57: Les tours jumelles Petronas, Kuala Lumpur	29
Figure 58: Conception structurelle du Petronas	30
Figure 59: Trump International Hotel & Tower, Chicago.....	30
Figure 60: International commerce Center (ICC), Hong Kong.....	31
Figure 61: Zifeng Tower, Nanjing, Chine.....	31
Figure 62: Structure extérieur.....	32
Figure 63: plans et perspective schématique d'une trame tubulaire.....	33
Figure 64: Les effets de cisaillement en structure de tube	34
Figure 65: Distribution d'effort axial dans un tube creux carré avec et sans le pied de cisaillement	34
Figure 66: Configurations de la partie inférieur qui rassemble le rez-de-chaussée et la partie supérieur dans le système trame tubulaire.....	35
Figure 67: Tours 1 et 2 du World Trade Center	35
Figure 68: plan représentatif d'un cadre structural.....	36
Figure 69: Elévation partielle du cadre extérieur montrant la construction du module de paroi extérieure.....	36
Figure 70: Longeron de plancher avec détail des raccords d'extrémité.....	37
Figure 71: Répartitions des colonnes de branchement dans le World Trade Center Towers, N.Y	37
Figure 72: schéma explicatif d'une structure en grilles de diagonal « Diagrid »	38
Figure 73: Swiss Re (30 St Mary Axe) Londres, England	38
Figure 74: schéma présentatif des différents éléments constituent un système « Diagrid »	39
Figure 75: Hôtel de las Artes Barcelona, Espagne	40
Figure 76: schéma présentatif d'un bâtiment effectué par un système polycentrique constitué de 3 modules verticaux.....	40
Figure 77: La configuration des entretoises diagonales à l'extérieur d'un IGH.....	41
Figure 78: Conception tubulaire avec diagonales extérieures en acier ou composite ou B.A.....	42
Figure 79: Le centre Onterie à Chicago, Etats unis.....	43
Figure 80: Section Nord-Sud présente les différentes fonctions dans le centre d'Onterie à Chicago ...	43
Figure 81: Détail du panneau de remplissage en diagonale	43
Figure 82: Plan du centre Onterie à Chicago, Etat unis 1986.....	44
Figure 83: Plan et perspective représentative du Système tube en tube	44
Figure 84: Riviera TwinStar Square, Shanghai, chine	45
Figure 85: plan des 2 tours de Riviera TwinStar Square, Shanghai, chine	46
Figure 86: Schéma de tubes groupés	46
Figure 87: Tube groupé: plan schématique	47
Figure 88: la Tour Sears - Tour Willis, Chicago, Illinois, États-Unis	47
Figure 89: La tour Willis Tower, Chicago, Etats unis, 1974	48
Figure 90: présentation des Colonnes marchantes	50

Figure 91: Les composants d'un plancher.....	52
Figure 92: Diagramme de système structurel, Fazlur R. Khan	59
Figure 93: Circulation du vent autour des bâtiments.....	61
Figure 94: Profils de vitesse du vent tel que définis dans l'ASCE 7-05	62
Figure 95: Le comportement d'un bâtiment de grande hauteur durant un séisme	63
Figure 96: Représentation schématique des forces sismiques.....	63
Figure 97: Schéma présentatif d'un damper mécanique	65
Figure 98: Damper agissant par l'intermédiaire de capteurs de mouvements.....	65
Figure 99: «Tuned Mass Damper» de la tour Taipei 101 de C	66
Figure 100: Schéma Explicative d'un damper hydraulique	66
Figure 101: Schéma présentatif de La stratégie du transport vertical dans les tours.....	68
Figure 102: Plan de réseau de transport vertical dans 3 bâtiments distingue	68
Figure 103: Différents plans de circulation horizontale dans les tours	69
Figure 104: Commerzbank / Frankfurt (Allemagne) / 1997 / Norman Foster	70
Figure 105: Relation entre la forme et l'ensoleillement	70
Figure 106: panneaux photovoltaïques & Eoliennes entre deux tours à Bahreïn.....	71
Figure 107: Cambridge City Hall	71
Figure 108: Tour de Pékin, améliore son efficacité énergétique avec une façade en verre trapézoïdal	72
Figure 109: Jardin du ciel,	72
Figure 110: Gratte ciel en bois,	72
Figure 111: La tour en spirale,	72
Figure 112: Tours au littoral d'Abu Dhabi (Chaud-humide).	73
Figure 113: La conception passive par rapport à la conception active.....	73
Figure 114: Livre 1 du CCH français	74
Figure 115: Diagramme de la température et de la précipitation	76
Figure 116: Les données climatiques à Oran	76
Figure 117: Vue sur les trains d'Oran	77
Figure 118: Aéroport Senia	77
Figure 119: Port d'Oran	77
Figure 120: Répartition de la population occupée par secteur d'activité	78
Figure 121: Carte topographique de la région oranaise.....	79
Figure 122: Les différents secteurs de la ville d'Oran.....	80
Figure 123: Evolution des PME oranaises 2007-2010	85
Figure 124: Ardis : vue intérieure	87
Figure 125: Ardis : vue extérieure.....	87
Figure 126: UNO : vue intérieure.....	87
Figure 127: UNO : vue extérieure	87
Figure 128: Les différentes fonctions mises en considération dans le projet	91
Figure 129: Un IGH selon le C.H.H.....	92
Figure 130: La méthode de détermination d'une tour multifonctionnelle.....	93
Figure 131: Centre d'affaires METZ - SEBASTOPOL.....	94
Figure 132: Cellules des bureaux en 3 zones	95
Figure 133: Très grande salle de bureau.....	95
Figure 134: Bureau modulable	95
Figure 135: Plan typique pour des Bureaux collectifs.....	95
Figure 136: Une chambre d'hôtel à Ohio.....	96
Figure 137: Les différentes typologies de l'habitat.....	97
Figure 138: Les différentes caractéristiques de l'habitat collectif.....	98

Figure 139: Les différents politiques d'habitat promotionnel en Algérie	99
Figure 140: Les critères du choix d'un terrain	103
Figure 141: Croissance de l'urbanisation de l'agglomération d'Oran, de 1966 à 2015	104
Figure 142: Carte du nord-est d'Oran qui englobe les 3 terrains choisis	105
Figure 143: Schéma des grandes fonctions prévues pour une tour multifonctionnelle	108
Figure 144: Situation du terrain d'intervention par rapport à Oran.....	121
Figure 145: Carte de l'environnement immédiat du terrain.....	121
Figure 146: l'environnement immédiat du terrain d'intervention	122
Figure 147: Dimensions intérieures & périphériques du terrain d'intervention.....	122
Figure 148: Axe principaux d'accessibilité au site au niveau globale de la ville.....	123
Figure 149: Accessibilité au site d'intervention	123
Figure 150: Visibilité du terrain	124
Figure 151: Levée topographique	124
Figure 152: Coupe AA	125
Figure 153: Coupe BB.....	125
Figure 154: Etat des hauteurs au site.....	126
Figure 155: La façade urbaine de la falaise.....	126
Figure 156: Circulation mécanique & piétonne autour du terrain.....	127
Figure 157: Diagramme solaire par rapport le terrain d'intervention en mois de décembre.....	127
Figure 158: Diagramme solaire du site d'intervention	128
Figure 159: Diagramme solaire des masques proches (Décembre)	128
Figure 160: Diagramme solaire par rapport le terrain d'intervention en mois de juin	129
Figure 161: Diagramme solaire des masques proches (Juin)	129
Figure 162: Qualité d'enseillement du site par rapport les angles d'orientation.....	130
Figure 163: Roses des fréquences de vent d'une attitude de 50m du sol.	131
Figure 164: profil de vitesse mensuelle du vent.....	132
Figure 165: profil de vitesse journalière du vent.....	132
Figure 166: carte d'accessibilité & circulation.....	133
Figure 167: Schéma de structure d'implantation du projet	133
Figure 168: Zoning en plan	134
Figure 169: Schéma du principe de base.....	134
Figure 170: Schéma d'organigramme spatial.....	135
Figure 171: Zoning en élévation.....	135
Figure 172: Phase 1	136
Figure 173: Phase 2	136
Figure 174: Phase 3	136
Figure 175: Phase 4	136
Figure 176: Volume de base.....	137
Figure 177: Extruder, tailler & Rétrécir le volume de base.....	137
Figure 178: Volume primaire (effet du vent conventionnel à 100 Km/h).....	137
Figure 179: Effet du vent conventionnelle à 100 Km/h sur le volume modifié	137
Figure 180: Unité, continuité & homogénéité de la volumétrie	137
Figure 181: Suivre les mêmes caractéristiques d'un édifice symbolique d'Oran	137
Figure 182: les façades du volume final.....	137
Figure 183: Schéma explicatif des différentes étapes de la conception de la façade	138
Figure 184: Façade principale du projet.....	138
Figure 185: modélisation de la structure en 3D.....	140
Figure 186: Assemblage de repérage structurel	140

Figure 187: Coupe de ferrailage des voiles du soutènement.....	141
Figure 188: Circulation mécanique & piétonne autour du terrain.....	141
Figure 189: Détaille technique du « SKY-Bridge » au niveau du SKY-LOBBY.....	144
Figure 190: Schématisation d'un plancher collaborant.....	144
Figure 191: Composants planchers techniques.....	145
Figure 192: Installation & exemples des planchers techniques.....	145
Figure 193: Composants du faux plafond suspendu.....	146
Figure 194: Installation des faux plafonds suspendus.....	146
Figure 195: Exemples des faux plafonds suspendus.....	147
Figure 196: Exemples des différents revêtements des sols choisis pour notre projet.....	148
Figure 197: Cloison séparative à simple parement.....	149
Figure 198: Cloison séparative à double parement.....	149
Figure 199: Cloison séparative à âme alvéolaire.....	149
Figure 200: Schématisation des différents types des cloisons sèches.....	150
Figure 201: Cloisons humides.....	150
Figure 202: Types des cloisons décoratives choisies pour notre projet.....	151
Figure 203: principe des cloisons interactives.....	151
Figure 204: Distribution des cloisons dans un logement type F4.....	152
Figure 205: Panneaux de façade.....	153
Figure 206: Mur rideau.....	153
Figure 207: Schématisation d'un mur rideau à double vitrage.....	153
Figure 208: Mur rideau (verre à couche).....	154
Figure 209: Comportement optique de verre à couche.....	154
Figure 210: Performance de verre à couche en double vitrage.....	154
Figure 211: Isolants acoustiques de verre à couche en double vitrage.....	155
Figure 212: Présentation du mécanisme du double vitrage.....	155
Figure 213: Dimensionnement & composants des escaliers de secours utilisés.....	156
Figure 214: Ascenseur type « machine-Roomless ».....	156
Figure 215: Les Systèmes mécaniques dans les IGH.....	157
Figure 216: Schéma d'unité de climatisation (AHU).....	157
Figure 217: Schéma des unités de climatisation spécialisées pour les étages supérieurs.....	157
Figure 218: Schématisation du Système de distribution d'air localisé.....	158
Figure 219: Schématisation du Système de distribution du plancher supérieur.....	158
Figure 220: Distribution de l'air conditionné par les diffuseurs périphériques du plancher supérieur à travers les fenêtres du mur.....	159
Figure 221: Utilisation des Systèmes (VAV) aériens.....	159
Figure 222: Elévation du porte.....	160
Figure 223: présentation du porte tambour (état régulière).....	160
Figure 224: présentation du porte tambour cas d'urgence.....	160
Figure 225: Portes tambours.....	160
Figure 226: Exemples des portes techniques.....	161
Figure 227: Principe & composants des portes pare-feu.....	162
Figure 228: Performance du vitrage de nos boutiques.....	162
Figure 229: Performance du vitrage (PVB).....	162
Figure 230: Niveau de bruit : échelle en décibels.....	162
Figure 231: Consommation énergétique dans les IGH.....	163
Figure 232: Rayon de lumière directe.....	163
Figure 233: Rayon de lumière directe du projet.....	163

Figure 234: Détail technique des réflecteurs de la lumière	164
Figure 235: les 2 types des Réflecteurs de lumière	164
Figure 236: profondeur de la lumière avec & sans réflecteur	164
Figure 237: Eclairage direct.	165
Figure 238: Eclairage indirect	165
Figure 239: les 4 éoliennes du projet final	166
Figure 240: La tour vivante à Rennes.....	166
Figure 241: Grille des cellules photovoltaïques de notre projet.....	166
Figure 242: The-Hague-central-station-benthem- Pays-Bas	167
Figure 243: Détail technique du vitrage sud.....	167

Tableaux :

Tableau 1: Classification des structures par rapport la forme	7
Tableau 2: Classification des structures par rapport les matériaux d'ossature	8
Tableau 3: Calculs sur les différents types de la fondation pour les IGH.....	14
Tableau 4: comparaison entre l'efficacité de différentes formes des colonnes	51
Tableau 5: tableau récapitulatif des systèmes structurels des bâtiments de grande hauteur.....	58
Tableau 6: Dimensions nominales standard de bois de charpente pour prévoir les charges de gravité	64
Tableau 7: L'évolution de l'espace habité dans l'agglomération oranaise.....	78
Tableau 8: Les hôtels classés à Oran.....	81
Tableau 9: Les Z.I d'Oran	83
Tableau 10: Les entreprises d'Oran inscrites au CNRC.....	83
Tableau 11: L'évolution du Nb des sociétés à Oran.....	83
Tableau 12: Nb de sociétés des secteurs des industries du BTPH à Oran.....	83
Tableau 13: Taux de croissance des PME privées à Oran	84
Tableau 14: Les montants d'investissement dans chaque secteur	84
Tableau 15: Le totale du foncier des zones d'activité d'Oran	84
Tableau 16: Evolution des PME oranaises 2007-2010.....	85
Tableau 17: Evolution du parc logements dans l'agglomération oranaise (1966 à 2008).....	88
Tableau 18: La production immobilière dans l'agglomération oranaise jusqu'en 2008	88
Tableau 19: Perspectives de l'habitat à l'horizon 2015	88
Tableau 20: Estimation du TOL de l'agglomération Oranaise.....	89
Tableau 21: Principaux engagements par catégorie d'Hôtel	96
Tableau 22: Tableau comparatif entre les programmes de base des exemples étudiés	100
Tableau 23: Tableau comparatif entre l'architecture des exemples analysés	101
Tableau 24: Tableau comparatif entre les systèmes structurels des exemples	102
Tableau 25: étude comparative des 3 terrains choisis	106
Tableau 26: évaluation des terrains par rapport les critères du choix du site	107
Tableau 27: Programme de base.....	110
Tableau 28: Programme spécifique détaillé	111
Tableau 29: Caractéristiques des vents (Front de mer, Oran, Algérie).	130
Tableau 30: Caractéristiques du vent du site choisi	131
Tableau 31: Les différentes caractéristiques des éléments structurels des joints (de 1 à 6).	142
Tableau 32: Les caractéristiques des éléments structurels du 7e joint & les couronnements.	143
Tableau 33 : Directives de stockage des verres à couches	155
Tableau 34 : La consommation électrique spécifique d'un appartement de type F4 constitué avec des murs rideaux	167

Carte :

Carte 1: Situation d'Oran	75
Carte 2: Les frontières de la wilaya d'Oran.....	75
Carte 3: Le réseau routier à Oran	76
Carte 4: Le développement chronologique de la ville d'Oran.....	78
Carte 5: Carte de classification des zones sismiques.....	79
Carte 6: L'emplacement des hôtels du Tableau 9.1, dans la ville d'Oran.....	82
Carte 7: L'emplacement des hôtels du tableau 9.2, dans la ville d'Oran	82
Carte 8: Carte présentative d'emplacement des bureaux d'affaires dans la ville d'Oran.....	86
Carte 9: L'emplacement des centres commerciaux de la ville d'Oran.....	86
Carte 10: L'emplacement des centres de loisir à Oran	87
Carte 11: TOL de l'agglomération Oranaise	89

Introduction

I) Introduction générale :

L'avenir se dessine sous forme d'un progrès technologique incluse dans plusieurs disciplines. Aujourd'hui on assiste une révolution technologique, induite par plusieurs moyens qu'ils ont bouleversé ces dernières années notre mode de vie.

Dans XXI^e siècle, les constructions sont devenues de plus en plus très complexes, car les exigences des bâtiments sont augmentées au détriment du développement des techniques, des instruments et des matériaux de construction.

Actuellement, un grand regard concentré sur tous les éléments de structure dans l'œuvre architectural qui permettent non seulement de créer des formes , mais aussi de développer un nouveau langage formel et esthétique

L'une des exigences les plus importantes dans l'ingénierie est que l'architecte et l'ingénieur participent aux étapes conceptuelles du projet afin de concevoir un bâtiment cohérent économique et rentable.

Bien qu'il y ait une prise de conscience générale au sein de la communauté architecturale au sujet du concept de prime pour la hauteur, on a une insuffisance de la discipline d'ingénierie structurale qui fait partie intégrante de l'architecture, principalement parce que les informations techniques nécessaires ne sont pas accessibles sous une forme concise. Cependant, il faut que l'architecte comprenne les concepts structurels. Même dans l'environnement architectural il est nécessaire que les architectes doivent apprendre à concevoir et à analyser des éléments structurels et même développer une appréciation générale des Flux de forces appliquée sur les bâtiments, Donc, la construction du bâtiments de grande taille nécessitent une approche intégrée, avec la nécessité pour diverses disciplines d'ingénierie de coexister efficacement dès le début du projet.

«L'architecture, ..., correspond à l'union équilibrée et fragile des techniques constructives, des usages et de l'art»8 Thierry Paquot ».

L'étude préalable des tours, Consiste à comprendre les forces, les sollicitations et les possibilités structurelles pour pouvoir d'arriver à la conception final, Par suite, l'application à la recherche des formes et structures qui, peut-être plus que dans tout autre type de bâtiment, sont les points stratégiques qui fonderont la base d'un bon projet d'architectural, d'autre part, la forme, la planification des espace , la typologie, la circulation et les techniques sont dans ce cas, étroitement liés, prennent des dimensions inhabituelles, et sont tenues aux décisions précoces d'ordre structural.

La logique dans laquelle cet énoncé est rédigé n'est pas la présentation des formes les plus nouvelles et complexes, mais plutôt la compréhension fondamentale de l'objet par une approche systématique et typologique du plus général au plus précis: de l'étude de la forme, passant par le concept structural et les systèmes de structures périphériques, pour finir par l'étude des systèmes techniques (ascenseurs, circulations, ventilation).

L'architecture des tours, comme toutes les autres formes de projets, veut apporter des solutions à des problèmes fonctionnels (offrir des lieux d'habitation, des surfaces de bureaux, des services) mais elle cherche tout autant, et de manière parfois exacerbée, à symboliser les dernières évolutions de la société, ses d'événements et leur désir de communication direct avec la société. Comme tout projet de ce type, elle montre des réussites et doit supporter certains échecs, qui ne sont pas sans conséquences sur la vie des gens.

L'apparition de la tour et de ses caractéristiques typologiques sont liées à l'apparition du programme de bureaux. Il est important de se poser la question de la typologie adaptée à cette «nouvelle» forme de programme qu'est la mixité, ou plutôt «**la de la multiprogrammation**».

Que représente en définitive la mixité, quelle proposition d'urbanité? Celle-ci repose d'une certaine manière sur l'idée «d'une ville verticale», de la continuité de l'hybridité urbaine dans le bâtiment, la rue passe de l'horizontale à la verticale, et l'édifice devient un morceau de ville, à l'instar d'un quartier

La mixité programmatique implique intrinsèquement la possibilité d'une certaine complexité structurale, chaque programme ayant une spatialité, des proportions et des charges propres. Un bâtiment mixte doit pouvoir articuler différentes échelles programmatiques et proposer une structure qui unifie du point de vue architectural, lors que la tour, mixte, peut être pensée comme un ensemble structurel ou une méga-structure verticale qui joue un rôle essentiel tant dans l'expression que du point de vue technique.

Actuellement, et au cours de ce progrès technique plusieurs villes algériens notamment Oran, Alger, présente une très bon assiette qui nécessite des projets de grand urbanité (projet des tours) afin de symboliser le développement marqué dans plusieurs secteur sensible comme le secteur : économique, touristique et industriel.

II) Motivation choix de thème :

Les ouvrages de grande hauteur sont parfois définis comme étant des bâtiments de plusieurs étages. C'est maintenant et ce continuera incessamment d'être dans l'avenir un sujet de discussion que de savoir quels sont les mérites respectifs, des différents points de vue économiques, esthétiques et fonctionnels

Différentes raisons peuvent être à l'origine de la construction d'un bâtiment de grande hauteur, d'un part :

- le désir d'utiliser plus rationnellement le terrain, c'est-à-dire d'avoir une meilleure rentabilité de la surface bâtie afin d'atteindre une meilleure gestion du foncier surtout dans les grandes villes « Oran, Alger, Constantine.. » donc l'économie de ces constructions sera un fait assuré.

- d'autre part la recherche d'un effet de prestige, symbolisation et de publicité (élément de repère).

- la recherche d'une rationalisation du fonctionnement des services publics: l'eau, l'éclairage, les égouts etc. ...,

- .Assurer les principes du développement durable par une meilleure gestion énergétique et des ressources naturelles.

- le désir de changer l'image typique de nos villes qui présente un défi pour l'architecte et les ingénieurs par la rénovation des systèmes constructifs classiques utilisés actuellement

III) Problématique générale :

La construction des immeubles de grande hauteur (IGH) reste, malgré les débats qu'elle génère, un projet urbain d'actualité dans des nombreuses villes confrontées aux problématiques de la densification. Dès le XVII siècle jusqu'à nos jours, Le monde entier atteint une grande évolution technologique qui touche les différents systèmes constructifs, commençant par la construction avec des bloc de pierre (HOME INSURANCE, Chicago) et fini par des constructions métallique & en béton (burj Khalifa Dubaï...).

Au cours de ce progrès technique, Nos villes n'ont pas encore assisté à ce développement qui englobe les systèmes structurels, les outils, et les matériaux. Par contre voient l'utilisation progressive des systèmes très classiques, qui ne convient pas à la hauteur de ce qu'il atteint les pays développés actuellement, et cela en raison d'une mauvaise maîtrise que de savoir-faire par les architectes ,les ingénieurs ou d'autres intervenants dans la conception du bâtiment, alors la question qui se pose ici

Quels sont les impacts de l'évolution technologique sur les matériaux et les éléments de structure qui permet de créer une grande urbanité en hauteur?

Actuellement, La popularité dont jouissent les structures de grande hauteur dans le monde entier fait d'elles un thème d'actualité.

Les bâtiments de grande hauteur sont construits que depuis un siècle mais l'amélioration de la qualité des matériaux choisis, les outils, les techniques et les principes constructifs fait un sujet de nouveauté parce que la communauté architecturale a une compréhension insuffisante de la discipline d'ingénierie structurale qui fait partie intégrante de l'architecture, principalement parce que les informations techniques nécessaires ne sont pas accessibles ou sous une forme concise.

Aujourd'hui on construit des bâtiments de toutes formes et de toutes hauteurs et cela, malgré des contraintes de résistance, de sécurité et d'économie. Alors la question qui se pose ici est:

Quelles sont les solutions formelles et techniques pour prendre plus de hauteur en toute efficacité, sécurité & durabilité ?

IV) Hypothèses :

* les bâtiments de grande hauteur dépendent d'une structure spéciale ou méga structure avec l'adaptation de la forme par rapport le contexte pour permettre à résister aux différentes contraintes

* Réinventer des alternatives durables sous plusieurs choix y compris les bâtiments a base consommation énergétique, bâtiments à énergie positive, bâtiments auto-suffisants... .

V) Les objectifs de recherche :

- * Connaitre les différents matériaux et systèmes structurels qu'ils ont influencé l'objet architectural.

- * Assister à tous les aspects de la conception des bâtiments de grande hauteur jusqu'à arriver aux détails techniques,

- * Fournir une conception architecturale durable à faible consommation énergétique qui contient une idée d'utilisation des énergies renouvelables

VI) Démarche méthodologique

Notre travail de recherche vise à effectuer une étude très poussée sur 3 grands cotés : en ce qui concerne l'aspect architectural, structurel & environnemental, Ces aspects sont les grands défis pour une construction en hauteur

Alors, pour cela notre travail engendra la démarche suivante :

- **Une approche introductive** : dans laquelle on essayera d'introduire notre thème de recherche afin de sortir par une problématique & des hypothèses pour bien orienter notre travail de recherche.
- **Une approche théorique** portée sur les connaissances du thème en général et pour l'option plus précisément (structure et matériaux), où on a étudié les différents systèmes structurels en général, puis par rapport les IGH avec les différentes contraintes liées à ce dernier.
- **Une approche urbaine** : Afin de sortir des différents déficiences de la ville pour projeter un projet bien défini par rapport les besoins de la ville, cette approche est finie par le choix du site d'intervention.
- **Une approche thématique** traduite par l'étude des thématiques liées à la fonction choisie puis l'analyse des exemples pour arriver à comprendre le principe de fonctionnement.
- **Une approche programmatique** consiste à interpréter les besoins qualitatifs et quantitatifs du projet.
- **Une approche architecturale** Touche l'ensemble des données pour la formalisation du projet.
- **Une approche technique** Où on a passé d'une grande échelle a une petite échelle.
- **Une approche environnementale** : Vise à étudier et appliquer les différentes alternatives pour un projet durable à faible consommation énergétiques.

Chapitre : I

Approche théorique

INTRODUCTION :

La structure est la colonne vertébrale du bâtiment et l'élément essentiel qui assure le maintien de l'intégralité de la construction. Dans ce chapitre on va étudier tout d'abord les différentes avancées techniques et les systèmes structurels au cours du temps en général puis pour les bâtiments de grandes hauteurs, ensuite, les contraintes physiques considérables durant la conception afin d'assurer le confort des occupants et la sécurité de l'édifice. On a étudié par la suite les principes fonctionnels de la circulation et de la vie dans un gratte-ciel.

1.1) DEFINITION DE STRUCTURE :

En générale, la structure est une manière dont les parties d'un tout sont arrangées entre elles, ou une organisation des parties d'un système, qui lui donne sa cohérence et en est la caractéristique permanente.

En architecture, la structure est une constitution, disposition et assemblage des éléments d'un bâtiment, et plus spécialement des éléments actifs qui forment son ossature.¹

L'ossature est un système permettant le transfert des différentes forces appliquées au bâtiment jusqu'au sol où elles s'équilibrent. Elle permet d'assurer à la construction son indéformabilité, donc sa solidité et sa stabilité.²

1.2) La relation entre l'architecture et la structure :

La conception détaillée d'une structure est effectuée par des ingénieurs, mais la forme générale d'une structure est déterminée par celle du bâtiment qu'il soutient, donc elle est effectuée principalement par des architectes. Cela soulève la question de la mesure dans laquelle l'architecte devrait être préoccupé par des considérations structurelles pour déterminer la forme et la disposition générale d'un bâtiment. Alors, relations possibles entre la structure et l'architecture peut être résumée dans quatre grandes catégories :

Structure ignorée & structure acceptée & structure symbolisée & structure de haute technologie.³ (Pour plus de détails voir l'annexe).

1.3) Les critères de choix d'une structure :

Il est important de reconnaître que le processus de la conception structurelle est pas tant d'invention comme l'un des choix et l'adaptation. Les nouvelles structures sont des versions de formes structurelles de base qui sont évoluées dans la pratique. Donc plusieurs facteurs sont concernés pour un meilleur choix d'une structure parmi lequel :

Le facteur d'échelle & L'effet du coût & Aménagement interne & Traitement des façades.⁴ (Pour plus de détails voir l'annexe).

¹ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/structure/74918>.

² <https://fr.wikipedia.org/wiki/Structure>.

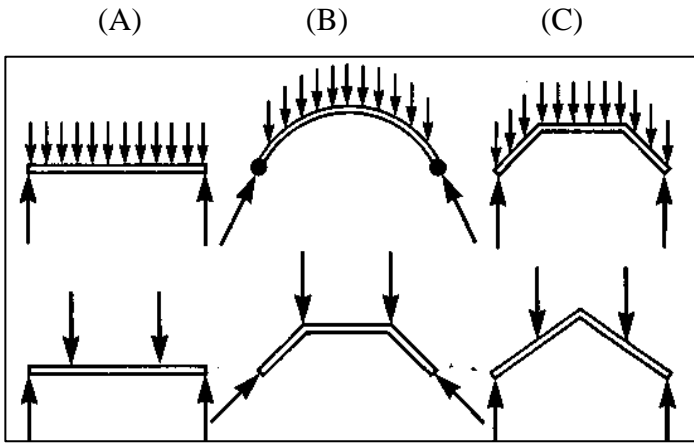
³ Structural design for architecture, ANGUS J MACDONALD ,page 24-33

⁴ Structural design for architecture, ANGUS J MACDONALD page,34-40

1.4) Classification des structures :

Les systèmes structurels sont classés par rapport au plusieurs critères :

1.4.1) Classification par rapport des systèmes qui relie la forme avec le contexte de la charge gravitationnelle : Ces systèmes se divisent en trois grandes catégories :



- (A) **Système Forme non-active** (contrainte de flexion seulement).
- (B) **Système Forme active** (contrainte axiale seulement).
- (C) **Système Forme semi- active** (combinée flexion et axiale).

Fig. 1 : Répartition des charges gravitationnelles par rapport la forme ⁵

Les différents systèmes structurels liés à la forme (répartition des charges) :

- Forme active :

- Structure en coque
- Structure en voûtes
- Structure en dôme
- Structure tendue

-Forme semi active :

- structure légère
- structure tridimensionnelle
- structure plissée

-Forme non active :

- Structure en portique

Simple	Poutre en bois	Dalle en béton
	Améliorée	Poutre en acier Poutre évidée en acier Poutre en treille bidimensionnelle Dalle de gaufrette en béton Tôle pliée en acier ou béton Panneaux de peau stressés Trame tridimensionnelle
Simple	Portique en bois lamellé	
Améliorée	Portique treillis	
	Arc ou dôme Câble ou membrane tendu	

Fig. 2 : Configuration des systèmes structurels liés à la forme ⁵

⁵ Structural design for architecture ,ANGUS J MACDONALD ,page237

La structure	Définitions	Exemples	
Coque	La coque appartient à la famille des surfaces structurales qui comprend les membranes, les surfaces plissées. la portée du 20-150m		Opéra de Sydney
Structure en dôme	En architecture, un dôme géodésique est une structure sphérique, ou partiellement sphérique, en treillis dont les barres suivent les grands cercles (géodésiques) de la sphère	Usine de recyclage de paris	
Structure en voûtes	Dans ce cas, deux dimensions dominent sur la troisième, le matériau étant toujours éventuellement incapable de reprendre de la traction suivant de son plan tangent la portée du 10-500m		Aquarium de Valence
Structure légère	Les structures légères sont des structures où l'on cherche à éliminer les sollicitations de flexion et à transmettre directement les charges appliquées aux appuis en mobilisant les matériaux en traction et en compression. Ex : Les structures suspendues, Les structures sous-tendues, Les membranes tendues...etc.	Centre Renault de Swindon (N Foster)	 
Structure plissée	la structure plissée est constituée à parois minces dont les arêtes en règle générale. On utilise des éléments plans qui se coupent suivant des arêtes rectilignes ; il est également possible de créer des structures plissées au moyen d'éléments courbent la portée du 10-150m		Salle de conférence de l'UNESCO de Paris
Structure des tours -BATIMENTS DE GRANDE HAUTEUR-	bâtiment de grande hauteur peut être composé d'un noyau dur en béton et d'une ramification de poutres pour créer les étages ou créer un réseau uniforme d'éléments métalliques qui vont composer la charpente et qui dans leurs ensemble vont former et le noyau et la structure des planchers		Les tours jumelles de Guangzhou
Structure tridimensionnelle	Il s'agit de structures composées de barres liées par des articulations ou des rotules à leurs extrémités et chargées seulement aux nœuds, de telle façon que tout élément de l'ensemble ne soit que comprimé ou tendu. Avec le terme « treillis » L'assemblage en treillis permet de construire des structures complexes en partant d'éléments simples comme les barres. la portée du 15-120m		Treillis spatiaux Gare de Satolas
Structure composée de portiques	Une structure composée de portiques obtenue par la répétition des éléments, qui permet de créer un espace abrité et éventuellement des étages, La fonction structurelle du portique est égale à celle d'un trilithe ou d'une arche, on distingue : Poteau-poutre et murs porteurs et les voiles... la portée du 3-40m		Bâtiment multi étages en poteau-poutre

Tableau 1 : Classification des structures par rapport la forme⁶

⁶ Tableau réalisé par les étudiants –référence « Structure and Architecture .Angus J. Macdonald, page 46,

1.4.2) Classification par rapport les matériaux de construction :

Cette classification est basée sur la nature des matériaux de construction et d'ossature⁷ :

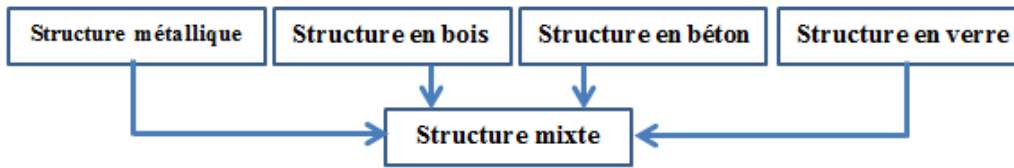


Schéma présentatif des différentes structures selon les matériaux de construction⁸







structure	Définitions	Exemples
Structure métallique	Les structures métalliques regroupent l'ensemble des disciplines visant à utiliser toutes formes de métaux quels que soient les métaux et quelle que soit leur forme.	 stade Amazonas à Manaus
Structure en bois	Le système constructif de l'ossature bois consiste à ériger une trame régulière et faiblement espacée, de pièces verticales en bois de petites sections, les montants, et de pièces horizontales hautes, basses et médianes, les traverses et entretoises. On distingue: -GRIDSHELLS : Les structures réticulées. -Bois lamellé-collé : ou BLC	 Séville, la belle gourmande Veronica Pérez  Stade intérieur TELUS-Université Laval
Structure en verre	Ce système est un système de vitrage pour des applications extérieures sur base de verre qui peut être feuilleté ou trempé pour augmenter la sécurité.	 Bank de Berlin FG  Kapsark mosquée au Ryad
Structure en béton armé	Toute structure conçue par la combinaison entre l'acier et le béton qui le couvrent au moment où les 2 matériaux ont le même coefficient de ductilité	 constructions en béton armé
Structure mixte	Les structures mixtes ont la particularité de grouper plusieurs éléments qui sont assemblés. Chaque élément joue son rôle dans la structure, associé aux autres éléments de la structure, il permet la stabilité de l'ensemble en se comportant comme un système	 Poutre et pilier à structure mixte acier-béton Trave reticolare SER by Sicilferro Torrenovese

Tableau 2: Classification des structures par rapport les matériaux d'ossature⁹

⁷ Thèse « Aquarium océanique » BENDRISS HASNIA, page 27-31

⁸ Schéma réalisé par les étudiants

⁹ Tableau réalisé par les étudiants référence «Thèse tour Aharan chalabi / Aquarium océanique BENDRISS HASNIA »

1.5) Structure des tours :

1.5.1) Historique:

1ère génération 1780-1850:

Les murs extérieurs de ces bâtiments contiennent des pierres et les briques, mais parfois il y a une addition de l'acier pour des objectifs décoratifs

Les colonnes ont été construites en acier sans couverture, l'acier a été utilisé pour la construction des poutres, et les planchers ont été en bois

2ème génération 1850-1940

Des grattes ciel avec des cadres rigides ou le squelette de l'ossature (colonnes & poutres) en acier généralement couvert en béton

Ce type de construction a une structure extrêmement forte. Les espaces intérieurs sont pleins de colonnes et des murs lourds et portants

Ex: the Metropolitan Life Building (1909), the Woolworth Building (1913), and the Empire State Building (1931)

3ème Génération 1940-present

Les bâtiments construits à partir de la 2ème Guerre mondiale jusqu'à aujourd'hui constituent la génération la plus récente des bâtiments de grande hauteur

Au sein de cette génération, il y a ceux de la construction à charpente métallique (construction de noyaux centrale et la construction du tube), construction en béton armé (mur de contreventement), ainsi que les systèmes hybrides ont également évolué pendant cette période.¹⁰



Fig. 3: HOME INSURANCE



Fig. 4 : EMPIRE STATE



Fig. 5 : Al Faisaliah Center, Riyadh, Saudi Arabia

¹⁰ IGH et courants architecturaux, Résumés des actes du 17 novembre 2010 à Paris page 12-21

1.5.2) Les systèmes structurels des tours :

L'ensemble des systèmes structurels des bâtiments de grande hauteur sont développés au fil du temps, en commençant par les systèmes de trame rigide, avec l'ajout des trames contreventées, puis les méga colonnes (méga cadre, espace en treillis), et se finissent par les systèmes tube, la trame stabilisatrice, et les super trames. Aujourd'hui, les classifications des systèmes structurels des bâtiments de grande hauteur sont discutées dans la littérature utilisés dans la pratique (Khan, 1969; Khan, 1973; Schueller, 1977; Smith et Coull, 1991; Taranath, 1998) qui insiste à classer systèmes structuraux pour grands bâtiments à leurs sommets avec des considérations de la hauteur. Alors la structure des bâtiments de grande hauteur se divise en 2 grandes parties¹¹ :

1.5.2.1) Infrastructure –Fondations- :

Il est coutume de dire "avant de s'élancer, il faut avoir de bonnes bases". Ce proverbe trouve une application très concrète en architecture. Bien avant la construction des gratte-ciel, l'homme s'est adapté au terrain pour pouvoir construire des bâtiments stables.

Une fondation doit maintenir le bâtiment en surface et empêcher qu'il ne s'enfonce dans le sol. Pour cela, les fondations doivent reposer sur une matière solide, telle que le granit ou de la roche non friable. Donc, pour les structures les plus lourdes il faut creuser plus de 20 mètres de profondeur. Une fois la couche de roche stable atteinte, il existe différentes techniques pour installer les pieux qui soutiendront l'édifice.

a) installation des pieux

a.1) La première technique consiste à créer une paroi moulée (figure 6): un mur fait la hauteur entre la roche et la surface, entourant la partie du bâtiment qui se trouve dans le sol; cette technique convient pour des roches peu profondes, comme il en existe à New York où dans le reste des États-Unis. Une fois la roche atteinte, les ouvriers coulent les fondations, puis rebouchent le trou. Ainsi, le bâtiment s'élèvera avec pour base une armature solide et directement en contact avec la roche¹² (figure 7).



Fig. 6 : Fondations des tours jumelles à New York, photo prise en 1969

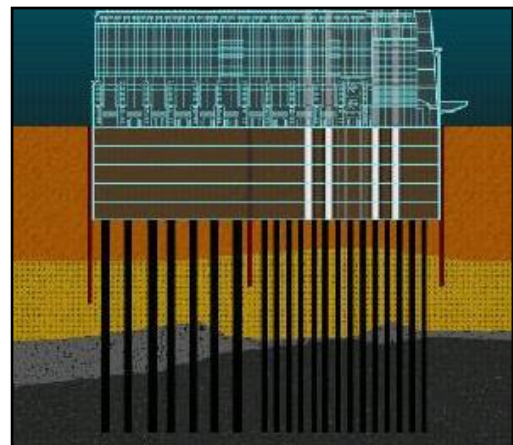


Fig. 7 : Fondation de la tour Taipei 101 à Taïwan

¹¹ Structural Developments in Tall Buildings: Current Trends and Future Prospects « Mir M. Ali and Kyoung Sun Moon » page 205.

¹² [Http : //tpegrattociel.jimdo.com/foundations/](http://tpegrattociel.jimdo.com/foundations/)

a.2) La seconde technique consiste à couler des pieux en béton dans le sol. Il existe différents pieux : les pieux battus (on enfonce le coffrage dans le sol jusqu'à la roche, on met des câbles en fer, on coule le béton, puis on retire le coffrage) pour des terrains alluvionnaires, limons, sables, graviers, argiles et marnes (figure8). Et les pieux forés simples (on creuse le sol jusqu'à la roche, on met des câbles en fer, on coule béton) pour un ancrage dans les terrains durs, secs et cohérents ; à grande profondeur. Cette technique est utilisée dans le cas où la couche de roche est très profonde (figure9).

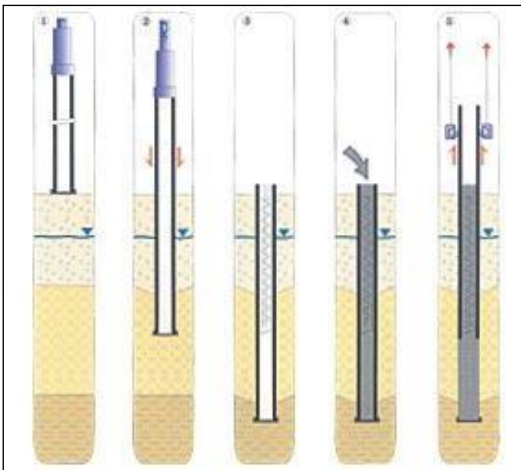


Fig.8 Pieux battus

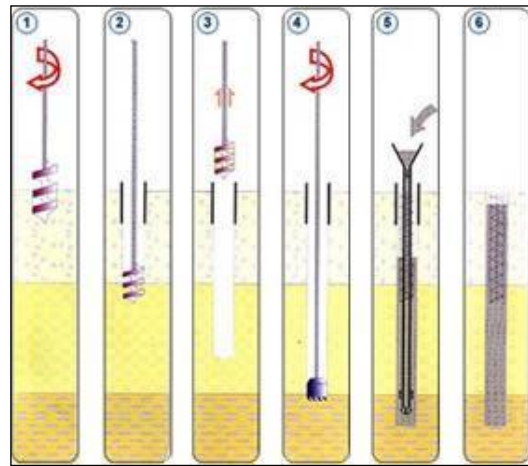


fig.9 Pieux forés simples

b) Installation de la dalle

Une fois les pieux enfoncés, on coule une base de béton (figure10) appelée radier ou dalle précontrainte: s'est-elle qui portera l'ensemble de la charge du gratte-ciel. Ces charges font plusieurs milliers de tonnes, Alors que la masse de la dalle doit être conséquente. La masse de la tour est si importante que la base s'est profonde (par exemple de 7,5 m à burdj Khalifa)(figure11)¹³.

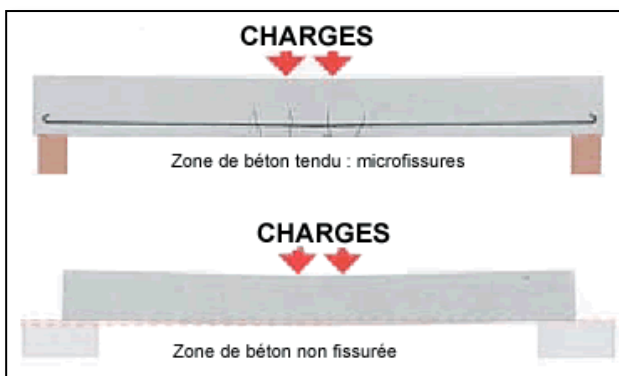


Fig. 10 : comportement de la dalle précontrainte dans le cas des tours



Fig.11 : Pieux et radier du Burdj Khalifa de Dubaï

¹³ <http://tpeggratteciel.jimdo.com/foundations/>

b.2) Le comportement du radier :

Le radier de la tour supporte le poids de la structure et se déforme: il s'affaisse en son centre et prend la forme d'une cuvette(Figure10), ce qui peut fragiliser le noyau central du gratte-ciel. Pour éviter ou limiter l'affaissement, les ingénieurs ne font pas un radier "plat": la position de son centre est légèrement inférieure à la position des extrémités du radier. La forme de la dalle ainsi précontrainte réduit la déformation et l'affaissement de la structure.

c) Exemple: la Kingdom Tower

Le projet de la Kingdom Tower, en Arabie Saoudite, est démesuré 1000 mètres de hauteurs. Le souci des fondations a une nouvelle fois excité les ingénieurs.

Nouvelles contraintes, nouvelles solutions. Le sol de la région de Djedda est principalement constitué de calcaire, de sable et de gravier, ce qui ne permet pas de poser des fondations stables. Les ingénieurs ont alors adapté pour chaque pilier la profondeur à atteindre pour garantir une stabilité optimale (figure13)¹⁴.



Fig.12: Kingdom Tower, Jeddah, Arabie Saoudite

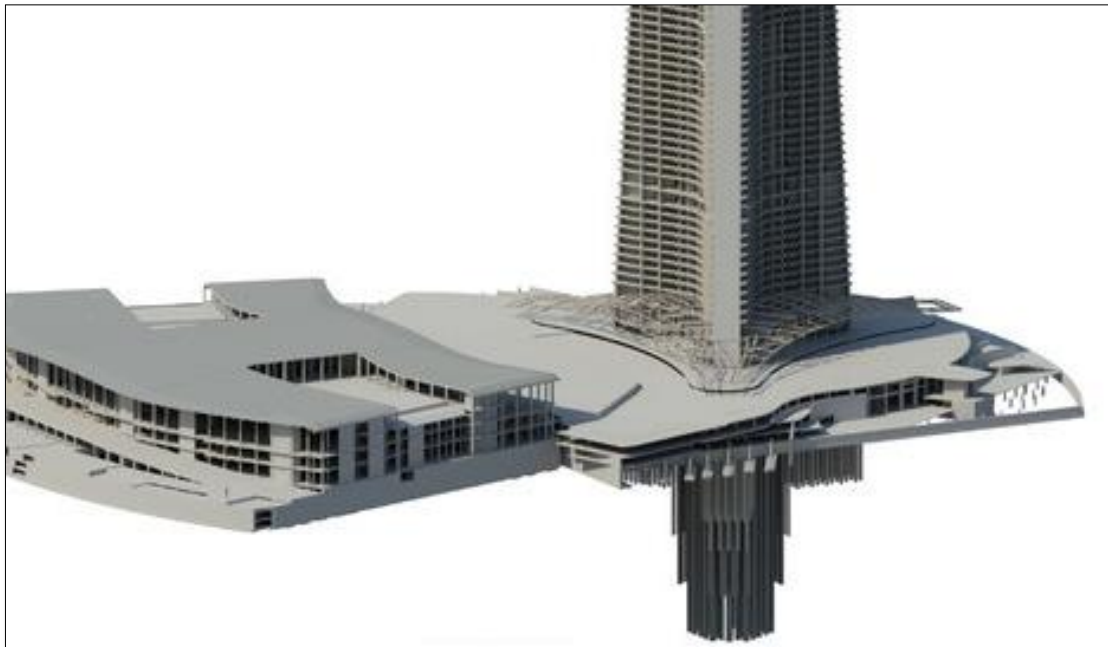


Figure13 : Infrastructure de la Kingdom Tower, (Radier + Pieux de soutènements)

¹⁴ [Http : //tpegratteciel.jimdo.com/fondations/](http://tpegratteciel.jimdo.com/fondations/)

- Installation de 270 piliers, qui vont de 45 à 105 mètres de profondeurs, et dont le diamètre va de 1,50 mètre à 1,80 mètres.
- Une base en forme de triangle, avec les piliers les plus profonds et les plus larges (qui ont la plus grande résistance) en dessous du noyau central.
- Les autres piliers sont ensuite répartis pour égaliser la charge que chaque pilier devra supporter. L'installation du radier succède à l'installation des pieux.
- La taille et de masse du radier a une épaisseur de 5 mètres, 3719 mètres carrés de surface et une masse de de ce fait gigantesque, ce qui en fait la plus grande pièce de béton armé coulée par l'Homme (détaille schématique voir figure14).

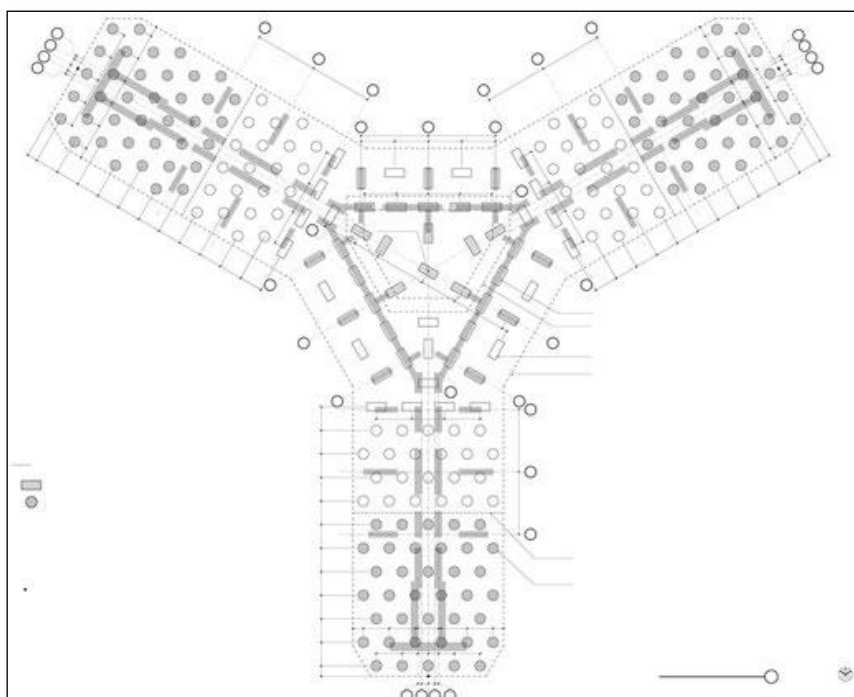


Figure 14 : Plan d'infrastructure de la Kingdom Tower. (Les traits représentent les murs, les cercles représentent les pieux de soutènement)

La stabilité de la base de La tour se comporte comme une tige métallique: elle peut se plier, et de se fait elle peut osciller si on met en mouvement une de ses extrémités. Plus la fréquence du mouvement est importante, plus les oscillations risquent de fragiliser l'édifice et de provoquer l'effondrement de la tour. En s'assurant d'avoir de bonnes fondations, les ingénieurs et les architectes bloquent les mouvements de la tour qui pourraient partir de la base. L'ancrage de la tour dans le sol stabilise aussi la structure si le terrain est en pente, si le sol n'est pas stable ou si des secousses sismiques se produisent dans la région de la tour ¹⁵

¹⁵ [Http : //tpegattceiel.jimdo.com/fondations/](http://tpegattceiel.jimdo.com/fondations/)

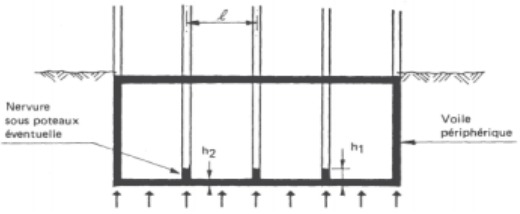
	Conception		$a[m] = \frac{Q_{ad}}{P_{u, fond}}$ <p>Distance max entre pieux :</p> <p>Charge linéaire de calcul $P_{u, fond}$ au niveau des fondations (kN/m)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre de niveaux</th> <th>Toiture lourde</th> <th>Toiture légère</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>42.31</td> <td>33.98</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>63.87</td> <td>55.54</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>85.43</td> <td>77.11</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre de niveaux	Toiture lourde	Toiture légère	1	42.31	33.98	2	63.87	55.54	3	85.43	77.11																											
Nombre de niveaux	Toiture lourde	Toiture légère																																								
1	42.31	33.98																																								
2	63.87	55.54																																								
3	85.43	77.11																																								
Fondations sur pieux	Résistance d'un pieu	<p>D'après le fascicule 62, à l'état limite ultime, la charge admissible Q_{ad} d'un pieu en situation accidentelle a pour valeur $Q_u/1,2$ (avec Q_u est la charge ultime/résistance du pieu).</p> <p>q_{pu} contrainte limite de pointe, déterminée par la procédure détaillée dans le fascicule 62.</p> <p>q_{sl} frottement latéral limite donné par le fascicule 62.</p>	$Q_{ul} = Q_{pu} + Q_{sl}$ <p>Charge de limite de pointe : $Q_{pu} = \rho_p \cdot A \cdot q_{pu}$</p> <p>Charge de limite de frottement : $Q_{sl} = \rho_s \cdot P \left(\sum_{\text{frottement positif}} q_{sl} l_i - \sum_{\text{frottement négatif}} f_{nl} l_i \right)$, l_i correspond au i tronçon du pieu pour le calcul des frottements, $f_{nl} = \sigma_v k \tan \delta$ et σ_v est la contrainte verticale dans le sol, $k \tan \delta$ est en fonction de la nature du terrain et type du pieu.</p> <p>A, P sont respectivement la section de pointe et le périmètre du pieu.</p> <p>ρ_s, ρ_p : coefficients réducteurs de section de l'effort de frottement latéral et de pointe, présentés dans le tableau 4.2 suivant.</p> <p>Coefficients réducteurs</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Type des pieux</th> <th colspan="2">Argiles</th> <th colspan="2">Sables</th> </tr> <tr> <th>ρ_p</th> <th>ρ_s</th> <th>ρ_p</th> <th>ρ_s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Section pleine</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Tubulaire fermée</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Tubulaire ouverte</td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Palpieux</td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> <td>0,75</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Palplanches</td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> <td>0,3</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Type des pieux	Argiles		Sables		ρ_p	ρ_s	ρ_p	ρ_s	Section pleine	1,0	1,0	1,0	1,0	Tubulaire fermée	1,0	1,0	1,0	1,0	Tubulaire ouverte	0,5	1,0	0,5	1,0	Palpieux	0,5	1,0	0,75	1,0	Palplanches	0,5	1,0	0,3	0,5					
Type des pieux	Argiles		Sables																																							
	ρ_p	ρ_s	ρ_p	ρ_s																																						
Section pleine	1,0	1,0	1,0	1,0																																						
Tubulaire fermée	1,0	1,0	1,0	1,0																																						
Tubulaire ouverte	0,5	1,0	0,5	1,0																																						
Palpieux	0,5	1,0	0,75	1,0																																						
Palplanches	0,5	1,0	0,3	0,5																																						
Radier		<p>Dimensions minimales :</p> <p>$h_1 \geq \frac{l'}{10}$ avec l' distance entre axes des poteaux/murs perpendiculaires aux nervures</p> <p>$h_2 \geq \frac{l}{20}$ avec l distance entre axes des poteaux/murs parallèles aux nervures</p> 	<p>Radier d'épaisseur de 40 cm :</p> <p>En travée, les armatures inférieures :</p> <p>$A_s > 3.45 \text{ cm}^2$ pour le fontis de diamètre ≤ 4 mètres,</p> <p>$A_s > 4.6 \text{ cm}^2$ pour le fontis de 5 mètres</p> <p>Choisir la valeur max correspondante de la section d'armatures [cm²]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de niveaux</th> <th rowspan="2">Travée</th> <th rowspan="2">Sous murs</th> <th colspan="4">Arm. Sup. (cm²) en fonction du diamètre du fontis</th> </tr> <tr> <th>2 m</th> <th>3 m</th> <th>4 m</th> <th>5 m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>Arm. Sup</td> <td>Arm. Inf.</td> <td>2 m</td> <td>3 m</td> <td>4 m</td> <td>5 m</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>5.66</td> <td>7.01</td> <td>7.27</td> <td>11.56</td> <td>16.39</td> <td>21.85</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>7.62</td> <td>9.45</td> <td>10.9</td> <td>17.39</td> <td>24.77</td> <td>33.37</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>9.62</td> <td>11.96</td> <td>14.7</td> <td>23.66</td> <td>34.24</td> <td>47.47</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre de niveaux	Travée	Sous murs	Arm. Sup. (cm ²) en fonction du diamètre du fontis				2 m	3 m	4 m	5 m	N	Arm. Sup	Arm. Inf.	2 m	3 m	4 m	5 m	1	5.66	7.01	7.27	11.56	16.39	21.85	2	7.62	9.45	10.9	17.39	24.77	33.37	3	9.62	11.96	14.7	23.66	34.24	47.47
Nombre de niveaux	Travée	Sous murs	Arm. Sup. (cm ²) en fonction du diamètre du fontis																																							
			2 m	3 m	4 m	5 m																																				
N	Arm. Sup	Arm. Inf.	2 m	3 m	4 m	5 m																																				
1	5.66	7.01	7.27	11.56	16.39	21.85																																				
2	7.62	9.45	10.9	17.39	24.77	33.37																																				
3	9.62	11.96	14.7	23.66	34.24	47.47																																				

Tableau 3 : Calculs sur les différents types de la fondation pour les bâtiments en grande hauteur. ¹⁶

¹⁶ Guide Génie. Civil d'infrastructure des Bâtiments.

1.5.2.2) Superstructure :

Les systèmes structuraux des bâtiments de grande hauteur peuvent être divisés en deux grandes catégories:

- *les structures intérieures
- *les structures extérieures.

Cette classification est basée sur la répartition des charges latérales sur le bâtiment¹⁷.

A) Structures intérieures :

Ensembles composant des planaires (simple / double) dans 2 directions principales¹⁸

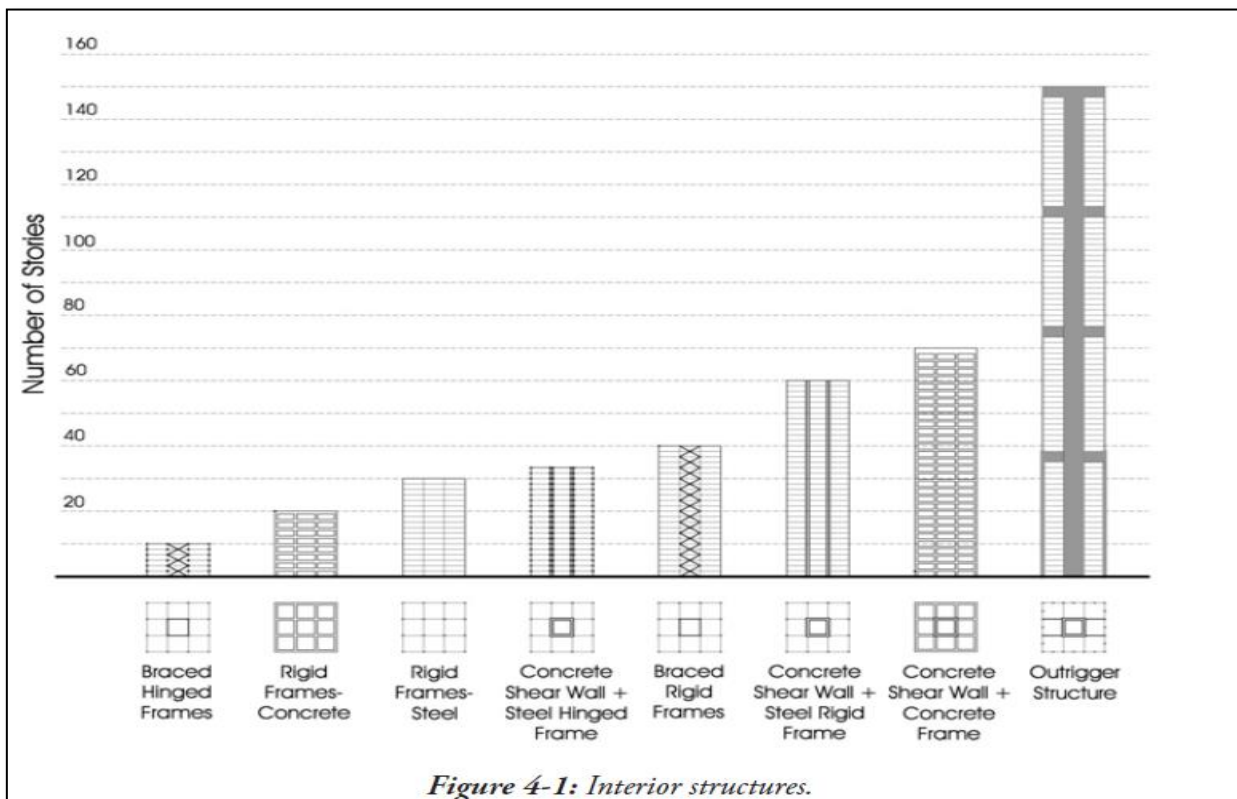


Fig. 15 : Les différentes structures intérieures

¹⁷ Structural Developments in Tall Buildings: Current Trends and Future Prospects, P 207

¹⁸ Structural Developments in Tall Buildings: Current Trends and Future Prospects, P 211

a.1)-Système de cadre rigide:

Le système se compose des colonnes et des dalles rigidement liées. Les cadres rigides sont des structures caractérisées par l'assemblage de membrures à axe rectiligne, telles que poutres et poteaux (Fig.16), au moyen de nœuds rigides ou semi-rigides.¹⁹

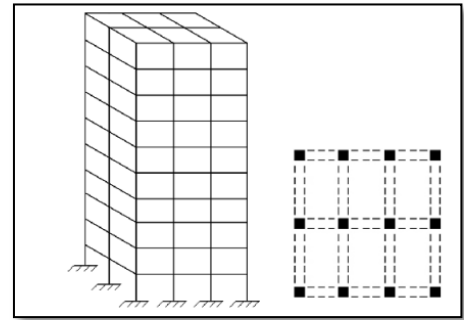


Fig.16 : Schématisation d'un cadre rigide

Comportement :

L'objectif conceptuel dans la réalisation des cadres rigides consiste à favoriser la formation des rotules plastiques dans les sections d'extrémité des traverses horizontales (zones dissipatives) et, pour ce qui concerne les poteaux, dans les seules sections de base du cadre et/ou au sommet du poteau au niveau de la toiture.²⁰



Fig.17: Richard J. Daley Center, Chicago

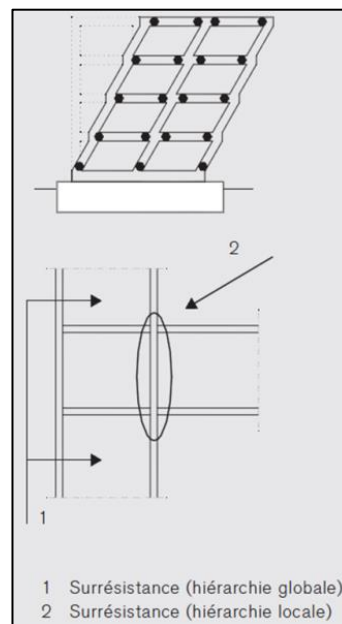


Fig.18 : La surrésistance exigée dans cadres rigides

Structures à contreventements concentriques :

Dans les structures en acier avec contreventement triangulé à diagonales concourantes, la dissipation de l'énergie sismique introduite est confiée aux seules barres diagonales. Selon que ces dernières seront disposées en X ou en V, les schémas structuraux qui en résulteront auront des comportements sismiques fondamentalement différents

¹⁹ Dimensionnement d'un gratte-ciel et étude des possibilités de raidissement d'une construction en hauteur
Léonard Lopez - Génie Civil, PMP, P 10

²⁰ Documentation du Centre suisse de la construction métallique SZS, Steel Doc, P 19

Contreventements en X :

D'après la philosophie de calcul à la base des contreventements en X à barres concourantes, la dissipation de l'énergie sismique introduite est confiée aux seules diagonales tendues, sans tenir compte de l'apport des diagonales comprimées

En effet, suite à l'apparition de l'instabilité, la diagonale comprimée révèle une capacité de dissipation certainement inférieure à la diagonale tendue et cette capacité sera fonction, principalement, de l'élanement global de la diagonale, paramètre qui doit être convenablement dimensionné.

L'Euro code 8 prévoit que l'élanement normalisé des diagonales soit dans ce cas contenu dans un interval (de 1.3 à 2).²¹

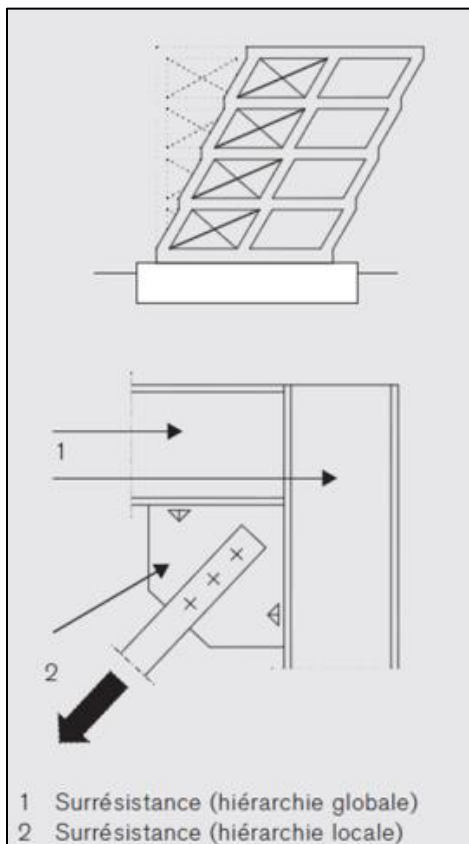


Fig.19 : Cadres à barres de contreventement concourantes



Fig.20 : Nishi Shinjuku,

Contreventements en V :

Pour ce qui concerne les cadres à barres de contreventement concourantes en V, le schéma structural, caractérisé par le fait que le point d'intersection des axes barycentriques des diagonales est situé sur l'axe de la traverse, influence nettement la réponse sismique de la structure. En effet, contrairement à la précédente typologie, dans le cas spécifique des contreventements en V, le modèle de référence est celui qui tient compte de l'apport des deux diagonales.

²¹ Documentation du Centre suisse de la construction métallique SZS, Steel Doc, P 20

Cette typologie structurale permet en effet d'associer à une rigidité élastique élevée de bonnes capacités de ductilité. La dissipation de l'énergie sismique introduite est dans ce cas entièrement confiée aux tronçons d'excentrement.²²

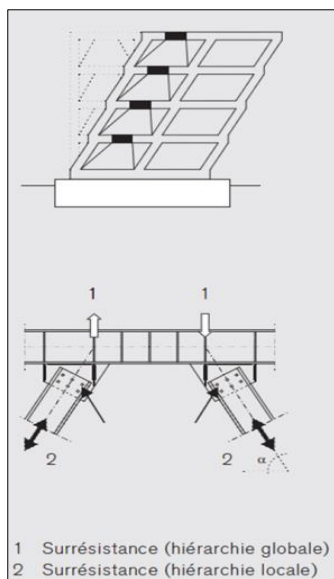


Fig.21 : Cadres à barres de contreventement excentrées.



Fig.22 : Century Tower, Tokyo

a.2)-Système de plaque:

Les systèmes de plaque / dalles sont utilisés dans les bâtiments en béton armé. Ce système est constitué de dalles de plancher d'épaisseur constante et de colonnes. Des murs de cisaillement peuvent également être placés en plus ou à la place des :

- Colonnes (a),
- Système de Waffle (b)
- Des chapiteaux (c)
- Ils peuvent être placés sur les extrémités supérieures des colonnes afin de réduire l'effet de poinçonnage créé par les forces de cisaillement dans les liaisons entre les colonnes et les dalles, Poutre et dalle unidirectionnelles (d)
- Module des solives larges (e)
- Poutre et dalle à deux voies (f),
- Dalle et solive unidirectionnelles (g)
- Dalle plate unidirectionnelle (h).²³ (Voir Fig.23)

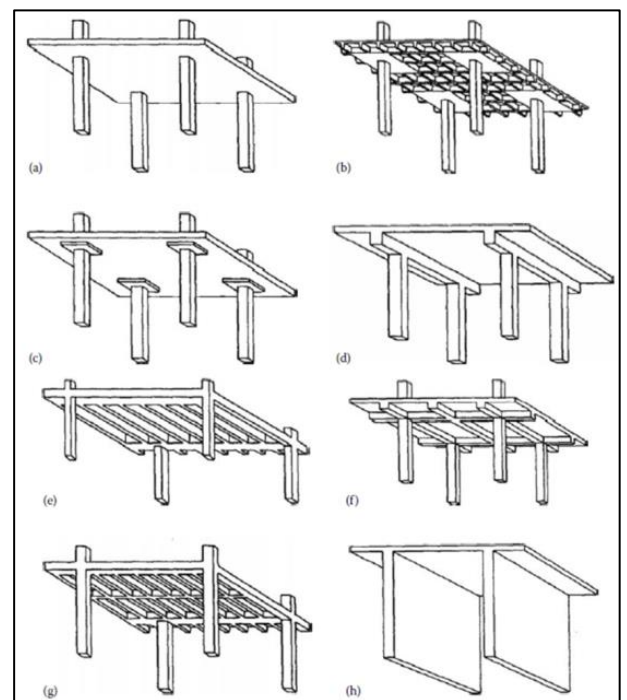


Fig.23 : Les 8 systèmes des plaques

²² Documentation du Centre suisse de la construction métallique SZS, Steel Doc, P 21

²³ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P56

Comportement :

La dalle plate se comporte comme un faisceau, répondant aux charges latérales en développant des moments de flexion et des forces de cisaillement (Fig.25). L'encadrement de plancher se compose d'un système bidirectionnel (a).

Une dalle plate a des capitaux de colonne et des panneaux de baisse, qu'ils aident à augmenter la résistance de cisaillement. Un panneau de baisse est considéré comme une partie d'une dalle, tandis qu'un capital de colonne est considéré comme une partie d'une colonne (b).

Une dalle de gaufre (Waffle) se compose des rangées orthogonales, des poutrelles formées à l'aide des dômes carrés. Les dômes sont omis autour des colonnes pour augmenter le moment et pour cisailier la capacité de la dalle (c) (Voir Fig.24).²⁴

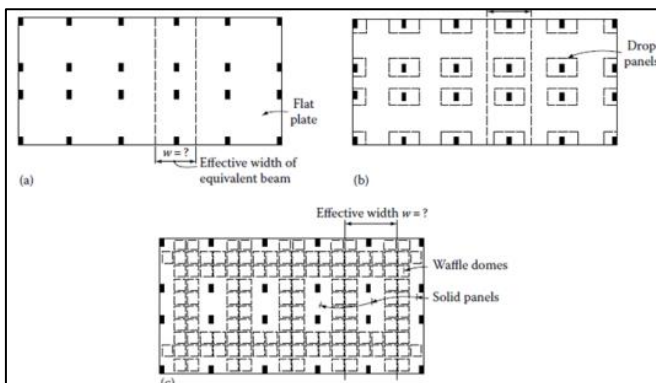


Fig.24 : Systèmes typiques de plancher des dalle-cadres plats : (a) dalle plate, (b) dalle plate avec des panneaux de baisse, et (c) système bidirectionnel de Waffle

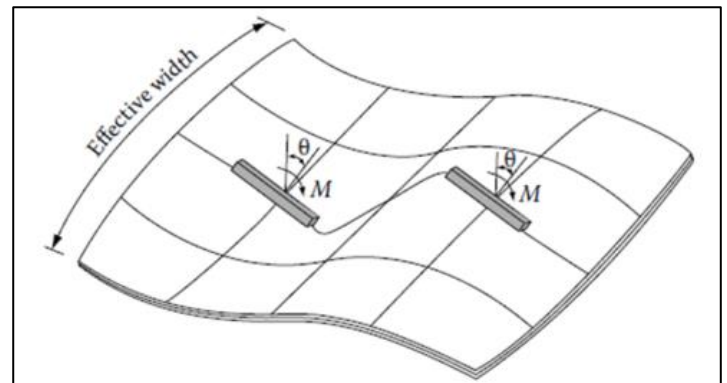


Fig.25 : Réponse des dalle-cadres plats aux charges latérales : Compatibilité de déplacement entre la dalle et les murs

- Exemple: 77 West Wacker Drive, Chicago:

- Description du projet:

-**SYSTÈME STRUCTUREL:** système de plaque

-**TYPE /OCCUPATION:** Immeuble de bureaux d'une société de vol

- **Nb d'étage / Hauteur occupée:** 50 /204 m

-**Matériaux de structure :** Acier & Béton

-**SUPERFICIE TOTALE:** 87 700 m²

-**Date d'achèvement :** 1992.

Description structurelle :

Le bâtiment se base sur le système de plaque en béton armé en s'accordant avec un nombre important des colonnes qui résiste bien contre les différentes charges latérales et les séismes avec un cout réduit (Fig.27).

- Pour une construction d'un nombre d'étage pareille, c'est suffisant d'utiliser ce système économique.²⁵



Fig.26 : 77 West Wacker Drive

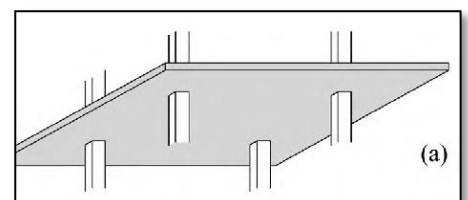
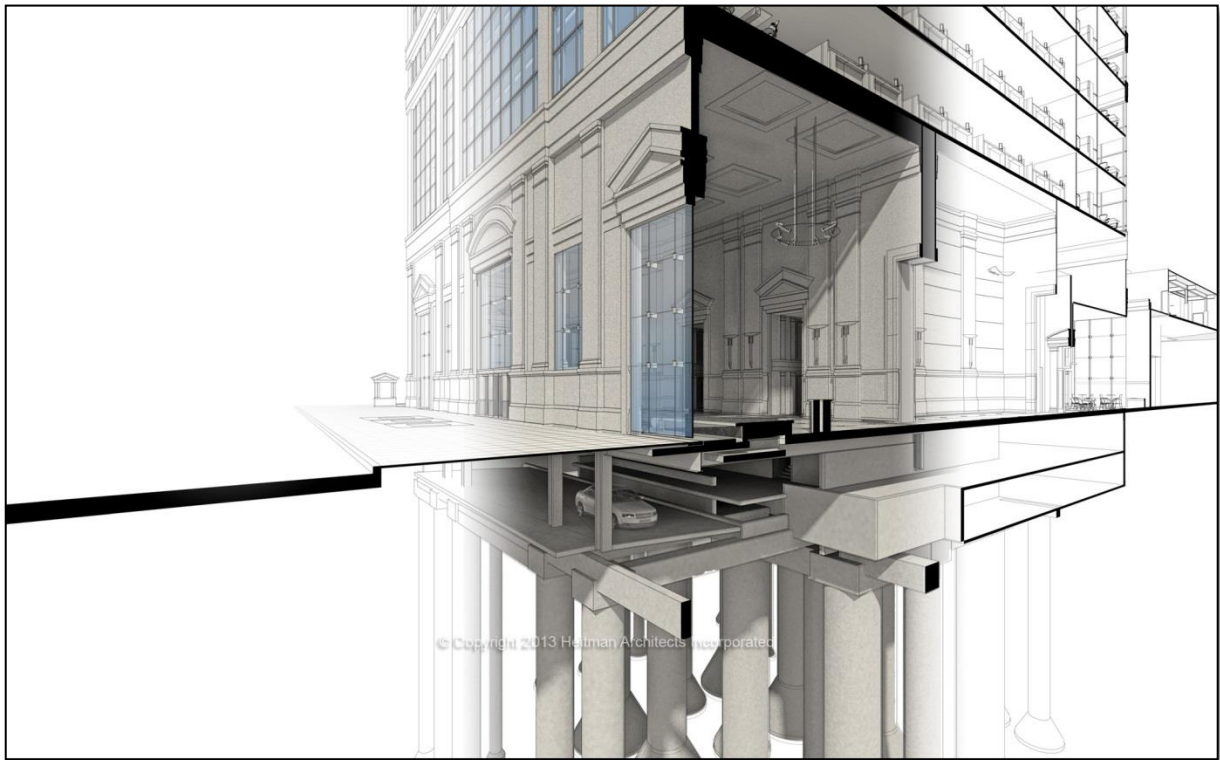


Fig.27 : Système de plaque avec des colonnes

²⁴ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 202, 203

²⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/77_West_Wacker_Drive



26 Fig.28 : Coupe 3D présentative des différents étages et éléments de 77 West Wacker Drive

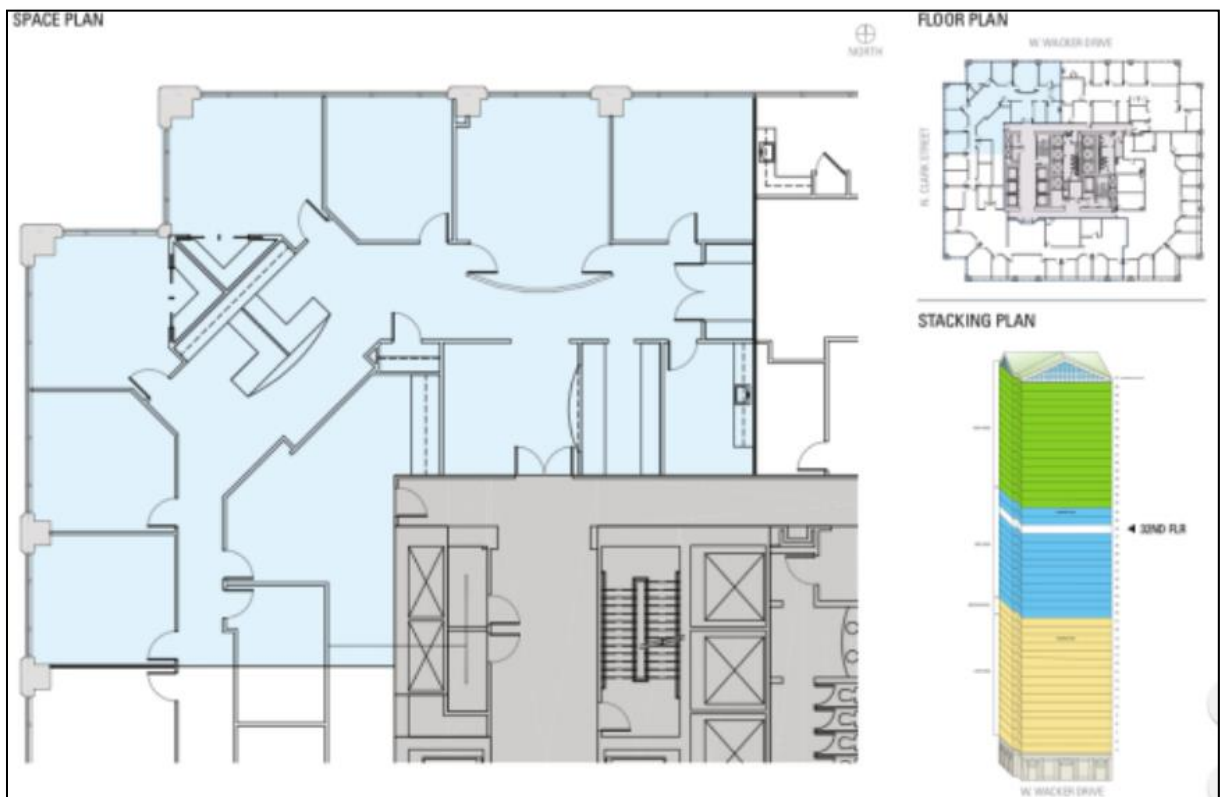


Fig.29: Plans & volumétrie de 77 West Wacker Drive

26 <http://www.heitmanarchitects.com/projects/77-west-wacker-drive-2/>

a.3-Les noyaux centraux:

Les gratte-ciel sont traditionnellement construits sous forme d'une tour monolithique organisée autour d'un noyau central généralement en béton, qui assure la rigidité et porte tout l'édifice.

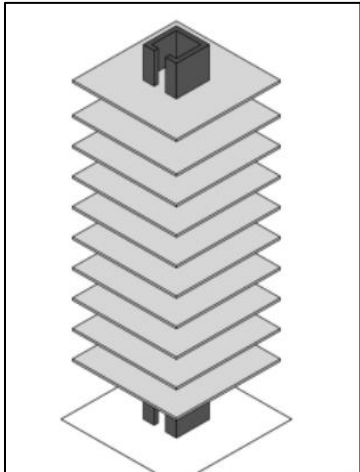


Fig.30 : Perspective d'un bâtiment avec un noyau central

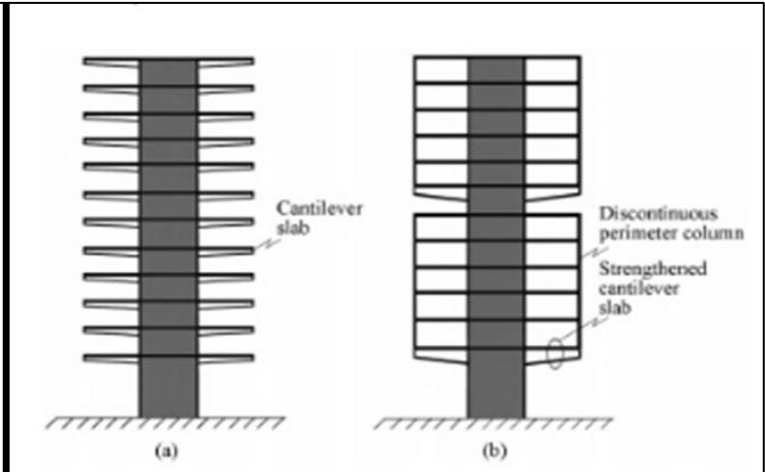


Fig.31 : Coupe analytique d'un édifice en noyau central est des dalles en porte-à-faux

Comportement :

Le noyau central travaille comme une poutre console encastrée dans les fondations. L'avantage principal de ces structures est la forme du noyau leur permettant de résister à tous types de charges : verticales, efforts tranchants, moments de flexion dans les deux directions et torsion (Fig.32). Il reprend donc la majorité des forces horizontales qui lui sont transmises par l'intermédiaire des dalles jusqu'à environ 40 étages.²⁷

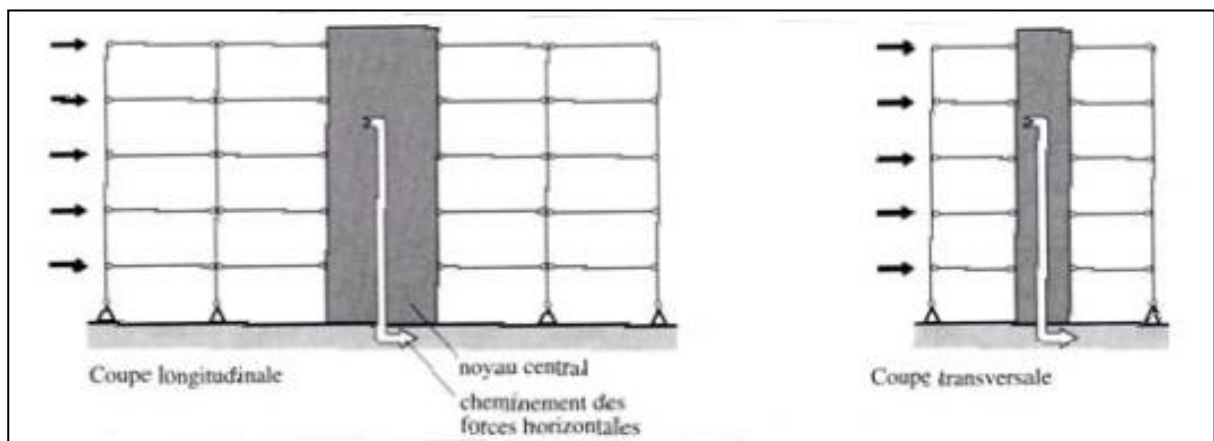


Fig.32 : Le comportement d'un bâtiment avec un noyau central

²⁷ Dimensionnement d'un gratte-ciel et étude des possibilités de raidissement d'une construction en hauteur
Léonard Lopez - Génie Civil, pMp, P 11

***Exemple ; La tour Aspire, Doha :**

Description du projet :

- SYSTEME STRUCTUREL: noyau central.
- TYPE /OCCUPATION: Hôtel, musée, restaurant.
- Nb d'étage / Hauteur occupée: 36 /300 m
- Matériaux de structure : Acier
- SUPERFICIE TOTALE: 30 000 m²
- Date d'achèvement : 2007

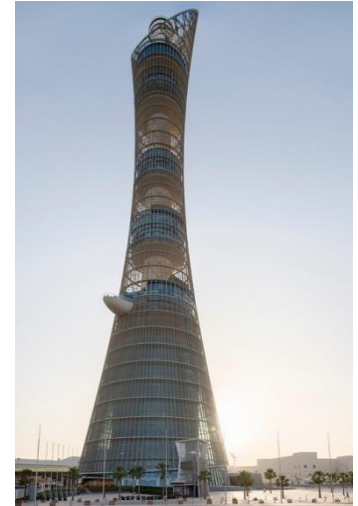


Fig.33 : La tour Aspire

- Description structurelle :

- Le noyau central du bâtiment est béton armé (Fig.34).
- Ce noyau est d'une forme circulaire d'un diamètre externe variant du 18 à 13 m de la base au sommet.
- L'épaisseur du mur de noyau est variant de 2 à 1 m de RDC jusqu'au dernier plancher (Fig.35)
- Le noyau joue un rôle d'épine du bâtiment qui résiste à toutes les charges verticales et latérales entières et soutient les modules en porte-à-faux du bâtiment ainsi que la façade externe incurvée.²⁸

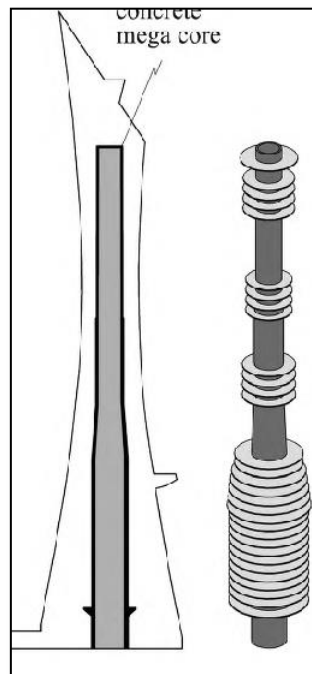


Fig.34 : Coupe présentative du Système structurel de La tour Aspire

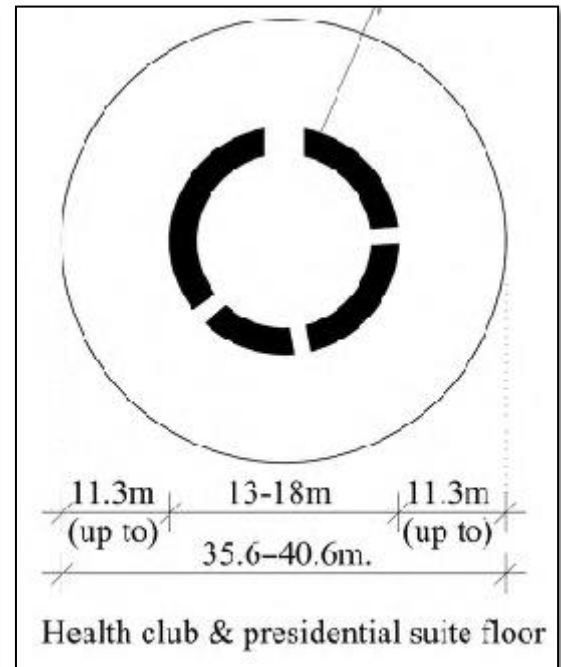


Fig.35 : Dimensionnement des éléments structurants de l'Aspire Tower

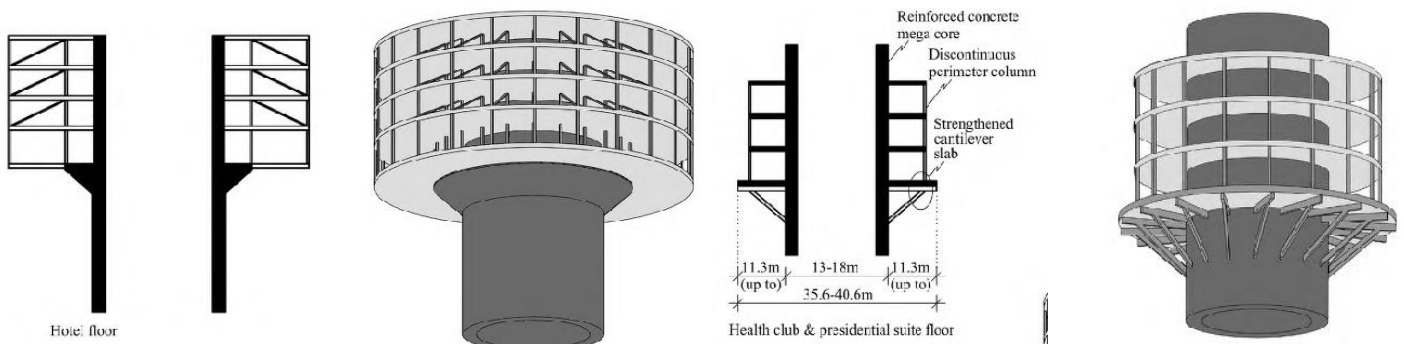


Fig.36 : Coupes et axonométries structurelles de la tour Aspire

²⁸ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin P 103, 104 ,105

a.4-Système de cadre contreventé:

Cette typologie d'encadrement est essentiellement une combinaison des deux systèmes déjà décrites (trame rigide et murs porteurs(Fig.37)). La rigidité latérale combinée de cadres rigides ou semi-rigides et les murs de cisaillement de base permet aux concepteurs d'atteindre des hauteurs d'environ 160 m.²⁹

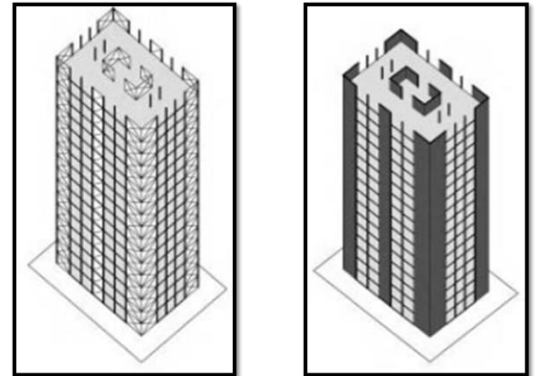


Fig.37 : Schématisation d'un bâtiment en cadre rigide avec et sans les murs de contreventement

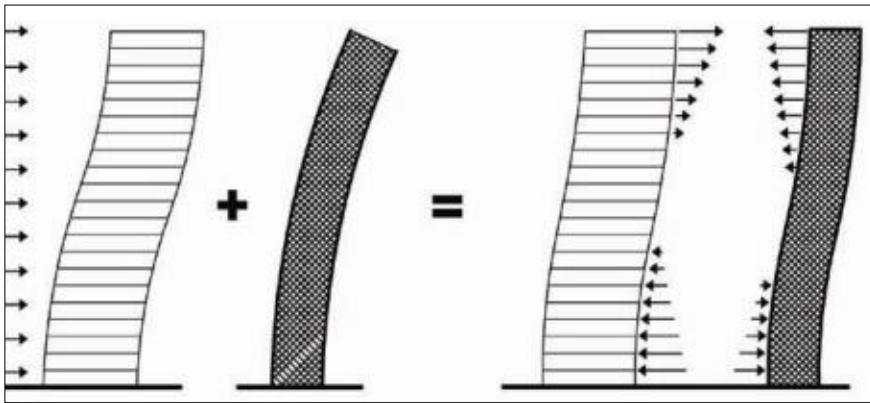


Fig.38 : Comportement d'un bâtiment avant & après l'addition des murs de contreventement

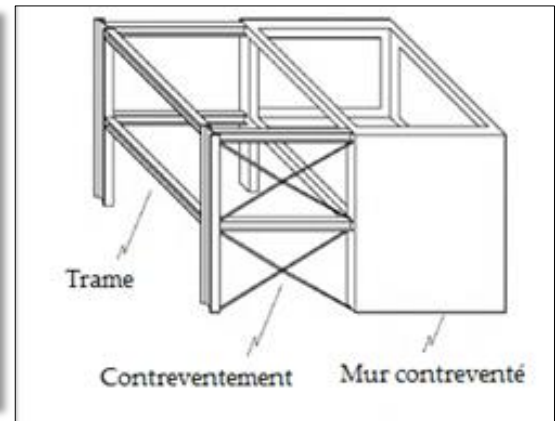


Fig.39 : Les composants d'un cadre contreventé

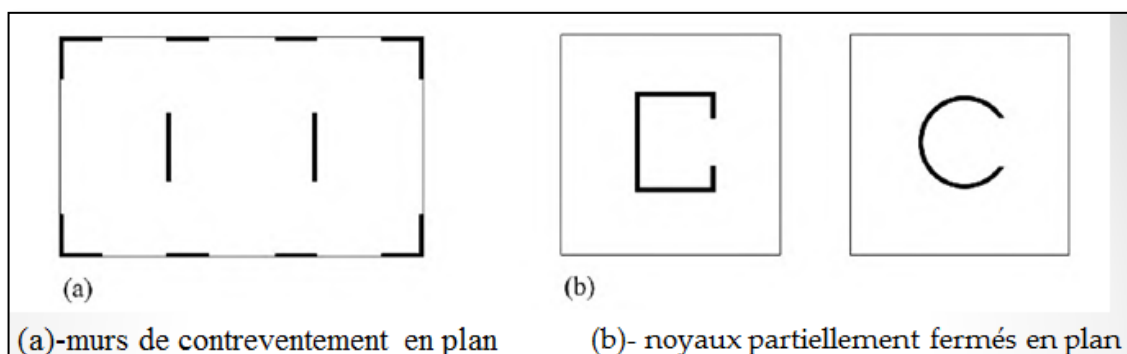


Fig.40 : Les différentes conceptions du système de cadre contreventé

²⁹ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 28, 29, 30

Comportement :

Si les modes de débattement des murs de contreventement et les cadres étaient semblables, les charges latérales seraient distribuées entre les deux systèmes plus ou moins, selon leur rigidité relative.

Cependant, les deux systèmes se déforment avec leurs propres formes caractéristiques (Fig38). L'interaction entre les deux, en particulier aux niveaux supérieurs des bâtiments, a comme conséquence une répartition des charges latérales différentes.³⁰

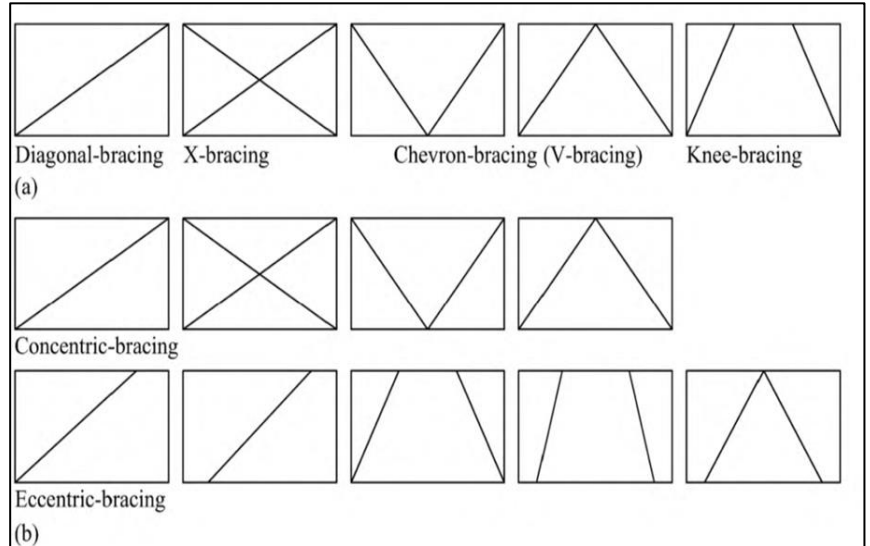


Fig.41 : Les types des contreventements dans une Toure à un cadre contreventée.

Exemple : Seagram Building :

Description du projet :

- SYSTEME STRUCTUREL: cadre contreventé
- TYPE /OCCUPATION: Immeuble de bureaux
- Nb d'étage / Hauteur occupée: 38 /156.9 m
- Matériaux de structure : Acier
- SUPERFICIE TOTALE: 90 000 m²
- Date d'achèvement : 1958

Description structurelle :

- Le bâtiment se présente comme un parallélépipède de couleur bronze
- Il a une ossature en béton armé sur laquelle est suspendue la façade-rideau avec des poteaux métalliques en « I » non structurels de couleur bronze & Les baies ont une proportion de 3/5 (Fig.43).
- Le bâtiment est recouvert de granit provenant de la même carrière qui a fourni la pierre pour la façade de la rose-gris Grand Central Station. Accès à l'étage ascenseurs combine marbre noir et blanc, avec des plaques métalliques perforées sur les toits des halls.³¹

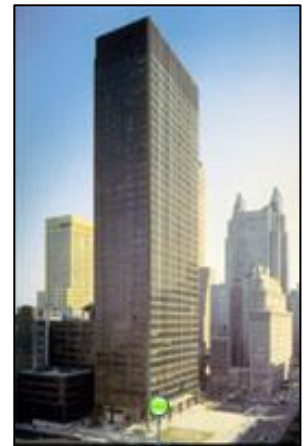


Fig.42: Seagram Building, New York, 1958

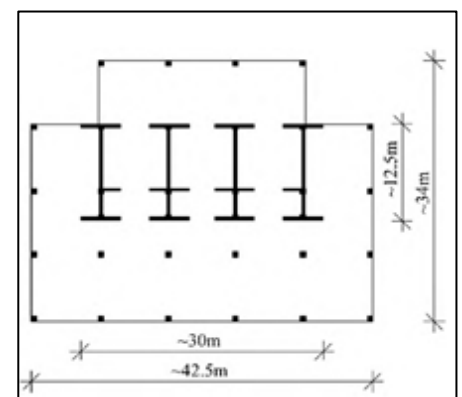


Fig.43 : Conception structurelle du Seagram Building

³⁰ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 32

³¹ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 30

a.5-Méga colonne:

Les systèmes de méga colonne constitués de murs de contreventement en béton armé ou colonnes composites avec des sections beaucoup plus grandes que la normale, fonctionnant en continu tout au long de la hauteur du bâtiment. Dans ce système, méga colonnes et / ou méga murs de contreventement peuvent résister à toutes les charges verticales et latérales³²

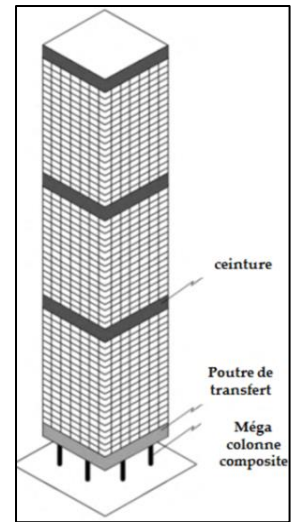


Fig.44 : Schématisation d'un bâtiment avec des méga colonnes

*Exemple : Centre de Cheung Kong :

Description du projet :

- SYSTÈME STRUCTUREL: méga colonne
- TYPE /OCCUPATION: Immeuble de bureaux
- Nb d'étage / Hauteur occupée: 63 /282.9 m
- Matériaux de structure : Acier & béton
- SUPERFICIE TOTALE: 170 000 m²
- Date d'achèvement : 1996



Fig.45 : Cheung Kong Centre, Hong Kong

Description structurelle :

Les murs extérieurs du Cheung Kong Center sont des panneaux de verre uniformes de 2,4 mx 2,1 m.

Les mêmes panneaux sont imprégnés d'un réseau de fibre optique qui peut être éclairée

-Le plancher utilisé est des dalles pleines en béton armé (Fig.46).

-Les dimensions immenses aident à bien supporter l'ensemble bâti et à résister contre les charges gravitationnelles.³³

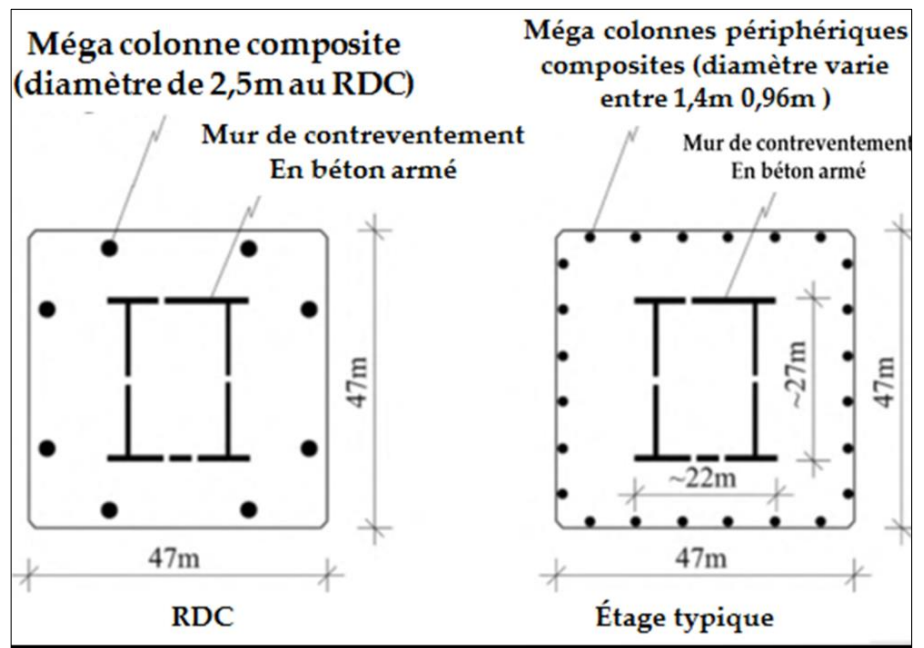


Fig.46 : Conception structurelle des différents étages de Cheung Kong Center

³² Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 32

³³ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 40, 41

a.6-Méga noyaux centraux :

Les systèmes de méga noyaux centraux constitués de murs de contreventements en béton armé avec des sections beaucoup plus grandes que la normale, fonctionnant en continu sur toute la hauteur du bâtiment.

Comportement :

Ce système peut résister à toutes les charges verticales et latérales en plus il n'est pas nécessaire d'ajouter des colonnes ou des murs de contreventement sur le périmètre de l'immeuble. Dans ce système les dalles sont en porte à faux (Fig.47-a) ou en dalles en porte à faux renforcées (Fig.47-b).³⁴

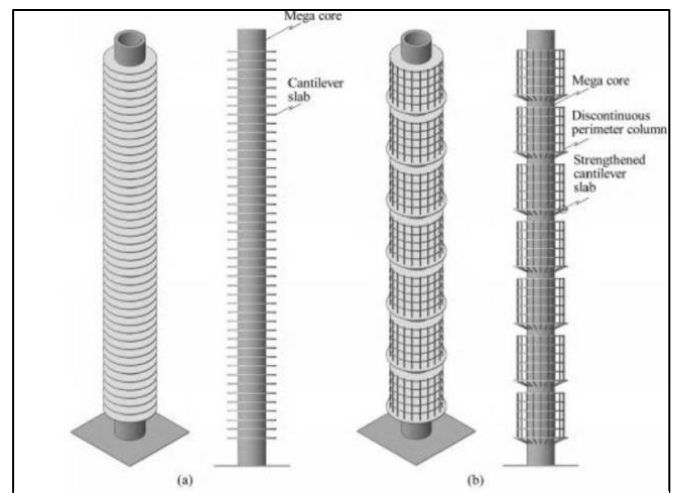


Fig.47 : Schématisation des bâtiments avec un méga noyau central

*Exemple: HSB Turning Torso, Malmö, Sweden 2005:

Description du projet:

- SYSTÈME STRUCTUREL: méga noyau central
- TYPE /OCCUPATION: Immeuble résidentiel
- Nb d'étage / Hauteur occupée: 54 / 190 m
- Matériaux de structure : Acier & béton
- SUPERFICIE TOTALE: 27 000 m²
- Date d'achèvement : 2005.³⁵



Fig.48 : HSB Turning Torso, Malmö

- Description structurelle :

Les 9 cubes sont disposés autour d'un noyau central de 10.6m de diamètre, une colonne vertébrale qui abrite également les circulations. Ancré dans le noyau, chaque plancher en béton est indépendant et peut ainsi (tourner) sans contrainte. En périphérie, les planchers sont supportés par des poteaux en acier inclinés et horizontaux qui sortent d'une immense colonne hélicoïdale métallique externe.³⁶

-l'exosquelette, enchâssé dans des murs en béton armé. La tour semble suspendue à cette arête verticale qui souligne la dynamique de la forme en luttant contre

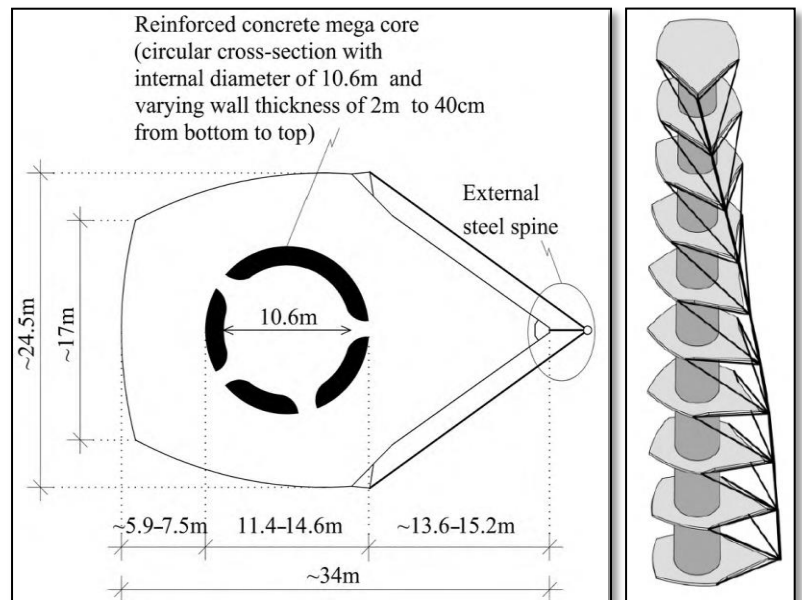


Fig.49 : Conception structurelle du Turning Torso

³⁴ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 41, 42

³⁵ https://fr.wikipedia.org/wiki/Turning_Torso

³⁶ 25 tours de bureau par Elisabeth Pélegrin-Genel, P 74

les différentes charges latérales.

- Et devant l'ébahissement que provoque sa structure, un centre interactif expliquant sa conception vient d'y être inauguré,
- Pour accueillir et renseigner les nombreux visiteurs.³⁷

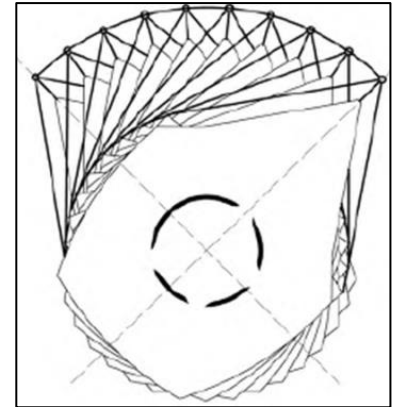


Fig.50 : Superposition hélicoïdale des plans du Turning Torso

a.7-Divers systèmes composites:

Après avoir parcouru les différents systèmes de base ci-dessus, il est évidemment possible de combiner deux ou plusieurs systèmes afin d'en obtenir un nouveau avec des caractéristiques et un comportement particulier. Les deux principaux systèmes composites utilisés sont les suivants :

- Système composé d'un ou plusieurs noyaux,
- Système à noyaux multiples (Fig.51).³⁸

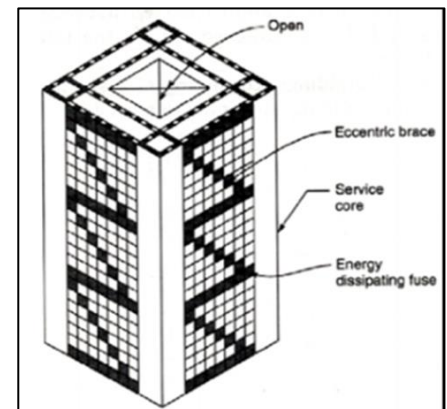


Fig.51 : Schématisation d'un bâtiment conçu avec des divers systèmes composites

Comportement :

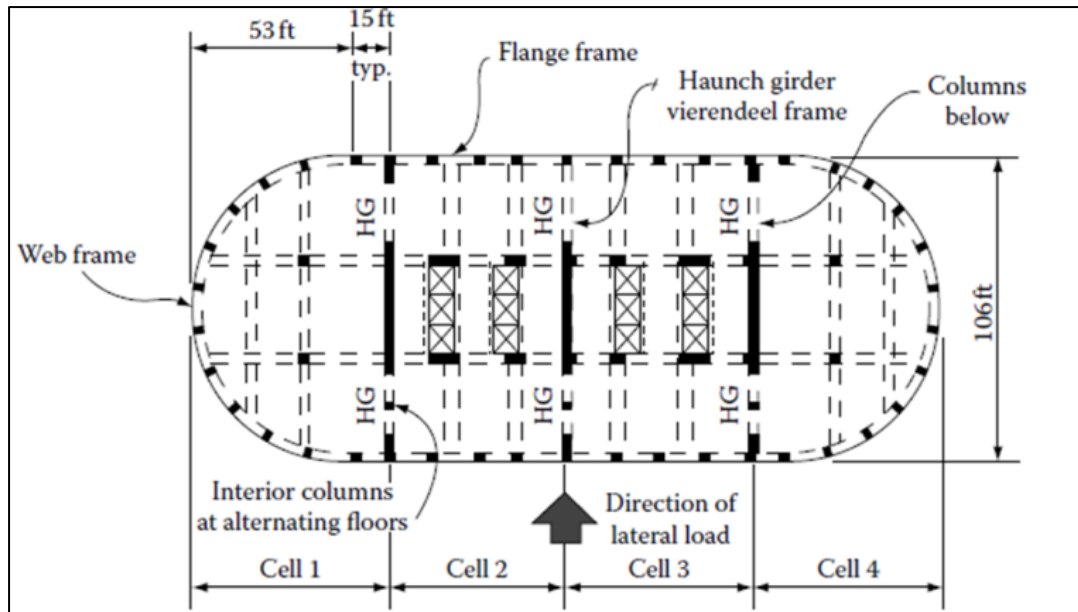
Système approprié à bâtiment-plus grand que, 80. Il se compose d'un noyau de service situé à chaque coin du bâtiment relié ensemble par les murs supplémentaires diagonaux superbes. Le noyau de service à chaque coin agit en tant que colonne géante portant une majorité de charge de gravité et moments de renversement. L'excentricité entre les diagonales superbes et les colonnes extérieures est une stratégie de conception délibérée pour augmenter la ductilité du système d'attache latéral pour des bâtiments assignés au haut. La réponse malléable des liens est anticipée pour aider en absorbant l'énergie séismique, de ce fait assurant la capacité de gravité-transport du bâtiment pendant et après un grand tremblement de terre

La figure montre un bâtiment avec un allongement d'un élevé. Les bâtiments de ce type tendent à être inefficaces en résistant aux charges latérales en raison des effets de cisaillement. Cependant, en présentant un nombre limité des colonnes intérieures (trois à chaque niveau dans la construction).³⁹

³⁷ 25 tours de bureau par Elisabeth Pélegrin-Genel, P 74

³⁸ Dimensionnement d'un gratte-ciel et étude des possibilités de raidissement d'une construction en hauteur
Léonard Lopez - Génie Civil, pMp, P 15

³⁹ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 251



40

Fig.52 : Tube cellulaire avec les cadres intérieurs de vierendeel.

a.8-Trame stabilisatrice:

Ce système se compose d'une trame en acier ou un mur de contreventement en béton avec un stabilisateur (en acier ou en béton) et une méga colonne en acier ou béton composite.⁴¹

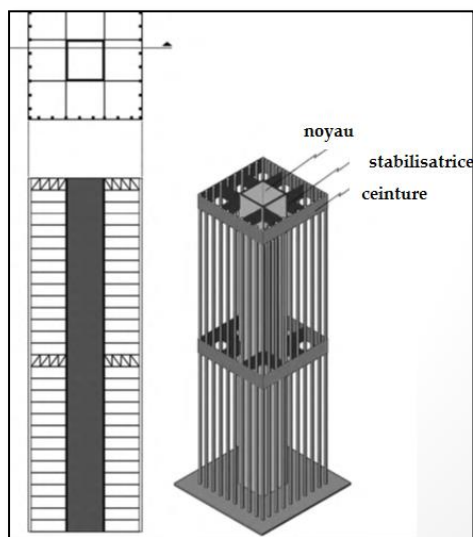


Fig.53 : Schématisation d'un bâtiment composant d'une trame stabilisatrice

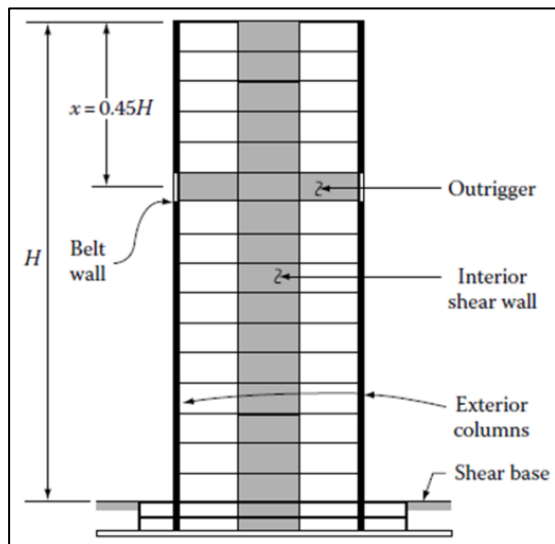


Fig.54 : Les procédures d'implantation d'une trame stabilisatrice

⁴⁰ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 251

⁴¹ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 45

Comportement :

L'explication du comportement d'un bâtiment à une trame stabilisatrice est simple : parce que les stabilisateurs agissent en tant que bras raides engageant les colonnes externes, quand un noyau central essaye d'incliner, sa rotation au niveau de la stabilisatrice induit un couple de tension-compression dans les colonnes externes qui agissent en opposition au mouvement (Fig.55). Le résultat est un type de reconstitution du moment agissant sur le noyau.⁴²

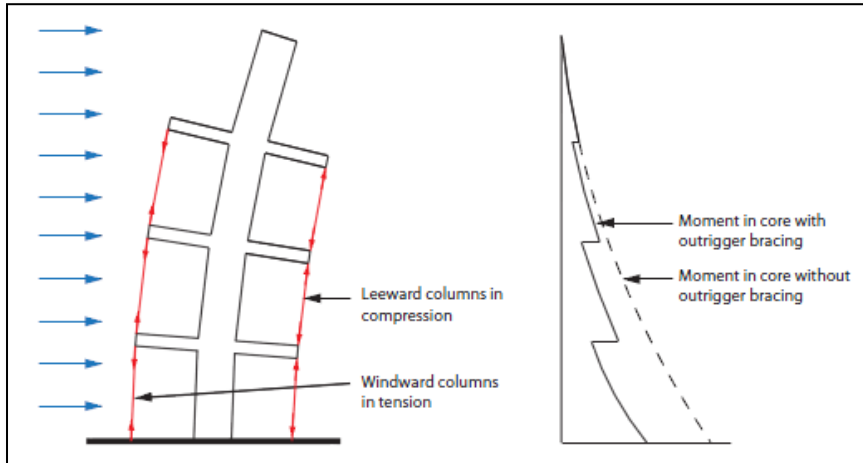


Fig.55 : Interaction entre le noyau et la trame stabilisatrice

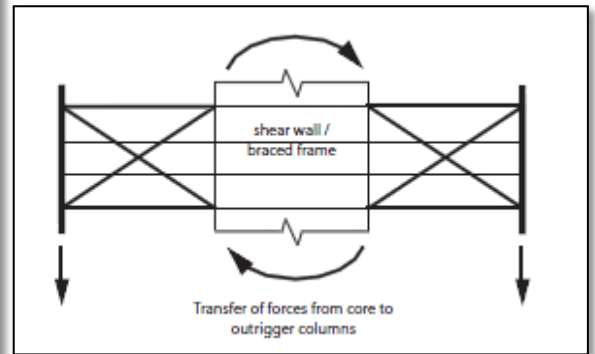


Fig.56 : Outrigger au niveau du noyau central

Exemple Petronas :

Description du projet :

- Situation : Kuala Lumpur en Malaisie
- L'architecte : l'argentin César Pelli
- Inaugurées en 1998.
- Elles comportent 88 étages pour une hauteur totale de 452 mètres.
- Une passerelle d'acier accessible aux visiteurs relie les deux tours à 170 mètres du sol au niveau des 41e et 42e étages.
- En plus des bureaux du géant pétrolier malais Petronas, cet édifice contient plus d'un million de mètres carrés de boutiques et lieux de divertissement, une salle de concert, une mosquée, ou encore un centre de conférence multimédia
- chaque tour est supportée par 16 piliers
- Le béton utilisé pour les fondations subit des pressions de l'ordre de 160 MPa.
- Type de plancher : Plancher composite.⁴³



Fig.57 : Les tours jumelles Petronas, Kuala Lumpur

⁴² Outrigger Design for High-Rise Buildings : An output of the CTBUH Outrigger Working Group, P 14, 15

⁴³ https://fr.wikipedia.org/wiki/Tours_Petronas

Comportement:

L'effet structural de base du système est tout à fait simple. Une fois soumis aux charges latérales, les colonne-retenus résistent à la rotation du noyau, entraînant les débattements latéraux et moments dans le noyau à être plus petit que si seul le noyau libre résistait au chargement.

Le moment externe est maintenant résisté pas par le recourbement seul du noyau, mais également par la tension axiale et la compression des colonnes extérieures se sont reliée aux tangons. En conséquence, l'efficace la profondeur de la structure pour le recourbement de résistance est augmentée quand les câbles de noyau comme encorbellement vertical, par le développement de la tension dans les colonnes au vent, et par compression dans le côté sous le vent colonnes.⁴⁴

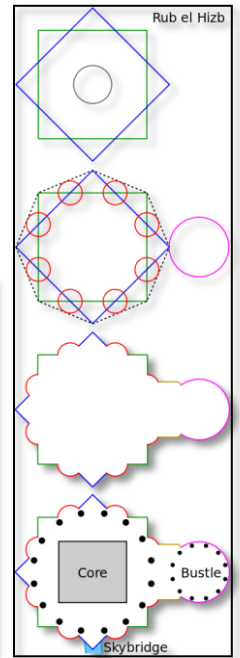
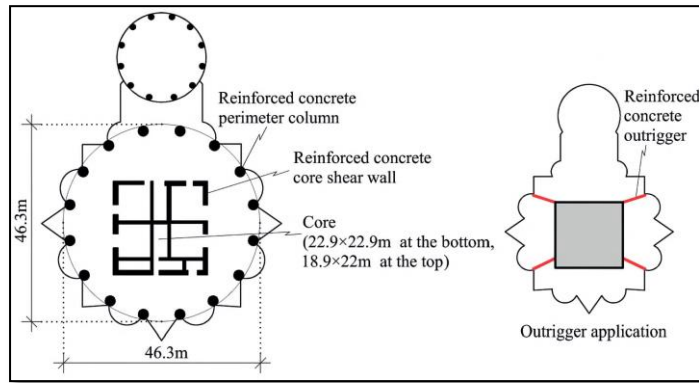


Fig.58 : Conception structurale du Petronas

-Autres exemples avec différentes formes possibles des trames stabilisatrices :

-Forme ellipsoïdale :

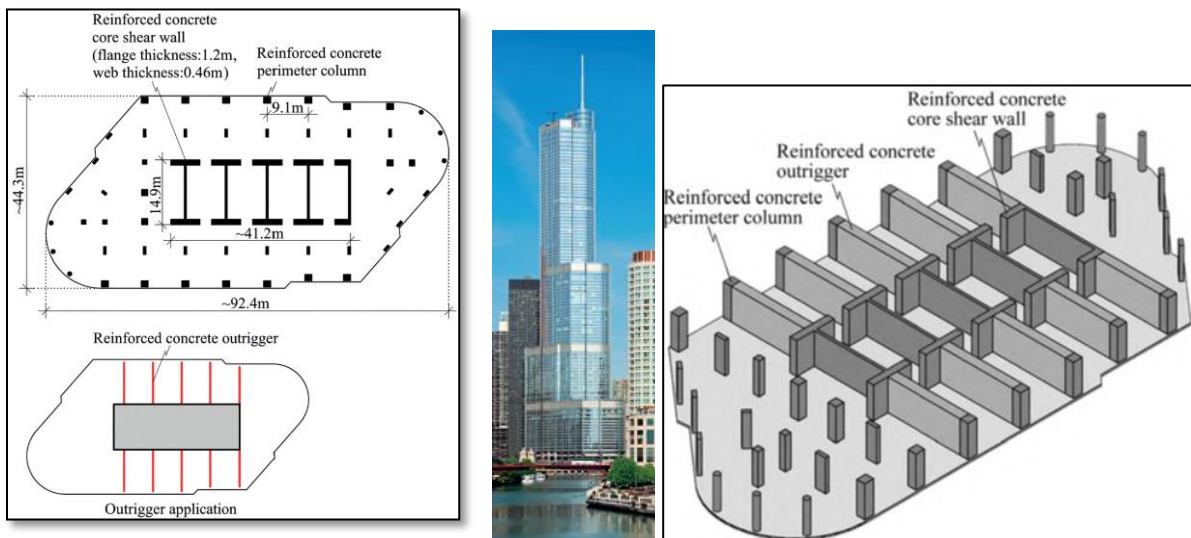


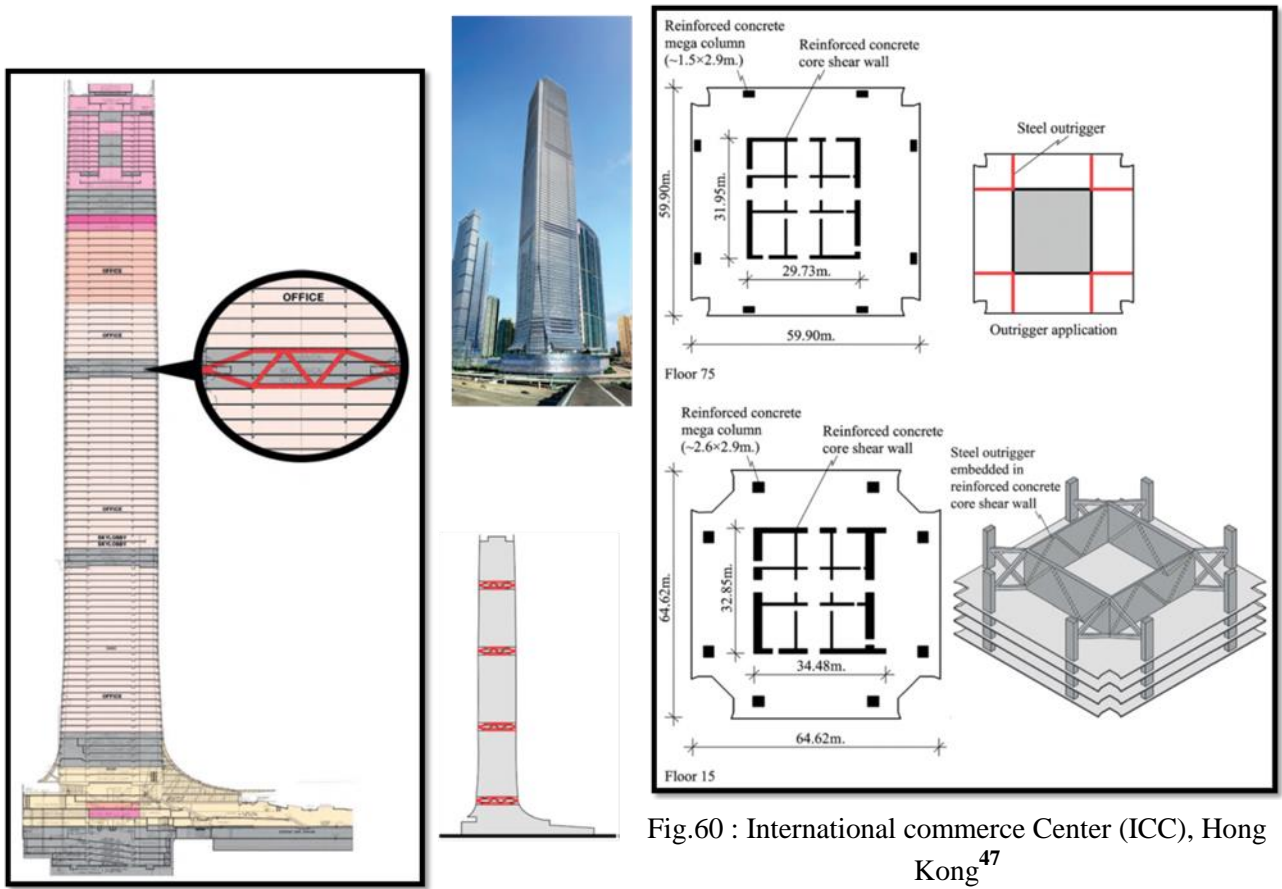
Fig.59: Trump International Hotel & Tower, Chicago

Chaque étage est séparé par une dalle de béton et l'acier inoxydable, Il y a du verre et des panneaux d'aluminium attachés au chaque étage. 50,000 tonnes de barres d'armature en acier, (2009).⁴⁵

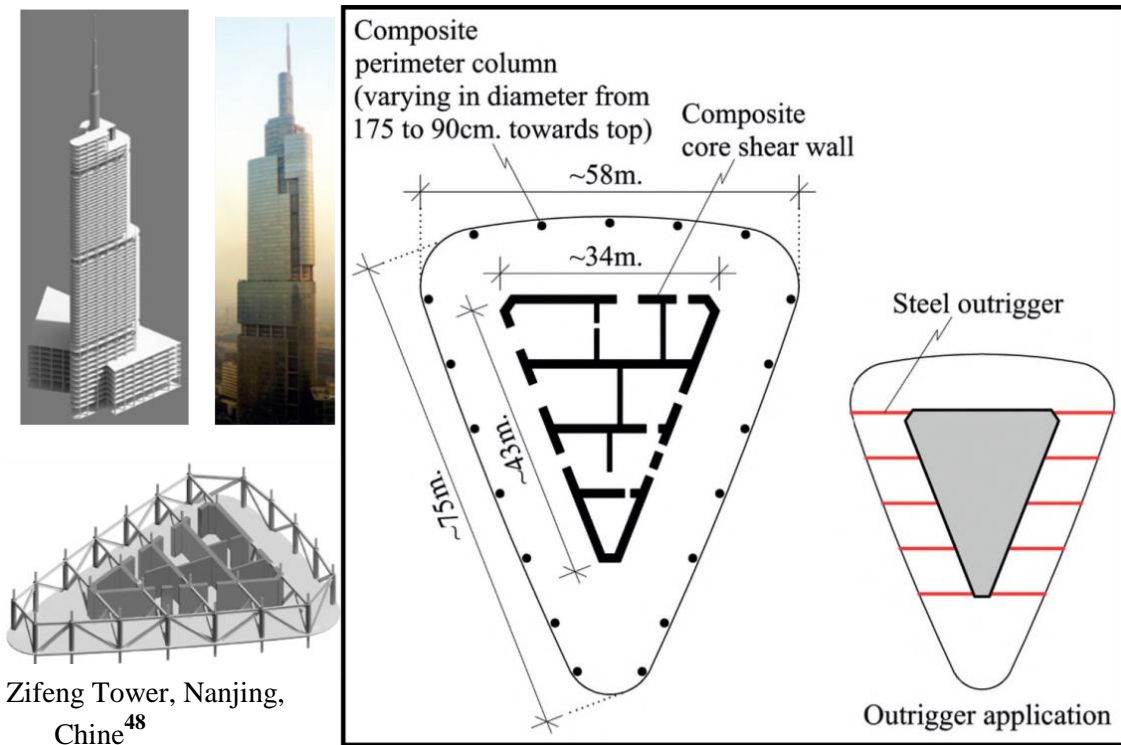
⁴⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Petronas_Towers

⁴⁵ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 49

-Forme carrée :



-Forme triangulaire :



⁴⁶ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 56

⁴⁷ Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin, P 57

B) Structures extérieures

B.1) Système tube :

- Ce système de raidissement horizontal est sans conteste celui qui permet d'atteindre les hauteurs les plus impressionnantes. Entièrement en béton armé, il peut supporter et raidir des constructions jusqu'à environ 140 étages. Les principaux systèmes de raidissement tube sont les suivants :

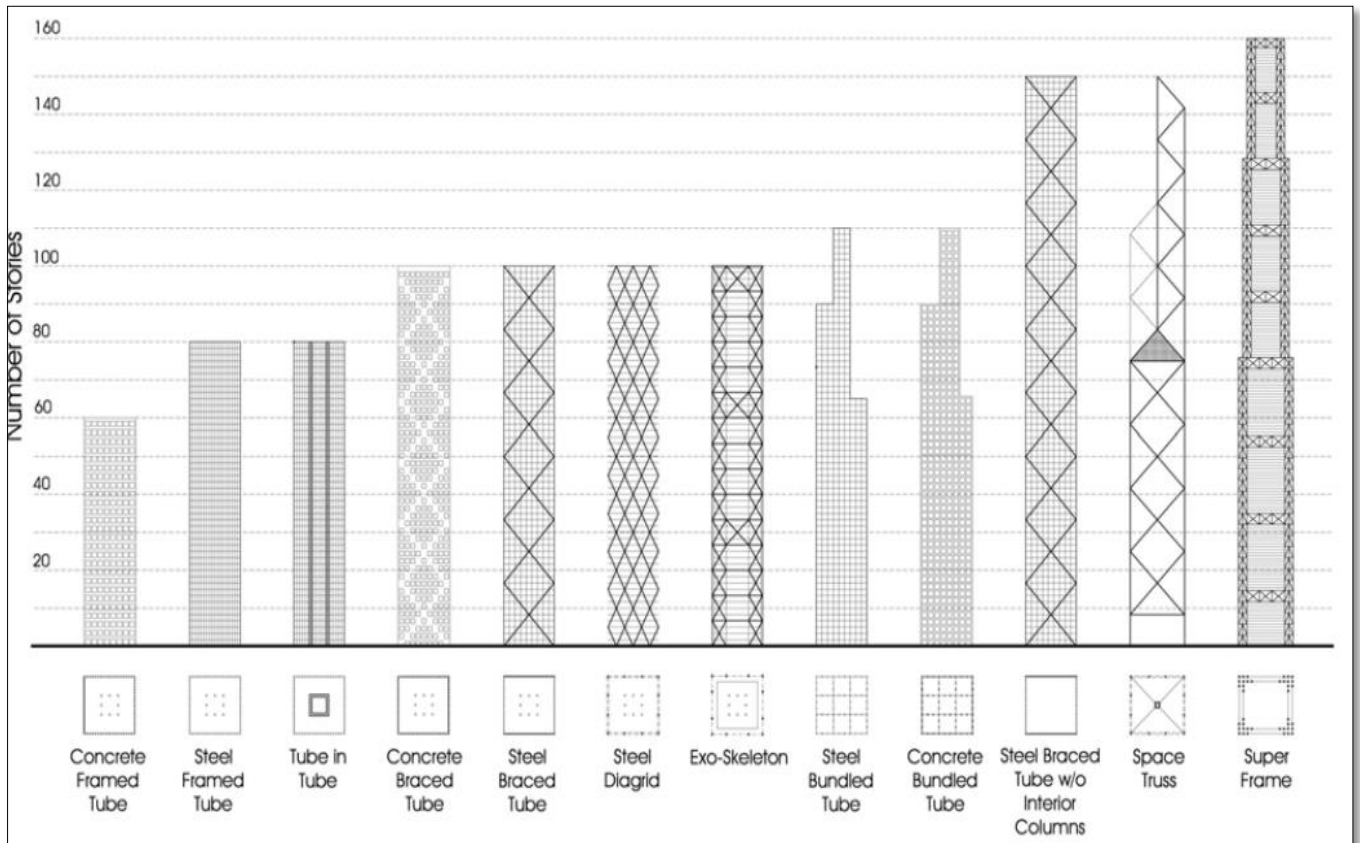


Fig.62 : Structure extérieur⁴⁸

⁴⁸ Structural developments in tall buildings ,Mir M.Ali and Kyoung sun Moon, page 211

b.1) Système cadre- tubulaire :

Les systèmes à ossature tube, qui constituent la base des systèmes des tubes, peuvent être décrits comme ayant évolués à partir de système trame rigide. Dans ses termes les plus simples, une trame tubulaire peut être définie comme un système à trois dimensions qui vient en prise sur tout le périmètre du bâtiment pour résister aux charges latérales.

Dans ce système, le périmètre du bâtiment est constitué par des colonnes étroitement espacés reliés entre eux par des écoinçons emboutissages profonds. Dans la pratique, les colonnes placées à l'extérieur sont relativement proches les unes des autres avec une portée de 4 m à 6,1 m, rejointe par des poutres allèges d'une profondeur variante entre 0,90 à 1,52m.

Ce système devrait, être pris en considération pour les immeubles de plus de 40 étages.

Le comportement :

Pour comprendre le comportement d'une trame tubulaire dans laquelle les résistances sont assurées par des colonnes extérieures rapprochées et des poutres profondes, et par un système de plancher (figure 63), généralement considéré dans son propre plan comme répartiteur de la charge latérale à divers éléments en fonction de leur rigidité. Ce système comprend donc quatre orientations d'une manière orthogonale, formant un tube en plan.

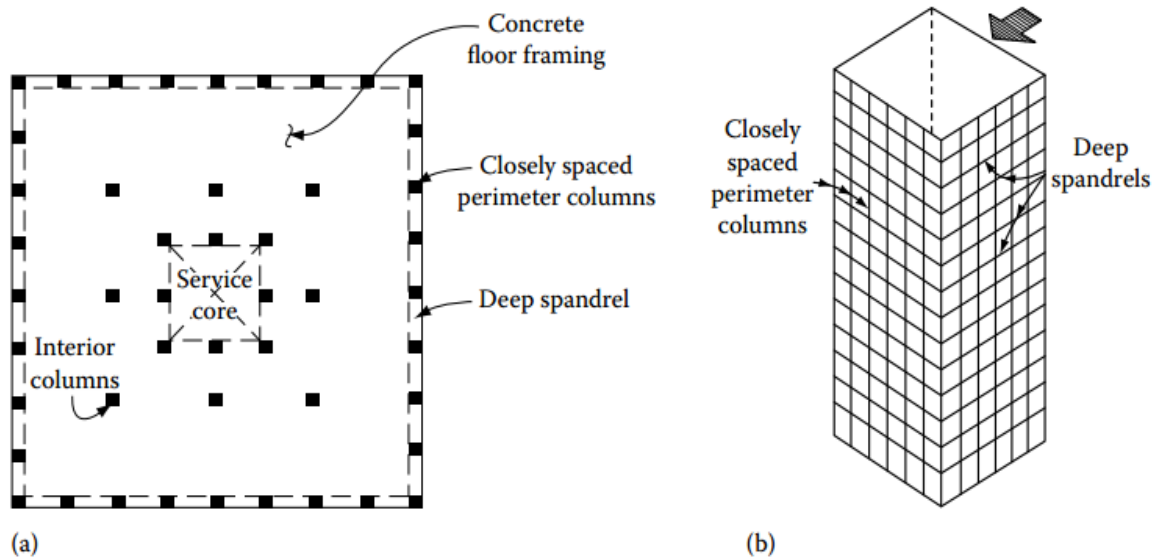


Fig.63: plans et perspective schématique d'une trame tubulaire⁴⁹.

⁴⁹ Reinforced-Concrete-design-of-tall-building, Bungale S. Taranath page 225

La direction de flexion des colonnes est généralement alignée le long de la façade du bâtiment. Lorsque La trame qu'elle est parallèle à la charge est soumise à la flexion, les colonnes sur les côtés opposés de l'axe neutre du tube sont soumises à des forces de traction et de compression. En outre, les cadres parallèles à la direction de la charge latérale (E) sont soumis aussi aux efforts de cisaillement et de flexion dans le plan.

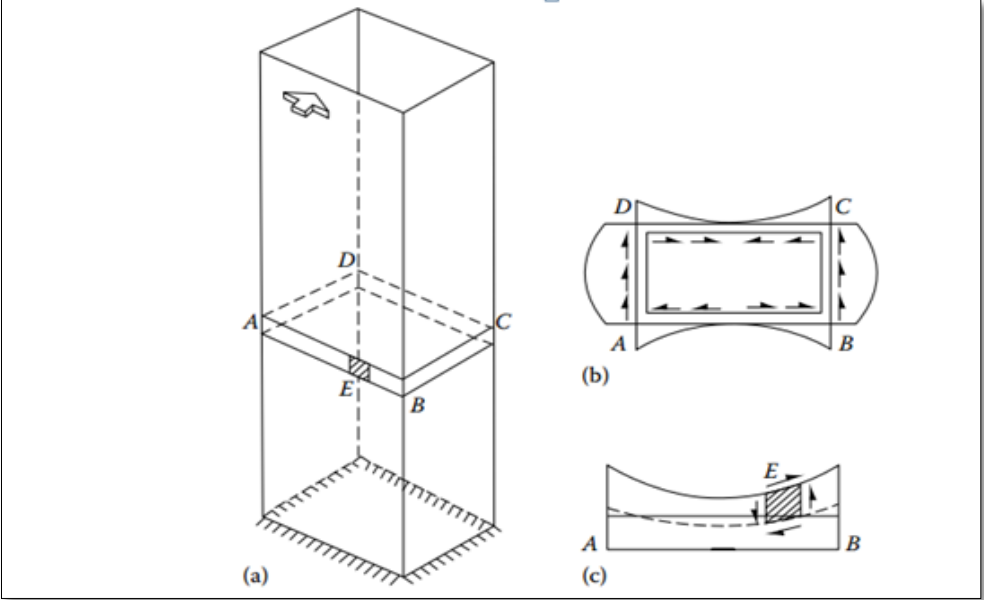


Fig.64 : Les effets de cisaillement en structure de tube : (a) le tube en porte-à-faux a soumis aux charges latérales, (b) distribution d'effort de cisaillement, et (c) déformation d'élément de bride provoquée par des efforts de cisaillement.

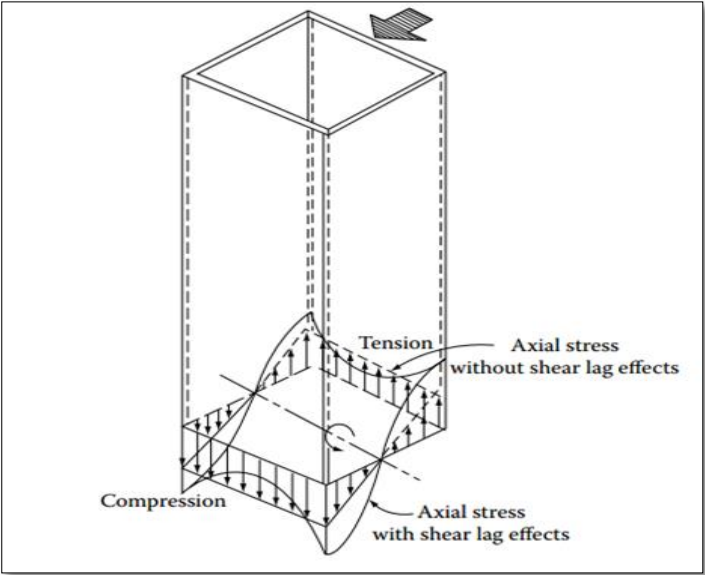


Fig.65 : Distribution d'effort axial dans un tube creux carré avec et sans le pied de cisaillement⁵⁰

⁵⁰ Reinforced-Concrete-design-of-tall-building, Bungale S. Taranath page 226

Dans ce système, le rapprochement des colonnes de périmètre peut obstruer la vue panoramique à l'extérieur du bâtiment et il empêche la création des espaces publics avec des entrées larges tels que les halls aux niveaux des entrées au rez-de-chaussée. Alors, Comme solution, dans le but de prévenir les difficultés d'accès connu lors du passage à travers ces espaces à l'entrée ils ont prévu des solution tel que des arcs de transfert profonds(Fig.66-a) ,des poutre (Fig.66-b)ou des colonnes de branchement (Fig.66-c) .

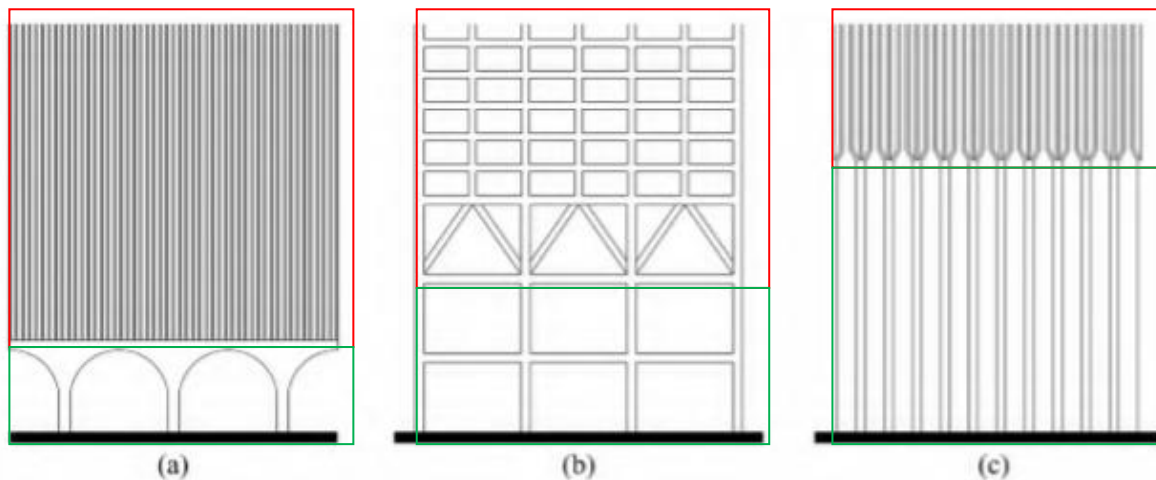


Fig.66: Configurations de la partie inférieur qui rassemble le rez-de-chaussée et la partie supérieure dans le système trame tubulaire ⁵¹

Parmi les bâtiments qui utilisent ce genre de système, on indique le **World Trade Center Towers, New York**

Description du projet ⁵² :

- SYSTÈME STRUCTUREL**: Trame tubulaire
- TYPE /OCCUPATION**: Immeuble de bureaux
- **Hauteur occupée**: 413 m
- Matériaux de structure** : Acier
- SUPERFICIE TOTALE**: 400 000 m² chacune
- Date d'achèvement** : 1972

Description structurelle : Les éléments prédominants dans la conception structurelle du bâtiment était une série des colonnes rapprochées. ⁵³



Fig.67 : Tours 1 et 2 du World Trade Center »

⁵¹ Tall Buildings Structural Systems and Aerodynamic For Mehmet Halis Günel and Hüseyin Emre Ilgin page75

⁵² Wikipédia

⁵³ www.wtc.com « traduit par les étudiants »

Aux étages classiques, un total de 59 de ces colonnes périphériques était présent le long de chacune des faces planes du bâtiment (Fig.68)⁵⁴.

Ces colonnes ont été construites par un soudage des quatre plaques ensemble pour former une section d'environ 0.35m², espacés de 0.9 m. Les colonnes de périmètre adjacent sont reliées entre eux au niveau de chaque étage par des plaques d'allèges profondes, (figure2).

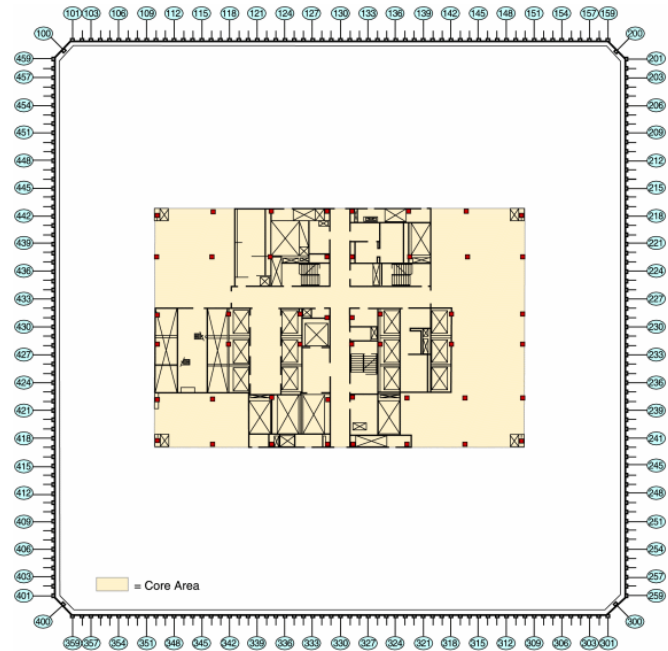


Fig.68: plan du cadre structurel de la tour

La configuration résultante de colonnes rapprochées et écoinçons profondes a créé un système de trame en acier formant une paroi perforée qu'elle est étendue de façon continue autour du périmètre du bâtiment.

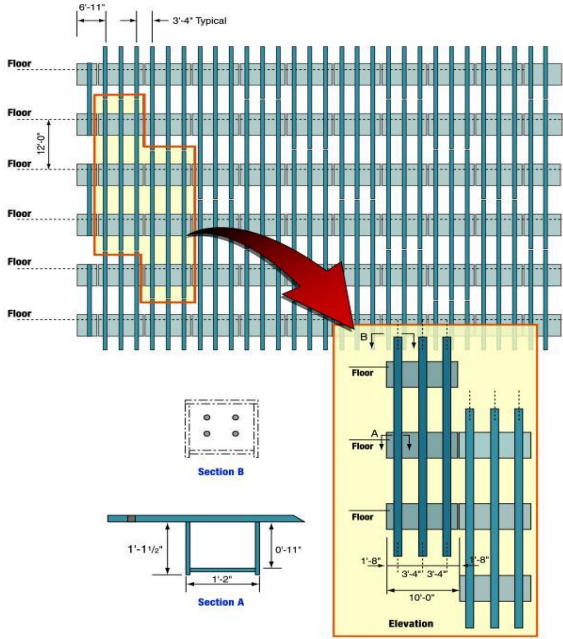


Fig.69: Elévation partielle du cadre extérieur montrant la construction du module de paroi extérieure.

54 www.wtc.com

Les planchers sont généralement composés de 0.1 m de béton léger sur 0.3 m en acier de calibre. Dans la zone centrale, l'épaisseur de la dalle est de 0.12 m. En dehors du noyau central, la plate-forme du plancher a été soutenue par une série des poutrelles composites qu'elle a prolongée entre le noyau central et le mur extérieur. (Fig.70)

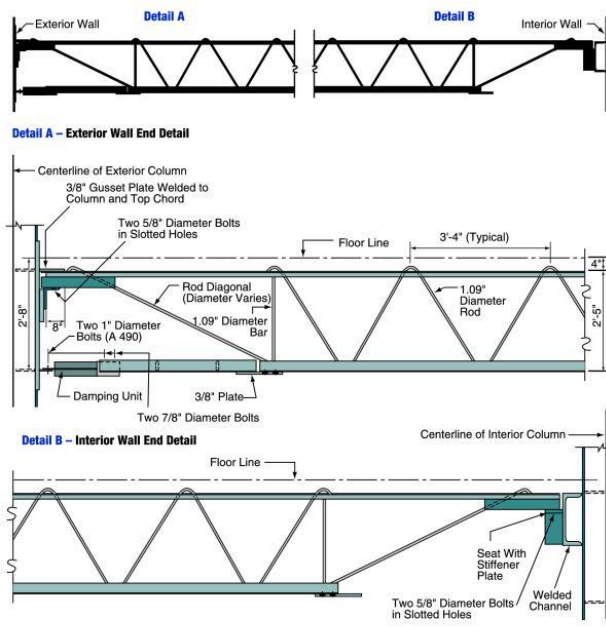


Fig.70: Longeron de plancher avec détail des raccords d'extrémité

A la base de l'édifice, un système de « colonnes de branchement » a été mise en place Pour ouvrir plus d'espace entre les colonnes (Fig.71)



Fig.71 : Répartitions des colonnes de branchement dans le World Trade Center Towers, New York⁵⁵

⁵⁵ www.wtc.com

b.2) Structure grilles diagonal « Diagrid » :

Le système « Diagrid » ou structure triangulée est formé par l'utilisation des entretoises diagonales étroitement espacées au lieu des colonnes verticales (Fig.72). Ce système est plus efficace contre les charges latérales que le système à cadre tubulaire classique

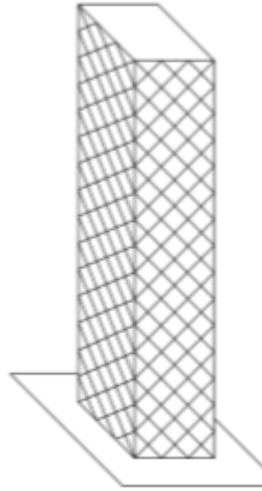


Fig.72 : schéma explicatif d'une structure en grilles de diagonal « Diagrid »⁵⁶

La mise en place des éléments triangulaires dans un modèle étroitement espacé fournit une résistance suffisante contre les charges verticales et latérales. Dans ce système les forces de cisaillement sont réunies par une déformation axiale des entretoises diagonales au lieu de déformation en flexion des poutres et des poteaux, ce qui augmente considérablement l'efficacité du système structurel.

Parmi les bâtiments majeurs qui ont utilisé le système Diagrid-framed-tube avec les matériaux de structure en acier: il y a Mary Axe (Londres, 2004)

Description du bâtiment:

-SYSTÈME STRUCTUREL: « Diagrid -Trame tubulaire »

-TYPE /OCCUPATION: Immeuble de bureaux

- Etage/Hauteur occupée: 40 étages/167,1 m

-Matériaux de structure : Acier.

-SUPERFICIE TOTALE: 76 400 m²

-Date d'achèvement : 2004. ⁵⁷



Fig.73: Swiss Re (30 St Mary Axe)
Londres, England

⁵⁶ Tall Buildings Structural Systems and Aerodynamic For Mehmet Halis Günel and Hüseyin Emre Ilgin page77

⁵⁷ www.wikiarquitectura.com

Description structurelle :

La structure est composée d'un noyau central entouré d'une grille en acier reliées entre eux diagonalement pour assurer une bonne résistance aux charges latérales (Fig.74). Le système de support de tour est assuré par cette armure extérieure en acier dont la pierre angulaire est formée par deux puissants V inversés, qu'elles peuvent atteindre deux niveaux au maximum.



Fig.74: schéma présentatif des différents éléments constituant un système « Diagrid »⁵⁸

b.3 L'exosquelette:

La structure du périmètre est complètement visible à l'extérieur. Il garantit une résistance de l'ouvrage à des efforts mécaniques particulièrement importants (vent, séisme) tout en intégrant une réelle protection face aux efforts extérieurs. Ce principe structurel permet une flexibilité des espaces intérieurs qui garantit une exploitation programmatique et économique à long terme⁵⁹. Cette nouvelle approche supprime l'usage des échafaudages pour sa construction, parmi les bâtiments qui ont utilisés ce système :

- Hotel de **las Artes Barcelona, Espagne**

⁵⁸ Tall Buildings Structural Systems and Aerodynamic For Mehmet Halis Günel and Hüseyin Emre Ilgin page78

⁵⁹ Thèse : « Tour d'habitat écologie » Benmmami Abdelhakim page 152

Description du bâtiment:

-**SYSTÈME STRUCTUREL:** « Trame tubulaire

-exosquelette »

-**TYPE /OCCUPATION:** Hôtel

- **Etage/Hauteur occupée:** 44 étages/154 m

-**Matériaux de structure :** Acier

-**Date d'achèvement :** 1992



Fig.75: Hotel de las Artes
Barcelona,Espagne

Description structurelle :

L'exosquelette exposé est en acier, avec un maillage extérieur tridimensionnel qui donne au bâtiment une image forte et une certaine esthétique du high-tech. L'angle est formé par les faisceaux des coins qui agissent comme une des tiges de faisceau qui agit contre les efforts de la flexion et de la compression causés par les pressions latérales telles que le vent⁶⁰.

1.3 Super trame (Système polycentrique):

Ce système propose d'organiser le bâtiment sous forme des modules constitués autour de plusieurs noyaux de circulation verticale (Fig.77).

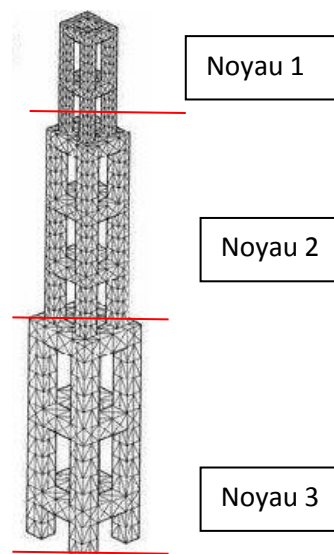


Fig.76 : schéma présentatif d'un bâtiment effectué par un système polycentrique constitué de 3 modules verticaux⁶¹

⁶⁰ www.wikiarquitectura.com

⁶¹ Thèse : « Tour d'habitat écologie » Benmmami Abdelhakim page 152

b.4) Système trame en treillis :

Ce système permet d'améliorer l'efficacité du tube pour permettre d'augmenter la distance entre les colonnes et les dimensions des fenêtres, contrairement à la structure de tube classique. Ceci est réalisé en ajoutant des entretoises en diagonales sur les faces du tube (des contreventements sur plusieurs étages (Fig.77)) qui comportent des forces de cisaillement latérales en compression et en traction axiale, ce qui élimine la flexion dans les colonnes et les poutres.

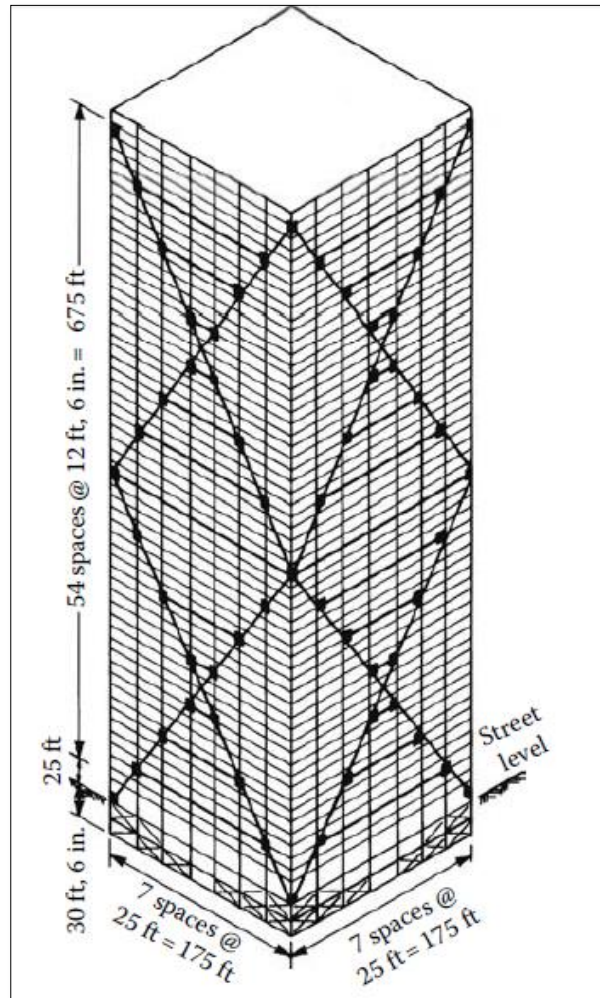
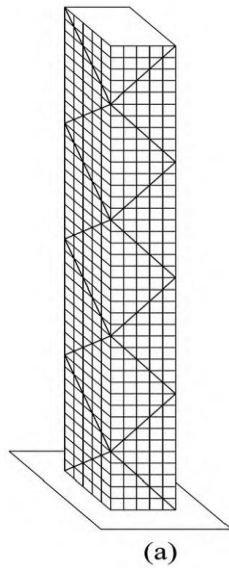


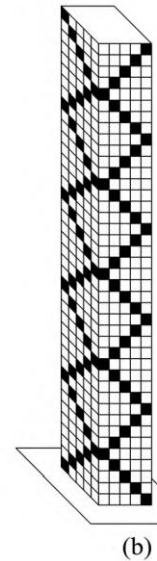
Fig.77: La configuration des entretoises diagonales à l'extérieure d'un bâtiment de grande hauteur⁶²

L'ingénieur M. Fazlur Khan, un des précurseurs de la conception des systèmes statiques pour les bâtiments de très grande hauteur, a envisagé, dès 1972, la possibilité de construire des gratte-ciels en béton armé en rivalisant en hauteur avec les traditionnels en acier.

⁶² Reinforced Concrete Design of Tall Buildings ,Bungale S. Taranath, page 231



(a)
 Fig.78(a) : Conception tubulaire avec diagonales extérieures en acier ou composite. Exemple Le John Hancock Tower à Chicago 1969
 Dans une construction en acier, l'addition des entretoises diagonales, comme, est pour augmenter l'efficacité d'un tube.⁶²



(b)
 Fig.78(b) : Conception tubulaire avec diagonales extérieures en béton armé
 Un système en béton composée des diagonales extérieures en remplissant l'intervalle entre deux colonnes à chaque niveau, le tout forme des diagonales en façades des bâtiments, Exemple * Le centre Onterie à Chicago, Etat unis 1986⁶².

L'un des exemples majeurs qui utilisent ce genre de structure est : le **centre Onterie à Chicago, Etat unis 1986** :

Descriptions du bâtiment

« Onterie Center » est un bâtiment multifonctionnel situé sur la ligne de rivage du lac Michigan, près de centre-ville de la ville de Chicago, USA. Il est composé principalement d'une tour de 58 étages avec une base conique d'une faible hauteur qui comporte 12 étages (Fig.79). Le bâtiment est une superficie de 85.000 m² divisée en cinq zones distinctes par des fonctions (Fig.80) .ce bâtiment étais achevé en 1986

⁶³ Tall Buildings: stural systems and Aerodynamiques Form, Mehmet Halis Günel et Hüseyin Emre Page 84



Fig.79 : Le centre Onterie à Chicago,
Etats unis⁶⁴

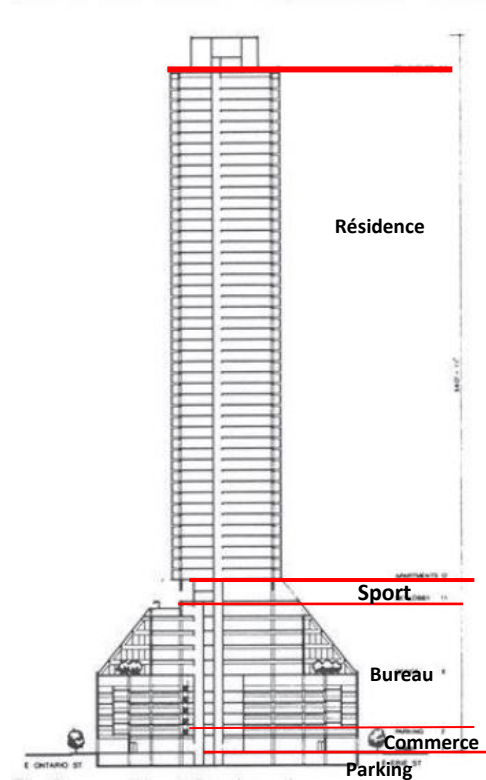


Fig.80: Section Nord-Sud présente les différentes fonctions dans le centre d’Onterie à Chicago

Description structurelle :

Le système de stabilité utilisé est un tube contreventé formé à partir des colonnes en béton armé (48 cm x 51 cm) d’une largeur de (1,7 m) dans les centres de proximité et des poutres allèges. Renforcée par des panneaux de remplissage en béton d’une épaisseur de 51 cm dans un motif en diagonale pour fournir une rigidité et une résistance supplémentaire (Fig.81)⁶⁶.

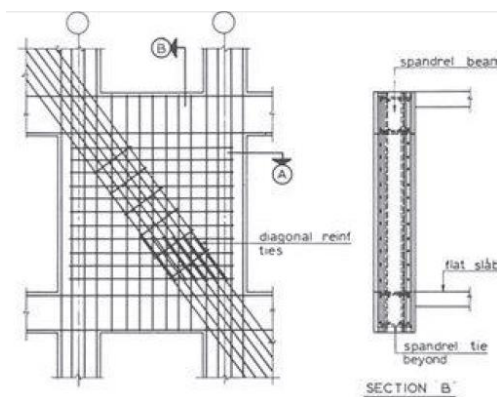


Fig.81: Détail du panneau de remplissage en diagonale

⁶⁴ <http://www.chicagobusiness.com>

⁶⁵ publication Salem, Mohammad le 29.10.2016, » Structures in the United States » Suisse, www.library.ethz.ch)

⁶⁶ IDEM

Le système structurel de plancher est constitué d'une dalle plate d'une épaisseur variant entre 17,8 cm pour les étages des appartements et de 21,6 cm pour les planchers commerciaux. A l'intérieur, on trouve une travée des colonnes de 6,71 m au centre (Fig.82)⁶⁷

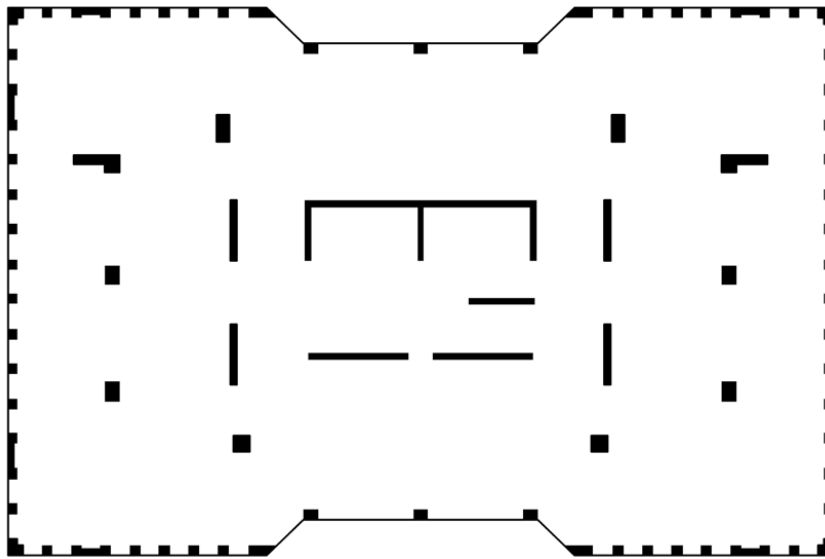


Fig.82 : Plan du centre Onterie à Chicago, Etat unis 1986

b.5 Système tube en tube :

Ce système est formé d'un tube de noyau à l'intérieur de la structure, tenant l'ascenseur et d'autres services, et un autre tube autour à l'extérieur (Fig.83).

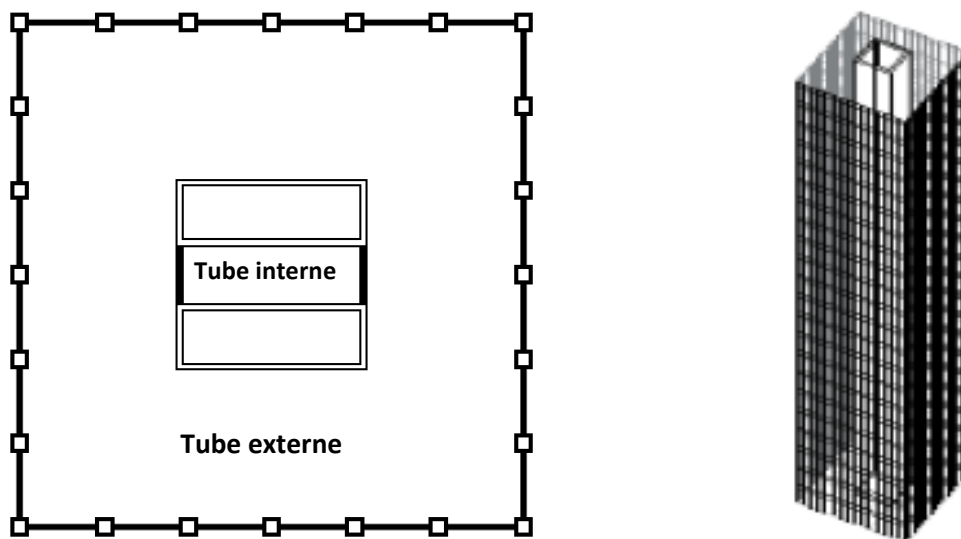


Fig.83: Plan et perspective représentative du Système tube en tube ⁶⁸

⁶⁷ The structural systems of tall buildings, Mehmet Halis Günel, Hüseyin Emre Ilgin page85

⁶⁸ Tall Buildings Structural design of concrete buildings up to 300 m tall, a working group of The Concrete Centre and fib Task Group 1.6,page 20

Comportement:

Ce système, combine la rigidité du tube de périmètre avec l'ensemble des parois rigides internes, ce qui régira la flexion globale, la torsion et la résistance au cisaillement. Alors que Les 2 tubes travaillent ensemble pour résister aux charges de gravité et aux charges latérales et pour fournir une rigidité supplémentaire à la structure afin d'éviter des détournements importants au sommet, Donc cet arrangement agit d'une manière similaire au système de mur et de cadre de cisaillement, mais sera beaucoup plus robuste.

L'application de ce système permet la conception des bâtiments à atteindre jusqu'à 180-200 m de hauteur.

Parmi les bâtiments utilisent ce genre de système est La tour « **Riviera TwinStar Square, Shanghai, chine** »

Description du projet :

-SYSTÈME STRUCTUREL: Tube en tube (noyau interne

Et cadre de périmètre en béton)

-TYPE / OCCUPATION: Immeuble de bureaux

-Nombre étage/Hauteur: 49 étages - 216 m

-SUPERFICIE TOTALE: 196,000 m²

-Date d'achèvement: 2011

Cet immeuble de bureaux, constitue de 49 étages

et quatre sous-sols fondés sur des pieux forés de 850 mm

de diamètre.



Fig.84 : « Riviera TwinStar Square, Shanghai, chine »⁶⁸

Il est jumelé à une autre tour et les deux tours se courbent symétriquement l'une vers l'autre⁷⁰.

Description structurelle :

Le système structurel se compose d'un noyau central en béton armé et un cadre périphérique. Les colonnes sont de 1 200 mm x 1 200 mm carrés avec des parois du noyau d'une épaisseur de 350 mm à 680 mm Les colonnes inclinées sont utilisées à l'élévation incurvée. Les dalles sont des dalles de 110 mm à 125 mm d'épaisseur sur poutres.

Au moment de la publication, il s'agit du 30e bâtiment le plus haut de Shanghai.

⁶⁹ Wikipédia

⁷⁰ www.wikiarquitectura.com

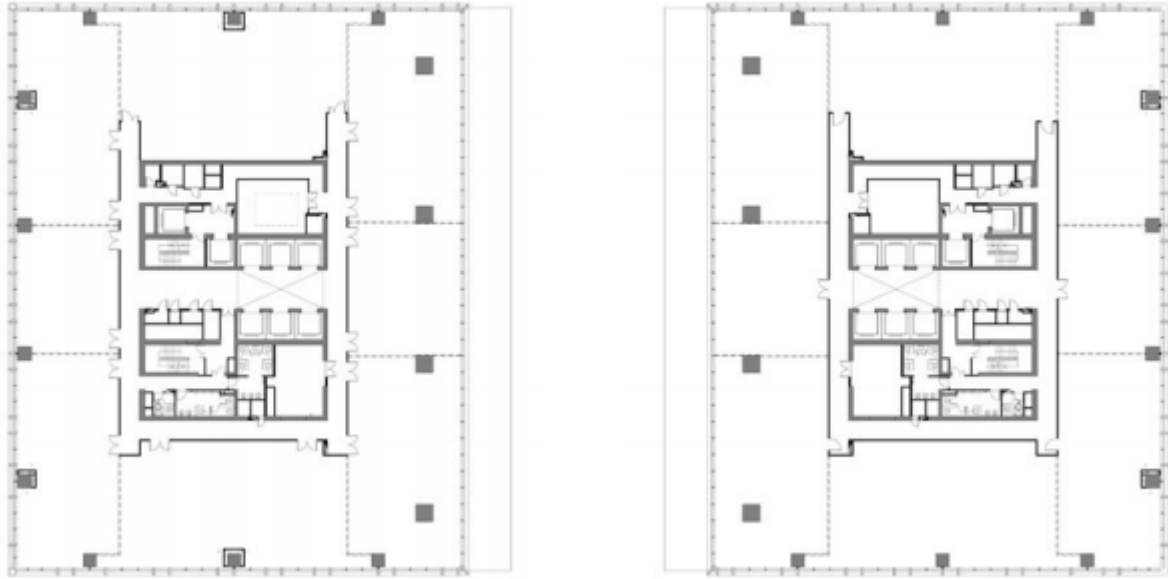


Fig.85 : plan des 2 tours de Riviera TwinStar Square, Shanghai, chine ⁷¹

b.6) Système tube groupé :

(Tubes modulaires), dont le principe est d'assembler deux ou plusieurs tubes les uns à côté des autres. Il peut être réalisé soit avec des tubes formés de diagonales extérieures (Fig.87-b) soit avec des tubes composés des cadres (Fig.86-a) ⁷²

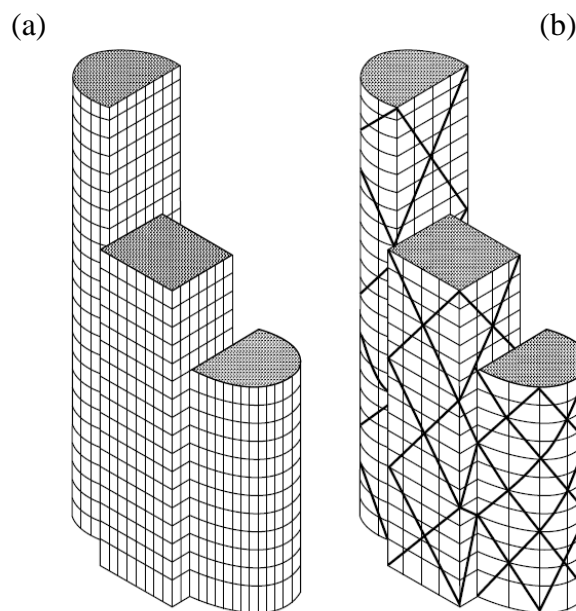


Fig.86 : Schemat de tubes groupés.

⁷¹ www.ctbuh.org

⁷² Reinforced-Concrete-design-of-tall-building, Bungale S. Taranath Page 233

Comportement :

Le comportement principal de ce système est de réduire les effets de retard de cisaillement par des nombreux réseaux d'éléments qui se trouve dans la liaison robuste des petites brides

Cela diminue l'effet de traînage de cisaillement à l'intérieur des sections, en utilisant ainsi la capacité de résistance des cadres de bride.

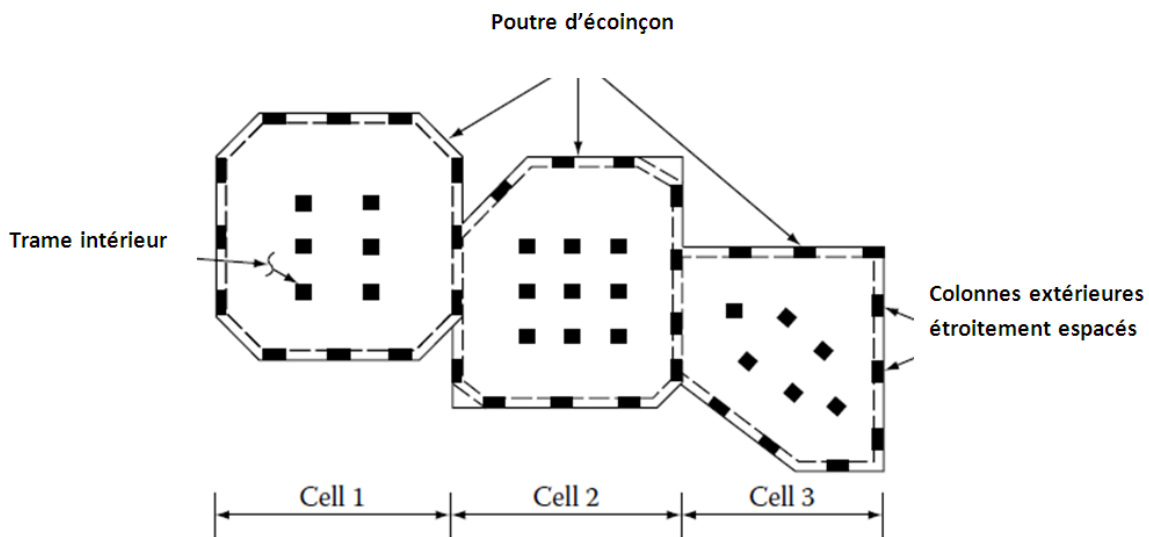


Fig.87 : Tube groupé: plan schématique⁷³.

Ce système permet d'ouvrir un plus grand espace entre les colonnes extérieures. En outre, il est mieux adapté pour atteindre des hauteurs de 70 à 140 étages. Parmi les bâtiments qui ont utilisés ce système :

- ONE MAGNIFICENT MILE, CHICAGO, Etat Unis 1983
 - Willis Tower, Chicago, Etats Unis, 1974
- Exemple : la Tour Sears - Tour Willis

Description du bâtiment:

-**SYSTÈME STRUCTUREL:** Système tube groupé

-**TYPE /OCCUPATION:** immeubles bureaux

- **Hauteur occupée:** 412,69 m

- **Superficie total :** 353 961 m²

-**Matériaux de structure :** Acier

-**Date d'achèvement :** 1974

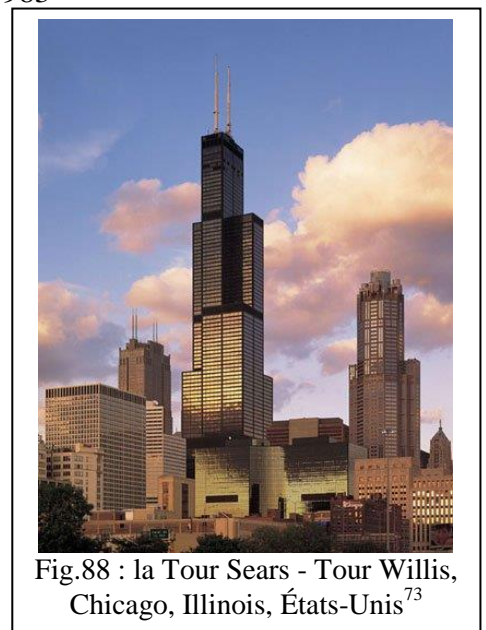


Fig.88 : la Tour Sears - Tour Willis, Chicago, Illinois, États-Unis⁷³

⁷³ Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, Bungale S. Taranath P 232

⁷⁴ WWW.wikiarquitectura.com

Description structurelle :

Il est le plus haut bâtiment du monde qui est réalisé intégralement avec une structure en acier , résolu avec neuf modules carrés chaque module est de 22.86 x 22.86 m regroupés comme un carré fermé sur tous les 50 premiers étages, De ce niveau, le nombre de modules / tubes diminue jusqu'à ce qu'il devienne seulement deux tubes dans les derniers étages .Les planchers sont suspendus aux tubes

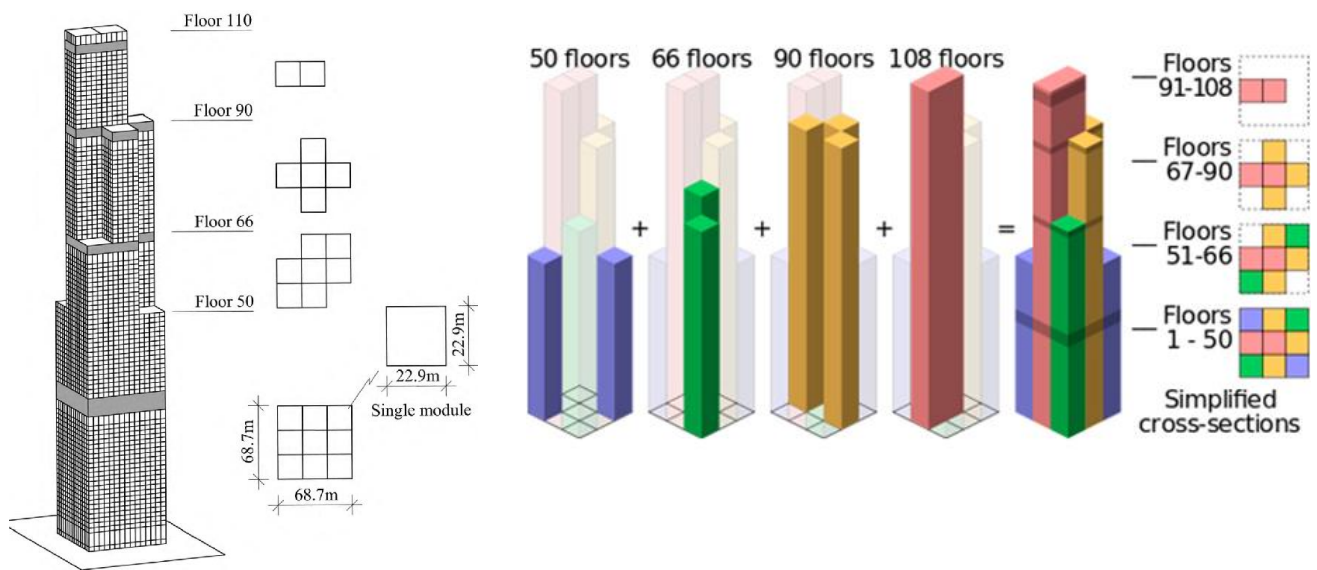


Fig.89: La tour Willis Tower, Chicago, Etats unis, 1974 ⁷⁵

Les modules structurels sont insérés dans des caissons de béton armé atteignant La charpente d'acier qu'elle a été pré-assemblée dans les sections ensuite elle a été boulonné en place

La structure de la peau extérieure est composée de l'aluminium noir et du verre teinté en bronze pour réduire les reflets entre la structure interne et externe afin de maintenir une température relativement constante.

⁷⁵ Tall Buildings: Structural Systems and Aerodynamic Form , Mehmet Halis Günel and Hüseyin Emre Ilgin
page88

1.6) Les éléments de structure :

Les IGH se composent des éléments typiques comme les murs, colonnes et planchers et poutres... Leur utilisation dans les IGH impose des exigences supplémentaires à leur représentation qui doit être détaillée par l'ingénieur.⁷⁶

1.6.1) Les colonnes :

Le but principal des colonnes est de soutenir les planchers et de distribuer les chargements verticaux au sol. Les colonnes sont généralement séparées par des distances régulières le long du périmètre de la structure.

La conception du noyau aide à soutenir une plus grande partie des chargements verticaux parce qu'elle assiste au renversement de la résistance des charges latérales. Le noyau central peut soutenir environ 60 % du chargement vertical, et les colonnes soutiennent l'autre 40 %.

Exigences de marche :

Des colonnes sont principalement soumises à la compression axiale avec les conditions suivantes :

- Facilité de la connexion au système structurel des planchers
- vitesse de la construction
- Puissance de l'élément et sa résistance au feu
- Minimum d'intervention dans la façade du bâtiment.

Modélisation des colonnes:

Pour modéliser les éléments des colonnes il faut prendre en considération les points suivants :

Quand une colonne change des dimensions entre deux niveaux successifs, le modèle devrait prendre en considération les compensations la correspondance dans les lignes centrales.

La situation est courante dans les colonnes de façade, dont les dimensions réduisent vers le dessus d'une structure au cas de continuité du visage de façade

Les colonnes sont positionnées pour faciliter l'usage approprié des surfaces au sol. En raison de la taille des colonnes dans les grands bâtiments, il n'est pas possible de les cacher dans des murs.⁷⁷

⁷⁶ Tall Buildings: Structural design of concrete buildings up to 300 m tall, A cement and concrete industry publication, A working group of The Concrete Centre and fib Task Group 1.6, p 25

⁷⁷ Tall Buildings: Structural design of concrete buildings up to 300 m tall, A cement and concrete industry publication, A working group of The Concrete Centre and fib Task Group 1.6, p 30

L'ajustement de la disposition de colonne devrait être gardé au minimum, car chaque changement de la position de plan exige une certaine forme de structure de transfert, qui peut être plus cher,

La distance entre les colonnes des IGH est généralement de 6-10m,. Un espacement plus large est plus approprié pour l'usage de bureau, avec un plus petit espacement acceptable pour les habitations.

Un petit ajustement dans les emplacements des colonnes (plancher-sur-plancher) peut être réalisé à l'aide des « colonnes marchantes » (Fig.90).⁷⁸

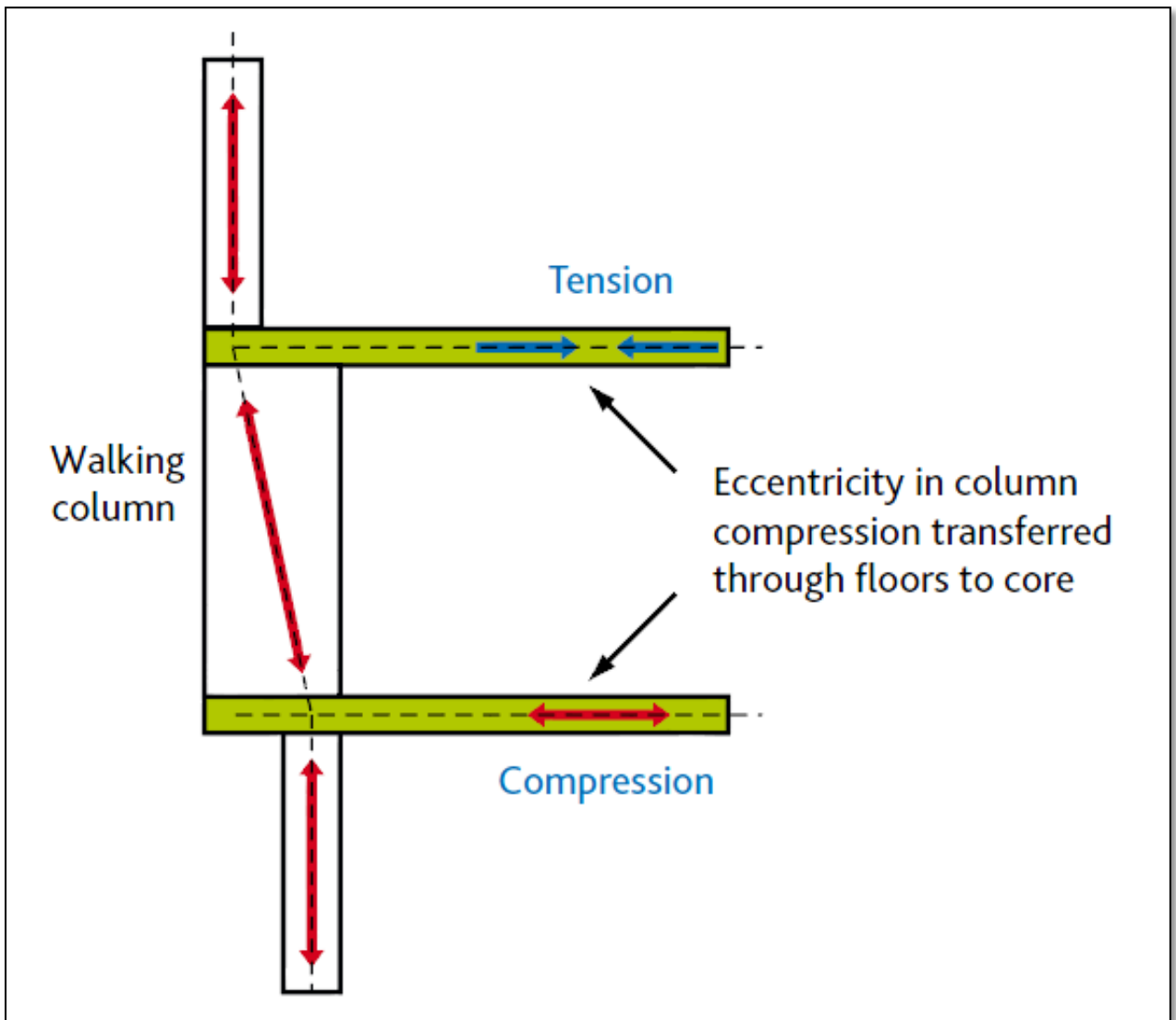


Fig.90 : présentation des Colonnes marchantes

⁷⁸ Tall Buildings: Structural design of concrete buildings up to 300 m tall, A cement and concrete industry publication, A working group of The Concrete Centre and fib Task Group 1.6, p 31

Comparaison entre les performances des différentes formes des colonnes :




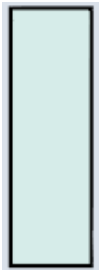
Forme des colonnes	Faisabilité technique	Économie	Facilité de la planification	Estimation globale	Commentaires
 cercle	**	**	***	**	Une forme régulière et compacte, facile pour s'adapter. La réalisation de la forme peut être plus chère
 carré	***	***	***	***	La forme la plus appropriée pour résister aux effets de recourbement, également la plus facile à construire. Une forme régulière et compacte qui est très facile pour s'adapter.
 Rectangle b/h moins que 3	**	***	***	**	Une forme compacte et régulière et facile pour s'adapter.
 Rectangle b/h plus que 3	**	***	**	**	Attirer les chargements latéraux et par conséquent elle peut être considérée comme un mur de cisaillement
* faible ** bien *** excellent					

Tableau 4 : comparaison entre l'efficacité de différentes formes des colonnes.⁷⁹

Les efforts des compressions appliqués sur les colonnes peuvent rapidement être déterminés en effectuant les forces horizontales plancher-par-plancher la charge verticale se déplace vers le bas le long de la surface couverte et soutenue par chaque colonne.

⁷⁹ Tall Buildings: Structural design of concrete buildings up to 300 m tall, A cement and concrete industry publication, A working group of The Concrete Centre and fib Task Group 1.6, p 33

Les techniques de distribution peuvent rapprocher les efforts produits par les chargements latéraux.

1.6.2) Murs :

Pour classer les murs par des tailles initiales on doit prendre en considération les facteurs suivants :

- Les contraintes axiales et la flexion
- Rigidité globale pour résister aux forces latérales et pour limiter les défections latérales
- Résistance au flambage, en particulier pour les très grands murs (les secteurs d'entrée, les espaces de double taille etc.)
- Résistance de couverture au feu (conseils sont fournis en la plupart des codes nationaux critères de la puissance des structures).

En outre, les décisions de classement des murs par rapport leurs tailles doivent prendre en considération les facteurs suivants surtout pour le cas des édifices de grande hauteur:

- Standardisation des formes et des sections transversales à l'aide de la vitesse de la construction.

„ „ - L'obtient des niveaux des contraintes uniformes à travers les murs et les colonnes dans un plancher plat et simple pour réduire les différents effets.

- La Compensations de la minimisation de la position du mur, en particulier dans la partie plus inférieure des ITGH,

- Comme il est difficile d'adapter le composant horizontal résultant.⁸⁰

1.6.3) Plancher :

- Il est un ouvrage horizontal constituant une séparation entre deux niveaux d'une habitation. Selon les matériaux employés et les techniques mises en œuvre, on distingue plusieurs types des planchers en bâtiments en grande hauteur (Voir le tableau.5).⁸¹

(Pour plus de détail sur les des plachers pour les bâtiments en grande hauteur (Tableau des types des planchers), voir l'annexe)

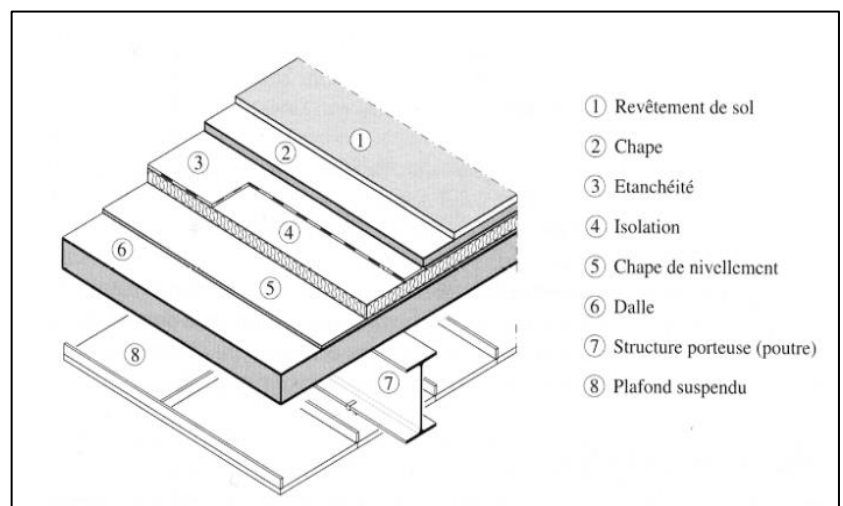


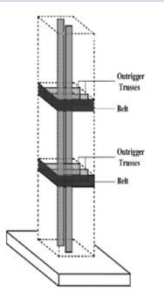



Fig.91 : Les composants d'un plancher.




⁸⁰ Tall Buildings: Structural design of concrete buildings up to 300 m tall, A cement and concrete industry publication, A working group of The Concrete Centre and fib Task Group 1.6, p 36.




⁸¹ La maison de A à Z, P37.

Tableaux récapitulatifs

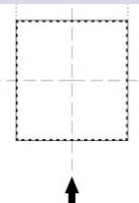

Synthèse :

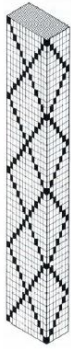


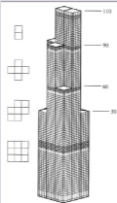


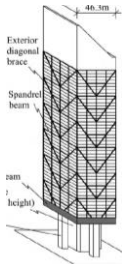

Catégorie	Sous-catégorie	Matériel/ Configuration	Limite efficace d' hauteur	Avantages	inconvénient	Exemples
Trame stabilisatrice : 	-	Trame en acier ou mure de contreventement en béton +stabilisateur (en acier ou murs en béton) +ceinture +une méga colonne en acier ou béton composite	150	Résistance très efficace à la flexion par des colonnes extérieures reliées à des stabilisateurs étendus à partir du noyau.	*la structure stabilisatrice n'a pas de résistance de contreventement	 Taipei 101 (Taipei, Taiwan, 101 étage, 509 m)
Système de cadre rigide	-	acier	30	Fournir du flexibilité au plans horizontaux. construction rapide	couteuse	 Drive Apartments (Chicago, USA, 26 étages, 82 m)
		béton	20	Fournir du flexibilité au plans horizontaux. moulage facile	coffrage coûteux. construction lente	 Ingalls Building (Cincinnati, USA, 16 étages, 65 m)

<p>Système de plaque:</p>	<p>placés à la place des colonnes</p> <p>placé à la place des chapiteaux</p> <p>placé à la place des goussets</p>	<p>Béton armé</p>	<p>35</p>	<p>réduire l'effet de poinçonnage créé par les forces de cisaillement dans les liaisons entre les colonnes et les dalles</p>	<p>liberté de planification intérieure limitée</p>	 <p>77 West Wacker Drive (Chicago, USA)</p>
<p>Les noyaux centraux</p>		<p>Béton + acier</p>	<p>70</p>	<p>grande rigidité du bâtiment</p>	<p>les voies de circulation verticale et les conduites dépendent Selon sa composition et l'armature extérieure</p>	 <p>hotel Aspire à Doha</p>
<p>Système de cadre rigide contreventé</p>		<p>Béton armé</p>	<p>35</p>	<p>résistance à toutes les charges verticales et latérales sur l'immeuble</p> <p>économique</p>	<p>liberté de planification intérieure limitée</p>	 <p>Seagram Building, New York, USA, 1958 (photo courtesy of Antony Wood / CTBUH)</p>

Méga colonne		Béton armé	Plus de 40	résistance à toutes les charges verticales et latérales	couteuse construction lente	 Cheung Kong Centre, Hong Kong, China, 1999
Méga noyaux centraux	les dalles en porte à faux dalles en porte à faux renforcées	Béton armé	Plus de 40	résistance à toutes les charges verticales et latérales il n'est pas nécessaire d'ajouter des colonnes ou des murs de contreventement sur le périmètre de l'immeuble	couteuse construction lente	 HSB Turning Torso, Malmö, Sweden
Système de trame en console		Béton armé	Plus de 100	stabilisation importante répartir les charges verticales	couteuse	 Burj Khalifa à Dubaï en UAE (plus de 800m de hauteur)

:

Catégorie	Sous-Catégorie	Matériel/ Configuration	Limite efficace d'hauteur	Avantages	inconvenient	Exemples
Tube 	trame tubulaire	Acier	80	localisant des systèmes latéraux au niveau du périmètre du bâtiment permet d'offrir une meilleur résistance aux charges latérales	*Espacement des colonnes réduit obstrue la vue.	 Centre AON((Chicago, USA, 83 étage, 346 m)
		Béton	60	-	-	-

<p>tube en treillis</p> 	<p>Acier</p>	<p>100 (avec des colonnes intérieures) - 150 (sans colonnes intérieures)</p>	<p>*Résiste aux efforts latéraux par les forces axiales dans les diagonales. * espacement entre les colonnes plus larges</p>	<p>*Contreventements obstruent la vue.</p>	 <p>John Hancock Center (Chicago, USA, 100 étage 344 m)</p>
	<p>Béton</p>	<p>100</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	 <p>Ontario Center (Chicago, 58 étage, 174 m),</p>
<p>tubes groupés</p> 	<p>Acier</p>	<p>110</p>	<p>* bâtiment encore plus haut</p>	<p>Planification intérieure est limitée</p>	 <p>Sears Tower (Chicago, USA, 108 étage, 442 m)</p>
	<p>Béton</p>	<p>110</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	 <p>Carnegie Hall Tower (New York, USA, 62 étage, 230.7 m)</p>
<p>Tube en tube</p> 	<p>Tube extérieur (acier ou béton) + Tube Noyau (acier ou béton)</p>	<p>80</p>	<p>*une bonne Résistance aux efforts latéraux</p>	<p>Planification intérieure est limitée</p>	 <p>30 St Mary Axe, London</p>

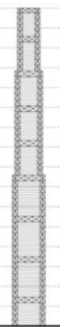


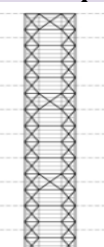

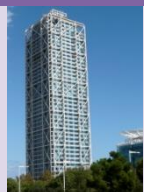



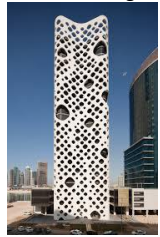
Super trame  	-	Acier	160	Pourrait atteindre de très grande hauteur	La forme de l'immeuble dépend du système structurel.	 Parque Central Tower (Caracas, Venezuela, 56 étage, 221 m)
		Béton	150	-	-	
L'exosquelette  	-	Acier	100	*chaussée Intérieur n'est pas obstrué par des colonnes de périmètre.	*Des contractions thermiques (Dilatation	 Hotel de las Artes Barcelona, Spain (43 étage, 137m)
Grille diagonale  	-	Acier	100	Résistance efficace aux efforts latéraux par les axes des diagonales.	*Articulations compliquées.	 Base de Swiss Re Tower à Londres, la Grande-Bretagne.  O-14 Building (Dubai)
		Béton	60	-	-Coffrage coûteux. -Construction lente.	

Tableau 5 : tableau récapitulatif des systèmes structurels des bâtiments de grande hauteur⁸²

⁸² Tableau réalisé par l'étudiant –référence : Structural Développements in Tall Buildings Mir M. Ali and Kyoung Sun Moon page 209_210

Conclusion :

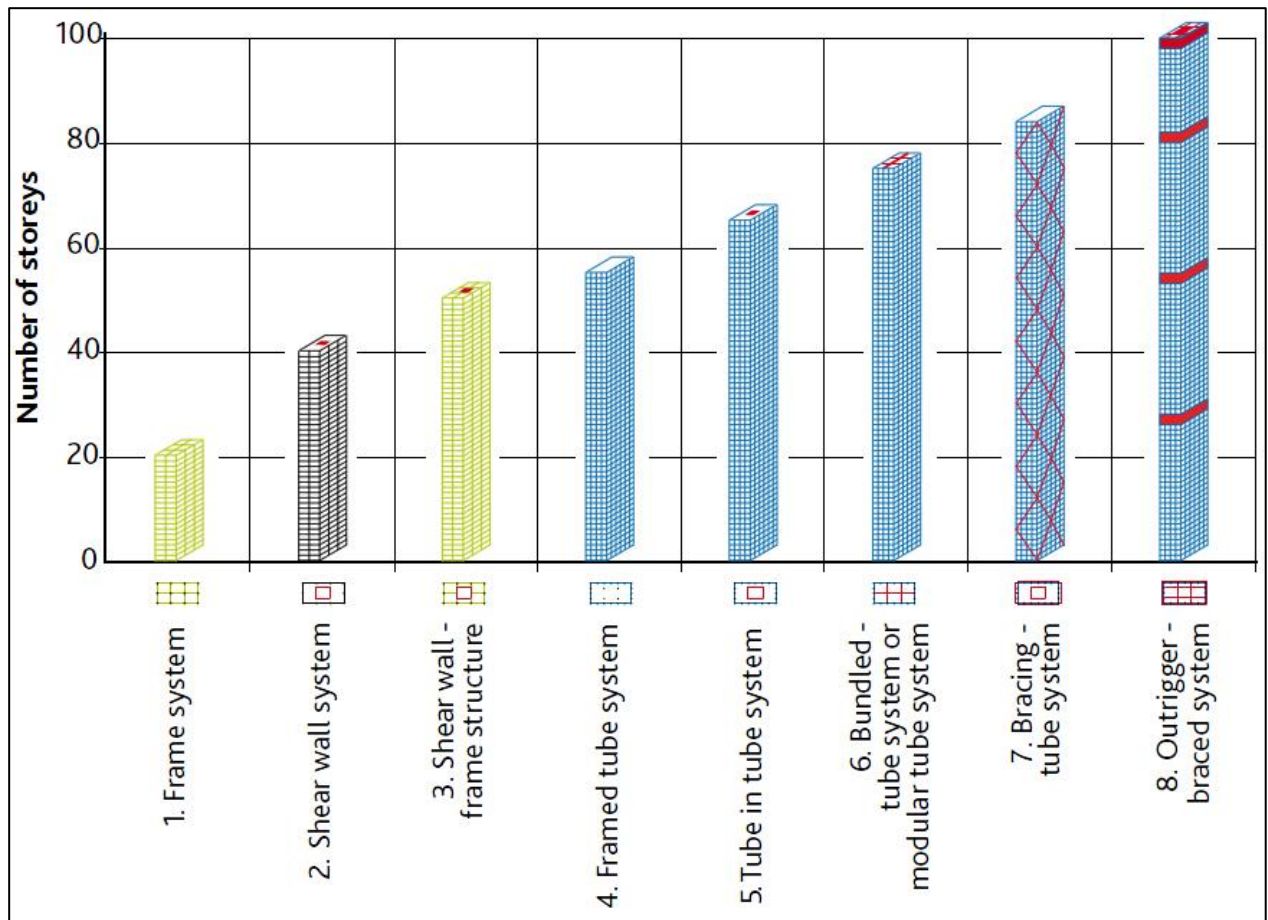


Fig.92 : Diagramme de système structurel, Fazlur R. Khan

83

- Le choix de l'un de ces systèmes est défini par plusieurs critères importants:

- 1) La hauteur voulue à atteindre.
- 2) La résistance de la structure par rapport les différentes contraintes (Gravité .vent...).
- 3) L'Emplacement du bâtiment (ex : La sismicité de la zone, les caractéristiques géotechniques).
- 4) Les besoins sur le plan fonctionnel.
- 5) Le Cout.

Aujourd'hui, plusieurs pensés sont tournées vers la combinaison entre plusieurs systèmes selon deux statuts logiques: un système structurel (ex : tube en tube) renforcé par un autre système (trame stabilisatrice),

⁸³ Tall Buildings: Structural design of concrete buildings up to 300 m tall, A cement and concrete industry publication, A working group of The Concrete Centre and fib Task Group 1.6, p 15.

1.7).Les charges considérable dans les bâtiments de grand hauteur :

1.7.1) Charges de vent :

Dans une structure mécanique, les charges éoliennes ont longtemps joué un rôle dans la conception du système de résistance à la force latérale, avec une importance accrue par rapport la hauteur du bâtiment

La pression du vent sur la surface du bâtiment dépend principalement de sa vitesse, de la forme et de la structure du bâtiment. Dans une moindre mesure, la densité de l'air diminue avec l'altitude et la température. Tous les autres facteurs restant les mêmes. Alors, la pression du vent est proportionnée au carré de la vitesse $P= 0,00256V^2$

Où

P est la pression, en pascal

V est la vitesse du vent, en milles par seconde⁸⁴

a)TYPES DE VENT :

Les vents qui intéressent la conception des bâtiments peuvent être classés en trois grands types: les vents dominants, les vents saisonniers et les vents locaux.

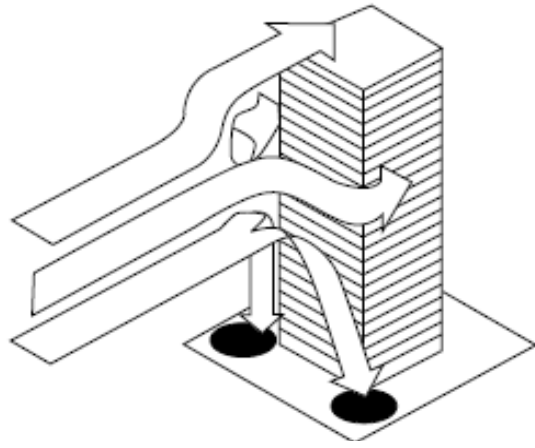
1. Vents dominants:
2. Vents saisonniers:
3. . Vents locaux:

LE COMPORTEMENT : (voir figure 93)

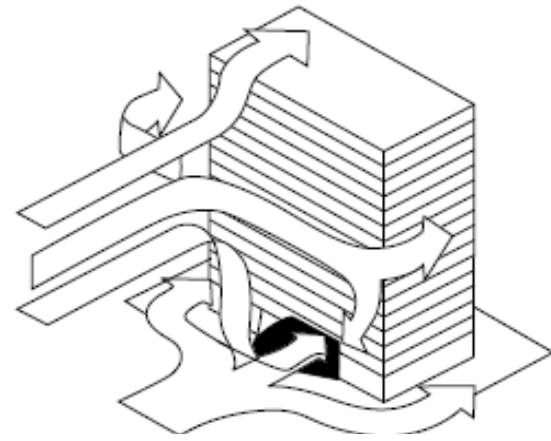
CARACTÉRISTIQUES DU VENT

CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION (pour plus de détaille sur les vents, voir l'annexe).

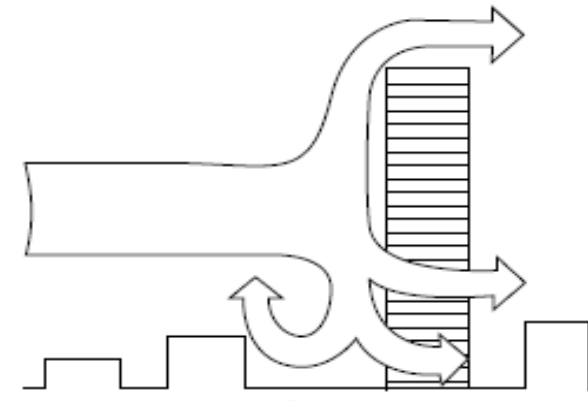
⁸⁴ Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, Bungale S. Taranath, page 253



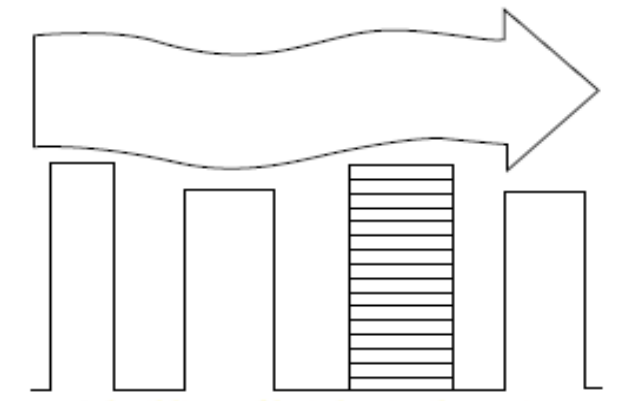
Un grand bâtiment concentre le vent à sa base



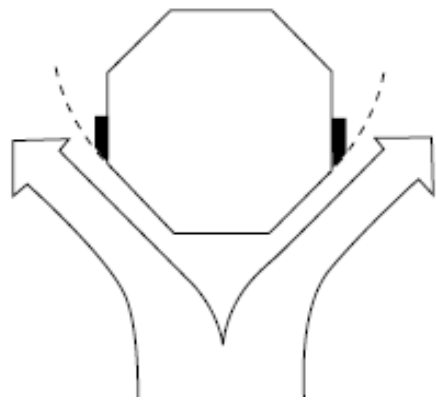
Les ouvertures à travers un bâtiment à la base peuvent induire des vitesses élevées



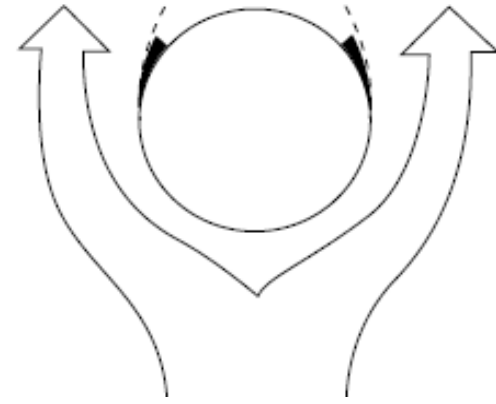
Un bâtiment significativement plus grand que son environnement peut éprouver des charges de vent élevées au niveau des piétons



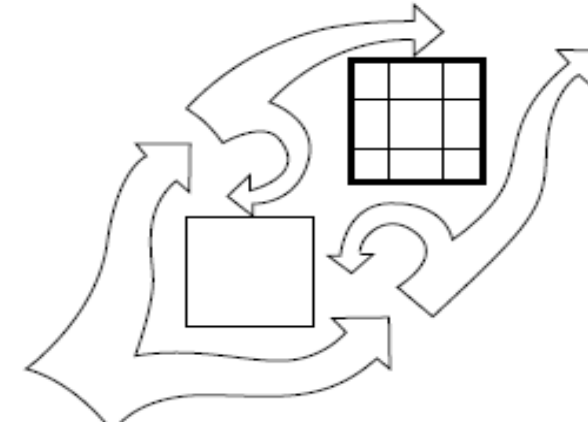
Un bâtiment de hauteur similaire à son environnement peut être protégé des grandes



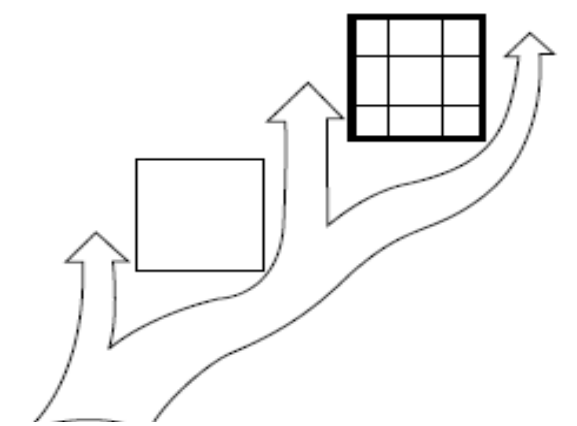
Les bâtiments à faces multiples ne permettent pas le développement libre des pressions locales, des charges de châssis ou des vents de



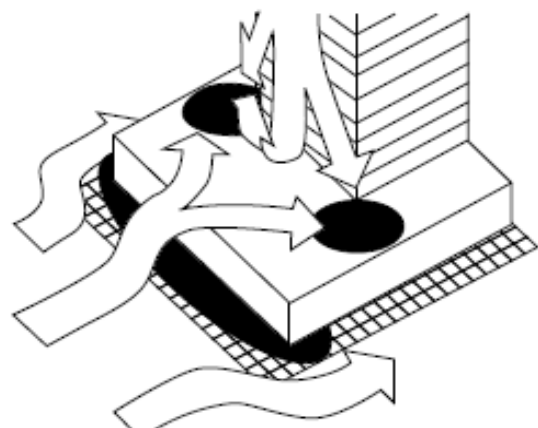
Les bâtiments circulaires peuvent réduire les charges de vent exercées sur les trames supérieures et aux niveaux piétonniers, mais augmenter les charges locales enrobées aux



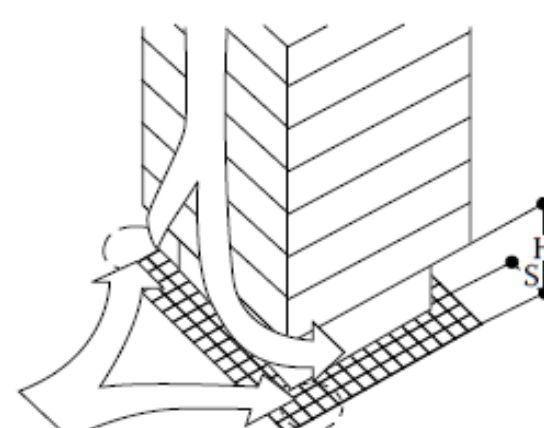
L'emplacement adjacent du bâtiment peut protéger contre les vents violents, en réduisant les charges de vent et les vents de



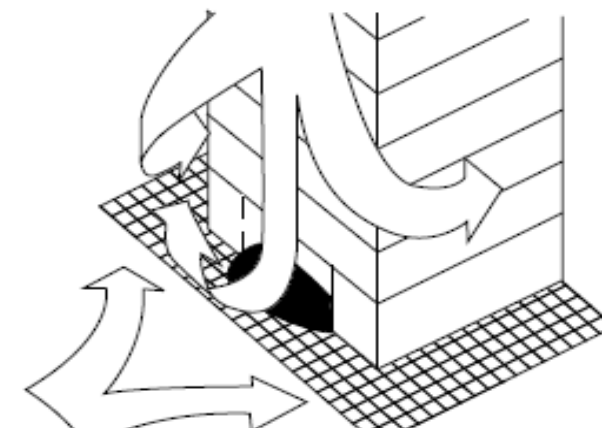
L'implantation adjacente du bâtiment peut dévier le vent, ce qui entraîne des charges de vent plus élevées et des vents de niveau



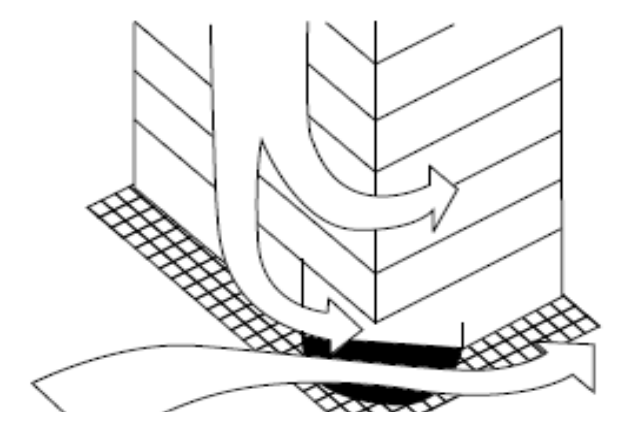
Un bâtiment à bas piédestal concentre le vent sur le toit et non pas à la base



L'entrée d'angle peut accentuer la concentration du vent au coin du bâtiment



L'entrée encastrée fournit des vents faibles aux emplacements des portes



L'entrée d'angle peut accentuer la concentration du vent au coin du bâtiment

FIG.93 : Circulation du vent autour des bâtiments.5 (livre Reinforced Concrete Design of Tall Buildings PAGE 254)

d) Variation de la vitesse du vent avec la hauteur (PROFIL DE VITESSE)

Le profil de la vitesse du vent à l'intérieur de la couche limite atmosphérique est donné par

$$V_z = V_g (z/z_g)^{1/\alpha}$$

Où

V_z est la vitesse moyenne du vent à la hauteur z au-dessus

V_g est la vitesse du vent gradient supposée constante au-dessus de la couche limite

Z est la hauteur au-dessus du sol

Z_g est la hauteur de la couche limite, qui dépend de l'exposition (les valeurs pour z sont données dans la Fig.94)

α est le coefficient de loi de puissance

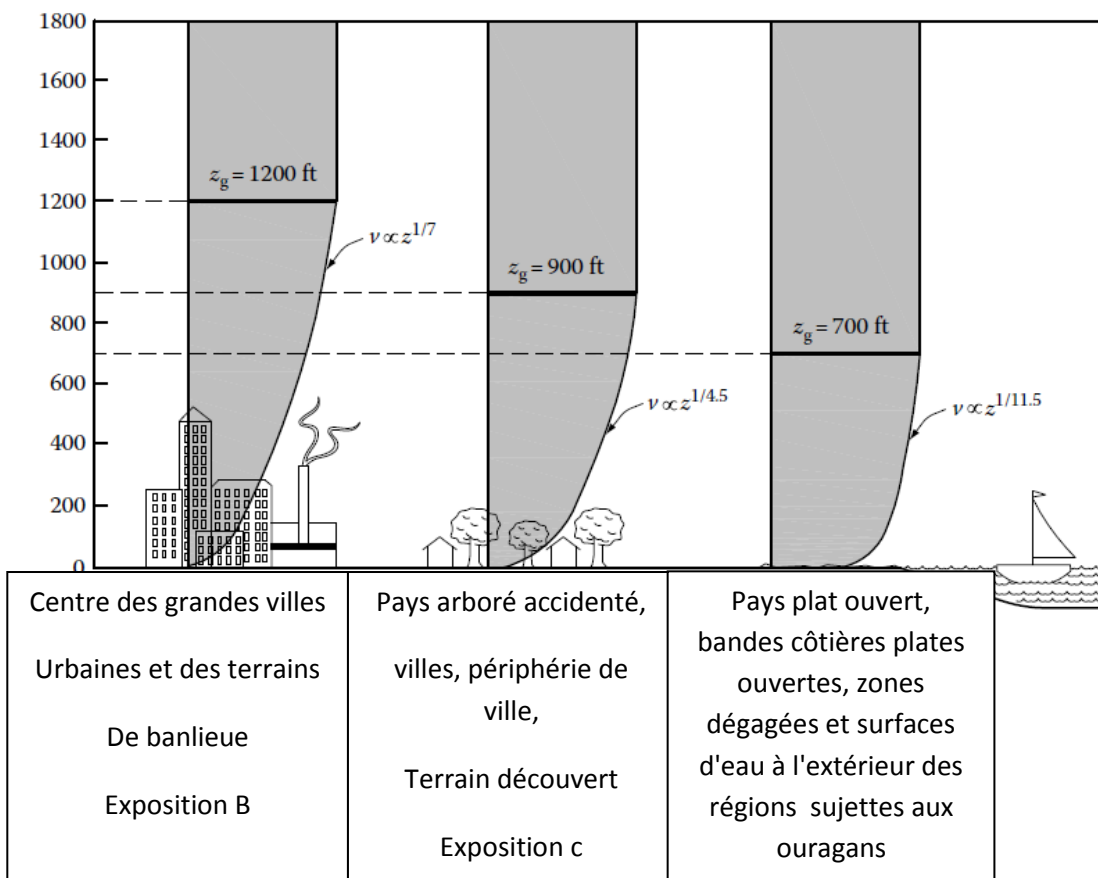


FIG.94 : Profils de vitesse du vent tel que définis dans l'ASCE 7-05. Les profils de vitesse sont déterminés en ajustant les courbes aux vitesses observées du vent

1.7.2) Charges sismiques :

Une idée du comportement d'un bâtiment pendant un tremblement de terre peut être saisie dans la forme simplifiée représentée sur le schéma.

Pendant que la terre se déplace, l'infrastructure du bâtiment se déplace avec elle. Cependant, le bâtiment au-dessus de la base est peu disposé pour se déplacer avec lui parce que l'inertie de la masse de bâtiment résiste au mouvement (Fig.95).

Cette déformation continue sur le long de la structure, ce qui provoque une série complexe d'oscillations.⁸⁵

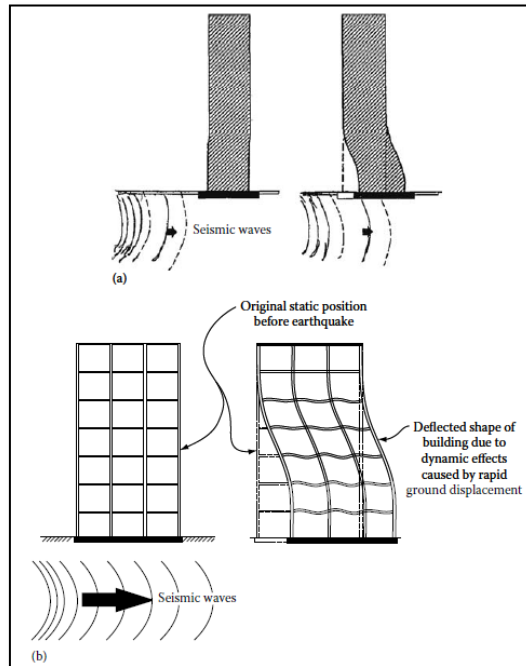


Fig.95 : Le comportement d'un bâtiment de grande hauteur durant un séisme

a) COMPORTEMENT DE BÂTIMENT :

Le comportement d'un bâtiment pendant un tremblement de terre est résumé en vibration. Les mouvements sismiques de terre endommagent les bâtiments par les forces d'inertie intérieures provoquées par la vibration de masse de construction.

L'augmentation de la masse exerce deux effets indésirables sur la conception sismique.

D'abord, elle a une augmentation de la force, et en second lieu, elle peut provoquer l'écrasement des colonnes et des murs. Cet effet est connu comme l'effet de $P\Delta$. C'est presque toujours la charge verticale qui fait effondrer des bâtiments.

Généralement les édifices de grande hauteur répondent au mouvement sismique différemment que les bâtiments peu élevés. La grandeur des forces d'inertie induites dans un tremblement de terre dépend de la masse de bâtiment, accélération au sol, la nature des fondations, et les caractéristiques dynamiques de la structure (Fig.96).⁸⁶

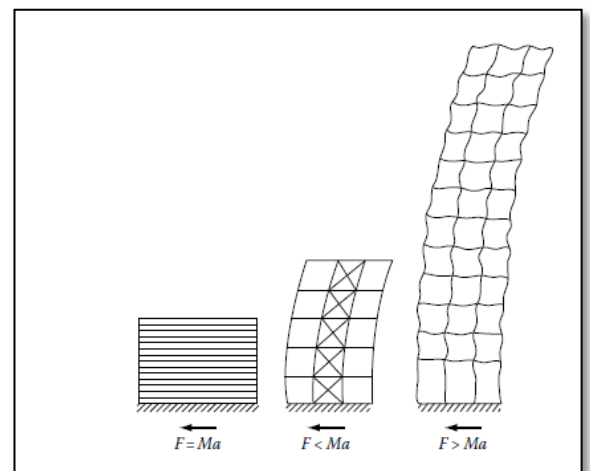


Fig.96 : Représentation schématique des forces sismiques

⁸⁵ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 347, 348

⁸⁶ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 349

b) CONCEPTION SISMIQUE :

Une conception sismique efficace inclut généralement :

1. Sélection d'un concept structurel global comprenant la disposition d'un système de force-résistance latéral c'est approprié au niveau anticipé de la secousse au sol. Ceci inclut fournir un chemin superflu et continu de charge pour s'assurer qu'un bâtiment répond comme unité une fois soumis au mouvement de terrain.
2. Déterminant les forces (code-prescrites) et les déformations produites par le mouvement de terrain, et distribuant les forces verticalement au système de force-résistance latéral. Le système structurel, la configuration, et les caractéristiques de site sont considérés dans la détermination de ces forces.
3. Analyse du bâtiment pour les effets combinés de la gravité et les charges sismiques pour vérifier les forces appropriées et les rigidités verticales.⁸⁷

1.7.3) Charge de gravité : (Pour savoir plus de détail sur les charges gravitationnelles, voir l'annexe)

-La sécurité, fonctionnalité, économie, et de nos jours, « légalité satisfaisante de conception » sont les principaux objectifs de conception. La sécurité est établie en démontrant que le système conçu peut résister aux contraintes sans effondrement et qu'il puisse garantir un niveau défini des résultats dans la marge du chargement spécifique dans le code appliqué.

-La pratique commune pour la conception des systèmes de plancher en béton avec des éléments verticaux (des colonnes et des murs). La présentation commence par un examen de l'impact du coffrage sur le coût total du cadre structurel. Alors une description de diverses techniques d'encadrement de plancher est donnée suivant d'une description des techniques de comportement de ce plancher dans la somme de la conception. L'accent est d'explorer les hypothèses, procédures, et considérations impliquées dans l'utilisation de ces méthodes analytiques.

La portée du matériel et des différents éléments de structure inclus ci-dessous est limitée aux exigences spécifiques de la conception de gravité seulement ; aucune autre situation de chargement n'est considérée.⁸⁸

a) Répétition de conception :

Répétant la même disposition de la baie à baie de chaque plancher, et du plancher au plancher pour couvrir, aux autorisations une chaîne de production des flux des tâches et à la productivité du travail d'optimum. Le même équipement peut être réutilisé rapidement d'un secteur fini pour commencer un autre plancher.⁸⁹

b) Norme dimensionnelle : (tableau 6).⁹⁰

Dimensions nominales standard de bois de charpente				
Diamètre nominal	Échelle (in.)	grandeur	Ajoutez pour Plateforme (in.)	Baisse totale (in.)
2x	1½		¾	2¼
4x	3½		¾	4¼
6x	5½		¾	6¼
8x	7¼		¾	8

Tableau 6 : Dimensions nominales standard de bois de charpente pour prévoir les charges de gravité.

⁸⁷ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 353

⁸⁸ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 55

⁸⁹ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 58

⁹⁰ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 58

1.8) Les systèmes de stabilisation de la structure des tours :

Pour limiter au maximum les oscillations dues aux vents violents, les gratte-ciel possèdent des « Amortisseur » (damper) situés le plus souvent aux derniers étages. Les « Dumpers » sont utilisés pour limiter les mouvements de la tour et son balancement, que ce soit par rapport au vent pour des questions de **confort**, ou pour limiter les mouvements de celle-ci en cas de **séismes**⁹¹. Leur principe est simple : les masses se déplacent mécaniquement et jouent un rôle de contrepoids afin de stabiliser l'édifice. Ainsi elles se déplacent à la même fréquence que la tour avec un certain temps de retard, contribuant alors à la stabilisation du bâtiment. On peut trouver différents damper :

1.8.1) Un damper agissant mécaniquement : il s'agit d'une énorme boule d'une masse importante (figure. 97), le plus souvent attachée au bout d'un câble. Lorsque la tour s'incline, le damper se balance avec un temps de retard par rapport à l'oscillation de la tour et retient ainsi cette dernière, lui permettant de garder une certaine stabilité.

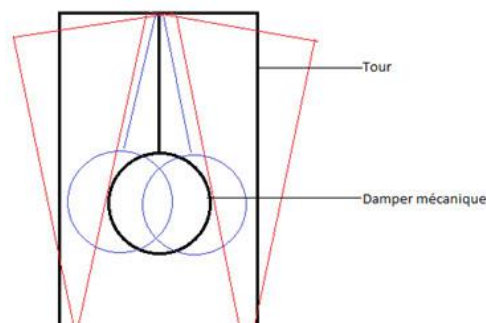


Figure 97 : Schéma présentatif d'un damper mécanique⁹²

1.8.2) Un damper agissant par l'intermédiaire de capteurs de mouvements : les mouvements sont captés par un détecteur, transmis à un ordinateur qui transmet les données à un moteur. Ce moteur actionne un vérin qui déplace une importante masse de béton dans le sens inverse de l'oscillation.

Les masses des dalles de béton varient en fonction des besoins de la tour. Le damper le plus impressionnant se situe sur la Taipei 101 à Taiwan, il pèse 660 tonnes. Il est constitué d'une masse ronde contrôlée par un ordinateur relié à des détecteurs de mouvements.

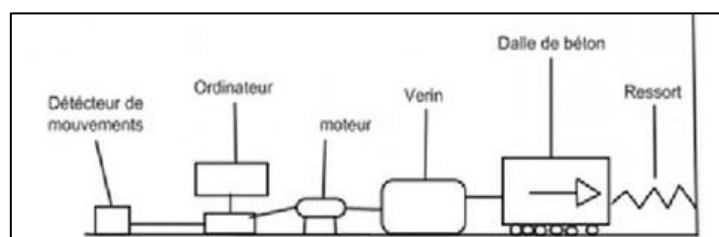


Fig. 98 : Schéma fonctionnelle d'un damper agissant par l'intermédiaire de capteurs de mouvements⁹³

⁹¹ Enonce théorique de master - EPFL - ENAC - SAR - 2011 / 2012, Marcello Monti, page 130

⁹² <http://gratte-ciel.jimdo.com/>

⁹³ Idem

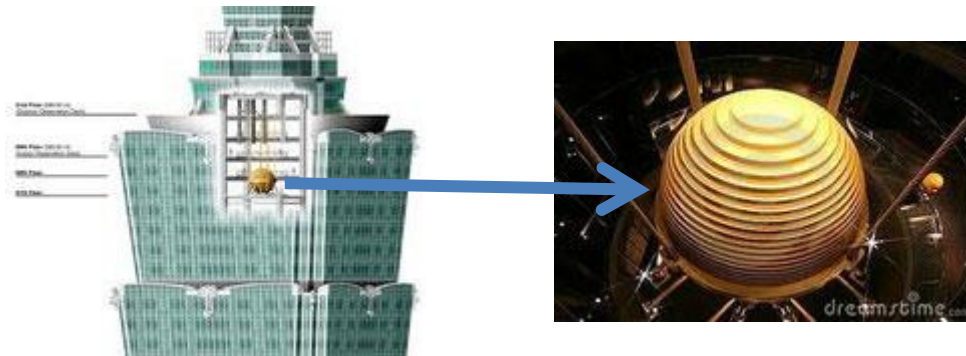


Fig.99 : «Tuned Mass Damper» de la tour Taipei 101 de C⁹⁴

1.8.3) Un damper hydraulique : les tours qui en sont équipées possèdent alors deux énormes réservoirs d'eau situés de chaque côté. Grâce à un détecteur de mouvements, un transfert d'eau va se faire d'un réservoir à l'autre afin de diminuer les oscillations. Cette technique est récente et très efficace car un déplacement d'eau est très rapide, de plus ces réservoirs d'eau peuvent être utilisés en cas d'incendie.

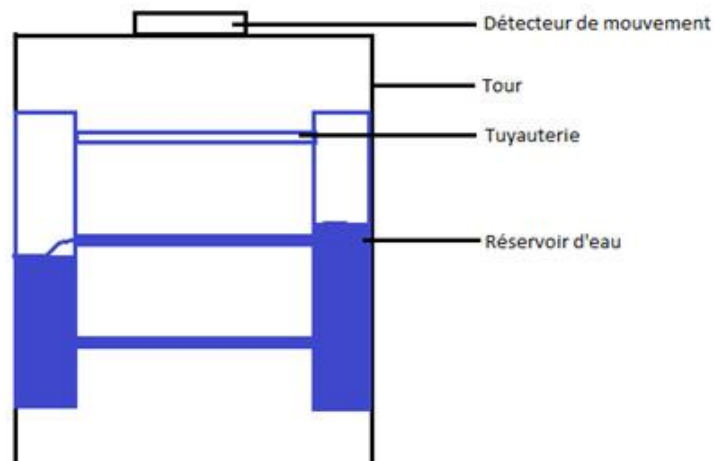


Fig.100 : Schéma Explicative d'un damper hydraulique ⁹⁵

Seules certaines tours sont équipées de damper: celles soumises à des vents violents ou se situant dans des zones sismiques.

⁹⁴ https://fr.wikipedia.org/wiki/Amortisseur_harmonique

⁹⁵ <http://gratte-ciel.jimdo.com/>

1.9) Les systèmes de circulation dans les tours :

1.9.1 Circulation vertical : La planification des circulations verticales d'une tour a en finalité deux objectifs majeurs; optimiser le temps de voyage («objectif de 15% des usagers transportés en moins de 5 minutes»⁹⁶) et limiter la surface prise par les ascenseurs.

Le réseau d'ascenseur est finalement devenu lui-même générateur d'espaces et de séquences spatiales par l'apparition des « Sky-lobbies », lieu dédié au passage d'un ascenseur à un autre et qui n'en devient pas moins un niveau de référence caractéristique des tours en étant plus qu'une simple plate-forme de transfert.

Pour comprendre les systèmes d'ascenseurs des tours, une analogie peut être faite avec le réseau ferroviaire. Entre des grandes gares (Sky Lobbies), il y a les gares régionales (étages), la question étant d'amener les usagers à leur destination dans le temps le plus rapide et sans surcharger des lignes, les trains régionaux desservent tous les arrêts entre les gares principales. Les Sky-Lobbies sont reliés par des ascenseurs express, puis, depuis chacun d'eux, partent des ascenseurs «locaux» desservant un certain groupe d'étages.⁹⁶

La stratégie de transport vertical se résume en 3 formes basiques: **Zoning simple, Sky-lobby & Zoning et Multiple** (Fig.101)⁹⁷

Chaque barre verticale représente un groupe d'ascenseurs, généralement composé de 4 ou 6 ascenseurs, les couleurs indiquent leur zone de fonction (express ou desservant).

Le schéma montre également l'économie de surface pour une même hauteur et capacité en fonction des systèmes (par ratio) le Zoning sans Sky-Lobby étant le plus consommateur en surface représentant la valeur témoin 100. Ce tableau montre effectivement, en plus de l'enjeu d'améliorer le temps de voyage, un objectif tout aussi important: superposer un maximum d'ascenseurs et ainsi minimiser la surface prise par ceux-ci sur un étage.⁹⁸

⁹⁶Video William Baker Structural lessons & Wind Tunnel Demonstration SOM - http://www.som.com/content.cfm/structural_lessons, USA, 2011

⁹⁷ BREVET Masazumi Urata - OTIS elevator company Elevator device for a multi-Sky-Lobby system U.S. Patents, US 7,198,136 B2, Farmington (USA), 11 September 2003

⁹⁸ De Grook J. Pieter in The planning and performance of groups of elevators elevator groupcontrols.com/fileadmin/user_upload/_temp_/Ch12-express.pdf, p1

	ZONING					SKY-LOBBY				MULTIPLE SKY-LOBBY				
LS _x					M					M			M	
LS				M			M				Sky Lobby	L	M	M
LS			M			Sky Lobby	L	L	M	M	Sky Lobby	M	L	L
LS ₂								M			Sky Lobby	L	L	M
LS ₁		M					M					M		
Lg	hall d'entrée	L	L	L	L	hall d'entrée	L	L	L	L	hall d'entrée	L	L	L
		P	P	P	P		P	P	P	P		P	P	P
Espace pour la gaine d'asc.	100					75-80				65-70				
Surface pour chaque niveau	100					65-70				60-65				
Capacité par ascenseur	100					90-110				80-90				

[P] fosse ascenseur [L] Lobby / hall [M] Machines [■] niveaux desservis [■] zone express / traversant

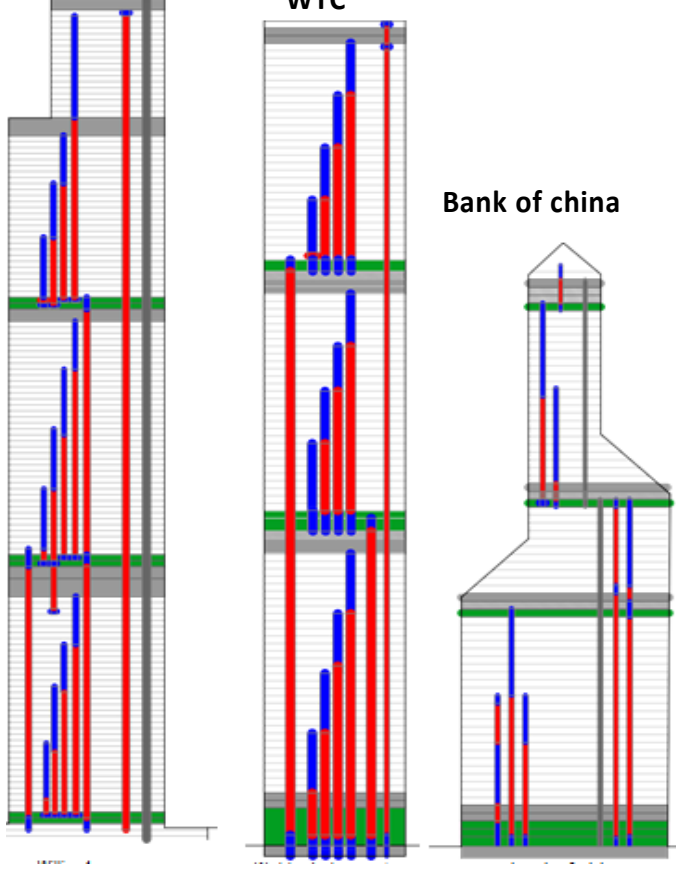
Fig.101 : Schéma préentatif de La stratégie du transport vertical dans les tours⁹⁹

Exemples de réseau de transport vertical :

Willis Tower

WTC

Bank of china



Chaque barre, pour les ascenseurs locaux, correspond à un groupe de 6 ascenseurs.

Pour les express le nombre de cabines varie entre 4 et 6 par groupe.

- [■] Zone express
- [■] Zone desservis
- [■] Transfert ou Lobby
- [■] Technique

Fig.102 : Plan de réseau de transport vertical dans 3 bâtiments distingue¹⁰⁰

⁹⁹ BREVET Masazumi Urata - OTIS elevator company Elevator device for a multi-Sky-Lobby system U.S. Patents, US 7,198,136 B2, Farmington (USA), 11 September 2003

¹⁰⁰ Enonce theorique de master - EPFL - ENAC - SAR - 2011 / 2012 Marcello Monti page 116

1.9.2) Circulation Horizontal : Elle se présente en 4 grandes formes :

- **Transversale** : traversant le noyau une ou plusieurs fois.
- **En croix** : traversant le noyau et se croisant orthogonalement
- **Mixte** : plusieurs fois parallèlement et également en croix.
- **Radiale** : à partir du centre, organisation radiale des circulations.

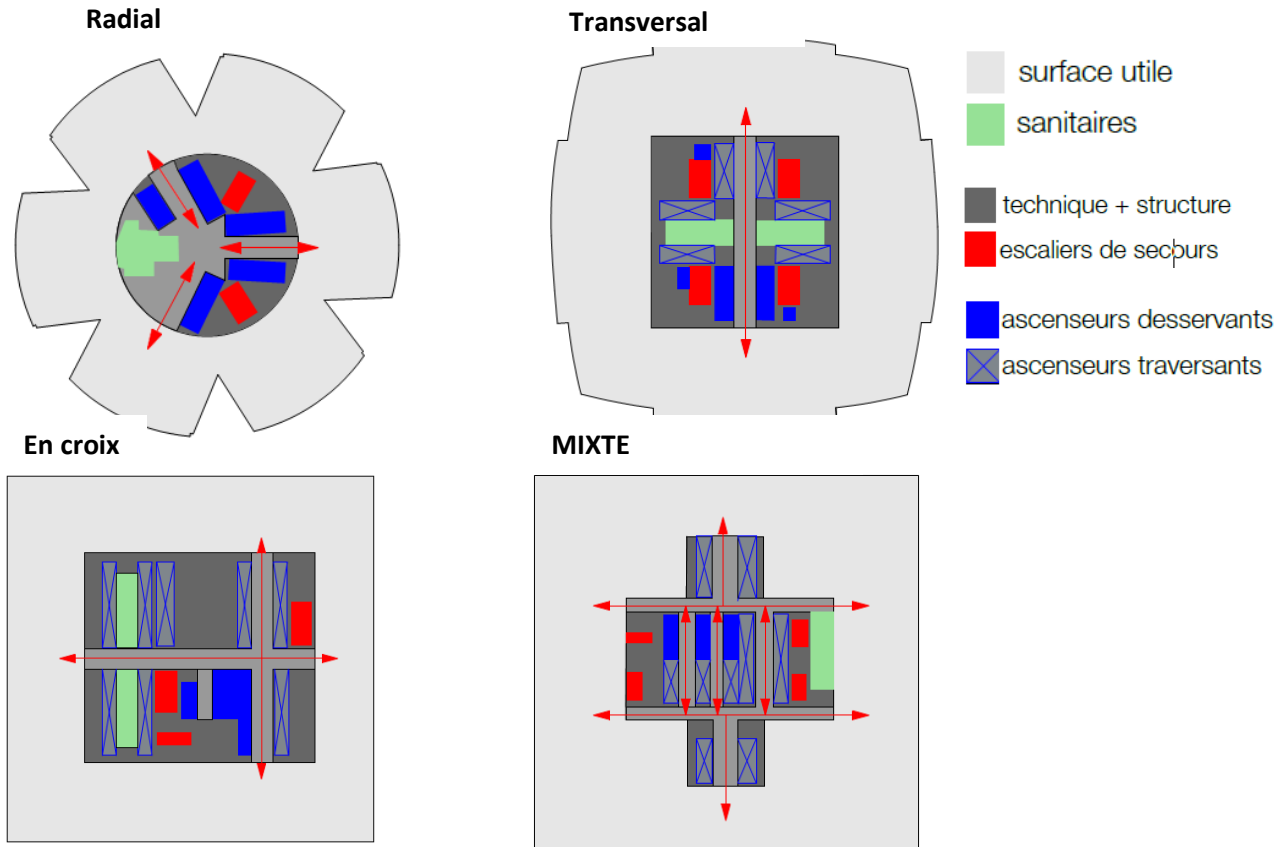


Fig.103 : Différents plans de circulation horizontale dans les tours¹⁰¹

1.9.3) Pré-dimensionnements de la circulation :

D'après les exemples analysés l'expérience montre qu'un bon découpage consiste en un Sky-Lobby tous les «25 à 30 niveaux». Alors, pour le pré-dimensionnement du système de circulation il est possible de poser les bases suivant:

- Entre 7 et 10 ascenseurs desservants par niveau, dont 1 ascenseur technique, 1 groupe de 6 régionaux desservants et 2 à 3 groupes de 4 ou 6 express traversant. Soit: un minimum de 27 gaines d'ascenseurs aux niveaux inférieurs pour un bâtiment d'un minimum de 50 niveaux utiles (1 Sky-Lobby) et un maximum de 43 gaines pour une tour de grande surface et au minimum 90 niveaux (2 Sky-Lobbies).¹⁰²

- 1 Sky-Lobby tous les 25-30 niveaux. (Voir tous les 20 niveaux si la stratégie Multiple Sky-Lobby sans Zoning est choisie)

¹⁰¹ Enonce théorique de master - EPFL - ENAC - SAR - 2011 / 2012 Marcello Monti page 105

¹⁰² Enonce théorique de master - EPFL - ENAC - SAR - 2011 / 2012 Marcello Monti page 117

- 1 niveau technique au hall d'entrée ainsi qu'au couronnement de la tour et 1 niveau technique par Sky-Lobby: $\rightarrow n. \text{ étages - techniques} = n. \text{ Sky-Lobby} + 2$

- Proportion du noyau = au minimum 25% de la surface totale du niveau.

- 40% de la surface du noyau dédiée aux fonctions secondaires, 60 % aux ascenseurs, escaliers, sanitaires et circulations principales.

1.10) Les nouvelles tendances des bâtiments de grande hauteur :

La problématique de la hauteur ne concerne pas seulement les structures mais également la gestion de la qualité de l'environnement intérieur de la tour. A l'heure où la **tendance est au développement durable**, il est intéressant, pour le projet, d'observer les possibilités qui ont été trouvées comme alternatives ou compléments aux solutions classiques pour répondre aux besoins d'une tour. Les questions de ventilation naturelle et de lumière énergie et plus généralement de développement durable font un sujet d'actualité.

1.10.1) Ventilation naturelle : L'emplacement du bâtiment, l'utilisation de systèmes structurels et planification des espace tout générant les flux d'air. La tour de la Commerzbank de Frankfurt par Norman Foster, s'articule autour d'un système d'atrium et de jardins suspendus permettant la ventilation du bâtiment. La structure à noyaux externes et connexions par «ponts Vierendeel», sur un plan triangulé, génère plus que des mouvements d'air, il apporte une cohérence entre la potentialité spatiale du concept structurel qui se trouve être intrinsèquement adapté à une ventilation naturelle.

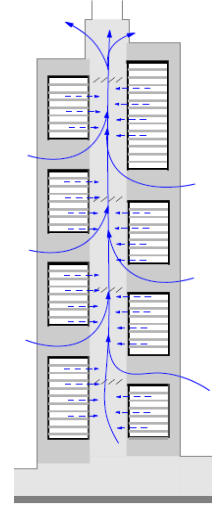


Fig.104 : Commerzbank / Frankfurt (Allemagne) / 1997 / Norman Foster¹⁰³

1.10.2) La lumière : La tour est bien souvent une forme libre qui ne répond pas à une orientation particulière. La considération de la course solaire et la différenciation entre «façade nord et sud» commencent cependant aujourd'hui à faire leur apparition. Dans les projets de recherche, non seulement la résille structurelle est travaillée pour créer des protections solaires au sud, mais la forme ovoïdale du plan est-elle même issue d'un travail sur l'optimisation de l'ensoleillement.

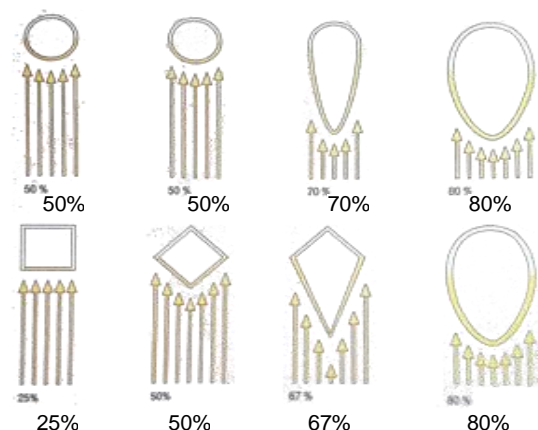


Fig.105: Relation entre la forme et l'ensoleillement¹⁰⁴

¹⁰³ Enonce théorique de master - EPFL - ENAC - SAR - 2011 / 2012 Marcello Monti page 127

¹⁰⁴ Idem

1.10.3) L'énergie : L'intensité du vent en hauteur, devient un contexte de l'énergie éolienne ou il est fortement mise en avant, dont l'intégration paysagère en contexte naturel est fortement critiquée, un atout majeur pour de tels dispositifs en contexte urbain. Cet avantage a rapidement été mis en pratique par divers architectes, cependant, tout comme des panneaux solaires, l'intégration architecturale de ces éléments est toujours délicate.¹⁰⁵



Fig.106 : panneaux photovoltaïques & Eoliennes entre les deux tours à Bahreïn¹⁰⁶

1.10.4) Les principes d'une Architecture environnementale :
a) Environnement Intérieur Salubre :

* Toutes les mesures possibles doivent être prises pour assurer que les matériaux et systèmes de construction n'émettent des substances et des gaz toxiques dans l'atmosphère intérieure. Des mesures supplémentaires doivent être prises pour nettoyer et revitaliser l'air intérieur avec filtration et plantations¹⁰⁷



Fig.107 :
 Cambridge City
 Hall

¹⁰⁵ Enonce théorique de master - EPFL - ENAC - SAR - 2011 / 2012 Marcello Monti page 128

¹⁰⁶ <http://www.pearltrees.com/askellek/tour-eolienne/id6476802#item60325628>

¹⁰⁷ Séminaire « conception durable » du Mme Ghaffour Wafa (Matière : séminaire M2), P15

b) efficacité énergétique :

* Toutes les mesures possibles doivent être prises pour veiller à ce que l'utilisation de l'énergie de l'édifice est minimale...¹⁰⁸

c) Matériaux Ecologiques :

* Toutes les mesures possibles doivent être prises pour utiliser des matériaux de construction et de produits qui réduisent au minimum la destruction de l'environnement.¹⁰⁹



Fig.108: Tour de Pékin améliore son efficacité énergétique avec une façade en verre trapézoïdale



Fig.109: Jardin du ciel



Fig.110: Gratte ciel en bois

d) Bonne conception :

* Toutes les mesures possibles doivent être prises pour parvenir à une relation efficace, durable des zones d'utilisation, la circulation, la forme du bâtiment, les systèmes mécaniques et de la technologie de la construction. Relations symboliques avec l'histoire appropriée, la Terre et les principes spirituels doivent être recherchés et exprimés. Bâtiments finis doivent être bien construits, faciles à utiliser et beaux.¹¹⁰

1.10.5 Conception bioclimatique: « CHAUD-HUMIDE » (Climat similaire d'Oran) : Lorsque les conditions chaudes à chaud stables prédominent avec humidité élevée tout au long de l'année. Les degrés-jours de refroidissement dépassent largement les degrés-jours de chauffage.



Fig.111: La tour en spirale

¹⁰⁸ Séminaire « conception durable » du Mme Ghaffour Wafa (Matière : séminaire M2), P16

¹⁰⁹ Séminaire « conception durable » du Mme Ghaffour Wafa (Matière : séminaire M2), P17

¹¹⁰ Séminaire « conception durable » du Mme Ghaffour Wafa (Matière : séminaire M2), P18

Règle :

ÉVITEMENT SOLAIRE:

Grands toits avec des surplombs qui donnent de l'ombre aux murs et permettent aux fenêtres ouvertes en tout temps.

PROMOTION DE LA VENTILATION:

Utiliser des matériaux légers qui ne contiennent pas de chaleur et qui ne favorisent pas la condensation et l'humidité (moisissure).

- Éliminer les sous-sols et le béton.

-Utiliser L'EFFET DE TIRAGE pour ventiler à travers les espaces élevés.

-Utilisation des cours et des espaces extérieurs semi-fermés.¹¹¹

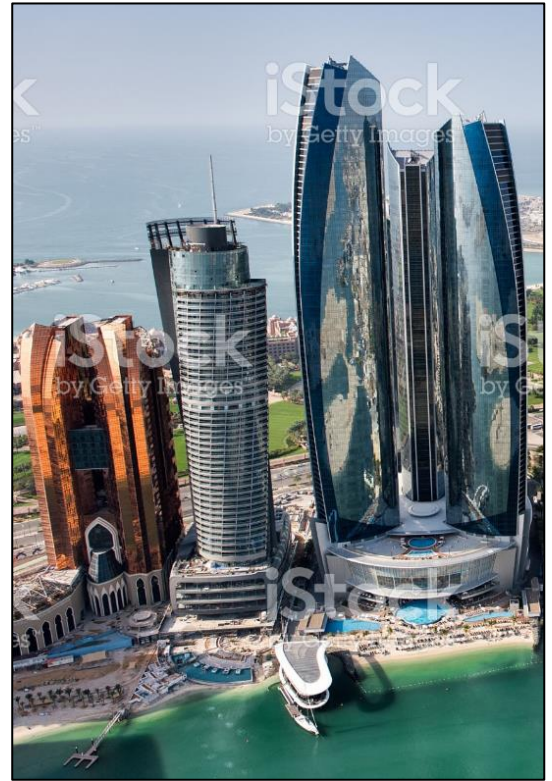


Fig. 112 : tours au littoral d'Abu Dhabi (Chaud-humide).

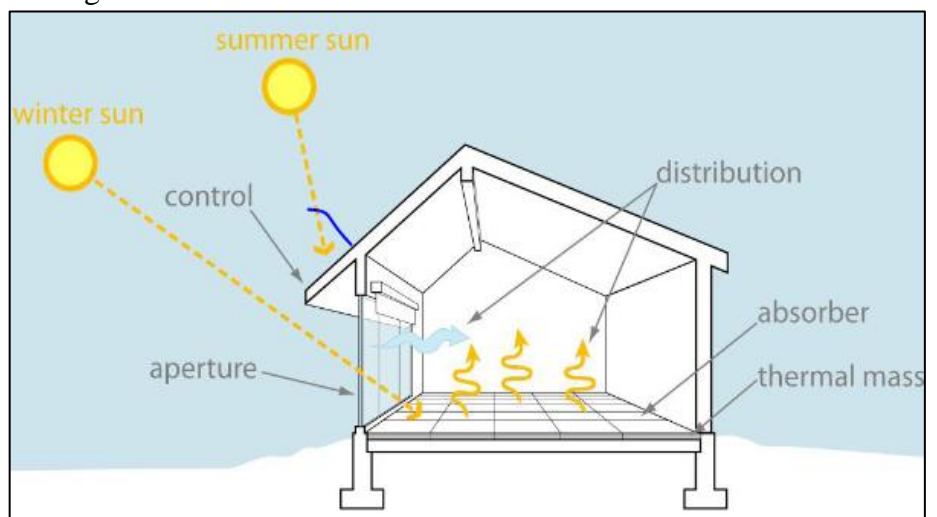
1.10.6 Conception passive & conception active :

a) Conception passive :

Résultats lorsqu'un bâtiment est créé et fonctionne simplement «sur son propre». Le plan, la section, la sélection des matériaux et l'emplacement créent un flux d'énergie positif dans le bâtiment et «économisent de l'énergie».

b) conception active :

Utilise des équipements pour modifier l'état du bâtiment, créer de l'énergie et de confort; c'est à dire. Ventilateurs, pompes, etc. Les bâtiments passifs nécessitent des utilisateurs actifs (pour ouvrir et



fermer les fenêtres et les stores ...).¹¹²

Fig.113 : Schématisation de la Différenciation de la conception passive par rapport à la conception active.

¹¹¹ Séminaire « conception durable » du Mme Ghaffour Wafa (Matière : séminaire M2), P35

¹¹² Séminaire « conception durable » du Mme Ghaffour Wafa (Matière : séminaire M2), P40

1.11) Règlements de sécurité appliqués aux IGH :

Selon l'article R 122-2 du code de la construction et de l'habitation du France (CCH), La réglementation exige en IGH que:

- Des dispositions constructives.
- Des installations techniques.
- Des moyens de secours.

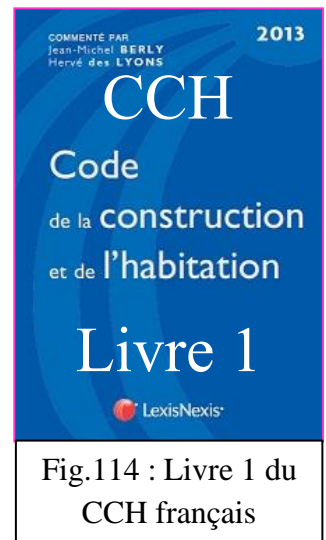
Qui visent prioritairement à assurer la sauvegarde des occupants et du voisinage contre les risques d'incendie et de panique.

Les IGH sont construits et aménagés selon les exigences de l'arrêté du 30 12 2011 (Ex 18 10 1977) Règlement de sécurité incendie applicable aux IGH qui recommande de :

- 1/ Faciliter l'évacuation des personnes.
- 2/ Limiter la naissance et le développement de l'incendie (AM, PC).
- 3/ Limiter la propagation du feu (isolement des risques, distribution).
- 4/ Favoriser l'intervention des sapeurs-pompiers. (Pour plus de détail sur les réglementations de sécurité appliquées aux IGH, voir l'annexe).

1.12) Conclusion :

- Les analyses de ce chapitre nous permettent à déduire le système structurel le plus convenable pour notre projet ou il doit :
- Contenir une trame stabilisatrice qu'elle est bien recommandée surtout pour augmenter la rigidité du bâtiment (face aux charges latérales).
- Contenir un noyau central comme un système principale ou on peut même poser la somme des systèmes de circulation verticale et d'évacuation, sanitaires et les locaux techniques aussi...etc.
- Contenir aussi un système de damper.
- Avoir une réflexion sur les systèmes de construction parasismique et avoir aussi une masse légère pour diminuer les charges de gravité.
- Avoir le maximum des colonnes circulaires dans la somme de ses éléments verticaux et des planchers performants pour ce type de construction tel : plancher collaborant, plancher Slimline, dalle pleine...etc.
- Avoir une idée sur le développement durable et les tendances du HQE en profitant de l'énergie solaire et l'énergie des vents.



Chapitre II :

Approche urbaine

2) Analyse de la ville d'Oran :

2.1) Motivation choix de la ville:

Oran est la deuxième ville socio-économique du pays par son caractère sa nature & sa situation. Elle comporte d'un part :

*Une infrastructure très importante (Aéroport international, tramway sur 18,7 km, Un port commerciale & de transport, des réseaux routières de 1439 km...).

*D'autre part, C'est une métropole méditerranéenne tournée vers le nord, ce qui dispose un potentiel d'attractivité supérieur aux autres villes algériennes (hors Alger), comme le montre l'arrivée des différentes industries ,la ville présente une forte potentialité à la fois industrielle(PME,PMI), en outre de la ,potentialité tertiaire et touristique qui joue un rôle Très important dans l'économie de la ville (3 millions de touristes par an ainsi que le tourisme d'affaire (congrès mondial du GNL en 2010),

*Son aire métropolitaine définie par le SDAAM en 2008, regroupe plusieurs Wilayas d'Oran, d'Ain T'émouchent, Mostaganem et Mascara.

2.2) Présentation d'Oran:

2.2.1) Situation géographique :

Oran se trouve au bord de la rive sud du bassin Algéro-Provençal, elle se situe au nord-ouest de l'Algérie à 432km.

La ville se trouve au fond d'une baie ouverte au nord sur le Golf d'Oran. Oran demeure la métropole de toute la région de l'ouest avec des villes moyennes qui vont des plus proches aux plus lointaines. Tlemcen à 140 km au sud-ouest, Sidi Bel-Abbes à 80 km au sud, Mascara à 100 km au sud-est, Mostaganem à 90 km à l'est, Relizane à 130 km.¹¹³



Carte 1 : Situation d'Oran

2.2.2) Limitées territoriales:

- La wilaya d'Oran est délimitée territorialement selon la Loi N° 84/09 du 04 Février 1984 portant Organisation Territoriale des Wilayas comme suit :

- *Au Nord par la mer Méditerranée ;
- *Au Sud-Est par la wilaya de Mascara.
- *A l'Ouest par la wilaya d'Ain T'émouchent.
- *A L'Est par la wilaya de Mostaganem.
- *Au Sud par la wilaya de Sidi Bel Abbés.



Carte 2 : Les frontières de la wilaya d'Oran

¹¹³ Rapport, ANDI (Agence nationale de développement et d'investissements) 2013, Wilaya d'Oran, page 3.

- La wilaya d'Oran s'étend sur une superficie de (2.114 Km²).¹¹⁴

2.2.3)Le climat:

Oran bénéficie d'un climat méditerranéen sec classique marqué par une sécheresse estivale, des hivers doux, un ciel lumineux et dégagé. Pendant les mois d'été, les précipitations deviennent rares voire inexistantes, et le ciel est lumineux et dégagé. L'anticyclone subtropical recouvre la région oranaise pendant près de quatre mois. En revanche la région est bien arrosée pendant l'hiver. Les faibles précipitations (420 mm de pluie) et leur fréquence (72,9 jours par an).¹¹⁵

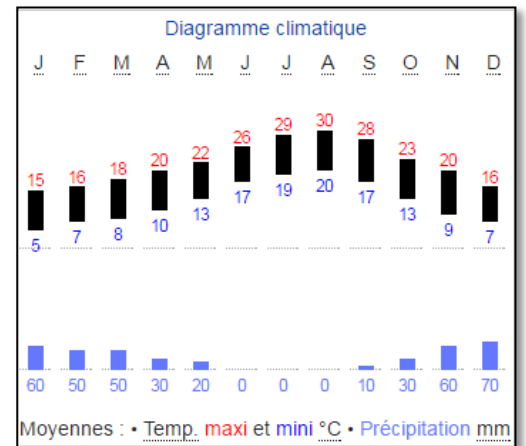


Fig.115 : Diagramme de la température et de la précipitation

Données climatiques à Oran.

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	5	7	8	10	13	17	19	20	17	13	9	7	12
Température moyenne (°C)	10	12	13	15	18	21	24	25	23	18	15	12	17
Température maximale moyenne (°C)	15	16	18	20	22	26	29	30	28	23	20	16	22
Précipitations (mm)	60	50	50	30	20	0	0	0	10	30	60	70	420

Source : Weatherbase, statistiques sur 21 ans⁷.

Fig.116 : Les données climatiques à Oran

2.2.4) Infrastructure de base (réseau de transport):

* Réseau routier:

- Routes nationales: 187
- Chemins de wilaya: 592
- Chemins communaux: 274.¹¹⁶

* **Le Tramway :** Comprend une seule ligne comprenant 18,7 km de voies et 32 stations. Il sert le centre-ville avec plusieurs sites majeurs de l'agglomération.



Carte 3: Le réseau routier à Oran

¹¹⁴ Rapport, ANDI 2013, Wilaya d'Oran, page 3

¹¹⁵ Rapport, ANDI 2013, Wilaya d'Oran, page 8

¹¹⁶ Rapport, ANDI 2013, Wilaya d'Oran, page 9

- **Réseau ferroviaire:**

La wilaya compte un réseau ferroviaire d'une longueur de 95 kilomètres, trois gares ferroviaires (Oran, Es Senia et Oued Tlelat).



Fig. 117 : Vue sur les trains d'Oran

- **Réseau aéroportuaire:**

La wilaya compte un aéroport de classe international d'une capacité d'accueil de 3 millions de voyageurs par an.



Fig.118 : Aéroport Senia

- **Réseau portuaire :**

- La wilaya compte trois ports:
- Port d'Oran : 2ème Port commercial du pays.
- Port d'Arzew : 1er Port pétrolier du pays.
- Port de Bethioua : Port pétrolier du pays.¹¹⁷



Fig.119 : Port d'Oran

2.2.5) Historique et développement de la ville:

- Les fouilles archéologique témoignent des cités puniques qui s'élevaient à Bethioua, aux Andalouses et à Madagh. Sur ces sites, on retrouve également la trace des Romains.

- La ville d'Oran a été fondée, en 902, par des marins andalous,

- Au 'onzième siècle, elle fut Almoravide et Almohade

- Dès le XIIème siècle elle a connu des grandes batailles que sont livrées les Omeyades et les Fatimides.

- Du XIIème au XVème siècle elle subit, à maintes reprises, les dominations Zianides, Mérinides et Hafsides.

- En 1509, elle tombe aux mains des Espagnols.

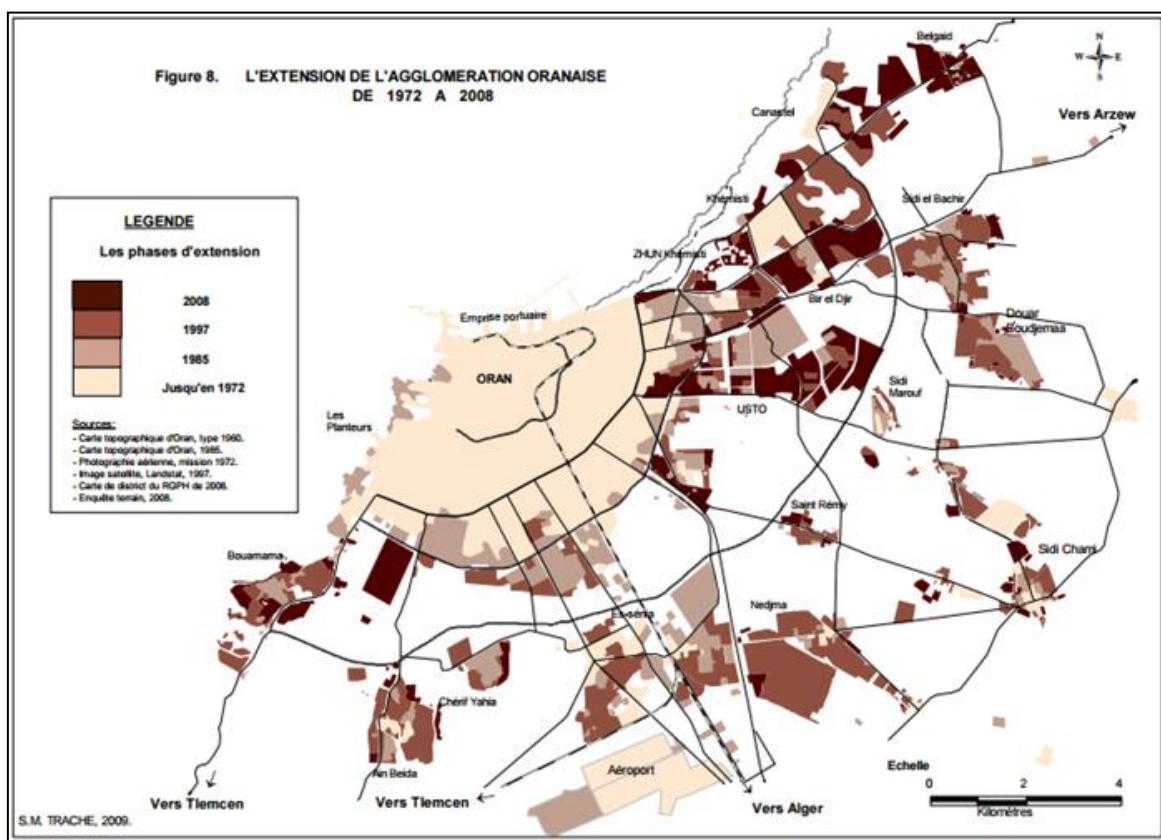
- En 1792 Les Ottomans prirent la cité, et s'y établirent pour une quarantaine d'années.

En 1831, les troupes françaises firent leur entrée en ville. Avec les Français,

Oran connaît un développement sans précédent, passant en un peu plus d'un siècle, d'une petite ville à une grande métropole, qui atteint les 400.000 habitants en 1962.¹¹⁸

¹¹⁷ Rapport, ANDI 2013, Wilaya d'Oran, page 9

¹¹⁸Thèse : « L'agglomération oranaise Algérie entre instrument d'urbanisme et processus d'urbanisation » Youcef Kadri, p11



Carte 4 : Le développement chronologique de la ville d'Oran

2.2.6) Situation démographique:

- La population totale de la wilaya est de 1 577 556 habitants, soit une densité de 746 habitants par Km², Taux de croissance de la population moyen de la wilaya était de 2,45%.

2008		
Population	Logement	T.O.L
545 209	99 938	5.5
56.4	54.1	
420 755	72 844	5.8
43.6	45.9	
965 964	172 782	5.6

119

Tableau 7 : L'évolution de l'espace habité dans l'agglomération

- BTPH : 36%
- Hôtellerie et restauration : 8%
- Commerces : 18%
- Autres : 17%
- Transport & communication: 9%
- Autres services : 6%.¹²⁰

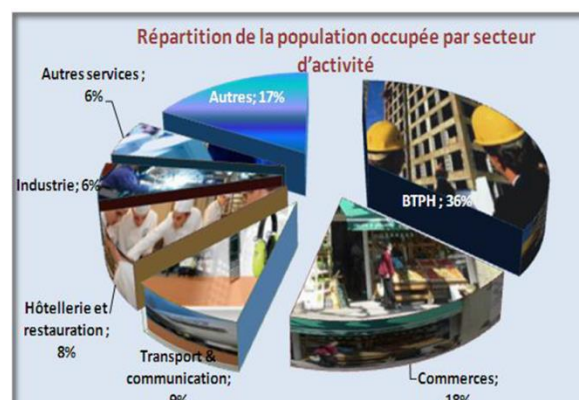


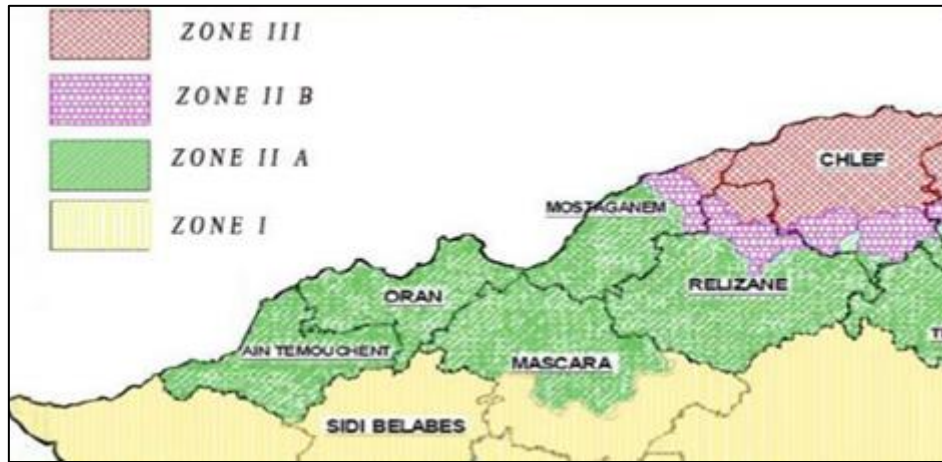
Fig. 120 : Répartition de la population occupée par secteur d'activité

¹¹⁹ RPGH 2008

¹²⁰ Rapport, ANDI 2013, Wilaya d'Oran, page 13

2.2.7) La sismicité:

Toute la côte algérienne est située à la limite de chevauchement de la plaque eurasienne au Nord et la plaque africaine au Sud. Causant ainsi des secousses telluriques marquées par des grands moments sans toutefois atteindre un seuil critique. Notre zone est classée dans la zone II A, selon le RPA 99/2003.¹²¹



Carte 5 : Carte de classification des zones sismiques

2.2.8) Topographie:

Oran s'inscrit dans un milieu physique divers au niveau des reliefs (monts, pleins plateaux). L'altitude moyenne de la ville d'Oran est environ 60 m .le front de mer est construit 40 m au-dessus des flots, les falaises de Gambetta culminent à plus de 50 m .La ville monte en pente douce. Elle atteint 70 m sur le plateau de Karguentha, puis 90 dans le proche ban lieue d'Assenai.¹²²

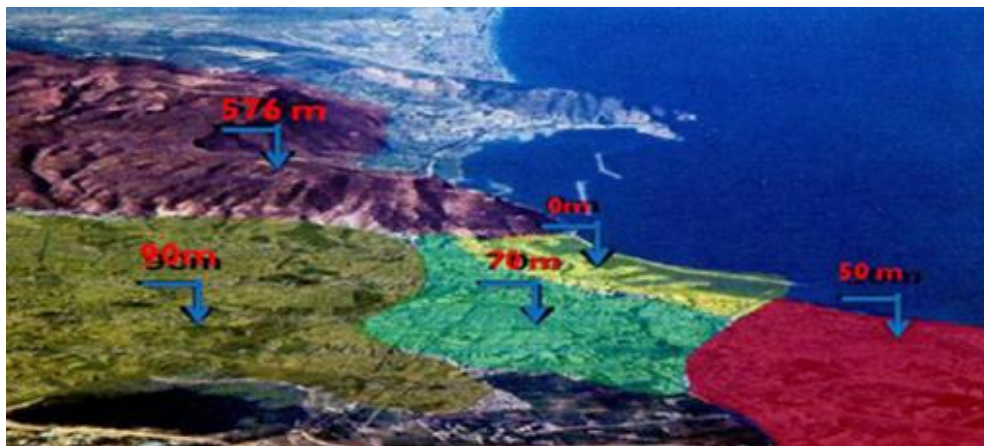


Fig.121 : Carte topographique de la région oranaise

¹²¹ YABEDRI, Otman, Mémoire fin d'étude « Aménagement d'une frange maritime », page 18.

¹²² YABEDRI, Otman, Mémoire fin d'étude « Aménagement d'une frange maritime », page 18.

- **Les zones urbaines majeures de la ville d'Oran :**

- La carte représente un plan de la ville d'Oran qui se caractérise par quatre boulevards délimitant ainsi quatre zones qui diffèrent d'un point de vue de densité :¹²³
- **Zone 01 :** représente le centre-ville, forte densité urbaine, un foncier très rare (600hab/ha).
- **Zone 02 :** la densité reste d'autant plus forte (présence de ZHUN) mais relativement inférieure à la première zone, le foncier reste rare lui aussi (260 à 600hab/ha)
- **Zone 03 :** cette zone se caractérise par une densité moyenne (150 à 210hab/ha)
- **Zone 04 :** cette zone représente la direction des nouvelles extensions qui marquent le nouveau pôle urbain d'Oran, la densité reste relativement faible (150hab/ha).¹²⁴

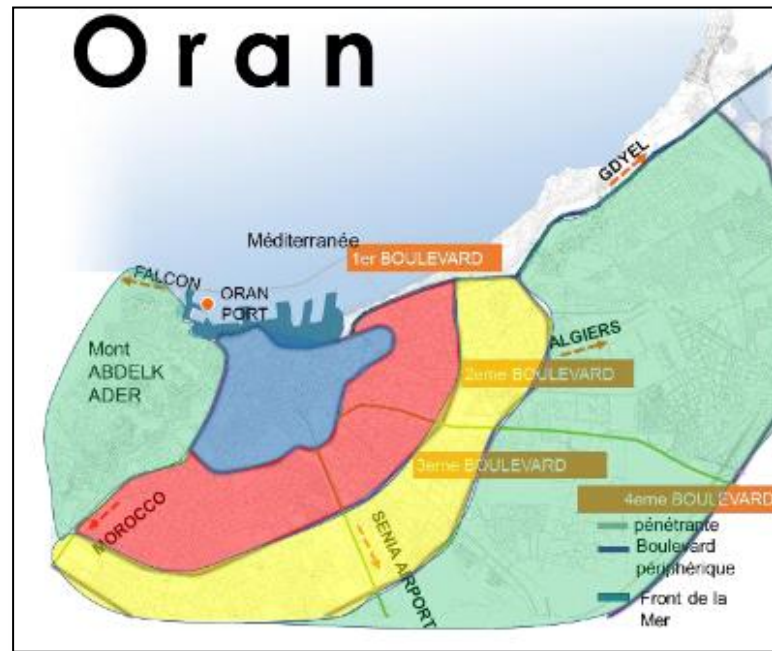
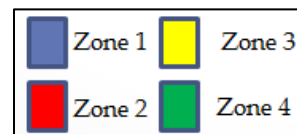


Fig.122 : Les différents secteurs de la ville d'Oran.



2.2.9) Les potentialités d'Oran:

a) Potentialité touristique:

*La vocation touristique d'Oran a un volume important d'investissements et des plans d'aménagement de ses neuf Zones d'extension touristique (ZET).

*Le parc hôtelier actuel, composé de 66 établissements classés, de toutes catégories confondues.

*Ces établissements hôteliers seront localisés, pour la plupart d'entre eux, dans la commune d'Oran, pour le tourisme d'affaires et historique, et celle d'Ain El Türk, très réputée pour le tourisme balnéaire.¹²⁵

¹²³ Thèse : tour Aharan, 2016, « C.Chalabi », P 55.

¹²⁴ PDAU d'Oran.

¹²⁵ Thèse «habitat écologique », A. Benmmami, P 50

Les fameux hôtels d'Oran:

hôtel	Classification (évaluation)	illustration
BEST WESTERN HOTEL COLOMBE ORAN 06 HAI KHALDIA DELMONTE Boulevard Zabour Larbi, Oran	4 étoiles	
Hotel Medina 25 Rue De Tlemcen, Oran	3 étoiles	
Les ambassadeurs hotel	4 étoiles	
Hotel Timgad Blvd. Emir AEK, Oran	4 étoiles	
Montparnasse Hotel Abd El Kader 31000, Blvd. Emir AEK, Oran	3 étoiles	
Hôtel ibis Oran les Falaises Avenue De Canastel, Route Des Falaises, Oran	2 étoiles	
Continental-Hôtel Boulevard de la Soummam, Oran	4 étoiles	
Golden Tulipe Adef Oran 6, Boulevard de L'A.L.N, Oran	4 étoiles	
Sheraton Oran Hôtel Avenue Djellat Habib, Oran	5 étoiles	
Le Méridien Oran Les Genets, Chemin de Wilaya, Route 75, Oran	5 étoiles	
HOTEL EDEN AIRPORT Ron Point de l'aéroport. Senia	4 étoiles	

Tableau 8.1 : Les hôtels classés d'Oran








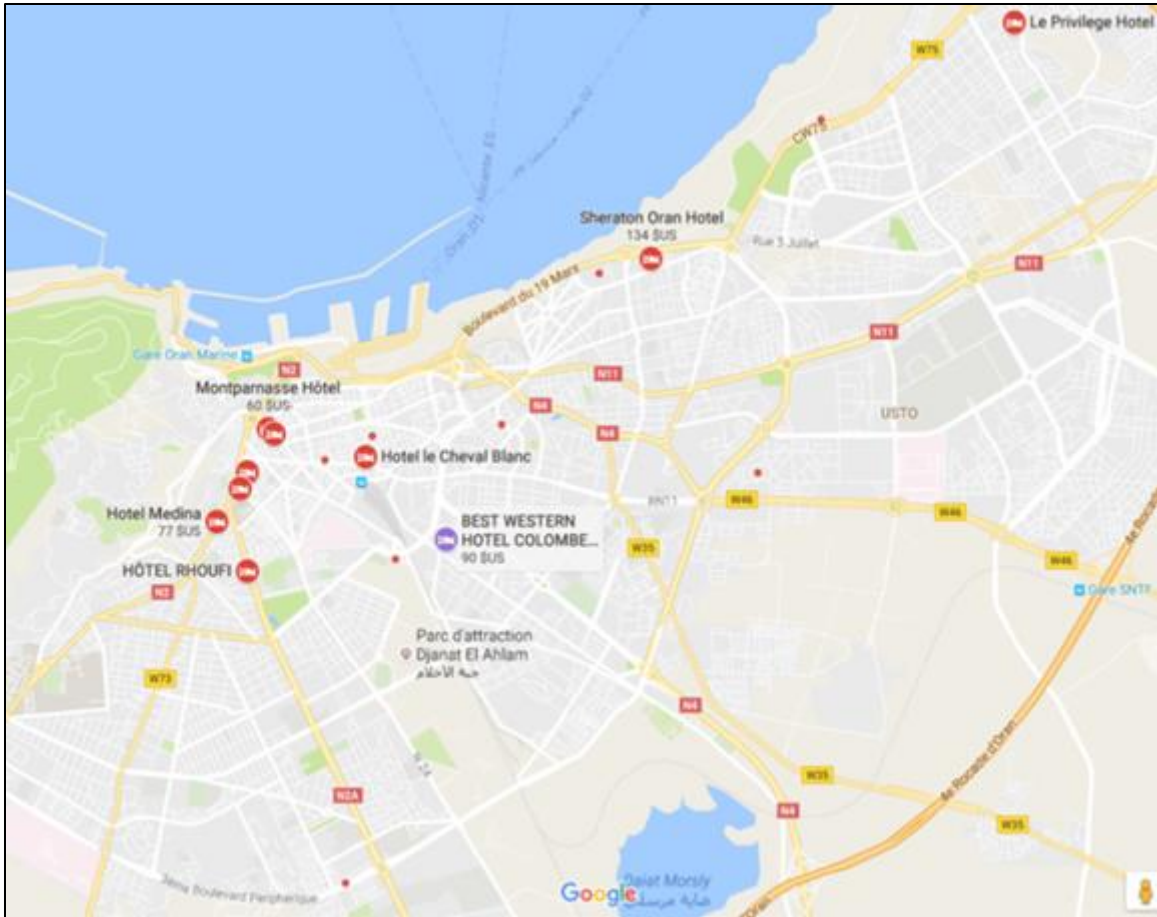
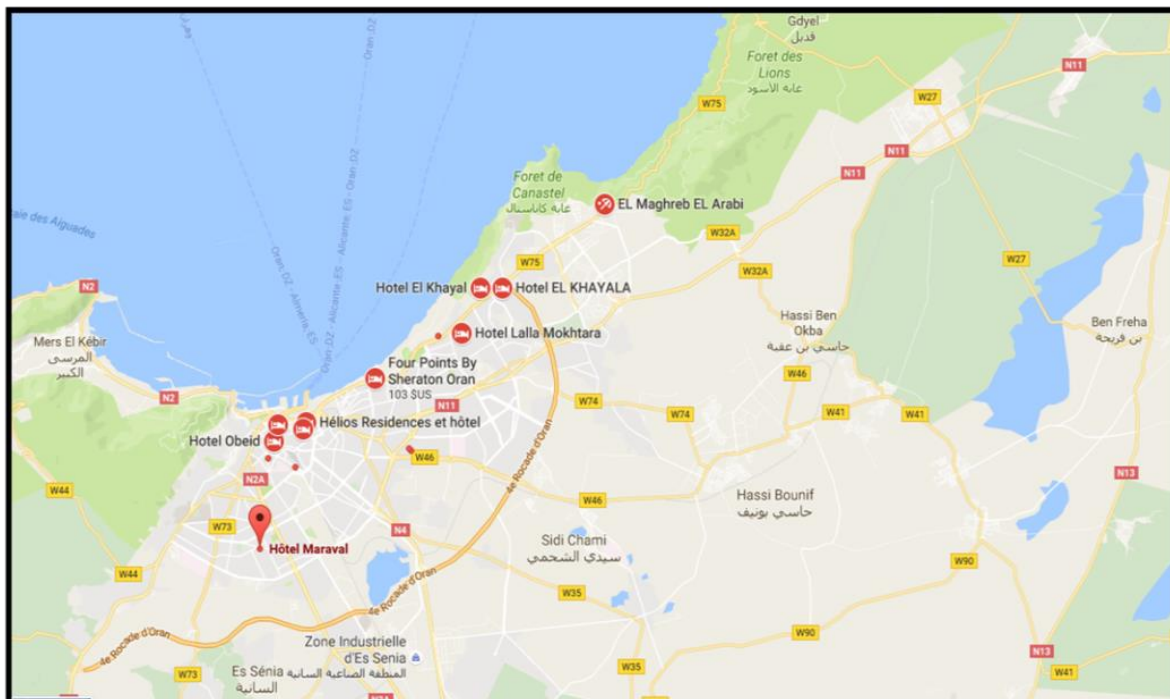
Hôtel	évaluation	illustration
Four Points By Sheraton Oran Boulevard du 19 Mars,	4 étoiles	
Hôtel El Mouahidine Es Senia	5 étoiles	
Hotel EL KHAYALA Algérie Poste, Avenue Aspt Hammou Mokhtar, Oran	3 étoiles	
Hotel Lalla Mokhtara Bir El Djir,	3 étoiles	
Hotel Obeid Rue Moulay Mohamed, Oran	3 étoiles	
Helios Residences et hotel 20 Rue Beni Chougrane, Oran	4 étoiles	
hotel Maraval 02, Bvd Benarbia Lahouari, Oran	3 étoiles	
HOTEL PRESIDENT 3, Hay Othmania	5 étoiles	
HOTEL ROYAL 3, Bd de la Soummam	5 étoiles	
HOTEL EDEN PHOENIX Ron point aéroport .Senia	5 étoiles	
HOTEL EDEN PALACE Route de Cap Falcon. Ain	-	
HOTEL EDEN VILLAGE Route de Cap Falcon. Ain Türk	-	

Tableau 8.2 : Les hôtels classés d'Oran.¹²⁶

¹²⁶ Tableaux réalisés par les étudiants.



Carte 6 : L'emplacement des hôtels du Tableau 9.1, dans la ville d'Oran.¹²⁷



Carte 7 : L'emplacement des hôtels du tableau 9.2, dans la ville d'Oran.¹²⁸

¹²⁷ <https://www.google.com/maps/search/hotels/@35.7094765,-0.6381473,12280m/data=!3m1!1e3>

¹²⁸ <https://www.google.com/maps/search/hotels/@35.7031835,-0.6359118,12269m/data=!3m2!1e3!4b1>

b) Potentialités économiques :

-La ville d'Oran représente un pôle économique et industriel et un marché lucratif pour les PME/PMI (les petites et moyennes entreprises(PME) et les petites et moyennes Industries(PMI)).

-La capitale de l'Ouest attire de plus en plus d'investisseurs et d'hommes d'affaires depuis ces dernières années. Donc, Deux sous-ensembles se superposent :

*Le premier, à vocation industrielle dominante qui regroupe les communes d'Oran, Es Senia, Bire El Djir, Arzew, Bethioua et Ain El Biyada.

* Le seconde à vocation agricole et balnéaire avec les communes de Misserghin, Boutlélis, Oued Tlelat et une partie de Mersa El Kébir.¹²⁹

Localisation	Nbr. lots	Sup. totale (ha)	Viabilisée (ha)	Attribuée (cessible) (ha)
Z.I Es Senia I	68	88	88	70
Z.I Es Senia II	108	157	157	127
Z.I Es Senia III	23	48	48	31
Z.I Hassi Ameur	189	315	230	270
Z.I Arzew	36	2 610	2 610	1 130
Total Z.I.	424	3 218	3 133	1 628

Tableau 9 : Les Z.I d'Oran¹³⁰

Les entreprises inscrites au Centre National du Registre de Commerce au 09-2011 :

service	BTPH	Commerce gros	Impôt, export	Commerce détail	artisan	Total
3 800	3 322	1 297	3 156	537	42	12 145

Tableau 10 : Les entreprises d'Oran inscrites au CNRC.¹³¹

L'évolution de nombre des sociétés existantes (tous secteurs d'activité):

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
5 377	6 291	6 988	7 531	8 125	9 144	10 630	11 523	12 154

Tableau 11 : L'évolution du Nb des sociétés à Oran.¹³²

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2020
1 501	1 704	1 897	2 124	2 325	2 549	2 924	3 177	3 322	3 850	4 797

Tableau 12 : Nb de sociétés des secteurs des industries du BTPH à Oran.¹³³

¹²⁹ Rapport, ANDI 2013, Wilaya d'Oran, page 16

¹³⁰ L'Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF).

¹³¹ Centre National du Registre de Commerce

¹³² CNRC

¹³³ Idem

Taux de croissance des PME privées (personne morale) à Oran :

2003	2011 (6M)		Variation 2003- 2011 (6M)		
Nombre	Nombre	%	%	Nombre	%
14 474	17 922	25.9	4.7	3 448	24

Tableau 13 : Taux de croisement des PME privées à Oran.¹³⁴

Répartition des projets d'investissements déclarés par secteur d'activité :

- Durant la période 2002 -2014, la répartition des projets d'investissement déclarés par secteur d'activité regroupé au niveau du guichet se présente comme suit :

Secteur d'activité	Nombre de projets	Montant	Nombre d'emplois
TRANSPORT	1 062	68 727	12 120
INDUSTRIES	628	844 446	33 562
BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS	549	103 082	16 587
SERVICES	443	72 698	13 207
TOURISME	85	110 195	4 363
SANTE	63	12 333	1 739
AGRICULTURE	55	12 498	6 910
TOTAL	2 885	1 223 980	88 488

Tableau 14 : Les montants d'investissement dans chaque secteur (le montant en million DA).¹³⁵

Disponibilités au niveau des ZA (Zone d'Activité) :

Oran possède 18 zones d'activité :

Localisation	Nbr. lots	Viabilisée (ha)	Sup. totale (ha)
Total Z.A	1 926	419	502

Tableau 15 : Le totale du foncier des zones d'activité d'Oran.¹³⁶

¹³⁴ MPME-A/MIPI (Mission Intégrée des projets internationaux).

¹³⁵ Agence Nationale de développement de l'Investissement (ANDI) -2015, p19

¹³⁶ L'Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF)

Evolution des PME oranaises 2007-2010 :

Secteur d'activité	2007	2008	Taux net de création	2009	Taux net de création	2010	Taux net de création
Services	8233	8742	6,18%	9622	10,07%	10405	8,14%
Bâtiment et travaux publics	3058	3249	6,25%	3702	13,94%	4104	10,86%
Industries	2356	2503	6,24%	2659	6,23%	2777	4,44%
Agriculture et pêche	400	424	6,00%	438	3,30%	446	1,83%
Services liés aux industries	33	37	12,12%	40	8,11%	44	10,00%
TOTAL	14080	14955	6,21%	16461	10,07%	17793	7,43%

Tableau 16 : Evolution des PME oranaises 2007-2010¹³⁷

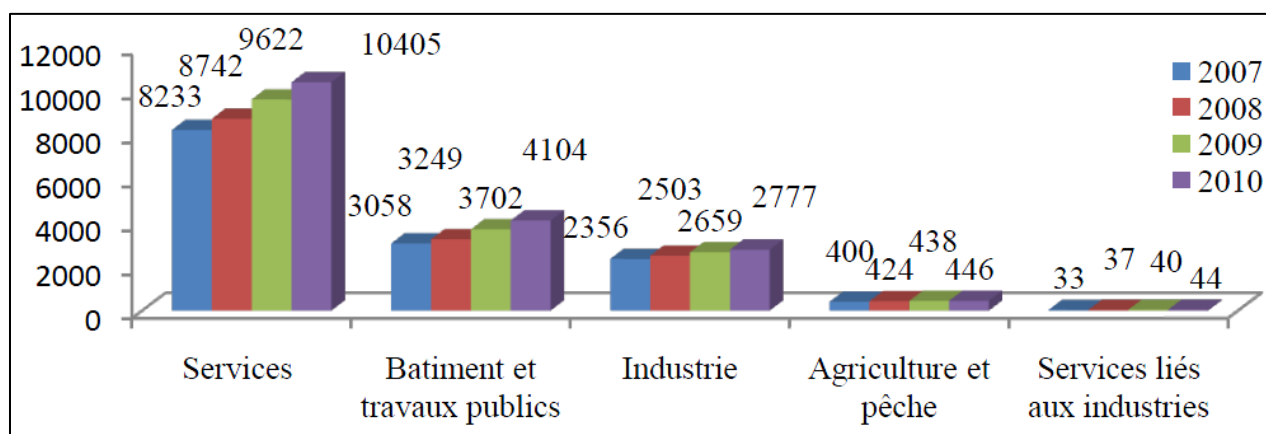


Fig.123 Evolution des PME oranaises 2007-2010

Analyses du tableau :

Le tableau (16) et la figure (123) relèvent l'accroissement de nombre de PME dans tous les groupes des branches d'activité. L'évolution la plus favorable se situe dans le secteur des bâtiments et travaux publics, qu'il inscrit des meilleurs taux de création net (6.25%, 13.94%, 10.86%), cette augmentation ne reflète que l'engagement de l'état dans les programmes de construction (logements & infrastructures) pour répondre aux besoins croissants de la population.

Les services affichent globalement des taux positifs et décroissants (6.00%, 3.30%, 1.83%).¹³⁸

¹³⁷ Direction de l'industrie et des PME, 2011

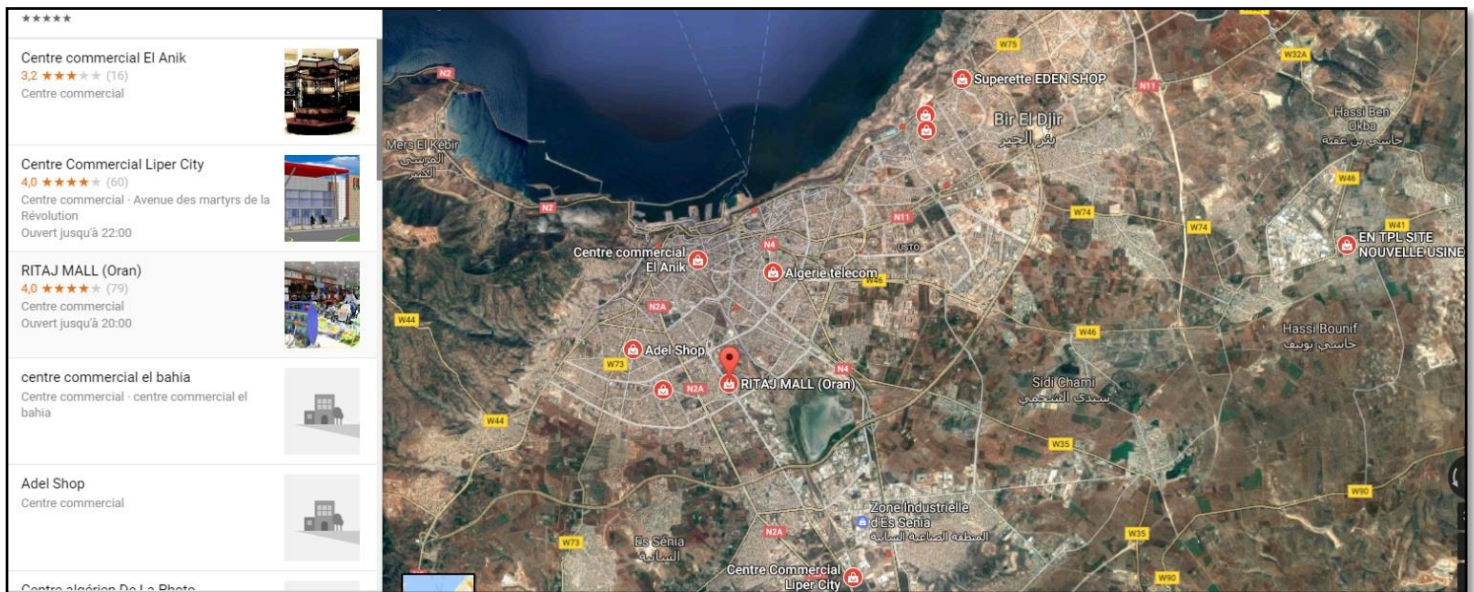
¹³⁸ Idem



Carte 8 : Carte présentative d'emplacement des bureaux d'affaires dans la ville d'Oran.¹³⁹

Donc, Il y a que 5 petits -soit disant- centres d'affaires et presque ce type de construction est inexistant dans la région et il est considéré comme un besoin essentiel de la ville.

c)Le secteur commercial :



Carte 9 : L'emplacement des centres commerciaux de la ville d'Oran¹⁴⁰

Alors, Oran ne possède que 7 grands centres commerciaux parmi eux aussi, il y a :

- Centre commercial "Ardis" à Bir El-Djir :

¹³⁹ <https://www.google.com/maps/search/centre+d'affaires/@35.7012236,0.6372372,12306m/data=!3m1!1e3>

¹⁴⁰ <https://www.google.com/maps/search/centre+commercial/@35.6844095,0.6247488,12350m/data=!3m1!1e3>



Fig.124 Ardis : vue intérieure



Fig.125 Ardis : vue extérieure

- UNO ORAN :



Fig.126 UNO : vue intérieure



Fig.127 UNO : vue extérieure

d) Le loisir :



Carte 10 : L'emplacement des centres de loisir à Oran.¹⁴¹

- Les centres de loisir à Oran sont presque inexistants.

¹⁴¹ <https://www.google.com/maps/search/+loisir/@35.7048837,-0.6330365,12347m/data=!3m1!1e3>

C) L'habitat à Oran:

Ce n'est que vers les années 1980 que de réels changements s'opèrent dans la production de l'habitat où près de 15% des dépenses sont allouées à la réalisation de l'habitat collectif. D'autres types d'opérations immobilières suivront, dont l'agglomération oranaise en bénéficiera depuis, surtout à partir des années 1990.

Les efforts consentis par l'état dans les processus de production tant immobilière que foncière ont permis à l'agglomération d'Oran de quadrupler son volume de logements en l'espace de 40 ans (Tableau 17).

Années	1966	1977	1987	1998	2008
Communes					
Oran	72 491	82 708	90 919	107 464	137 328
Bir el-Djir	753	937	2 835	17 691	40 682
Es-Senia	2 507	2 956	4 552	11 315	20 712
Sidi Chami	691	1286	2 526	12 310	24 134
Agglomérations	76 442	87 887	100 832	148 780	222 856

Tableau 17 : Evolution du parc logements dans l'agglomération oranaise (1966 à 2008).¹⁴²

L'habitat collectif à Oran :

Après l'échec des ZHUN, réalisées à proximité des anciens tissus urbains de la ville, la périphérie oranaise a connu un développement sans précédent de l'habitat collectif. La réalisation de ces programmes d'habitat s'est faite sous deux formes : l'une à caractère social et l'autre de type promotionnel.

Type d'opération / Communes	Social locatif	Social participatif	Promotionnel	Location-vente	Autres	Total
Oran	950	777	2705	-	-	4432
Es-Sénia	300	341	420	-	-	1061
Bir el-Djir	5 267	9588	4820	6735	200	26610
Sidi Chami	822	919	-	-	-	1741
Total agglomération	7 339	10 285	5 499	4 387	200	27710
Wilaya d'Oran réalisés	15 812	12 108	7 563	4 387	839	40709
cours	5 776	1 460	2 125	613	407	10381
non lancés	6 300	-	-	-	-	6300

Tableau 18: La production immobilière dans l'agglomération oranaise jusqu'en 2008¹⁴³

Perspectives de l'habitat à l'horizon 2015

Les programmes de réalisation de logements collectifs inscrits à l'horizon 2015 prédisent une continuité de mobilités résidentielles particulières car elles vont s'inscrire dans de nouveaux espaces en continuité avec l'Est de l'agglomération

	Créations de logements			Total Logements additionnels
	2005	2010	2015	
	7 558	6 479	6 479	11 517
Total	17 755	15 770	15 585	40 111

Tableau 19: Perspectives de l'habitat à l'horizon 2015¹⁴⁴

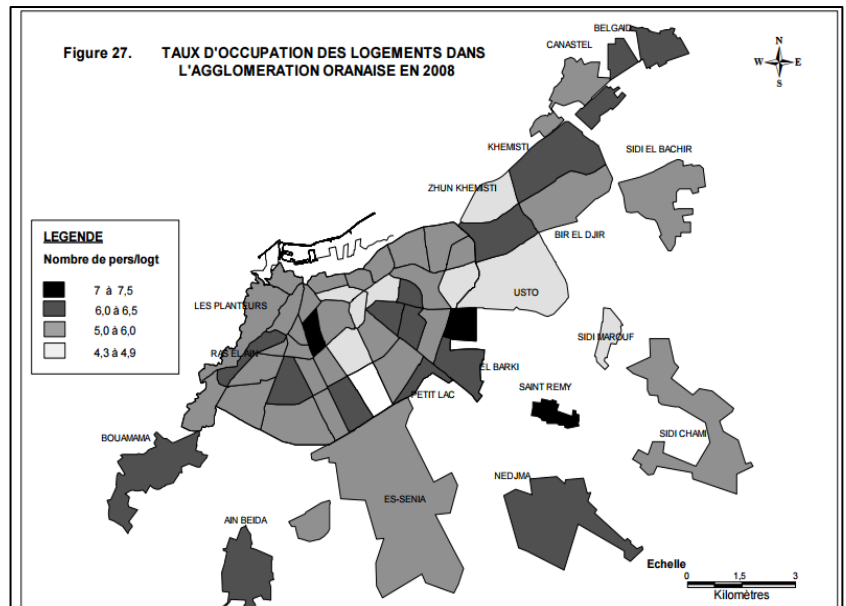
¹⁴² RGPH de 1966, 1977, 1987, 1998 et dépouillement du RGPH de 2008.

¹⁴³ DLEP, DUC et DEPAT Oran

¹⁴⁴ Direction de l'Urbanisme et de la construction (DUC) de la Wilaya

Le besoin de production des logements sont liés non seulement à la population future mais aussi à l'hypothèse de départ.

Le taux d'occupation par logement (TOL) est l'indicateur pour estimer le parc logement. Au niveau de l'agglomération Oranaise, il était de 5,3 pers/log en 1966=6,0 pers/log en 1977 et de 6,8 en 1987.



Carte 11 : TOL de l'agglomération Oranaise ¹⁴⁵

Cette estimation du TOL est due à la déficience de plus en plus prononcé entre l'évolution de la population et le rythme de production des logements.

. Entre 2008 et 2015, un TOL de 6,59 personnes par logement a été retenu, avec l'objectif d'améliorer les conditions de vie et d'habitabilité dans la production des logements.¹⁴⁶

Années	1998			2008		
	Population	Logements	T.O.L	Population	Logements	T.O.L
Entités spatiales						
Ville d'Oran	595 069	100 451	5,9	545 209	99 938	5,5
% agglomération	72	70,9		56,4	54,1	
Couronne périurbaine	231 851	41 316	5,6	420 755	72 844	5,8
% agglomération	28	29,1		43,6	45,9	
Agglomération	826 920	141 767	5,8	965 964	172 782	5,6

Tableau 20 : Estimation du TOL de l'agglomération Oranaise ¹⁴⁷

Synthèse:

D'après le Taux d'accroissement e de la population oranaise qui présente (2,45%) et avec une population actuelle plus de 965 964 hab. si on prend en considération l'hypothèse prévu pour un TOL de 6,59 la ville aura toujours besoin des logements soient social ou promotionnels, dans le long ou moyen terme.

d) Les potentialités naturelles :

¹⁴⁵ L'agglomération oranaise (Algérie) entre instruments d'urbanisme et processus d'urbanisation Youcef Kadri et Mohamed Madani

¹⁴⁶ TOUR D'HABITAT ECOLOGIQUE, BEMMAMI Abdelhakim, page 70

¹⁴⁷ Cahier de districts des RGPH de 2008

-La position géographique de la zone est privilégiée à plus d'un titre. Cet espace offre des sites naturels ouverts par la présence de la mer et des différentes baies (Oran, Arzew), sites favorables à l'implantation d'infrastructures portuaires et des agglomérations.

-Les terroirs environnants de ces agglomérations présentent des potentialités en sol appréciables.

-Les plaines littorales des Bous fer, les Andalouses.

-Les plaines sub-littorales de Boutlélis, Misserghin, Es Senia, les Hassi, Meflak. Ces plaines sont caractérisées par une agriculture de maraichage de primeur, de fruitiers divers, d'élevage laitier et d'aviculture. Elles profitent d'un climat clément, un potentiel en eau souterraine certain, d'un potentiel édaphique conséquent.

-Les Écosystèmes Naturels Forestiers ou à vocation forestières et aquatiques représentent une autre richesse variée.¹⁴⁸

2.2.10) Conclusion

D'après notre analyse, on constate que malgré la forte potentialité économique, touristique et naturelle présentée, La ville d'Oran a une déficience prononcée entre l'évolution des besoins présentés dans les différents secteurs et la production des équipements qui conviennent:

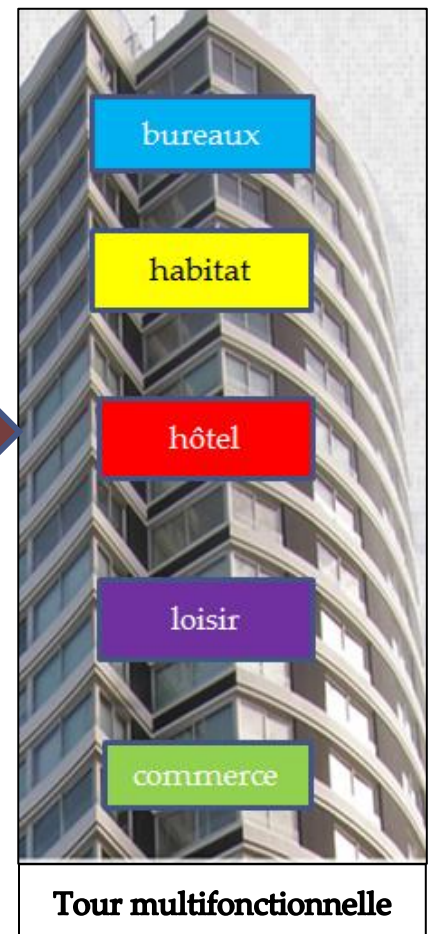
1) La ville d'Oran regroupe un grand nombre d'entreprise, 22141 (PME, PMI) sans un moindre siège défini pour chacune de ces entreprise.

2)- Les hôtels de haute classe ne présentent que 21 hôtels ce qui ne conviennent pas aux ambitions des touristes qui présentent 3 millions visiteurs par an

3)- Les centres commerciaux ne sont pas toujours à la hauteur des espérances malgré les réalisations récentes.

4)- Manque totale des équipements de loisir,

5)-D'après le Taux d'accroissement de la population oranaise qui présente (2,45%), avec une population actuelle environ 938410 hab. La ville aura toujours besoin des logements soient sociaux ou promotionnels, dans le long ou le moyen terme selon la catégorie sélectionnée.



¹⁴⁸ Thèse «habitat écologique », A. Benmmami, P 50

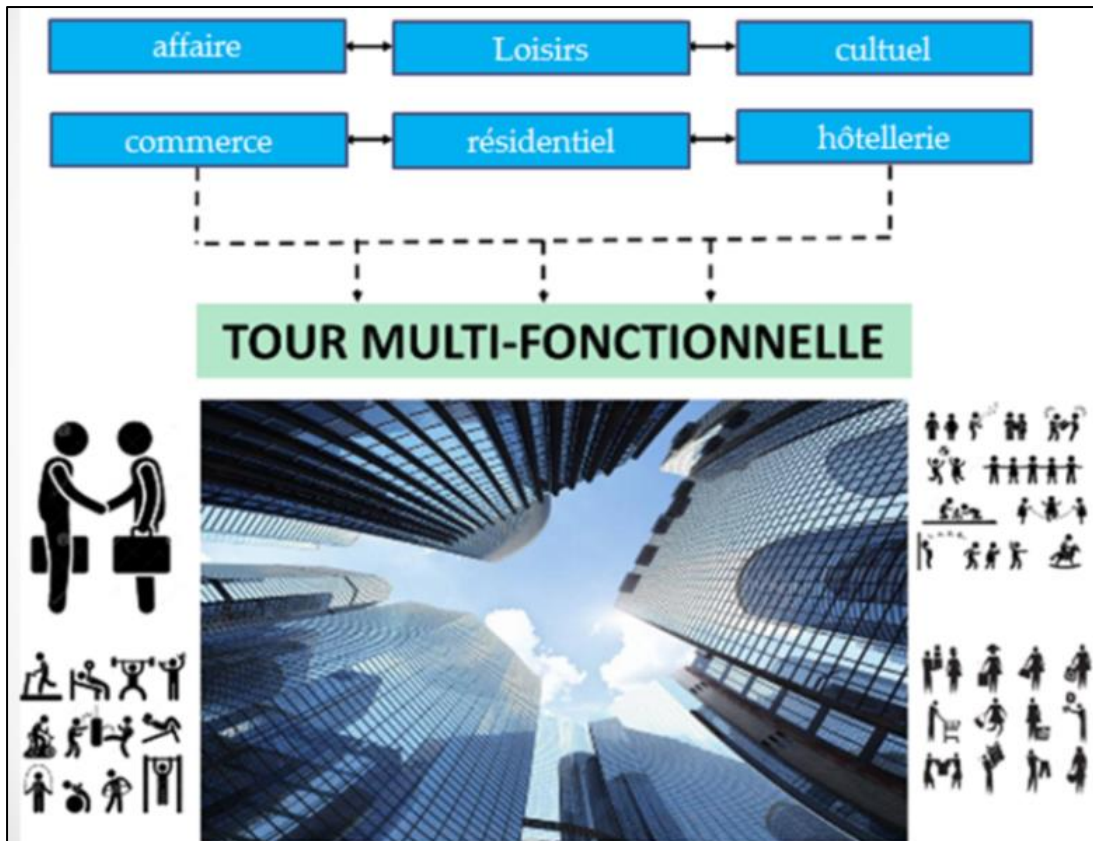


Fig.128 : Les différentes fonctions mise en considération dans le projet.¹⁴⁹

Donc, Notre projet doit être basé sur le tourisme d'affaires et quelque d'autres fonctions complémentaires qui marquent le manque de l'agglomération oranaise.

Remarque :

Le tourisme d'affaire :

Il désigne les déplacements professionnels. Il combine les composants classiques du tourisme: transport, hébergement, restauration. Avec une activité économique pour l'entrepris.

¹⁴⁹ Figure réalisée par les étudiants.

Chapitre III :

Approche thématique

Introduction :

L'approche thématique est la phase importante dans les procédures de réalisation d'un projet car elle nous permet d'avoir un paquet assez riche des informations de base du projet par l'étude profonde des exemples ont déjà la même typologie que le projet.

3.1) Définition d'un IGH :

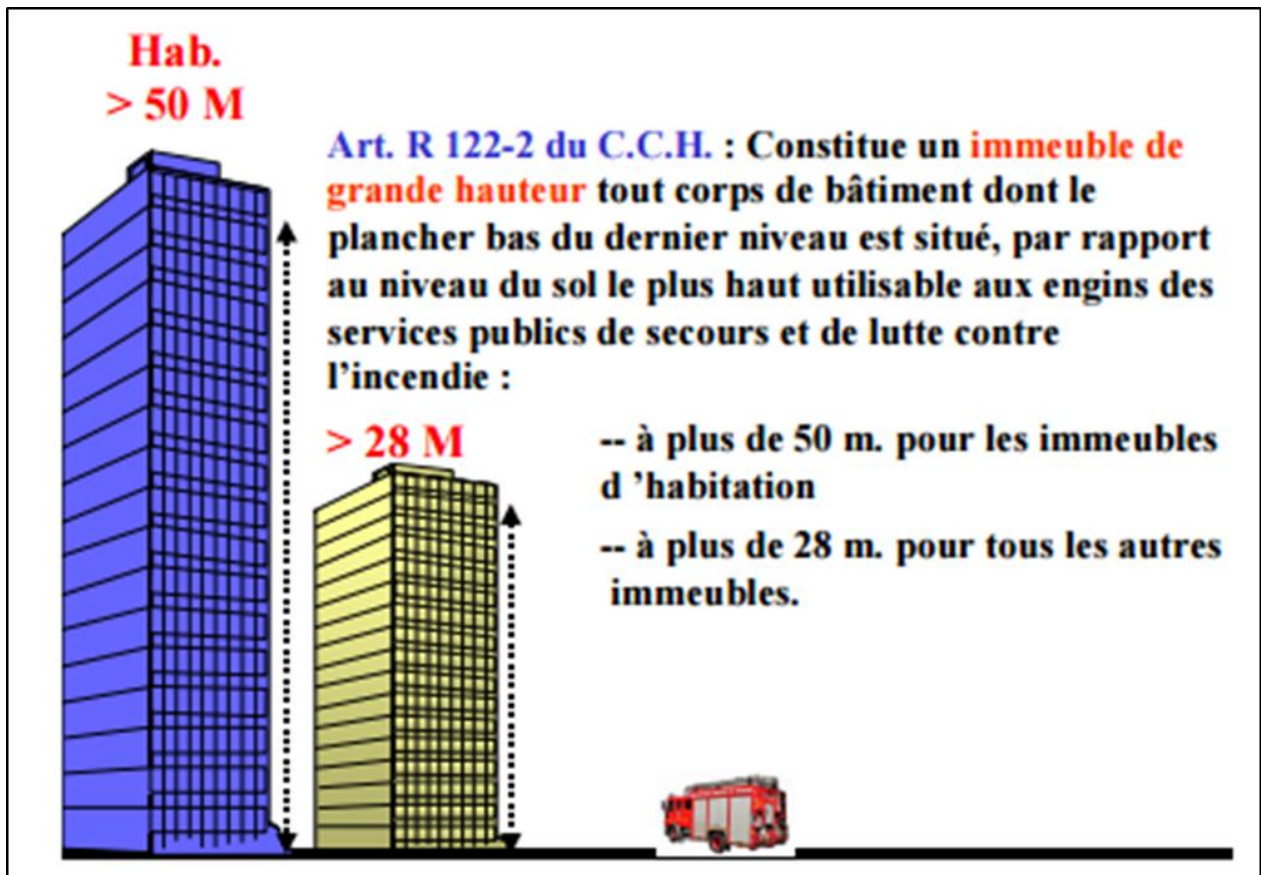


Fig. 129 : Un IGH selon Le C.H.H.¹⁵⁰

Les IGH sont classés selon deux critères :

- La hauteur du bâtiment.
- Le ou les activités exercées au sein du bâtiment.

Les activités exercées dans un IGH se répartissent en classes constituées de la manière :

GHA : immeubles à usage d'habitation ;

GHO : immeubles à usage d'hôtel ;

GHR : immeubles à usage d'enseignement ;

GHS : immeubles à usage de dépôt d'archives ;

¹⁵⁰ IGH : les immeubles de grande hauteur « BSP 731 : prévention – prévision », Titre 4, P 1

GHTC : immeubles à usage de tour de contrôle ;

GHU : immeubles à usage sanitaire ;

GHW : immeubles à usage de bureaux dont le plancher bas du dernier niveau est situé, par rapport au niveau du sol le plus haut utilisable pour les engins des services publics de secours et de lutte contre l'incendie à une hauteur supérieure à 28 mètres et inférieure ou égale à 50 m

GHZ : immeubles à usage principal d'habitation dont la hauteur du plancher bas est supérieure à 28 mètres et inférieure ou égale à 50 mètres et comportant des locaux autres que ceux à usage d'habitation ne répondant pas aux conditions d'indépendance fixées par la réglementation ;

ITGH : immeuble de très grande hauteur¹⁵¹.

3.2) La notion de la multi fonctionnalité

Définition : Relatif à ce qui a différentes fonctions, qui peut accomplir plusieurs tâches¹⁵².

3.3) La tour & la notion de la multifonctionnalité :

On considère fréquemment que les avancées architecturales sont souvent liées à de nouveaux programmes. L'apparition de la tour et de ses caractéristiques typologiques sont liées à l'apparition du programme de bureaux. Il est important de se poser la question de la typologie adaptée à cette «nouvelle» forme de programme qu'est la mixité, ou plutôt «la typologie de la multiprogrammation ».¹⁵³

3.4) Définition d'une tour multifonctionnelle :

* Une fonction unique dans un IGH est défini comme celui où 85 pour cent ou plus de sa superficie totale est dédiée à un usage unique.

* IGH multifonctionnel contient deux ou plusieurs fonctions, où chacune des fonctions occupe proportion particulière de la surface totale de la tour.

Les zones de soutien, tels que les parcs de stationnement et les espaces d'installations mécaniques, ne sont pas considérés comme des fonctions à usage mixte par contre Les fonctions notées sur les listes des CTBUH (par exemple, "hôtel / bureau" indique la fonction hôtel au-dessus fonction de bureau).¹⁵⁴

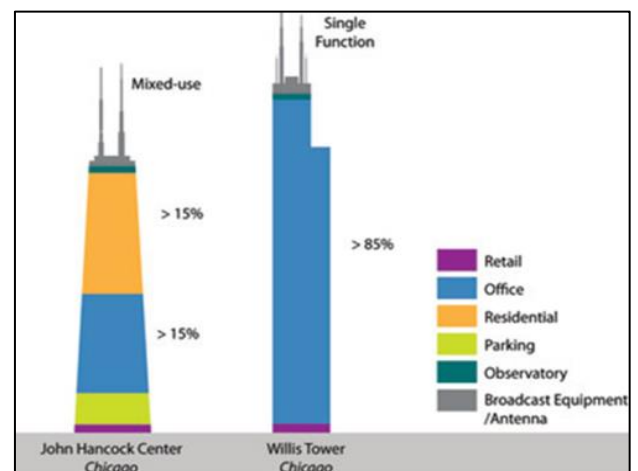


Fig.130 : La méthode de détermination d'une tour multifonctionnelle.

3.5) Les différentes fonctions majeures dans le projet:

Affaire, Hôtellerie, résidence, loisir, commerce, sport, culture.

¹⁵¹ <http://www.formationssiap.net/classement-des-igh.php>

¹⁵² <http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/multifonctionnel/>

¹⁵³ Enonce theorique de master - EPFL - ENAC - SAR - 2011 / 2012, Marcello Monti page 146

¹⁵⁴ Skyscrapercenter@CTBUH.org

3.5.1) L'affaires :

A) Définition:

Un centre d'affaires est un immeuble de bureaux qui est tout équipé et meublé pour recevoir des utilisateurs de bureaux pour une période généralement limitée.

Les centres d'affaires sont souvent gérés par des entreprises spécialisées dans les services généraux, qui louent un grand espace ou un immeuble entier pour en relouer des bureaux individuels ou des espaces variables à des entreprises diverses. Les centres d'affaires se trouvent principalement dans les centres villes et les districts d'affaires des grandes agglomérations.¹⁵⁵



Fig.131 Centre d'affaires METZ - SEBASTOPOL

B) L'entreprise :

Il n'existe pas une seule définition de l'entreprise, la complexité des relations entre l'entreprise et son environnement et la diversité de ses fonctions, nous oblige de l'analyser et de la définir de différentes manières, à travers ses activités, sa taille et son statut juridique. Généralement 2 niveaux sont retenus pour définir l'entreprise (niveau macro-économique, niveau micro-économique).¹⁵⁶

C) La classification des entreprises dans le contexte algérien :

Selon un ensemble de critères à savoir : les effectifs, chiffre d'affaire, le bilan annuel et le critère d'indépendance, on peut classer les entreprises selon l'ordre suivant :

- **La grande entreprise** : est définie comme étant : une entreprise employant de plus de 50 personnes et dont le chiffre d'affaires est compris entre 200 millions et 2 milliards DA ou dont le total du bilan annuel est compris entre 100 et 500 millions DA.¹⁵⁷
- **La moyenne entreprise** : à son tour, est définie comme « entreprise employant de 10 à 49 personnes, dont le chiffre d'affaires annuel ne dépasse pas les 200 millions DA ou dont le total du bilan annuel n'excède pas 100 millions de DA »¹⁵⁸.
- **La petite entreprise** : est définie comme une entreprise employant de 1 à 9 employés et réalisant un chiffre d'affaires annuel inférieur à 20 millions ou dont le total du bilan n'excède pas 10 millions de DA ».

¹⁵⁵ https://fr.wikipedia.org/wiki/Centre_d'affaires

¹⁵⁶ J M Aniac, H Bouganlt « économie d'entreprise » 1994 techniplus édition N°3 Paris, p12, 13

¹⁵⁷ Article 5 de la loi 01-18 du 12 décembre 2001 portant loi d'orientation sur la promotion de la PME

¹⁵⁸ Article 6 de la même loi

D) Formes d'organisation des bureaux :

a) Les grands bureaux paysagers :

Convient aux équipes comptant de nombreux collaborateurs soumis à une forte division du travail, occupés à des tâches répétitives et avec un seuil de concentration peu élevé. La conception crée des surfaces multifonctionnelles rationnelles,

b) Les cellules de bureaux : Se prêtent mieux à un travail autonome et concentré, pour des bureaux individuels ou des petits groupes ayant besoin d'un échange d'informations fréquent

c) Le bureau modulable : Correspond à une tentative d'améliorer les conditions de travail des très grands bureaux (climatisation non différenciée, faible lumière du jour, gênes optiques et acoustiques). La possibilité de diviser le bureau en cellules plus adaptées pour se concentrer a permis de renforcer les prestations techniques en vue de la flexibilité recherchée.¹⁵⁹

d) Les bureaux collectifs :

(Grands bureaux à échelle réduite) conviennent à des groupes de personnes qui communiquent en permanence. En jouant sur la dimension de l'environnement de travail (distance maximale à la fenêtre: 7,5 m).¹⁶⁰

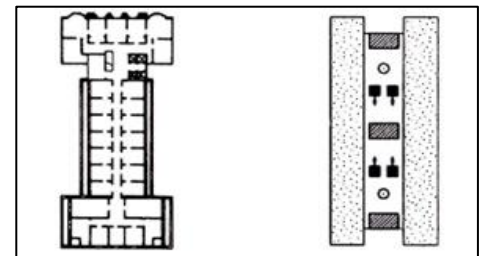


Fig.132 : Cellules des bureaux en 3 zones

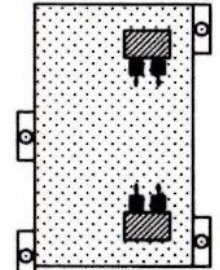


Fig.133 : Très grande salle de bureau

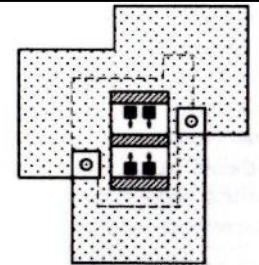


Fig.134 : Bureau modulable

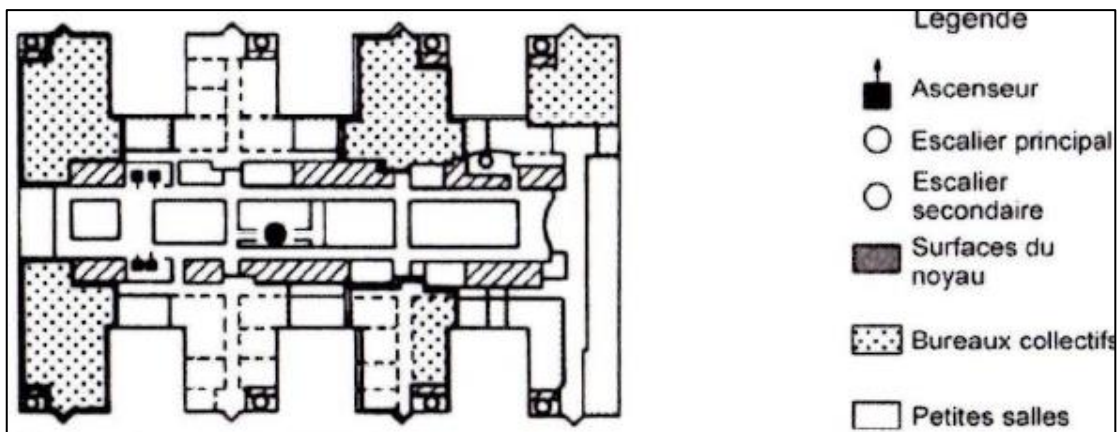


Fig.135 : Plan typique pour des Bureaux collectifs

3.5.2) Hôtellerie:

a) Définition:

Un hôtel est un établissement commercial qui offre un service d'hébergement payant en chambres meublées à une clientèle de passage. En général, un hôtel assure l'entretien quotidien des chambres et des lits, ainsi que la fourniture du linge des sanitaires.

¹⁵⁹ Neufert 10° Edition-Fr, secteur IMMEUBLES DE BUREAUX, P 280.

¹⁶⁰ Neufert 10° Edition-Fr, secteur IMMEUBLES DE BUREAUX, P 280.

b) Hébergement : L'hébergement hôtelier peut se faire dans différents types de logements, présentant différents niveaux de confort. Le plus courant est la chambre d'hôtel, qu'elle est une chambre à coucher prête à être utilisée à l'arrivée du client. Elle s'accompagne souvent de sanitaires et d'une salle de bains ou d'une salle d'eau. En France, ces installations deviennent obligatoires dans toutes les chambres à partir de la 3ème étoile. Il existe également des hôtels qui peuvent accueillir leurs clients dans des chambres de deux pièces ou plus, dont une au moins est prévue pour le couchage. Ce type d'hébergement est désigné sous le nom de suite.



Fig.136 : Une chambre d'hôtel à Ohio

c) Services : Outre l'hébergement, les hôtels peuvent proposer d'autres services à leur clientèle : restauration, room service, espace bien-être, piscine, équipements sportifs, etc. Certains hôtels proposent des services de location de salles de réunion, incitant les groupes à y tenir des congrès et des conférences.¹⁶¹

d) Classement par la qualité de service (classement par étoiles) : Les espaces communs comprennent le hall de réception, le salon, la salle du petit-déjeuner et le bar.

Nb d'étoiles	Surface minimale des chambres doubles	Surface minimale des espaces communs	Accueil (jour)	Autre
1	9 m ² (sans sanitaires)	20 m ²	8 heures	Sanitaires privés ou communs
2	9 m ² (hors sanitaires)	30 m ²	10 heures	Paiement possible par carte bancaire, journaux dans les parties communes, ascenseur obligatoire à partir de quatre étages
3	13,5 m ² (sanitaires compris)	50 m ²	12 heures	Télévision couleur avec télécommande, salle de bains et WC dans la chambre
4	16 m ² (sanitaires compris)	70 m ²	12 heures si moins de 30 chambres, 24 heures au-delà	Climatisation, accès à Internet et à des chaînes de télévision internationales, Ascenseur obligatoire à partir de deux étages
5	24 m ² (sanitaires compris)	90 m ²	12 heures si moins de 30 chambres, 24 heures au-delà,	Peignoir, ascenseur obligatoire, room service, accompagnement dans la chambre

Tableau 21: Principaux engagements par catégorie d'Hôtel.¹⁶²

¹⁶¹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Hôtel>

¹⁶² <http://www.dossierfamilial.com/consommation/loisirs/hotel-les-nouveaux-criteres-du-classement-des-etoiles-55956>

3.5.3) L'habitat:

Introduction :

L'habitat est l'ensemble formé par le logement, Les attentes fondamentales de l'habitat restent les même, celles de: L'intimité de confort et de bien-être, Alors, L'habitat participe ainsi au sentiment d'identification des lieux et des espaces du contexte urbain et paysager d'une ville.

a) Définitions :

L'habitat : Selon Larousse :

Lieu habité par une population ; ensemble de faits géographique relatifs à la résidence de l'homme (formes, emplacement, groupement des individus) ; l'ensemble des conditions relatives à l'habitation.¹⁶³

*Selon J-Havel :

L'habitat est toute l'aire que fréquente l'individu : qu'il y circule, y travaille, y mange s'y repose, y dorme

Habitation : Selon « Encyclopédie Universelle » : Habitation c'est : l'action d'habiter est de séjourner dans un même lieu, domicile, résidence.

Habitat = Logement + équipement liés aux logement

Habité : Selon « Encyclopédie Universelle » :

C'est vivre son environnement spatial intime, c'est pouvoir le marqué de son empreinte, c'est avoir la possibilité de l'organisation selon les habitudes culturelles et sociales.

Logement : Ensemble des mesures visant à permettre à la population de se loger dans des conditions de confort correspondant aux normes sociales courantes¹⁶⁴

Typologie de l'habitat:

Selon la localisation	Selon le type de regroupement	Selon le nombre de logement
-Habitat urbain -Habitat rural	-Habitat dispersé -Habitat planifié	-Habitat individuel -Habitat semi collectif

Figure 137 : les différentes typologies de l'habitat¹⁶⁵

¹⁶³ Larousse

¹⁶⁴ Encyclopédie Universelle

¹⁶⁵ : Schéma réalisé par les étudiants « source d'information, slideshar.com »

b) Habitat collectif.

L'habitat collectif est l'habitat le plus dense, il se trouve en général en zone urbaine, se développe en hauteur en général au-delà de R+4. Les espaces collectifs (espaces de stationnement, espaces verts entourant les immeubles, cages d'escaliers, ascenseurs...) sont partagés par tous les habitants.¹⁶⁶

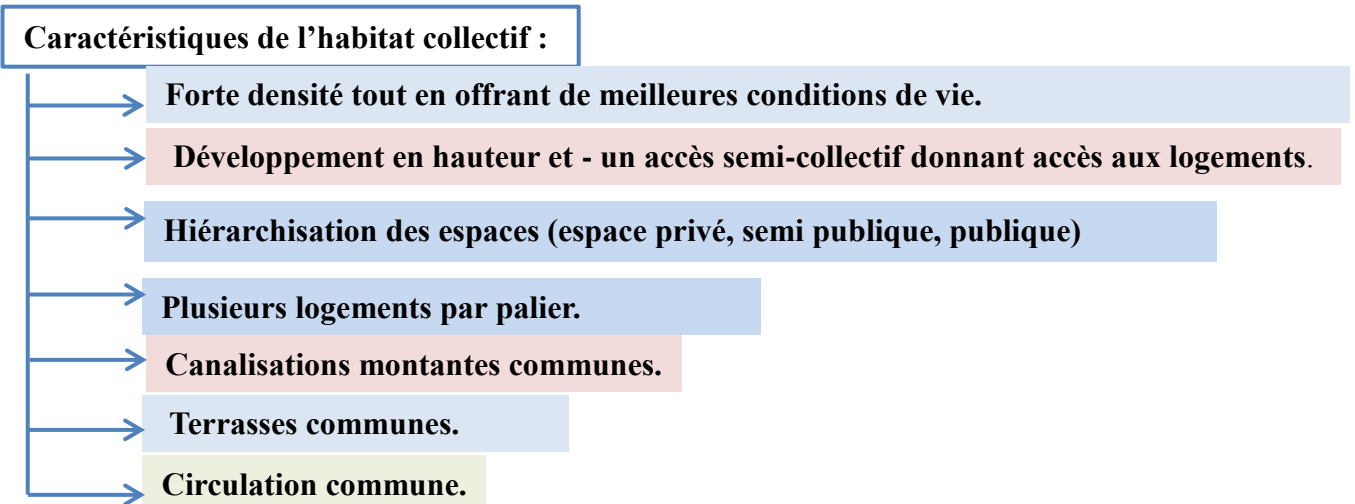


Fig.138 : les différentes caractéristiques de l'habitat collectif ¹⁶⁷

c) Stratégie l'habitat collectif en Algérie :

L'habitat collectif en Algérie se présente sous 3 formes:

Le logement social

Le logement promotionnel

Le logement location-vente

d) Habitat promotionnel :

Définition : C'est un type de logement où l'usage participe avec un pourcentage considérable dans le financement de son logement ; l'acheter déjà fini, ou il peut le payer à travers un loyer considérable ou annuel, sans qu'il ait un rôle dans sa conception

e) Typologie de l'habitat promotionnel en Algérie:

Type économique : F2 à F5 leurs surfaces de 50 à 93 m²

Type amélioré : F2 à F6 leurs surfaces de 52 à 122 m²

Type haut standing: F2 à F6 leurs surfaces de 55 à 200 m²

f) Les paramètres du haut standing :

- Valeur très important du site.
- Grande densité cout élevé du foncier.
- Une qualité architecturale, confort visuel et l'isolation phonique et thermique.
- Des équipements supplémentaires (climatisation, téléphone, interphone)
- Le haut standing vise une clientèle exigeante
- Les espaces extérieurs bien aménagé, composé de la rue, les chemins piétonniers, les places publiques, les aires de jeux, les parcs de stationnement, jardin public,...

¹⁶⁶ Slideshare : L'habitat collectif, Alouche Abdelali,

¹⁶⁷ Schéma réalisé par les étudiants « source d'information Slideshare »

¹⁶⁸ Tour Aharan, chalabi charaf page 51

Politique de l'habitat promotionnel en Algérie:

Trois types d'habitats ont été définis par le gouvernement :



Fig.139 : les différents politiques d'habitat promotionnel en Algérie¹⁶⁹

g) Conclusion :

L'habitat est non seulement le bâtiment dans lequel l'homme s'abrite mais aussi il constitue le réceptacle de tous les services; installations et dispositifs dont l'existence est nécessaire ou souhaitable pour assurer l'hygiène physique et mentale, ainsi que le bien-être social de la famille et de l'individu, et qui le lie d'autre par la collectivité et à la région dans laquelle il vit et progresse, il constitue ainsi un droit majeur pour chaque être humain et un objectif principal pour différents pays.

3.6) Analyse des exemples: (pour plus de détail sur les exemples, voir l'annexe)

¹⁶⁹ Schéma réalisé par les étudiants « source d'information « Slideshare : L'habitat collectif, Alouche Abdelali, »

3.7) Tableaux de Synthèse








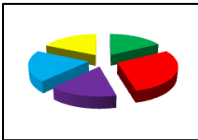
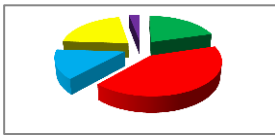

Exemple	Burj Khalifa	Sacyr Vallehermoso	Russia Tower	Incheon Tower	The Shard	Synthèse
Fiche technique	Pays Emirats-Unis Hauteur 829,8 m Nb d'étages R+163 Surf au sol 9 169 m ² Surf totale 517 240 m ² Surf du terrain 104 210 m ² CES 0.087 COS 4.96	Espagne 236 m 64 3 100 m ² 111 609 m ² 7500 m ² 0.41 14.88	Russie 612 m 124 5 200 m ² 350 000 m ² 6 470 m ² 0.80 54.09	Corée du sud 760 m 151 3 131 m ² 500 000 m ² 6 710 m ² 0.46 74.51	Angleterre 309,6 m 72 usés (95) 3 416,66 m ² 127 489 m ² 3 780 m ² 0.90 33.72	La surface minimale d'implantations des tours est plus de 3000 m ² avec des hauteurs importantes plus de 200 m avec un CES qui se varie entre 0.41 et 0.90, cela dépend de la surface bâtie disponible. Ce dernier est récompensé par des COS élevés (une superposition d'un nombre assez important des planchers).
						
Programme de base	<p>Le ratio : 30.0 % bureaux 22.5 % hôtelleries 42.5 % résidentielle 02 % commerce 03 % autre</p>  <p>Les surfaces : Résid: 219827 m² Hôtel: 116379 m² Bur: 155172 m² Comc 10344.8 m² Autres : 15517.2 m²</p>	<p>Le ratio : 30 % bureaux 58 % hôtelleries 02 % résidentielle - 10 % autres</p>  <p>Les surfaces : Résid: 2232.18 m² Hôtel: 64733.22 m² Bur: 33482.7m² autres 11160.9 m²</p>	<p>Le ratio : 20 % bureaux 29 % hôtelleries 17% residence 16 %commerce 18 % autres</p>  <p>Les surfaces : Résid: 88400 m² Hôtel: 150800 m² Bureaux: 104000 m² Comc 83200 m² Autre : 936000m</p>	<p>Le ratio : 20.5 % bureaux 41.3 % hôtelleries 14.2 % résidentielle 21 % commerce 03 % autre</p>  <p>Observatoire : 11,042 m² Hôtel : 86,702 m² Boutique Hôtel : 169,951 m² Résidences : 71,124 m² Bureaux : 102,736 m² commerce : 106,738 m²</p>	<p>Le ratio : Bureaux: 65 % Hôtel: 21 % Résid 6, 9 % Comc 6,6 % Autre: 5 %</p>  <p>Les surfaces : Résid: 5 800 m² Hôtel: 17 800 m² Bur: 55 200 m² Comc 5 600 m² Aut 6374.45 m²</p>	<p>Le ratio : Bureaux : 20.5 – 65 % Hôtel : 21 – 58 % Résid : 2 – 42.5 % Comc : 2 - 21 % Autre : 3 – 18 %</p> <p>*Les ratios varient d'un exemple à un autreselon - L'éch. d'appartenance. - Le besoin de la région - La nature de propriétaire (l'état ou une entreprise ou un propriétaire privé...) - La valeur du bâtiment et la qualité de ses espaces intérieurs + les services loisir demandés</p>

Tableau 22 : Tableau comparatif entre les programmes de base des exemples étudiés



Exemple	Burdj Khalifa	Sacyr Vallehermoso	Russia Tower	Incheon Tower	The Shard	Synthèse
Architecture	<p>Implantation :</p>  <p>Burdj Khalifa fait partie d'un vaste projet urbanistique, d'une superficie de 2 km². au sud du centre historique de Dubaï.</p> <p>La forme :</p>  <p>La tour est composée de 3 éléments disposés autour d'un noyau central forment un plan en Y, elle est composée des niveaux hélicoïdaux diminuent la section transversale de façon dégradée.</p> <p>Technologies :</p> <p>Le système de sécurité incendie a 3 composants, un Chauffage à l'eau qui marche par l'énergie solaire & le système de climatisation qui serve le Système de récupération de condensat</p> <p>Revêtement extérieur :</p> <p>vitrages réfléchissants (UV, IR) avec des panneaux & des ailettes tubulaires verticales en acier inoxydable et en aluminium</p>  	<p>Implantation :</p>  <p>La Tour PwC est implantée dans le site dit : El espacio Del 4 business Torres (de la Castellana, Madrid). Elle est le 3ème vers le sud.</p> <p>La forme :</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Bâtiment tri-circulaire avec un diamètre maximal d'environ 45m. Les éléments verticaux contiennent d'un noyau (6 refends en U). <p>Technologies :</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Isolation sonore et thermique • Ventilation et climatisation * Installation d'une protection contre les incendies (détecteurs de fumée, sprinklers,...). <p>Revêtement extérieur :</p> <p>vitrage en verre noir pour l'Apport naturel de lumière + des revêtements métalliques dans le chapeau du bâtiment</p> 	<p>Implantation :</p>  <p>La tour Russie se trouve dans le centre d'affaires de Moscou., dans un site d'une forme triangulaire</p> <p>La forme :</p>  <p>Il a une volumétrie conique d'une base triangulaire qui suit la géométrie du terrain avec un Agencement radial de tours minces selon un angle de 120°</p> <p>Technologies :</p>  <p>le système de CVC utilisé pour contrôler les flux de chaleur.</p> <p>Revêtement extérieur :</p> <p>Exposition à la lumière solaire Par un revêtement. d'un verre bronzé</p> 	<p>Implantation :</p>  <p>Les deux tours jumelles se situent dans le littoral de La ville, dans sa nouvelle zone économique libre de Songdo. Dans une placette circulaire entourée par un vaste parc.</p> <p>La forme :</p> <p>2 tours trapézoïdales symétriques reliées entre eux par 3 ponts parallélépipédiques.</p> <p>Technologies :</p> <ul style="list-style-type: none"> *Etages techniques. *Isolation sonore et thermique Ventilation naturelle par le concept des ouvertures encochées.   <p>Revêtement extérieur :</p> <p>dominé par le verre pour mieux profiter des vues panoramiques sur le littoral</p> 	<p>Implantation :</p>  <p>Le Shard ou le London Bridge Tower se trouve entre la gare de London Bridge. Elle se situe à l'écart par rapport à la City, La tour est très visible depuis une bonne partie de la ville. Ce site est desservi par la station de métro London Bridge.</p> <p>La forme :</p>  <p>La forme générale est inspirée par les imposantes flèches des clochers d'églises</p> <p>Technologies :</p>  <p>Etage techniques, des galeries panoramiques contient des jardins d'hiver naturellement ventilés et éclairés par la lumière du jour & Isolation sonore et thermique.</p> <p>Revêtement extérieur :</p> <p>Sa flèche est occupée par une spirale de verre offrant une vue du paysage urbain de Londres</p>  	<p>*Les formes des édifices sont complètement différentes à cause des critères comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La forme du terrain d'implantation. - La culture locale de la région. & Selon le mouvement & le style de l'architecte ou le groupe des concepteurs - La source d'inspiration. - Les conditions climatiques genre la densité des vents de la région qui va influencer la conception d'une forme dynamique particulière. <p>* Le traitement des façades de tous les exemples est dominé par des grandes surfaces vitrées pour renforcer le rapport Int/ext et pour profiter de la hauteur des bâtiments à obtenir le maximum des vues panoramiques et le plus d'éclairage et ensoleillement possible</p> <ul style="list-style-type: none"> * Chaque exemple à une réflexion vers l'écologie et la durabilité mais chacun avec sa manière. *Les étages inférieurs sont tjrs spécialisés pour le commerce & le loisir

Tableau 23 : Tableau comparatif entre l'architecture des exemples analysés

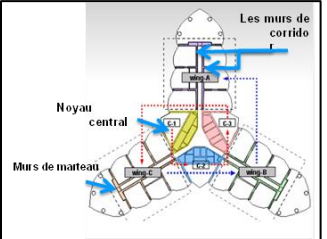
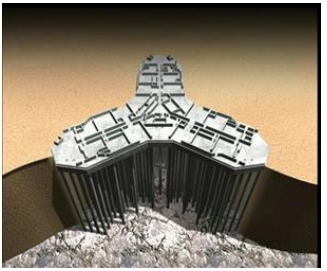

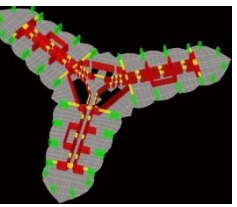
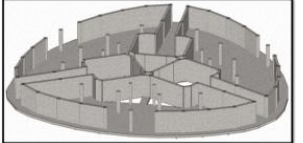
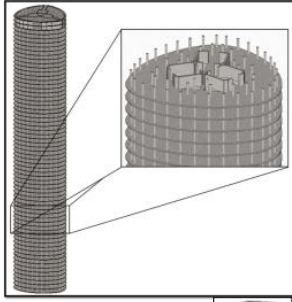
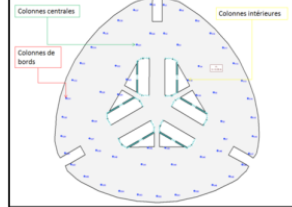
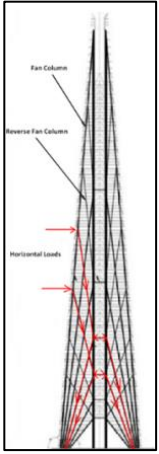
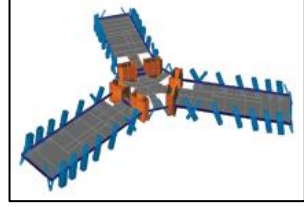

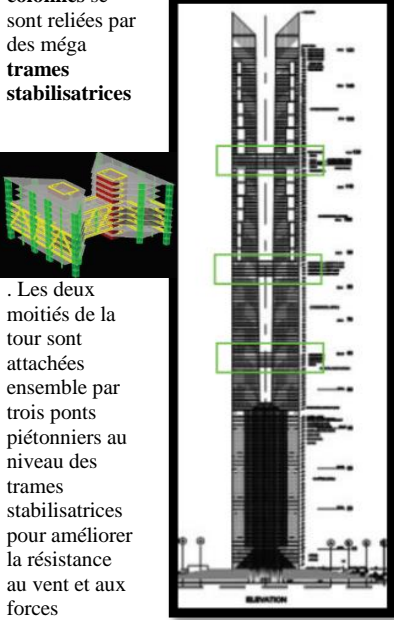

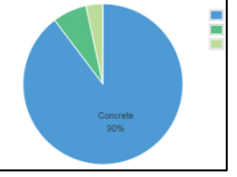
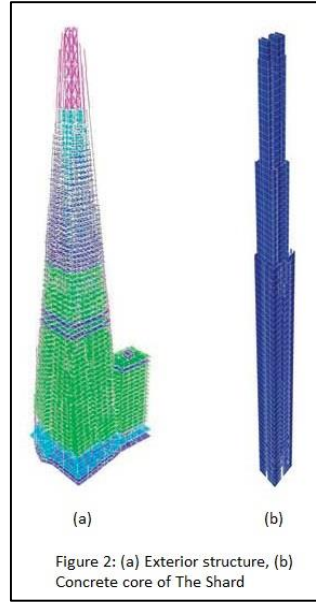
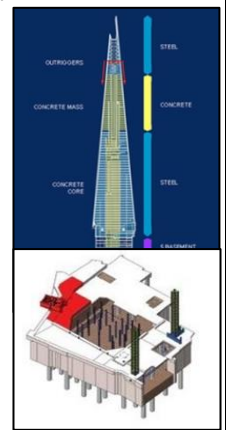
Exemple	Burdj Khalifa	Sacyr Vallehermoso	Russia Tower	Incheon Tower	The Shard	Synthèse
Structure	<p>Système structurel :</p>  <p>La structure est modulaire, constituée d'un noyau central et trois branches, qui comportent des murs et colonnes. Avec des parois de stabilisation (Système structurel en console).</p>  <p>un radier en béton armé, qui soutenu par des pieux forés</p>   <p>La trame stabilisatrice permettant aux colonnes de périmètre de participer à la résistance aux charges latérales</p>	<p>Système structurel : Méga noyau central.</p>  <ul style="list-style-type: none"> Les colonnes sont admises bi-encastées entre deux niveaux. La totalité de l'édifice est réalisée en béton armé + une trame stabilisatrice  <ul style="list-style-type: none"> La descente de charge se fait à travers les éléments verticaux (noyau et colonnes). Les colonnes sont réparties en 3 catégories: de bords, centrales, intérieures 	<p>Système structurel : cadre rigide contreventé + du Diagrid aux façades du bâtiment.</p>  <p>une forme pyramidale qui permet d'obtenir une très grande stabilité</p>  <p>Renforcement par une trame stabilisatrice</p>  <p>Elle utilise un système de structure de la colonne vertébrale bandé. Chaque tour a 14 colonnes en pente qui transportent les charges de gravité et également bloquent la colonne centrale qui transporte lui-même les charges latérales</p>	<p>Système structurel : noyau central en béton armé + des méga colonnes se sont reliées par des méga trames stabilisatrices</p>  <p>Les deux moitiés de la tour sont attachées ensemble par trois ponts piétonniers au niveau des trames stabilisatrices pour améliorer la résistance au vent et aux forces sismiques.</p>  <p>une série de fentes ouvertes sur quatre coins et les ouvertures à la hauteur en créant un chemin alternatif pour le vent, améliorant la performance aérodynamique</p> 	<p>Système structurel : Tube en tube avec une trame stabilisatrice</p>  <p>Figure 2: (a) Exterior structure, (b) Concrete core of The Shard</p> <p>comportement: Le cadre résiste à des charges latérales causées par les forces tangentes des charges de vent causées par le système de fermes Vierendeel utilisée pour aligner le périmètre des colonnes</p> 	<p>*Chaque exemple contient une trame stabilisatrice pour renforcer la rigidité du bâtiment.</p> <p>* L'utilisation du : béton + l'acier + la combinaison entre eux comme des matériaux principaux dans la construction de l'ossature de chaque exemple.</p> <p>*Le noyau central est utilisé, plus qu'un élément structurel, un espace spécifié pour les locaux techniques, pour la circulation verticale, les montes charges, ou il est considéré comme un espace d'évacuation.</p> <p>*Chaque exemple à un système structurel différent d'un autre à cause de la variation de l'intensité des contraintes (la sismicité et les charges du vent), qui menacent les édifices, d'une région à une autre.</p>

Tableau 24 : Tableau comparatif entre les systèmes structurels des exemples (les tableaux 22, 23 et 24 sont réalisés par les étudiants).

3.8) Contribution théorique à la stratégie d'implantation des tours :

La stratégie d'implantation des tours se fonde sur plusieurs principes qui doivent être pris en considération : d'abord l'impact sur l'image de la ville et du paysage, puis la capacité de gestion publique des nouveaux flux induits par la tour dans les réseaux de transports publics et les réseaux routiers, et enfin la contribution de ces bâtiments particuliers à la poly-centralité de la structure spatiale. Cette stratégie sera définie à l'aide de plusieurs critères dont :

- a) Les critères de base: Ces critères sont contraignants. Si l'un d'eux n'est pas rempli, le choix du site doit être revu ou le projet fondamentalement remanié, l'appréciation du projet sur ces critères n'étant en effet pas susceptible d'évoluer en fonction du projet. Ces critères sont prédominants dans la conception et l'évaluation des études de planification.
- b) les critères qualitatifs : le programme, l'espace public, la qualité architecturale, la vie diurne et nocturne, les technologies. Ces critères doivent également être remplis. Cependant, s'ils ne le sont pas, les porteurs de projets peuvent apporter des améliorations à leur projet, susceptibles d'en modifier l'évaluation. Ces critères sont prédominants dans la conception et l'évaluation des projets de construction.

Tant les critères de base que les critères qualitatifs doivent être documentés de manière complète, en démontrant la qualité globale du projet, que ce soit dans ses composantes esthétiques ou ses aspects fonctionnels. **(Pour plus de détails sur les critères de choix du terrain, voir l'annexe)**

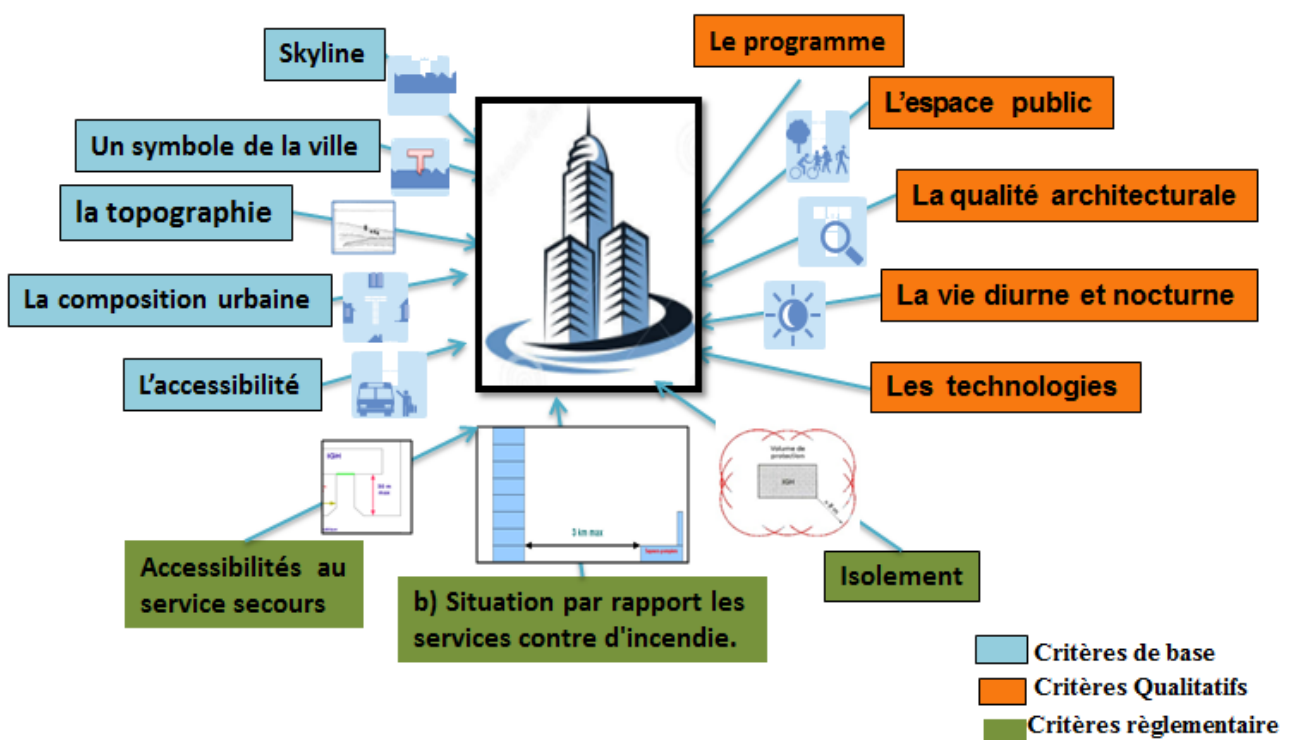


Fig.140 : Les critères du choix d'un terrain

3.10) Motivation du choix de l'aire d'étude:

Depuis le début des années 1980, La surface urbanisée dans la commune d'Oran, est marquée par une faible extension .par contre, ce processus s'est diffusé surtout dans les trois communes périphériques de Bir el-Djir, Sidi Chahmi et Es-Senia, et cela à cause de l'insuffisance, et de l'envie d'utiliser plus rationnellement les terrains disponible, pour avoir une meilleure rentabilité de la surface bâtie,

Alors, notre but est de revaloriser cette zone en se basant sur les critères d'implantation, pour créer un bâtiment qui convient à la hauteur de la valeur de l'aire d'étude par rapport l'agglomération oranaise

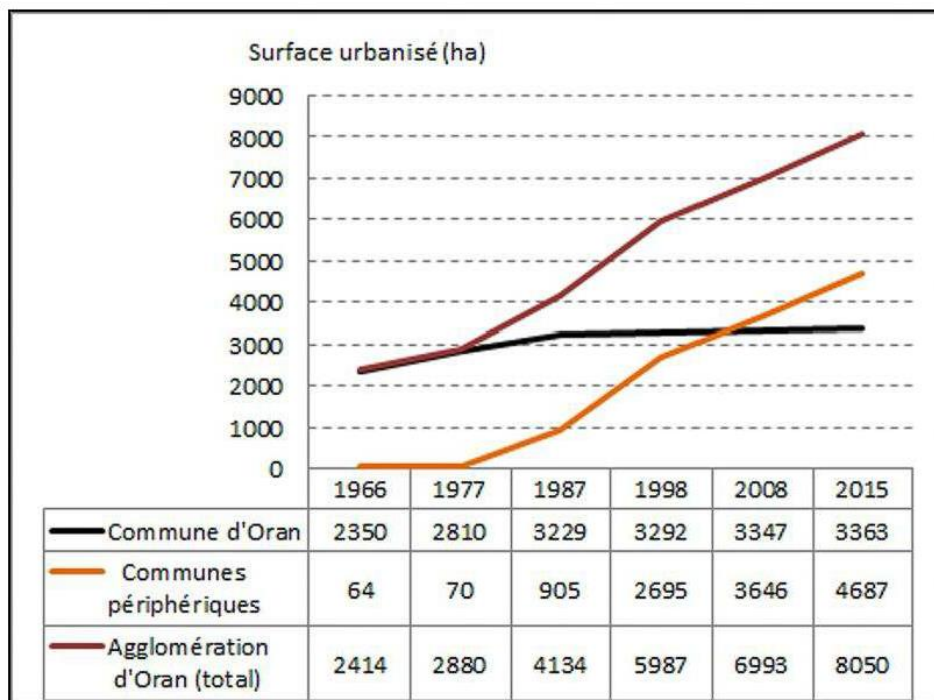


Fig.141: Croissance de l'urbanisation de l'agglomération d'Oran, de 1966 à 2015¹⁷⁰

¹⁷⁰ L'agglomération d'Oran, de 1966 à 2015, Source : EchoGéo 34 | 2015 octobre 2015/décembre 2015
L'agglomération oranaise (Algérie) entre instruments d'urbanisme et processus d'urbanisation Youcef Kadri et Mohamed Madani

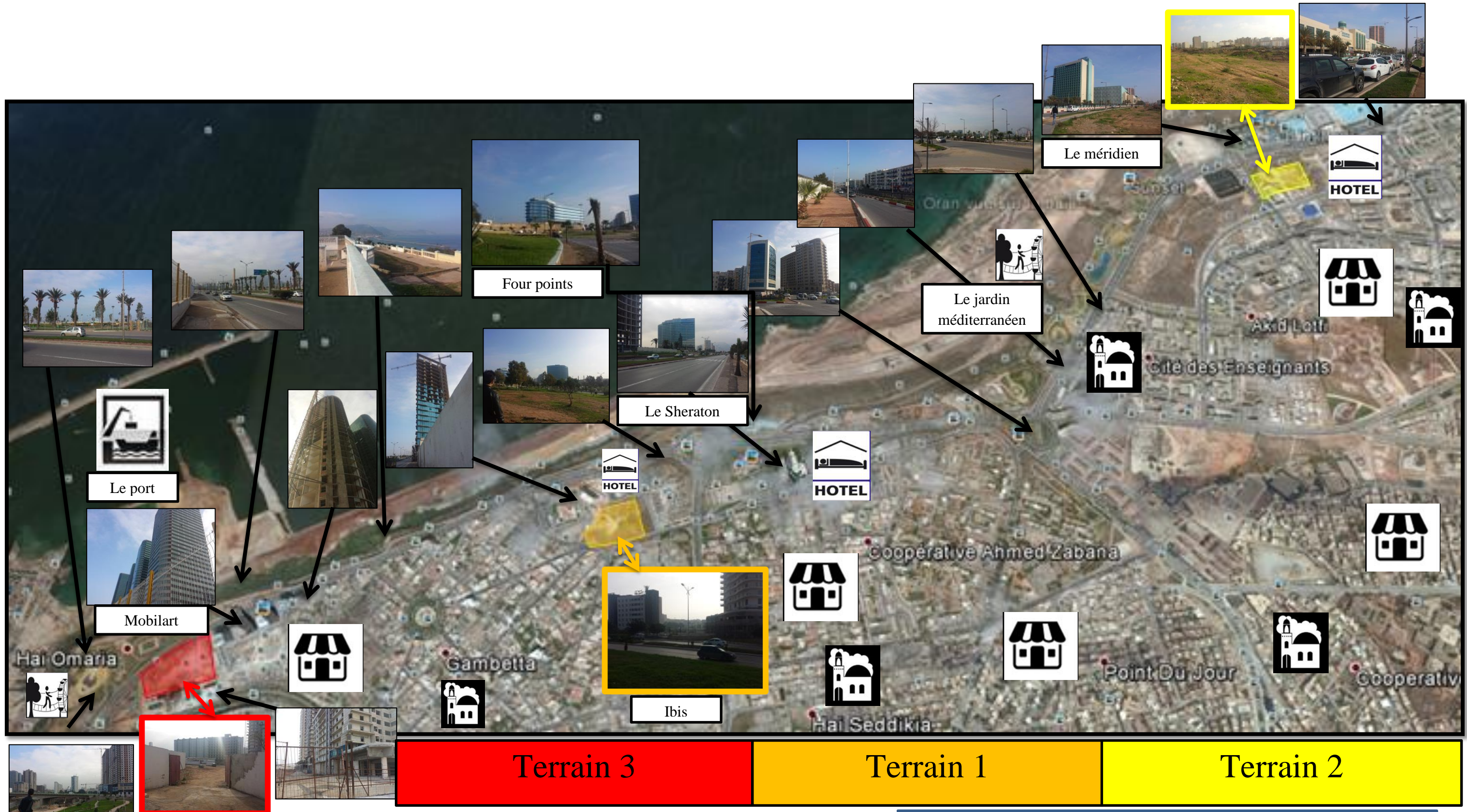






Fig.142 : Carte du nord-est d'Oran qui englobe les 3 terrains choisis

Légende :

	Fonction résidentielle		Fonction Loisirs
	Fonction Hôtelière		Fonction culturelle




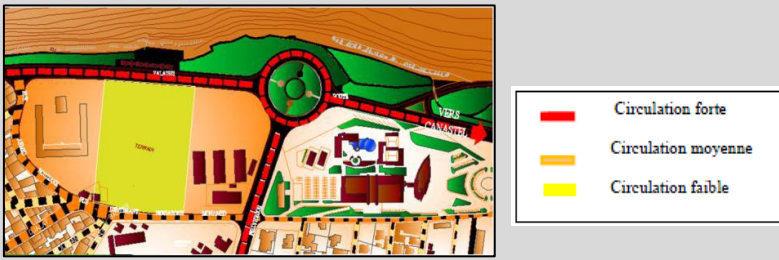
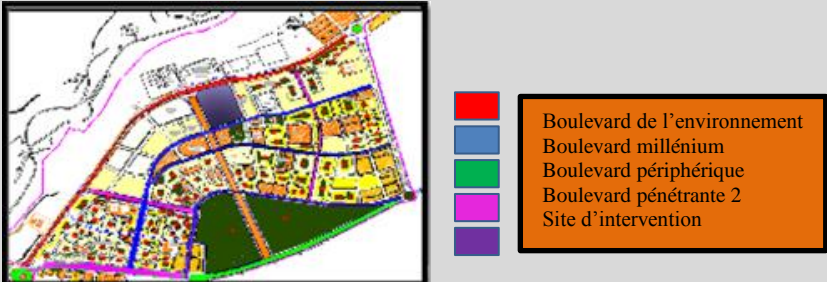
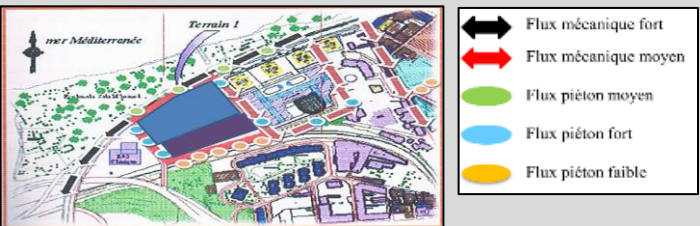


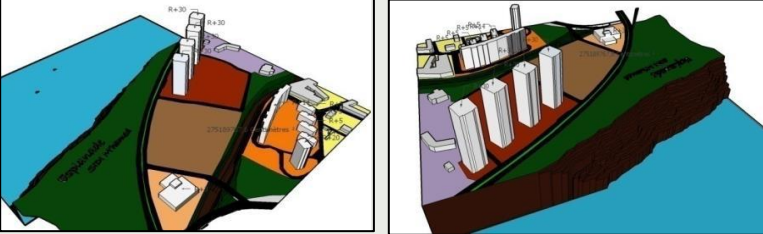
Terrain	Terrain 1	Terrain 2	Terrain 3
Vue du ciel			
Situation	Le site se trouve dans la région nord-est de la ville d'Oran à mi-distance du centre-ville et du 2ème boulevard périphérique.	Le site est située sur la côte Est de la ville d'Oran, à 8 Km du centre-ville dans le quartier de Akid Lotfi. Au sommet d'une haute falaise et offre une vue époustouflante sur la méditerranée et le centre-ville d'Oran.	Le terrain se trouve dans la zone urbaine ibn rochde, entre le centre-ville et l'extension EST d'Oran.
Surface	20 740 m ²	35 310 m ²	23 917 m ²
Avantages	Sa situation dans la continuité de l'axe du front de mer. Sa position limitrophe a une grande infrastructure qui est l'hôtel Sheraton Le site peut répondre à des conditions nécessaires à l'implantation des grands équipements	Il occupe une situation stratégique (intersection entre la route des falaises et l'un des boulevards périphériques importants) Un site repérable qui représente une porte de l'est d'Oran Site ouvert sur la mer avec une percée visuelle intéressante Une surface importante et bien dégagée La nouvelle recentralisation de la ville d'Oran Disponibilité des projets structurants.	Le site est situé dans un endroit stratégique: Favorable d'édifier un immeuble de grande hauteur, multifonctionnelle Proximité encore d'une zone verte (esplanade Sidi M'Hamed), au nord avec une vue sur la mer et le port. Il donne sur le Boulevard principale (route des falaises), Il se trouve dans une zone d'articulation entre le centre-ville et sa extension Aucune mitoyenneté avec un hôtel
Inconvénients	Le site présente une forte concentration urbaine Surface insuffisante pour une tour multifonctionnelle confortable (Ibis comme un bloque)	La possibilité d'existence des réseaux sous terrain à cause de la station d'épuration	Proximité des échangeurs qui créent des contraintes d'accessibilité entre le centre et leur extension est.
Circulation			L'axe mécanique, la route de la falaise représente un flux mécanique fort, d'autres axes menant de centre-ville sont caractérisés par un flux mécanique moyen et piéton fort vers Gambetta et dans certaines rues adjacentes 
Etat des gabarits	 <p>La hauteur des constructions varie entre (9 et 12m), à l'exception d'hôtel Sheraton (80m) et la tour de la cité des falaises (66m).</p>		Les hauteurs des bâtiments sont différentes: les tours mobilart r+ 30, les bâtiments bellazzoug, cité jean de la fontaine R+20, clinique R+3. Le terrain se trouve au centre de ces derniers, qui favorise une montée en hauteur dans les limites mitoyennes 

Tableau 25: étude comparative des 3 terrains choisis

Synthèse :

Critères de site	Terrain 1	Terrain 2	Terrain 3
Accessibilité	*	**	***
Skyline	*	**	***
Topographie	**	*	***
Continuité du périmètre urbain	*	**	**
Proximité de l'équipement structurant et l'espace publique	*	***	***
Symbole de la ville	**	***	***
L'espace public	*	***	***
La qualité architecturale	**	**	**
Le programme	**	**	**
Situation par rapport les services contre d'incendie	*	*	**
Degrés d'adéquation de projet	Mauvais	Moyen	Bon

Tableau 26: évaluation des terrains par rapport les critères du choix du site

D'après les critères mentionnés précédemment, notre choix est porté vers le 3ème site (celle du Mobilart « Ibn Rochd »)

Chapitre IV :

Approche programmatique

4.1) Programme de base :

Sur la base de l'analyse urbain de la ville d'Oran, Un projet d'une tour multifonctionnelle est prévu d'une **échelle d'appartenance international (en vertu des entreprises internationales) avec une capacité d'accueil environ 15000 personnes à la fois**. Ce projet comporte 5 grandes fonctions pour un programme de base, si on ne dit pas pour éliminer mais pour compléter les déficiences prononcées entre l'évolution des besoins présentés dans les différents secteurs et la production des équipements qui conviennent. Alors, les grandes fonctions projetées sont :

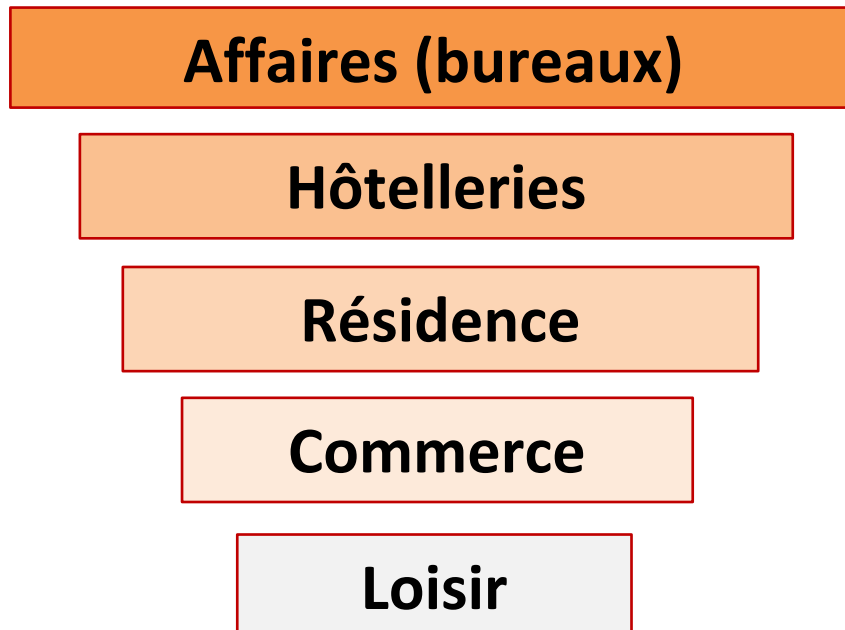


Fig. 143 : Schéma des grandes fonctions prévues pour une tour multifonctionnelle¹⁷¹

A la lumière des exemples étudiés et à la base de l'exemple le plus proche de notre cas (The Shard Tower), les proportions fonctionnelles dégagées, sous forme de ratio, nous a donné une approximation programmatique des tours multifonctionnelles. **(41%bureaux, 14%Hotels, 11%residence ,10%commerce, 6%loisir ,18%autres)**

En relation à la position tenue, le projet consistera dans une tour au stricte minimum 200 mètres (idéalement au-dessus de 250 mètres, sans limite de hauteur maximale autre que l'équilibre architectural entre la forme et le site qui sera déterminé lors du projet), en milieu urbain oranais, à forte mixité programmatique incluant des programmes publics.

L'étude en parallèle de cet énoncé concernant la mixité a mené à considérer trois typologies autant de répartition du programme que de position d'expression de celle-ci.

La première consiste à considérer la mixité programmatique comme une grappe d'éléments relativement indépendants pouvant s'exprimer comme telle.

La seconde, exprimant fortement la mixité, est la considération des bureaux comme une masse mono-programmatique dans laquelle des exceptions d'autre nature apparaissent.

¹⁷¹ Schéma réalisé par les étudiants

La troisième, de manière plus simple, propose une mixité par accumulation programmatique.¹⁷²

Le choix de l'une ou l'autre de ces stratégies sera du ressort du projet, cependant, aucune n'est à priori en conflit avec la première intention structurelle.

Finalement, notre réflexion vise à générer une tour ayant des programmes publics et privés mais également de faire le lien entre les éléments de mobilité du site et la tour. L'objectif est un rapport public/ privé qui tende vers un équilibre d'environ 55-60% d'espaces privés et de 40-45 % d'espaces publics au sens de l'accès libre à ces programmes.

Les surfaces, étant donné que la tour n'a pas encore une hauteur définie, sont encore approximatives (basée sur un minimum de 1500 m² par niveau sur 200 à 250 mètres de haut) à l'exception des programmes de la frange maritime détruit qui devront être repris dans leur intégralité.

A - Mobilité / programmes publiques en rapport au sol : Raccord des arrêts de transports publics, Ainsi que du commerces, espaces d'attente et espaces publiques, parking sous-sol et plein air de 700 à 900 place

B - Reprise des espaces de bureaux, des halles, des coffres,

C - Programme public en hauteur :, Fitness et «piscine publique». Centre multifonctionnels: conférences, musique, événements (Salle polyvalente & de conférences). Commerces, restaurants et bars liés aux programmes et fonctions des Sky-lobbies (à développer en fonction du projet).

Observatoire / Belvédère et espaces publics en hauteur / espace de rapport au ciel. Atelier et (ou) espaces de formation.

D - Programmes privé ou bureau x publics en hauteur.

* Bureaux privés (**max. 70% des espaces de bureaux**).

* Hôtel et Logements: Ces deux programmes sont groupés en considérant plutôt le logement dans la tour comme une extension de l'hôtel par des chambres ou suites «à l'année» regroupées en un ensemble (groupe de chambres d'hôtel classiques, et groupe de logements loués à l'année dépendants).

¹⁷² Enonce theorique de master - EPFL - ENAC - SAR - 2011 / 2012 Marcello Monti Page148

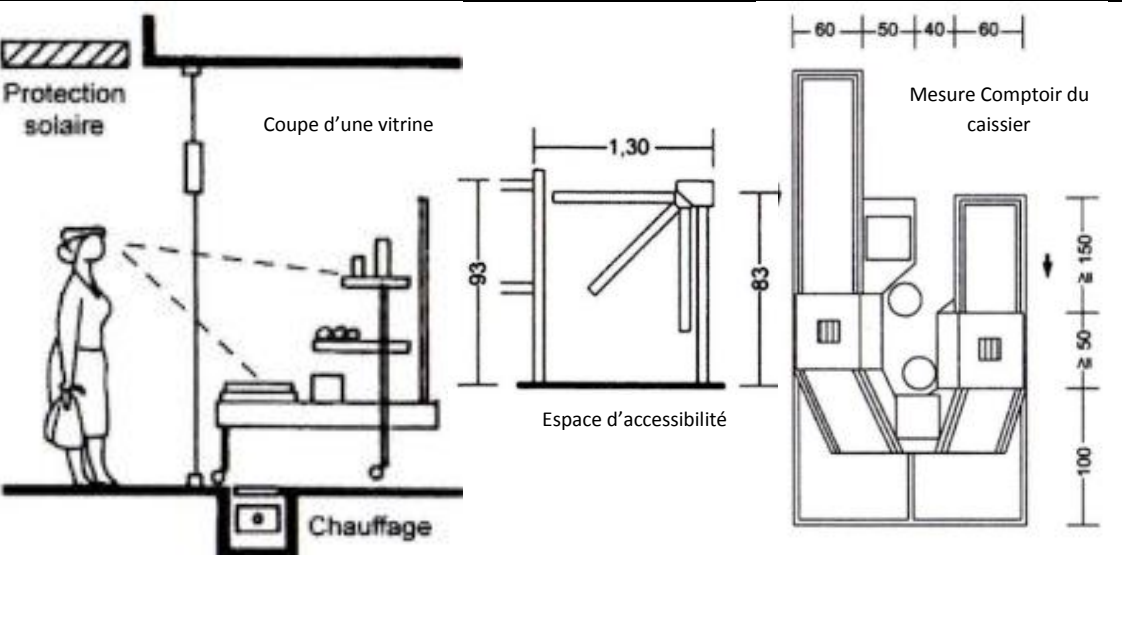
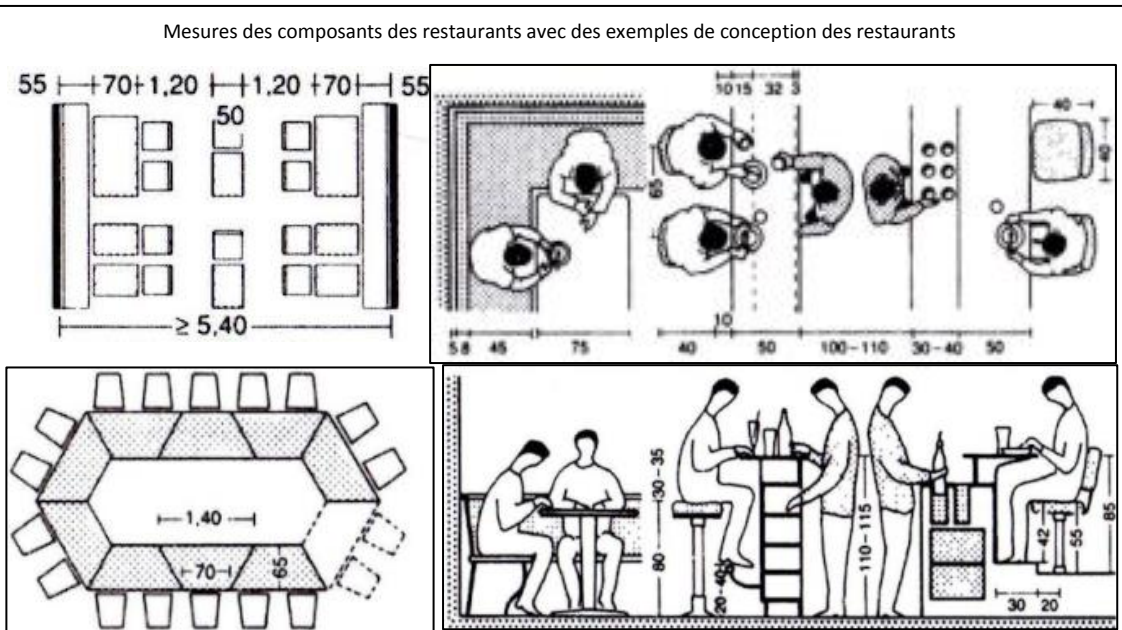
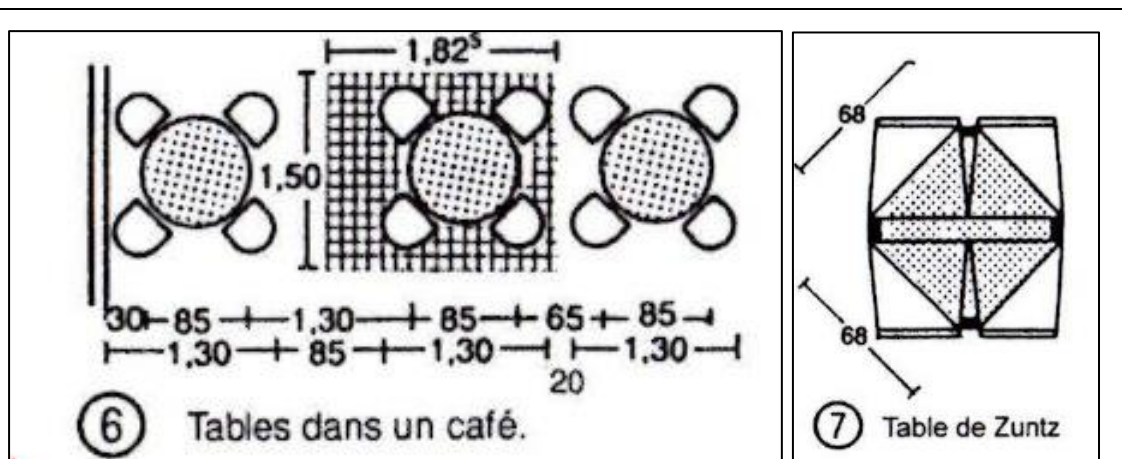
Clés :**Pos** = position idéale:**SS** : sous-sol,**S**: au sol,**BH** : basse hauteur**MH** : moyenne hauteur,**HH** partie supérieur de la tour.**A** - Mobilité / programmes publiques en rapport au sol**B** - Reprise des espaces de bureaux, des halles, des coffres**C** - Programme public en hauteur**D** - Programmes privé ou publics de bureau en hauteur**E** – Espaces techniques

N	programme	Nb	pos.	S. m ²
D.1	Petites entreprises	137	MH	12 878
D.2	Moyennes entreprises	43	MH/HH	19 178
D.3	Grandes entreprises	17	S/MH	10 149
D.4	Chambres d'hôtel simples	142	MH	5 396
D.5	Chambres d'hôtel doubles	17	MH	1 326
D.6	Suites	26	MH	3 783
D.7	Super suites (VIP)	4	HH	588
D.8	Logement type F4	44	MH	7 976
D.9	Logement type F5	6	MH	1 679
D.10	Pant house	5	HH	4 151
A.1	Boutiques	49	BH	8 921
A.2	Hyper marché	2 niveaux	BH/SS	4 772
A.3	Restaurants	17	BH/MH/HH	5 576
B.1	parking	830 places	S/SS	20 257
C.1	Observatoire	3	HH/ Pos	1 764
E.1	Espaces techniques	-		2 548
Total				120 578

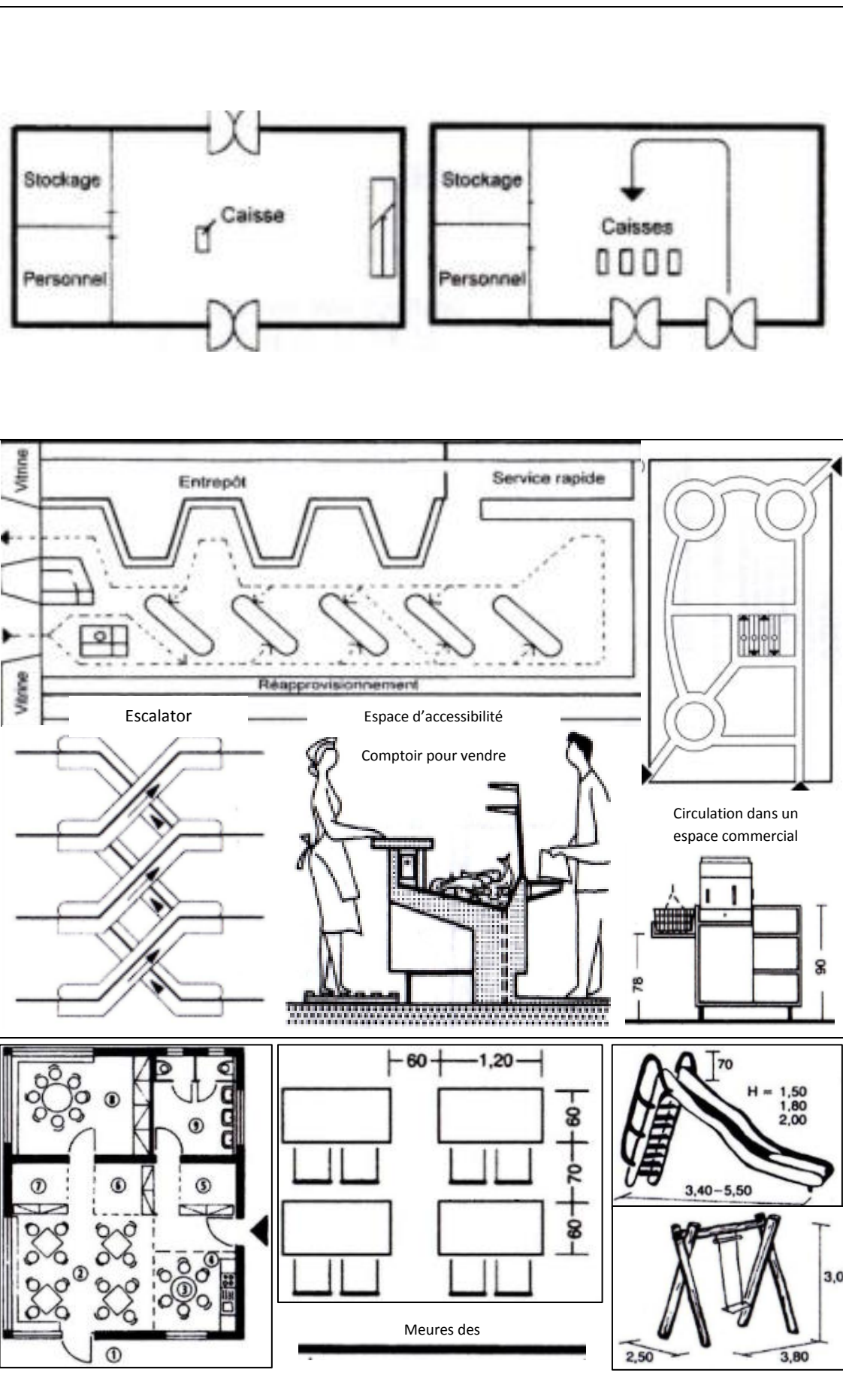
Tableau 27 : programme de base¹⁷³**4.2) Programme spécifique :**¹⁷³ Tableau réalisé par les étudiants

Fonctions	Espaces	Surfaces (m ²)	Capacité d'accueil	Justification (m)	Schématisation		
Accueil	Bureau de réception	45	10	9 x 5 – 2pers/9m ²			
	Hall d'accueil & espace de rencontre	3 505	250	875m ² + 2 x 1315m ²			
	2 x Sanitaire public (hommes + femmes)	208	44	2 x (SAS (64 m ²) + 20 x WC (2 m ²))			
	3 x Loge de sécurité	132	9	3 x (8 x 5.5) – 3pers/loge			
	2 x Espace caféterie	Comptoir bar	25	15		10 x 2.5 – 1pers/1.2 m	
		terrasse + espace client	170	150		17 x 10 (30 tables)	
		Stockage	15	4		5 x 3	
		Vestiaire	20	10		5 x 4	
		Espace préparation des glasses	24	3		6 x 4	
		Sous-total	508	-		-	Espace conviviale caféte
	Total	4 398	495	-	Conception d'un coin de réception		
Administration	Administration générale	Accueil – réception	60	10	1 pers/ 6m ²		
		Reprographie	40	8	8 x 5		
		Bureau de manager & comptable et archives	50	7	1employé/12m ²		
		Secrétariat	40	8	8 x 5		
		Bureau directeur général	36	5	9 x 4		
		Salle de réunion	68	30	8.5 x 8		
		Terrasse Jardin	288	30	19.2 x 15		
		2 x sanitaires	31	10	2 x (SAS (9.05m ²) + 3 x WC (2m ²))		
		Total	613	108	-		Dimensionnement d'un bureau
Centre commercial	Administration	Accueil - réception	50	8	Coin de réception (15m ²) + salle d'accueil (35m ²)		
		Bureau du manager & comptable + les archives	50	7	1 employé par 12 m ²		
		Secrétariat	35	7	7 x 5		
		Bureau directeur	60	4	6 x 5		
		Salle de réunion	45	16	7 x 6.42		
		2 x Sanitaire	30	8	6 x 2m ² + SAS (18m ²)		
		Sous-Total	270	50	-		Dimensionnement d'un coin de réception
	Cafeteria I	Stockage	15	5	5 x 3		Types des tables de cafétéria
		Comptoir	24	12	9.6 x 2.5		
		kitchenette	20	7	5 x 4		
		Espace client + terrasse	64	36	8 x 8 (12 tables)		
2 x Sanitaire		32	20	2 x (SAS (6m ²) + 5 x WC (2m ²))			
	Sous-total	155	80	-			

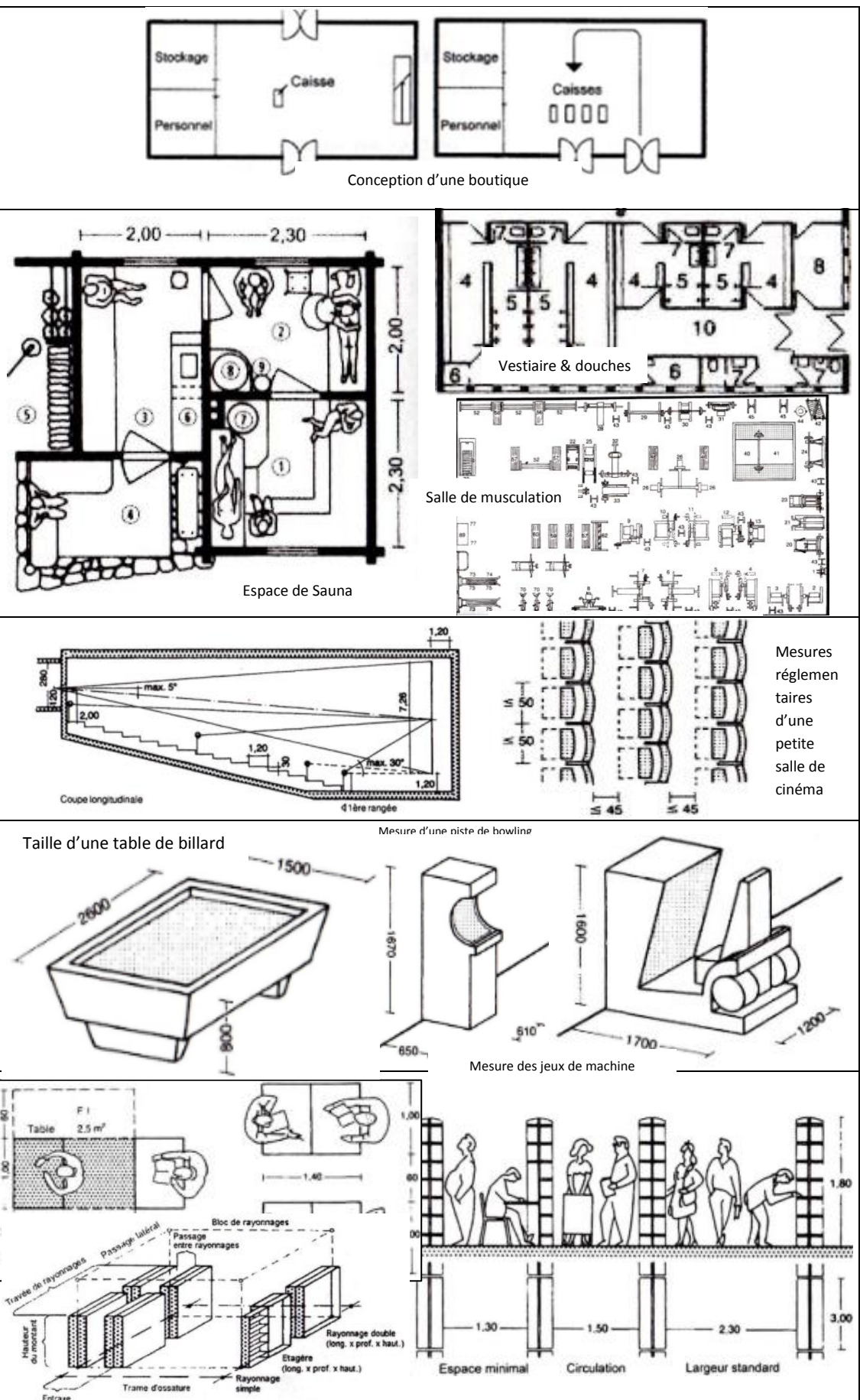
	Salon de thé	Stockage	20	5	5 x 4
		Comptoir bar	25	14	10 x 2.5
		Kitchenette	20	9	5 x 4
		Espace client	70	67	10 x 10 (21 tables)
		vestiaires	15	8	5 x 3
		2 x sanitaires	40	22	2 x (SAS (8m ²) + 6 x WC (2m ²))
		Sous-total	190	125	-
	Cafétéria III	Stockage	20	6	5 x 4
		Comptoir bar	28	16	11.2 x 2.5
		Kitchenette	20	10	5 x 4
		Espace client	170	100	17 x 10 (60 tables)
		vestiaires	15	9	5 x 3
		2 x sanitaires	47	24	2 x (SAS (8.5m ²) + 7 x WC (2m ²))
		Sous-total	300	165	-
	Restaurants (170 pers) X 2	Accueil & réception	27	8	6 x 4.5
		Espace client + terrasse jardin	184	170	15 x 12.26 (30 tables)
		2 x Sanitaire	10	4	2 x (SAS (3m ²) + WC (2m ²))
		vestiaires	22	6	5.5 x 4
		Mini espace de jeu pour les enfants	16	10	4 x 4
Cuisine		Stockage et dépôts	10		5 x 2
		Chambre froide Viande,	9		3 x 3
		C.F fruits de mer	4		2 x 2
		Chambre froide légumes	6	12	2 x 3
		Reserve boissons	9		3 x 3
		Reserve vaisselle	10		8.33 x 1.2
Espace de travail		80		10 x 8	
Sous-Total	776	420	338m² x 2		
Centre commercial	Galerie des Boutiques privés (à louer)	2 x Loges de sécurité	117	4	85m ² ouest + 32m ² est
		Hall/ espace conviviale de rencontre	4 936	450	617m ² x 6
		2 x Sanitaires	64	18	2 x (SAS (16m ²) + 8 x WC (2m ²))
		Espace de livraison	206	6	20 x 10.3
		Magasin des parfums	138	50	2 x 10 x 7
		2 x coiffeurs	100	30	2 x (7 x 7)
		coiffeuse	77	20	11 x 7
		pâtissière	143	30	Boutique (43m ²) + coin des fourneaux (100m ²)
		NIKE	95	25	10 x 9.5
		ADIDAS	115	30	10 x 11.5
		PUMA	80	20	10 x 8
		Djezzy	64	20	8 x 8
		Ooredoo	67	20	8.5 x 8
		Mobilis	80	20	8 x 10



Centre commercial		PNB Paribas	77	10	7.7 x 10
		Pharmacie	100	16	10 x 10
		Coin d'opticien	93	20	9.3 x 10
		Lacoste	103	30	10.3 x 10
		Celio	102	30	10.2 x 10
		Zara	65	20	10 x 6.5
		Louis Vuitton	103	25	10.3 x 10
		Swatch	69	10	10 x 7
		Louati	50	5	7 x 7
		O 'Délices express	33	8	6.5 x 5
		LG	103	30	10.3 x 10
		21 x autres boutiques à louer	1 470	147	La somme des surfaces de boutiques restées
		Sous-total		8 920	1 094
	Hyper marché	2 x Accès de sécurité	6	4	2 x (3 x 1)
		Caissières	112	70	(14 + 16 caisses) x 3.37 ²
		Coin boucheries	100	15	10 x 10
		Coin fruits + légumes	135	20	22.5 x 6
		Coin fruits de mer	40	7	4 x 10
		Rayon de boisson	75	35	30 x 2.5
		Rayon d'alimentation	300	65	30 x 10
		Rayon de chocolat	75	20	15 x 5
Rayon des affaires scolaires		75	20	15 x 5	
Coin de technologie		90	25	10 x 9	
Coin électroménager		105	15	10.5 x 10	
Rayon cosmétique		90	25	15 x 6	
Textile		200	30	20 x 10	
La somme des autres rayons		1 690	100	2 x (42 x 20)	
2 x Vestiaires hyper marché		110	25	2 x (7.8 x 7)	
Chambre froide		50	6	7.15 x 7	
dépôt		1 594	40	4 x 1 458m ² (Ss) + 136m ² (1 ^e)	
Sous-Total		4 772	522	-	
garderie enfants	réception	28	7	7 x 4	
	Enfants 2-3 ans	18	6	1 Enf/ 3m ²	
	Salle des bébés	18	6	1 bébé/ 3m ²	
	coin repas	40	12	8 x 5	
	Enfants 4-5 ans	21	7	1 Enf/ 3m ²	
	coin sieste	18	6	1 Enf/ 3m ²	
	stockage	10	3	4 x 2.5	
	2 x Sanitaires	18	6	2 x (SAS (5m ²) + 2 x WC (2m ²))	
	Sous-Total		171	53	-
	Total		15 554	2 509	-

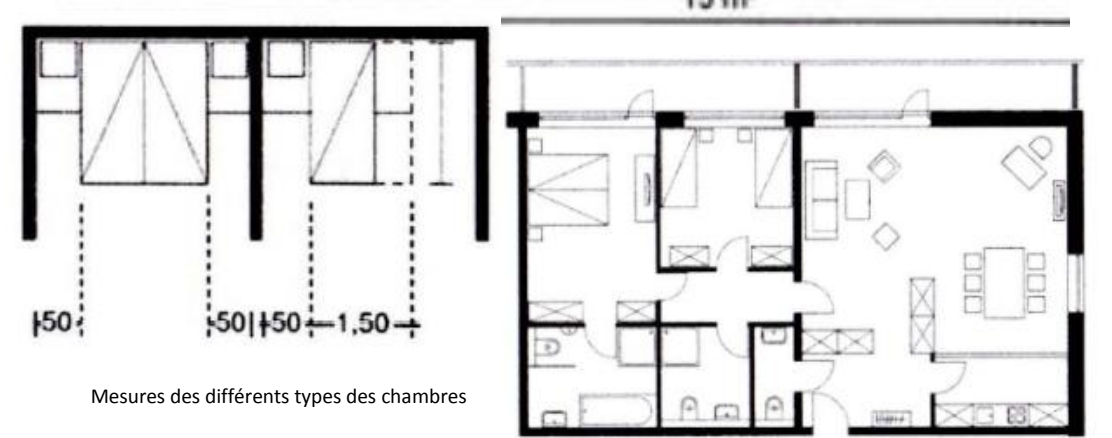
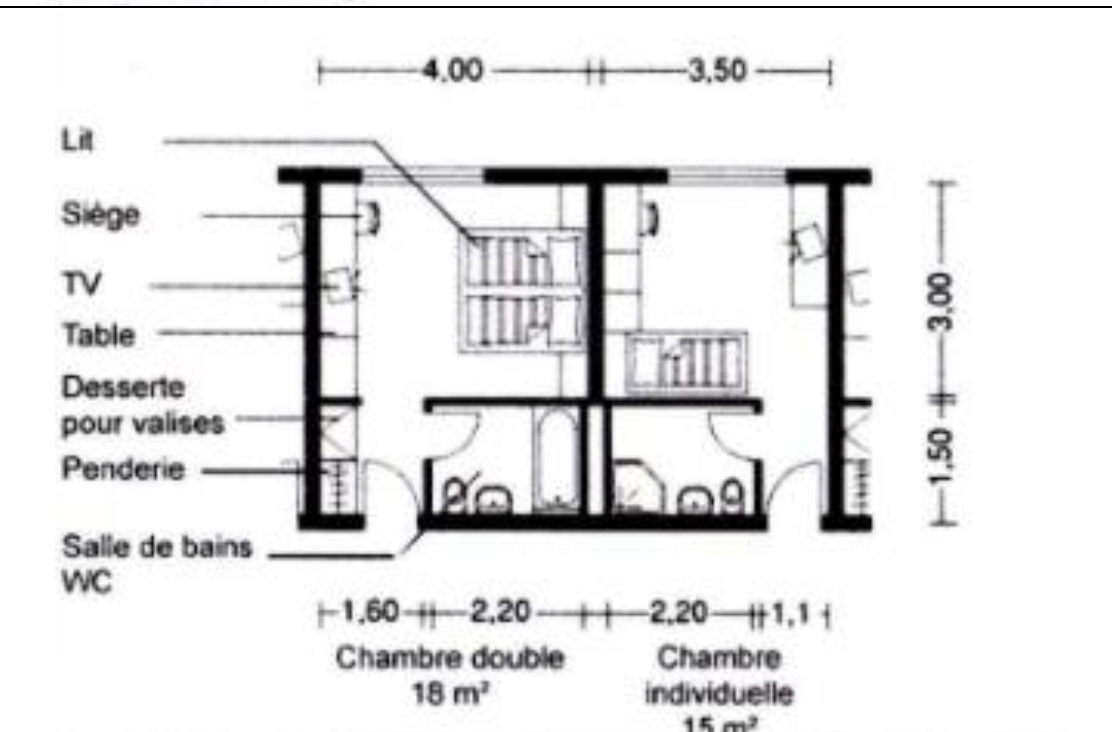
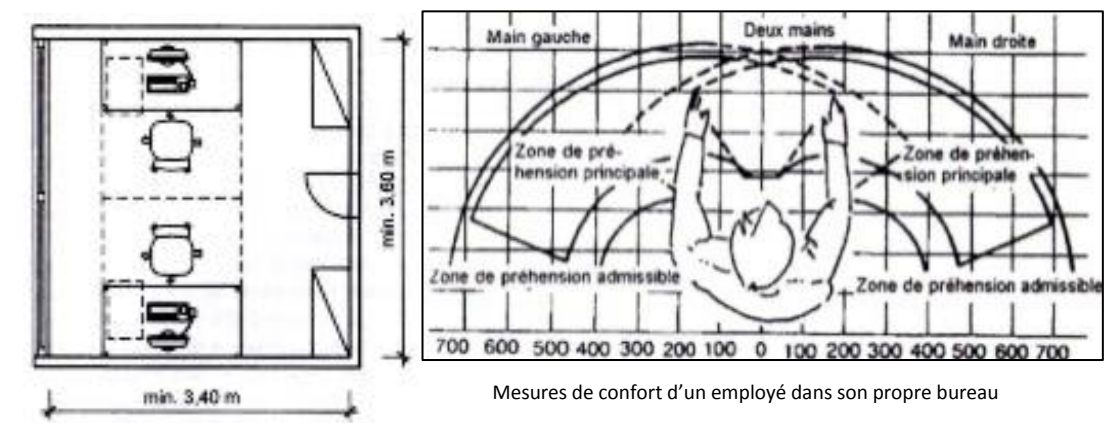


	Observatoire	3 x Boutiques spécialisés	113	30	2 x 42m ² + 29m ²
		Cafeteria / restaurant	125	50	8 tables + 6 chaises de comptoir
		Photographe spécialiste	60	20	8 x 7.5
		Espace d'observation	156	40	1 pers/ 4m ²
		2 x sanitaires	24	8	2 x (SAS (8m ²) + 2 x WC (2m ²))
	Sous Total		478	148	-
	salle de sport	réception/ 'accueil	31	10	3 x 10.36m ²
		espace cardio	60	20	1 pers/ 3m ²
		espace de musculation	75	25	1 pers/ 3m ²
		espace échauffement + Works Out	50	17	1 pers/ 3m ²
		Espace de fitness	85	30	1 pers/ 3m ²
		Espace de Sauna & massage	90	16	4 x cabinets (22.5)
4 x vestiaire		160	60	4 x (8 x 5)	
18 x douches		18	18	18 cabinets (1m ²)	
15 x sanitaire		15	15	15 WC/ urinoir (1m ²)	
Boutique Go Sport		243	35	1pers/ 7m ²	
2 x Espace jacuzzi		98	20	2 x (7 x 7)	
Sous-total		925	266	-	
Cinéma	3 x SAS de réception	36	12	3 x (6 x 2)	
	Snacks comptoir	33	11	11 x 3	
	Petite salle cinéma x 3	622	462	2 x 223m ² (168 plcs) + 176m ² (126 Plc)	
	3x couloirs d'issues	75	25	3 x 25m ²	
	Espace technique et de maintenance	75	10	3 x (5 x 5)	
Sous-Total		841	520	-	
Grande salle des jeux	Coin de vente des tickets des jeux	18	5	6 x 3	
	Comptoir / Kitchenette	24	8	10 x 2.4	
	Espace billard et de Babyfoot	20	8	2 billiards (3.9m ²) + 2 BF (1m ²) + cir	
	Espace jeux d'arcade	20	8	2 x 10	
	Jeux de machine, console, simulation	23	10	1 pers/m ² (périph. De la salle)	
	Jeux virtuels	20	8	2 x 10	
Sous-Total		125	47	-	
Bibliothèque	Réception & services	80	10	16 x 5	
	Rayonnage des livres (13rays)	260	144	1 pers/1.8m ² (13 x 2m x 10m)	
	Salle de lecture	131	60	10 tables (13m ²)	
	Espace électronique	36	24	1 pers/1.5m ² 13 station de recherche	
	2 x Sanitaires	48	20	2 x (SAS (12m ²) + 6 x WC (2m ²))	

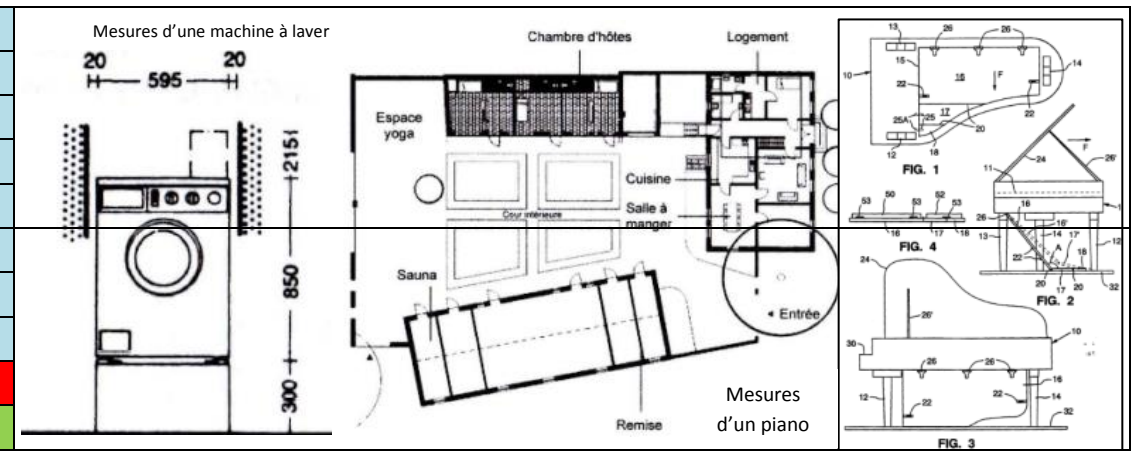


		Sous-Total	555	258	-
		Total	2 924	1 239	

Hôtel	Administration		Accueil – réception	50	8	35m ² + 15m ²	
			Bureaux du manager & comptable + les archives	50	7	1 employé par 12 m ²	
			Secrétariat	35	7	7 x 5	
			Bureau directeur	60	4	6 x 5	
			Salle de réunion	45	16	7 x 6.42	
			Sanitaire	30	8	6 x 2m ² + Sas (18m ²)	
			Sous-Total	270	50	-	
	Hébergements 5 étoiles		142 x chambres simples (38 m ²)	Studio meublé/ D.R	25	100	5 x 5
				S.D.B	8		3.2 x 2.5
				Loggia couverte	5		5 x 1
			17 x Chambres doubles (78m ²)	Studio équipé/D.R avec 2 lits + frigo	65	150	9.25 x 7
				S.D.B	8		3.2 x 2.5
				Loggia couverte	5		5 x 1
			26 x Suites	2 x Chambre + Dressing room	30	130	6 x 5
				Hall avec table de billard	60		8.57 x 7
				S A M	10		5 x 2
				Loggia couverte	7.5		5 x 1.5
				2 x S.D.B	8		3.2 x 2.5
				Chambre I + D.R	30		6 x 5
			4 x super suites (147 m ²)	Chambre II + Dressing room	18	20	4.5 x 4
3 x S.D.B				8	3.2 x 2.5		
Hall + espace jeu				45	7 x 6.42		
kitchenette				10	3.33 x 3		
Chambre III				10	4 x 2.5		
Couloir (circulation)		2 727	300	1pers/ 9m ²			
Sous-Total		12 337	700	-			
hall d'accueil/ séjour		66	22	1pers/ 3m ²			
Restaurant panoramique + aquarium		7 x 215	170	Voir restaurant de C. commercial			
Quai de réception & information		15	8	5 x 3			
Bagagerie		30	16	3 x (4 x 2.5)			

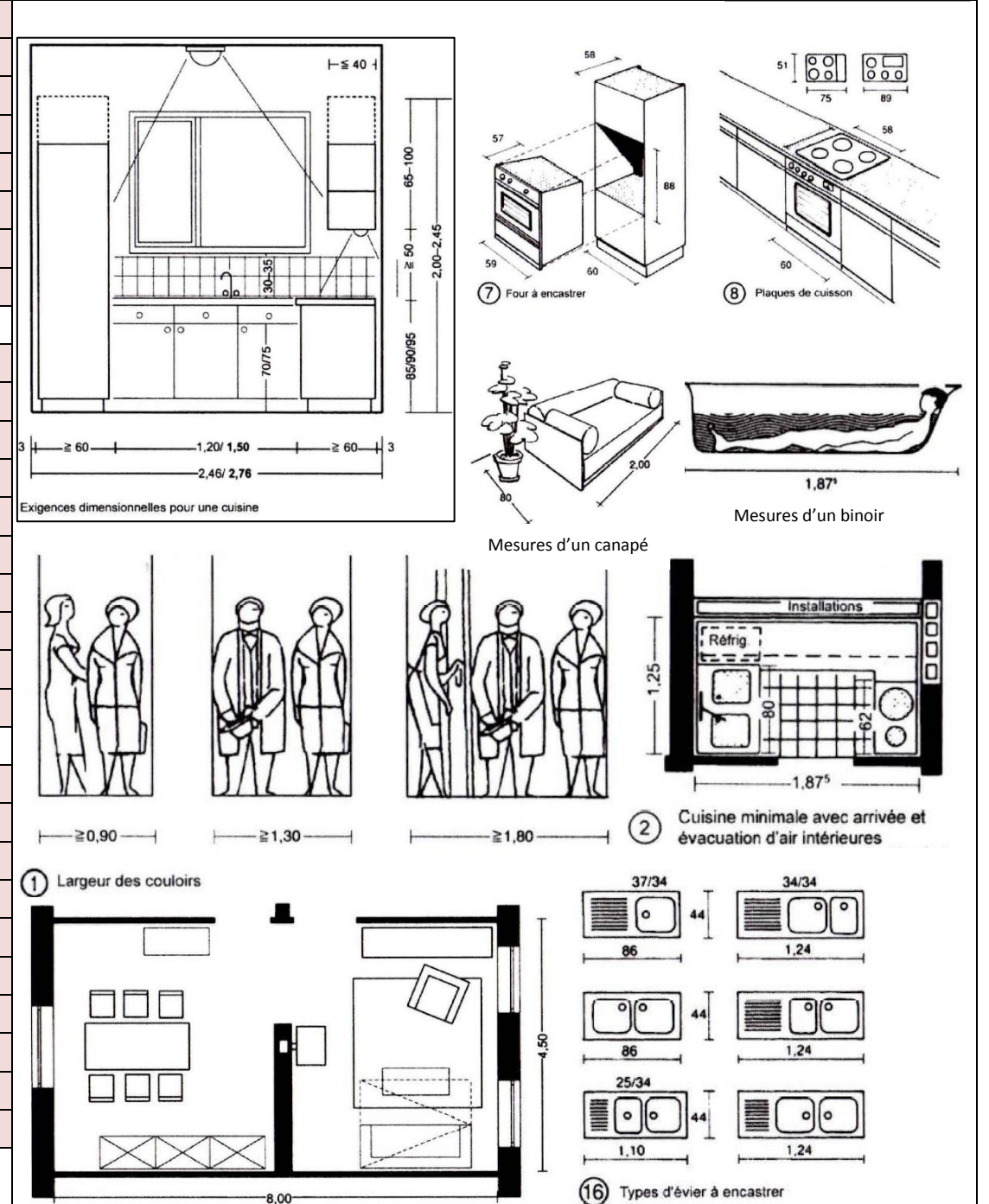


Service 5 étoiles	Salon de thé	332	200	Idem de celle de C. commercial
	Piano bar	260	130	1pers/ 2m ²
	4 x Room service	4 x 20	6	1 employé pour 12m ²
	Espace conviviale cafète	186	75	15 x 12.4
	Lingerie	42	18	10.5 x 4
	Petit bassin + esp. relaxation au ciel	225	50	37.5 x 6
	Vestiaires des employés	42	28	1pers/ 1.5m ²
	2 x sanitaires	10	3	2 x (SAS (3m ²) + WC (2m ²))
	Sous-Total	2 793	726	
Total	15 400	1 476		



Habitat

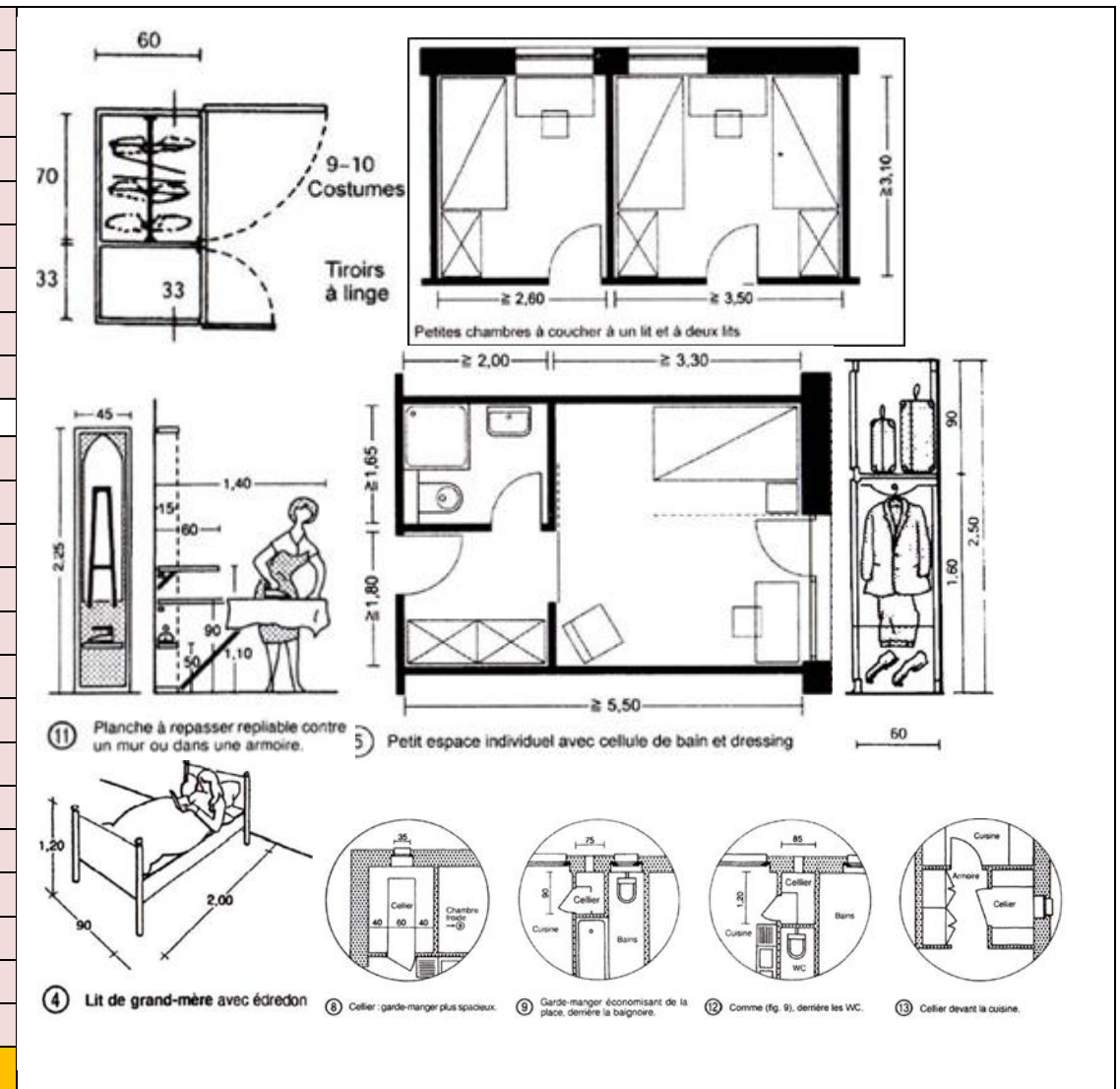
34 x F4 TYPE A	Circulation	23	170	12 pour cent		
	Cuisine + coin de repas + séchoir	34		4 x 8.5		
	Chambre 1(ind)	28		5.6 x 5		
	Chambre 2	18		4.5 x 4		
	Chambre 3 (couple)	35		27m ² + WC (3m ²) +balcon (5m ²)		
	Séjour	40		1pers/ 6.75m ²		
	S.D.B + WC	9.1		7.1 m ² + 2m ²		
	Locaux de service	1.9		2 x 0.95		
	Total	6 426		34 x 189		
	3 x F5 Type B (duplex)	2 x Cuisine/ kitchenette + séchoir		42	21	2 x (5.25 x 4)
		Séjour + sam.		42		7 x 6
		Salon		40		8 x 5
Ch. 1		40	8 x 5 (couple)			
Ch. 2		23.7	5.9 x 4			
Ch. 3		25.3	5.06 x 5			
2 x S.D.B		13.2	2 x (3 x 2.2)			
Terrasse		13	4.3 x 3			
Circulation		38	8m ² V + 10m ² H 1e + 20 m ² H 2e			
Rangement		5	2.5 x 2			
Totale		846.6	3 x 282.2			
3 x F5 Type A (duplex)		Cuisine/ kitchenette + séchoir	20	21		5 x 4
	Séjour + sam. + cir	66	7 x 6			
	Cuisine + coin de repas	22	5.5 x 4			
	Ch. 1	30	6 x 5			
	Ch. 2	23	5.75 x 4			
	Ch. 3	24	6 x 4			
	Ch. 4	40	8 x 5			
	S.D.B	13	2 x (3.25 x 2)			
	Jardin d'hiver	33	5.75 x 4			
	Rangement	5.4	2.7 x 2			
	Total	832.2	3 x 277.4			



⑦ Séjour classique avec coin repas

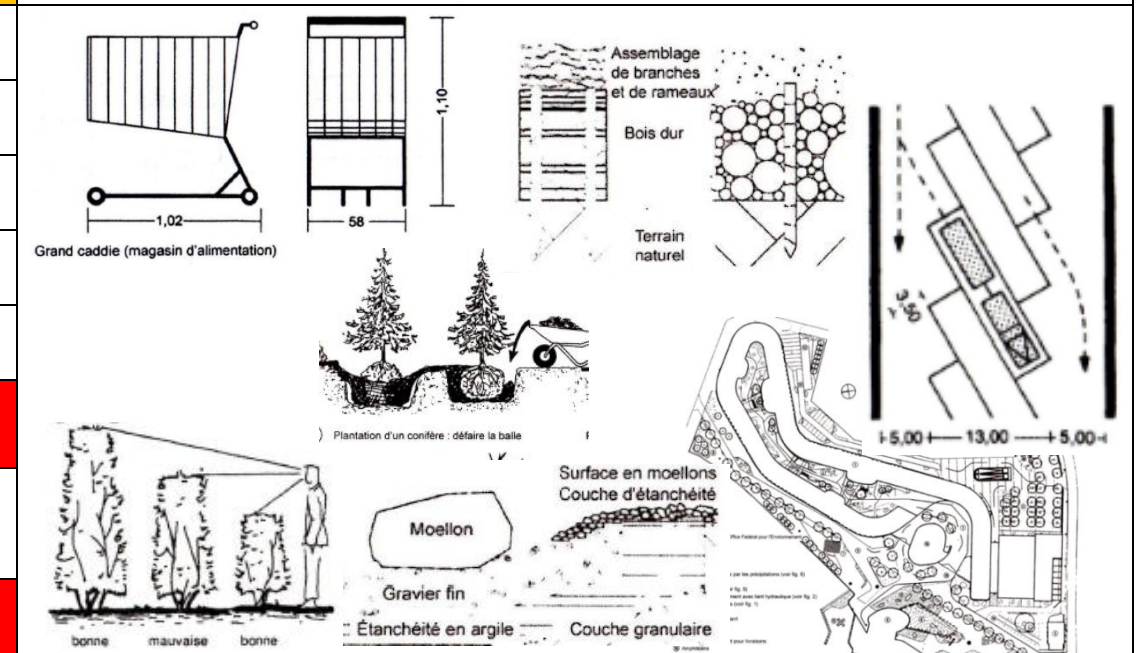
Habitat

10 x F4 Type B	Cuisine	17.4	50	4.35 x 4
	Séjour + sam.	27.5		5.5 x 5
	Ch. 1	26		6.5 x 4
	Ch. 2	17.8		4.75 x 4
	Ch. 3	20		5 x 4
	S.D.B	9.1		7.1 m ² + 2m ²
	Terrasse	11		2 x 5.5 m ²
	Circulation	23		14 %
	Rangement	3.2		2 x 1.6
	Total	1 550		
5 x (pant house) VIP	Séjour	94	50	10 x 9.4
	sam.	36		6 x 6
	Cuisine & kitchenette + loggia	50 + 30		8.33 x 6 + 30m ²
	Salon + s.d.b	34		8.5 x 4
	Chambre1	26.5		5.5 x 5
	Chambre2	25		5 x 5
	Chambre3+s.d.b	42		6 x 7 (couple)
	Espace Home cinéma (séj. Famil)	53		9 x 6
	2 x S D B + Jacuzzi	25		15m ² + 10m ²
	Ch. 5+ Ch. 4	62		30m ² + 32m ²
	Jardin d'hiver	72		2 x (6 x 6)
	Circulation + Rangement	306		(4 x 4) + 290 m ² (30%)
	Bureau	15		5 x 3
Total pant house	4 175		5 x 835	
Total habitat	13 830	312	-	



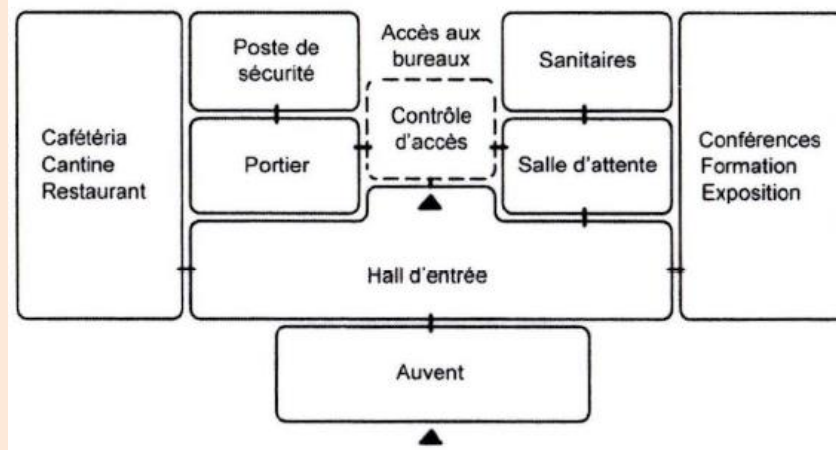
Aménagement extérieur

Aire de stationnement (180 places)	Parking pour handicapés (10 pl.)	150	-	15m ² x 10
	Parking pour employés (20 pl.)	300	-	15m ² x 50
	Parking pour bus (10 pl.)	520	-	52m ² x 10
	Parking visiteurs (140 pl.)	2 100	-	15m ² x 140
	Circulations 60%	1 842	-	3 070 x 0.6
	Sous total	4 912	500	-
Circulation piétonne & cycliste + aménagement Extérieur		13 005	400	23 917 - (4 912 + 6000)
	Sous total	17 917	900	-



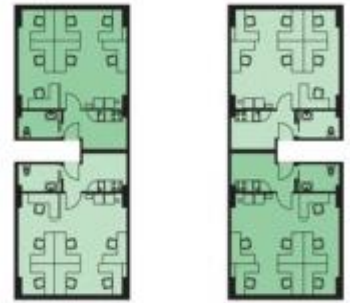
	Espace		Surface m ²
137x Petite entreprise (9 employé)	Accueil (5 pers) + bureau secrétaire		32
	Espace de travail (open space) x 9		31
	Kitchenette		5
	Bureau directeur		16
	Sanitaires x 2		10
	Sous total 1		12 878
43x moyennes entreprises (50 employés)	Accueil (20pers) + bureau direction		35
	Espace d'attente		32
	Espace de travail (open space)		115
	Espace de travail (bureau salle) x 3		21
	Kitchenette + coin repas		37
	Bureau directeur		25
	Bureau secrétaire		19
	Bureau des managers		40
	sanitaires		20
	Salle de réunion		66
	Archives		36
Sous total 2		19 178	
17x Grandes entreprises (150 employés)	Accueil (40pers) + bureau direction		35
	Espace d'attente		45
	Espace de travail (open space) x 50 pers		120
	Espace de travail (bureau salle) x 3		25
	Espace de travail (co-working) x 50		100
	Kitchenette + coin de repas		46
	Bureau directeur		27
	Bureau secrétaire		22
	Bureau des managers		42
	Sanitaires		25
	Salle de réunion		70
Archives		40	
Sous totale 3		10 149	

Affaire

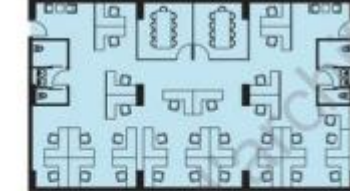


① Disposition spatiale de l'entrée et du contrôle d'accès aux espaces communs
Bureaux petites taille: Bureaux open space

Type 1A

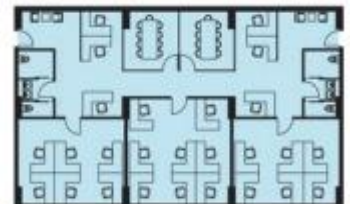


Type 3A



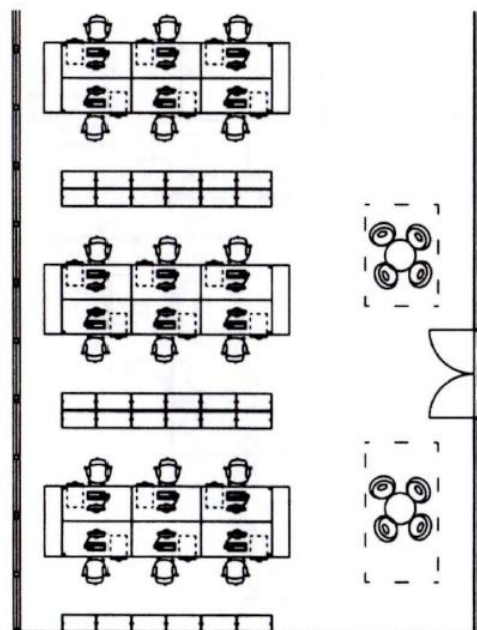
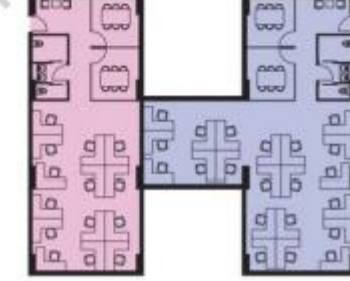
Bureaux salles

Type 2A

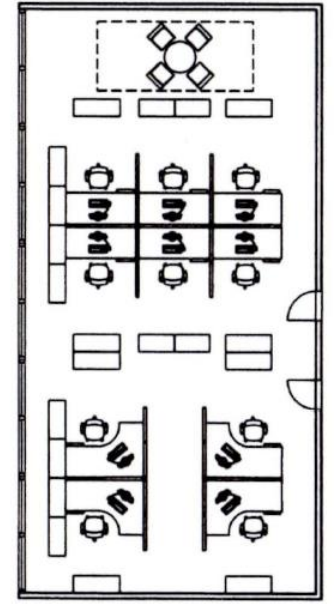


Bureaux coworking

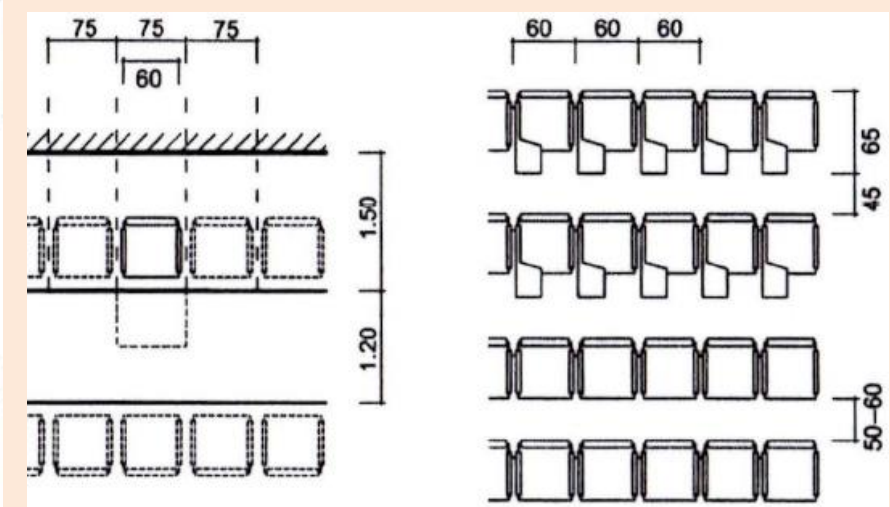
Type 4A



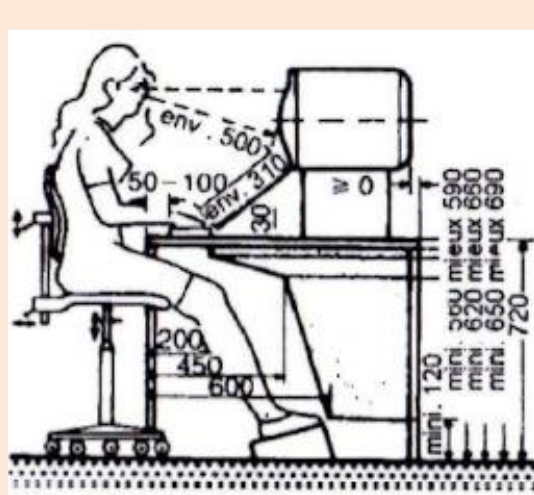
⑧ Exemple de disposition des postes de travail dans un grand bureau collectif



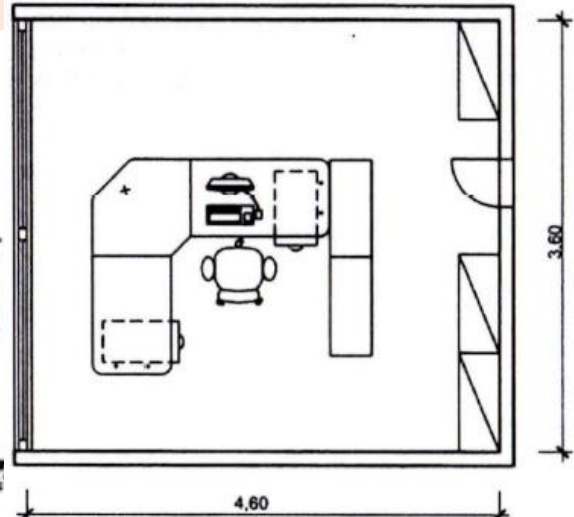
⑨ Exemple de disposition des postes de travail dans un petit bureau collectif



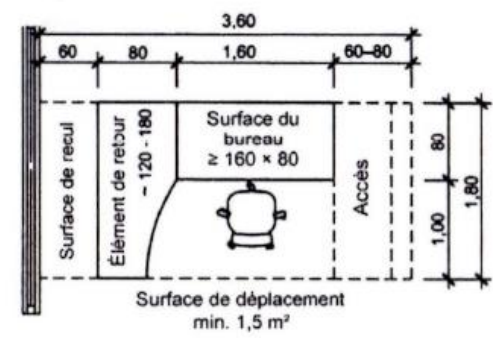
② Surface nécessaire dans les salles de conférences et de formation



⑤ Poste de travail et écran ergonomiques, avec table fixe.

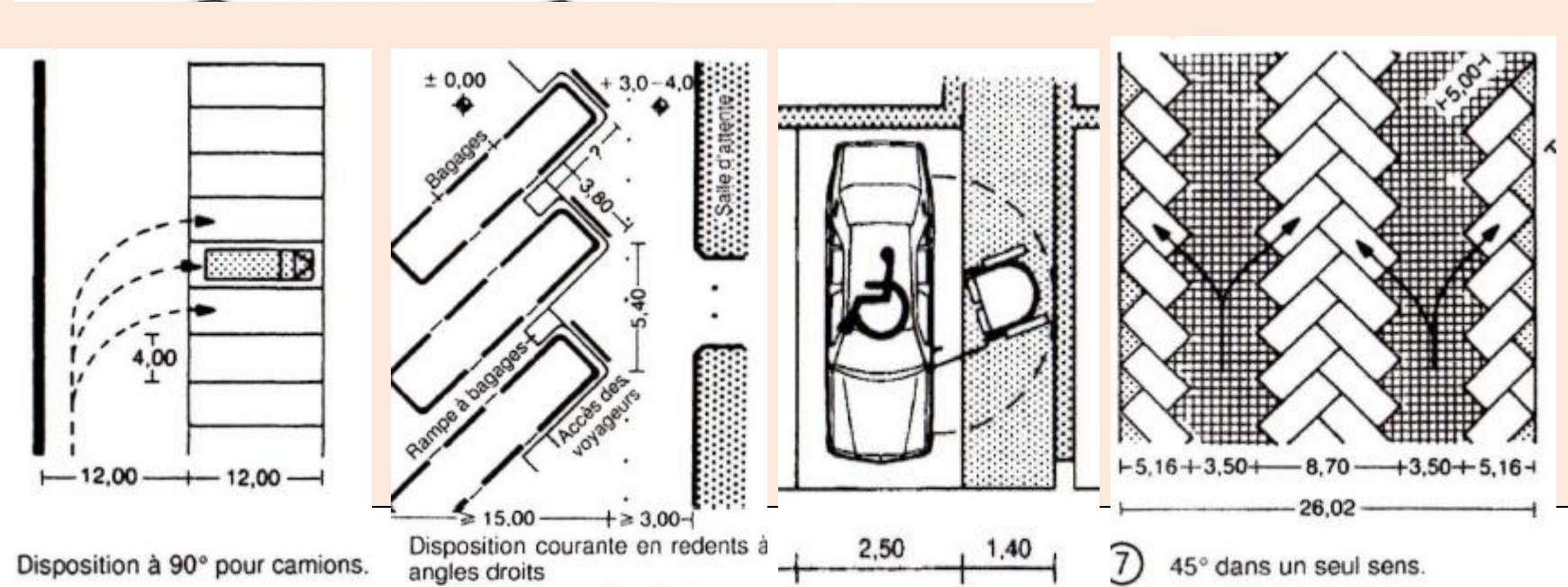
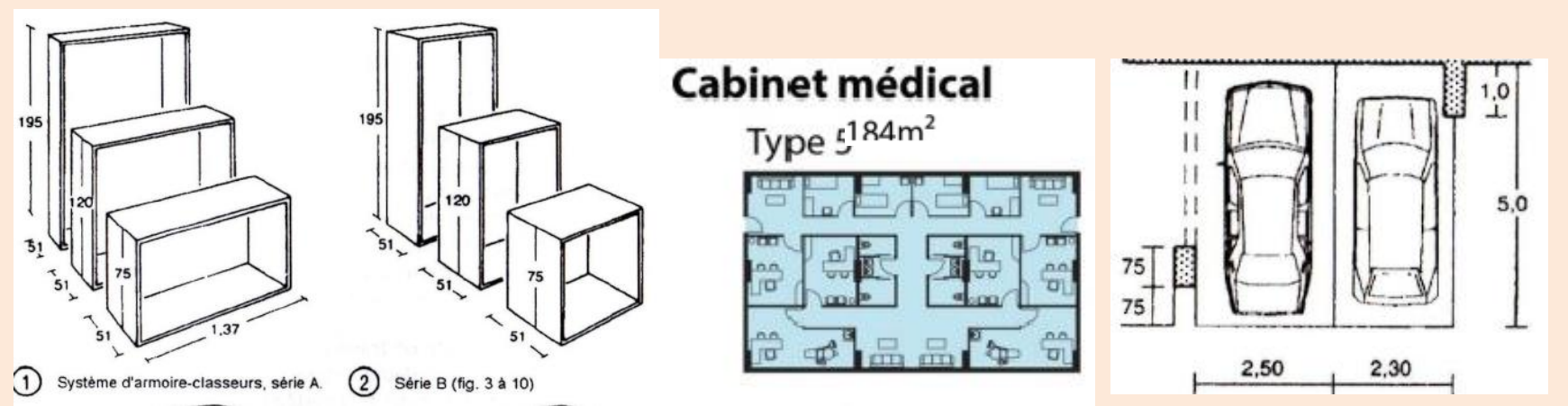
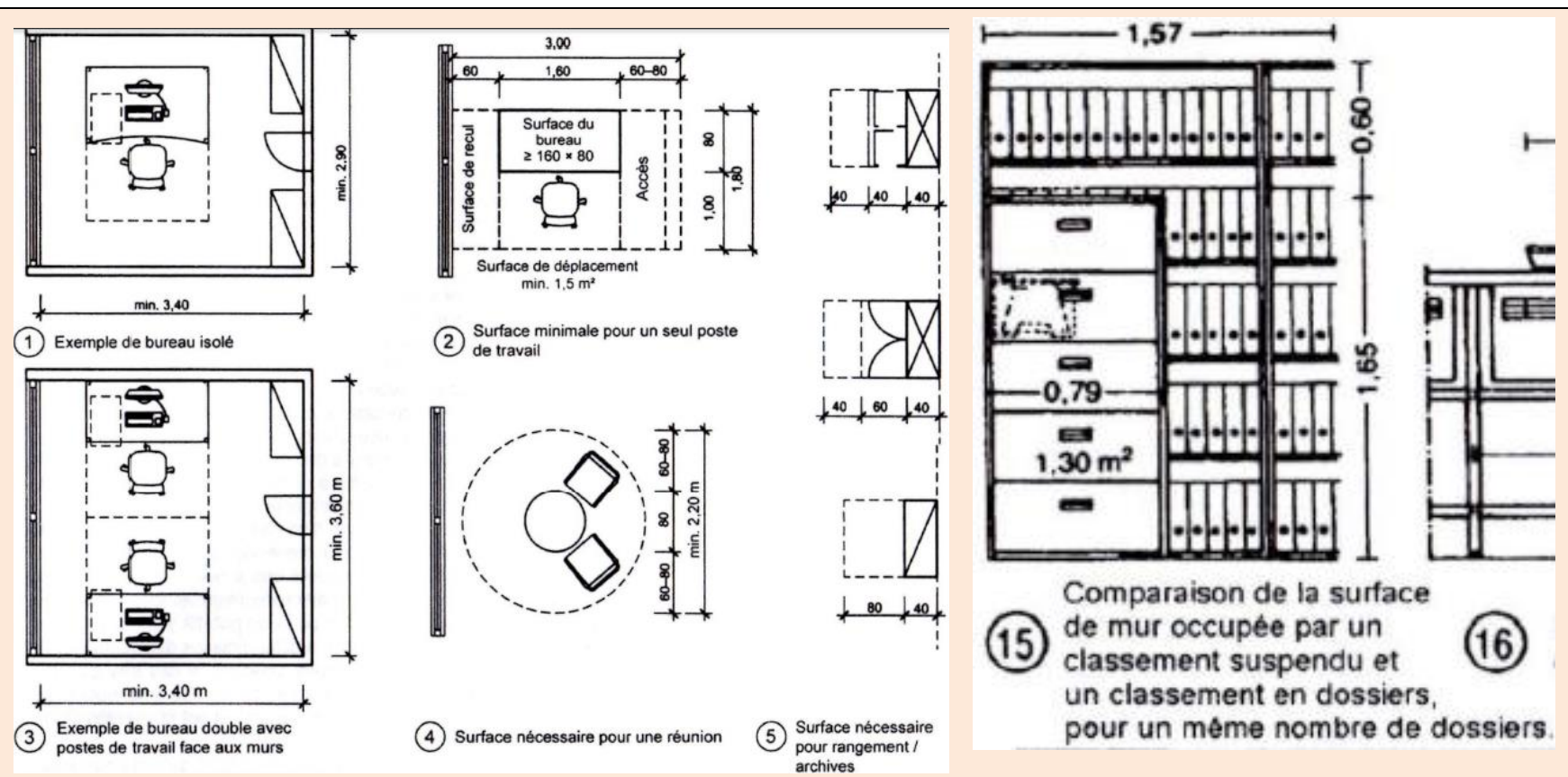


⑥ Exemple de secrétariat



⑦ Surface nécessaire pour un poste de travail isolé avec rangement supplémentaire

Affaire	C d'affaire au niveau de 3 ^e étage	Accueil-reception-	800
		Salle d'attente	47
		Salle de conférence	300
		Rangement de salle de conférence	30
		Bureau de gestion	32
		S A S de la salle de conférence	13
		Salle d'exposition (Showroom)	156
		Atelier de dessin	107
		Atelier de musique	100
		Atelier de sculpture	115
		Salle d'exposition pour les ateliers	146
		Sous total 4	
Fonctions libérales	Bureau d'étude d'architecture x2	224	
	Bureau notaires x 2	100	
	Bureau avocate	60	
	Bureau dentiste	80	
	Cabinet médicale	81	
	Bureau de traduction	60	
	Agence publicitaire	90	
	Agence de voyage	90	
	Sanitaires x 2	64	
	Sous totale 5		849
Total		44 900	
Circulation (12%)	circulation	5 066	
		(3 180 pers) Total centre d'affaire	49 966
Parking	Parking sous-sol (660 places)	Parking pour handicapés (25 pl)	375
		Parking employées (185 places)	2 775
		Parking habitants (100 places)	1 500
		Parking d'hôtel (150 places)	2 250
		Parking visiteur 200 places	3 000
		Circulation 55%	5 445



Espaces techniques		Ascenseur technique x 1	6	<p>Différentes capacités d'ascenseurs Les types des rangements des locaux techniques</p> <p>Petit monte-charge avec porte coulissante verticale et allège.</p>
	Ascenseurs	Ascenseur expresse x 4	16	
		Ascenseurs desservants x 4	16	
		Ascenseurs traversant x 5	20	
		Monte charges x 6	66	
	Climatisation	10 locaux	470	
	Chauffages	4 locaux	478	
	Lingerie	Capacité de 200 machines à laver	400	
	Pompe à eau	4 grands locaux	638	
	Poste transformateur d'électricité	4 grands locaux	378	
Amortisseurs de stabilisation	grand dumper au dernier étage (au niveau du couronnement central)	60		
	(100 pers)	Total	2 548	
Total général de tous les planchers			120 578	11 120 pers

Chiffres clefs :

- Tour de 55 étages.
- Tour de 260m d'hauteur.
- 40 logements F4 (160 pièces).
- 6 logements F5 (40 pièces).
- 5 Pant house (40 pièces).
- 19 étages pour la fonction résidentielle (240 pièces).
- 142 chambres d'hôtel simples.
- 17 chambres d'hôtel doubles.
- 26 suites.
- 4 suites VIP.
- 17 (restaurants + cafétéria + salon de thé + crémérie..).
- 49 boutiques.
- 137 petites entreprises.
- 43 moyennes entreprises.
- 17 grandes entreprises.
- 830 places parking (660 places intérieures + 170 places extérieures).

Chapitre V :
Approche architecturale

5.1) Analyse du site :

Après le choix du terrain du Mobilart pour être le terrain approprié à notre projet, on va étaler sur ses différents aspects pour découvrir toutes les subtilités et potentialités.

5.1.1) Situation du terrain :

Le terrain se situe sur la partie nord-est d'Oran juste à côté des fameuses tours résidentielles du Mobilart et il donne sur le front de mer.



Fig. 144 : Situation du terrain d'intervention par rapport à Oran¹⁷⁴

Le terrain considéré pour recevoir notre projet a une superficie du 23 917m², il dispose de 4 façades dont la façade nord donne sur un axe principal (RW 75).

5.1.2) Environnement immédiat du terrain :

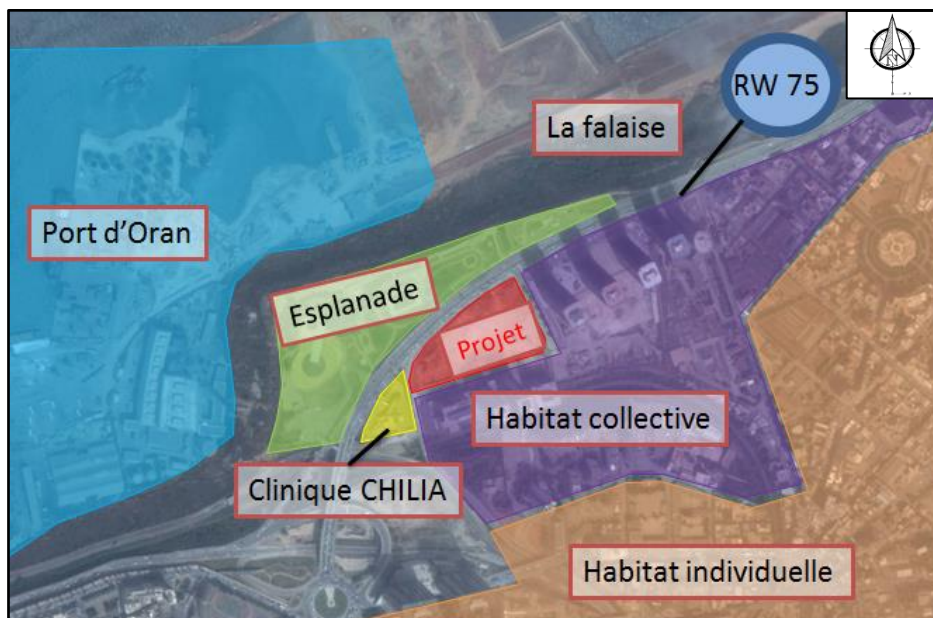


Fig. 145 : Carte de l'environnement immédiat du terrain¹⁷⁵

¹⁷⁴ Google Earth Pro 2017 (vue sur la frange maritime d'Oran) .

¹⁷⁵ Carte réalisée par les étudiants à l'aide du Google Earth Pro & Photoshop.



Fig. 146: l'environnement immédiat du terrain d'intervention.

5.1.3) Dimensionnement du terrain :

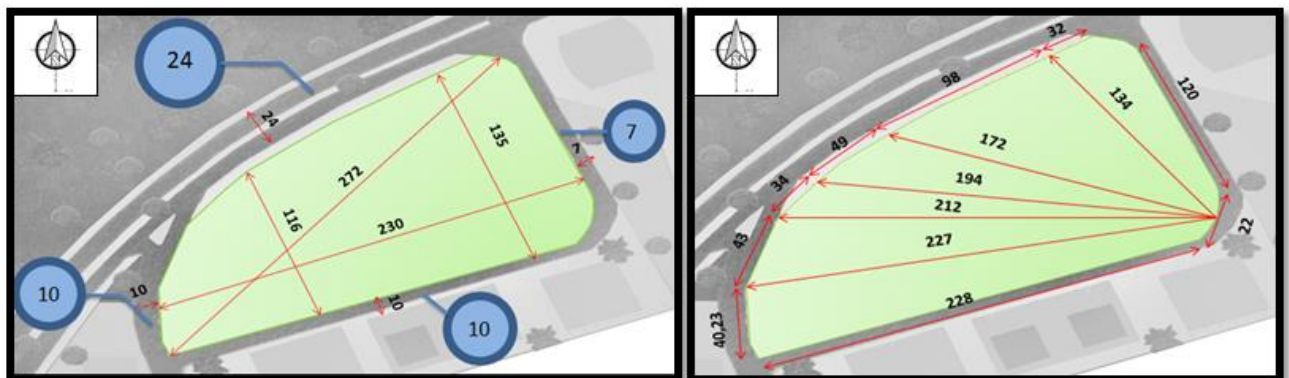


Fig.147 : Dimensions intérieures & périphériques du terrain d'intervention¹⁷⁶

5.1.4) Analyse de l'accessibilité:

Le terrain se trouve au niveau de la 1ere couronne entre le 1er et 2eme boulevard ce qui lui confère une accessibilité non-fluide due à son rattachement par rapport au centre historique, mais la route côtière résoudra un petit peu ce problème.

¹⁷⁶ Cartes réalisées par les étudiants à l'aide du : AutoCAD 2015, Photoshop, Google Earth Pro.

Oran

Axes principaux



Fig. 148 : Axe principaux d'accessibilité au site au niveau globale de la ville¹⁷⁷

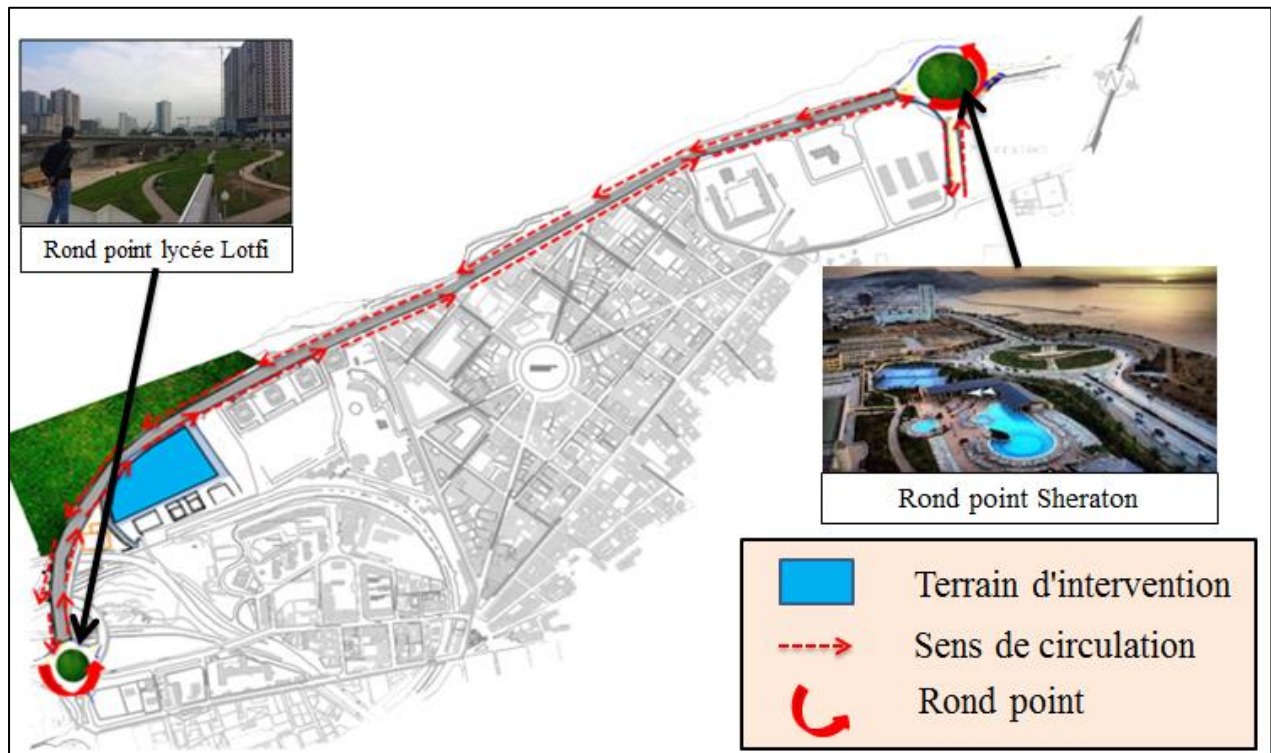


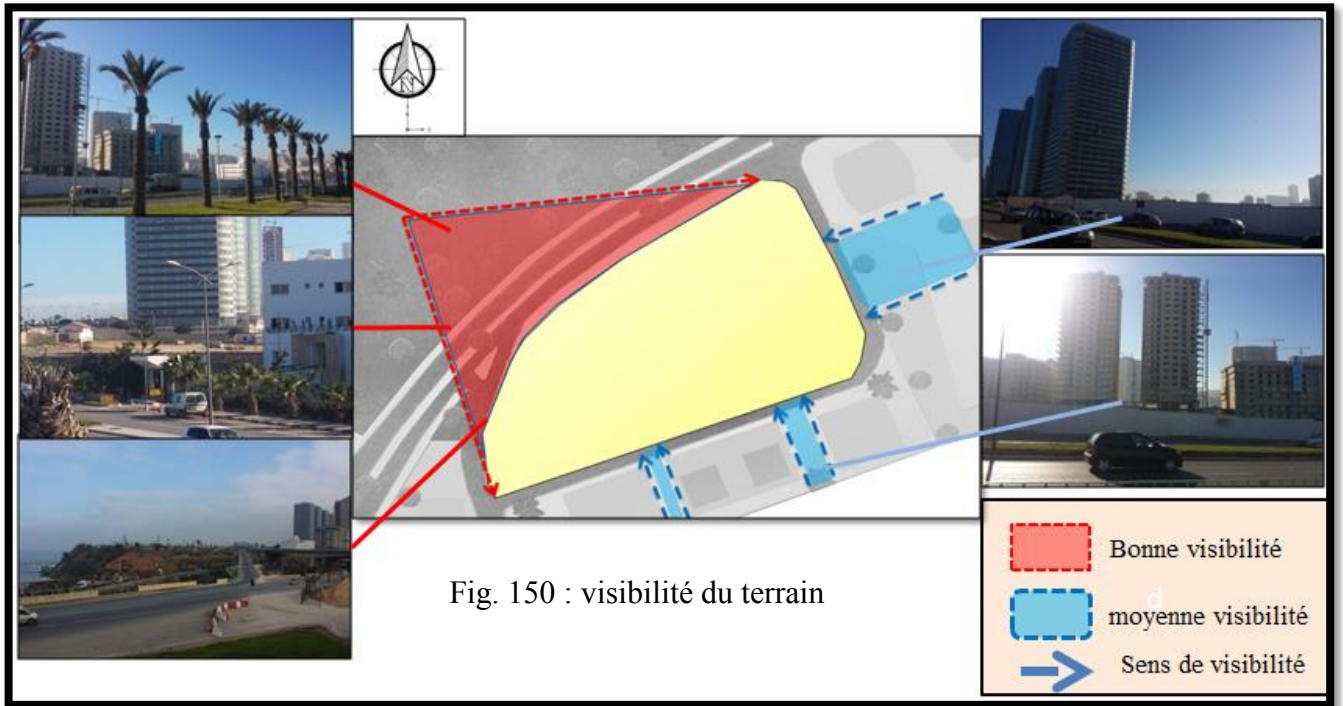
Fig. 149: Accessibilité au site d'intervention¹⁷⁸

- Le site est accessible directement, par la RW75 (la route périphérique du front de mer), si on est sur la voie droite de la route (sens ouest vers l'est de la ville).
- L'accessibilité au site nécessite de passer par le Rond-point de Lycée Lotfi, si on est dans le sens opposé (du l'est de la ville vers l'ouest).

¹⁷⁷ PDAU d'Oran modifié par les étudiants (Photoshop).

¹⁷⁸ Schéma réalisé par les étudiants (AutoCAD, Photoshop).

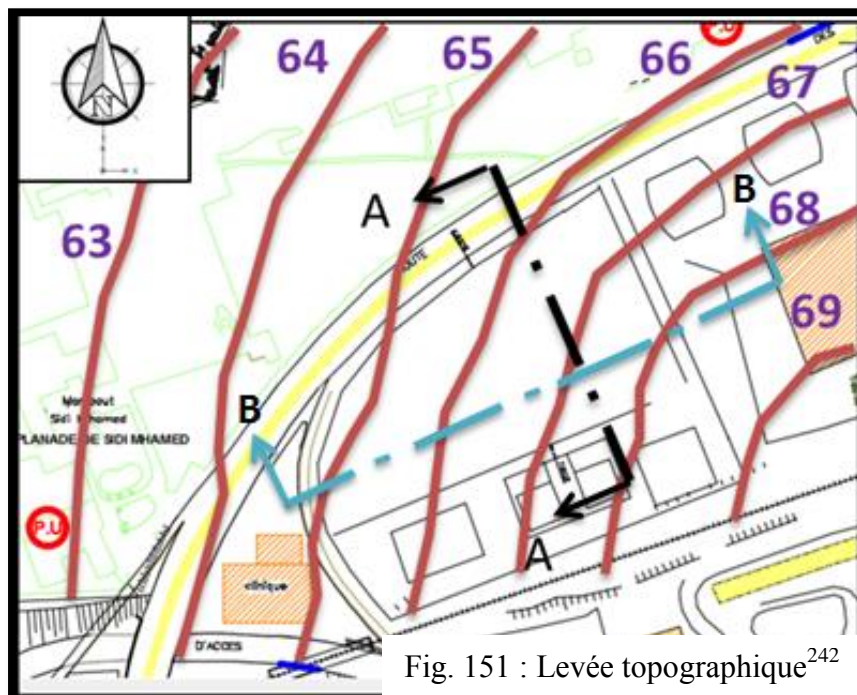
- 5.1.5) Visibilité du terrain :



Le terrain d'intervention profite d'un grand percé visuelle ouvert du côté nord (jardin public de la falaise), par contre il est peu visible dans les côtés ouest et sud (il y a que des petites angles qui ont un contact visuel minime dans le vide qui sépare les constructions des mitoyennetés).

5.1.6) Topographie du terrain :

- Levée topographique :



¹⁷⁹ Réalisée par les étudiants (courbes de niveaux d'après Sketch up, AutoCAD « Pos franc de mer », Photoshop)

- **Les coupes du terrain :**

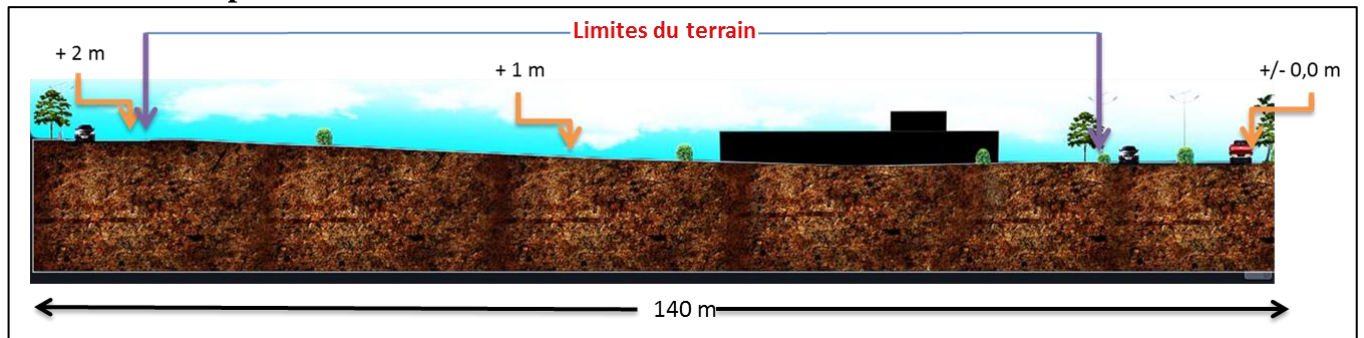


Fig. 152: Coupe AA¹⁸⁰

- La coupe transversale a un dénivelé et une différence de niveau de 2m sur 140m de longueur : c à d une pente de 1,42%

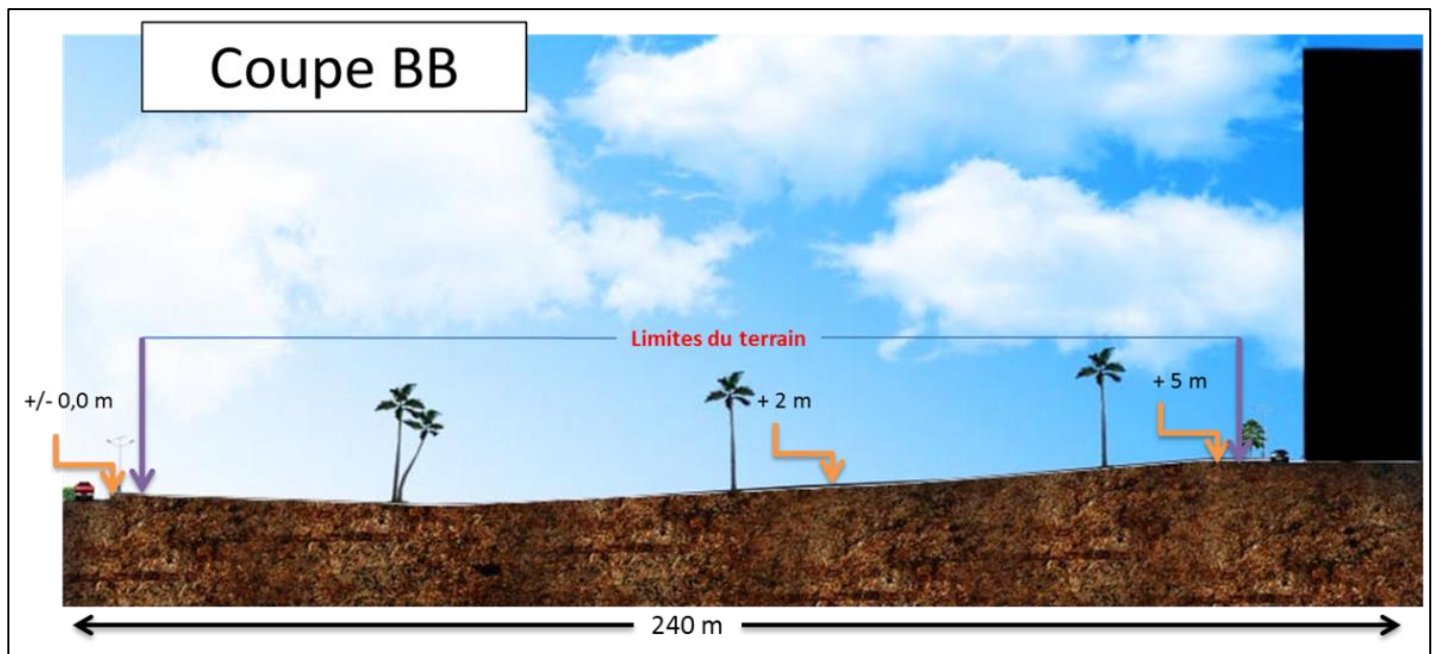


Fig. 153 : Coupe BB¹⁸¹

- La coupe longitudinale a un dénivelé et une différence de niveau de 5m sur 240m de longueur : c à d une pente de 2%.

5.1.7) L'état des gabarits du site :

Les hauteurs des bâtiments sont différentes:

- * Les tours Mobilart R+ 30.
- * La cité Jean de la Fontaine (Tour Eden) R+20.
- * La clinique Chilia R+3.
- * Le groupe Belazzoug (hôtel R+8, centre commerciale, et 02 tours de logement R+18)

¹⁸⁰ Réalisé par les étudiants (coupe de niveaux d'après Google Earth Pro, dessin AutoCAD 2015, modification Photoshop)

¹⁸¹ Idem

- Le terrain se situe au centre de ces derniers, ce qui favorise une montée assez importante d'hauteur.

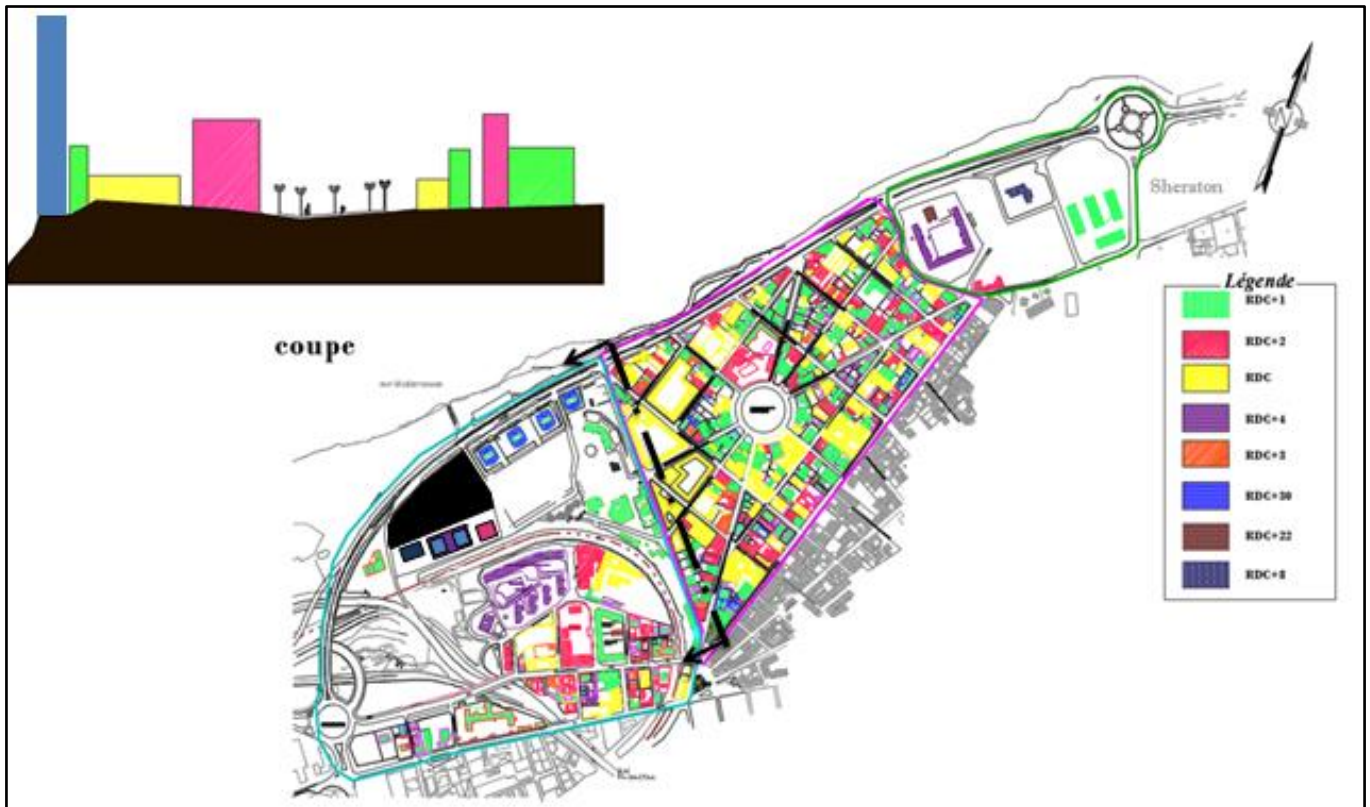


Fig. 154 : Etat des hauteurs au site¹⁸²

- **Skyline :**

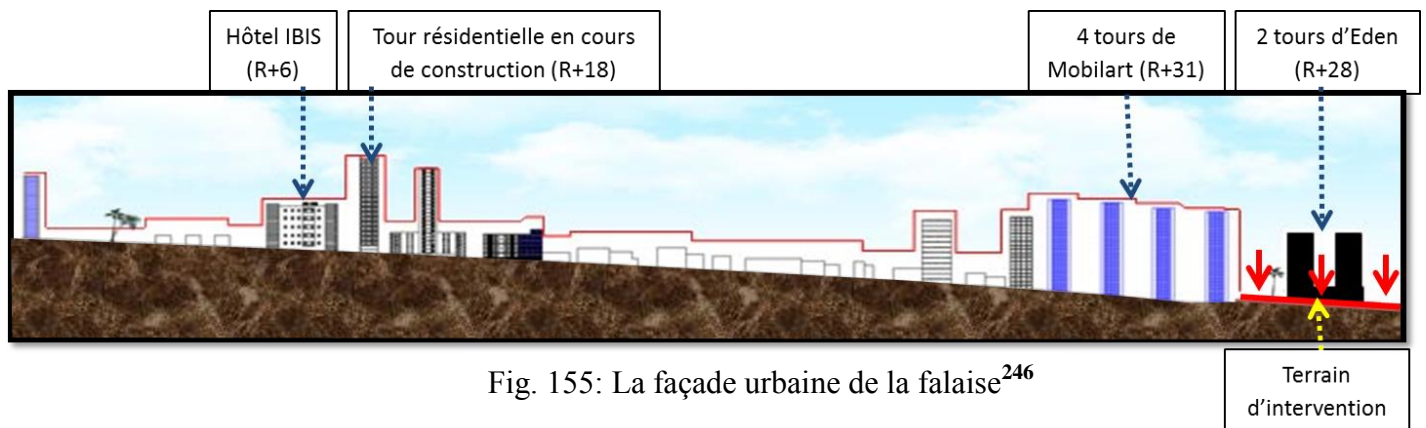


Fig. 155: La façade urbaine de la falaise²⁴⁶

5.1.8) Circulation autour le terrain :

Flux mécanique fort : La route de la falaise (RW 75),

Flux mécaniques faibles : les axes menant de centre-ville historique

Flux piéton fort : les voies menant vers Gambetta et dans certaines rues adjacentes

Flux piéton faibles : La zone d'Eden au sud du bâtiment (voir Fig. 154)

¹⁸² Réalisée par les étudiants (POS du franc de mer Oran en fichier AutoCAD) + Photoshop.

¹⁸³ Réalisée par AutoCAD 2015 & Photoshop.

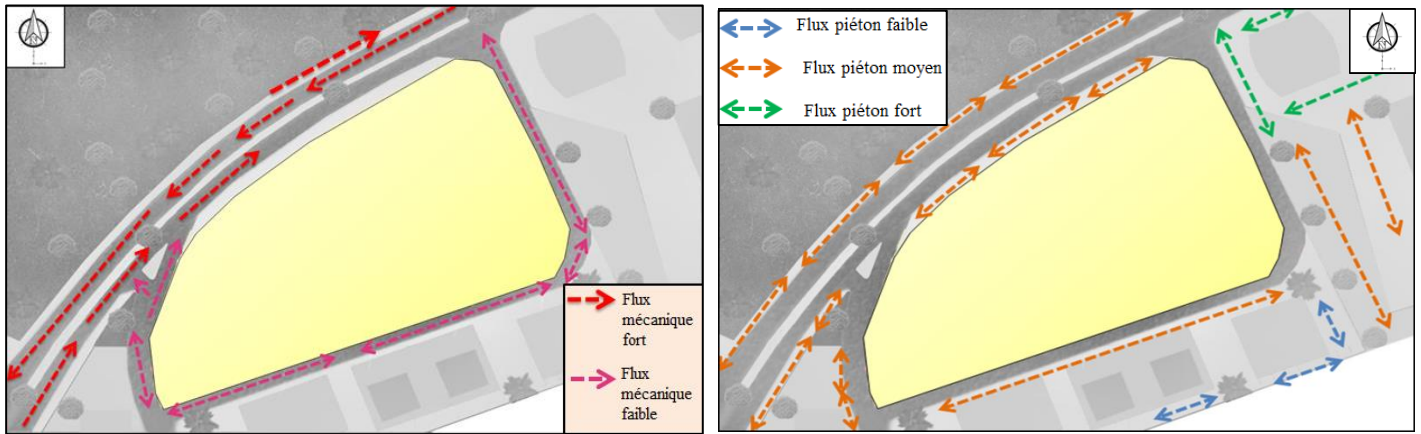
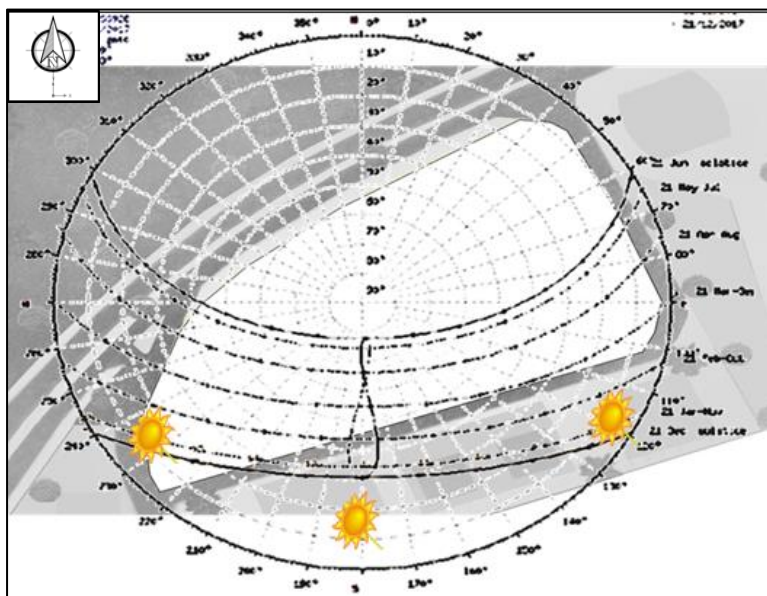


Fig.156 : Circulation mécanique & piétonne autour du terrain¹⁸⁴

5.1.9) Etude d'ensoleillement :

Diagramme solaire : A l'aide d'une simulation en ligne (Sun Earth Tools) qui nous a permis de déterminer les masques solaires de la ville d'Oran. Cette étude dirigera la conception finale du bâtiment, ce qui concerne : l'orientation, la forme, la planification des espaces selon les besoins de chaque fonction mais aussi la production de l'énergie solaire. Alors d'après l'étude effectuée dans 2 saisons différentes (juin & décembre) nous avons sorti par les résultats suivants :

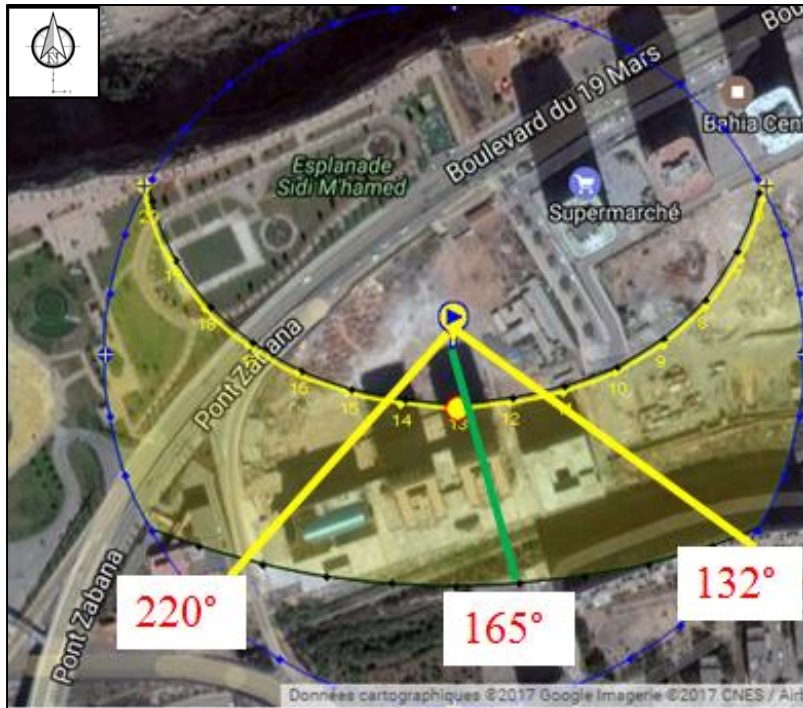


Date:	31/12/2017 GMT0	
coordonnées:	35.7102541, -0.6266928	
emplacement:	Boulevard du 19 Mars, Oran, Algérie	
heure	Elevation	Azimut
07:12:10	-0.833°	118.18°
8:00:00	7.41°	125.47°
9:00:00	16.65°	135.95°
10:00:00	24.14°	148.32°
11:00:00	29.21°	162.69°
12:00:00	31.21°	178.49°
13:00:00	29.84°	194.43°
14:00:00	25.31°	209.14°
15:00:00	18.22°	221.9°
16:00:00	9.27°	232.71°
16:59:10	-0.833°	241.86°

Fig. 157: Diagramme solaire par rapport le terrain d'intervention en mois de décembre¹⁸⁵

¹⁸⁴ Réalisée par les étudiants (AutoCAD, Photoshop).

¹⁸⁵ www.sunearthtools.com



$$90 - \tan(70/25) = 19.65^\circ$$

$$\alpha = 19,65^\circ$$

90 = Angle d'axe perpendiculaire par rapport les bâtiments à proximité

70m : hauteur des bâtiments proches du site d'intervention

25m : recule

Fig. 158 : Diagramme solaire du site d'intervention¹⁸⁶

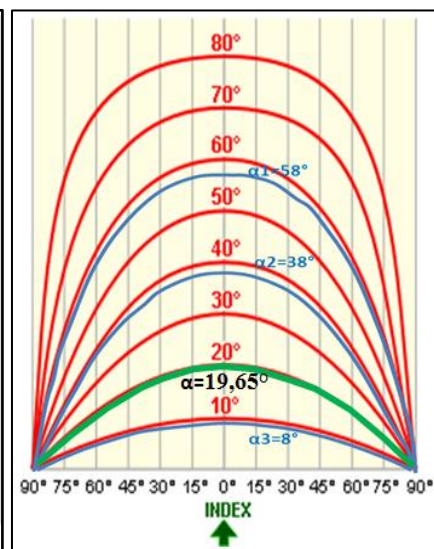
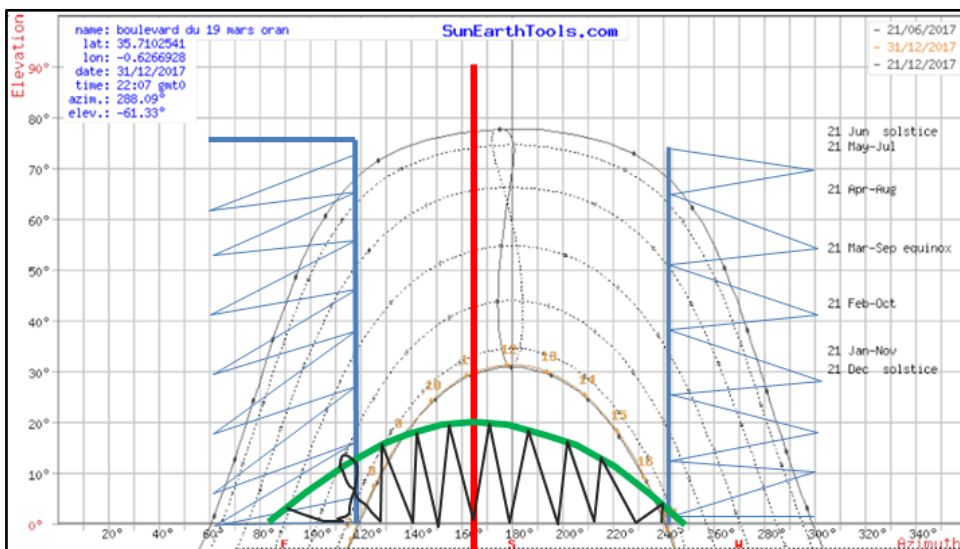
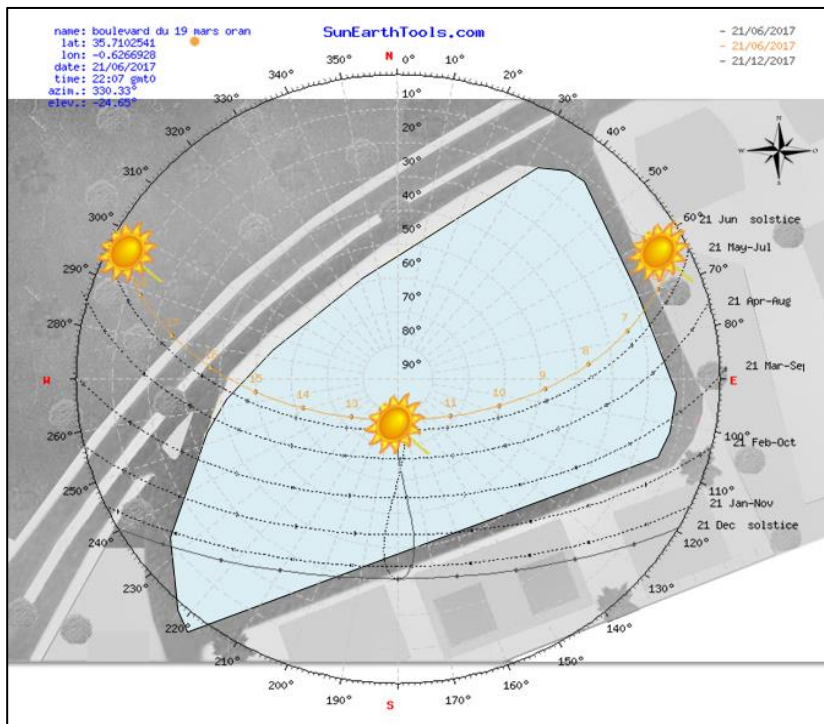


Fig. 159 : Diagramme solaire des masques proches (Décembre)¹⁸⁷

¹⁸⁶ Diagramme réalisé par les étudiants à l'aide d'une simulation (Sun path)

¹⁸⁷ Diagramme réalisé par les étudiants par l'application des techniques de schématisation des masques solaires proches (d'après les cours de la matière « équipement 3 » du Master 1)



Date:	21/06/2017 GMT0	
coordonnées:	35.7102541, -0.6266928	
emplacement:	Boulevard du 19 Mars, Oran, Algérie	
heure	Elevation	Azimut
04:46:56	-0.833°	59.97°
5:00:00	1.48°	61.87°
6:00:00	12.6°	70.05°
7:00:00	24.29°	77.7°
8:00:00	36.33°	85.44°
9:00:00	48.49°	94.19°
10:00:00	60.47°	105.98°
11:00:00	71.43°	126.99°
12:00:00	77.69°	175.29°
13:00:00	72.81°	228.23°
14:00:00	62.17°	251.79°
15:00:00	50.26°	264.35°
16:00:00	38.1°	273.37°
17:00:00	26.03°	281.19°
18:00:00	14.27°	288.82°
19:00:00	3.06°	296.88°
19:21:48	-0.833°	300.02°

Fig. 160: Diagramme solaire par rapport le terrain d'intervention en mois de juin¹⁸⁸

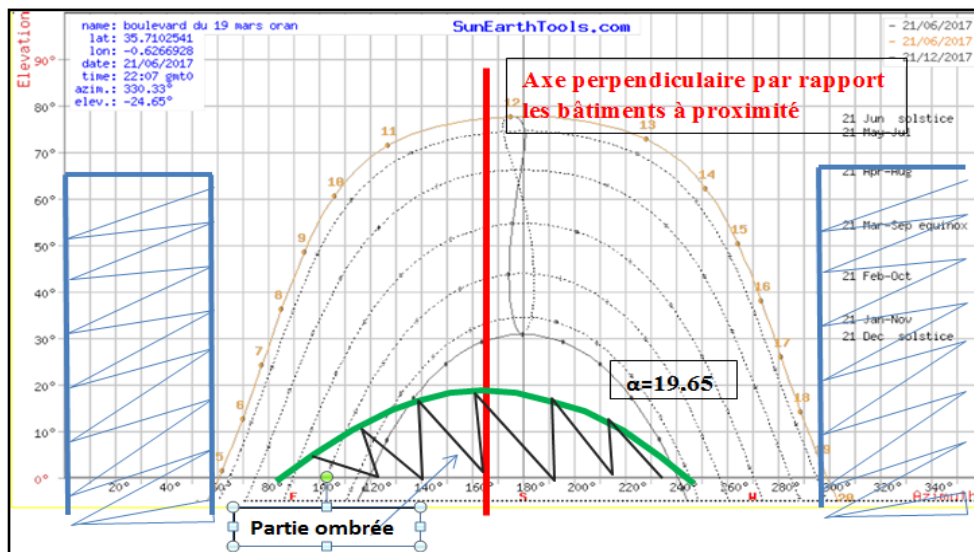


Fig. 161 : Diagramme solaire des masques proches (Juin)²⁵²

Synthèse :

Le site d'intervention ouvre plusieurs possibilités d'implantation de la masse bâtie et la planification des fonctions intérieurs, où on a constaté une différence considérable d'ensoleillement pour chaque saison & par rapport plusieurs angles d'orientation, D'après la superposition des diagrammes effectués dans 2 mois différents, on a sorti par une synthèse intermédiaire pour la projection de notre projet (voir fig. 162) :

¹⁸⁸ www.sunearthtools.com

¹⁸⁹ Diagramme réalisé par les étudiants par l'application des techniques de schématisation des masques solaires proches

*les façades orientées à un azimute de 240-30° sont peu ensoleillées (très faible).

*les façades orientées à un azimute de 60°-120° sont moins ensoleillées.

*les façades orientées à un azimute de 120°-140° sont bien ensoleillées (Voir fig.)

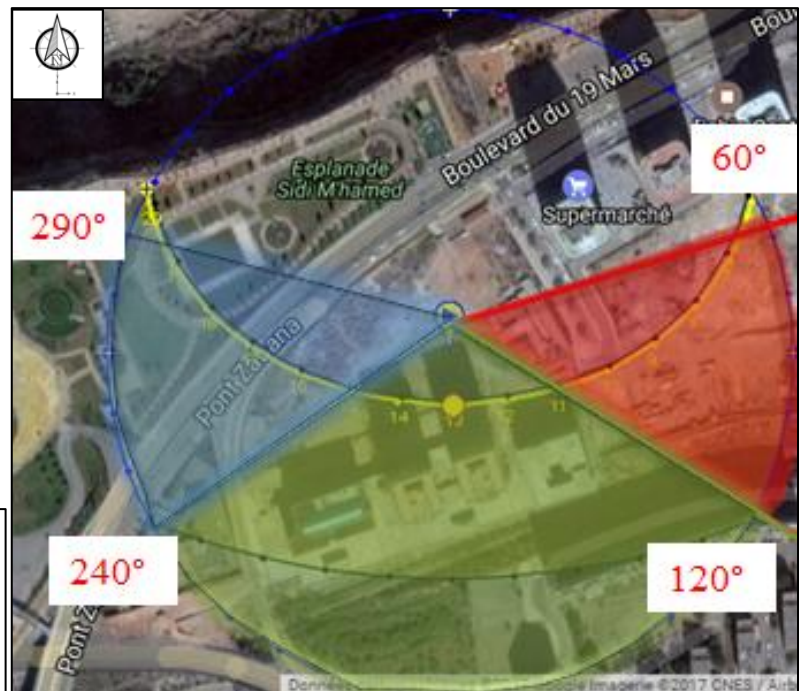
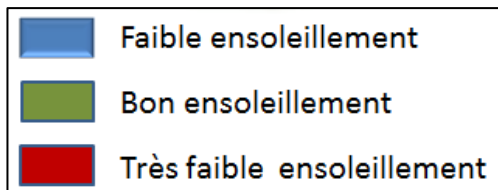


Fig. 162 : Qualité d'ensoleillement du site par rapport les angles d'orientation¹⁹⁰

5.1.10) Etude des vents :

- LE GISEMENT EOLIEN du front de mer oranais :

Variable	Value
Latitude	N 36.000000
Longitude	W 0.667000
Elevation	0 m
Start date	01/01/2013 00:00
End date	01/05/2014 00:00
Duration	16 months
Length of time step	60 minutes
Calm threshold	0 m/s
Mean temperature	18.6 °C
Mean pressure	101.7 kPa
Mean air density	1.218 kg/m ³
Power density at 50m	317 W/m ²
Wind power class	3 (Fair)

Tableau 29 : caractéristiques des vents (Front de mer, Oran, Algérie).¹⁹¹

La région Oranaise (plus précisément le front mer) présente un couloir constamment balayé par les vents. Les directions des vents mesurées soufflent en grande partie de l'ouest (voir tableau).

¹⁹⁰ Figure réalisée par les étudiants (Google Earth Pro & Photoshop)

¹⁹¹ Séminaire International sur le Génie Climatique & énergétique, 9, 10 et 11 Novembre 2015 Constantine, Algérie Page 51

Nom	Longitude (deg)	Latitude (deg)	Rugosité (m)	V (m/s)
Oran	-0.62	35.63	0.01	4.1

Tableau 30 : Caractéristiques du vent du site choisi¹⁹²

- **Roses des vents :**

La rose des vents joue un rôle très important dans la détermination des sites d'implantation, la forme du bâtiment et même la position des éoliennes qui produit de l'énergie. L'étude statistique des données nous a permis de déterminer la rose des vents qui est la représentation graphique de la fréquence du vent en fonction de la direction dans un repère polaire. Les résultats pour le site côtier du front mer d'Oran sont présentés dans la Figure 163.

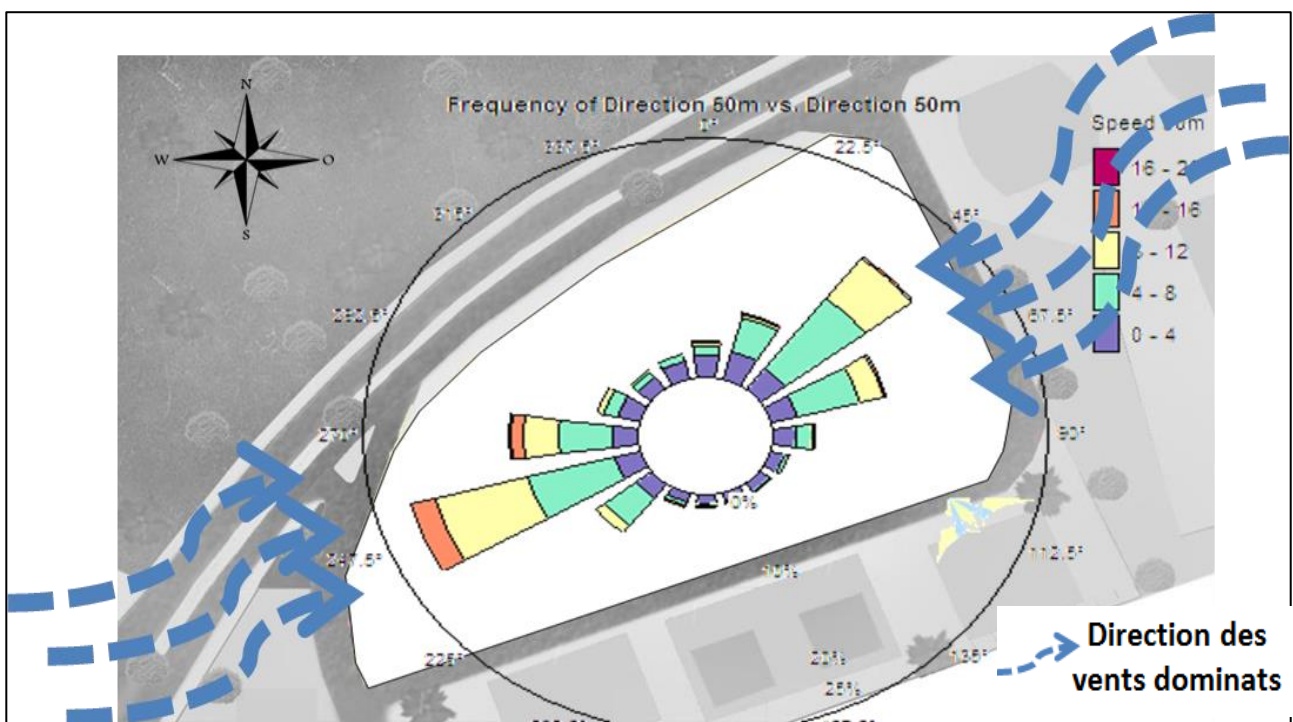


Fig. 163: Roses des fréquences de vent d'une attitude de 50m du sol.¹⁹³

Dans le site choisi et avec une attitude de 50m du sol. La direction dominante du vent est Ouest-Sud- Ouest (OSO : 247.5°) représentant jusqu'à 16%, des épisodes du vent et les directions prédominantes sont le Nord-Nord- Est (NNE) et le Est-Nord- Est (ENE), ils comptent respectivement 12% et 8 %.

Les sites côtiers ont un point commun, le secteur Ouest représentant un pourcentage des fréquences important.

¹⁹² R. Hamouche, 'Atlas Vent de l'Algérie', Publication Interne de l'ONM, Office National de Météorologie, Alger, 1990.

¹⁹³ Séminaire International sur le Génie Climatique & énergétique, 9, 10 et 11 Novembre 2015 Constantine, Algérie Page 52

Représentation mensuelle et journalière de la vitesse du vent :

En remarque après l'analyse de la vitesse mensuelle du vent pour le site choisie qu'il est comprise entre 5 m/s (mois d'Aout) et 6.5m/s (mois de novembre).en remarque qu'elle atteinte une valeur maximale pour une durée courte 8 m/s (mois d'Avril), (Figure 164).d'une façon générale elle est stable durant l'année.

Durant la journée on a des valeurs constantes et stables de vitesse du vent de 6 m/s, (Figure 165).

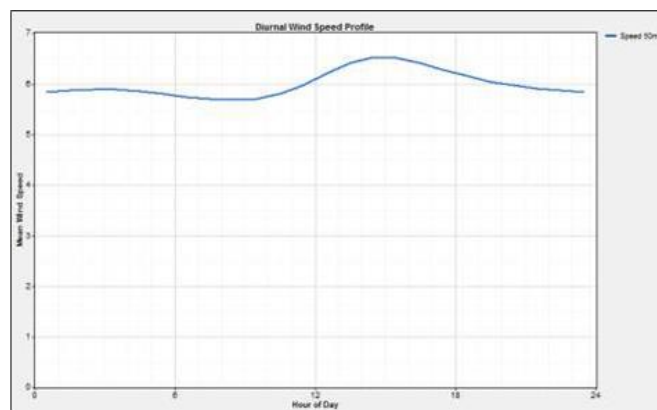
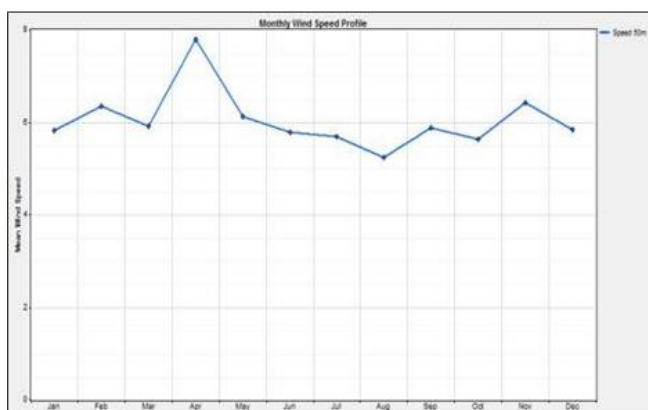


Fig. 164: profil de vitesse mensuelle du vent¹⁹⁴ Fig. 165 : profil de vitesse journalière du vent

5.2) Genèse du projet :

5.2.1) Etapes de la genèse :

A la lumière de l'analyse thématique et l'analyse se site, on a commencé notre projet par la détermination des grandes lignes à travers 6 grandes étapes suivant une certaine logique :

¹⁹⁴ Séminaire International sur le Génie Climatique & énergétique, 9, 10 et 11 Novembre 2015 Constantine, Algérie Page 53

Etape 01: Accessibilité & circulation

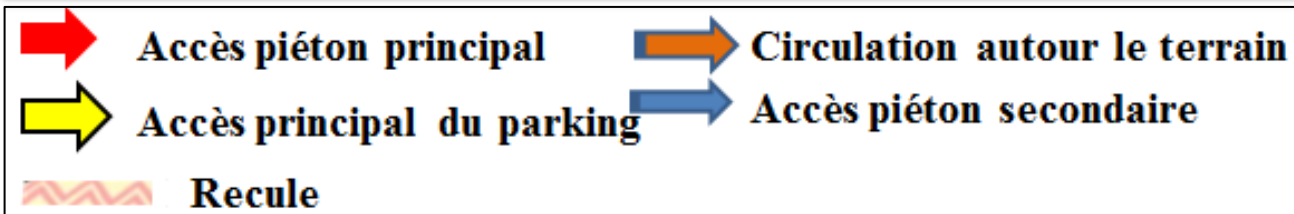
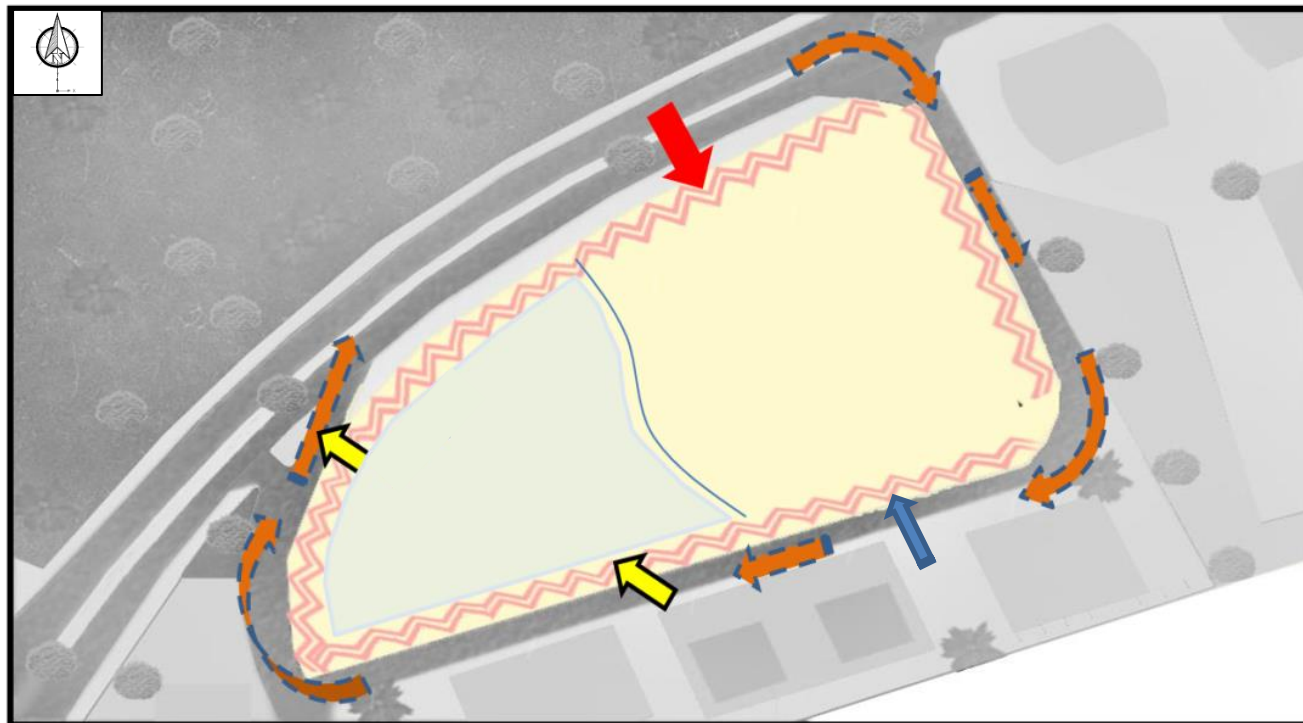


Fig. 166 : carte d'accessibilité & circulation²⁵⁸

On a tout d'abord créé un circuit circulaire d'un seul sens autour notre terrain d'intervention à partir de la route de la falaise vers une voie de dégagement de 8m de largeur (coté est du terrain), on continue ce circuit vers l'issue au côté ouest du terrain tout en créant un îlot rond-point (voir figure 166), sans oublier qu'il faut prendre en considération un recul obligatoire de 20m d'après l'analyse des critères d'implantation d'une tour.

Par cette démarche, on garantit une sécurité importante au niveau de circulation périphérique et au niveau d'accessibilité mécanique en évitant le maximum possible d'embouteillage et pour cela on a créé l'accès du parking dans la partie sud du terrain.

L'accès piéton principal est posé dans la partie nord du terrain ou on a la grande percé visuelle.

Etape 02 : Les axes majeurs d'implantation

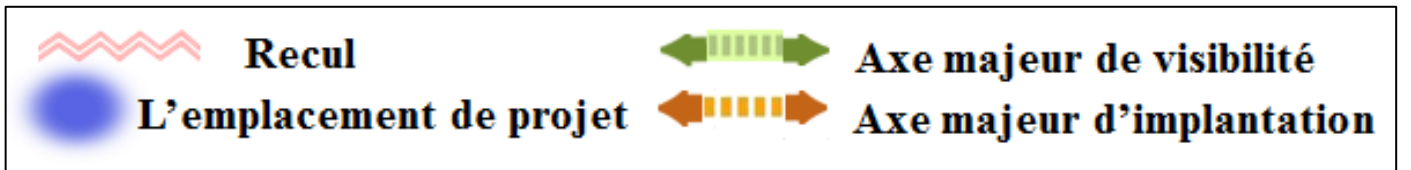
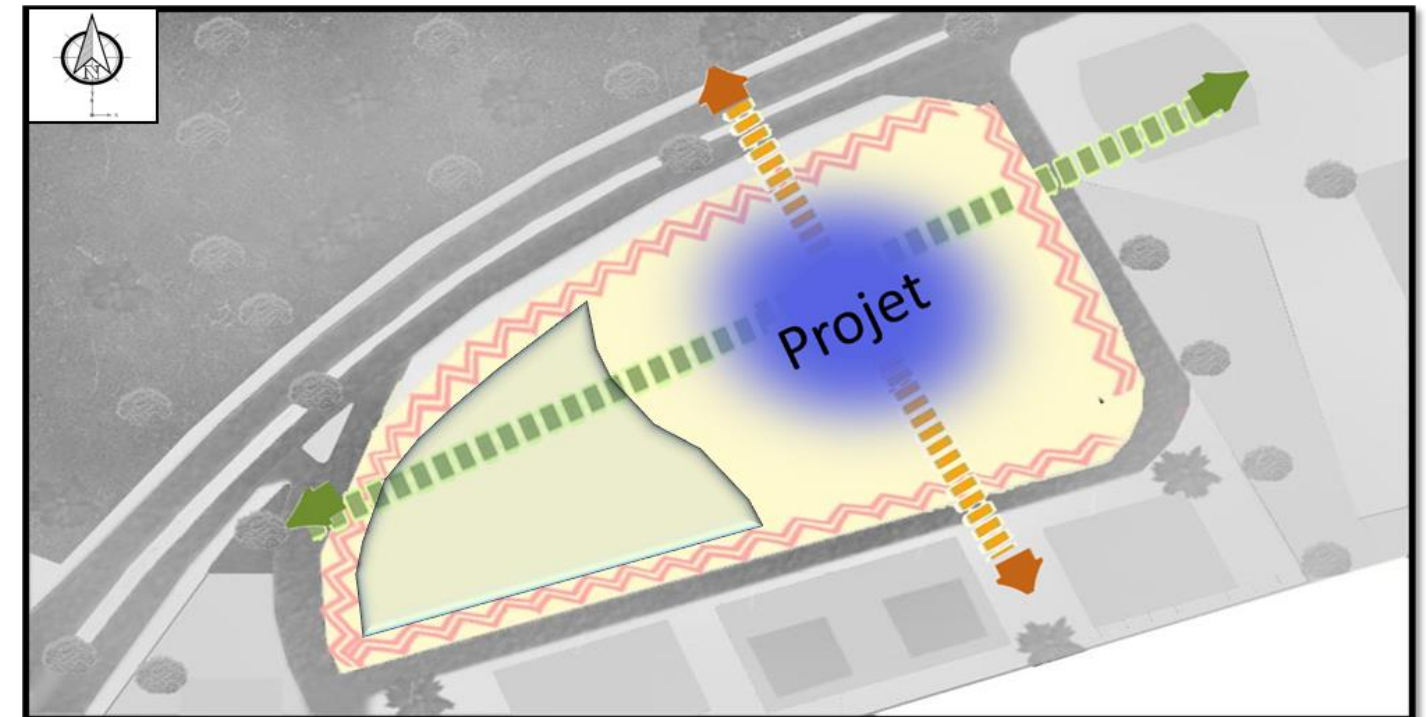


Fig. 167: Schéma de structure d'implantation du projet²⁵⁹

L'axe majeur d'implantation :

D'après les résultats de l'analyse d'ensoleillement et l'analyse du site, on a tracé l'axe d'implantation qui traverse en passant par le vide entre les bâtiments environnants de la partie sud pour plusieurs raisons :

- Profite du maximum possible des percés visuelles
- Éviter l'ombrage créé par les mêmes bâtiments environnants.
- Minimiser la distance de recul.
- Profiter de la largeur du terrain dans cette zone d'implantation.

L'axe majeur de visibilité :

Suivre le même axe de visibilité des tours du Mobilart pour assurer la continuité urbaine au niveau du Franc de mer.

Alors, notre projet sera implanté dans l'intersection des 2 axes majeurs

¹⁹⁵ Réalisée par les étudiants (AutoCAD, Photoshop).

¹⁹⁶ Idem

Etape 03 : Zoning en plan

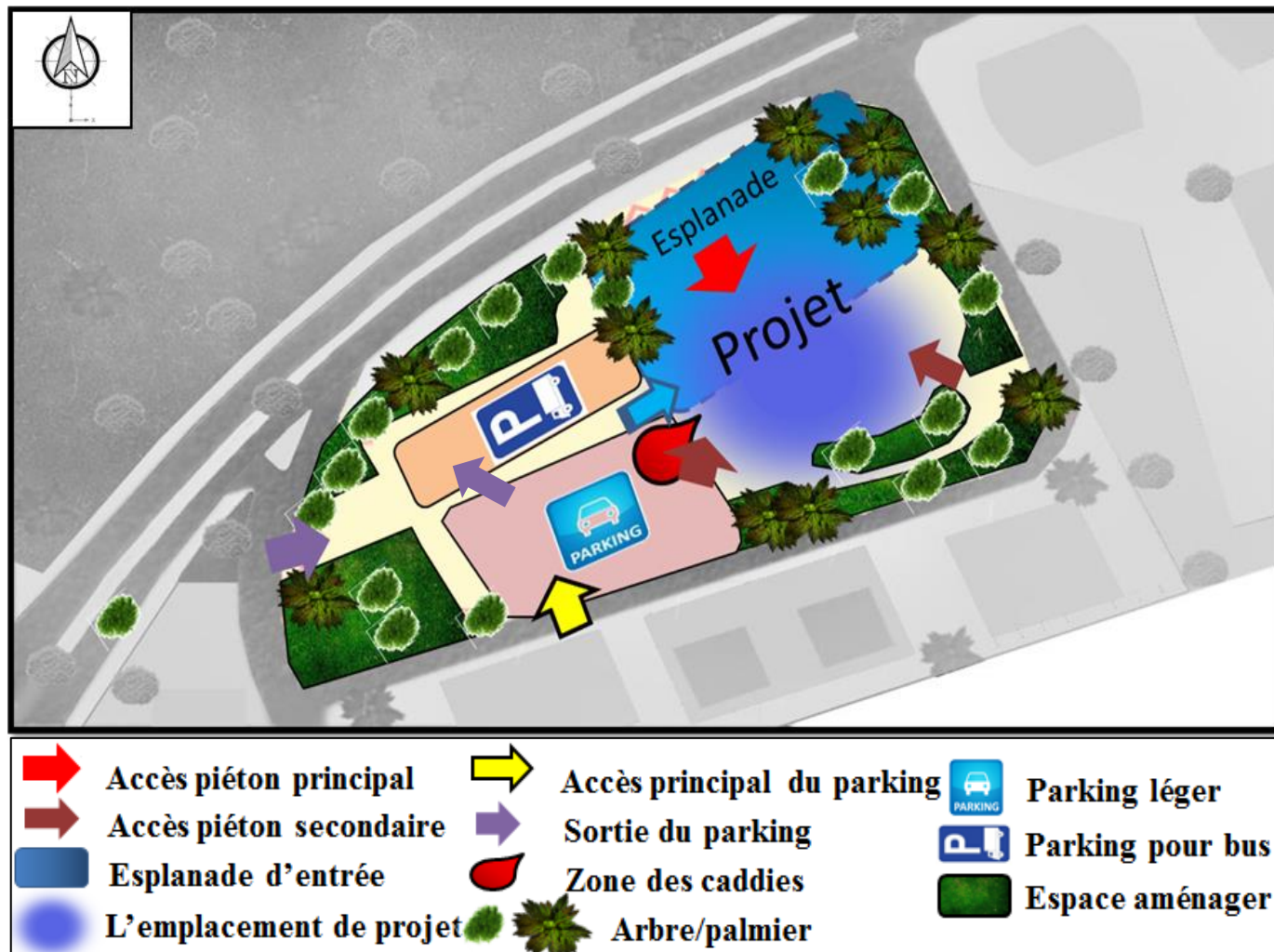


Fig.168 : Zoning en plan¹⁹⁷

Suivant la 2^e étape, on a commencé la planification des espaces par la mise en place d'une esplanade devant le projet pour marquer l'entrée principale.

On a implanté des parkings dans la partie ouest du terrain tout en articulant entre ces espaces extérieurs et les espaces intérieurs prévus pour notre projet par des accès piétonnes secondaires.

Etape 04 : Principe de base

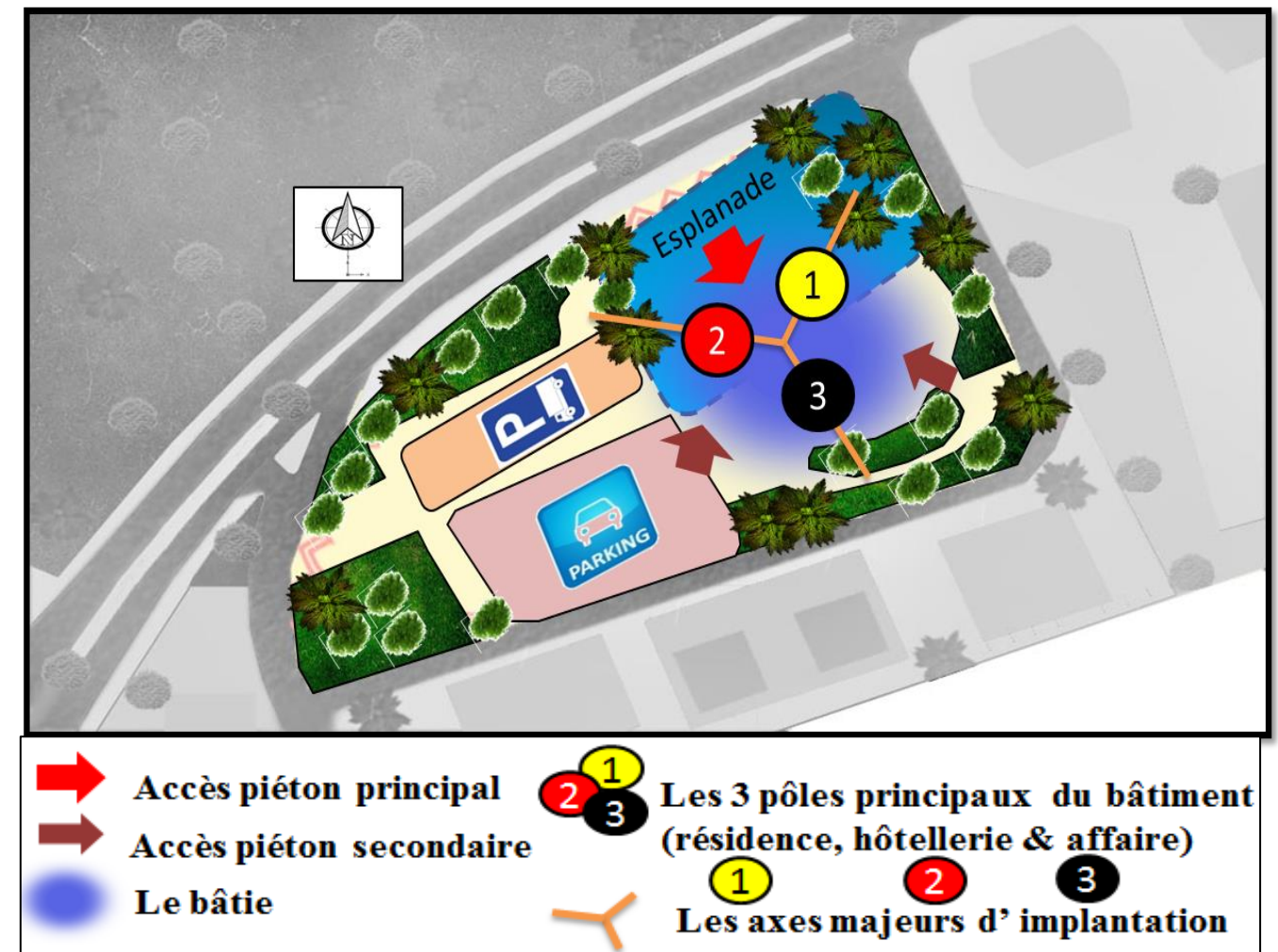


Fig.169 : Schéma du principe de base.¹⁹⁸

Notre 1^e réflexion sur la conception du projet (bâtie) est portée sur 2 grande volés :

Une base (socle) qui a une hauteur dimensionnée à l'échelle humain pour créer une certaine intégration urbaine (clinique CHILIA par exemple).

Un élancement des 3 volumes chacun présente une fonction majeure (résidence, hôtellerie, affaire) suivant un principe trident (des axes d'implantation de la forme d'une lettre Y) toute en créant un angle écarté au niveau de l'accès principale (symbole des bienvenues)

¹⁹⁷ Réalisée par les étudiants (AutoCAD, Photoshop).

¹⁹⁸ Idem

Etape 05 : Organisation spatiale

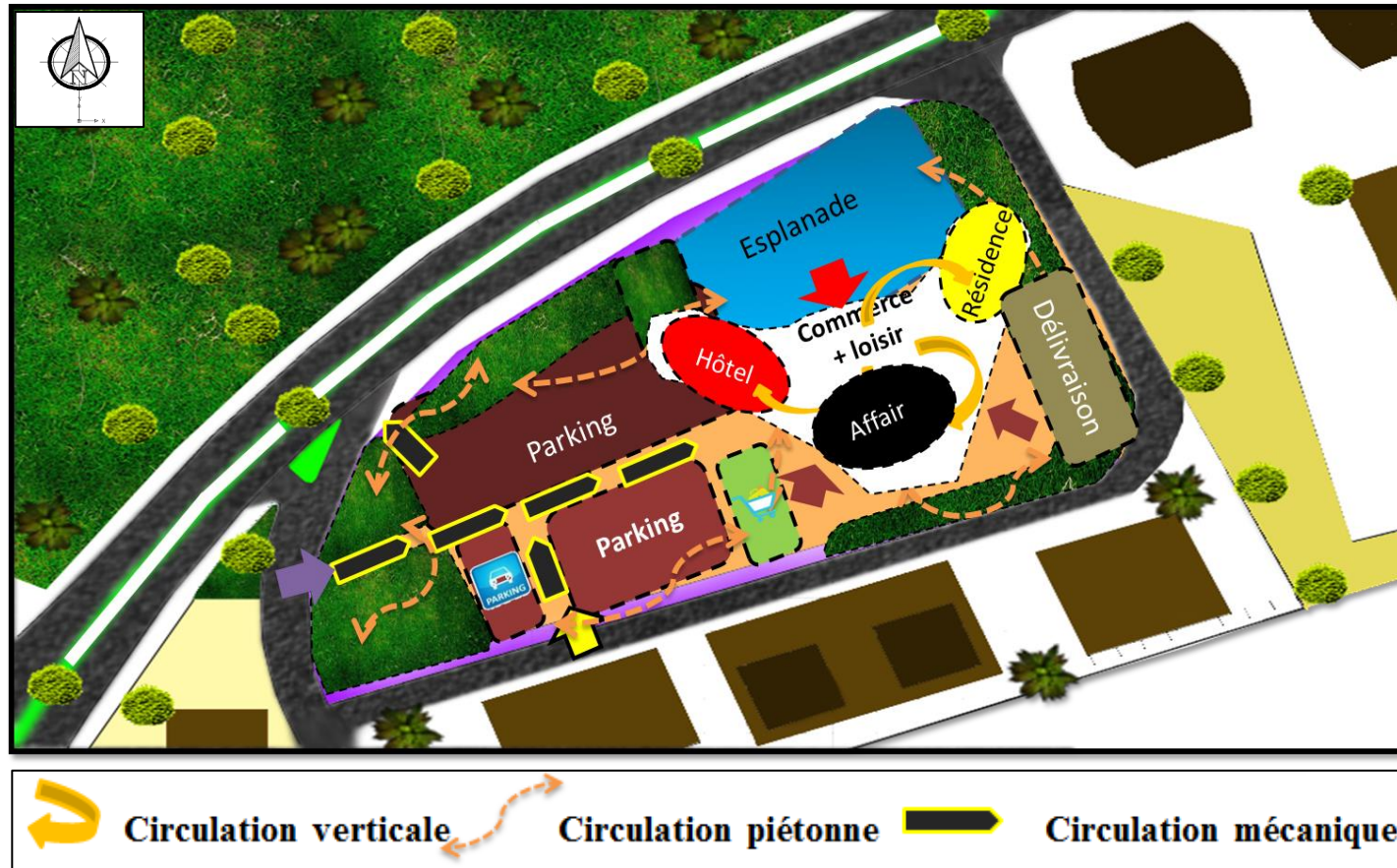


Fig. 170: Schéma d'organigramme spatial¹⁹⁹

Pour l'organisation spatiale du projet : on a laissé la partie base du bâtiment pour les activités commerciales, de loisir et d'accueil en profitant de la relation Int/ext de ces activités avec le parking et les esplanades et l'espace de livraison (isolé pour les véhicules lourd au côté est du bâtiment), par des accès piétonnes principal ou secondaires.

Pour l'organisation spatiale des 3 volumes élancés, on a posé l'activité résidentielle et l'activité hôtellerie dans la façade principale pour profiter du maximum possibles des vue panoramique (ou la résidence est implantée dans le coté est du bâtiment pour assurer une certaine continuité fonctionnelle avec les tours du Mobilart. Au moment où la partie affaire (qu'elle est d'après le programme une certaine richesse superficielle qui oblige un élancement supérieur que de celles des autres tours) à l'arrière car

Il est le volume le plus haut donc il ne sera pas gêner par les autres volumes.

Les occupants de ces espaces (les employés des entreprises) seront concentrés par leurs travaux et n'auront pas un intérêt primordial pour les vues panoramiques comme les occupants des autres espaces.

¹⁹⁹ Réalisée par les étudiants (AutoCAD, Photoshop).

²⁰⁰ Idem

Etape 06 : Zoning en élévation

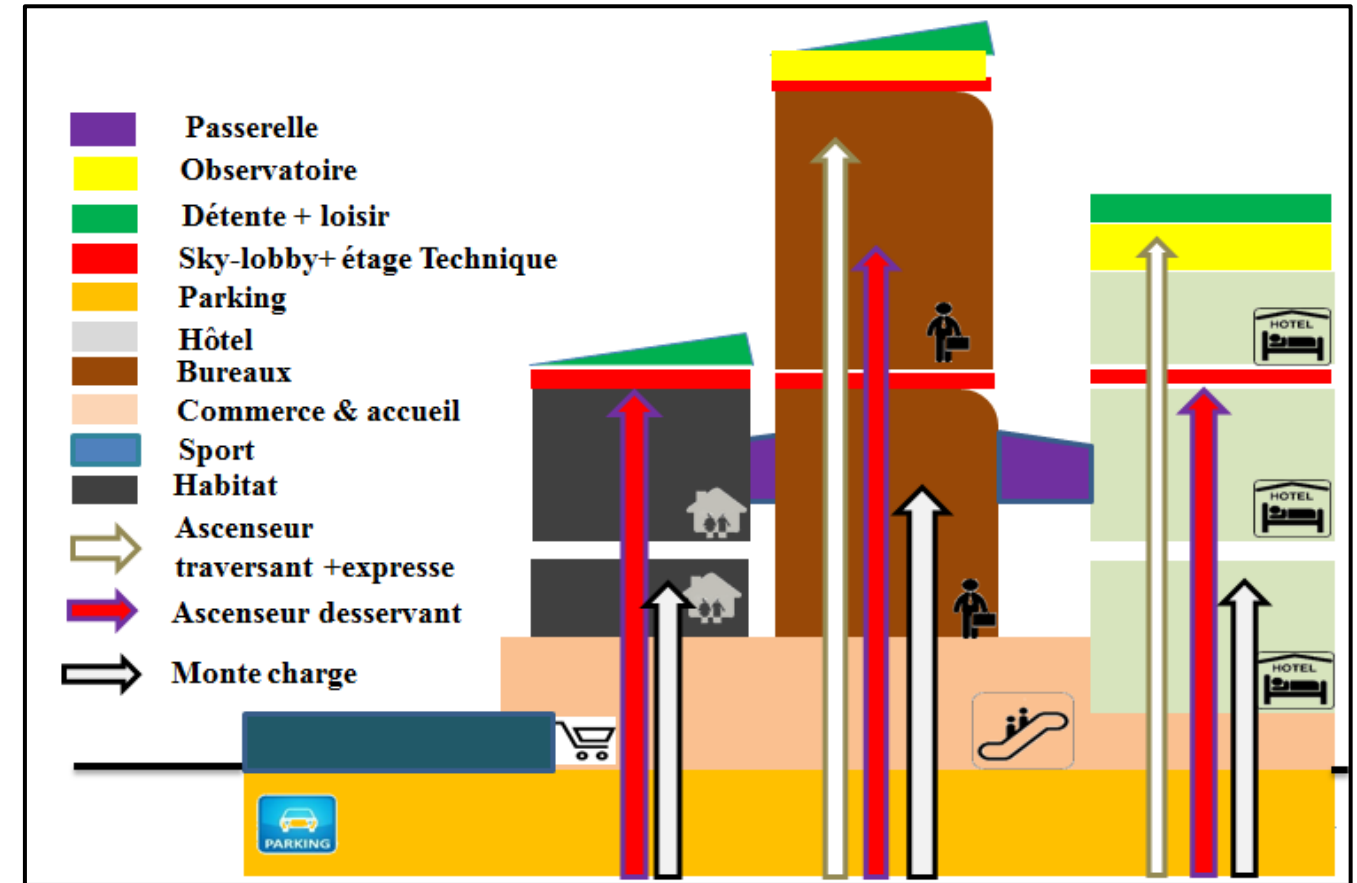


Fig. 171: Zoning en élévation²⁶³

On va assurer la circulation verticale par des ascenseurs et des montes charges seront implantées dans les noyaux centraux de chaque tour qui traversent le long du bâtiment dès les parkings souterraines jusqu'aux derniers étages, et par des escalators au niveau de la base du bâtiment.

On va créer une passerelle qui relie les 3 volumes élancés dans un Sky-Lobby après une certaine hauteur.

5.2.2) Etude de la volumétrie :

a) En plan

Phase 1:

A partir de l'axe majeur d'implantation, on a créé 2 autres axes secondaires disposés sous une forme d'un bras ouvert sur l'esplanade (symbole d'accueil), le tout construit des médianes de triangle.

On a choisi cette forme car elle est symbole d'équilibre et aussi parce qu'elle contient les 3 pôles qu'on a besoin.

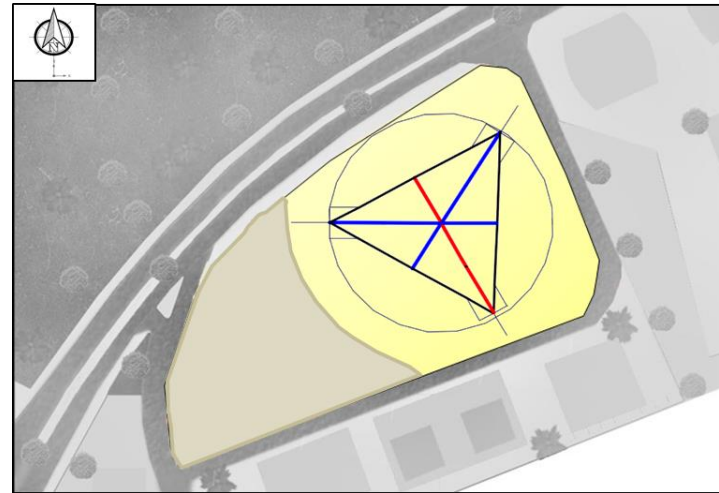


Fig.172 : Phase 1

Phase 2:

On a extrudé les 3 côtés de ce triangle pour casser la régularité (cette action est purement technique qu'on va la découvrir en 3D)

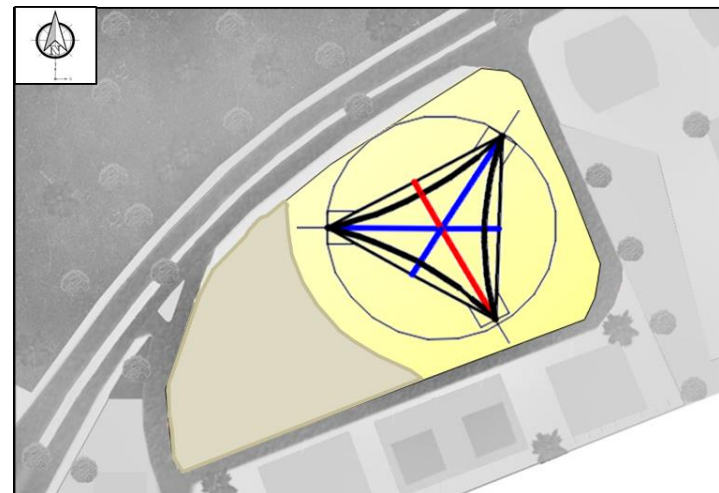


Fig. 173 : Phase 2

Phase 3:

On retracé les derniers lignes périphérique du triangle par des rectilignes pour tracer un périmètre logique et tramé pour notre projet.

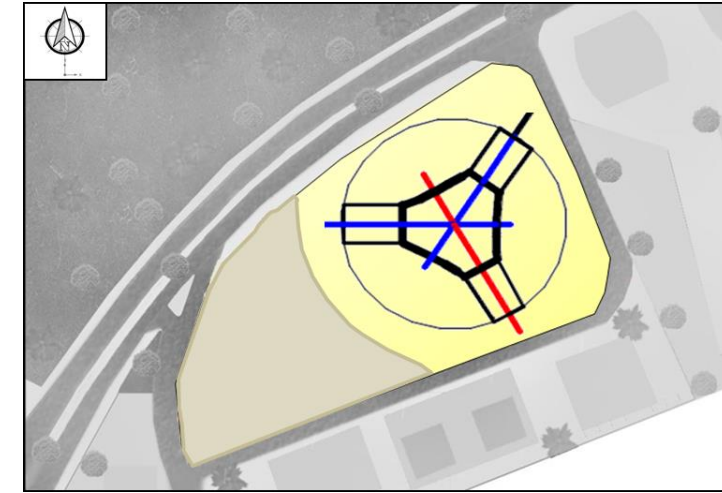


Fig. 174 : Phase 3

Phase 4:

Après on a devisé cette dernière forme géométrique en 4 parties tout en modelant le la figure central a une forme fluide et éclatée

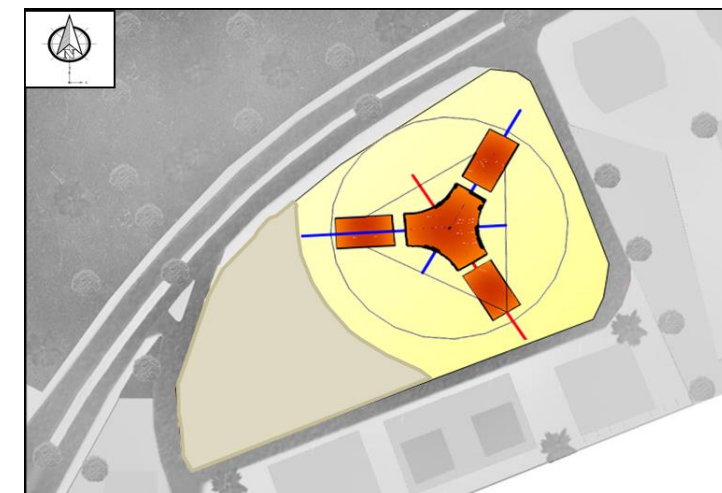


Fig. 175 : Phase 4

²⁰¹ Réalisée par les étudiants (AutoCAD, Photoshop).

b) En élévation (3D) :

Etape 1 : Volume de base

On a entamé la conception en 3D par le dégagement des 3 volumes misent en avant dans le plan tout en gardant le volume d'arrière avec le niveau de la base, et cela pour respecter la distance de recule proposée par rapport les bâtiments proches (dans la partie sud).

La hauteur de chaque volume a une relation directe avec l'importance de la fonction mais aussi le ratio & le programme en général.

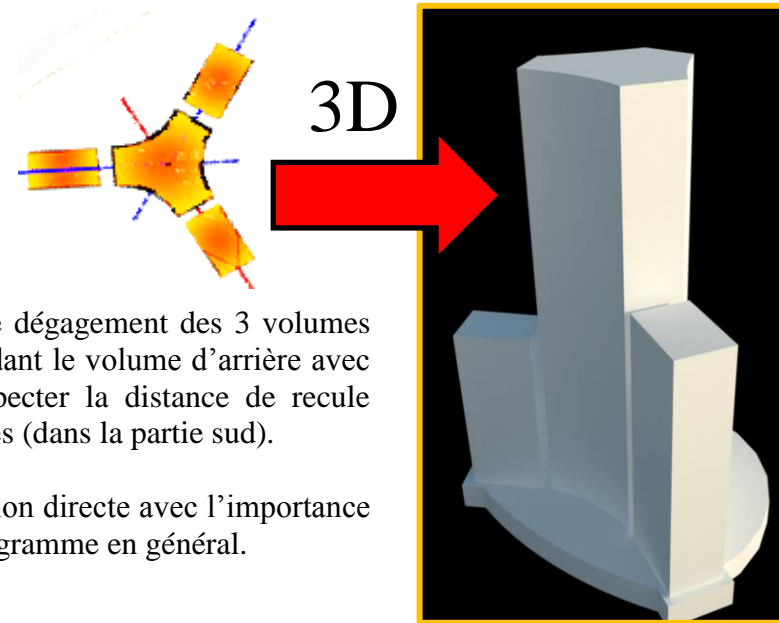


Fig. 176 : Volume de base

Etape 2 : Extruder, tailler & Rétrécir

Extrusion de la volumétrie dans les 4 cotés (voir Fig.177) afin d'assurer une forme aérodynamique pour une meilleure distribution du vent ce qui permet de réduire les charges latérales agissant sur la structure (voir les figures présentés par le programme Autodesk Follow design CFD qui montre l'impact du vent sur les surfaces latérales du volume global).

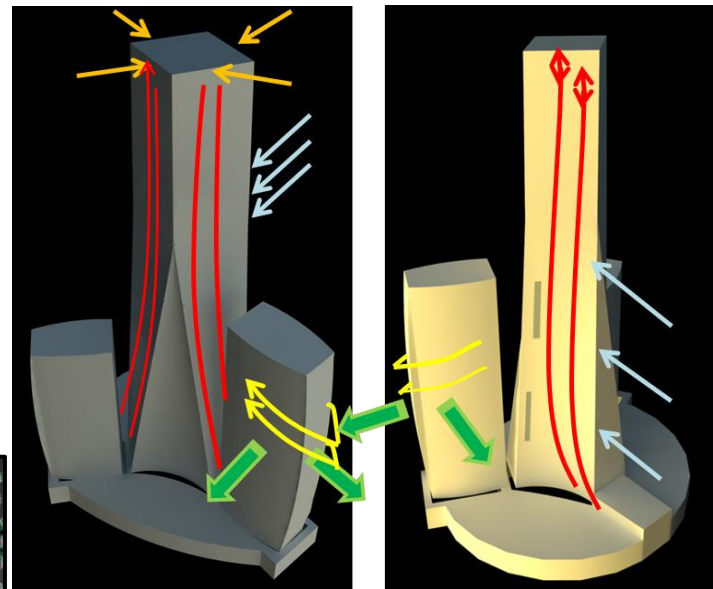


Fig. 177 : Extruder, tailler & Rétrécir le volume de base²⁶⁶

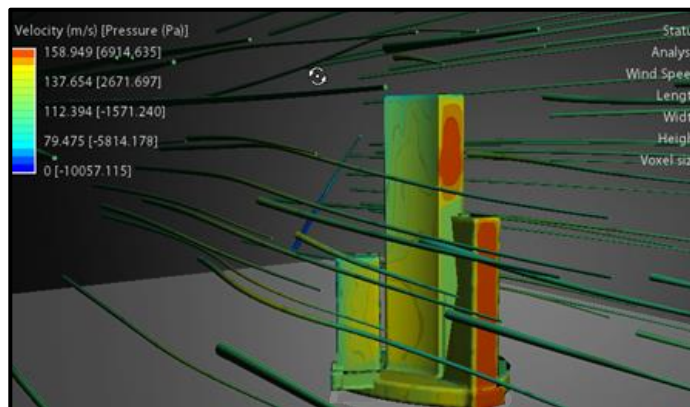


Fig. 178 : Volume primaire (effet du vent conventionnelle à 100 Km/h)²⁶⁵

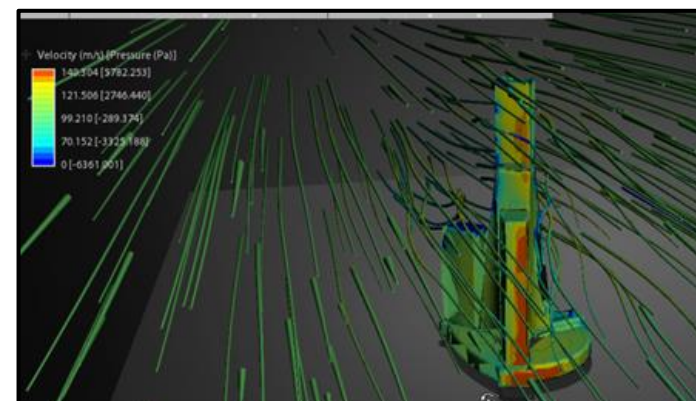


Fig. 179 : Effet du vent conventionnel à 100 Km/h sur le volume modifié²⁶⁵

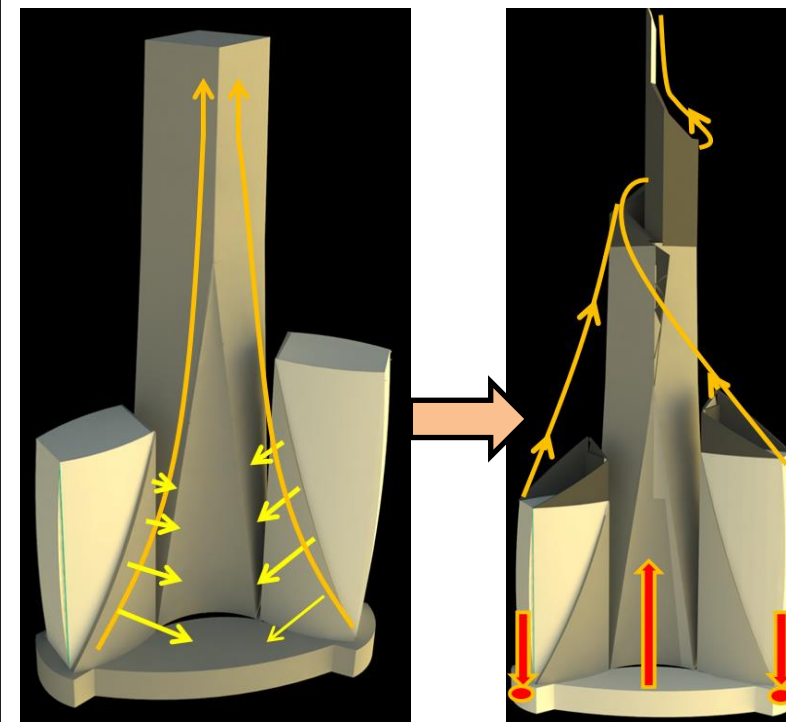


Fig. 180 : Unité, continuité & homogénéité de la volumétrie²⁶⁶

Etape 3 : Unité, continuité & homogénéité

Pour assurer l'homogénéité & la cohérence entre les 3 volumes, on a sortie des petits volumes dégradés dans des 2 volumes latéraux pour donner une impression visuelle que le volume qui se trouve en arrière-plan commence dès le 1er plan.

D'autre part, on a effectué des opérations au niveau des couronnements et la base des 3 tours pour garder le même principe de la composition volumétrique.

Etape 4 : Un symbole de la ville.

Enfin on a essayé d'ajouter certain symbolisations pour notre projet, donc on a cherché dans la ville d'Oran à des immeubles qu'ont un poids et qui partagent la même vocation (économique) et la même fonctionnalité de notre projet.

Donc on a inspiré du volume de passerelle du Siège de Sonatrach d'Oran et le poser au milieu du notre projet pour obtenir une certaine symbolisation fonctionnelle et une relation entre les 3 volumes.



Fig. 181 : Suivre les mêmes caractéristiques d'un édifice symbolique d'Oran (Siège de Sonatrach)²⁶⁶

Etape 5 : Volume final

Fig. 182: les façades du volume final

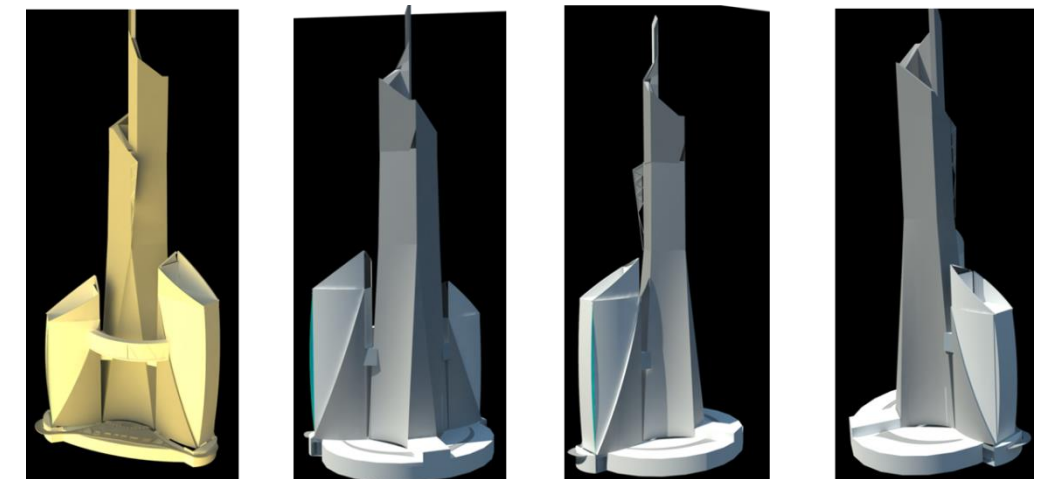


Fig.a:Façade nord Fig.b: Façade sud Fig.c: Façade ouest Fig.d: Façade est

²⁰² Réalisée par les étudiants : Autodesk Follow design CFD

²⁰³ Réalisée par les étudiants à l'aide du : Sketch UP, 3DS MAX & V-Ray

5.2.3) Les façades :

Suivant notre principe de base qui divise le bâtiment en 2 grandes parties (base +tours), notre réflexions par rapport les façades est aussi portée sur les 2 volés :

- 1) **Une base dimensionnée a une échelle humaine**, cela nous conduit à donner une grande importance au petites détailles, Principalement à travers une façade dégagée au profile de vitrage pour faire entrer plus de lumière, d'autre part une expression d'une métaphore pour formuler une symbolisation par rapport la ville d'Oran ,parmi ces symboles, le visage du lion de la place d'arme ou on a utilisé un rapport entre le vide-plein pour exprimer cette métaphore, mais aussi cette dernière est utilisée d'une manière purement technique surtout dans la gestion de la lumière (voir chapitre technique-Eclairé).

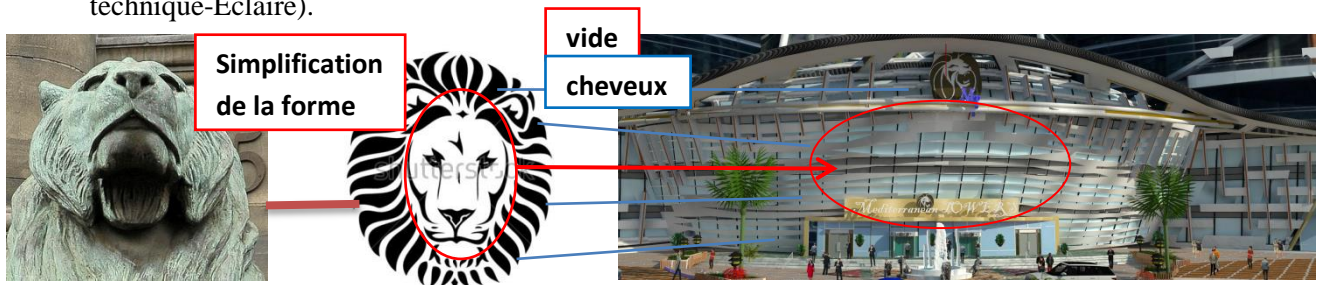


Fig. 183 : Schéma explicatif des différentes étapes de la conception de la façade.

- 2) **les tours** : Plus que l'échelle augmente plus que les petits détails sur la façade devient moins intéressants, Alors pour cette raison on a essayé de donner une grande importance à l'aspect formel présenté par les formes fluides ,les courbes...,Mais aussi l'utilisation de la structure comme un élément décoratif, dégagé en exosquelette suivant des formes géométriques intéressantes (figure 184) .

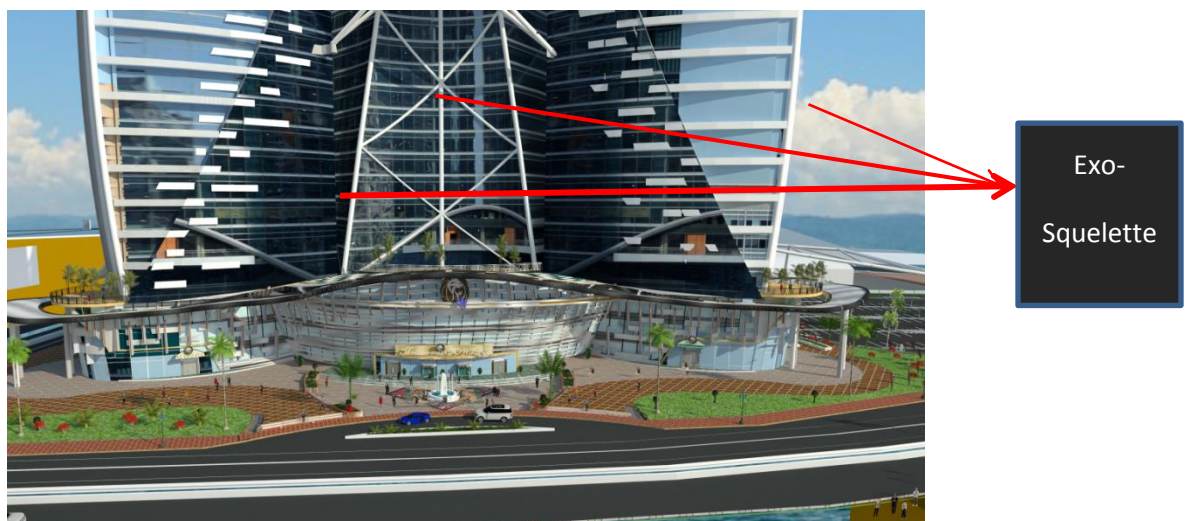


Fig. 184 : Façade principale du projet

5.2.4) Formalisation du projet :

5.2.4.1) Accessibilité :

a) Accès principal :

Chaque projet doit avoir un accès principal incitant les visiteurs à prendre une direction déterminée pour accéder au cœur du bâtiment. Pour notre cas on a choisi de démarquer

l'entrée principale par une grande esplanade placée en face le boulevard très fréquenté de la falaise. Ce même dégagement accueillera par la suite l'accès principal d'hôtellerie.

b) Accès secondaire :

Ces types d'accès sont placés principalement sur les piétonnières assurant d'une part la liaison entre les différents équipements et d'autre part ils permettent un accès rapide et directe. Pour notre cas on a placé ces accès (accès du centre commercial) dans la façade sud pour être près du parking extérieur et pour minimiser la circulation piétonne.

c) Accès habitat :

Pour plus d'intimité et pour offrir un confort optimal aux résidents un accès leurs est réservé dans la partie semi public du projet (partie est du projet) toute en séparant entre ce derniers et les autres accès par un aménagement extérieur isolant (les haies, les arbustes. Etc.).

d) Accès service :

Ces accès restent réservés aux services de livraisons ..., ils permettent d'avoir une circulation fluide, alors notre accès service est placé à l'opposé de l'accès principal.

e) Accès mécanique :

Notre projet est muni d'un accès mécanique menant au parking du sous-sol, et d'un autre à un parking en plein air.

Ces accès ont été créés à partir de deux voies à faible flux mécanique afin d'éviter tout problème de circulation ou d'embouteillage.

5.2.4.2) Circulation verticale :

Tours :

* Le noyau central du tour d'affaire contient :

- l'ensemble des ascenseurs (au nombre de 6) dont une partie traversent l'ensemble de la tour, et l'autre qui s'arrête au niveau 19 (Sky-lobby).

* Les noyaux centraux des tours d'habitat & hôtellerie (noyaux centraux identiques) ont

- 4 ascenseurs pour chaque une.

* Les 3 noyaux ont en commun :

- 2 escaliers de secours traversant l'ensemble de la tour.

- Une monte de charge.

2 escaliers sont ajoutés aux premiers étages (au niveau de la base) de la tour pour gérer le flux important de circulation.

Centre commercial :

On y trouve :

- 2 escalators dans la partie centrale du centre commercial.

- 2 escalators dans la partie centrale d'hypermarché.

- 3 montes charges pour la livraison.

5.2.4.3) Circulation horizontale :

La circulation horizontale de notre projet part sur un système ramifié (de grands halls desservant d'autres qui a leurs tours vont reliés les différentes fonctions annexés au programme).

La circulation horizontale qui relie différentes fonctions est utilisée que dans les étages inférieurs (au niveau de la base) ou au 19^e étage (Sky-lobby).

Chapitre VI :

Approche technique

6.1) Introduction :

Dans ce chapitre-là, on va passer d'une grande échelle à une petite échelle ou on va étudier l'aspect structurel et aussi l'aspect fonctionnel en détaillant leurs techniques de constructions et les nouvelles technologies utilisées pour répondre aux exigences de ces techniques en y affectant des systèmes structurels spéciales, des MDC bien définis ou de revêtement approprié et enfin un confort adapté aux besoins nécessaire. Alors, l'approche technique a pour but de concrétiser ces choix variés afin d'être adoptés pour la modélisation de notre projet.

6.2) Technologies utilisés :

6.2.1) Structure :

Introduction :

On a mis en place une structure spéciale pour les bâtiments en grande hauteur ou chaque élément garantis la stabilité de l'ensemble.

On a utilisé dans ce schéma (figure 185) le système de noyau central entouré par des mégas colonnes avec des exosquelettes en façades.

Les techniques utilisées pour la structure seront illustrées dans ce chapitre & ils ont été illustrés même au 1^e chapitre (approche structurelle des tours).

(Fig. 186) représente un assemblage de référencement global des structures prédestinées dans notre projet.

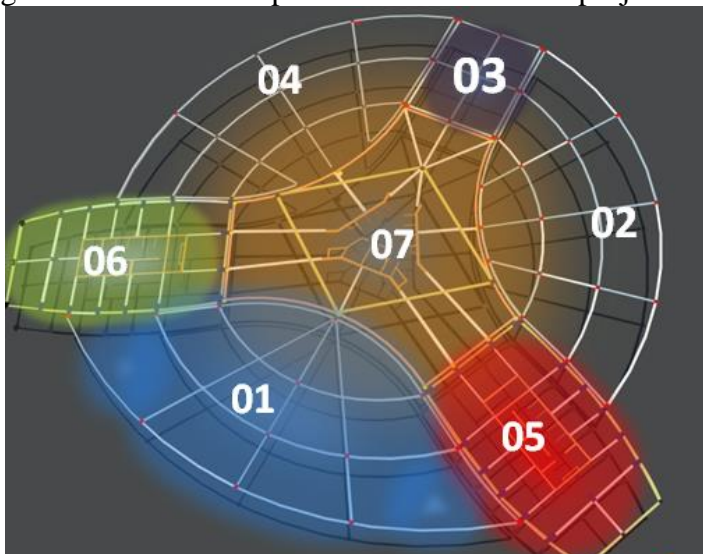


Fig. 186: Assemblage de repérage structurel²⁶⁸

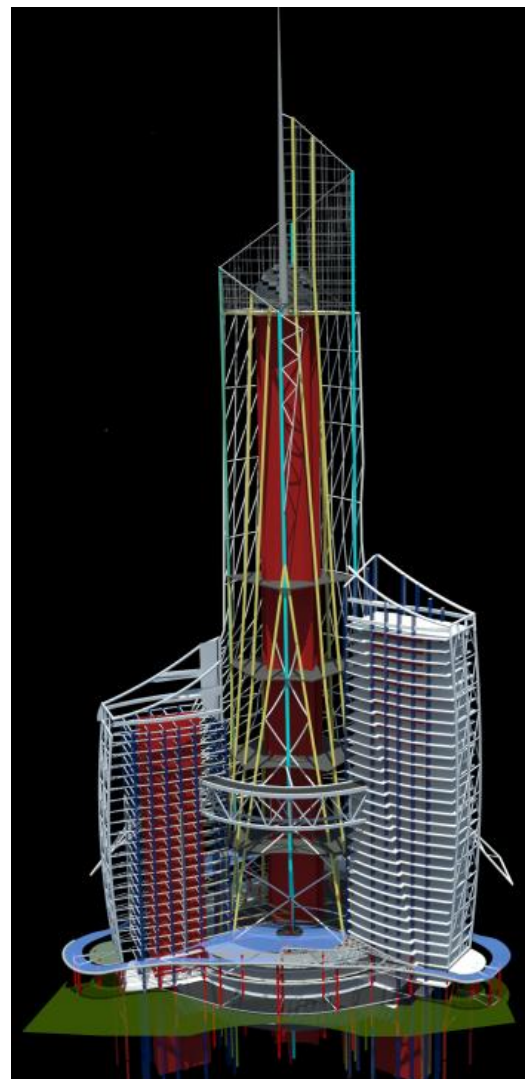


Fig. 185: modélisation de la structure en 3D²⁶⁷

²⁰⁴ Modélisation réalisée par les étudiants (Tekla).

²⁰⁵ Assemblage réalisé par les étudiants (Sketch UP + 3Ds Max).

Détaille technique :

a) Infrastructure :

*Fondation :

Dans le cas de notre projet, on a installé un Radier dans le socle de tout l'ensemble bâti avec une installation des pieux forés simples (voir détail de ces 2 techniques dans le chapitre théorique –p10/11-12).

*Voiles du soutènement :

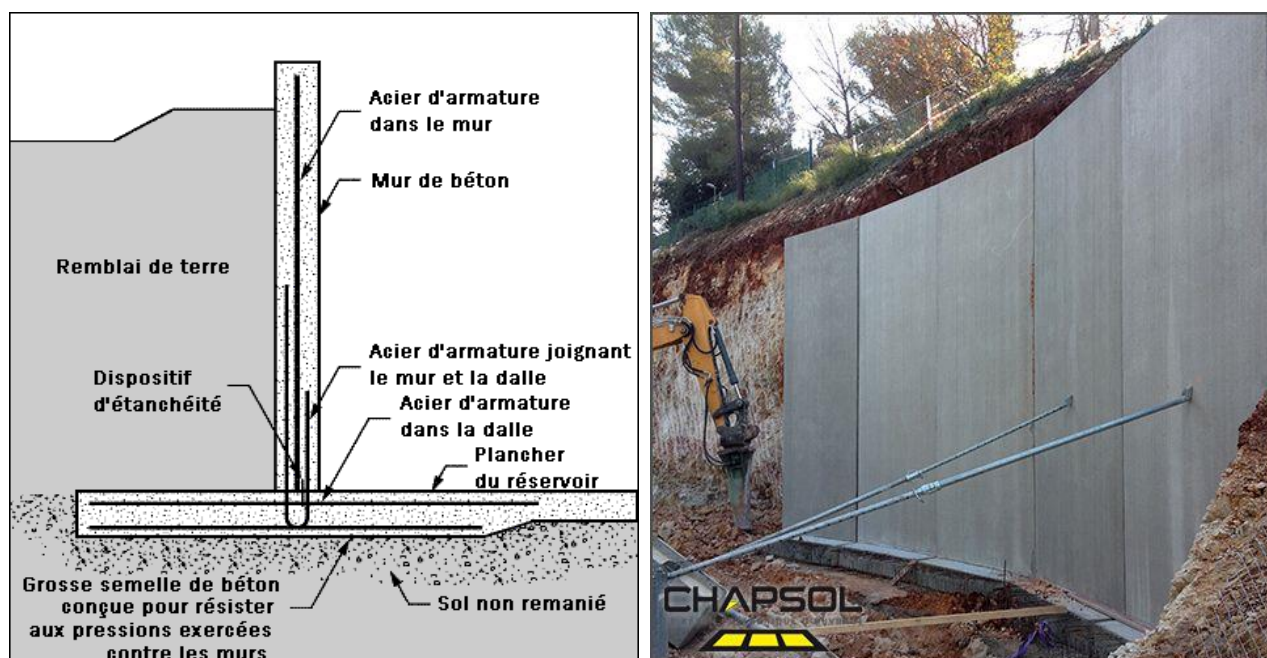


Fig. 187 Coupe de ferrailage des voiles du soutènement

Fig.188 : Murs du soutènement

Pour la réalisation des sous-sols, un voile périphérique en béton armé est nécessaire afin de résister à la poussée des terres.

Les murs de soutènement sont destinés à prévenir l'éboulement ou le glissement d'un talus raide. Dans notre cas ils sont essentiellement employés pour réduire l'emprise d'un talus naturel. Ils sont composés d'une paroi résistante et d'une semelle de fondation.

Ces voiles exigeront un drainage périphérique afin d'éviter les infiltrations d'eau. La zone d'installation de ces écrans dans le cas de notre projet est la périphérie de l'intégralité d'assemblage présenté dans (Fig. 186) pour les 4 niveaux souterrains.²⁰⁶

²⁰⁶ <https://www.anco.pro/blog/construire-un-mur-de-soutènement>

b) Superstructure

Les tableaux suivants énumèrent les différentes structures choisies, dans notre projet dans chaque joint (secteur) qui contient l'ensemble (7 secteurs), et les différentes caractéristiques de leurs éléments structuraux :


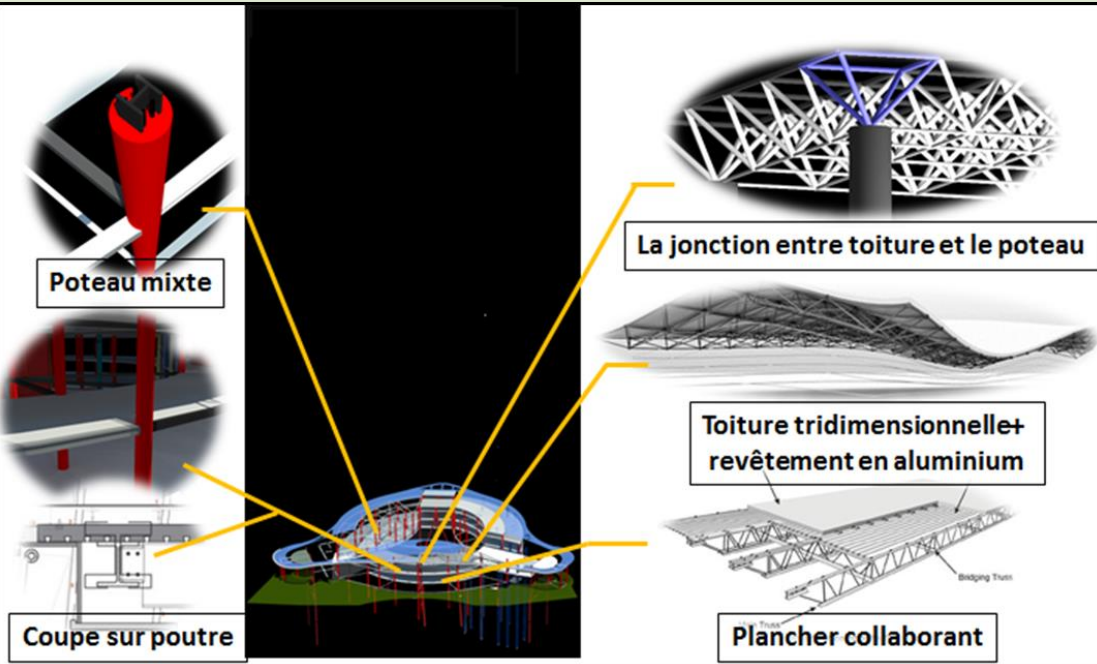
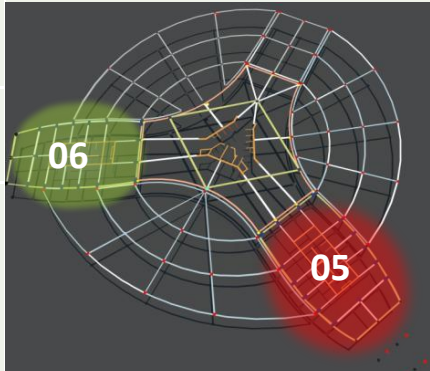
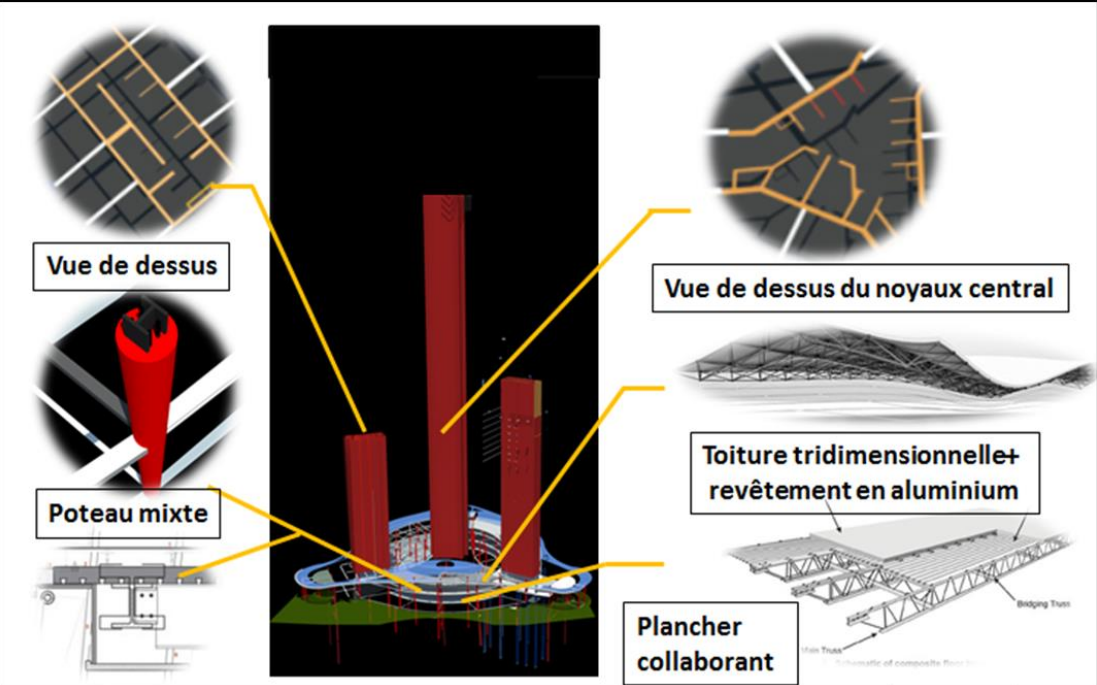
Zone (joint)	Élément de structure	Matériaux	Dimension (cm)	Illustration	Détaille technique
Fondation	Pieux profonds	Acier, béton	+300		 <p>La base : Pour les 4 étages inférieurs qui présentent le socle du bâtiment, On a choisi un système d'une structure métallique avec des poteaux mixtes et des planchers collaborant couverts par une toiture tridimensionnelle (Voir détail de tous ces éléments au 1^e chapitre dans la partie des éléments structuraux des IGH).</p>
	Dalle précontrainte	Acier, béton	2750 m ²		
Sous-sol	Murs de soutènements	Acier, béton	EP: 50		
(1.2.3.4)	Poteaux mixtes	Acier, Béton	Ø80		
	Poutres métalliques	Acier	50×35		
	Plancher collaborant	Tôle, acier, béton laine de verre ou laine de roche (isolant)	$1/12 < \text{épi}/d < 1/10$		
01	Plancher tridimensionnelle	Acier Aluminium	Surf (1553.8m ²) Périm (170.5m)		 <p>Les 3 tours : Pour les 3 volumes élancés au ciel, On a utilisé des structures basées sur des noyaux centraux dans chaque tour entourés par des mégas colonnes dans l'enveloppe de chaque tour (voir détail et comportement de cette structure dans le chapitre I (Partie : systèmes structuraux intérieurs des bâtiments en grande hauteur).</p>
	Noyaux centraux	Acier +Béton	772 x 1880		
5 & 6	Méga colonnes	Acier	100 x 80		
	Poutres métalliques	Acier	40 x 30		
	Plancher collaborant	Tôle, acier, béton laine de verre ou laine de roche (isolant)	$1/12 < \text{épi}/d < 1/10$		
	Contreventement (grille en diagonale)		Ø20		

Tableau 31 : Les différentes caractéristiques des éléments structuraux des joints (de 1 à 6).²⁰⁷

²⁰⁷ Réalisé par les étudiants

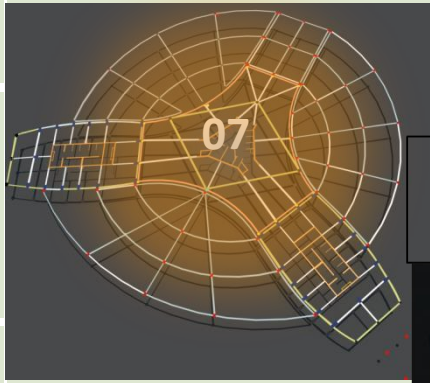
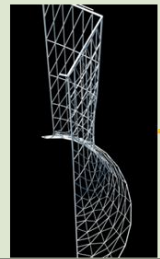
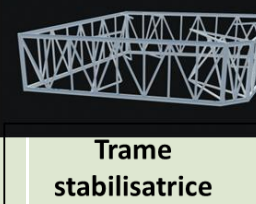
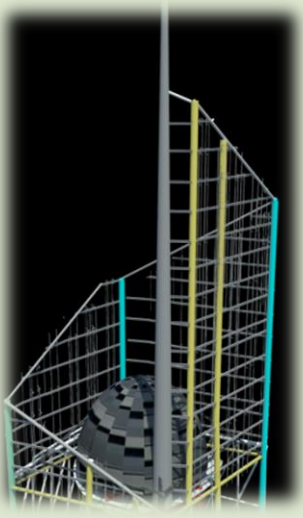
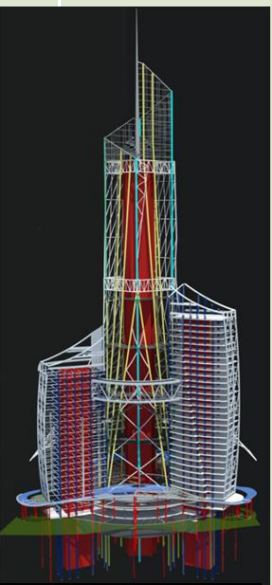
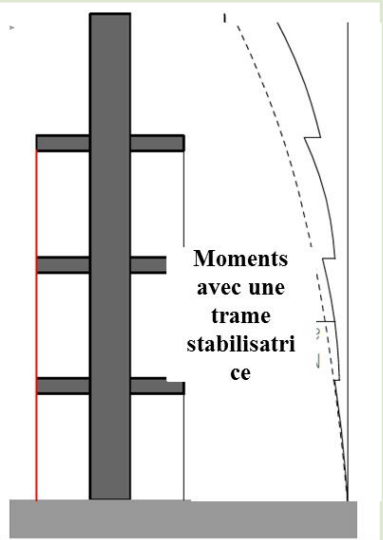
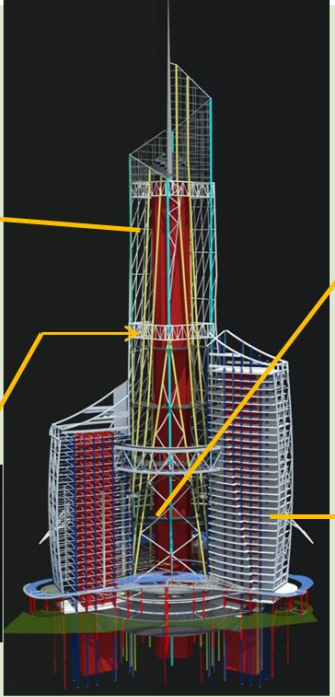
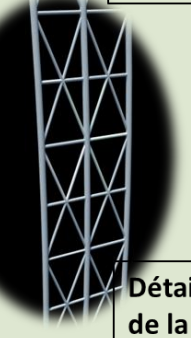
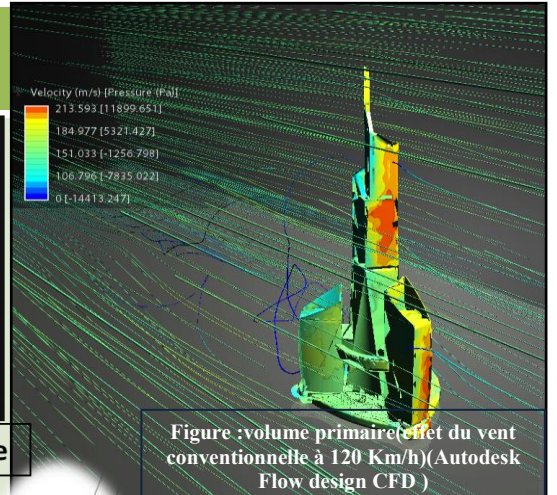
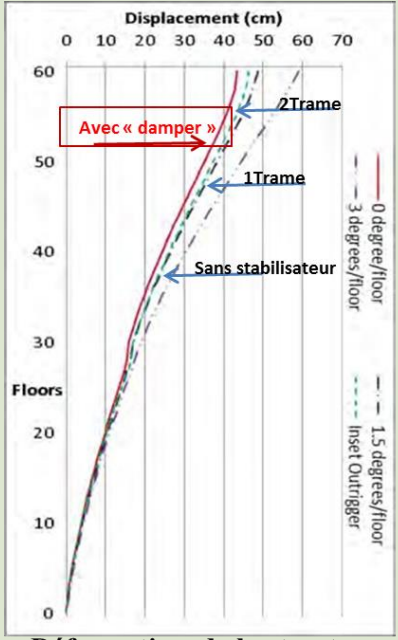
Zone (joint)	Elément de structure	Matériaux	Dimension (cm)	Illustration	Détaille technique
7	Noyau central	Acier + béton	Surf (225m ²) Périm (78 m)		<p>Détaille technique :</p>  <p>Détaille de la structure postérieur</p>  <p>Trame stabilisatrice</p>
	Méga colonnes	Acier	100 × 80		
	Poutres métalliques	Acier	40 × 30		
	Plancher collaborant	Tôle, acier, béton laine de verre ou laine de roche (isolant)	1/12 < épi/d < 1/10		
	Contreventement (grille en diagonale)	Acier	Ø20		
couronnement	Profilés métalliques	Acier	Différentes valeurs	 <p>Structure du couronnement</p>	 <p>Modalisation de la structure (phase N°4°)</p>  <p>Moments avec une trame stabilisatrice</p>
	Amortisseur (Damper)	Acier	Poids à calculer		
					 <p>Exo squelette</p>  <p>Détaille technique de la grille en diagonale</p>  <p>Figure : volume primaire effet du vent conventionnelle à 120 Km/h)(Autodesk Flow design CFD)</p> <p>Diagrid : D'après les essais de soufflerie, on a renforcé les zones les plus sollicitées par le système du Diagrid qui joue d'une part, un rôle d'un contreventement, d'autre part, un rôle d'un élément porteur (voir détail du système Diagrid dans la partie théorique)</p> <p>Enfinement, l'étude effectuée sur la déformation de la structure soumise à des charges des vents est résumé dans le graphe qui présente le déplacement de la structure en fonction de la hauteur, Donc, On partant d'un modèle standard (sans renforcement (diagrid+trame stabilisatrice)) qui définit par une rotation de 3° par étage, ce qui donne un tournant total de 270 degrés avec un déplacement de 60 cm du point le plus haut, et on l'a mené à 50 cm de déplacement et de 1,5° rotation par étage & cela par la projection d'une seul trame stabilisatrice ,& avec 2 trame stabilisatrice on a réduit le déplacement à 47 cm. Enfin, on le renforçant par un « damper » qui nous a conduit à un résultat exceptionnelle, qui vaut un déplacement de 43 avec une rotation de 0° par étage.</p>  <p>Déformation de la structure soumise à des charges de vent.</p>

Tableau 32 : Les caractéristiques des éléments structurels du 7^e joint & les couronnements.²⁰⁸

²⁰⁸ Réalisé par les étudiants.

Détaille technique du pont:

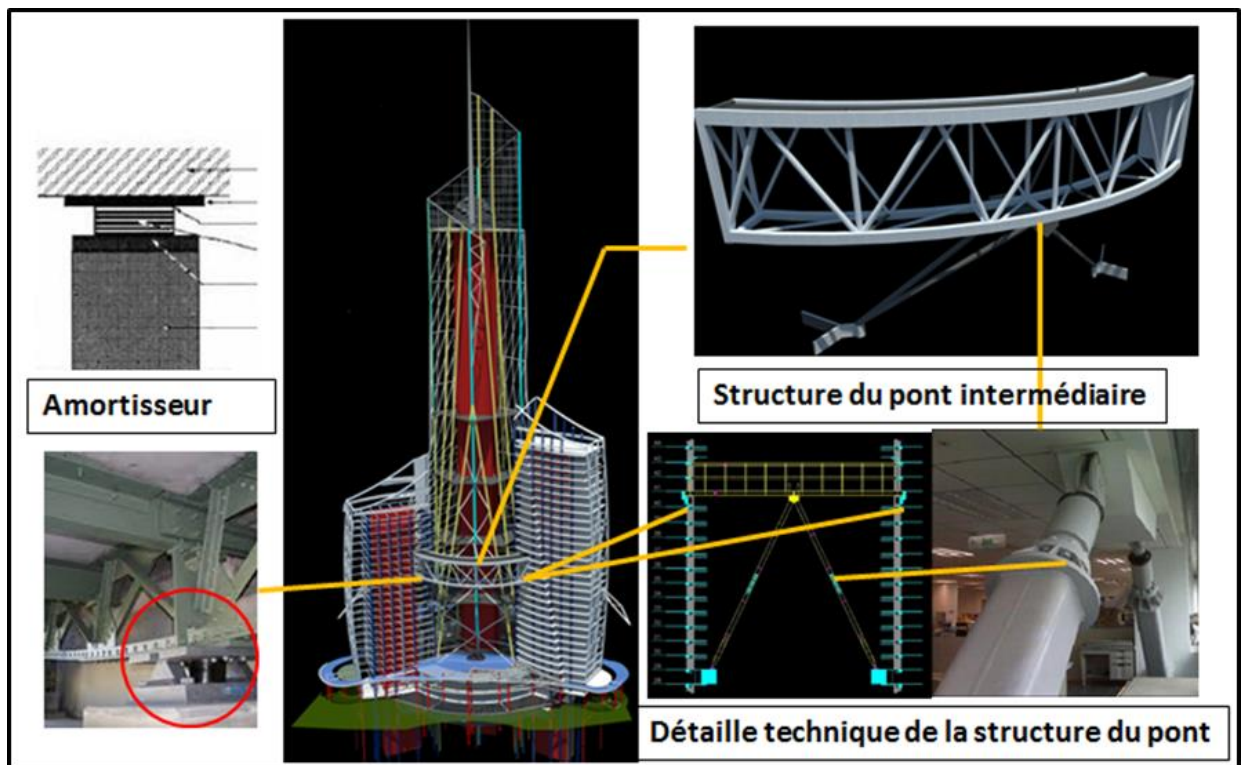


Fig. 189: Détaille technique du « SKY-Bridge » au niveau du SKY-LOBBY.²⁰⁹

Le volume intermédiaire se trouve entre 2 bâtiments avec 2 joints totalement différents. Alors le problème qui se pose ici c'est en cas de balancement causé par les vents, séisme ou même par la dilatation des éléments de la structure. Alors pour cela, on a essayé de le maintenir avec un système isostatique avec la mise en place des amortisseurs.

6.2.2) Séparation horizontale :

A/ Les planchers : Comme il était déjà cité auparavant, notre choix pour ce qui concerne les planchers est porté vers les planchers collaborant parce que :

Il a temps d'exécution rapide.

Il s'adapte parfaitement à différentes typologies de bâtiments & Il arriver à des portées importantes.

Il est recommandé pour les bâtiments à structure métallique (comme le cas de notre projet)²¹⁰

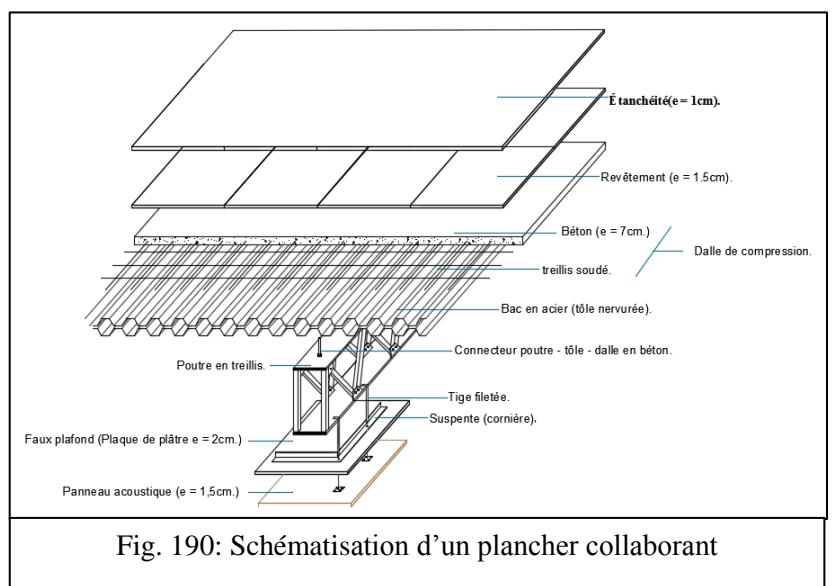


Fig. 190: Schématisation d'un plancher collaborant

²⁰⁹ Réalisé par les étudiants (Sketch UP, 3Ds Max).

Les nervures longitudinales de la tôle profilée permettent le logement des installations et canalisations du bâtiment qui nous aide parfaitement à installer des planchers techniques.

B/ Les planchers techniques :

Ils sont des planchers haussés basés sur l'assemblage de dalles de 600 x 600 mm, et de vérins réglables, le plancher surélevé permet d'obtenir des hauteurs finies de 50 à 2000 mm

Le plancher surélevé permet de dissimuler des kilomètres de câbles, tout en offrant un accès rapide et simple dans le plénum pour toute transformation ou pour l'entretien.

DIMENSIONS : Standard 600 x 600 mm

• Structure :

Bois aggloméré haute densité.

Epaisseur standard 30 ou 38 mm

• Protection inférieure :

Constituée d'une tôle d'acier traité d'une épaisseur de 0,5 mm ou d'une feuille d'aluminium de 0,06 mm

• Protection latérale des dalles :

Assurée par un chant PVC thermocollé.

• Revêtement de qualité

Disponible dans un grand choix de coloris.

L'installation de ce type des planchers est prévue pour le centre (commercial, d'affaire & de loisir) + pour les étages techniques.²¹¹

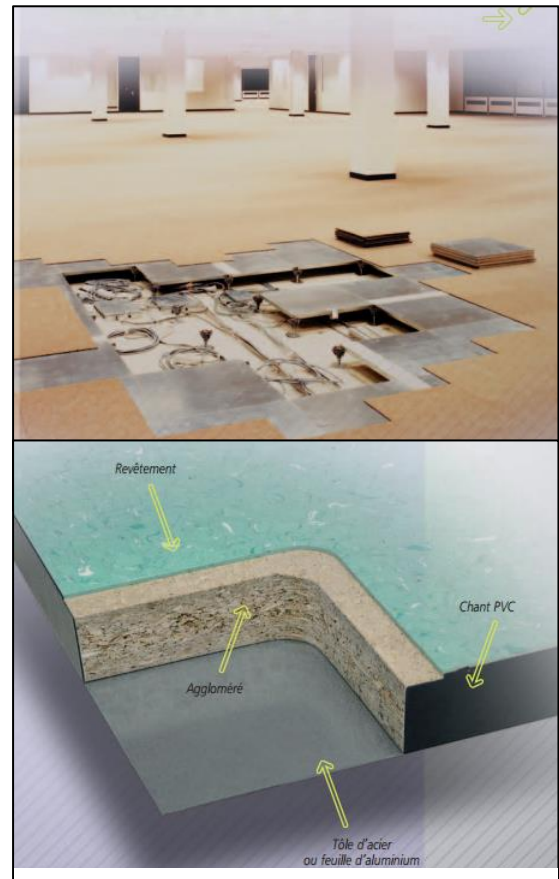


Fig. 191 : Composants planchers techniques



Fig. 192 : Installation & exemples des planchers techniques

²¹⁰ Cour de structure métallique d'atelier de construction en semestre 7, P 9

²¹¹ <http://www.reso.fr/images/img-sols/PLANCHERS-TECHNIQUES.pdf>

C/ Les faux plafonds suspendus :

En architecture, un plafond suspendu, généralement appelé à raison faux plafond, est un plafond situé sous le plafond principal. Il est généralement constitué de matériaux légers comme des plaques de plâtre, lames de bois ou de PVC, de briques à plafond en terre cuite ou en céramique... , fixés sur une structure métallique.²¹² Autrefois, les plafonds suspendus se nommaient aussi faux planchers, dans le cas de notre projet on a aménagé ces faux planchers dans les infrastructures de bureaux, centre commercial... etc.

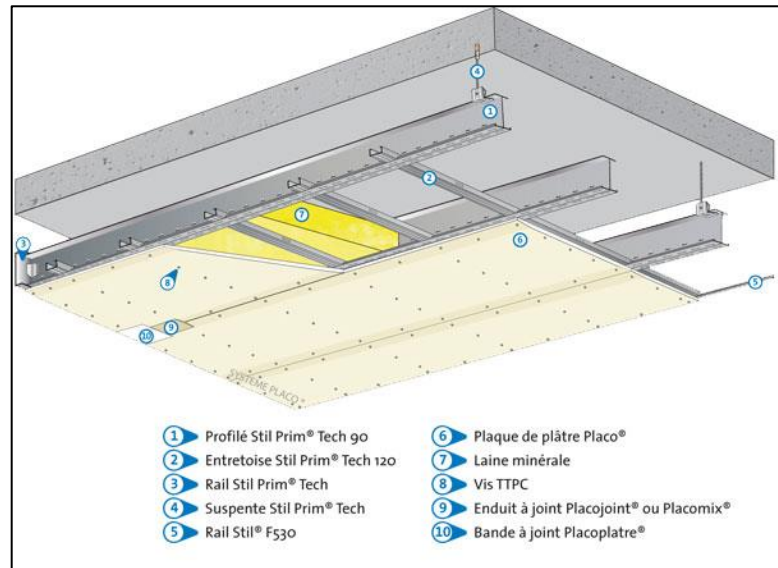


Fig. 193: Composants du faux plafond suspendu

Le plafond suspendu permet de masquer les imperfections et irrégularités de la surface ou de faire passer à l'intérieur des câbles, un circuit de climatisation ou de détection d'incendie. Il permet aussi une meilleure isolation thermique en limitant les déperditions de chaleur et une meilleure isolation phonique. Il réduit cependant la hauteur disponible dans la pièce dans laquelle il est réalisé.²¹³

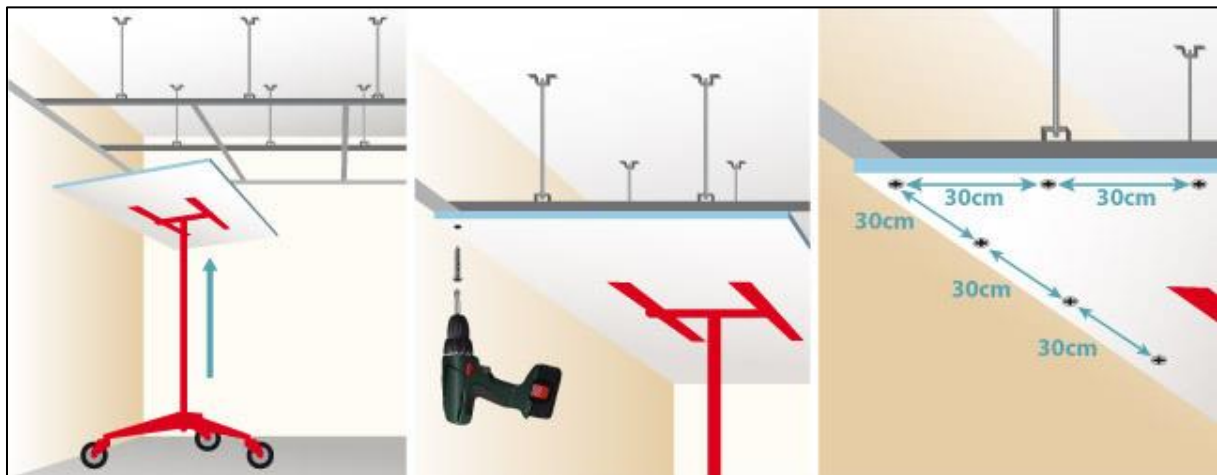


Fig. 194: Installation des faux plafonds suspendus²¹⁴

²¹² <https://plafond.ooreka.fr/comprendre/faux-plafond>

²¹³ fr.wikipedia.org/wiki/Faux_plafond

²¹⁴ <https://plafond.ooreka.fr/fiche/voir/185996/poser-un-faux-plafond-en-plaques-de-platre>



Fig. 195: Exemples des faux plafonds suspendus

D/ Le revêtement des sols :

Un revêtement de sol est un matériau de construction, naturel ou manufacturé, qui couvre le sol. Comme tout autre revêtement, il est spécifiquement adapté pour résister aux passages des personnes, des animaux ou des engins, Ces recouvrements sont des éléments primordial de confort et de décor et de protection, ils doivent être durable, résistant, présent dans le marché et qualificatif d'espace ou d'activité.

Il en existe de différentes matières, entre autres en terre, en végétal, en bois, en pierre, en mortier, en céramique, en textile, en PVC ou en résine synthétique et autres matières synthétiques.²¹⁵

Donc, dans le cas de notre projet, il y aura une implantation de :

- Carreaux de marbre ou pavage pour les espaces extérieurs.
- Pavements de marbre pour les espaces intérieurs et les espaces de circulation.
- Revêtements de céramique avec motifs ou parquet pour les boutiques, cafétérias, restaurants...
- Carrelages antidérapants pour les blocs sanitaires.
- Plaques de marbre pour escalier publics.
- Plaques de granits pour escalier de secours.

²¹⁵ https://fr.wikipedia.org/wiki/Rev%C3%AAtement_de_sol

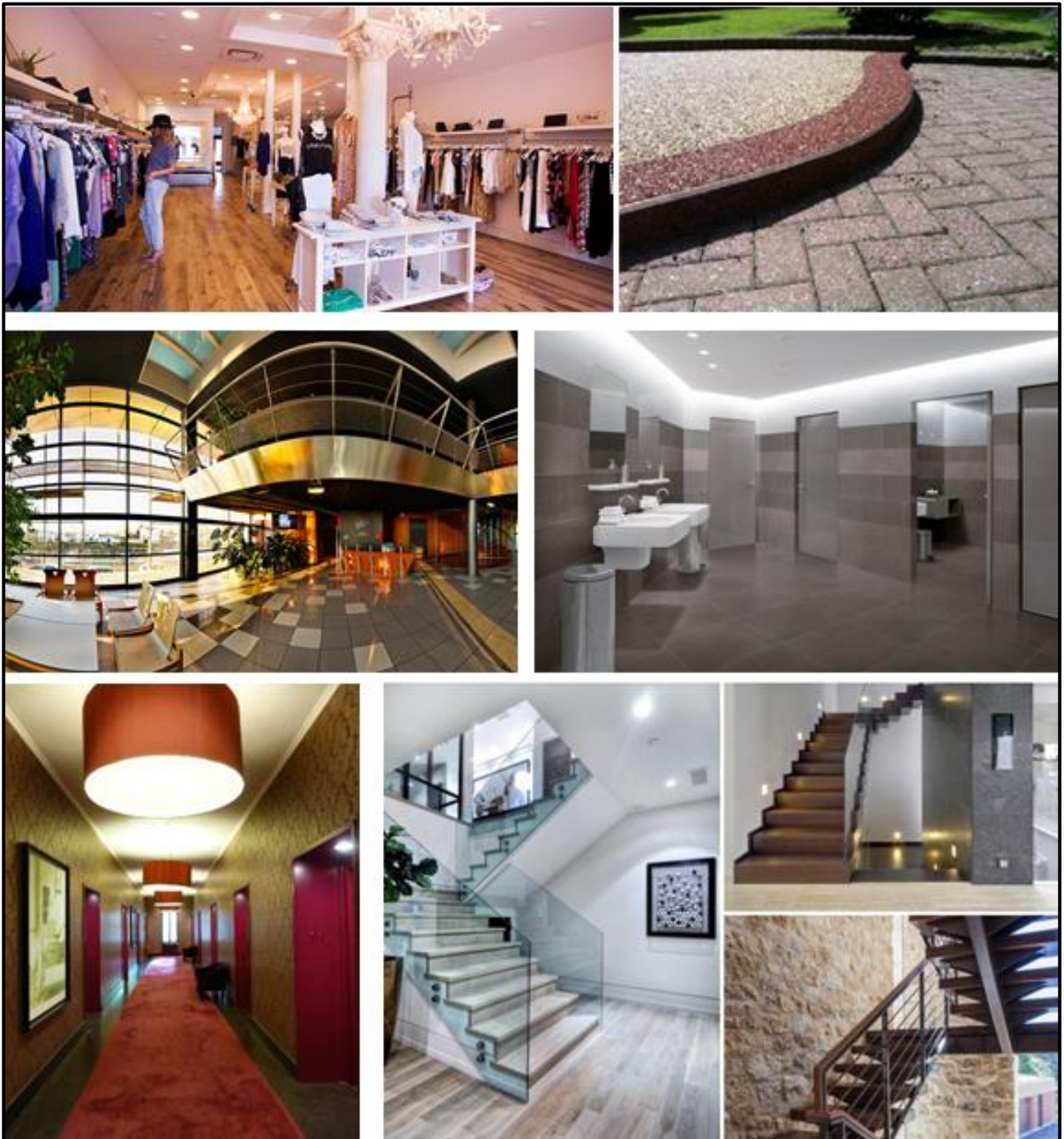


Fig. 196 : Exemples des différents revêtements des sols choisis pour notre projet

6.2.3) Séparation verticale (cloisons) :

A/ Les cloisons intérieures :

- Les cloisons séparative :

*Une cloison séparative a pour fonction de séparer deux habitations. Elle peut également être utilisée comme séparation entre un logement et des parties communes.

*La cloison séparative est soumise aux réglementations acoustiques en vigueur. Elle doit donc permettre un isolement d'au moins 53 dB.

*Il existe des laines adaptées aux cloisons et des polystyrènes expansés, permettant d'obtenir une isolation acoustique élevée.

*Les panneaux de laine de chanvre sont écologiques et offre d'excellentes performances acoustiques.

*Elles sont variables en fonction des modèles. Cloison simple ou double parement et cloison alvéolaire n'offrent pas le même confort acoustique.

La cloison séparative à simple parement : se compose de plaques de plâtre de 13 mm d'épaisseur, vissées sur une ossature métallique, généralement constituée de profilés en acier galvanisé.

Le confort acoustique apporté ici est correct et peut être optimisé si l'on opte pour des plaques dont l'épaisseur

varie entre 18 mm et 25 mm

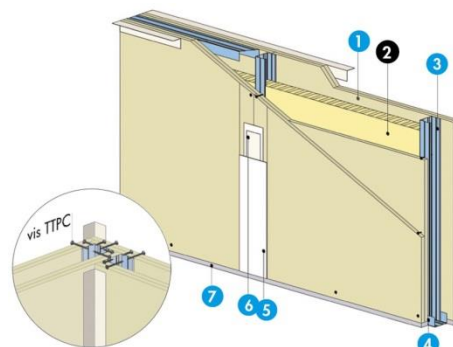


Fig. 197: Cloison séparative à simple parement

La cloison séparative à double parement : se compose de quatre plaques de plâtre de 13 mm d'épaisseur, cette fois séparées par un isolant.

Elle se visse là encore de part et d'autre d'une ossature métallique.

L'isolant inséré dans la structure de la cloison apporte un confort acoustique très supérieur.

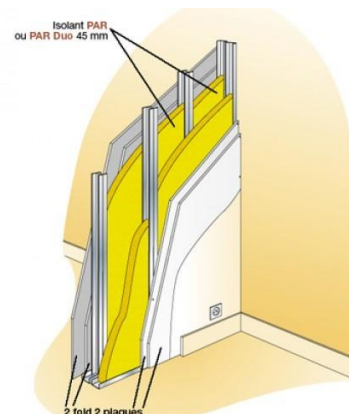


Fig. 198 : Cloison séparative à double parement

La cloison séparative à âme alvéolaire : une cloison alvéolaire préfabriquée, se compose de panneaux monobloc (dont le parement reste en plaque de plâtre), solidarisé sur une structure en carton alvéolé (réseau en nid d'abeilles). Les panneaux s'emboîtent par le haut, dans un rail que l'on visse au plafond, et sont installés au sol sur une semelle en bois. L'assemblage des panneaux se fait grâce à des clavettes de jonction en bois.



Dans le cas de la cloison séparative à âme alvéolaire, il sera nécessaire d'installer deux cloisons alvéolaires doublées de plaques de plâtre de 13 mm d'épaisseur, le tout séparé par un isolant (généralement en laine minérale).²¹⁶



Fig. 199 : C.S à âme alvéolaire

²¹⁶ http://www.m-habitat.fr/murs-facades/cloisons/les-cloisons-separatives-1617_A

- Les cloisons de distribution :

En séparant les différentes pièces d'une habitation ou d'un logement, les cloisons de distribution ont un rôle primordial : assurer une bonne circulation tout en respectant la nature et la taille de chaque pièce donc Les cloisons de distribution servent à délimiter les espaces à l'intérieur d'un logement, à la différence des cloisons séparatives qui servent de limite entre 2 logements ou bien un logement et une partie commune Elles n'ont aucun rôle porteur.²¹⁷ Elles se divisent en 2 grandes familles, en fonction des matériaux qui les composent :

Les cloisons sèches : Constituées d'éléments assemblés mécaniquement. Sa mise en œuvre ne nécessite pas l'emploi de liant hormis les enduits utilisés pour le traitement des joints entre panneaux. Il existe trois principaux types de cloisons sèches : **La cloison en panneaux à âme alvéolaire, la cloison avec ossature métallique & La cloison en panneaux de particules.**

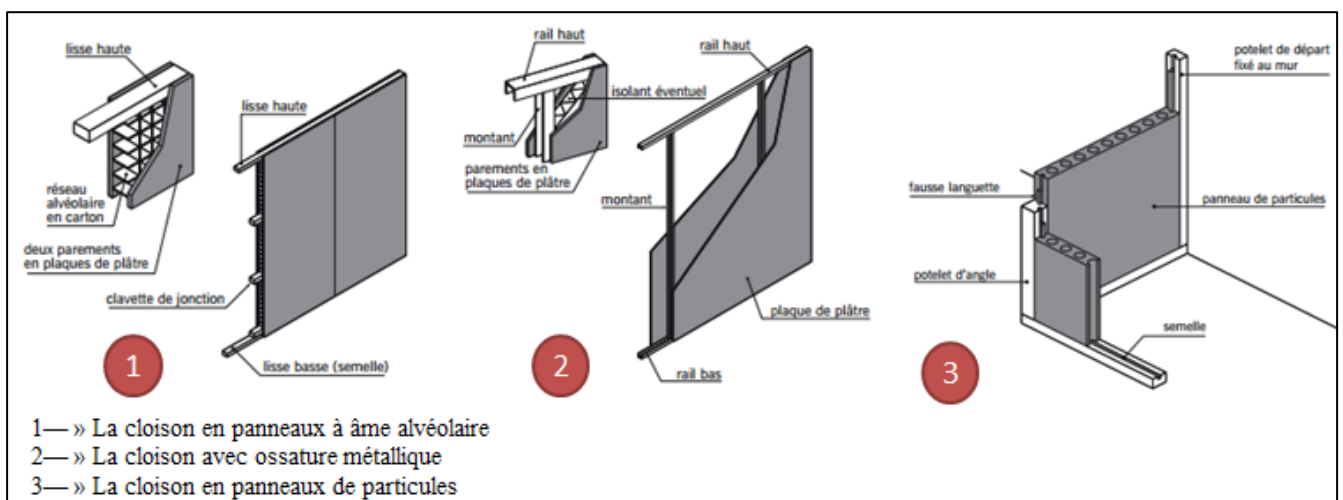


Fig. 200 : Schématisation des différents types des cloisons sèches.²¹⁸

■ **La cloison humide :** appelée aussi cloison pleine constituée d'éléments assemblés entre eux au mortier de ciment, au mortier collé ou au plâtre. On distingue plusieurs types de cloisons pleines : **la cloison en briques plâtrières, la cloison en carreaux de terre cuite** ou bien **le carreau hydrofuge** (qui résiste à l'humidité et au ruissellement) réservé aux salles d'eau et aux pièces humides.²¹⁹

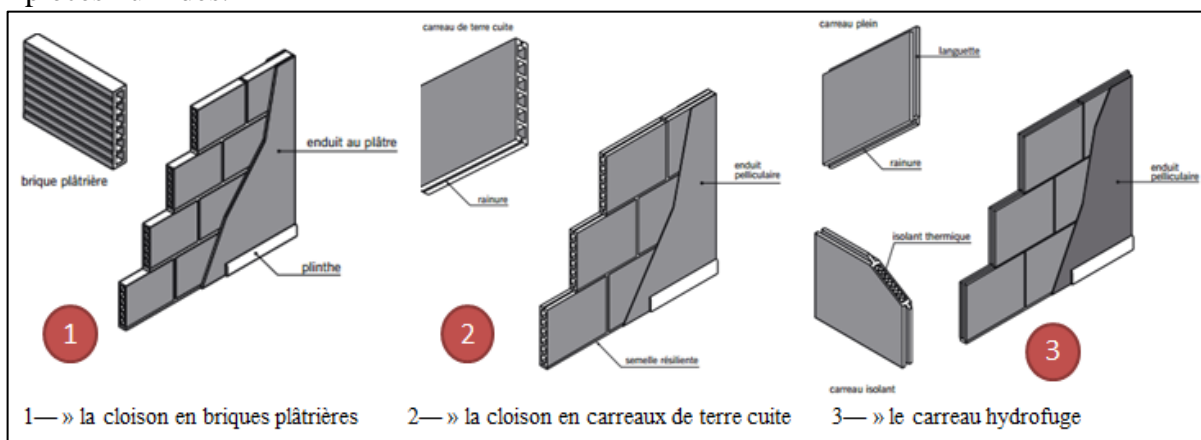


Fig. 201 : Cloisons humides

²¹⁷ http://www.m-habitat.fr/murs-facades/cloisons/les-cloisons-de-distribution-1859_A

²¹⁸ La maison de A à Z, p83

²¹⁹ La maison de A à Z, p81, p82

Les cloisons décoratives :

Elles permettent de séparer les espaces de la maison, sans pour autant entreprendre de lourds travaux (utilisées pour garder l'intimité en laissant la lumière passer sous un gout décoratif). Généralement très faciles à mettre en place, elles existent dans de très nombreux matériaux (tôle ondulée, bois, plexiglas, pierre, etc.) et dans tous les styles imaginables : **Les cloisons décoratives en bois, transparentes, amovibles et originales (La cloison lumineuse, végétale...)**²²⁰



Fig. 202 : Types des cloisons décoratives choisies pour notre projet

La cloison interactive :

Dans notre centre d'affaire, on a installé ces cloisons intelligentes qu'elles ne se réduisent plus à délimiter des espaces de travail. Elles peuvent dissimuler un véritable outil de travail avec tableau blanc interactif et vidéoprojecteur très pratique dans les salles de réunion. Et pour préserver la confidentialité d'un bureau, certaines cloisons en verre transparent peuvent devenir opaques en appuyant simplement sur un bouton. Avec la domotique ou encore les nano matériaux, de nombreuses autres innovations sont en cours de développement comme les cloisons lumineuses avec LED ou la cloison tactile qui remplace les interrupteurs.²²¹



Fig. 203: principe des cloisons interactives

²²⁰ http://www.m-habitat.fr/murs-facades/cloisons/les-cloisons-decoratives-1654_A

²²¹ http://www.m-habitat.fr/murs-facades/cloisons/les-cloisons-intelligentes-1861_A

Donc, le choix des types de cloison est décidé par :

- La facilité de mise en œuvre.
- Les performances physiques, mécaniques et énergétiques.
- La légèreté.
- Le confort.
- Type d'espaces envisagé.

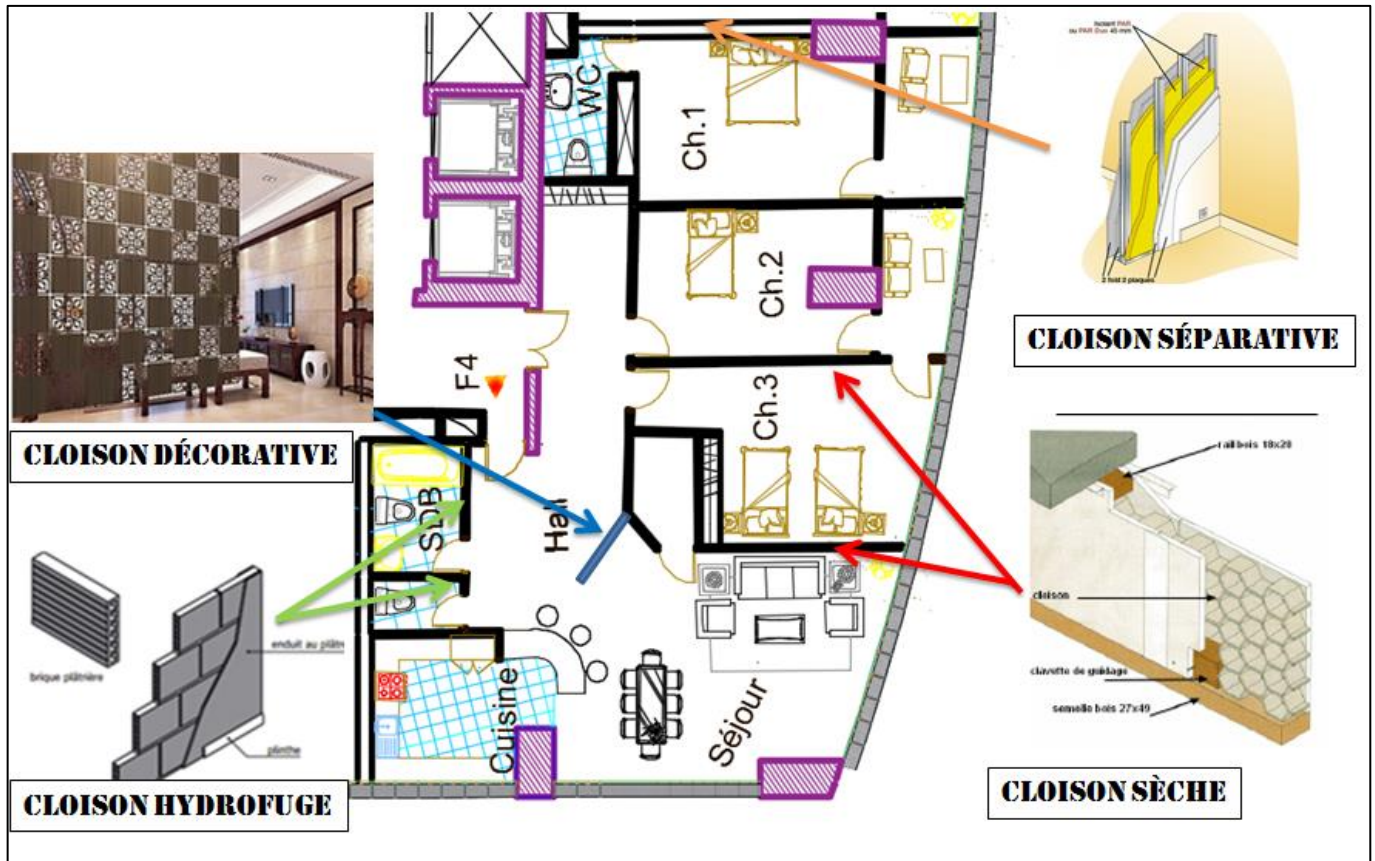


Fig.204 : distribution des cloisons dans un logement type F4²²²

²²² Réalisée par les étudiants à l'aide d'AutoCAD

B/ Les cloisons extérieures (murs rideaux):

Enveloppe extérieure, non porteuse, d'un bâtiment à structure d'acier ou de béton armé. (Suspendu à cette structure, le mur-rideau est le plus souvent largement vitré et fait d'éléments standards préfabriqués, panneaux éventuellement unis par une grille.).²²³

*Il est fixé sur la face externe de l'ossature porteuse du bâtiment (ou squelette).

*Son poids propre et la pression du vent sont transmis à l'ossature par l'intermédiaire d'attaches.

*Il est formé d'éléments raccordés entre eux par des joints. On réalise ainsi une surface murale continue, aussi grande qu'on le désire.

*Il diffère du panneau de façade qui est utilisé pour remplir les vides laissés par l'ossature. Dans ce système, les panneaux sont appuyés, étage par étage, sur le squelette. La façade laisse apparaître toute l'ossature, les nez de plancher ou les poteaux.

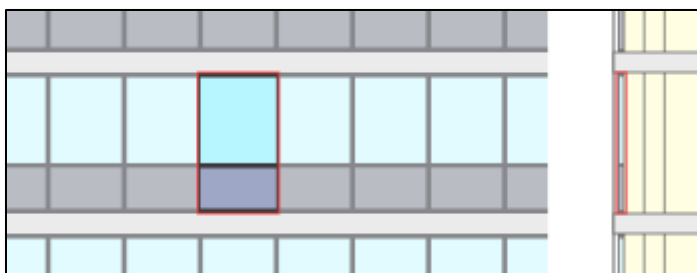


Fig. 205 : Panneaux de façade

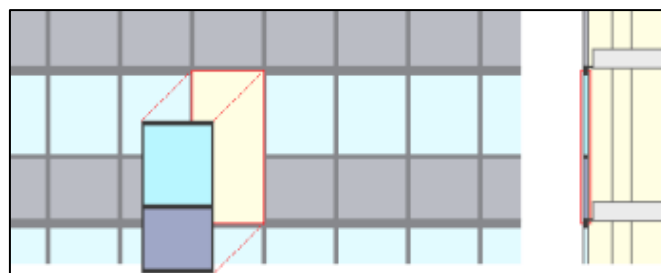


Fig. 206 : Mur rideau.

Dans le mur-rideau au contraire, l'ossature est cachée derrière la paroi, elle n'intervient pas pour composer la façade.²²⁴

Verre à couche (double vitrage):

On a utilisé dans notre façade les verres à couches qu'ils sont des produits verriers industriels (**fabriqués par « Mediterranean Float Glass (MFG) »**) sur lesquels on pulvérise des oxydes métalliques sous forme de couches minces (0,01 μm à 0,8 μm).

Cette technique est nommée selon le sigle PVD (Physical Vapor Deposition) ; le dépôt de couche à basse température (après production du

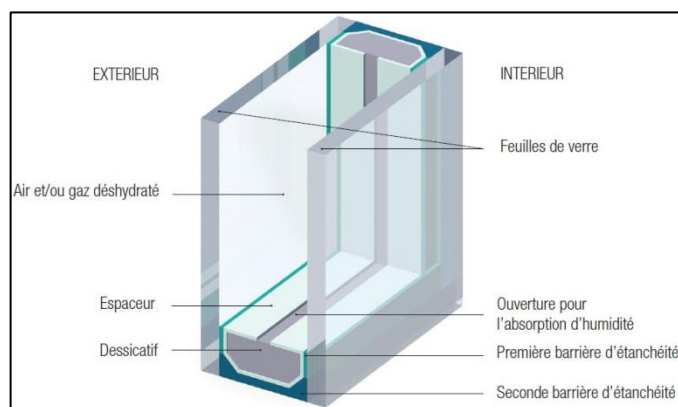


Fig. 207 : Schématisation d'un mur rideau à double vitrage

²²³ http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/mur-rideau_murs-rideaux/53331

²²⁴ <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10387#c1546>

verre) produit des couches appelées « couches tendres». Les performances thermiques en termes d'émissivité des couches «tendres » sont meilleures que celles des couches « dures » (le dépôt de la couche a lieu « en ligne » à haute température).

A titre d'exemple, l'émissivité (par un flux menant de l'extérieur vers l'intérieur) des couches dures est de l'ordre de 0.2 tandis que celle des couches tendres peut approcher 0.04. Les verres à couches tendres doivent être utilisés uniquement pour les doubles ou scellés (notre cas), et la surface revêtue doit être située à l'intérieur de la cavité (face 2 ou 3 pour un double vitrage).²²⁵



Fig.208 : Mur rideau (verre à couche)

Fonctions optiques du verre à couche :

La couche modifie le comportement optique du verre, dans le domaine visible et dans l'infrarouge. Dans le domaine architectural, il faut tenir compte de la répartition énergétique (ou spectrale) de l'énergie solaire arrivant sur terre.

La puissance du rayonnement solaire sur terre est constituée de 43% de rayonnements infrarouges, de 3% de rayonnements ultraviolets et le reste, 54% étant la lumière visible.

Une application importante est apportée par une modification du comportement vis-à-vis du rayonnement solaire en contrôlant d'une part l'énergie solaire transmise et d'autre part la luminosité, conduisant ainsi à une économie de conditionnement d'air (en été) ou de chauffage (en hiver).

Performances :

La performance thermique d'un double vitrage incorporant un verre à couches tendres est nettement supérieure à celle d'un double vitrage classique (coefficient Ug pouvant atteindre 1.1W/ (K.m²) contre 3W/ (K.m²) pour un double vitrage classique).

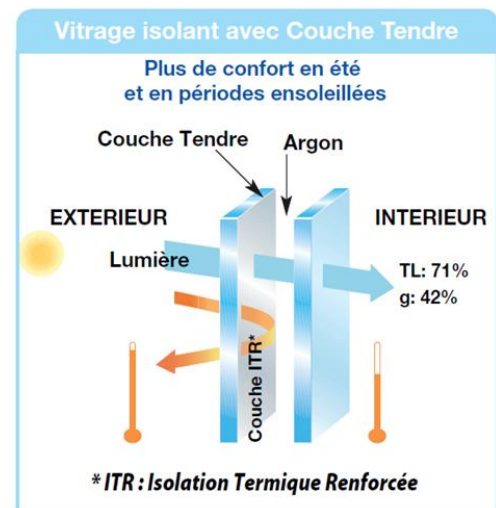


Fig.209 : Comportement optique de verre à couche

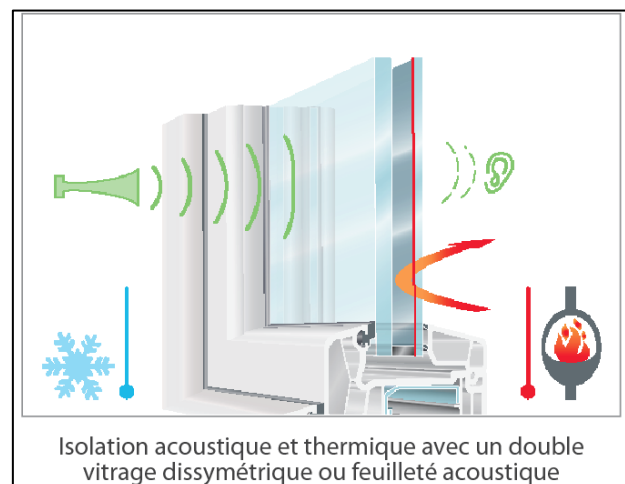


Fig.210 : Performance de verre à couche en double vitrage

²²⁵Notes d'après le Séminaire du MFG au niveau de la faculté de technologie UABT (Janvier 2017)

Les avantages d'une telle isolation thermique sont nombreux ;

1. Diminution sensible des dépenses de chauffage (électricité, gaz, fuel, bois).

2. Amélioration du confort :

*Quasi-suppression de la zone froide près des parois vitrées ;

*Utilisation maximale de l'espace ;

*Réduction des risques de condensation sur le verre intérieur ;

*Protection de l'environnement par réduction de l'émission de gaz à effet de serre (CO₂), liée à la diminution de la consommation de chauffage.

*Un haut niveau de transmission lumineuse.

*Un faible niveau de transmission énergétique (facteur solaire faible) ;

*Un aspect neutre en réflexion et en transmission.²²⁶

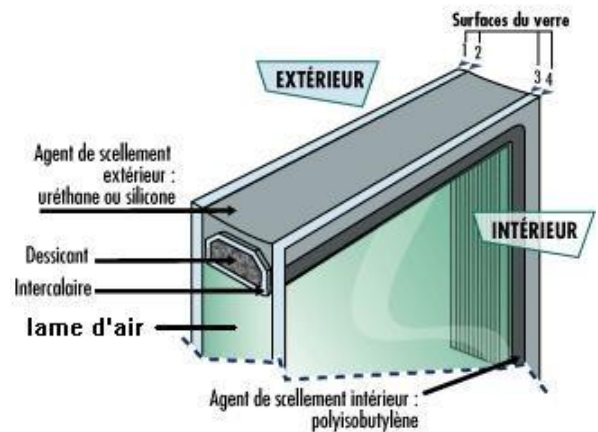


Fig. 211: Isolants acoustiques de verre à

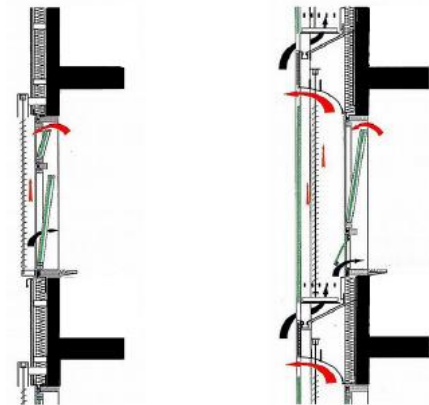


Fig.212 : Présentation du mécanisme du double vitrage²⁹³

Directives de Stockage :

Condition de stockage	Durée de stockage
L'humidité relative de l'entrepôt ne doit pas excéder 70% et la température minimale doit être maintenue à 15°C.	Dans des conditions normales de stockage, sans humidité excessive et dans son emballage d'origine la durée de stockage maximale du verre est de 6 mois. La durée de stockage maximale de paquets ouverts ou sans ruban adhésif de protection est de 1 à 2 mois.

Tableau 33: Directives de stockage des verres à couches.

Avantages techniques obtenus par les murs rideaux :

- légèreté (50 à 80 kg/m²), soit 20 à 30 % du poids d'une construction traditionnelle.
- encombrement réduit (de 10 à 20 cm).
- préfabrication industrielle permettant une grande vitesse de mise en œuvre.
- performances d'étanchéité à l'eau, à l'air et au vent assez importante.
- Maintenance réduite.
- larges possibilités d'adaptation au niveau du concept architectural.²²⁸

²²⁶ Notes d'après le Séminaire du MFG au niveau de la faculté de technologie UABT (Janvier 2017).

²²⁷ Livre : Office building Northeastern University School of Architecture ARCH G691 Graduate Degree Project Studio, p90

6.2.4) Circulation verticale aux cœurs des noyaux centraux :

a/ Escaliers de secours :

*2 escaliers dans chaque batteries (le total : 6 escaliers de secours).

*Ils ont 23 contremarches pour chaque niveau.

*Ils ont des paliers de largeur de 1.10m...

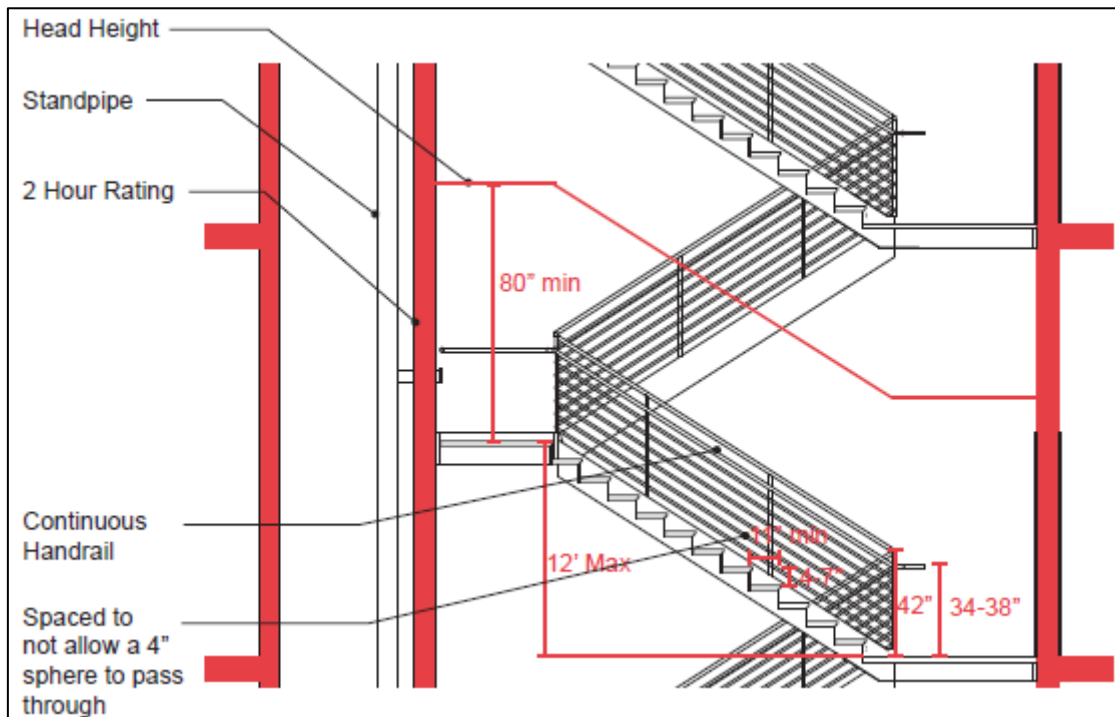


Fig. 213 : Dimensionnement & composants des escaliers de secours utilisés.

b/ Ascenseur :

machine-Roomless :

Le système choisi pour notre projet est basé sur la technologie de levage. Conçu pour les bâtiments qui ont plus de 30 étages, ce système utilise une plus petite poulie (contient des ceintures en acier) que les ascenseurs embrayés et sans engrenages conventionnels. La taille réduite de poulie, permet à la machine d'être montée dans la percée principale par elle-même en éliminant le besoin de salle encombrante de machine sur le toit.²²⁹

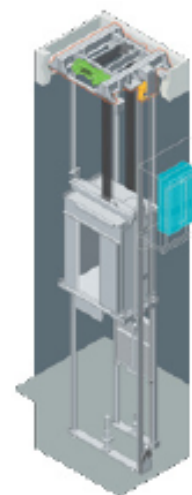


Fig.214 : Ascenseur type « machine-Roomless »

6.2.5) Système mécanique :

Typiquement, dans les structures de grande hauteur, on peut trouver des niveaux mécaniques (étages techniques) pour desservir 10 à 15 niveaux dans chaque direction individuellement et nécessitent de grandes hauteurs, généralement 16 pieds; Par conséquent, la plupart des niveaux mécaniques engloberont deux

²²⁸ <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10387#c1546>

²²⁹ Livre: Office building Northeastern University School of Architecture ARCH G691 Graduate Degree Project Studio, p40.

niveaux de plancher complet.

Ce qui concerne les unités de climatisations de notre projet on peut trouver :

Unités de climatisation (AHU) : Unité centralisée se compose d'un ventilateur, chauffage, éléments réfrigérants et un humidificateur. Recevoir l'eau refroidi des réfrigérateurs principaux ou l'eau chaude des chaudières et se refroidit/chauffe l'air et le diffuse à différentes zones dans le bâtiment.²³⁰

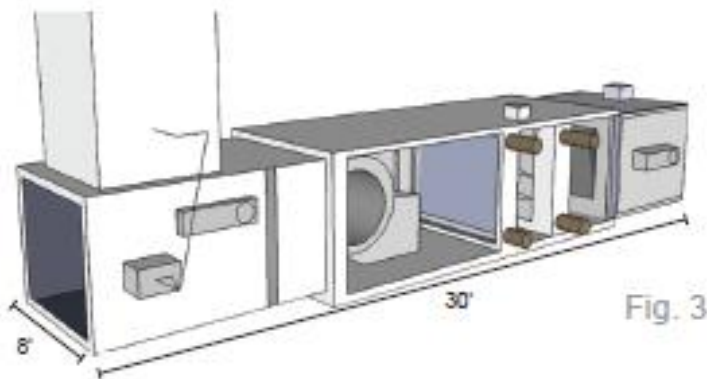


Fig.216 Schéma d'unité de climatisation (AHU).

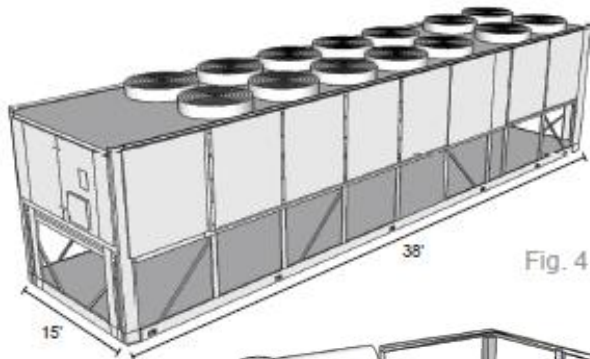


Fig. 217: Schéma des unités de climatisation spécialisées pour les étages supérieurs.

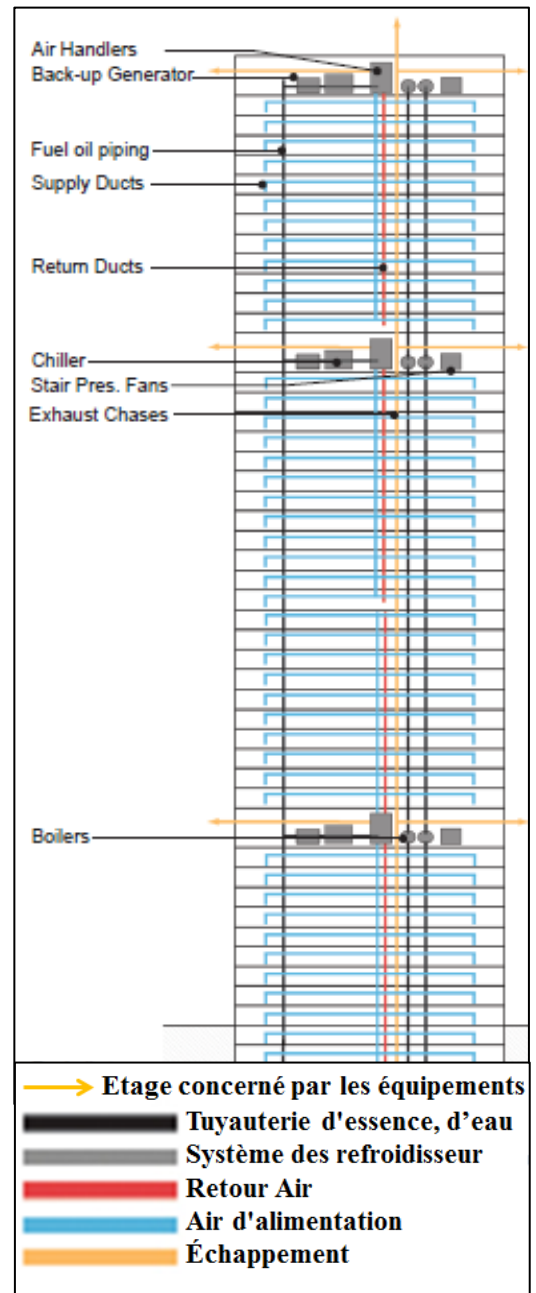
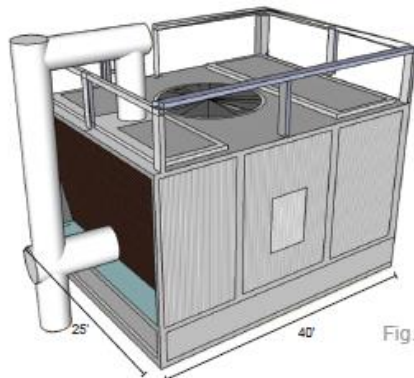


Fig.215 : Les Systèmes mécaniques dans les IGH²⁹⁶

Systèmes de distribution d'air localisé :

²³⁰ Office building Northeastern University School of Architecture ARCH G691 Graduate Degree Project studio,p49

²³¹ Meme Livre, p51

A) Système de volume de l'air variable (VAV) :

Il est la manière la plus efficace et la plus rentable pour distribuer l'air dans les espaces open-spaces du centre d'affaire. Ces systèmes emploient un air manipulé (filtres de de réserve et tuyau de refroidissement) pour distribuer l'air conditionné aux températures prédéterminées dans la quantité suffisante pour compenser des gains de la chaleur.

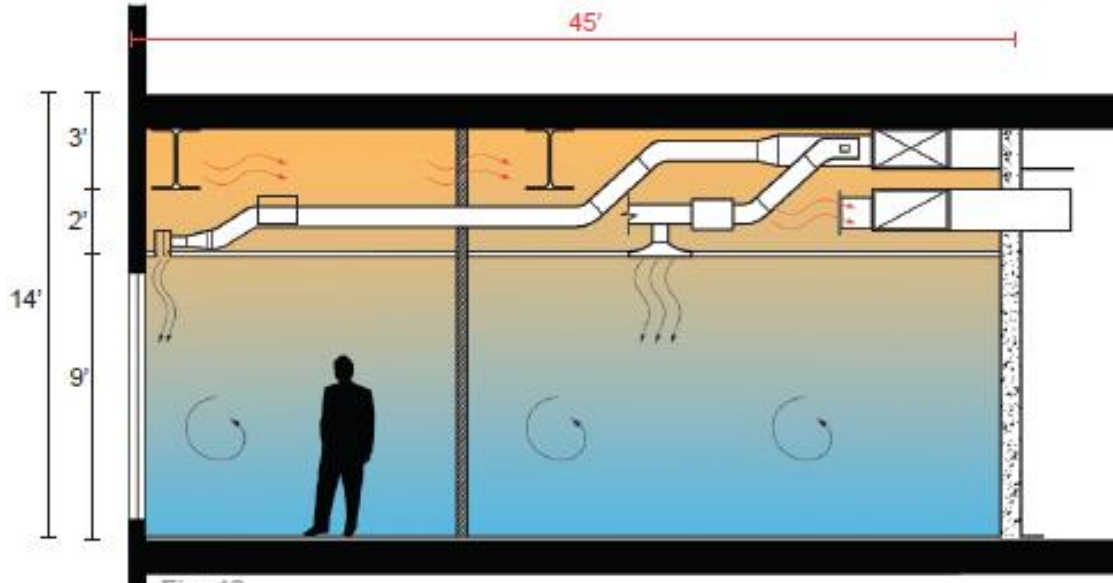


Fig.218 : Schématisation du Système de distribution d'air localisé.²³²

b) Système de distribution du plancher supérieur :

Il est un autre choix de conception de distribution d'air localisé, qui fournit des options faciles de modification et de relocalisation après l'installation. Typiquement soulevé au-dessus de la dalle par 12-18 pouces.

L'air est fourni dans l'espace à partir des diffuseurs de plancher, alors que sur le plancher les manipulateurs soufflent l'air dans les cavités de plancher par des rampes de distribution intermédiaires.

L'air chaud retourne aux manipulateurs d'air par l'assemblée intégrale ouverte au-dessus du plafond accroché (voir figure 219).

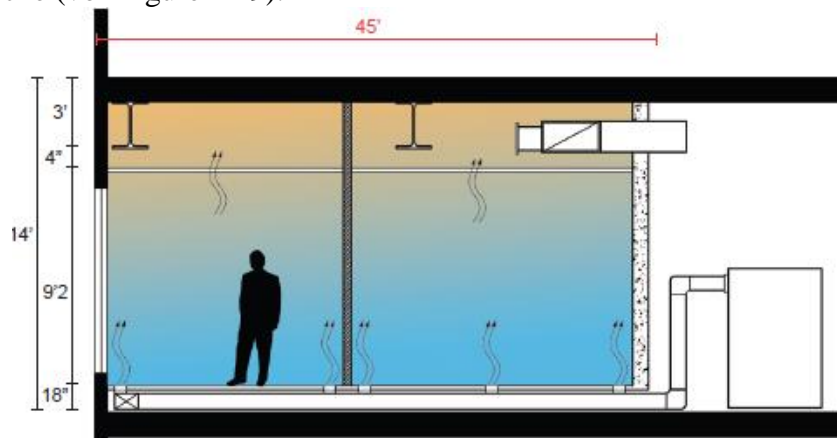


Fig. 219: Schématisation du Système de distribution du plancher supérieur

²³² Office building Northeastern University School of Architecture ARCH G691 Graduate Degree Project studio,p52

Profit/perte de la chaleur :

Dans notre projet, il y a 2 systèmes de profit de chaleur :

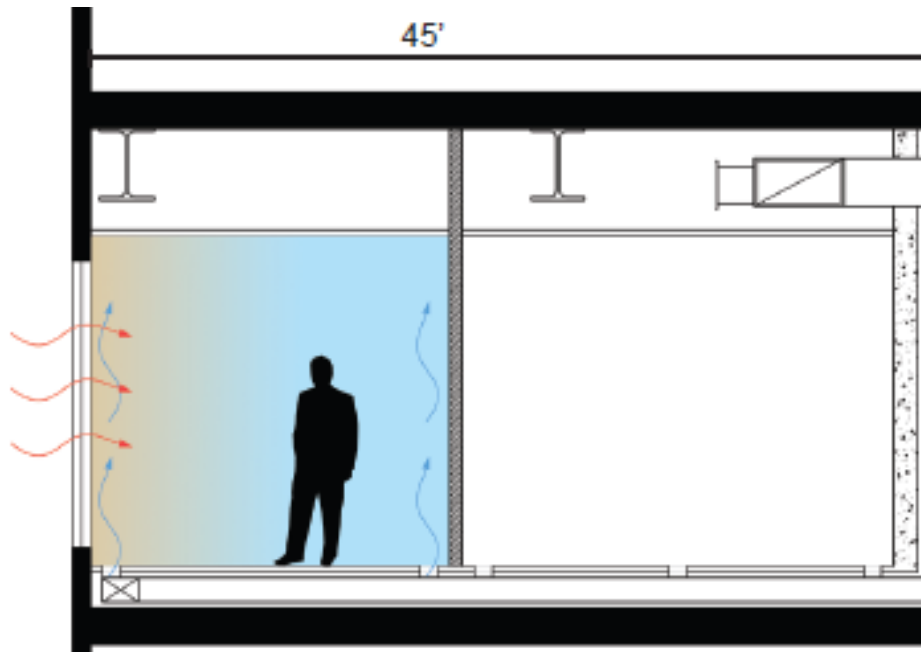


Fig. 220: Distribution de l'air conditionné par les diffuseurs périphériques du plancher supérieur à travers les fenêtres du mur.²³³

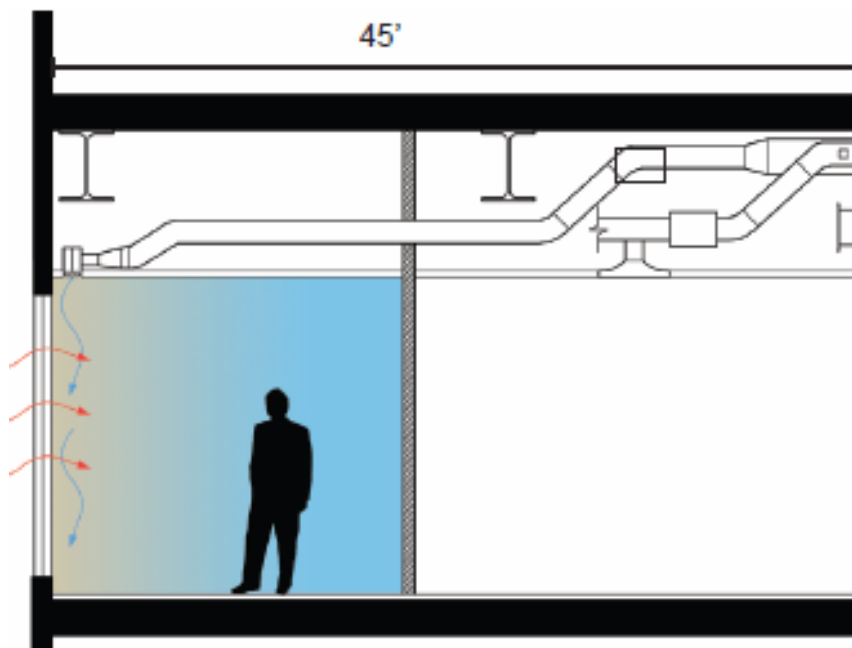


Fig.221: Utilisation des Systèmes (VAV) aériens : des diffuseurs périphériques séparés dans le plafond qui distribuent l'air en bas à travers les fenêtres.²³⁴

²³³ Office building Northeastern University School of Architecture ARCH G691 Graduate Degree Project studio,p54

²³⁴ Idem

6.2.6) Les portes :

6.2.6.1) Les portes tambours :

Les portes tambours sont des portes fonctionnant selon le principe du tourniquet. Ces portes sont constituées de plusieurs ailes, généralement quatre ailes vitrées, qui tournent dans le même sens au sein d'une cellule cylindrique circulaire. Le sens de rotation de ces portes est dans la plupart des cas contraire au sens des aiguilles d'une montre.

Elles présentent l'avantage de jouer un rôle de sas limitant les échanges d'air entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Il a été prouvé par une récente étude que les portes tambours limitent les collisions entre usagers entrant et sortant simultanément des bâtiments équipés desdites portes.

En cas d'urgence (après l'activation de l'alarme d'incendie), 2 portes se plient vers l'extérieur (voir figure 224).²³⁵

Dans le cas de notre projet, ces portes sont installées au niveau de l'entrée principale de la tour.

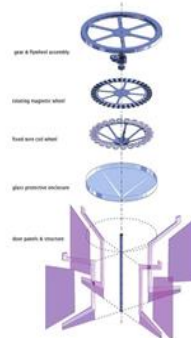


Fig. 225: Portes tambours

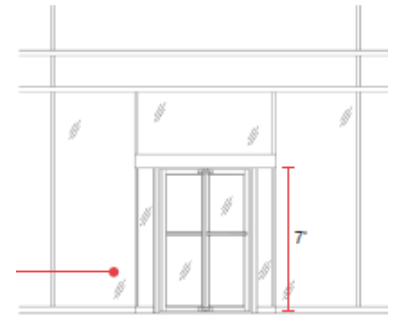


Fig.222 : Elévation du porte

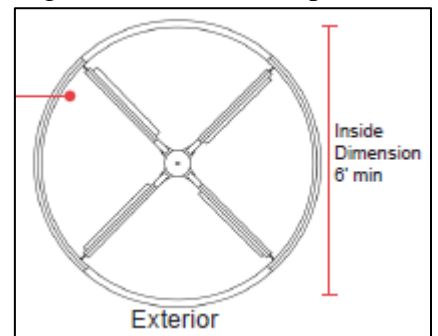


Fig. 223: Présentation du porte tambour (état régulière)

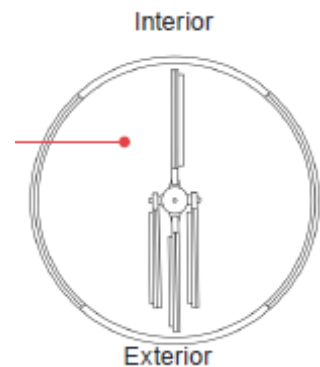


Fig.224 : Présentation du porte tambour cas d'urgence

6.2.6.2) Portes techniques :

Dans notre tour, on a choisi d'installation des portes techniques car elles répondent à des demandes particulières en matière de sécurité et/ou de confort.

Plus que les portes standards, les portes techniques sont soumises à réglementation et obéissent à des normes.²³⁶

Il existe plusieurs types de porte technique :

²³⁵ Office building Northeastern University School of Architecture ARCH G691 Graduate Degree Project studio.p61

²³⁶ <https://porte.ooreka.fr/comprendre/porte-technique>

a) Porte coupe-feu :

Porte pleine qui protège contre les incendies, la fumée, le feu, et les flammes (encore appelée par-flamme). Ces portes de 15 cm à double parois, remplies de calorifuge en fibre de verre. On les retrouve au niveau des escaliers de secours. Qui restent étanche au feu, une durée de 2 heures.

b) Porte isothermique :

Porte qui permet une isolation et agit contre la perte de la chaleur et contre l'entrée du froid dans les logements. Souvent placée en porte de séparation entre les loggias et les espaces intérieurs.²³⁷

c) Porte anti claquement :

Porte équipée d'un joint amortisseur qui réduit le bruit des claquements de portes au sein des logements et les chambres d'hôtellerie.

d) Porte acoustique :

Porte permettant de mieux isoler les espaces comme (bibliothèque, salle de conférence, bureaux, chambres à coucher...) en réduisant le bruit ambiant.

Sa composition :

Pour être efficace, une porte acoustique doit avoir une certaine masse, les portes creuses n'arrêtent pas assez les sons.

En effet, les sons heurtant les panneaux creux, font vibrer la porte, transmettant alors les bruits aériens. L'affaiblissement des parois creuses est d'environ 20 dB.

La porte doit donc être pleine, plane et rigide. La rigidité assure un rôle « d'amortisseur » du bruit, le piégeant dans la masse.

L'hubriserie participe aussi à l'isolation, le métal ou le bois massif sont de bons isolants.²³⁸



Fig. 226: Exemples des portes techniques

²³⁷ <http://www.chauvatportes.com/portes-techniques/>

²³⁸ <https://porte.ooreka.fr/comprendre/porte-acoustique>

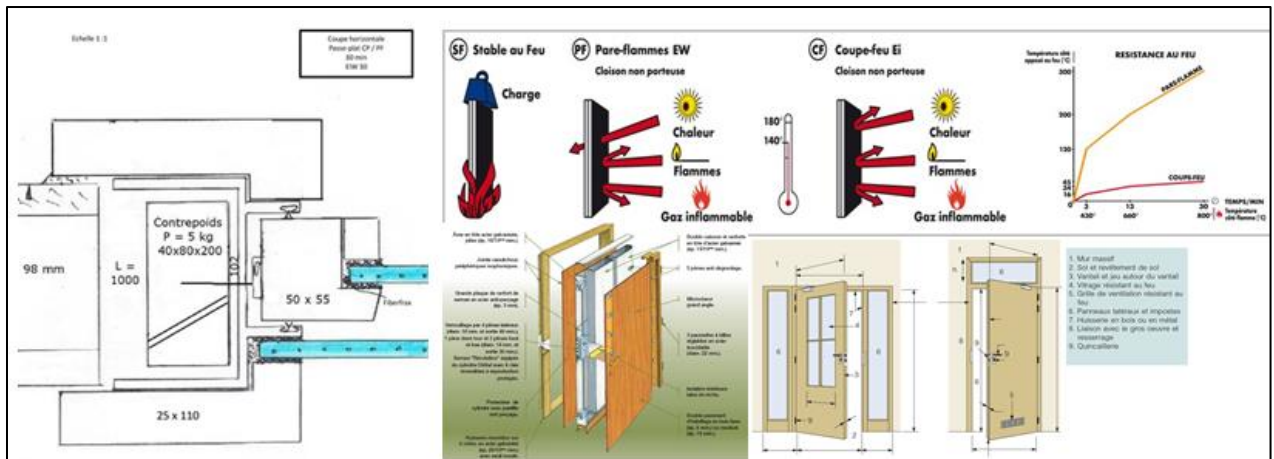


Fig. 227 : Principe & composants des portes pare-feu

6.2.6.3) Vitrage intérieur :

a. Vitrage des boutiques :

Transmission lumineuse élevée : bon éclairage naturel des espaces intérieurs.

Large possibilité de création architecturale, utilisé en simple ou double vitrage.

Les performances spectrophotométrique des verres MFG sont données en simple vitrage, pour toutes les épaisseurs.

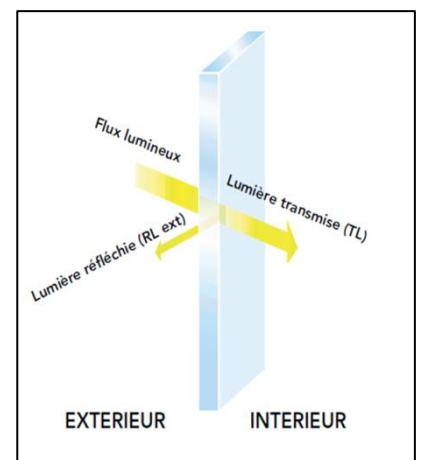


Fig. 228 : Performance du vitrage de nos boutiques

b. Vitrage au niveau de la base :

Dans le cas du vitrage de notre base, on a utilisé :

- Le verre feuilleté : est un assemblage de feuilles de verre et d'intercalaires de nature plastique.
- Les intercalaires peuvent se présenter sous la forme de film, généralement Butyral-Poly-Vinyle (PVB).²³⁹

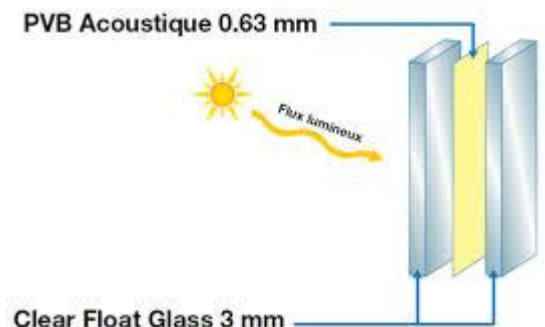


Fig. 229 : Performance du vitrage (PVB).



Fig. 230 : Niveau de bruit : échelle en décibels

²³⁹ Notes d'après le Séminaire du MFG au niveau de la faculté de technologie UABT (Janvier 2017)

6.2.7) L'éclairage :

L'éclairage est l'un des facteurs les plus importants qui affectent les espaces intérieurs des bâtiments, mais aussi le psychisme des occupants.²⁴⁰

Un architecte efficace doit comprendre les nombreux facteurs qui affectent la qualité de la lumière d'un espace pour offrir un environnement de travail et d'habitat très agréable, mais aussi pour **réduire le coût de l'électricité, et devrait donc jouer un rôle clé dans toute conception respectueuse de l'environnement.**

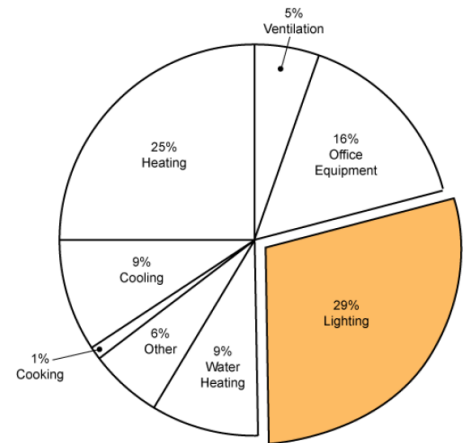


Fig.231 : Consommation énergétique Dans les IGH²⁴¹

Dans ce point on veut traiter les différentes stratégies d'utilisation de la lumière du jour pour atteindre un niveau d'éclairage favorable dans les différents espaces de notre projet, soit par des **méthodes directes** (façade transparente) ou des **méthodes contrôlées** (brise solaire, réflecteur..).

a) Niveau de la base : la nature des fonctions projetés au niveau de la base (centre commercial, loisir...) nécessite une grande quantité de lumière afin de créer un environnement public confortable et luxueux, donc pour assurer ce dernier, notre conception comporte 2 typologies d'éclairage :

-Eclairage direct (zénithale et latéral): la lumière traverse la peau extérieure de la façade vitrée jusqu'à l'intérieur suivant une ligne droite

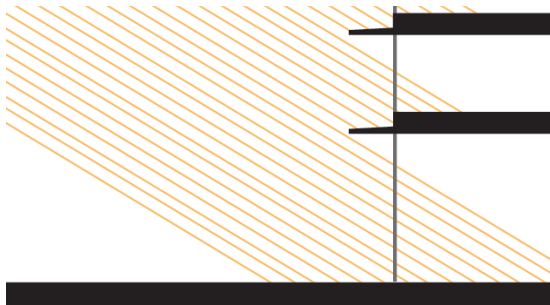


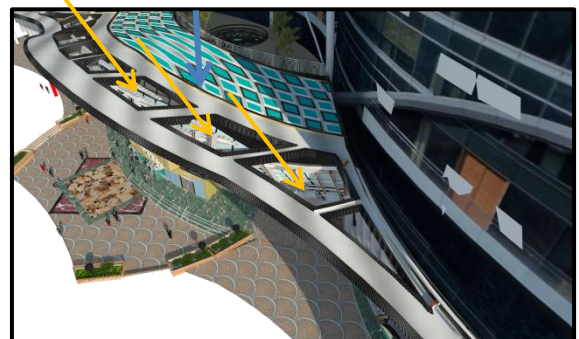
Figure 232: Rayon de lumière directe²⁴²



Fig. 233 : Rayon de lumière directe du projet²⁴³

-Eclairage orienté : A partir des **ouvertures percées** au niveau de la toiture la lumière traverse le vide jusqu'à arriver aux réflecteurs horizontaux chaque élément de ces derniers est décalé de 15 cm l'un par rapport à l'autre et avec un **angle** de :

-30° pour les éléments supérieurs,



²⁴⁰ Publication of Northeastern University School of Architecture ,November 2008, **OFFICE BUILDING** ,page 97

²⁴¹ IDEM page 112

²⁴² IDEM page 107

²⁴³ 3D du Projet final, réalisée par les étudiants

-45° pour les réflecteurs intermédiaires
-60° pour les réflecteurs bas

Cette technique permet de gérer la lumière afin d'éclairer les espaces les plus loin possibles (noyaux central dans notre cas) et surtout les espaces d'accueil.

Le même principe est effectué par rapport les réflecteurs verticaux mais pour but d'éclairer les espace l'latéraux (dans notre cas, sont les escaliers & les espaces de la circulation)

En général cette technique nous permet de réduire la consommation énergétique présentée par l'éclairage artificiel.

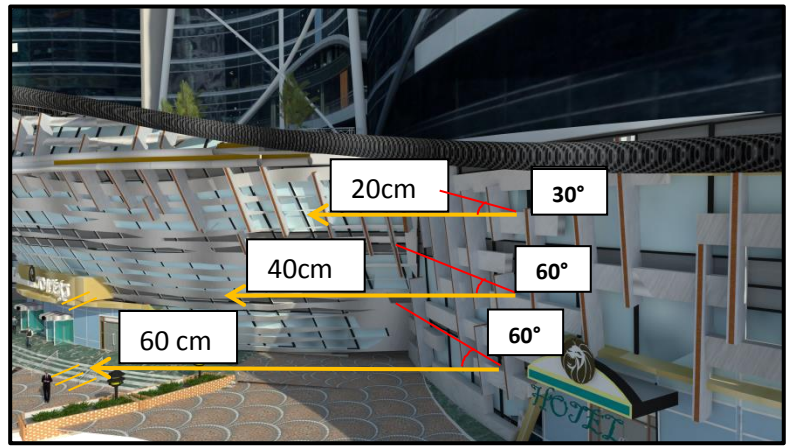


Fig. 234 : Détail technique des réflecteurs de la lumière ²⁴⁴

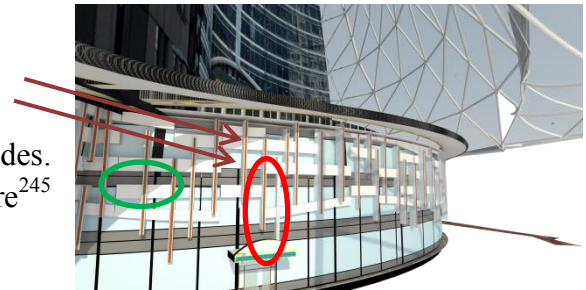


Fig. 235 : les 2 types des Réflecteurs de lumière ²⁴⁵

- b) **Niveau des tours** : notre principe de base est porté pour profiter le maximum de la lumière naturelle, et cela sera effectuer à travers des plans libres dans le côté nord surtout par rapport les bureaux d'affaire.

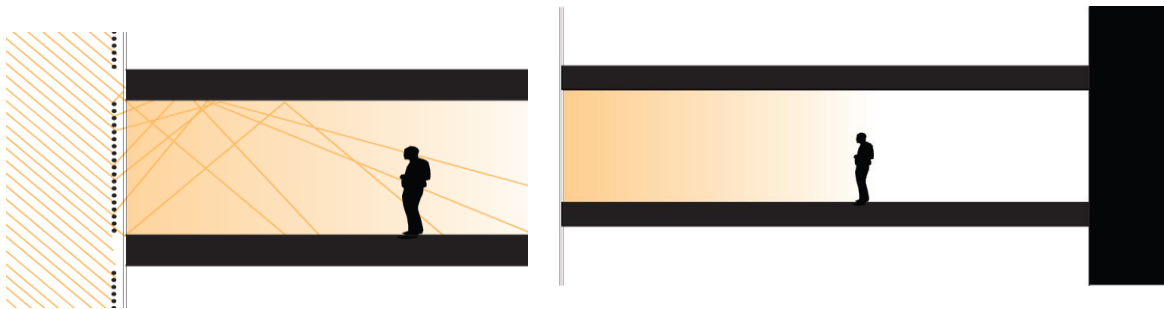


Fig.236: profondeur de la lumière avec & sans réflecteur ²⁴⁶

le facteur le plus important dans les tours pour déterminer la profondeur de la lumière est la hauteur de la fenêtre et La dimension du plancher . .

²⁴⁴ 3D du Projet final, réalisée par les étudiants

²⁴⁵ IDEM

²⁴⁶ Publication of Northeastern University School of Architecture ,November 2008, **OFFICE BUILDING** ,p 103

c)Eclairage artificiel :

Selon les besoins de chaque espace ,notre reflexion est porté sur 2 grandes catégories d'éclairage artificiel (direct & indirect):

c1)Eclairage direct :

Est la méthode la plus efficace en énergie pour allumer un espace. La lumière provenant du luminaire est autorisée à entrer directement dans l'espace, ce qui permet une quantité maximale d'illumination. Cependant, cette méthode d'éclairage offre un niveau de contraste plus élevé qui peut conduire à un éclairage et à un éblouissement inégal.



Fig.237: Eclairage direct

c2)Eclairage indirect :

L'éclairage indirect, utilise une lumière diffuse pour éclairer un espace. Cela se fait en relançant la lumière d'une surface réfléchissante et généralement hors du plafond de l'espace. L'éclairage du plafond offre une lumière plus douce, plus uniforme et réduit considérablement l'éblouissement.

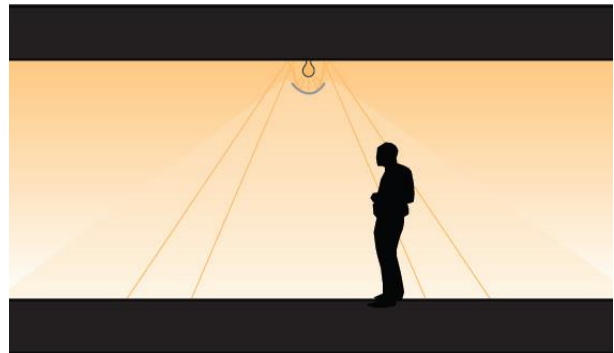


Fig.238 Eclairage indirect²⁴⁷

²⁴⁷ Publication of Northeastern University School of Architecture ,November 2008,OFFICE BUILDING ,page 104

Approche environnementale :

La problématique de la hauteur ne concerne pas seulement la structure mais également la gestion de la qualité de l'environnement intérieure de la tour. Le vent en hauteur pose des difficultés pour offrir les ouvertures des fenêtres, Alors **la température et la ventilation** étant donc essentiellement **gérées** par des **systèmes mécaniques**. D'autre part, **La profondeur du plan** pose également la question de **l'éclairage artificiel**

Donc, la gestion de la lumière, ventilation et température ... est assurée par des systèmes actifs, consommant une grande quantité d'énergie.

A l'heure, où **la tendance est au développement durable**, il est intéressant, Pour le projet, d'observer les possibilités qui ont été trouvées comme alternatives ou compléments aux solutions classiques pour répondre aux besoins d'une tour.

Dans notre cas d'étude on a essayé d'appliquer les différentes alternatives citées précédemment, en basant sur les analyses précises d'ensoleillement et des vents.

1) L'énergie éolienne :

Quatre grands éoliennes situées au sommet de la tour avec un diamètre de 5 et 7 m (figure 239) orientés vers les côtés qui confrontent les plus grands souffles du vent (nord-ouest & le nord- est) suivant la rose du vent déterminée précédemment (voir l'analyse de site)



Fig. 239 : les 4 éoliennes du projet final

Ces éoliennes servent pour la production de l'électricité, mais aussi pour le pompage d'eau et d'essence

A la base de l'exemple de La tour vivante à Rennes, qui rassemble avec mêmes caractéristiques des vents de la frange maritime Oranaise ,2 éoliennes de diamètre de 7 m peuvent produit de 200 à 600²⁴⁸ kWh/an, Alors par rapport notre cas et avec 4 éolienne on peut produit de 400 à 1200 KWh/an dans chaque côté.



Fig.240 : La tour vivante à Rennes ²⁴⁹

2) L'énergie solaire :

Produire de l'électricité solaire n'est plus, depuis longtemps, une utopie. Des toits solaires ayant une puissance de quelques kilowatts jusqu'aux centrales de quelques mégawatts, tous ces installations contribuent à un approvisionnement en énergie **respectueux de l'environnement**.

A l'instar de l'exemple de la tour vivante, plus de 4.500m² de **cellules photovoltaïques** intégrées aux façades orientées vers le soleil et en toiture produisent de l'électricité à partir de l'énergie solaire à raison de 700 000 à 1 million de kWh/ an.

Dans notre cas, une surface de 20024,85m² des **cellules photovoltaïques** couvrent la partie sud avec un intervalle **d'angle entre 120° et 240°**(synthèse de l'analyse d'ensoleillement, voir l'analyse de site)

Si on prend les références énergétiques de la tour vivant, tout en appliquant sur notre bâtiment. Cette surface des cellules peuvent produit entre 3114976 à 4449966 kWh/ an.



Fig.241: Grille des .cellules Photovoltaïques de notre projet²⁵⁰

²⁴⁸ 3D réalisée par les étudiants, sketch up, V-Ray,

²⁴⁹ SOA-Architectes.

Afin de permettre une transmission partielle de la lumière pour éclairer les espaces intérieurs de la tour, on a utilisé des panneaux constitués avec des modules à couche mince semi-transparente, et la mise en place d'un vitrage type (MEDILAM STAR S (voir le détail dans le chapitre technique))²⁵¹ avec une couche d'oxyde métallique pour éviter les déperditions thermiques et créer un effet de serre entre les cellules et la peau extérieure de la tour pour mieux chauffer le panneau, cette technique permet une production efficace de l'énergie.

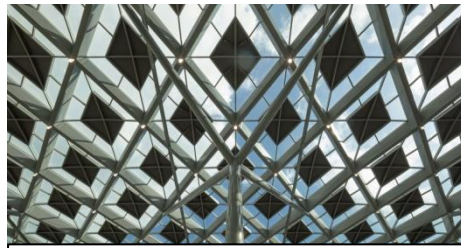


Fig.242: The-Hague-central-station-benthem- Pays-Bas

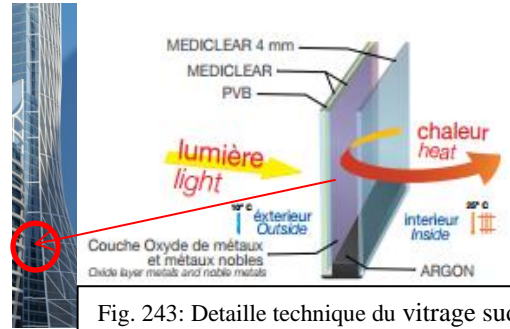


Fig. 243: Detail technique du vitrage sud

Synthèse :

D'après le tableau, la consommation énergétique annuelle d'un appartement R+4 est de 13785,89 kWh/ an.

Si on divise l'addition des énergies produites par notre bâtiment (éolienne 2400Kwh/an + panneaux photovoltaïques 4449966 kWh/an=4452366Kwh/an) par la consommation énergétique pour un seul appartement (13785,89kwh/an) on peut déduire combien d'appartement on peut les alimenter

Donc $4452366 / 13785.89 = 323$ appartements.

A partir du principe de la gestion de la lumière naturelle adaptée dans notre bâtiment & au détriment des alternatives énergétiques projetées dans notre projet, ces facteurs nous vont conduire tout naturellement à une conception à faible consommation énergétique.

Désignation des espaces	Surf/m2	Eclairage	Equipements électroménagers+TV+HI-FI	Efficace KWh/an
Cuisine	17.90	02 lampes LBC 60W	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Congélateur ▪ Réfrigérateur ▪ Lave-vaisselle ▪ Four de cuisine ▪ Plaque chauffante ▪ Micro-ondes ▪ Cafetière ▪ Cuisinier à vapeur ▪ Grille-pain ▪ Friteuse ▪ Hotte aspirante ▪ Lave linge 	255 150 160 180 120 40 30 10 15 10 20 120
La consommation en Wh/m ²				6 Wh/m ²
CH.1	14.70	02 lampes LBC 60 W	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordinateur en Wifi 	/
CH.2	21.20	02 lampes LBC 60 W	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordinateur en Wifi 	/
CH.3	15.90	02 lampes LBC 60 W	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordinateur en Wifi 	/
Séjour+S-à-manger	55.40	06 lampes LBC 60 W	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TV ▪ Magnétoscope ▪ Démodulateur ▪ TEL-répondeur ▪ Hi-fi 	100 70 40 25 30
La consommation en Wh/m ²				0.55 Wh/m ²
Hall	20.40	02 lampes LBC 60 W	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspirateur ▪ Fer-à repassé 	15 30
La consommation en Wh/m ²				0.25 Wh/m ²
Salle de bain	10.30	02 lampes LBC 60 W	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sèche-cheveux ▪ Plaque céramique 	15
La consommation en Wh/m ²				0.17Wh/m ²
WC	4.90	01 lampe LBC 60 W	/	/
Terrasse	9.70	01 lampe LBC 60 W	/	/

La consommation annuelle	13 785.89
---------------------------------	------------------

Tableau 34 : La consommation électrique spécifique d'un appartement de type F4 constitué avec des murs rideaux²⁵²

²⁵⁰ 3D réalisé par les étudiants, sketch up, V-Ray,

²⁵¹ Conférence de la journée de formation d'MFG glass

²⁵² CITHELIA-Expertise-France

Conclusion générale :

La construction des IGH dépend d'une approche intégrée coexistant efficacement entre plusieurs disciplines dès les 1^{er} pas de la conception.

Donc dans la communauté architecturale, il faut que l'architecte conçoit, analyse et même développer une appréciation générale sur les flux des forces appliquées sur un bâtiment pour que le résultat final ne soit pas trop modifier.

La construction des IGH reste toujours un challenge face aux concepteurs parce qu'ils sont tout le temps besoin d'un ingénieur, pour gérer la conception structurelle afin d'avoir plus de sécurité au niveau de la stabilisation.

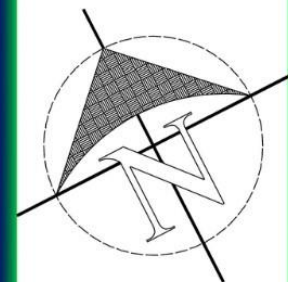
Actuellement, les nouvelles tendances technologiques ont bien aidé à construire en hauteur par l'invention des nouvelles techniques, matériaux, HQE...

La superposition des plusieurs fonctions dans un seul édifice crée toujours un centre dynamique et attractif.

L'Algérie est besoin d'un projet d'actualité comme une tour multifonctionnelle, Oran est considérée comme l'endroit idéal pour implanter ce type de construction, pour qu'il soit un minaret dans son littorale.

D E S S I N I

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

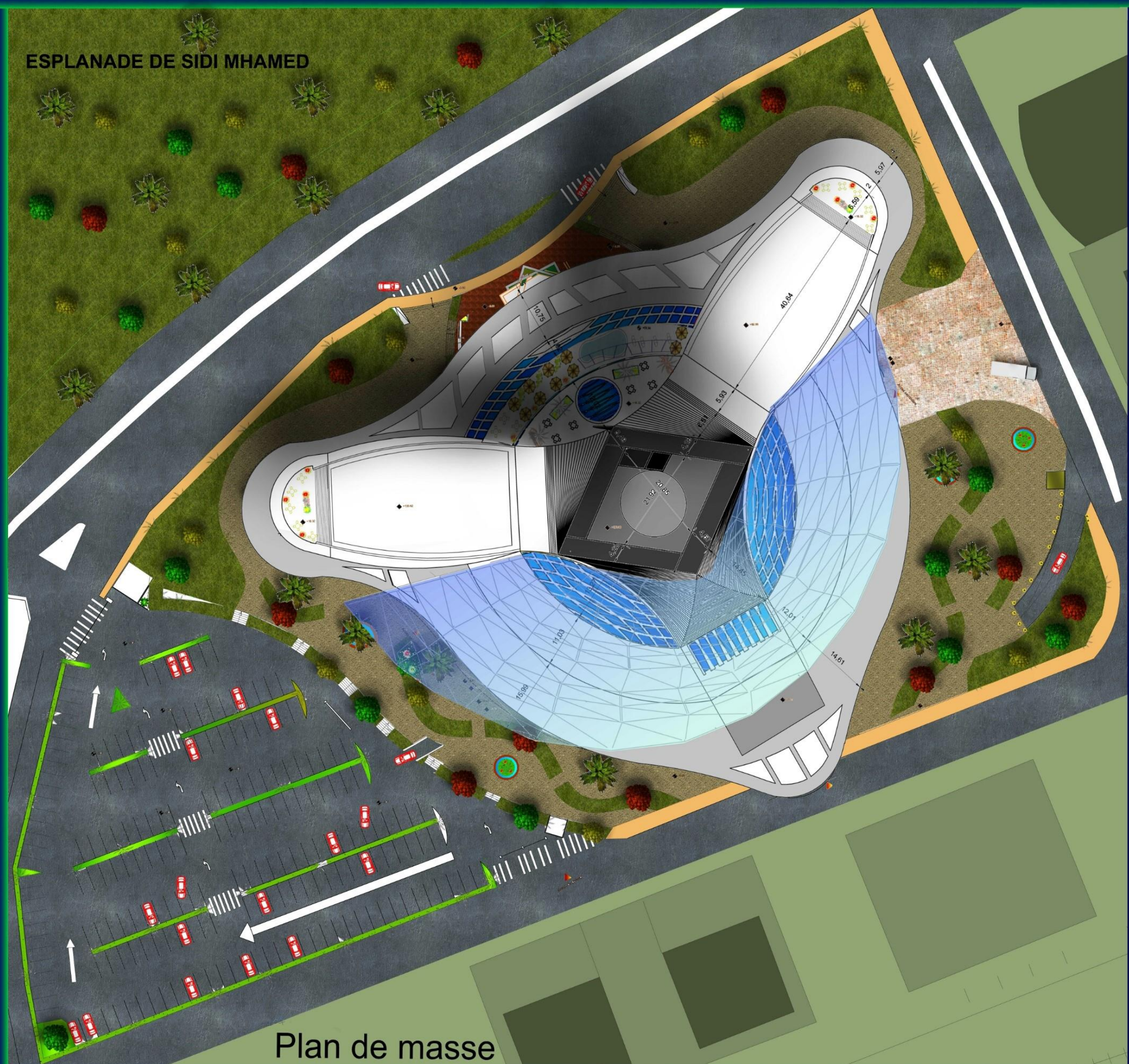
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

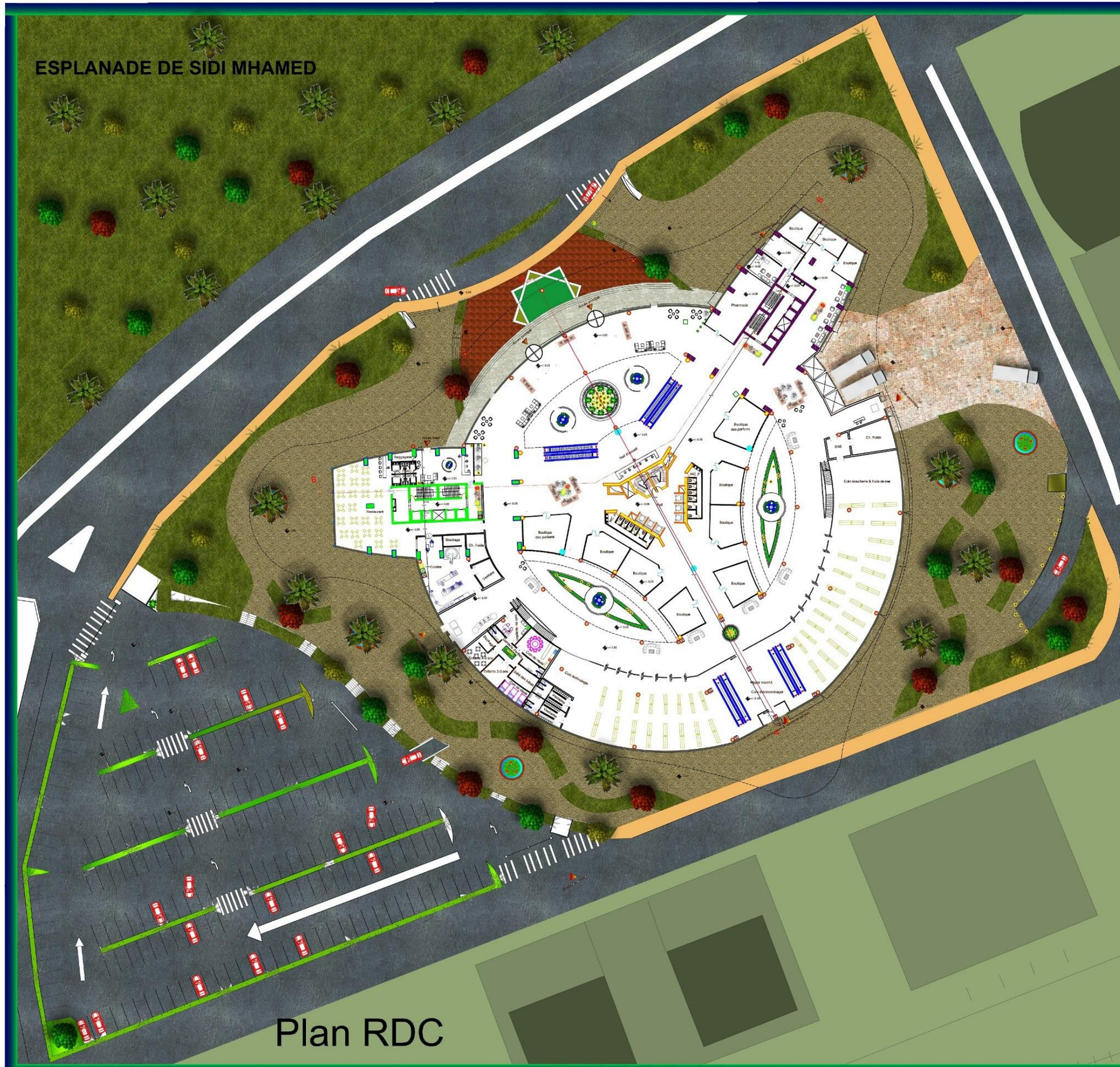
Date:

02-07-2017



Plan de masse

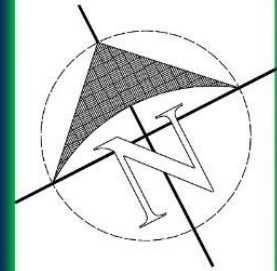
ESPLANADE DE SIDI MHAMED



Plan RDC

D E S S I N I I

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

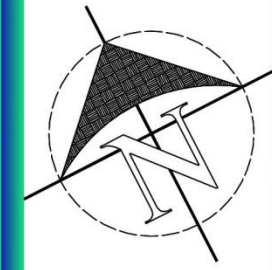
Structure

Date:

02-07-2017

D E S S I N III

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

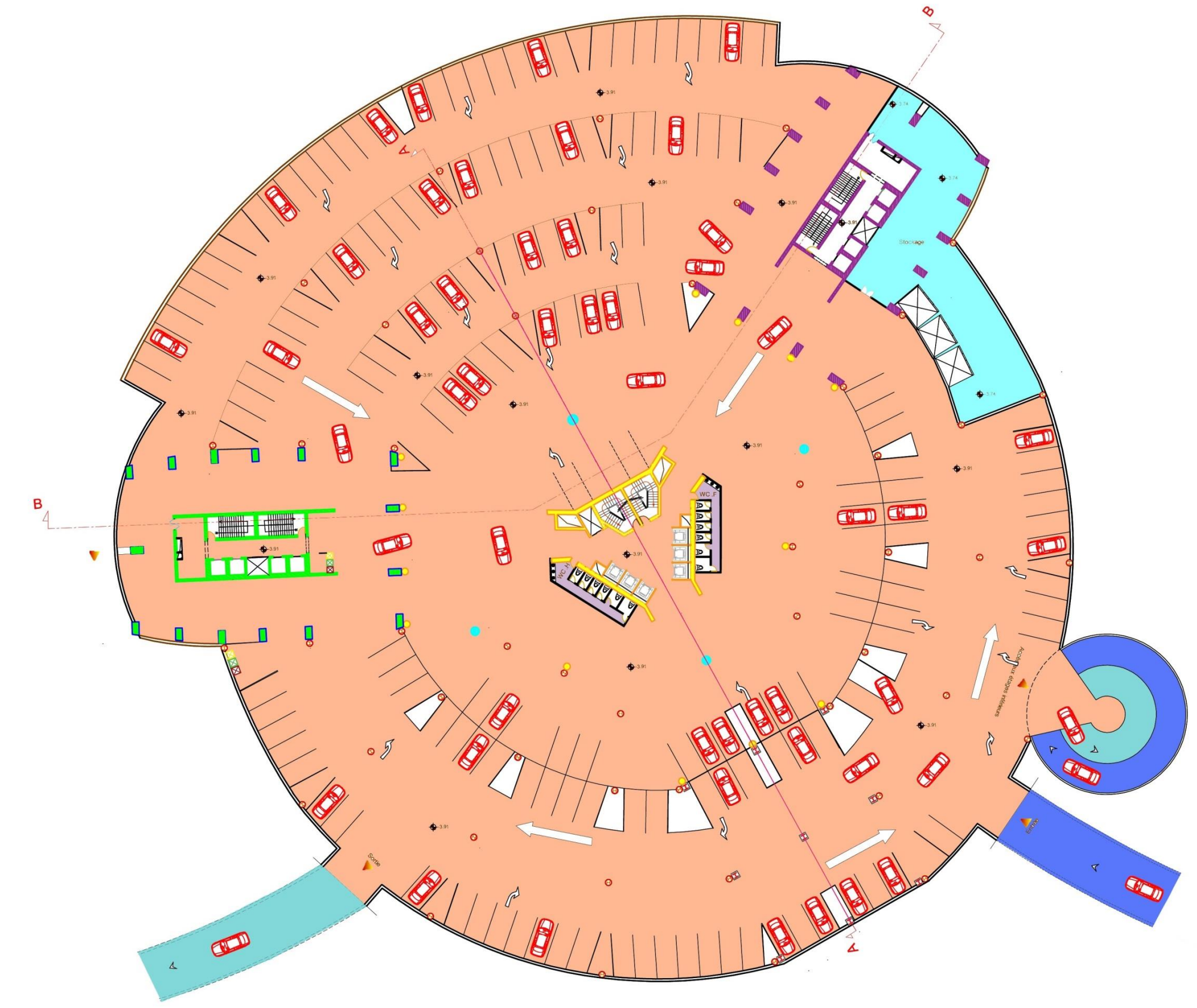
Structure

Date:

02-07-2017

Echelle:

1:200



Sous-sol (-4,-1)

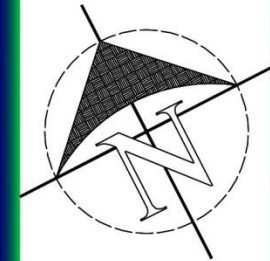


Etage 3

D
E
S
S
I
N

V
I

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderzak

Encadreurs:

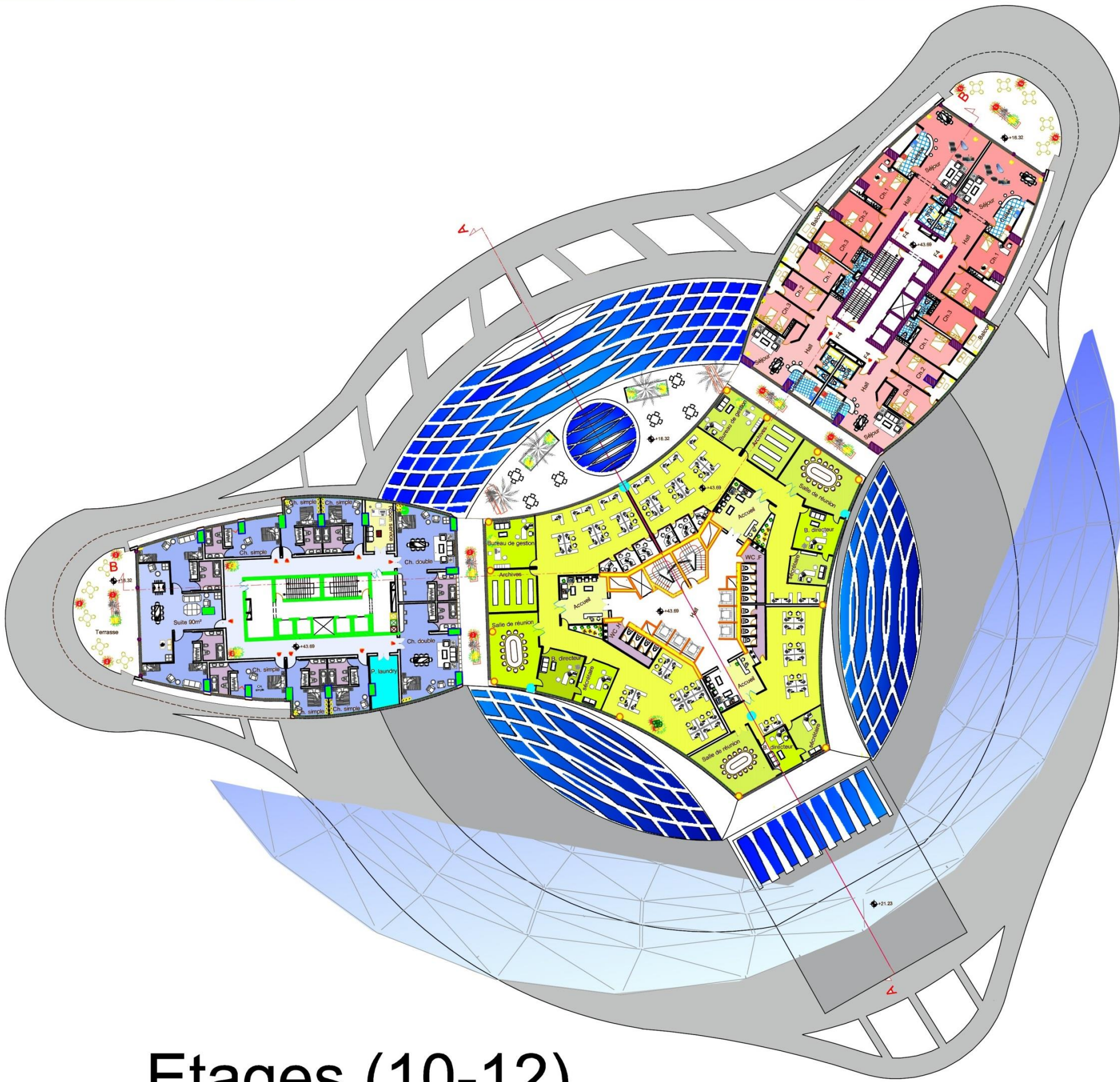
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

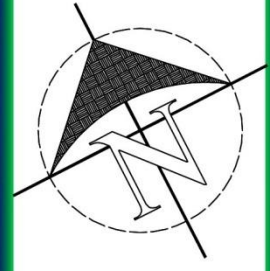


Etages (10-12)

**D
E
S
S
I
N

I
X**

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

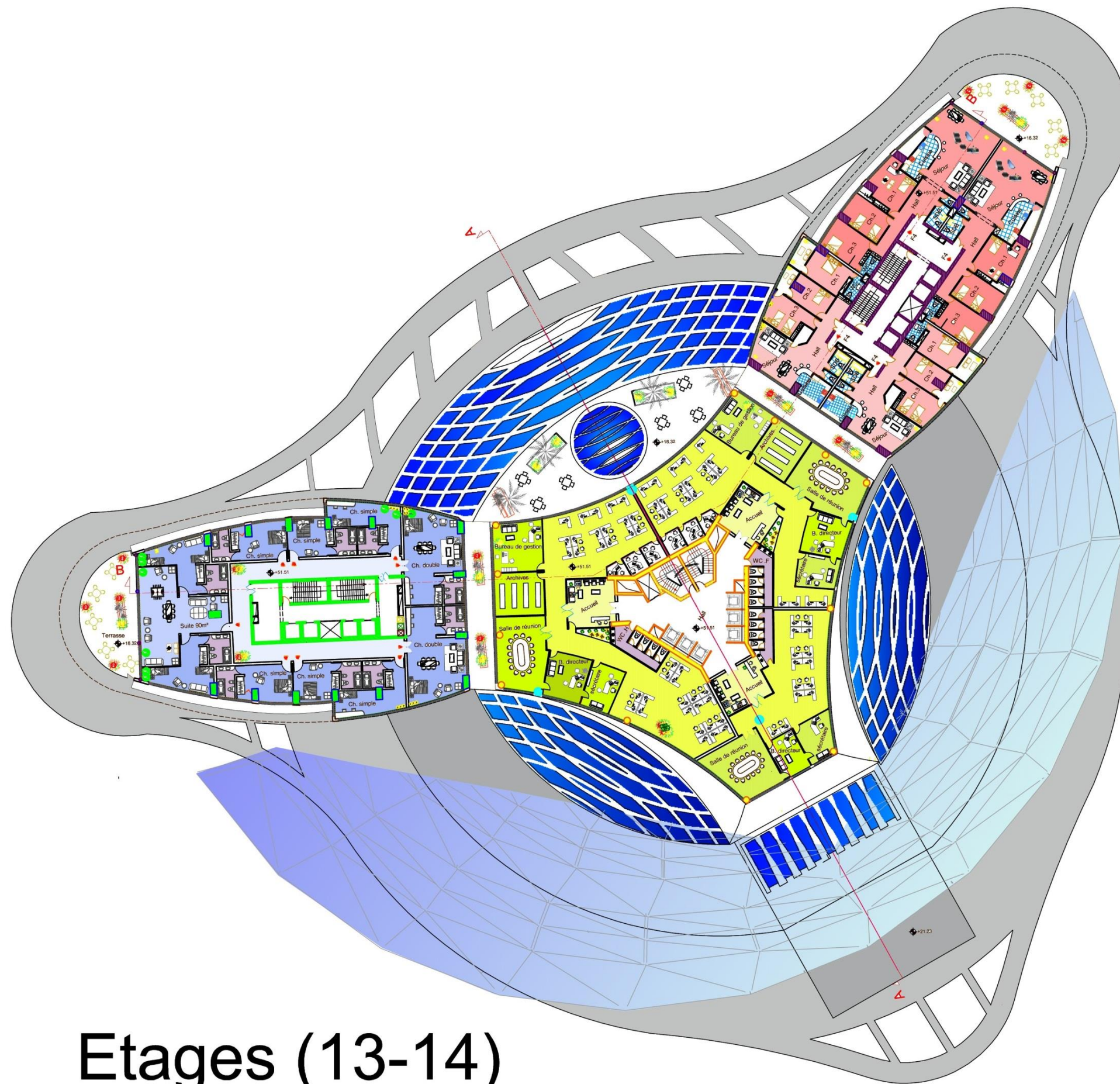
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

Date:

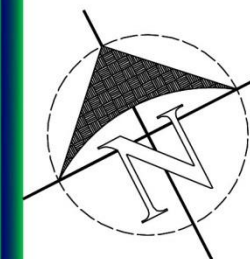
02-07-2017



Etages (13-14)

**D
E
S
S
I
N
X**

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

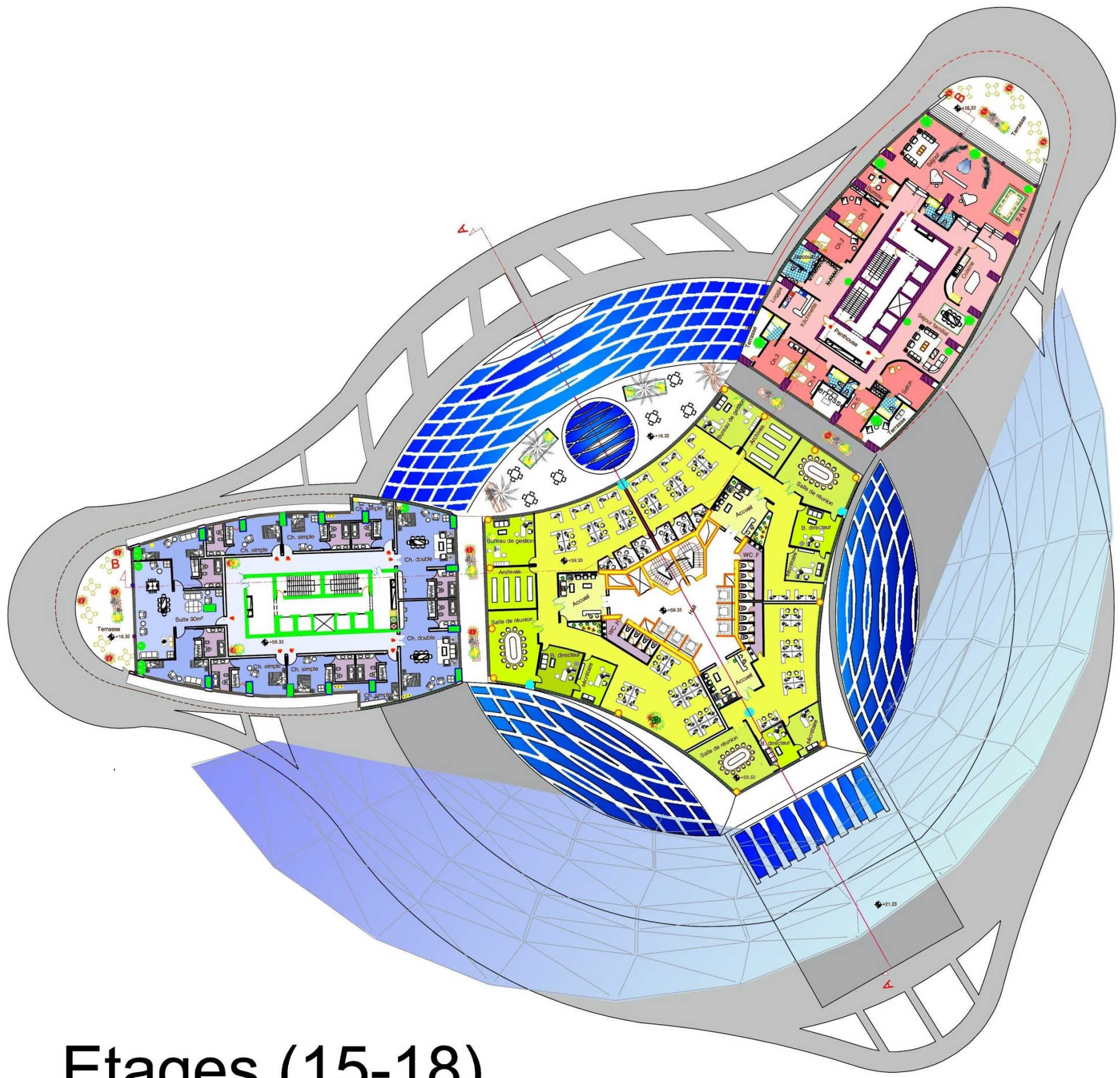
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI .I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

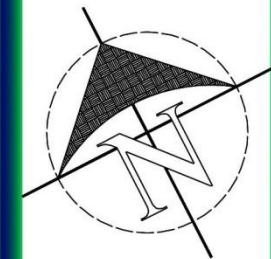


Etages (15-18)

**D
E
S
S
I
N

X
I**

Nort:



Projet:

Tour multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

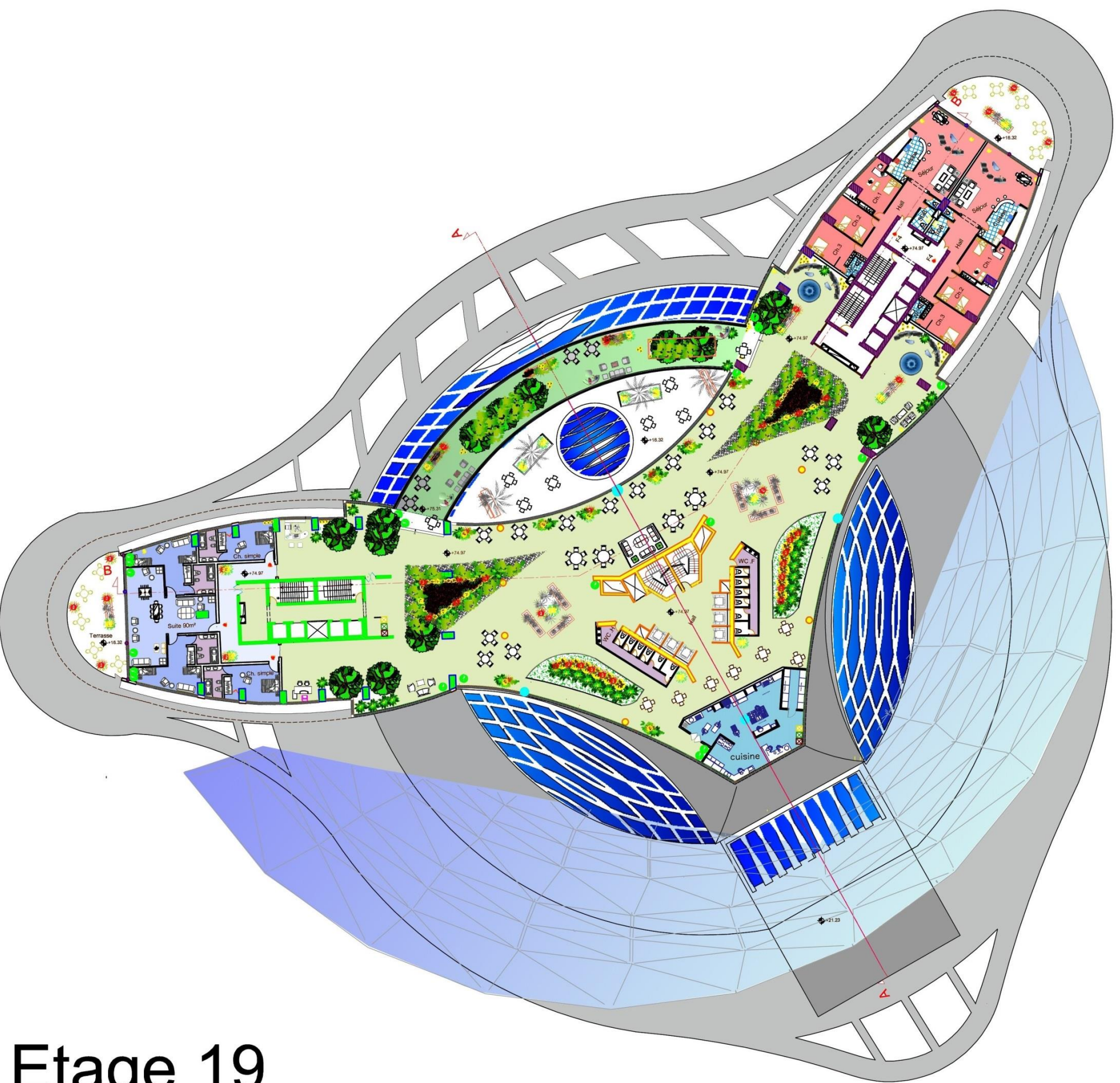
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI .I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

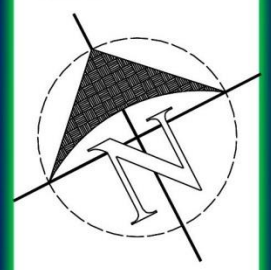


Etage 19

D
E
S
S
I
N

XII

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

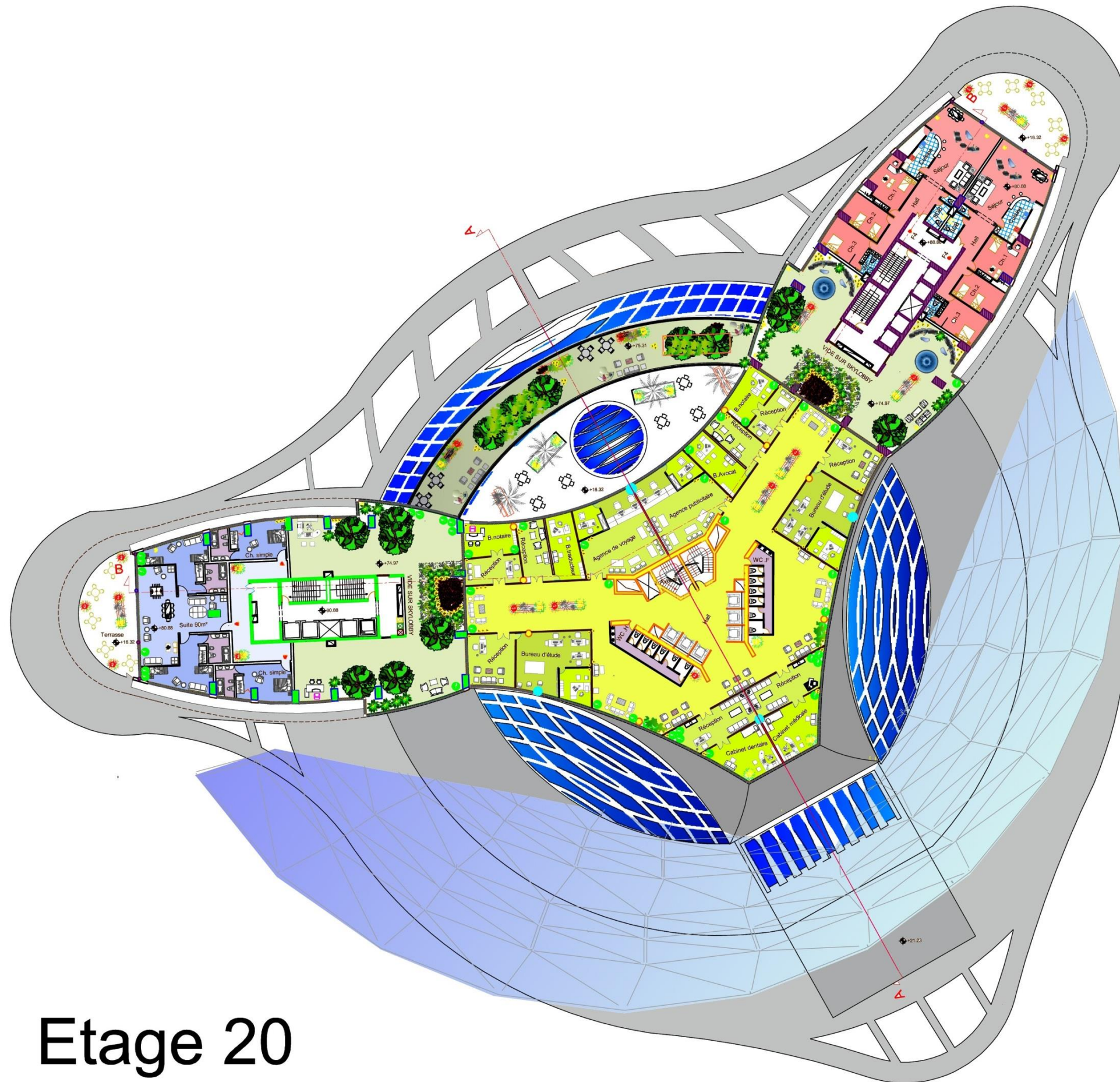
Option:

Structure

Date:

02-07-2017

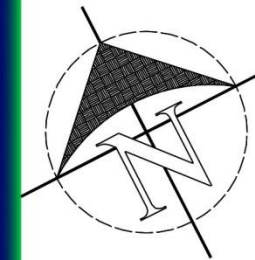
Etage 20



D E S S I N

XIII

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

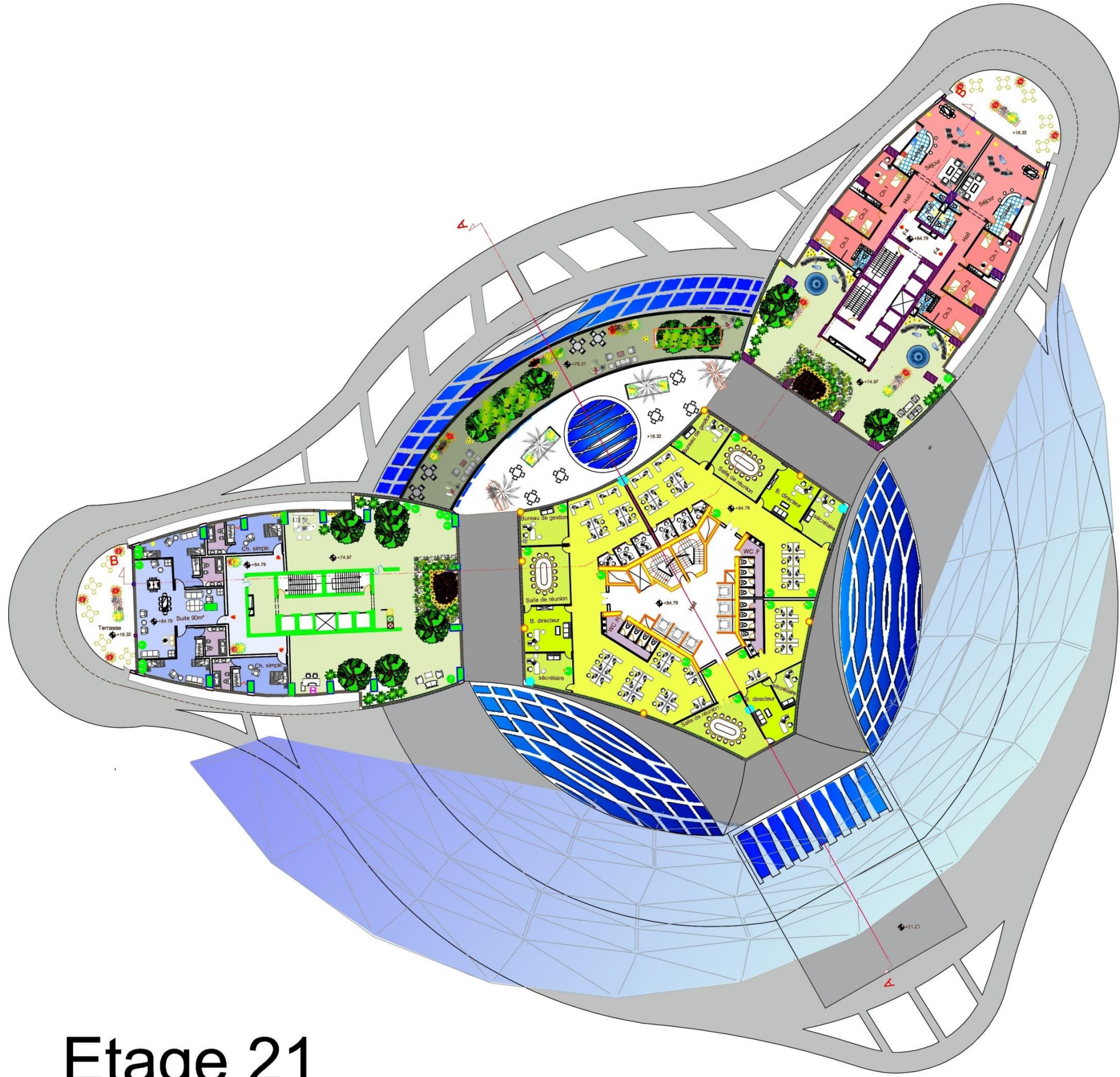
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

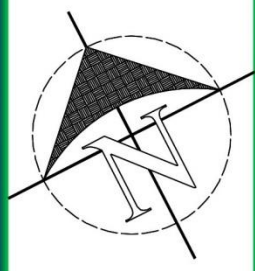


Etage 21

D
E
S
S
I
N

XIV

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

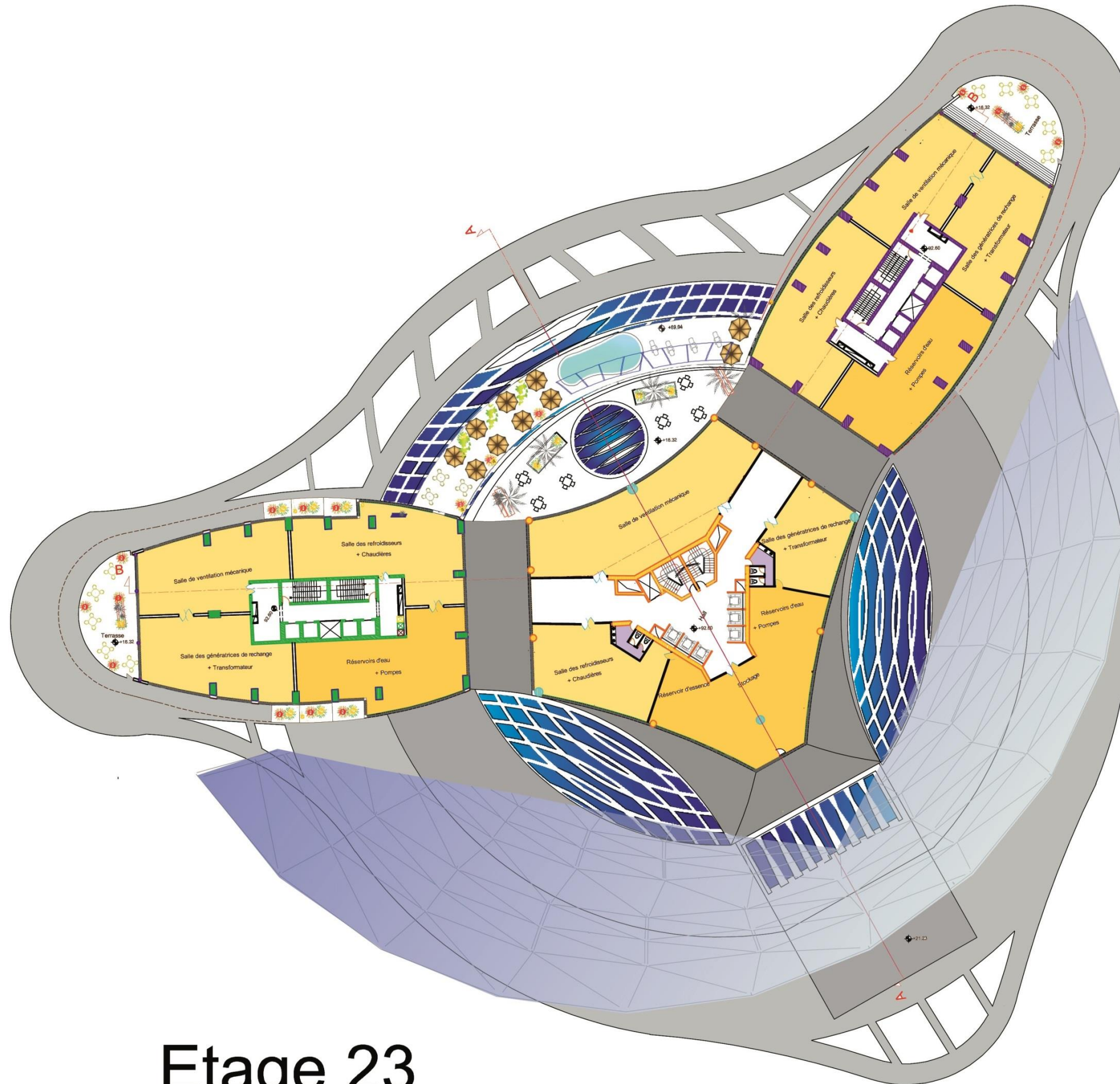
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI .I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

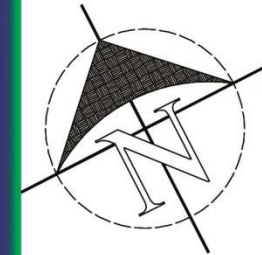


Etage 23

D
E
S
S
I
N

XVI

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderzak

Encadreur:

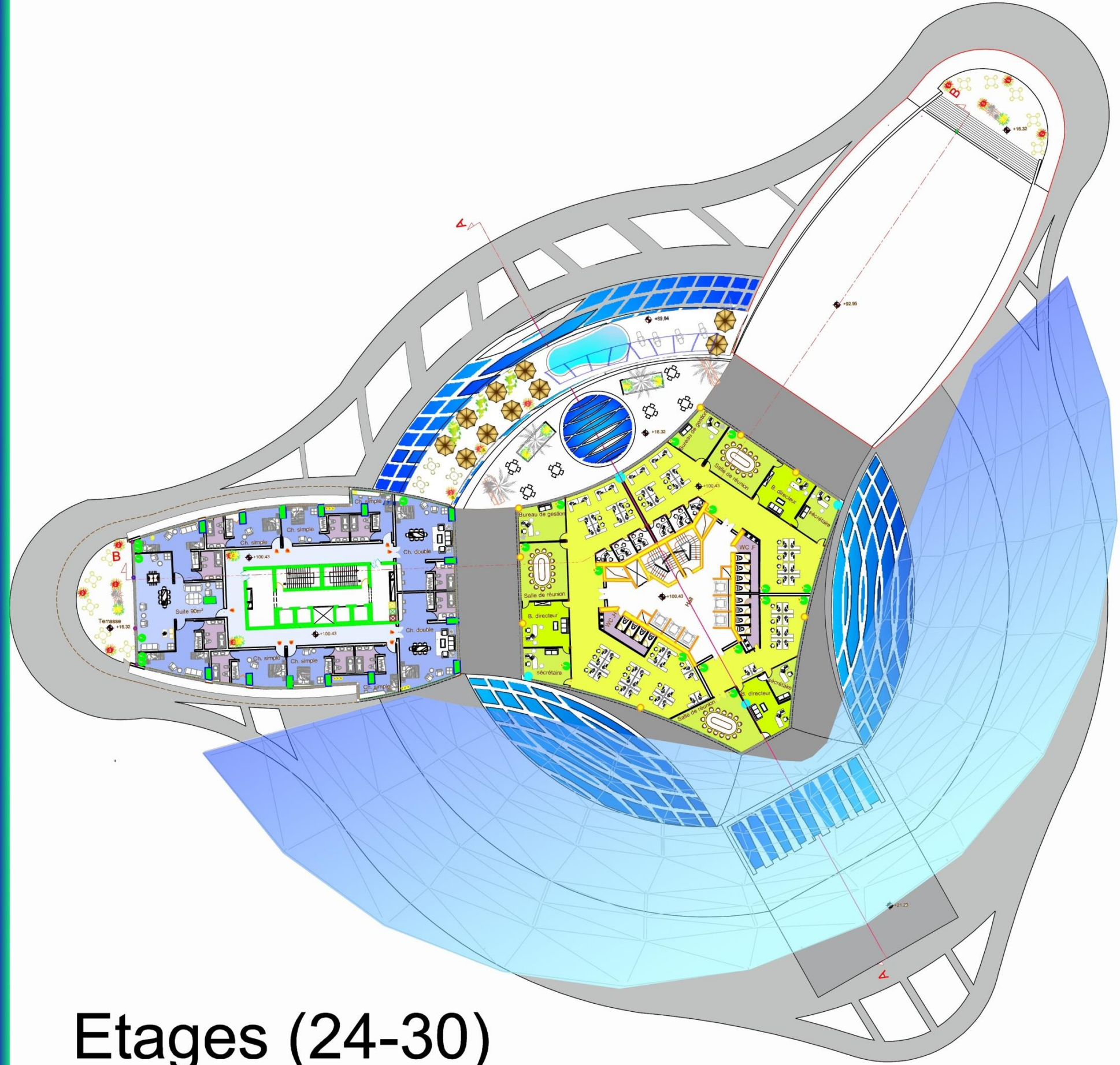
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

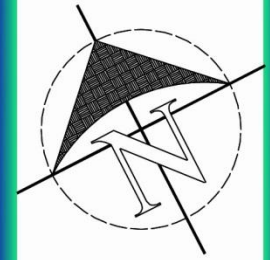


Etages (24-30)

**D
E
S
S
I
N**

XVII

Nort:



Projet:

Tour multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

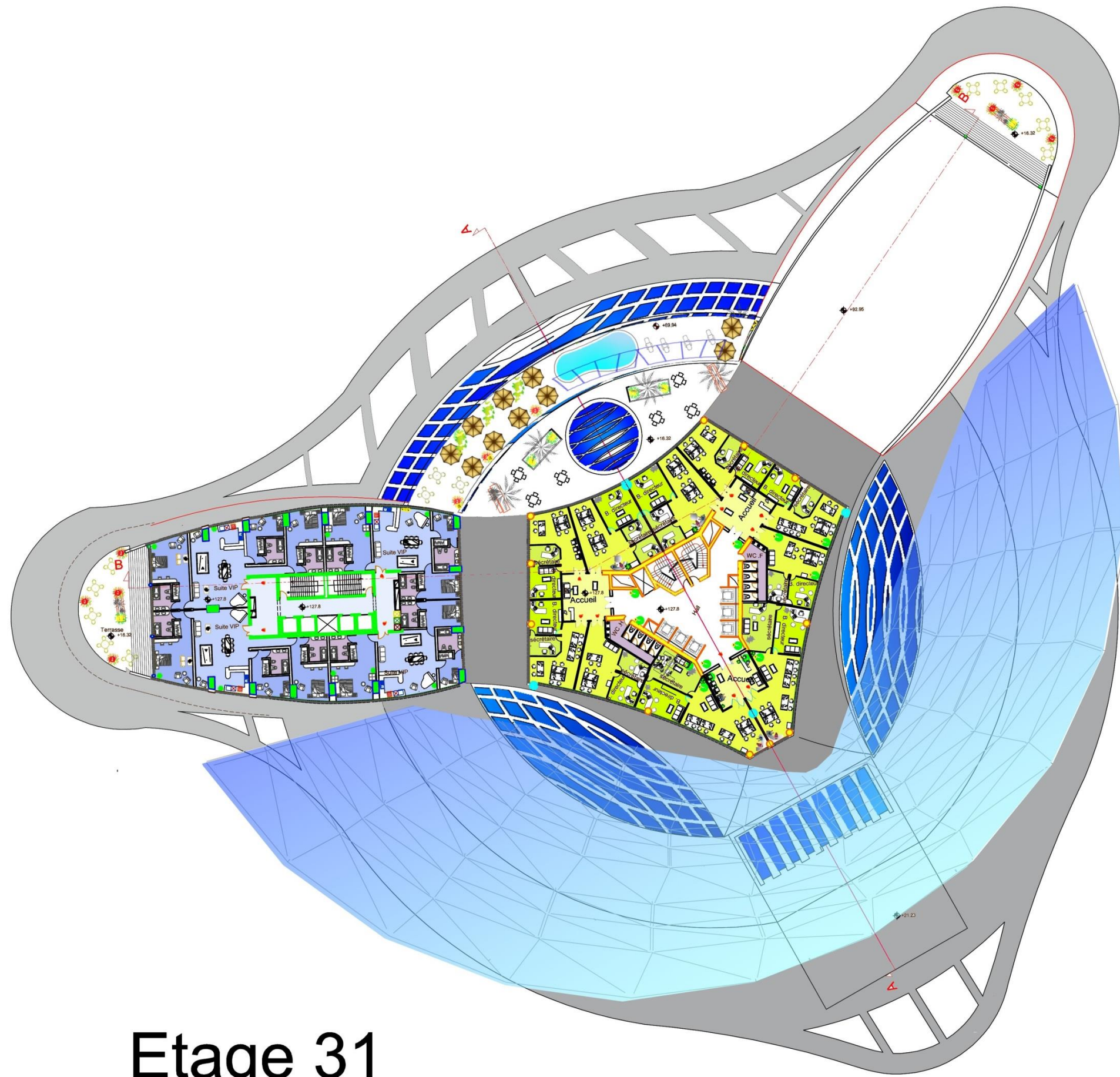
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

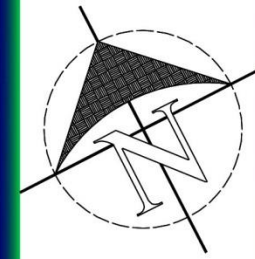


Etage 31

D
E
S
S
I
N

XVIII

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

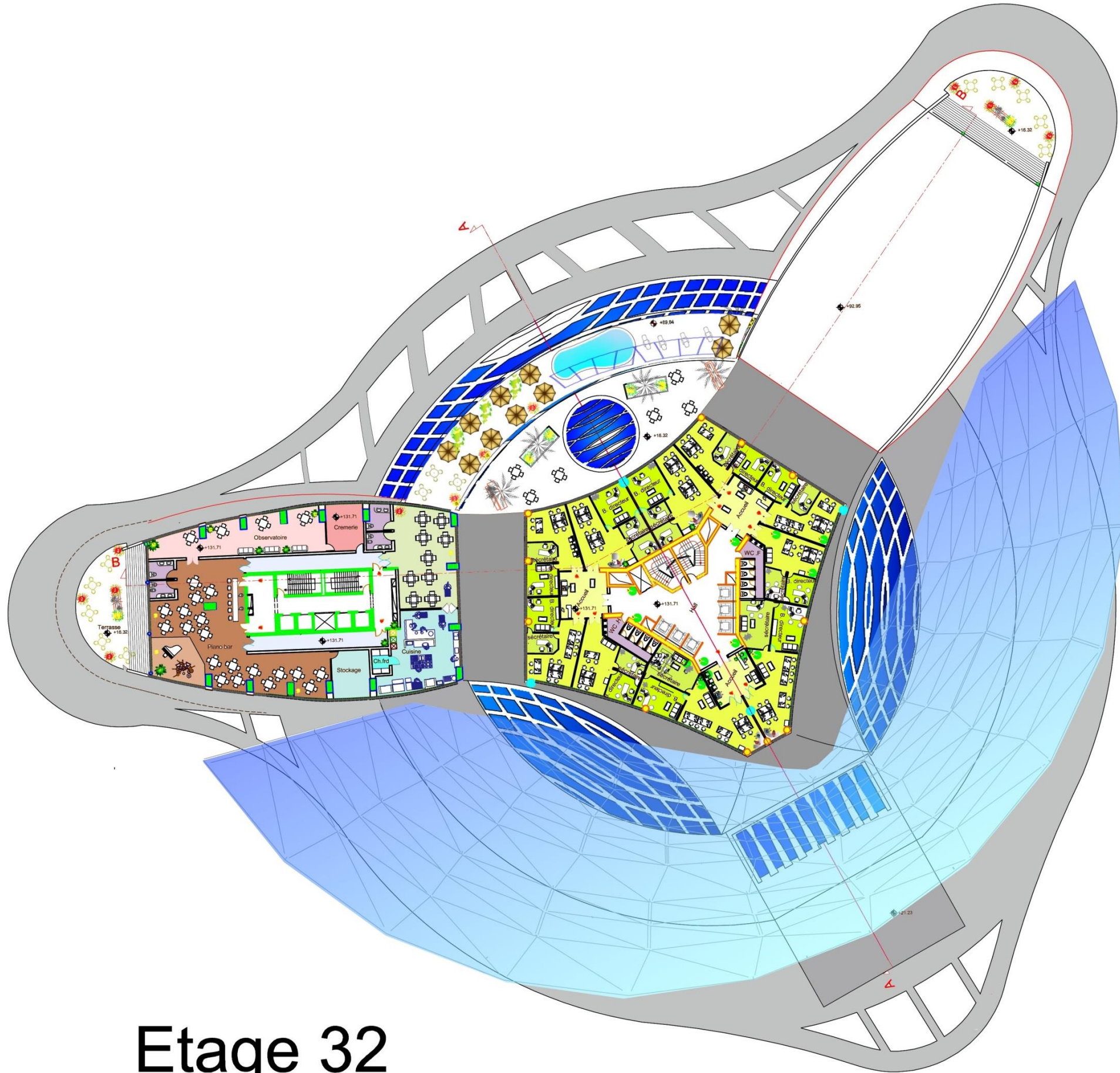
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

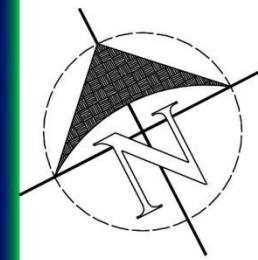


Etage 32

D
E
S
S
I
N

XIX

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

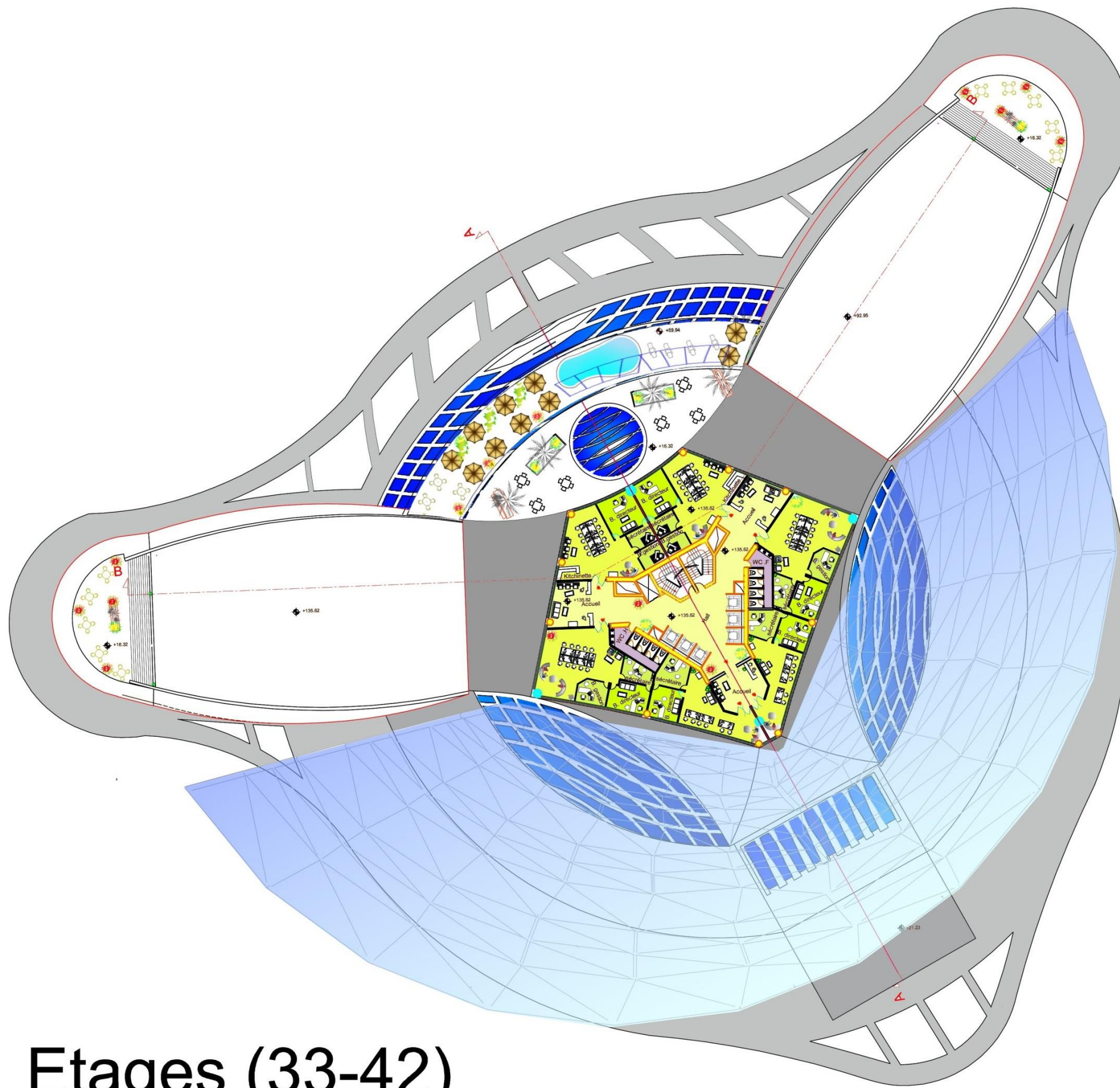
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

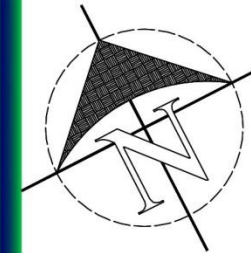


Etages (33-42)

**D
E
S
S
I
N**

XX

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreur:

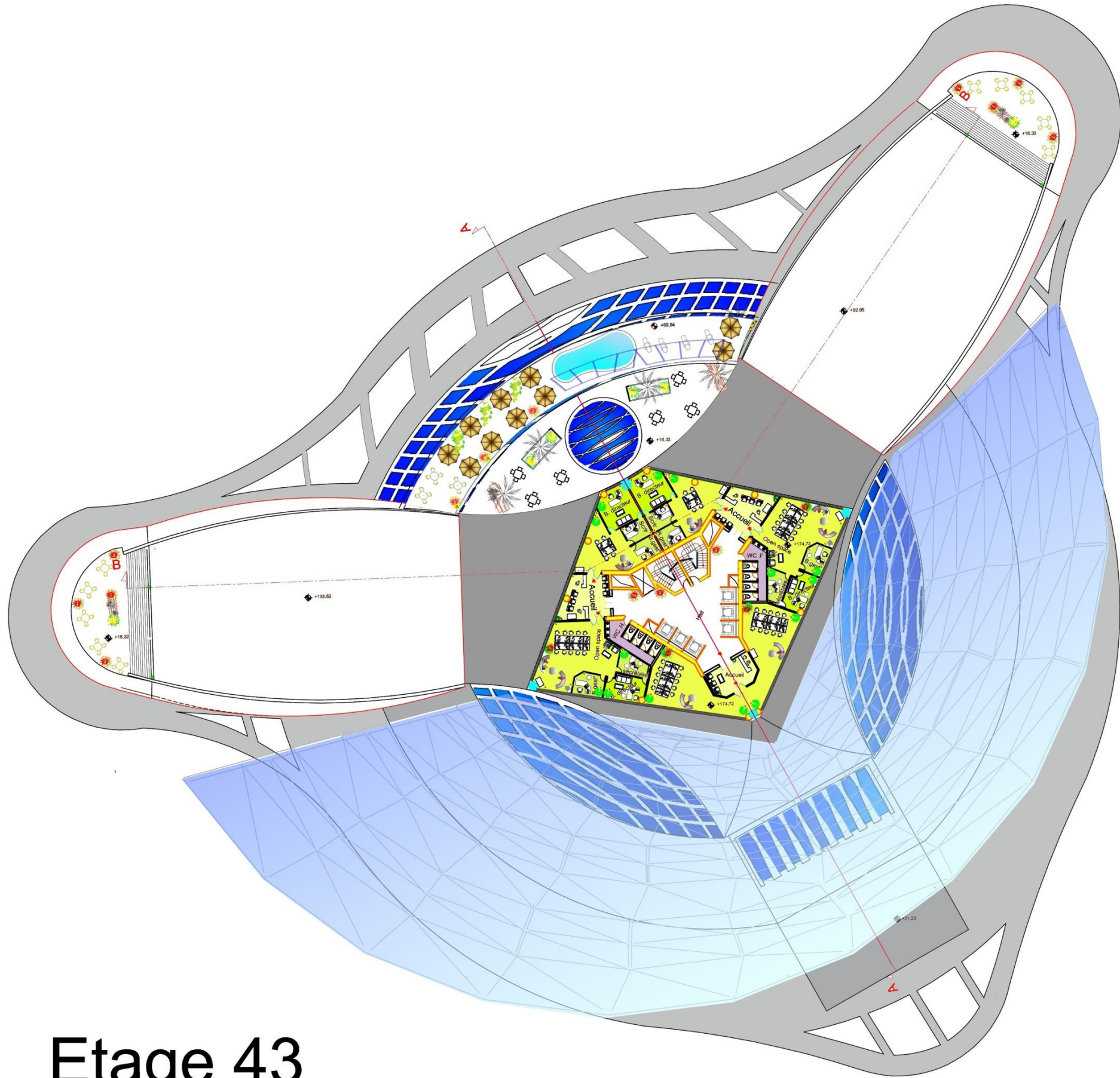
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI .I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

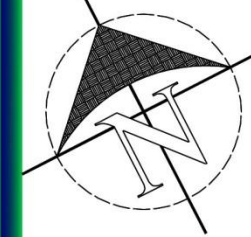


Etage 43

D
E
S
S
I
N

XXI

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

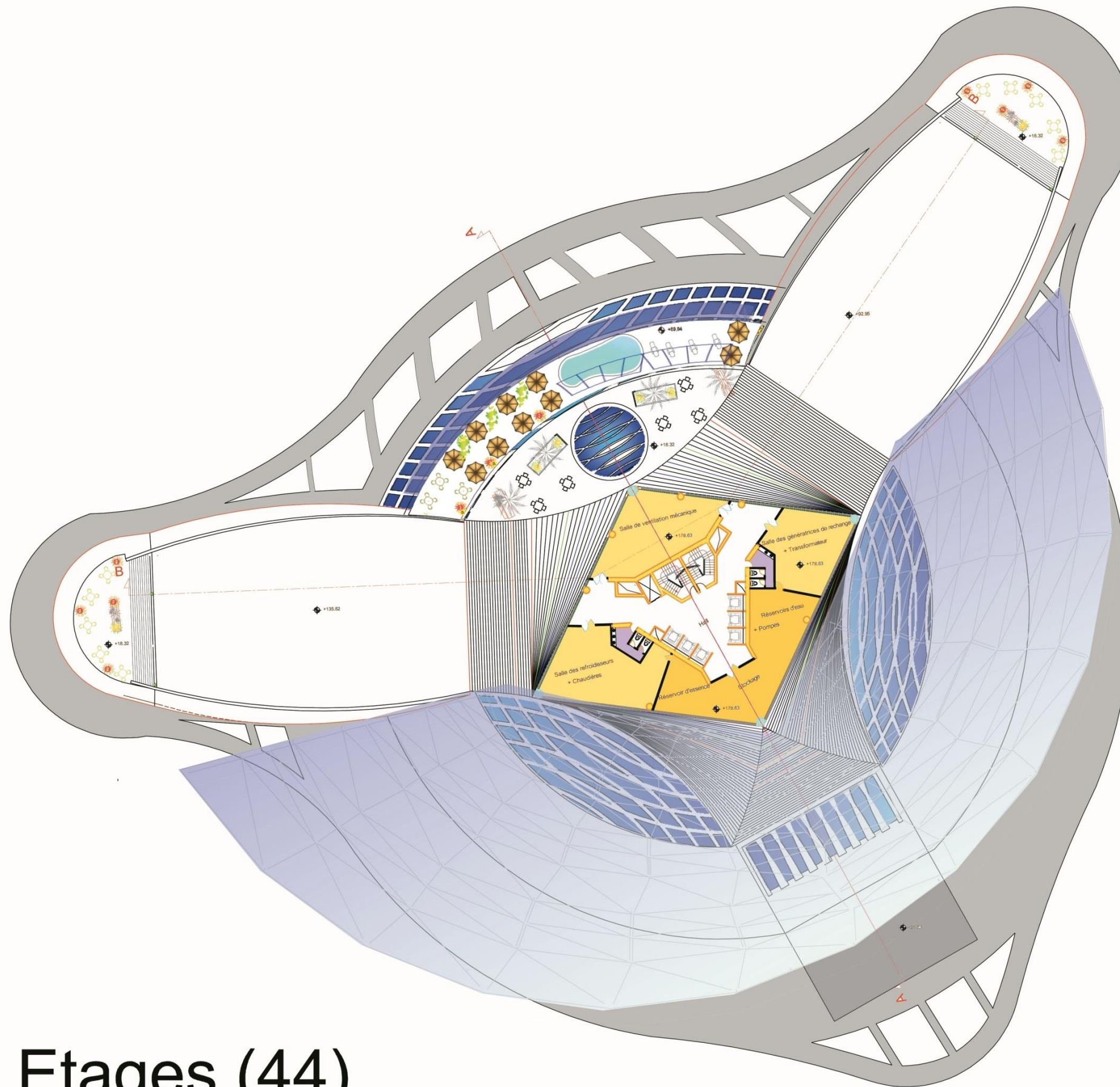
Option:

Structure

Date:

02-07-2017

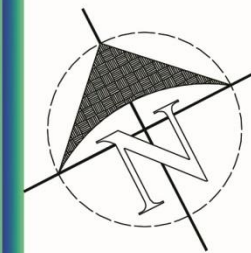
Etages (44)



D
E
S
S
I
N

XXII

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

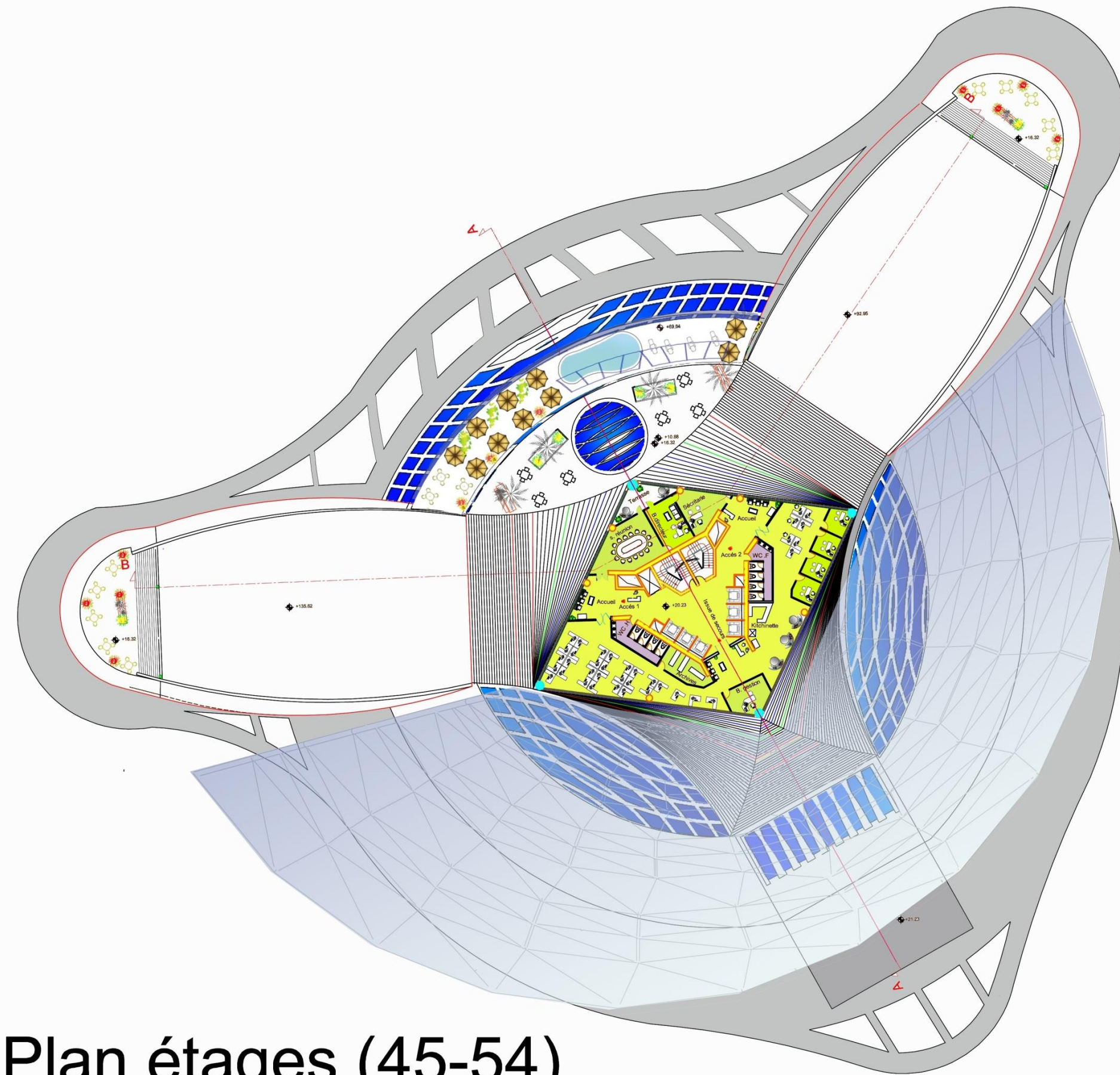
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI J

Option:

Structure

Date:

02-07-2017

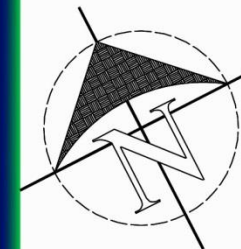


Plan étages (45-54)

**D
E
S
S
I
N**

XVIII

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

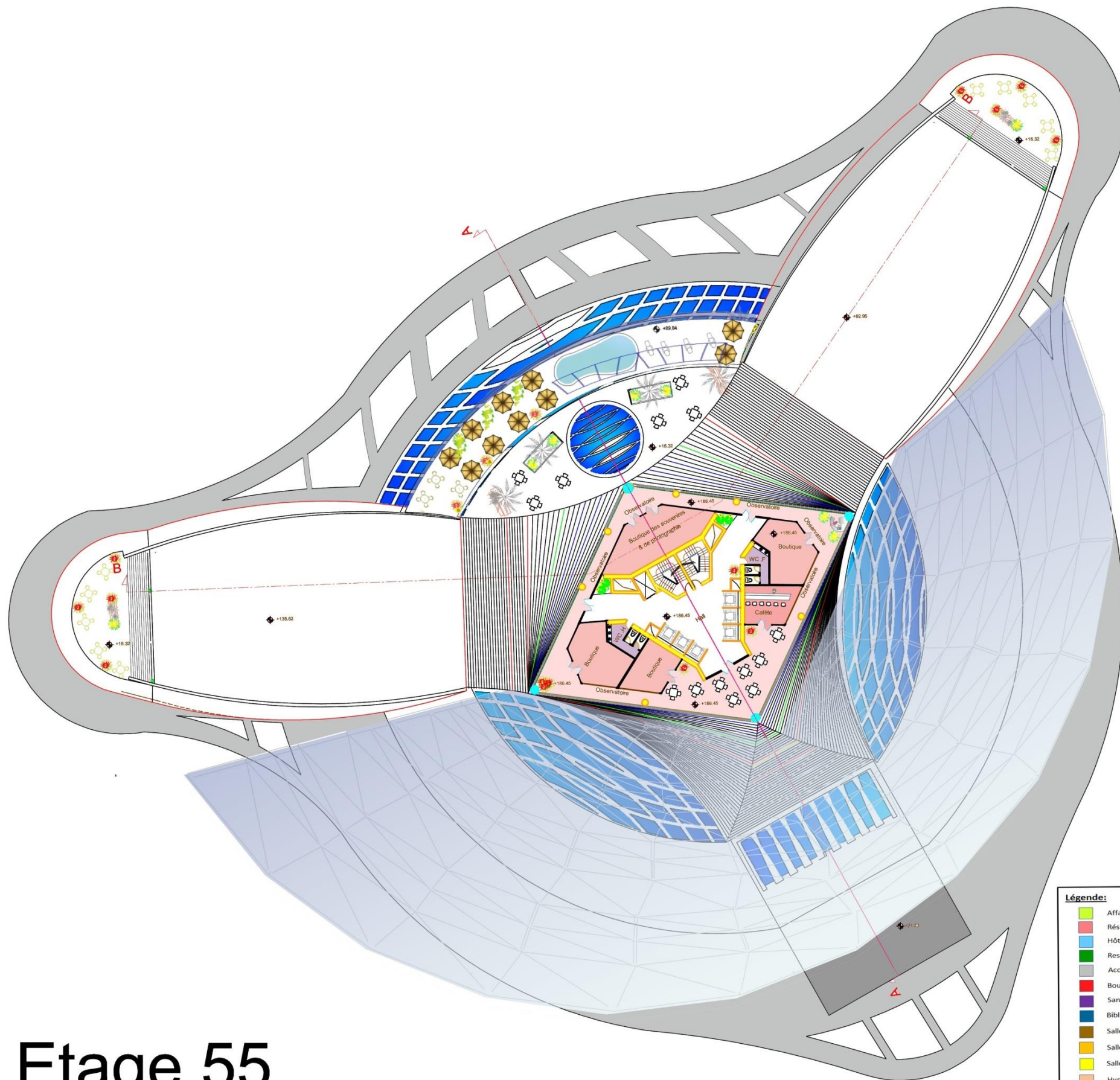
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017



Etage 55

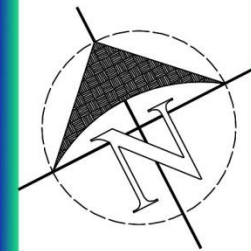
Légende:

■	Affaires
■	Résidence
■	Hôtellerie
■	Restaurants
■	Accueil
■	Boutiques
■	Sanitaires
■	Bibliothèque
■	Salle Cinéma
■	Salle de sport
■	Salle des jeux
■	Hyper-Marché

D
E
S
S
I
N

XXIV

Nort:



Projet:

Tour
multifonctionnelle

Etudiants:

ARAB-TANI Aissa
ZEGNOUNI Abderezak

Encadreurs:

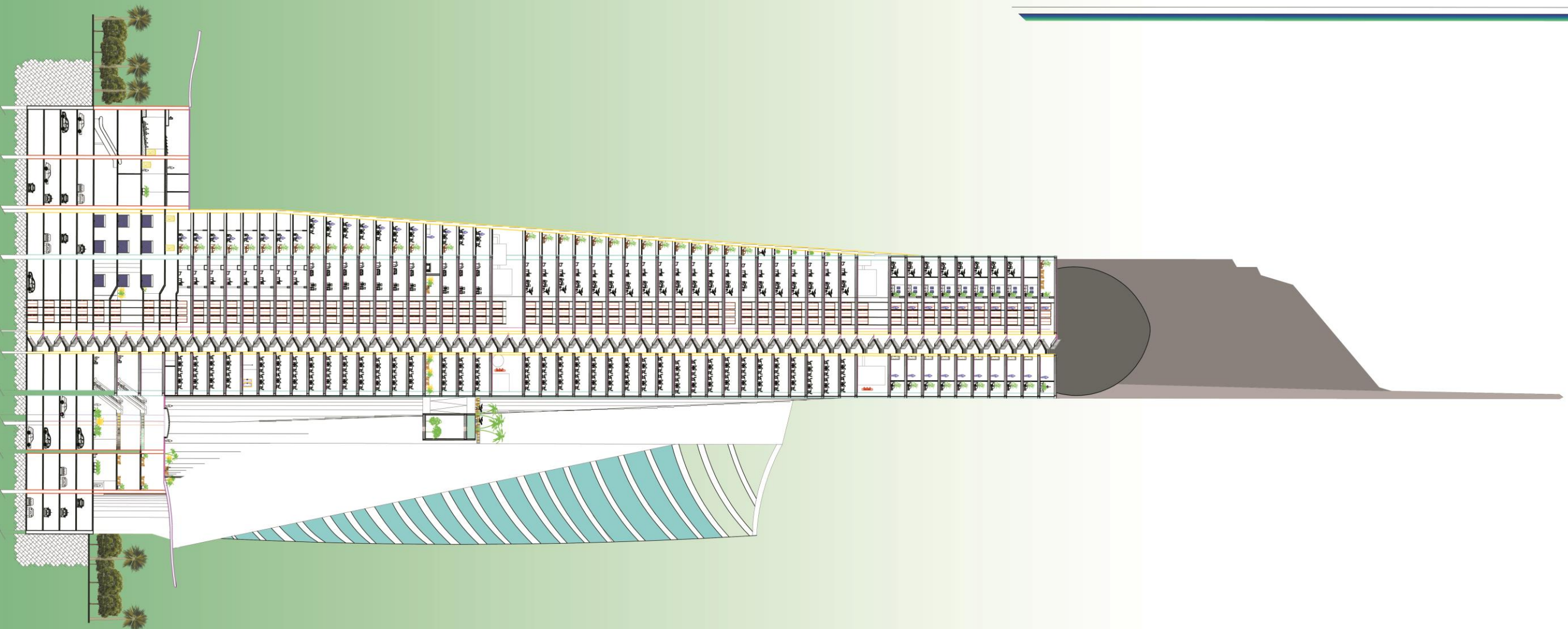
Mr. BABA AHMED. H
Mr. DIDI. I

Option:

Structure

Date:

02-07-2017



Coupe AA

- 55
- 54
- 53
- 52
- 51
- 50
- 49
- 48
- 47
- 46
- 45
- 44
- 43
- 42
- 41
- 40
- 39
- 38
- 37
- 36
- 35
- 34
- 33
- 32
- 31
- 30
- 29
- 28
- 27
- 26
- 25
- 24
- 23
- 22
- 21
- 20
- 19
- 18
- 17
- 16
- 15
- 14
- 13
- 12
- 11
- 10
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

D E S S I N

XXV

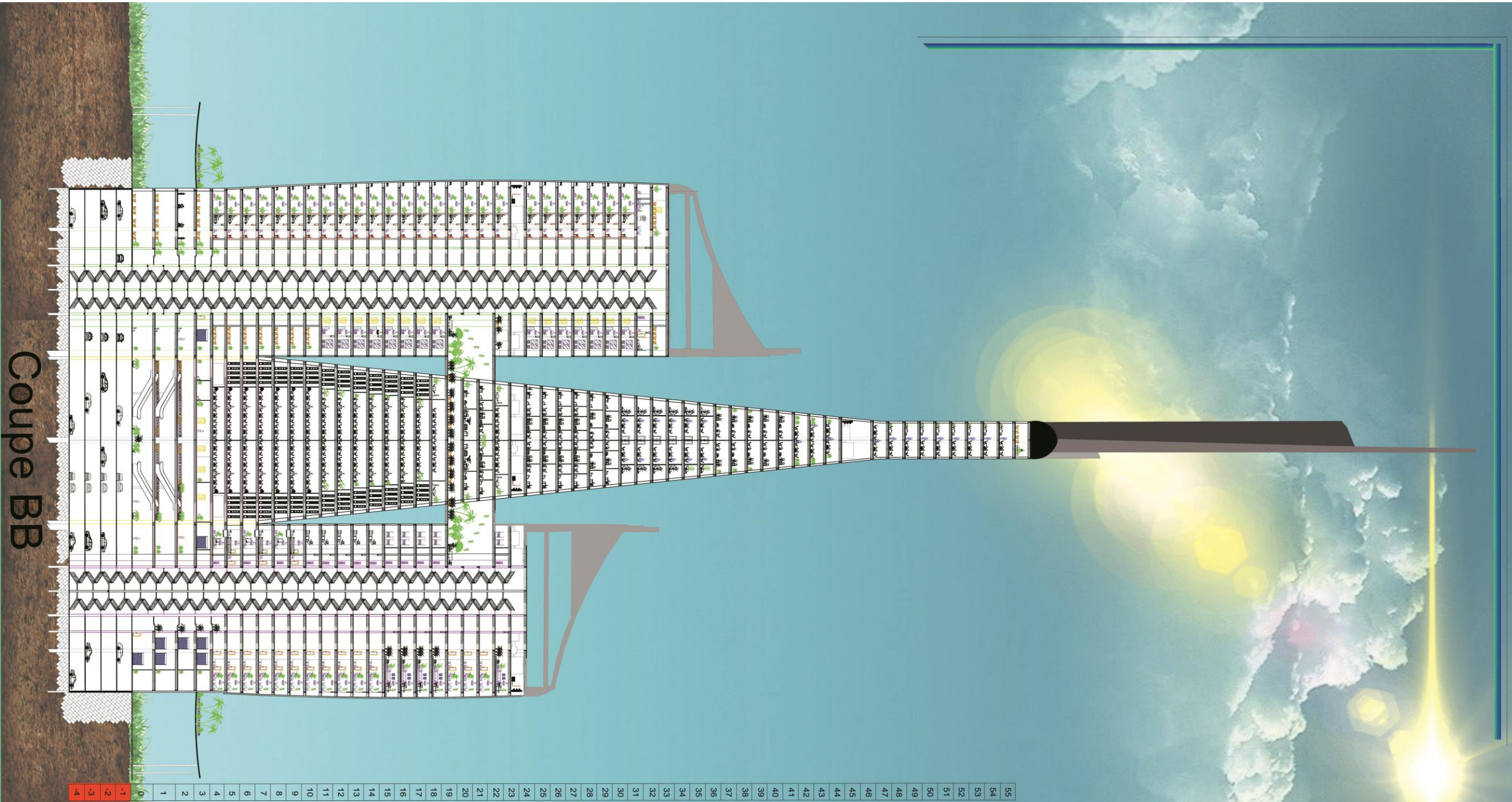
Projet:
Tour multifonctionnelle

Etudiants:
ABAB TANI ASSI
ZHENQIUNI ABDEWAJ

Encadrez:
MR. BABA AHMED H
MR. DIDI J

Option:
Structure

Date:
02-07-2017



- 55
- 54
- 53
- 52
- 51
- 50
- 49
- 48
- 47
- 46
- 45
- 44
- 43
- 42
- 41
- 40
- 39
- 38
- 37
- 36
- 35
- 34
- 33
- 32
- 31
- 30
- 29
- 28
- 27
- 26
- 25
- 24
- 23
- 22
- 21
- 20
- 19
- 18
- 17
- 16
- 15
- 14
- 13
- 12
- 11
- 10
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

D E S S I N

XXVI

North:



Projet:
Tour
multifonctionnelle

Etudiants:
ANAB TANI Asma
ZESOUINI Abeerak

Encadreur:
MC. BABA AHMED, H
MR. DIDJI

Option:
Structure

Date:
02-07-2017

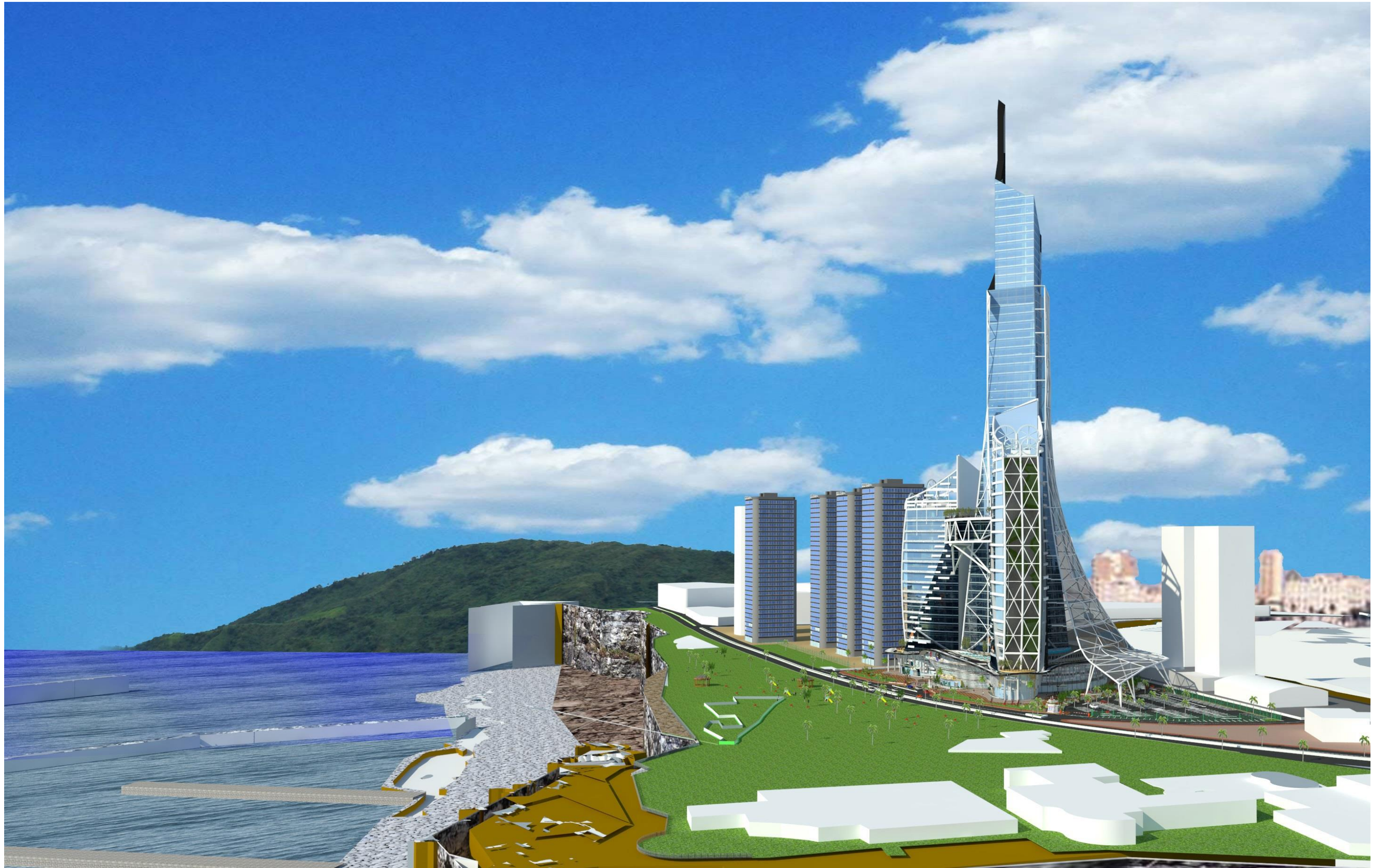
Coupe BB

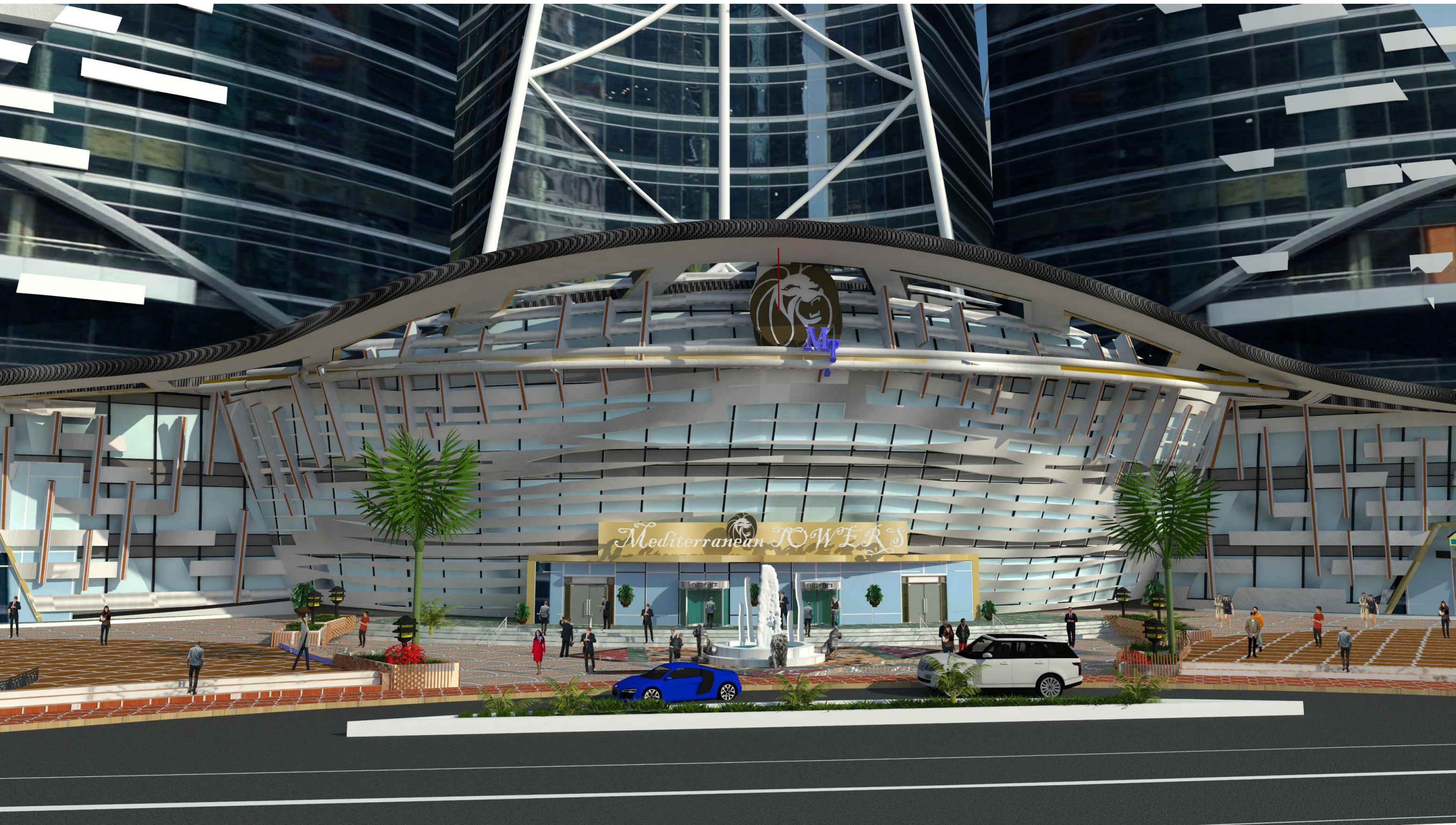






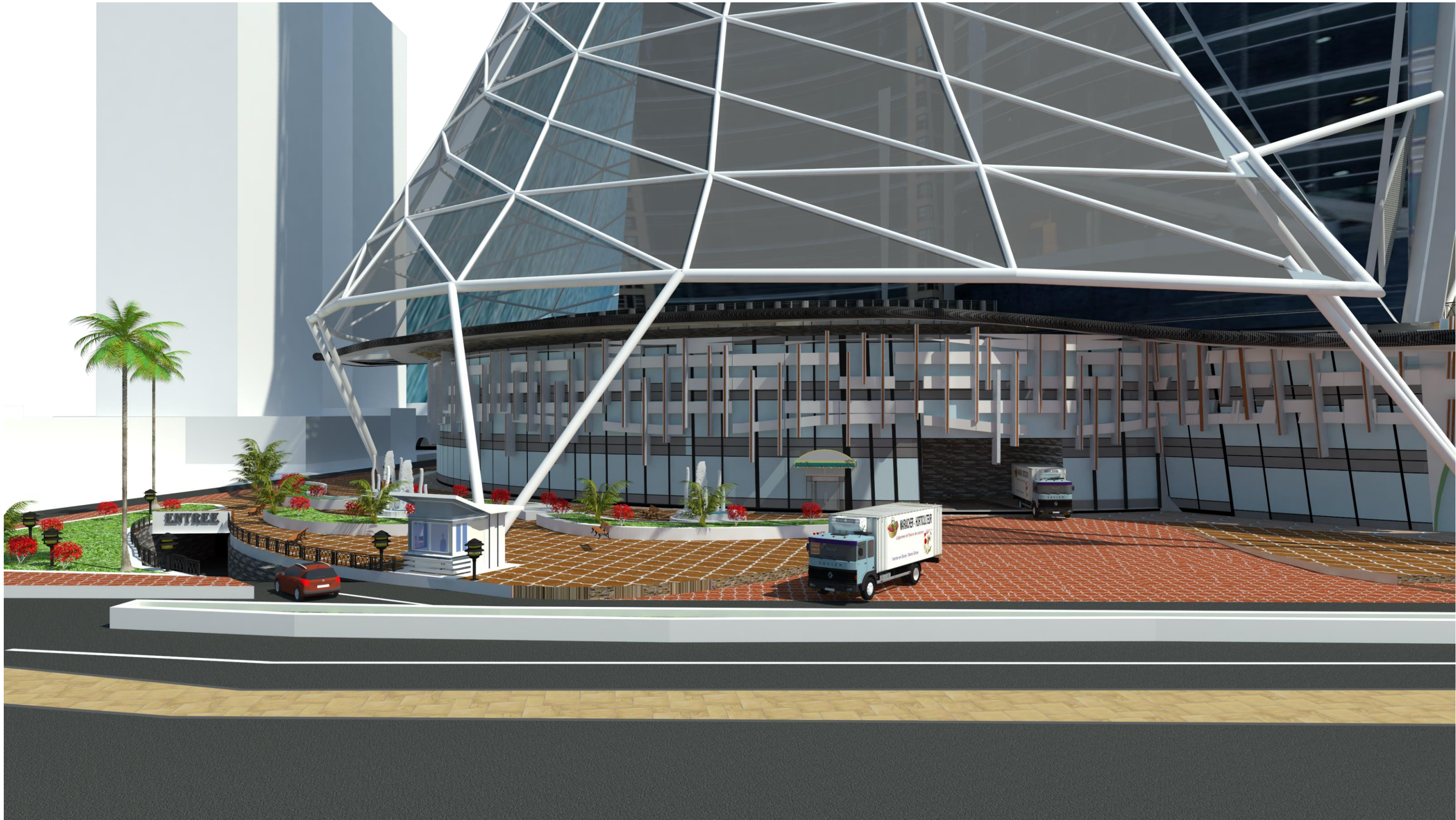






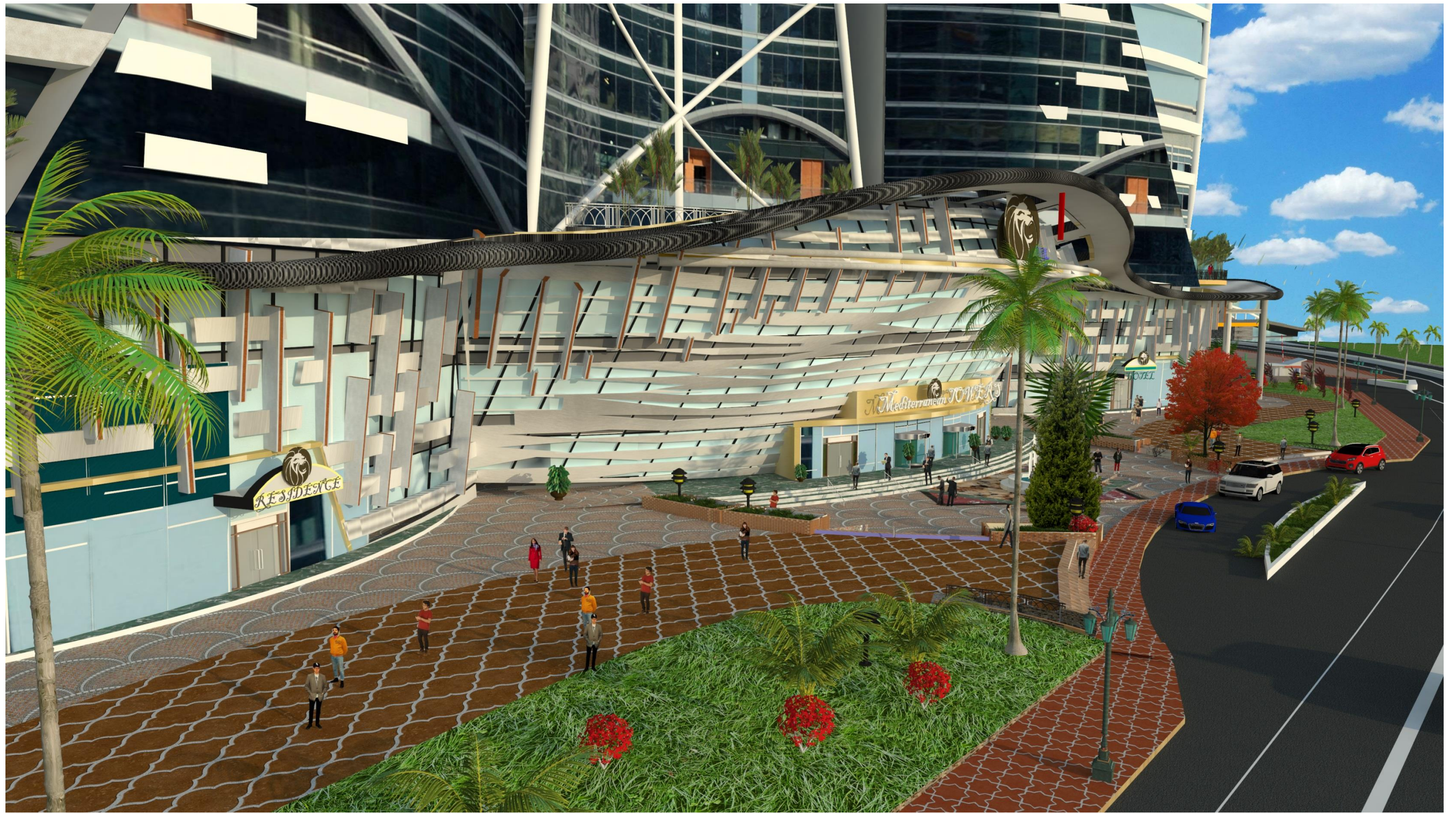
Mediterranean TOWERS

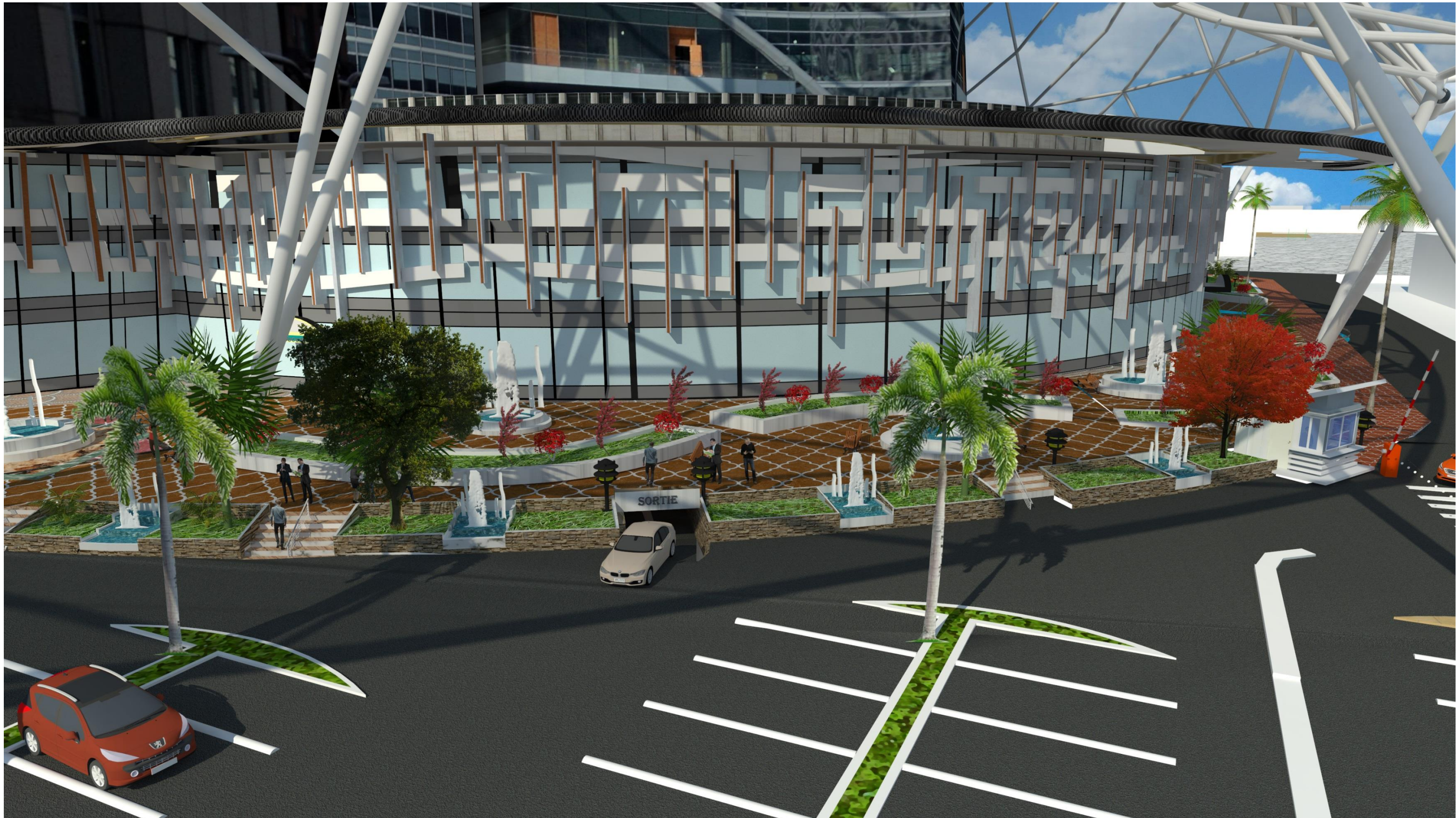


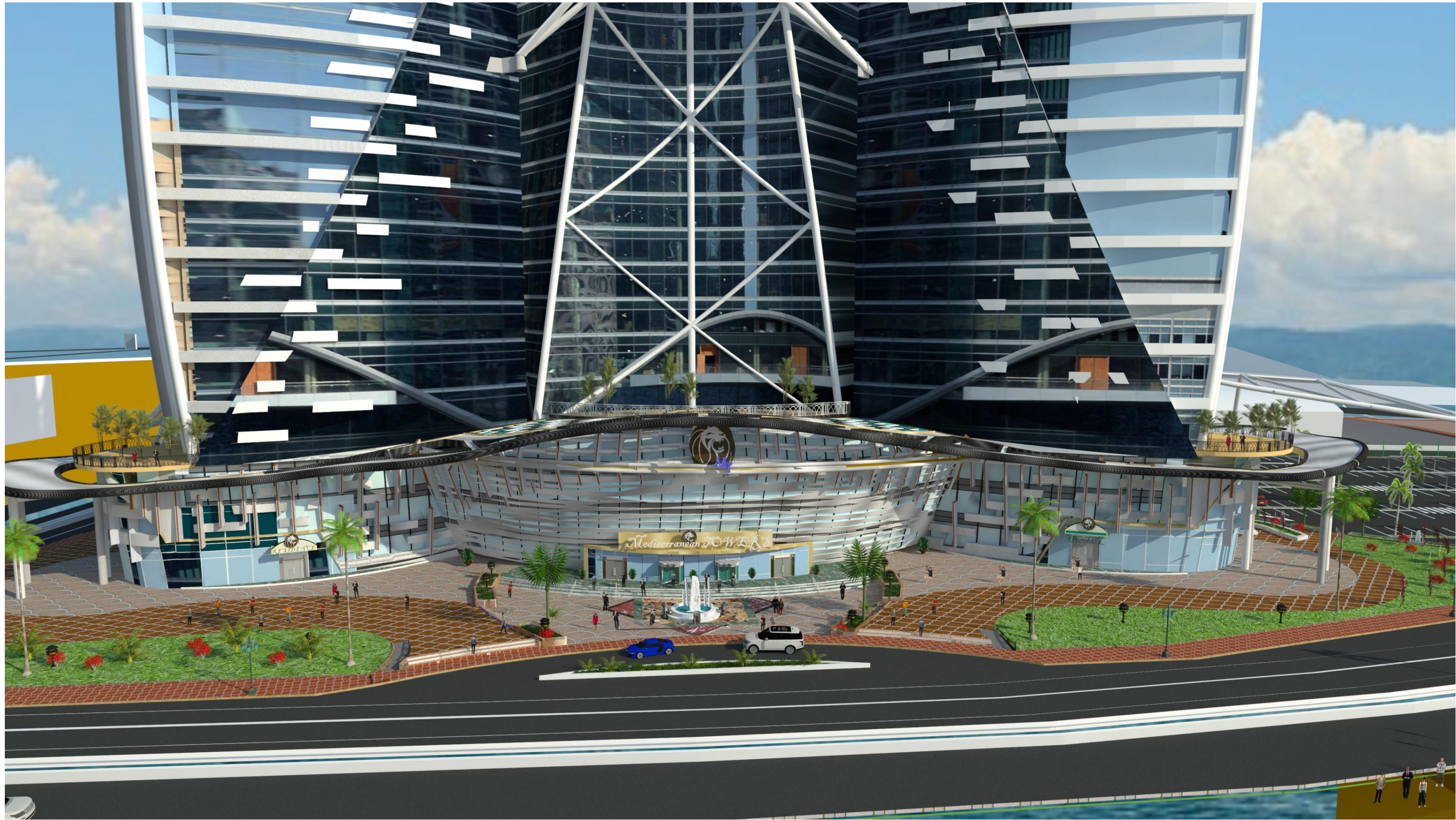




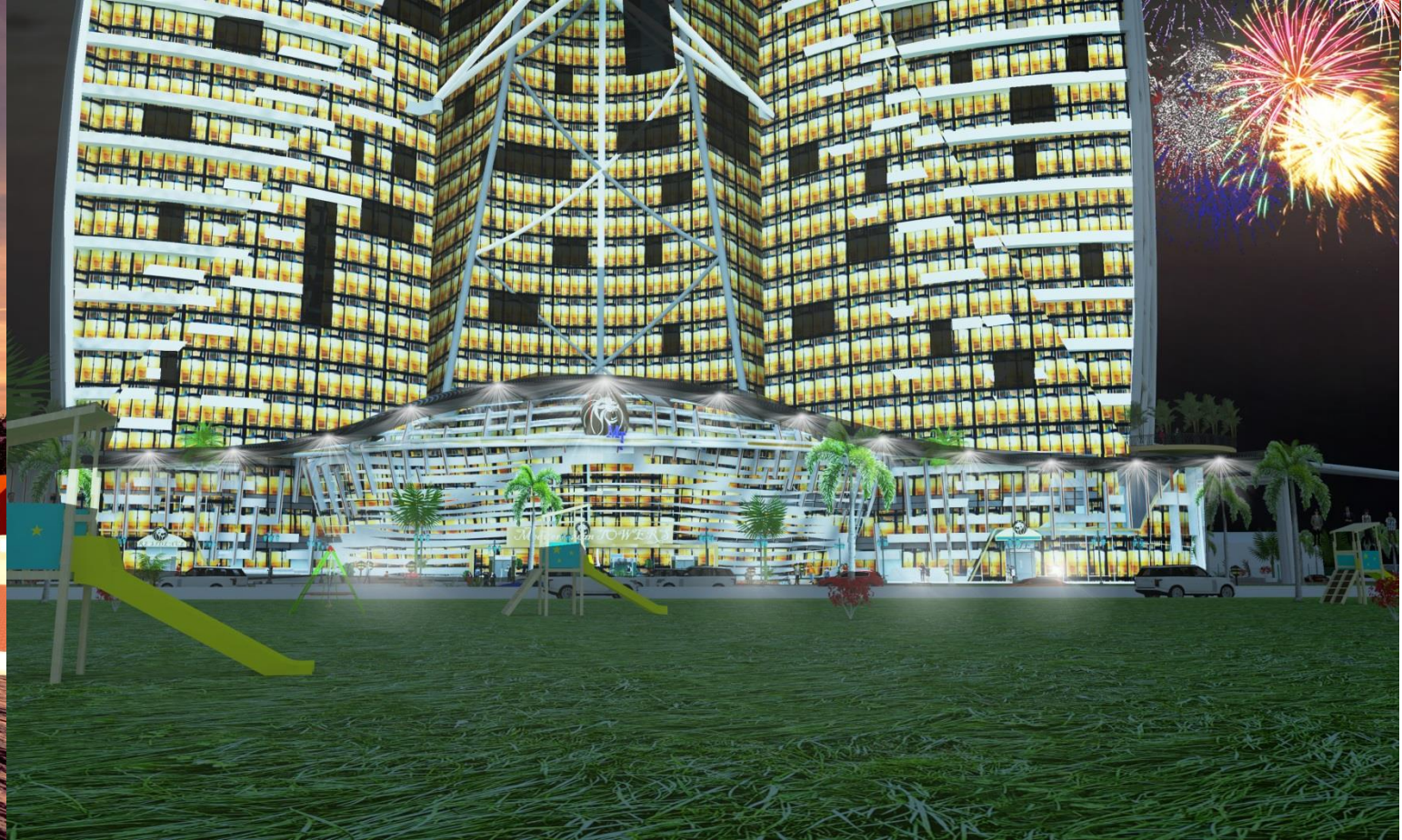
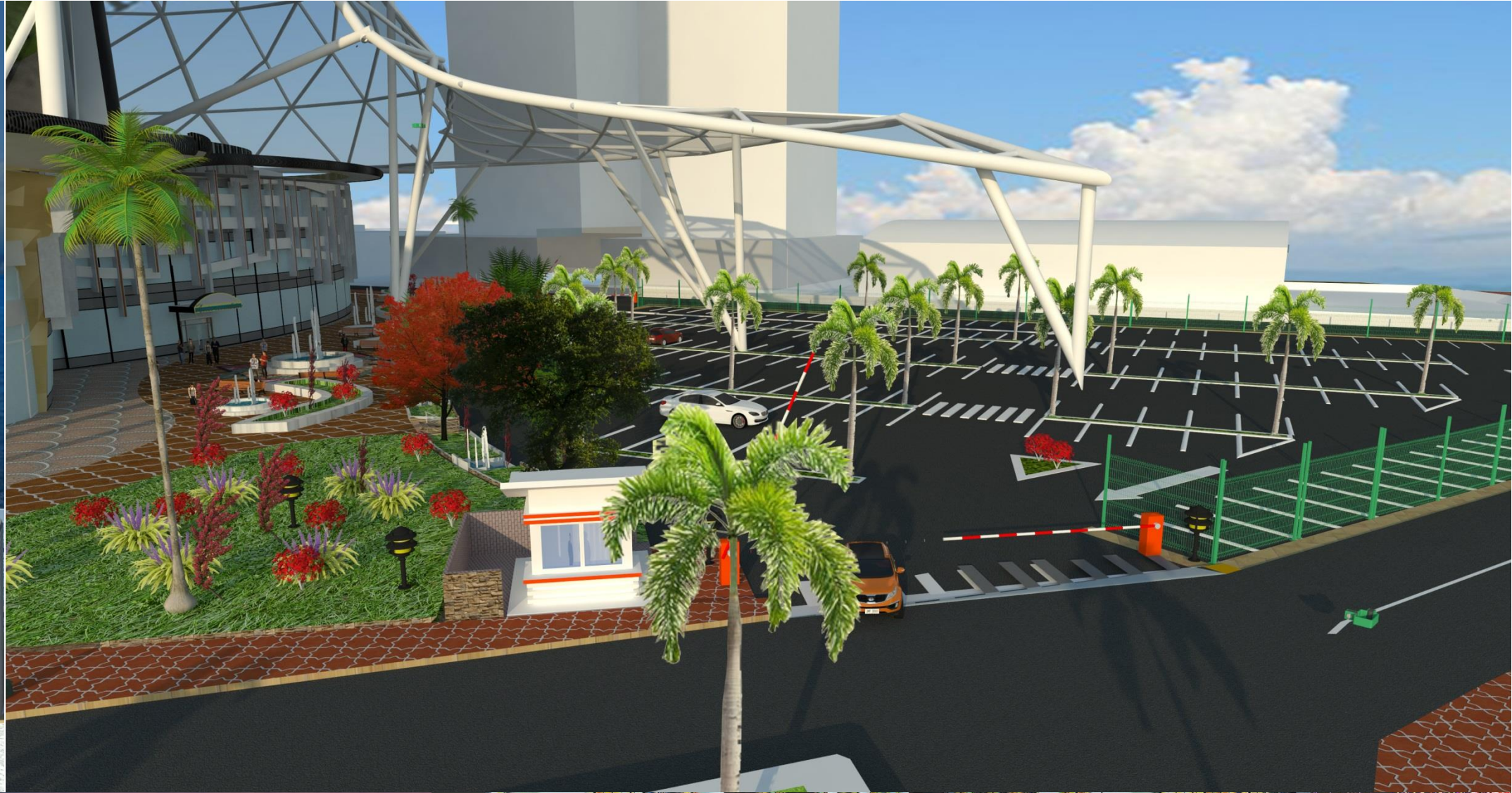












Annexe

1.2) La relation entre l'architecture et la structure :

La conception détaillée d'une structure est effectuée par des ingénieurs, mais la forme générale d'une structure est déterminée par celle du bâtiment qu'il soutient, donc elle est effectuée principalement par des architectes. Cela soulève la question de la mesure dans laquelle l'architecte devrait être préoccupé par des considérations structurelles pour déterminer la forme et la disposition générale d'un bâtiment. Alors, relations possibles entre la structure et l'architecture peut être résumée dans quatre grandes catégories :

a) Structure ignorée : Il est possible, principalement en raison de l'existence des matériaux de construction tels que l'acier et le béton armé et le bois, d'inventer des formes architecturales sans tenir compte les exigences structurelles de cette forme.

b) Structure acceptée : Lorsque la relation entre la structure et l'architecture préfère l'objectif de produire un bâtiment qu'il a une importance attaché à tous les aspects de conception, Les enjeux esthétiques et programmatiques doivent, comme toujours, être amené à une conclusion positive, mais la structure doit également être considérée comme satisfaisante lorsque cela est jugé par des critères purement techniques.

c) Structure symbolisée : Dans ce type, la structure est soulignée visuellement et constitue un élément essentiel du vocabulaire architectural. Alors La performance technique de la structure est devenue secondaire à son rôle esthétique. Autrement dit, la structure, la taille, la forme et l'agencement des éléments de structure est traitée comme un ensemble de motifs et les décisions visuelles que par des critères techniques.

d) Structure de haute technologie : L'approche « high-tech structurel » est la plus simple des relations possibles entre la structure et l'architecture, La conception préliminaire du bâtiment devient une conception d'un agencement structurel qui est approprié pour la portée et la charge. Par contre le côté esthétique, la planification d'espace et d'autres considérations sont donnés un rôle secondaire et ne sont pas autorisés à compromettre l'intégrité de la solution structurelle.²⁵³

1.3) Les critères de choix d'une structure :

Il Est important de reconnaître que le processus de la conception structurelle est pas tant d'invention comme l'un des choix et l'adaptation. Les nouvelles structures sont des versions de formes structurelles de base qui sont évoluées dans la pratique. Donc plusieurs facteurs sont concernés pour un meilleur choix d'une structure parmi lequel :

a) Le facteur d'échelle : L'effet de la variation des types d'élément de structure et différent portées permet au concepteur de choisir le modèle structurel par rapport à son objectif .La portée d'une structure est déterminée par les dimensions nécessaires des espaces qui sont entourés par elle, Le principe secondaire qui régit la relation entre portée et le type de structure est le rapport du poids propre à la charge transportée.

²⁵³ Structural design for architecture, ANGUS J MACDONALD ,page 24-33

b) L'effet du coût : Un autre facteur qui influence le choix du type de structure est le coût. L'efficacité structurelle est réalisée par la complexité structurelle qu'elle est coûteuse parfois à sa mise en œuvre. Alors, selon les capacités financières du maître d'ouvrage, le coût peut ou ne pas être un facteur déterminant dans le choix d'une structure

c) Aménagement interne : La nature d'un espace intérieur d'un bâtiment peut déterminer le choix d'une structure par rapport au degré de subdivision à l'intérieur, le degré de régularité et le degré d'enceinte.

d) Traitement des façades : Le traitement qui est aperçu dans l'extérieur d'un bâtiment peut influencer le choix de type d'une structure, par exemple dans le cas des façades qui contiennent des surfaces vitrées massives qui va obligatoirement déterminer la trame structurelle du bâtiment (plan ouvert) pour s'adapter avec le traitement extérieur.²⁵⁴

Conclusion : Le choix du type de structure est globale donc il est disponible sous plusieurs formes (forme active, forme semi- active et forme non-active), il est basé sur un certain nombre de facteurs, Alors la sélection finale sera déterminée par les problèmes du coût et la faisabilité technique, compte tenu de l'exigence d'échelle, la planification de l'espace et traitement externe. Le choix du matériau de structure est une autre décision fondamentale dans la planification d'une structure. Il est une décision technique esthétique.

1.6.3) Plancher :

²⁵⁴ Structural design for architecture, ANGUS J MACDONALD page,34-40

Types des planchers pour les bâtiments en grande hauteur (Tableau 5) :

Les planchers	Définition	Les points forts
<p>Système Hoesch Additive Floor</p>  <p>© ThyssenKrupp</p>	 <p>Multi-étage parking Neue Messe Stuttgart²⁵⁵ est un système de plancher couramment utilisé dans les parkings, et il a aussi été récemment utilisé dans des bâtiments à usage commercial à plusieurs étages. Ce plancher est composé de tôles profilées en acier de 200 mm de profondeur avec des barres d'armature et une dalle de compression en béton</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Portées de dalles atteignant 15 m sans étayage pendant la phase de construction. - Poids propre de la dalle comparativement faible. - La dalle n'affecte pas l'action mixte des poutres. - Epaisseur de plancher réduite grâce au positionnement des tôles en acier entre les poutres. - Les tôles en acier assurent un appui partiel empêchant le déversement des poutres pendant la construction.
<p>Système Cofradal 200</p> 	<p>Cofradal 200® est un système de plancher mixte acier-béton, préfabriqué en usine et prêt à poser. Les éléments comportent une sous-face en acier et une dalle de compression en béton. Une petite quantité de béton suffit pour le rejointoiement entre les éléments et en périphérie, ainsi que pour la table de compression.²⁵⁶</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - L'absence d'étaie et une grande rapidité de mise en place font du plancher Cofradal 200® une solution constructive économique. - La présence de l'isolant en laine de roche confère à ce complexe en plus de la qualité mécanique, d'excellentes performances thermiques, acoustiques et de résistance au feu. - Cofradal 200®, deux à trois fois plus léger que les dalles traditionnelles en béton, permet de franchir de grandes portées (7,0 m) et diminue considérablement le coût de la structure porteuse du bâtiment.
<p>Système Slimline</p> 	<p>Le système constructif de plancher SLIMLINE est une combinaison unique de panneaux pour plafond préfabriqués, d'un espace technique et d'un plancher en finition. Ce système est idéal pour des bureaux, des appartements, des logements et des maisons de soins ainsi que pour des constructions sur fondations existantes. Le plancher SLIMLINE est un plancher autoportant sur des poutres métalliques qui transmettent ainsi les contraintes à la structure²⁵⁷</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Les panneaux de béton inférieurs sont accessibles car ils servent de support pour les gaines techniques. - Ces panneaux contribuent également à la résistance au feu ainsi qu'à la stabilité horizontale de la structure porteuse. Système de construction sèche sur chantier. - Apportée atteignant les 20m. - Réduction de la hauteur d'étage, - L'isolation thermique
<p>Dalle pleine</p> 	<p>plancher en béton armé de 15 à 20-cm d'épaisseur coulé sur un coffrage plat. Le diamètre des armatures incorporées et leur nombre varient suivant les dimensions de la dalle et l'importance des charges qu'elle supporte. Ce type de plancher est très utilisé dans l'habitat collectif.²⁵⁸</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Facilité d'installation et de maintenance des équipements techniques. - Réalisation de portées plus longues qu'avec une construction en béton qui peut atteindre 20m - Obtenir une résistance énorme
<p>Dalle alvéolaire</p>  <p>Clavetage</p> <p>Eléments préfabriqués</p> <p>Appui</p>	<p>Les dalles alvéolées sont des produits structurels préfabriqués en usine, qui comportent des évidements longitudinaux disposés à intervalles généralement réguliers dénommés alvéoles. Les dalles alvéolées sont posées jointivement puis assemblées par un béton de clavetage dans les joints et associées ou non à une dalle collaborant coulée en œuvre.</p>   <p>Les dalles alvéolées sont généralement en béton précontraint, d'épaisseur comprise entre 12 et 40 cm, de largeur standard 1,20 m et de longueur pouvant aller jusqu'à 20 m²⁵⁹</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse d'exécution rapide - Préfabrication en usine, - Portée atteignant 16 à 20 m sans aciers complémentaires et sans hourdis - Généralement, pas d'étaie,ment, - Cadence de pose élevée, - Peu ou pas d'armatures complémentaires

²⁵⁵ Hoesch additive floor® German engineered The unique flooring system from Hoesch, P3

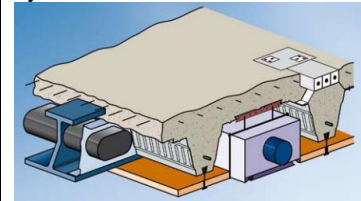
²⁵⁶ http://ds.arcelormittal.com/construction/france/Systems_and_Solutions/globalfloor_system/Cofradal_200/

²⁵⁷ <http://docplayer.fr/12107610-Introduction-du-plancher-slimline.html>

²⁵⁸ La maison de A à Z, P37

²⁵⁹ Cour de structure métallique d'atelier de construction en semestre 7, P 10 & 11

Système Slimdek



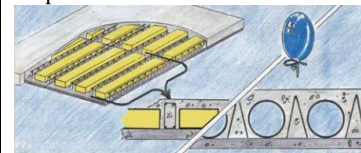
plancher de faible épaisseur composé de poutres asymétriques supportant des dalles mixtes comportant des tôles en acier à ondes profondes. Les profilés sont des poutres en acier laminées à chaud avec une semelle inférieure plus large que la semelle supérieure



Faible épaisseur de plancher permettant une réduction de la hauteur totale du bâtiment et une économie de parements.

- Protection incendie inhérente de 60 minutes sans protection supplémentaire.
- Des ouvertures régulières peuvent être ménagées entre les nervures des tôles pour les équipements techniques.
- Facilité d'installation des équipements

La prédalle



plaque préfabriquée en béton armé ou en béton précontraint de 5-cm d'épaisseur environ, constituant la partie inférieure du plancher. La prédalle participe à la résistance du plancher et fait également office d'élément de coffrage en béton

La résistance à la compression effective lors de la livraison sur chantier doit s'élever à au moins 2/3 de la résistance à la compression minimale demandée.

Classes minimales de résistance :

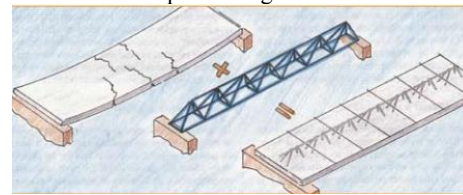
- C 25/30 pour éléments armés
- C 30/37 pour éléments précontraints

La largeur de la dalle varie généralement de 1200 à 2400 mm & sa longueur et la forme de la dalle correspondent parfaitement aux dimensions de la construction²⁶⁰

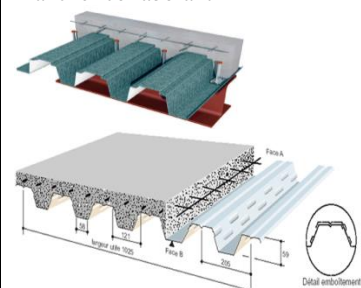


- Les prédalles constituent des éléments structurels importants pour tout bâtiment. Elles représentent un maillon fondamental de la stabilité de l'ensemble, créent la séparation horizontale des espaces (visuel, acoustique et thermique), assurent la fonction portante et déterminent en grande partie l'aspect visuel de l'espace.

- De tous les types de planchers, la prédalle se rapproche le plus du plancher coulé en place.
- Le produit fini forme un ensemble monolithique garantissant à lui seul la rigidité du bâtiment. Il n'est par conséquent pas nécessaire de faire appel à d'autres éléments raidisseurs tels que des cages d'ascenseur et d'escalier



Plancher collaborant



Le plancher mixte ou collaborant constitue la solution de construction idéale pour tous les chantiers réclamant des performances techniques et mécaniques poussées et exigeant une rapidité de mise en oeuvre en toute garantie.

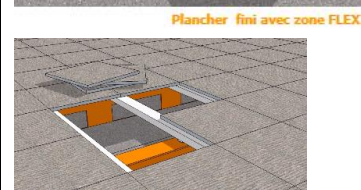
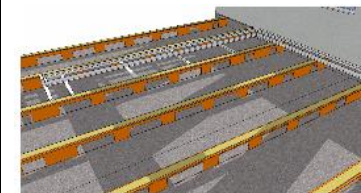
Le profil du plancher collaborant est particulièrement recommandé pour les bâtiments à structure métallique dont les dimensions et les portées sont relativement importantes.²⁶¹



- Les nervures longitudinales de la tôle profilée permettent le logement des installations et canalisations du bâtiment.

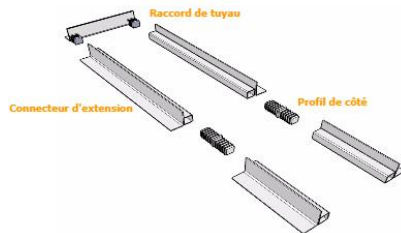
- Il s'agit d'un système de construction offrant des économies d'argent
- gain du temps d'exécution.
- Il s'adapte parfaitement à différentes typologies de bâtiments.
- arriver à des portées importantes

PLANCHER SUR LE BACS ACIER



Il est intégré avec une Zone FLEX qu'elle est une zone accessible. Dans les zones FLEX du plancher sont positionnées les gaines techniques,

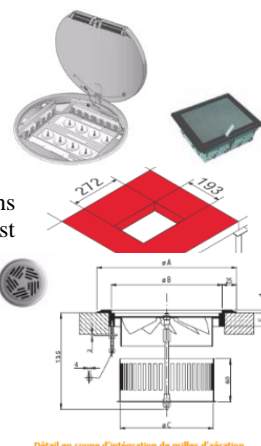
dont l'accès peut s'avérer nécessaire lors de l'exploitation des locaux. La Zone FLEX est conçue à partir d'un profil de fin et d'un profil de côté. Ces deux profils sont raccordés grâce à un connecteur d'extension. Les deux pro-fils de côté sont reliés par un raccord de tuyau. Pour l'installation d'une zone FLEX parallèle aux poutres SLIMLINE ou en porte-à-faux, un profil porteur est prévu à cet effet pour soutenir le profil FLEX. Le profil porteur est posé sur les poutres SLIMLINE sans liaison directe et grâce à l'utilisation de caoutchouc. Dans le cas de distances variables, le pro-fil porteur peut être raccourci.²⁶²



Ce type de plancher peut nous offrir la possibilité à :

- Créer un espace technique d'une grande flexibilité. Le système de poutres métalliques associées en sous face aux panneaux préfabriqués en béton munis d'ouvertures pour le passage des tuyaux et des câbles, permet une installation technique complète dans le plancher.

- équiper les zones FLEX d'un grand nombre de connexions électriques et informatiques grâce à l'utilisation de boîtes d'alimentation. Ces boîtes sont connectées aux gaines qui sont dans le plenum sous le plancher.
- En plus des connectons électriques et informatiques, il est possible d'installer des grilles d'aération et de ventilation.



²⁶⁰ PRÉDALLES POUR PLANCHERS (BROCHURE TECHNIQUE), P 4 & 5 & 6 & 10

²⁶¹ Cour de structure métallique d'atelier de construction en semestre, P 9

²⁶² <http://docplayer.fr/12107610-Introduction-du-plancher-slimline.html>

1.7).Les charges considérable dans les bâtiments de grand hauteur :

1.7.1) Charges de vent :

Dans une structure mécanique, les charges éoliennes ont longtemps joué un rôle dans la conception du système de résistance à la force latérale, avec une importance accrue par rapport la hauteur du bâtiment

La pression du vent sur la surface du bâtiment dépend principalement de sa vitesse, de la forme et de la structure du bâtiment. Dans une moindre mesure, la densité de l'air diminue avec l'altitude et la température. Tous les autres facteurs restant les mêmes. Alors, la pression du vent est proportionnée au carré de la vitesse $P = 0,00256V^2$

Où

P est la pression, en pascal

V est la vitesse du vent, en milles par seconde²⁶³

a)TYPES DE VENT :

Les vents qui intéressent la conception des bâtiments peuvent être classés en trois grands types: les vents dominants, les vents saisonniers et les vents locaux.

4. **Vents dominants:** L'air de surface se déplaçant vers la ceinture équatoriale à basse pression est appelé vent dominant ou vent industriel. Dans l'hémisphère nord, le vent du nord qui souffle vers l'équateur est défléchi par la rotation de la terre vers le nord-est et donc communément appelé vent du nord-est
5. **Vents saisonniers:** L'air sur la terre est plus chaud en été et plus froid en hiver que l'air adjacent aux océans pendant les mêmes saisons. En été, les continents deviennent des sièges de basse pression, avec le vent soufflant des océans plus froids. En hiver, les continents connaissent une forte pression avec des vents dirigés vers les océans plus chauds. Ces mouvements d'air provoqués par les variations de la différence de pression sont appelés vents saisonniers.
6. **Vents locaux:** Ils sont associés aux conditions météorologiques régionales et comprennent les tourbillons et les orages. Ils sont causés par des changements quotidiens de température et de pression, générant des effets locaux dans les vents.

Les trois types de vent sont importants dans la conception du bâtiment. Toutefois, pour la détermination des charges de vent, les caractéristiques des vents dominants et saisonniers sont regroupées, alors que celles des vents locaux sont étudiées séparément. Ce groupement consiste à faire la distinction entre les différentes échelles de fluctuations des vents; Les vents dominants et saisonniers fluctuent sur une période de plusieurs mois, alors que les vents locaux peuvent varier toutes les quelques secondes. Les variations de la vitesse moyenne des vents dominants et saisonniers sont appelées fluctuations alors que

²⁶³ Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, Bungale S. Taranath, page 253

les variations des vents locaux survenant sur une très courte période de temps sont appelées rafales.²⁶⁴

b) Le comportement :

Comme le flux du vent frappe la structure, plusieurs effets sont possibles. La pression sur la face du vent et l'aspiration sur le côté sous le vent crée des forces de traînage.

La turbulence de l'air autour des coins et des bords sous le vent peut créer courants d'air à grande vitesse qui produisent des courants ascendants circulaires et des courants d'aspiration adjacents au bâtiment.

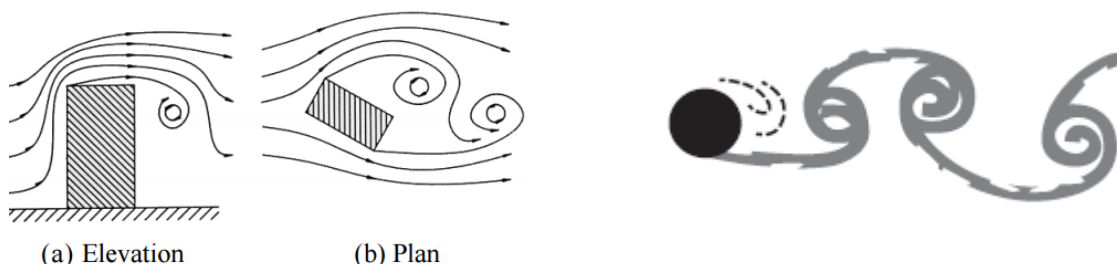
L'effacement périodique des tourbillons fait osciller l'édifice dans une direction transversale à la direction du vent et peut entraîner des accélérations inacceptables dans les étages supérieurs des grands immeubles. Les effets des courants descendants doivent également être pris en considération. Certains grands immeubles qui s'étendent dans les régions à forte vitesse du vent ont été conçus pour balancer excessivement dans les ailes fortes.²⁶⁵

c) CARACTÉRISTIQUES DU VENT :

L'écoulement du vent est complexe car de nombreuses situations d'écoulement résultent de l'interaction du vent avec les structures. Cependant, en ingénierie éolienne, des simplifications sont faites pour arriver aux charges de vent de conception en distinguant les caractéristiques suivantes:

1) Les tourbillons

Le vent est composé d'une multitude de tourbillons de tailles variables et de caractéristiques de rotation portés le long d'un courant d'air général se déplaçant par rapport à la surface de la terre. Ces tourbillons donnent au vent son caractère rafistolé ou turbulent.



Production des tourbillons²⁶⁶

²⁶⁴ Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, Bungale S. Taranath, page 323

²⁶⁵ Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, Bungale S. Taranath, page 253

²⁶⁶ Publication P. Mendis, T. Ngo, N. Haritos, A. Hira The University of Melbourne, Australia

d) Variation de la vitesse du vent avec la hauteur (PROFIL DE VITESSE)

La rugosité de la surface de la terre qui cause le traînage du vent transforme une partie de l'énergie du vent en turbulence mécanique. Puisque la turbulence est générée à la surface, la vitesse du vent dans les surfaces inférieure est beaucoup moins que la vitesse du vent à des niveaux élevés. La turbulence comprend un mouvement d'air vertical et horizontal et, par conséquent, l'effet de la friction de frottement superficiel se propage vers le haut²⁶⁷.

L'effet de la friction de frottement diminue progressivement avec la hauteur, et au niveau du gradient (environ 1000-2000 pied « 305-610 m ») l'effet de frottement est négligeable. Au-dessus de ce niveau, le vent souffle presque parallèlement aux isobares (lignes sur une carte ayant une pression barométrique égale). Pour les vents forts, la forme du profil de vitesse du vent dépend principalement du degré de rugosité de la surface causé par l'effet global de traînée des bâtiments, des arbres et d'autres projections qui entravent le flux de vent à la surface de la terre. Ceci est illustré dans les trois profils typiques.²⁶⁸

La viscosité de l'air réduit sa vitesse adjacente à la surface de la terre à presque zéro. L'effet de ralentissement maximum se produit dans les couches de vent les plus proches du sol. Ces couches ralentissent successivement les couches supérieures. Ainsi, l'effet du ralentissement se réduit à chaque couche lorsque la hauteur augmente et finit par devenir négligeable. La hauteur à laquelle l'effet de ralentissement cesse d'exister est appelée hauteur de gradient, et la vitesse correspondante, vitesse de gradient. Cette augmentation caractéristique de la vitesse du vent avec la hauteur est un phénomène bien compris, comme en témoignent les pressions de conception plus élevées spécifiées à des élévations plus élevées dans la plupart des normes de construction.

À des hauteurs d'environ 1 200 pieds (366 m) au-dessus du sol, la vitesse du vent est des pratiquement inchangée par le frottement superficiel. Son mouvement au-dessus et au-dessous de ce niveau, est uniquement fonction des effets saisonniers et locaux du vent. La hauteur à laquelle la vitesse du vent est affectée par la topographie est appelée couche limite atmosphérique.

Le profil de la vitesse du vent à l'intérieur de la couche limite atmosphérique est donné par

$$V_z = V_g (z/z_g)^{1/\alpha}$$

Où

V_z est la vitesse moyenne du vent à la hauteur z au-dessus

²⁶⁷ Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, Bungale S. Taranath page 256

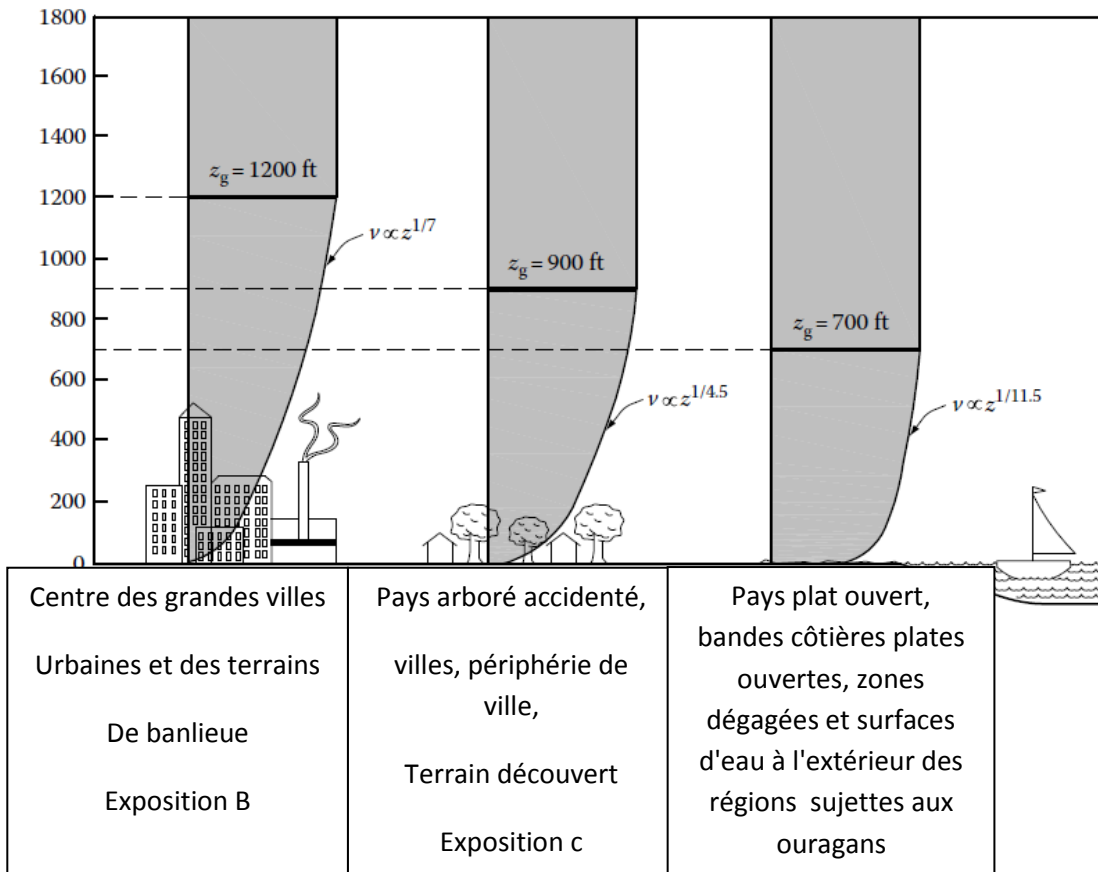
²⁶⁸ Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, Bungale S. Taranath page 257

V_g est la vitesse du vent gradient supposée constante au-dessus de la couche limite

Z est la hauteur au-dessus du sol

Z_g est la hauteur de la couche limite, qui dépend de l'exposition (les valeurs pour z sont données dans la Fig.94)

α est le coefficient de loi de puissance



Profils de vitesse du vent tel que définis dans l'ASCE 7-05. Les profils de vitesse sont déterminés en ajustant les courbes aux vitesses observées du vent

e) CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION :

Dans la conception du vent dans les bâtiments de grand hauteur, Ils ne peuvent être considéré comme indépendant de son environnement, car la configuration des bâtiments voisins et du terrain naturel a une influence importante sur les charges de conception, et donc sur la réponse de balancement horizontal au sommet d'un bâtiment.

En général, pour les structures sensibles au vent, trois effets de vent de base doivent être pris en **considération**.

- **Etudes de vent environnemental** : Etudier les effets du vent sur le milieu environnant causés par l'érection de la structure (p. Ex. Bâtiment haut). Cette étude est particulièrement

importante pour évaluer l'impact du vent sur les piétons, les véhicules ..., qui utilisent l'espace public à proximité de la structure proposée.

*** Charges de vent pour la façade :** Cette étude est pour but d'évaluer les pressions du vent sur toute la surface de la structure pour concevoir le système de revêtement. En raison du coût significatif des systèmes de façade des bâtiments de très grandes hauteurs, les ingénieurs ne peuvent pas se permettre le luxe de conservatisme dans l'évaluation des charges de vent de conception. Compte tenu de la complexité des formes de construction et des caractéristiques dynamiques du vent et des structures de construction, même les codes de vent les plus avancés ne permettent pas d'évaluer avec précision les charges de conception pour les vent . Les essais en soufflerie visant à évaluer les charges de conception pour le revêtement sont maintenant une pratique courante de l'industrie, dans le but de réduire au minimum les coûts de capital initiaux et d'éviter de manière significative des coûts d'entretien élevés associés à des dysfonctionnements dus à des fuites ou à des défaillances structurelles.

*** Les charges de vent pour la structure:** Pour concevoir un système structural résistant à la charge du vent d'une structure il faut prend en considération divers critères de conception tel que :

- Stabilité contre le renversement, le soulèvement et / ou le glissement de la structure dans son ensemble.

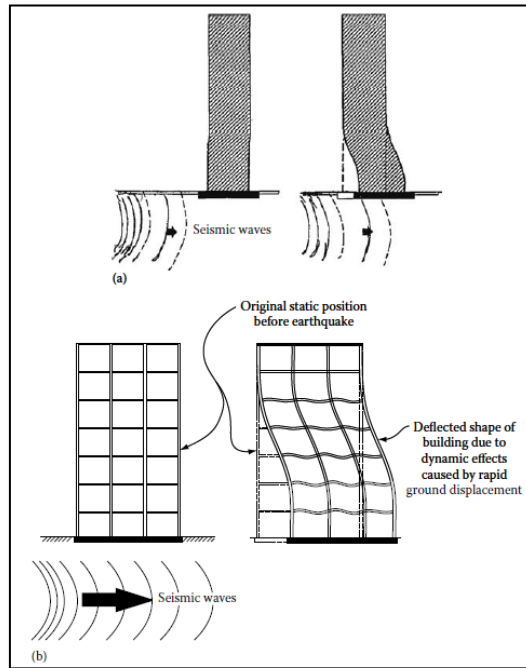
- La résistance des éléments structuraux du bâtiment doit être suffisante pour résister au chargement imposé sans rupture pendant la durée de vie de la structure.

1.7.2) Charges sismiques :

Une idée du comportement d'un bâtiment pendant un tremblement de terre peut être saisie dans la forme simplifiée représentée sur le schéma.

Pendant que la terre se déplace, l'infrastructure du bâtiment se déplace avec elle. Cependant, le bâtiment au-dessus de la base est peu disposé pour se déplacer avec lui parce que l'inertie de la masse de bâtiment résiste au mouvement.

Cette déformation continue sur le long de la structure, ce qui provoque une série complexe d'oscillations.²⁶⁹



Le comportement d'un bâtiment de grande hauteur durant un séisme

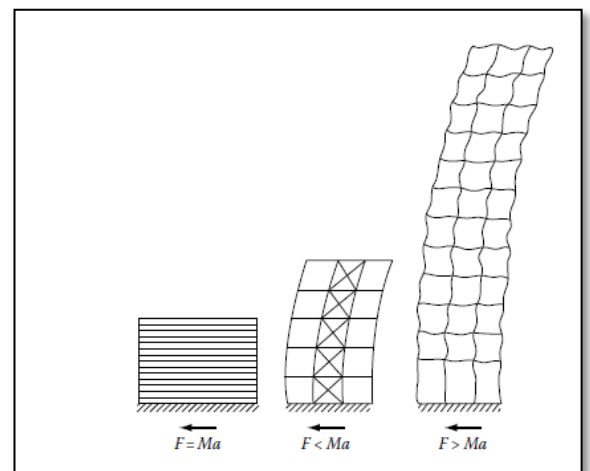
a) COMPORTEMENT DE BÂTIMENT :

Le comportement d'un bâtiment pendant un tremblement de terre est résumé en vibration. Les mouvements sismiques de terre endommagent les bâtiments par les forces d'inertie intérieures provoquées par la vibration de masse de construction.

L'augmentation de la masse exerce deux effets indésirables sur la conception sismique.

D'abord, elle a une augmentation de la force, et en second lieu, elle peut provoquer l'écrasement des colonnes et des murs. Cet effet est connu comme l'effet de $P\Delta$. C'est presque toujours la charge verticale qui fait effondrer des bâtiments.

Généralement les édifices de grande hauteur répondent au mouvement sismique différemment que les bâtiments peu élevés. La grandeur des forces d'inertie induites dans un tremblement de terre dépend de la masse de bâtiment, accélération au sol, la nature des fondations, et les caractéristiques dynamiques de la structure.²⁷⁰



Représentation schématique des forces sismiques

²⁶⁹ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 347, 348

²⁷⁰ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 349

b) CONCEPTION SISMIQUE :

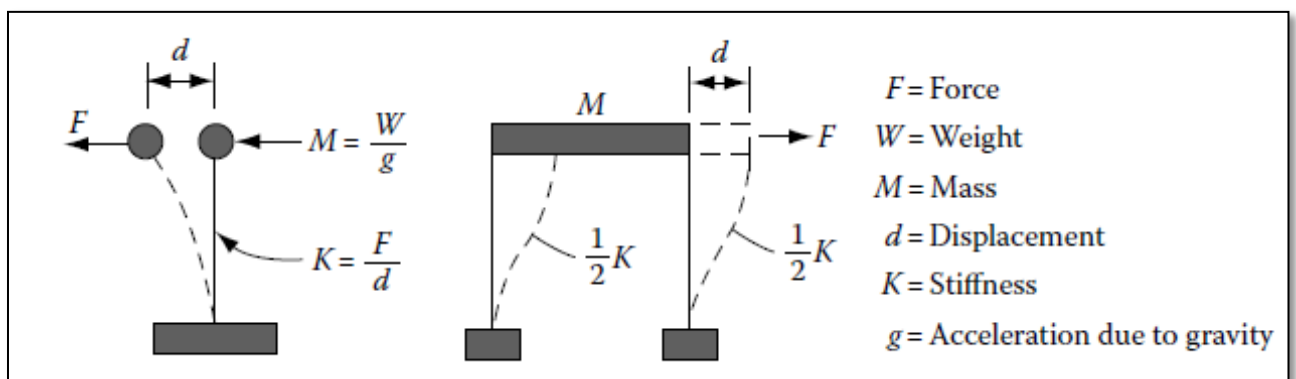
Une conception sismique efficace inclut généralement :

1. Sélection d'un concept structurel global comprenant la disposition d'un système de force-résistance latéral c'est approprié au niveau anticipé de la secousse au sol. Ceci inclut fournir un chemin superflu et continu de charge pour s'assurer qu'un bâtiment répond comme unité une fois soumis au mouvement de terrain.
2. Déterminant les forces (code-prescrites) et les déformations produites par le mouvement de terrain, et distribuant les forces verticalement au système de force-résistance latéral. Le système structurel, la configuration, et les caractéristiques de site sont considérés dans la détermination de ces forces.
3. Analyse du bâtiment pour les effets combinés de la gravité et les charges sismiques pour vérifier les forces appropriées et les rigidités verticales.²⁷¹

c) CHEMIN DE CHARGE (analyse dynamique):

Les bâtiments se composent typiquement des éléments structurels verticaux et horizontaux. Les éléments verticaux qui transfèrent les charges latérales et la gravité, sont les murs et les colonnes de cisaillement. Les éléments horizontaux tels que les dalles, les planchers et le toit, distribuent les forces latérales aux éléments verticaux.

Les forces d'inertie proportionnelles à la masse et à l'accélération du bâtiment doivent être transmises aux éléments latéraux, par diaphragmes et puis à la fondation dans le sol.²⁷²



CHEMIN DE CHARGE

F=Force

W=Poids

M=La masse

D=Déplacement

K=Rigidité

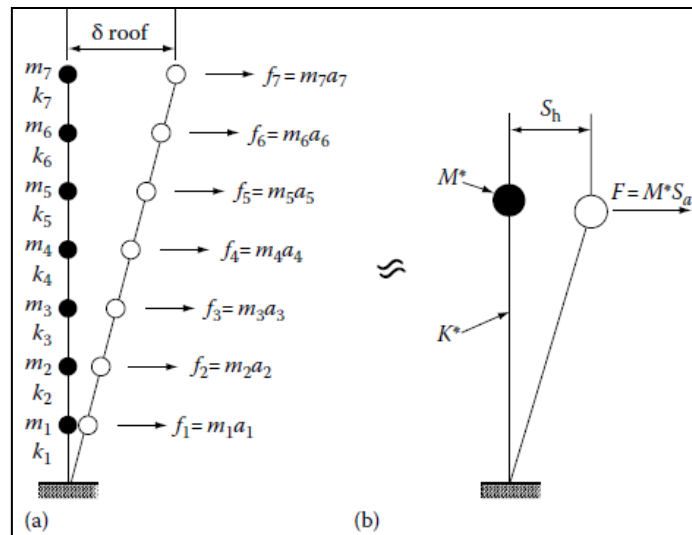
G=Accélération due à la gravité

La période d'un cycle complet T est indiquée par la relation :

$$T = 2\pi\sqrt{M/K}$$

²⁷¹ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 353

²⁷² Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 365



Représentation d'un système de la multi-masse par un système d'une simple-masse :
 (a) mode fondamental d'un système de la multi-masse.
 (b) système équivalent de la simple-masse.²⁷³

Le spectre de réponse de pseudo-vitesse :

Il est un complot de V en fonction de la période naturelle de vibration T_n , ou fréquence naturelle F_n de vibration, du système. Pour un mouvement de terrain donné, la pseudo-vitesse maximale V pour un système avec la période naturelle T_n peut être déterminée de l'équation suivante en utilisant la déformation D du même système du spectre de réponse :²⁷⁴

$$V = \omega_n D = \frac{2\pi}{T_n} D$$

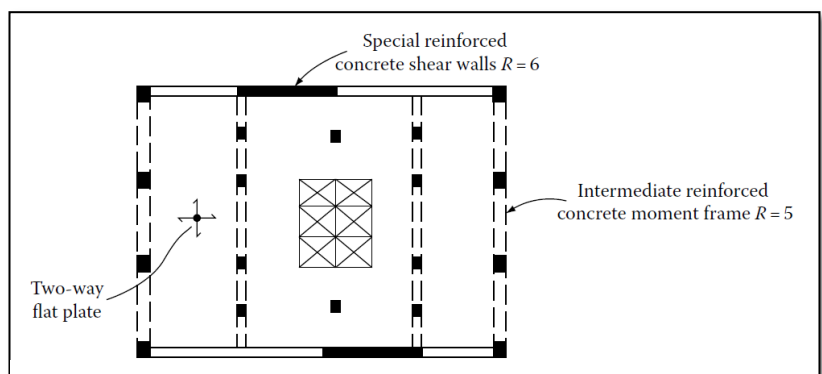
d) BASES DE CONCEPTION SISMIQUE :

Conditions de base :

La condition est que les systèmes de résistance aux forces verticales soient capables de fournir à la force, à la rigidité, et aux capacités appropriées d'énergie pour résister aux mouvements de terrain. On assumera que ces mouvements se produisent le long de n'importe quelle direction horizontale d'une fondation

Combinaisons des systèmes d'encadrement le long des deux axes orthogonaux :

Les Différents systèmes parasismiques sont autorisés pour être employés à résister aux forces sismiques le long de chacune des deux axes orthogonaux de la structure.²⁷⁵



Différents systèmes utilisés le long des deux axes orthogonaux ; en employant la valeur appropriée de R pour chaque système

²⁷³ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 366

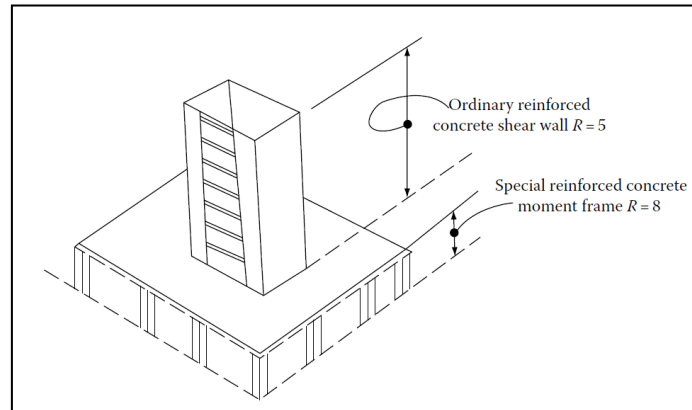
²⁷⁴ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 367

²⁷⁵ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 370

Combinaisons des systèmes d'encadrement dans la même direction :

Là où les différents systèmes parasismiques sont employés pour résister aux forces sismiques dans la même direction structurelle.

Dans ces combinaisons considérées en tant que doubles systèmes, on appliquera une limitation plus rigoureuse pour le système



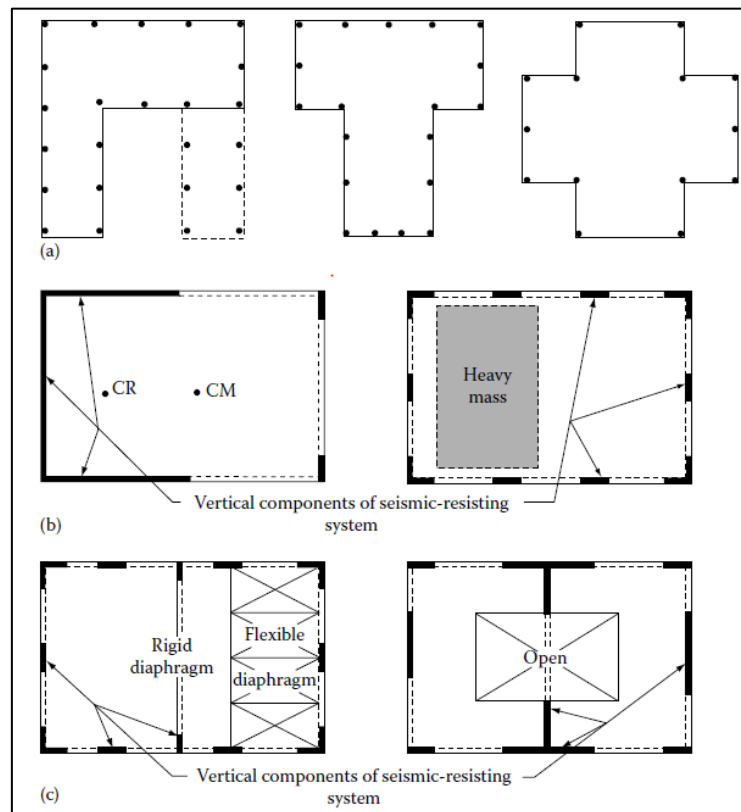
Différents systèmes utilisés au-dessus de la taille d'une structure. Le coefficient de modification de réponse, R , pour aucun étage ci-dessus, ne dépassera pas la valeur la plus basse, dans la direction considérée.

Une procédure est autorisée pour être employée avec des structures ayant une flexible au-dessus d'une partie inférieure rigide, à condition que la conception de la structure soit conforme à ce qui suit :

1. La rigidité K de la partie inférieure doit être au moins 10 fois la rigidité de la partie supérieure.
2. La période T de la structure entière ne sera pas plus grande que 1,1 fois la période de la partie considérée comme structure distincte fixe à la base.
3. La partie supérieure flexible sera conçue comme structure distincte utilisant les valeurs de R et de ρ .
4. La partie inférieure rigide sera conçue comme une structure distincte qu'elle utilise les valeurs de R et de ρ . Les réactions de la partie supérieure seront déterminées à partir de l'analyse de la partie supérieure par le rapport la partie inférieure. Ce rapport ne sera pas moins de 1,0.²⁷⁶

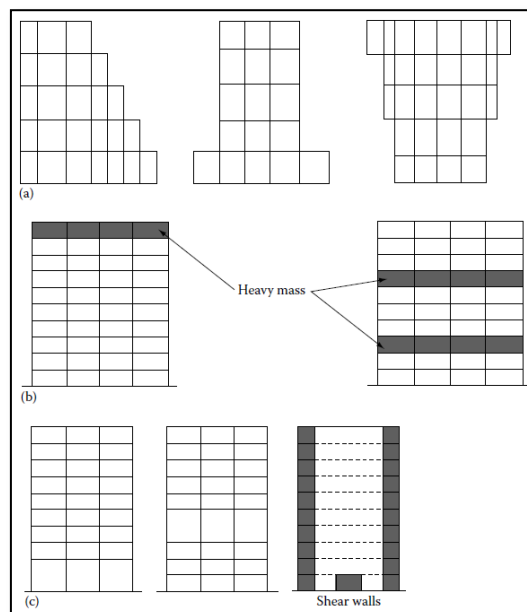
²⁷⁶ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 371

Les conceptions qui diminuent la rigidité et la résistance d'un bâtiment durent un séisme :



Irrégularités des plans :

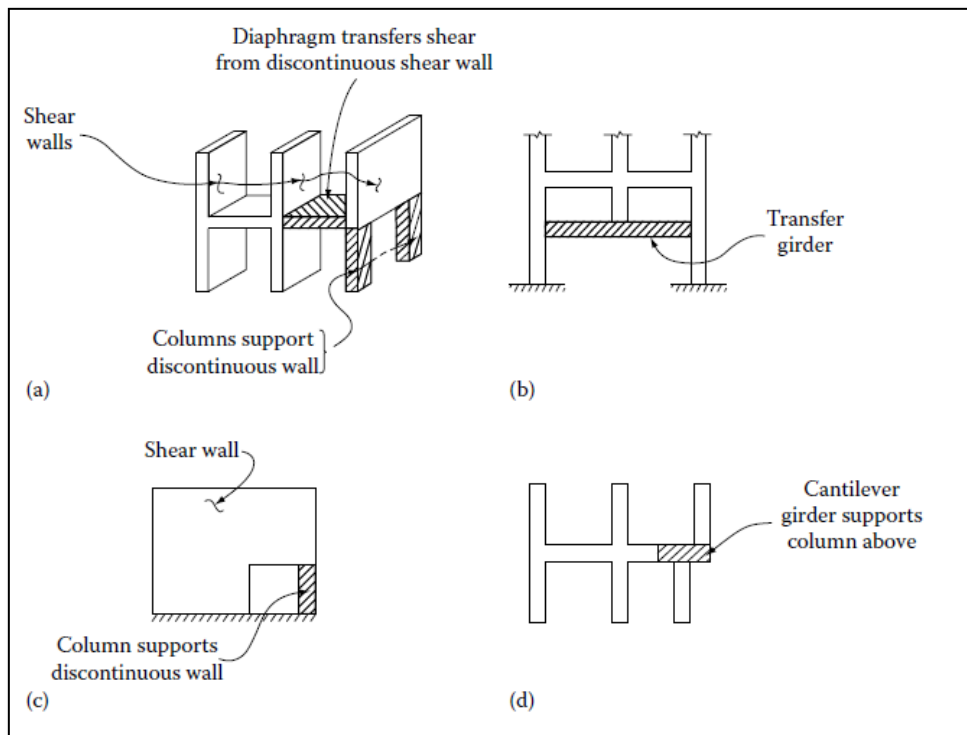
- (a) irrégularités géométriques,
- (b) irrégularité due à l'excentricité de masse-résistance
- (c) irrégularité due à la discontinuité dans la rigidité de diaphragme.²⁷⁷



Irrégularités d'altitude : (a) changement brusque de la géométrie, (b) grande différence dans les masses de plancher, et (c) grande différence dans la rigidité des étages.²⁷⁸

²⁷⁷ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 356

²⁷⁸ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 357



Exemples de ductilité non-uniforme dans les systèmes structurels dus aux discontinuités verticales.²⁷⁹

1.7.3) Charge de gravité :

-La sécurité, fonctionnalité, économie, et de nos jours, « légalité satisfaisante de conception » sont les principaux objectifs de conception. La sécurité est établie en démontrant que le système conçu peut résister aux contraintes sans effondrement et qu'il puisse garantir un niveau défini des résultats dans la marge du chargement spécifique dans le code appliqué.

-La pratique commune pour la conception des systèmes de plancher en béton avec des éléments verticaux (des colonnes et des murs). La présentation commence par un examen de l'impact du coffrage sur le coût total du cadre structurel. Alors une description de diverses techniques d'encadrement de plancher est donnée suivant d'une description des techniques de comportement de ce plancher dans la somme de la conception. L'accent est d'explorer les hypothèses, procédures, et considérations impliquées dans l'utilisation de ces méthodes analytiques.

La portée du matériel et des différents éléments de structure inclus ci-dessous est limitée aux exigences spécifiques de la conception de gravité seulement ; aucune autre situation de chargement n'est considérée.²⁸⁰

a) Répétition de conception :

Répétant la même disposition de la baie à baie de chaque plancher, et du plancher au plancher pour couvrir, aux autorisations une chaîne de production des flux des tâches et à la productivité du travail d'optimum. Le même équipement peut être réutilisé rapidement d'un secteur fini pour commencer un autre plancher.²⁸¹

²⁷⁹ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 361

²⁸⁰ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 55

²⁸¹ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 58

b) Norme dimensionnelle :

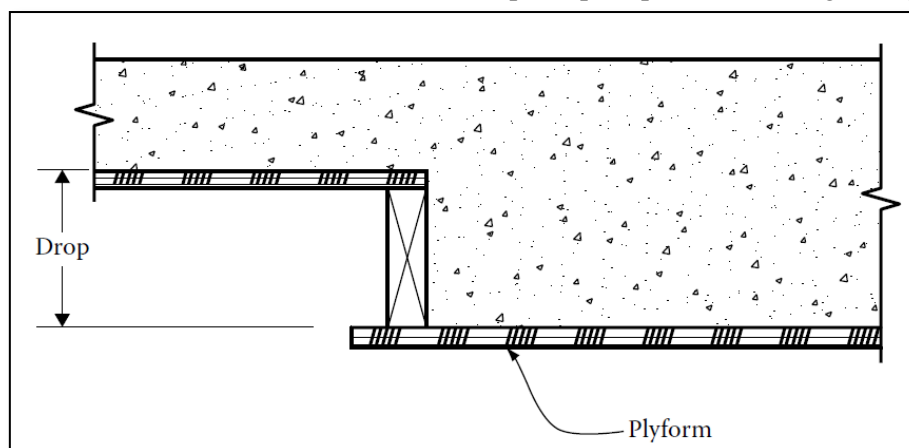
En Basant à la conception sur les tailles de format standard est moins coûteuse que les formes sur commande pour le projet. Les dimensions nominales standards de bois de charpente sont également importantes pour le contrôle des coûts.

Les dimensions des pièces de charpente reflètent les dimensions de la matière employées, comme sur le schéma présenté dans la II faut déviez des dimensions standard de bois de charpente exigeant la menuiserie coûteuse : scier, rassembler, déchets, et temps. N'importe quelle baisse au-dessous de l'altitude de soffite d'un système d'encadrement, si pour une poutre profonde ou un panneau de baisse dans une dalle plate, est une discontinuité du coffrage de base. Elle interrompt la production en tant que système d'encadrement de coffrage de base de l'arrêt un d'équipages à ce moment-là, et le morceau et l'ajustement pour commencer et finir des autres.

On peut éliminer la formation de spécial exigée pour des pilastres parfois en fusionnant leur fonction avec celle du mur. En ajoutant le renfort, des charges de colonne de pilastre peuvent être transférées dans le mur, pour créer une mur-colonne ou pour transférer l'action de faisceau, comme sur le schéma de la .Cependant, si les pilastres sont inévitables, la normalisation de leurs dimensions et l'espacement d'elles facilite uniformément la formation de ligne de production. De plus, une configuration râteau-dégrossie de pilastre accélère le retrait de forme. Là où versez des bandes sont employées (temps-retardé verse tient compte du rétrécissement en longues structures) la condition d'étayage peut être évitée en concevant les dalles à côté des bandes de versement comme encorbellements. La bande de versement est conçue en tant qu'envergure simple, comme sur le schéma de la.²⁸²

Dimensions nominales standard de bois de charpente				
Diamètre nominal	Échelle (in.)	grandeur	Ajoutez pour Plateforme (in.)	Baisse totale (in.)
2x	1½		¾	2¼
4x	3½		¾	4¼
6x	5½		¾	6¼
8x	7¼		¾	8

Dimensions nominales standard de bois de charpente pour prévoir les charges de gravité.



Influence de dimension de bois de charpente sur le béton de site-fonte. Concevoir pour le bois de charpente nominal dimensionne des résultats dans l'économie.

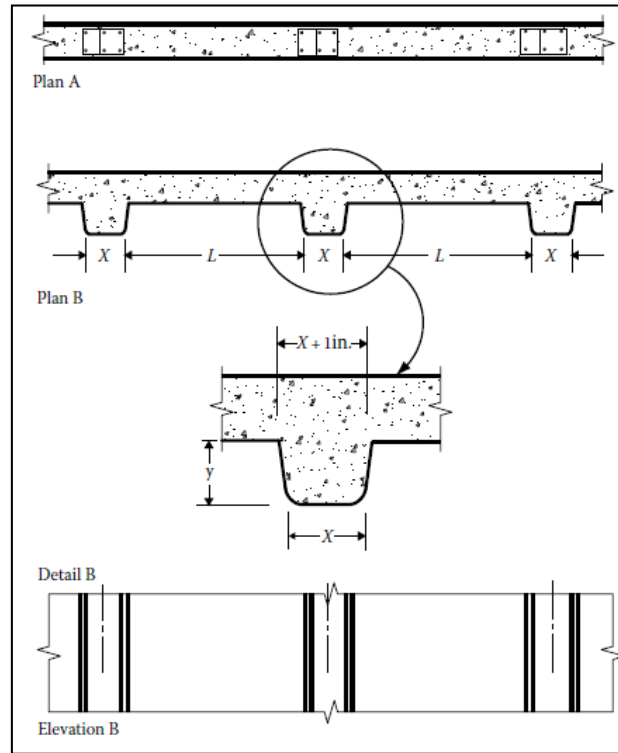
²⁸² Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 58

c) Cohérence dimensionnelle :

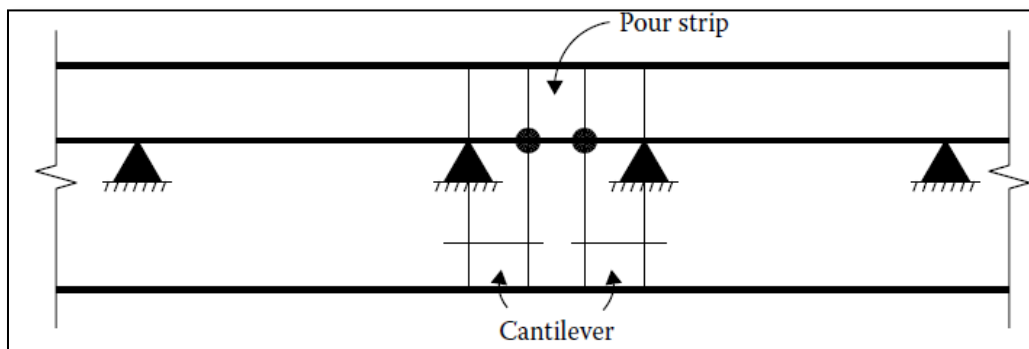
Ce concept a une signification beaucoup plus pratique. La cohérence et la simplicité rapportent l'épargne, coûts d'augmentations de complexité.

Les exemples spécifiques des occasions de simplifier le cadre incluent le maintien

- Profondeur constante d'une construction horizontale
- Espacement constant des faisceaux et des poutrelles.²⁸³



Pilastres et colonnes de mur



Versez la bande comme envergure simple soutenue par des encorbellements

- Dimensions constantes des colonnes du plancher au plancher.
- Tailles constantes des étages.²⁸⁴

²⁸³ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 59

²⁸⁴ Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath, P 60

1.11) Règlements de sécurité appliqués aux IGH :

Selon l'article R 122-2 du code de la construction et de l'habitation du France (CCH), La réglementation exige en IGH que:

- Des dispositions constructives.
- Des installations techniques.
- Des moyens de secours.

Qui visent prioritairement à assurer la sauvegarde des occupants et du voisinage contre les risques d'incendie et de panique.

Les IGH sont construits et aménagés selon les exigences de l'arrêté du 30 12 2011 (Ex 18 10 1977) Règlement de sécurité incendie applicable aux IGH qui recommande de :

- 1/ Faciliter l'évacuation des personnes.
- 2/ Limiter la naissance et le développement de l'incendie (AM, PC).
- 3/ Limiter la propagation du feu (isolement des risques, distribution).
- 4/ Favoriser l'intervention des sapeurs-pompiers.

A/Fondamentaux de la sécurité incendie en IGH Article R122-9 du CCH :

Pour assurer la sauvegarde des occupants et du voisinage, la construction des immeubles de grande hauteur doit permettre de respecter les principes de sécurité ci-après :

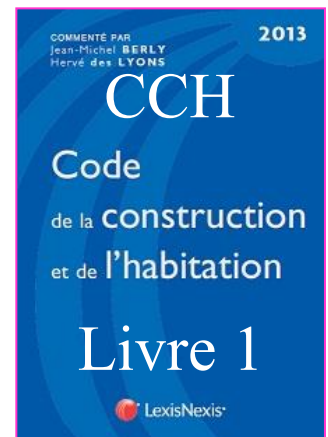
1/ Pour permettre de vaincre le feu avant qu'il n'ait atteint une dangereuse extension : L'immeuble est divisé, en compartiments définis à l'article R. 122-10 dont les parois ne doivent pas permettre le passage du feu de l'un à l'autre en moins de deux heures ; Les matériaux combustibles se trouvant dans chaque compartiment sont limités dans les conditions fixées par le règlement prévu à l'article R. 122-4 Les matériaux susceptibles de propager rapidement le feu sont interdits.

2/ L'évacuation des occupants est assurée au moyen de deux escaliers au moins par compartiment. Cependant, pour les immeubles de la classe G.H.W. 1, le règlement de sécurité précise les conditions auxquelles il pourra être dérogé à cette règle L'accès des ascenseurs est interdit dans les compartiments atteints ou menacés par l'incendie. Il reste possible au niveau d'accès des secours dans les conditions définies par le règlement de sécurité prévu à l'article R. 122-4 ;

3/ L'immeuble doit comporter :

a) Une ou plusieurs sources autonomes d'électricité destinées à remédier, le cas échéant, aux défaillances de celle utilisée en service normal

b) Un système d'alarme efficace ainsi que des moyens de lutte à la disposition des services publics de secours et de lutte contre l'incendie et, s'il y a lieu, à la disposition des occupants.



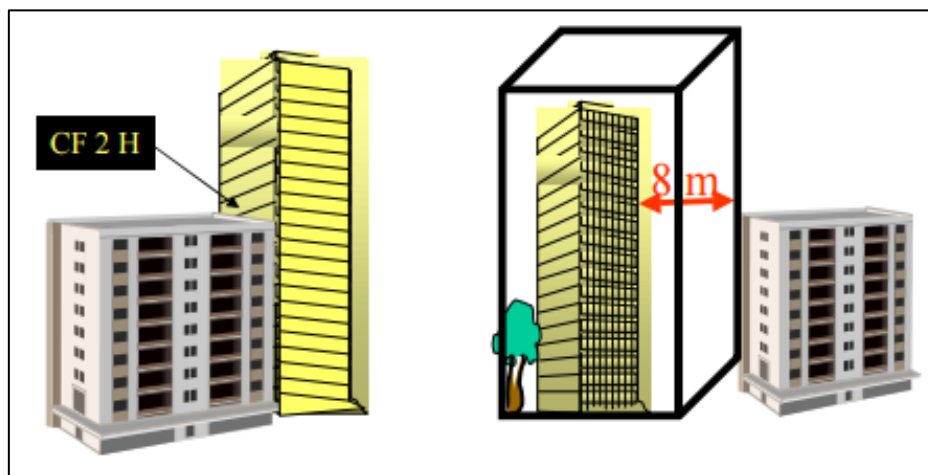
Livre 1 du CCH
français

4/ En cas de sinistre dans une partie de l'immeuble, les ascenseurs et monte-charge doivent continuer à fonctionner pour le service des étages et compartiments non atteints ou menacés par le feu ;

5/ Des dispositions appropriées doivent empêcher le passage des fumées du compartiment sinistré aux autres parties de l'immeuble ;

6/ Les communications d'un compartiment à un autre ou avec les escaliers doivent être assurées par des dispositifs étanches aux fumées en position de fermeture et permettant l'élimination rapide des fumées introduites ;

7/ Pour éviter la propagation d'un incendie extérieur à un immeuble de grande hauteur, celui-ci doit être isolé par un volume de protection répondant aux conditions fixées par le règlement de sécurité.²⁸⁵



L'espace réglementaire entre les IGH et leurs voisinages.

B/Evacuation :

***Quoi ?**

Action visant à permettre aux occupants de quitter le compartiment où est localisé un incendie ou tout autre événement pouvant porter atteinte à leur sécurité (GH 3 arrêté du 30 12 2011)

***Qui ?**

Les occupants du compartiment

***Quand ?**

Dès qu'une atteinte à la sécurité des personnes est confirmée à l'intérieur du compartiment et sur ordre d'évacuation

²⁸⁵ IGH : les immeubles de grande hauteur « BSP 731 : prévention – prévision », Titre 4, P 3

***Comment ? Où ?**

La zone de diffusion d'alarme doit être limitée à 1 compartiment. Elle passe en 3 phases :

Phase 1: rejoignant un compartiment non concerné ...

Phase 2: rendant à un point de regroupement au(x) niveau(x) d'évacuation des piétons vers l'extérieur ...

3ème phase: évacuation générale / consigne ...

***Dispositifs qui facilitent l'évacuation :**

- Dégagements protégés en nombre et en largeur
- Distances maximales à parcourir
- Sens d'ouverture des portes
- Règles d'aménagement (limiter naissance et développement du feu et charge calorifique)
- Balisage électrique de sécurité (évacuation, anti panique)
- Désenfumage automatique mécanique
- Exercices (tout l'IGH 1 /× an...)
- Equiper des IGH par SSI (Système de Sécurité Incendie): Système constitué de l'ensemble des matériels servant à Collecter toutes les informations ou ordres liés à la seule sécurité incendie, à les Traiter et à effectuer les fonctions nécessaires à la Mise en sécurité d'un bâtiment ou d'un établissement.

C/ Eclairage minimal :

- Partie de l'éclairage maintenue en service en cas de défaillance de la source normale-remplacement dans CHC, SAS, paliers, escalier, toute ou partie de l'éclairage réalimenté par la source de sécurité + utilisation d'éclairage d'ambiance dans locaux > 50 personnes avec occupation > 1 pers / 10 m².



Eclairage de
remplacement



Eclairage
d'évacuation



Eclairage d'ambiance
(anti-panique)

D) ASCENSEURS ACCESSIBLES, EN CAS D'INCENDIE, AUX PERSONNES EN SITUATION DE HANDICAP :



Article AS 4 de l'arrêté du 25 06 1980 modifié:

1. Les ascenseurs destinés à l'évacuation des personnes en situation de handicap en cas d'incendie doivent répondre aux conditions suivantes :

- Les gaines des ascenseurs sont protégées suivant les dispositions des artcs. CO 53 ou CO 54
- L'accès aux ascenseurs à chaque niveau s'effectue au travers d'un local d'attente servant de refuge ;
- Les gaines des ascenseurs n'abritent ni machine contenant de l'huile, ni réservoir d'huile, à l'exception des vérins, à condition que les canalisations contenant de l'huile soient rigides et qu'un bac métallique de récupération d'huile soit fixé au vérin au-dessus du fond de cuvette ;
- La puissance électrique totale installée en gaine est inférieure ou égale à 15 KVA.
- Les cabinets d'ascenseurs doivent avoir une grande résistance au feu.

3.6) Analyse des exemples

3.6.1) Exemple 1: Burdj Khalifa :



Burdj Khalifa

• Fiche technique

Situation:	No. 1, Burdj Dubaï. Boulevard, Dubaï, United Arab
Nom officiel:	Burdj Khalifa Bin Zayed
Construit:	2004-2010
Type:	Gratte-ciel
Conçu par:	Skidmore, Owings & Merrill
Ingénieur structure:	William F. Baker
Capacité d'accueil :	35 000 personnes à la fois.
Nombre d'ascenseurs :	57 ascenseurs, et 8 escalators.
Nombre d'étage :	163 / 46 niveaux de maintenance / 9 niveaux de Stationnement dans le sous-sol.
Hauteur maximale:	828 mètres
Superficie totale:	4, 000,000 m ²
Surface du plancher :	309,473 m ²
Fonction principale :	résidentiels, hôteliers, commerciaux, bureau, loisirs et stationnement. ²⁸⁶

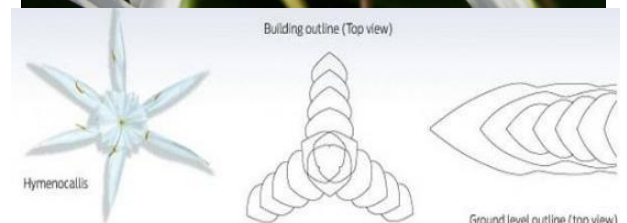
• Architecture :

L'inspiration du bâtiment est une empreinte triple-lobée d'une **abstraction d'une fleur désertique** appelée Hymenocallis.

La tour est composée de **trois éléments** disposés autour d'un **noyau** central forment un **plan en Y**, maximise les vues sur le golfe et de lumière naturelle intérieure.

La tour est composée de 26 niveaux hélicoïdaux diminuent la section transversale de façon dégradée.

La flèche conique est fabriquée en **béton armé, en acier, en acier inoxydable et en verre**. Le revêtement extérieur de vitrage réfléchissant est conçu pour résister aux températures estivales extrêmes de Dubaï²⁸⁷



fleur désertique « Hymenocallis »²⁸⁸

²⁸⁶ Burj Khalifa The tallest Building in The World , Mansoura University Faculty of Engineering, Dr/ Shreef Sheta

²⁸⁷ High Rise Mixed Use Development, Senthil., Reg No: 1350010, M.Arch

²⁸⁸ <http://www.archinomy.com>



- 1) Détails de la mise en page:
- 2) Burdj Khalifa cour d'arrivée
- 3) Armani entrée de l'hôtel
- 4) Entrée résidentielle
- 5) Voir le pont
- 6) Promenade en bord de lac
- 7) Tour de jardin
- 8) Caractéristique de l'eau
- 9) Aire de jeux d'enfant
- 10) Zone de loisirs
- 11) Cour de service
- 12) Entrée de bureau

Plans de masse burdj Khalifa²⁸⁹

• Répartition des fonctions par niveau :

L'aile droite: flèche Plus de 200m de long

*Niveau 156 à 159: Entreprises de radiodiffusion et de télécommunications.

*Niveau 125 à 135: Les suites d'entreprise.

*Niveau 112 à 121: Les suites d'entreprise.

*Niveau 77 à 108: Résidences privées.

*Niveau 76: hall Sky (salle de fitness, jacuzzi, piscines et salle de loisirs).

*Niveau 38 à 39: Armani hôtel Dubaï.

*Niveau 19 à 37: La résidence.

*Niveau 9 à 16: Armani résidence terrain au niveau 8: Armani hôtel Dubaï.

L'aile gauche:

*Niveau 139 à 154: Les suites d'entreprise.

*Niveau 124: Au pont d'observation supérieur

*Niveau 123: hall Sky (salon d'affaires et bibliothèque).

*Niveau 122: restaurant.

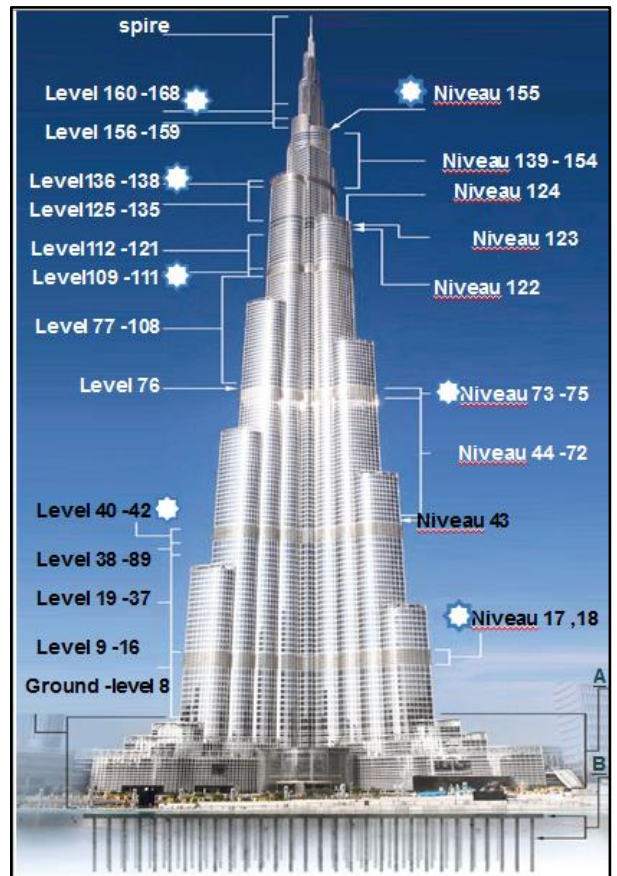
*Niveau 44 à 72: La résidence.

*Niveau 43: Sky lobby (salle de fitness, jacuzzi, piscines et salle de loisirs).

A: Podium: Fournit une base (150m large, six niveaux) ancrant la B tour au sol. Fournit des entrées séparées

Pour les suites d'entreprise, la résidence et l'hôtel Armani.

☀ Locaux techniques (sous-stations électriques, réservoirs d'eau, unités de traitement d'air, etc.)



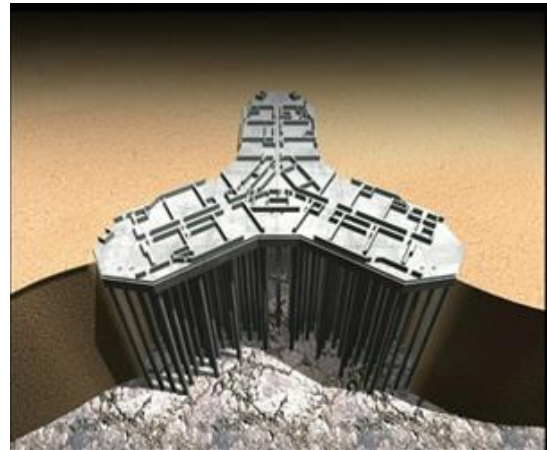
Stratification des fonctions burdj Khalifa¹⁵⁰

²⁸⁹ Tallest Skyscraper in the world. Rohit Arora (BE Final yr. BCE) M.B.M Engineering College Jodhpur

- **Structure :**
- **Infrastructure :**

La superstructure est soutenue par un radier en béton armé, qui est à son tour soutenu par des pieux forés en béton armé. Les pieux de 1,5 mètre de diamètre x 43 m de long

Un béton de haute densité à faible perméabilité a été utilisé dans les fondations, ainsi qu'un système de protection cathodique sous le radier, afin de minimiser les effets nuisibles des produits chimiques corrosifs dans les eaux souterraines locales.

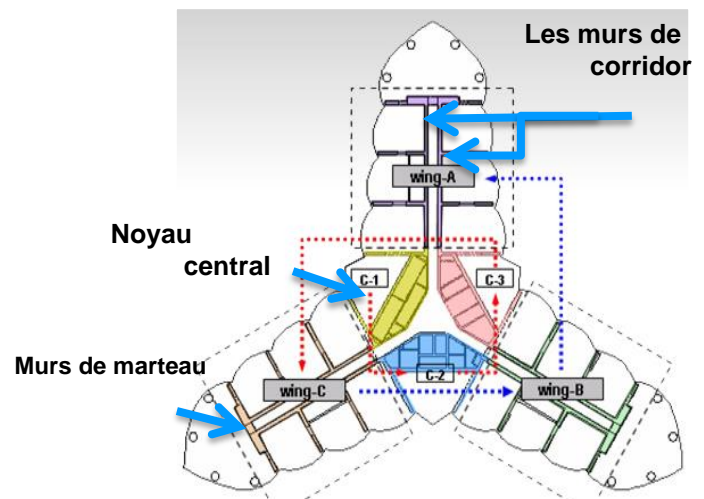


Représentation en 3d d'infrastructure du BURJ KHALIFA²⁹⁰

- **La super structure :**
(Noyau central/mure contreventement +méga colonne /trame stabilisatrice

La structure est modulaire, constituée d'un noyau central et trois branches qui s'étalent à 120 degrés de l'autre. Ces branches comportent des murs et colonnes à 9 mètres d'espacement.

Dans les planchers mécaniques, des parois de stabilisation sont prévues pour relier les colonnes de périmètre au système de paroi interne



Les éléments de structure (burjKhalifa)²⁹¹

*** Le comportement :**

- Plan en Y permet de réduire les forces du vent sur la tour.
- Noyau central fournit la résistance à la torsion de la structure
- Les murs de corridor et les murs de marteau se comportent de façon similaire aux bandes et brides d'un faisceau pour résister aux cisaillements de vent et de moments.
- La trame stabilisatrice permettant aux colonnes de périmètre de participer à la résistance de charge latérale de la structure, Par conséquent, tous les éléments verticaux est utilisée pour supporter à la fois la gravité et les charges latérales²⁹².



burdj Khalifa

²⁹⁰ www.slide shard.com

²⁹¹ BURJ KHALIFA, WORLD.S TALLEST STRUCTURE, Dr. N. Subramanian / Consulting Structural Engineer, Maryland, U.S.A.

²⁹² High Rise Mixed Use Development, M. Senthil., Rag No: 1350010, M. Arch

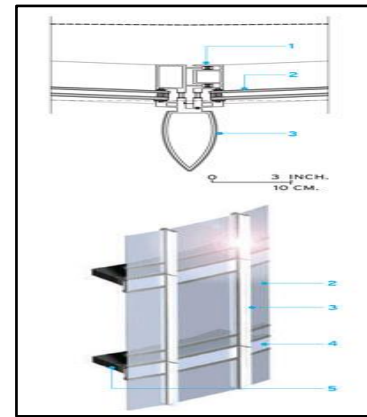
* Technologie

Le Burdj est revêtu de verre de haute technologie qui se forme comme un mur-rideau.

Le revêtement extérieur est composé de vitrages réfléchissants (UV, IR) avec des panneaux en acier inoxydable et en aluminium et des ailettes tubulaires verticales en acier inoxydable.

Le système de sécurité incendie, Burj se compose principalement de 3 composants

Un détecteur de fumée, Arroseur d'eau, Ventilateurs haute puissance



revêtement extérieur « vitrage »
Burdj Khalifa²⁹³



* Chauffage à l'eau Le Burj utilise l'énergie solaire
378 panneaux d'une superficie de 2,7 m² ont été installés

* Système de récupération de condensat
Collecte du condensat d'eau du système de climatisation
Et le détourne vers un réservoir d'irrigation.

Système de climatisation
BURDJ KHALIFA²⁹⁴

Les matériaux :

La tour dispose du verre, d'acier inoxydable et de pierres sombres polies, ainsi que le plancher en travertin argenté, les murs de stuc vénitien²⁹⁵

²⁹³Burj Dubai 400m high hoists, and rising ACCESS INTERNATIONAL / January-February 200

²⁹⁴ Burj Khalifa The tallest Building in The World , Mansoura University Faculty of Engineering, Dr/ Shreef

Sheta

²⁹⁵ <http://archrecord.construction.com>

3.6.2) Exemple 2 : Sacyr Vallehermoso :

Ce projet se base sur l'un des gratte-ciel récemment construits à Madrid, la tour Sacyr Vallehermoso, succinctement décrite en introduction. Elle nous a servi de point de départ pour la définition de la forme ainsi que pour les hauteurs, géométries des différents éléments, hauteurs d'étage,...

- **Description de la construction**

Architecte : Carlos Rubio

Construction : 2004-2008

Usage : Bureaux, hôtel

Style : Moderne

Hauteur du toit : 236 m

Forme : tri-circulaire avec un diamètre maximal d'environ 45[m].

Réalisation d'un gratte-ciel en béton armé

64 étages et 6 sous-sols.

Les hauteurs d'étage sont constantes et mesurent 4[m].

Les éléments verticaux se composent du noyau (6 refends en U) et des colonnes (57 par étage).²⁹⁶



Fig.152 : Sacyr Vallehermoso, Madrid

- **Implantation :**

La Tour PwC est implantée dans le site dite : El espacio Del 4 business Torres (de la Castellana, Madrid). Elle est le 3ème vers le sud.



Fig.154 : L'espace Des 4 Tours, Madrid



Fig. 153 : Vue de ciel Del espacio Del 4 Torres, Madrid

²⁹⁶ www.wikiarquitectura.com/SacyrVallehermoso

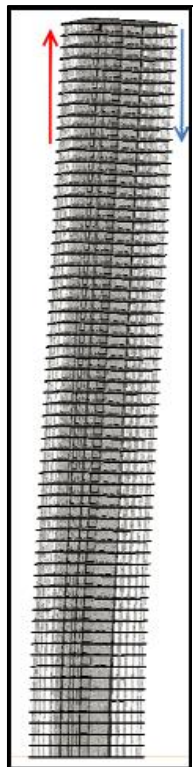
Étages	Utilisation (catégorie selon la norme SIA 261)	Exigence d'utilisation	Charges utiles et permanentes
Toiture (plate)	Toiture non accessible (H)	<ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité uniquement pour des travaux de maintenance • Isolation thermique • Étanchéité • Système d'évacuation des eaux (vers des puits) 	Charge utile : $q_k = 0.4 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$ Charges permanentes : $g_{sk} = 1.5 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$
64 ^{ème} étage (étage chapeau)	Surface d'entreposage et de fabrication (E)	<ul style="list-style-type: none"> • Isolation sonore accrue • Isolation thermique • Protection contre les vibrations • Ventilation et climatisation • Installation d'une protection contre les incendies (détecteurs de fumée, sprinklers,...) 	Charge utile : $q_k = 10 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$ Charges permanentes : $g_{sk} = 5.25 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$
63 ^{ème} étage - 42 ^{ème} étage	Bureaux (B)	<ul style="list-style-type: none"> • Isolation sonore et thermique • Ventilation et climatisation • Apport naturel de lumière • Installation d'une protection contre les incendies (détecteurs de fumée, sprinklers,...) 	Charge utile : $q_k = 3 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$ Charges permanentes : $g_{sk} = 1.5 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$
41 ^{ème} étage - RDC	Hôtel (Surfaces d'habitation A1) + 2 étages résidentiels	<ul style="list-style-type: none"> • Apport naturel de lumière • Accès possible aux personnes en situation d'handicap • Ventilation et climatisation • Isolation sonore et thermique • Installation d'une protection contre les incendies (détecteurs de fumée, sprinklers,...) 	Charge utile : $q_k = 10 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$ Charges permanentes : $g_{sk} = 5.25 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$

Les fonctions par étage de la tour Sacyr Vallehermoso.²⁹⁷

²⁹⁷ Dimensionnement d'un gratte-ciel et étude des possibilités de raidissement d'une construction en hauteur
Léonard Lopez - Génie Civil, pMp, P 19

- **Système structural**

- Le gratte-ciel se compose de 64 étages, 1 étage chapeau et 6 sous-sols pour une hauteur totale hors sol de 260[m]. La totalité de l'édifice sera réalisée en béton armé.
- On admet pour ce projet que les 6 sous-sols encastrant le gratte-ciel à sa base.
- Les colonnes sont admises bi-encastrées entre deux niveaux.
- Le noyau est continu à travers les différents niveaux de manière à servir de contreventement.
- La descente de charge se fait à Travers les éléments verticaux (noyau et colonnes).
- L'étage de raidissement a une très grande rigidité qui permet d'améliorer grandement le comportement du gratte-ciel face aux forces horizontales. En effet, il introduit un couple de force dans les colonnes auxquelles il est lié

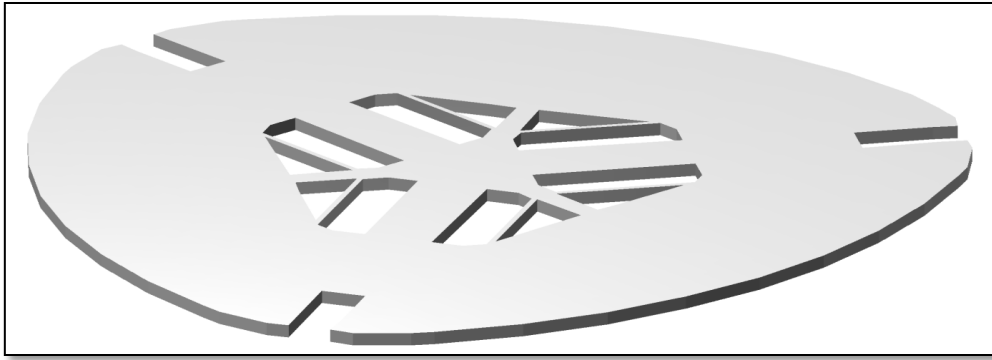


Principe de fonctionnement de l'étage chapeau

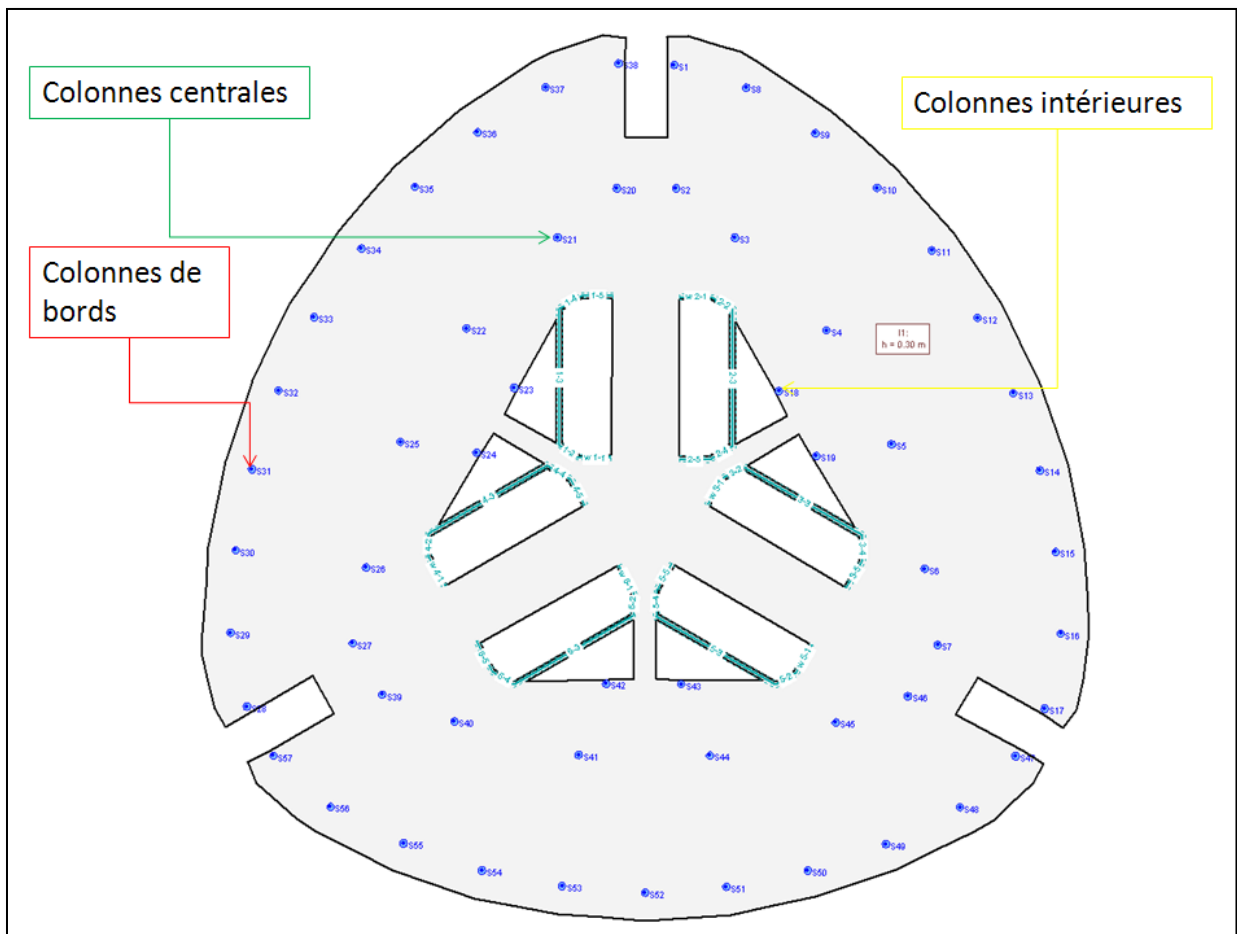
- **Données géométriques principales**

- Bâtiment tri-circulaire avec UN diamètre maximal d'environ 45[m].
- Distance entre les colonnes d'environ 7[m].
- Hauteur d'étage brute de 4[m].
- L'épaisseur des dalles ET le type de béton utilisé varient en fonction de l'affectation des étages.
- Les colonnes sont réparties en 3 catégories: de bords, centrales, intérieures
- Les dimensions des éléments verticaux diminuent avec la hauteur, de même que la classe de béton utilisée.
- Les dalles sont percées de 12 ouvertures en partie centrale.²⁹⁸

²⁹⁸ Dimensionnement d'un gratte-ciel et étude des possibilités de raidissement d'une construction en hauteur
Léonard Lopez - Génie Civil, pMp, P 20



Ouvertures dans les dalles



Différents types de colonnes.²⁹⁹

²⁹⁹ Dimensionnement d'un gratte-ciel et étude des possibilités de raidissement d'une construction en hauteur
Léonard Lopez - Génie Civil, pMp, P 21

3.6.3) Exemple 3: Russia Tower



Russia Tower

* Fiche technique :

Lieu: Moscou, Russie

Type de bâtiment: gratte-ciel

Architecte: Foster & Partners

Ingénieur en structure: Halvorson and Partners

Nombre d'étages: 118/ 612 mètres

Surface sou sol : 60960m²

Superficie totale du bâtiment : 520.257,024 m²

Superficie du sol : 170.688.0 m²

Superficie totale des toits : 4035.552 m²

Capacité d'accueil du sou sol : 3700 voitures

Capacité accueille : jusqu'à 25.000 personnes.

Système structurel (s): noyau central/ trame contreventée

Fonction : 3 utilisations différentes: bureau, Logement et hôtel

- **Architecture :**
- **Implantation :**

La tour Russie se trouve dans le centre d'affaires de Moscou. Comme montre le plan ci-dessous en rouge, le site a une forme triangulaire qui sera affecté principalement la forme du bâtiments.



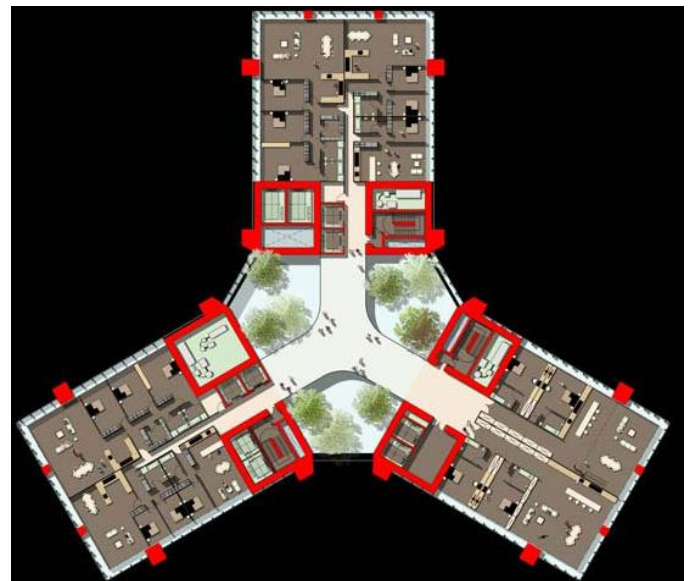
Master plan du Site d'implantation du bâtiment à Moscou

La forme triangulaire permet d'obtenir une très grande stabilité à la structure minimale permettant une distribution très efficace de l'espace. Les étages supérieurs contenant un hébergement résidentiel et hôtel sont conçues comme une série d'unités modulaires qui peuvent être configurées individuellement. Les appartements bénéficient de l'air frais, la lumière naturelle, les volumes de hauteur triple double ou l'accès aux jardins du ciel. Au sommet, une plate-forme de consultation publique avec des cafés et des bars crée une nouvelle attraction magnétique pour les visiteurs et les résidents, tandis qu'une patinoire et des commerces ajoutent de la vitalité à la vie au niveau de la rue.



Plan du RDC Russia Tower³⁰¹

La conception initiale du projet destiné à avoir trois tours à part des bureaux de maison, résidentiels et espaces de l'hôtel. Mais un agencement radial de trois tours minces selon un angle de 120 ° les uns des autres vers l'extérieur optimiserait vues et l'exposition à la lumière solaire. L'équipe de conception a pensé que reliant trois bâtiments ensemble pour former une structure serait beaucoup plus efficace³⁰².



Plan d'étage Russia Tower³⁰³

³⁰¹ <file:///C:/Users/user/Desktop/ruusia%20tower/Tour%20Russie%20%20Foster%20+%20Partners.html>

³⁰² <https://sites.google.com/site/ae390ass2/home>

³⁰³ <file:///C:/Users/user/Desktop/ruusia%20tower/Tour%20Russie%20%20Foster%20+%20Partners.html>

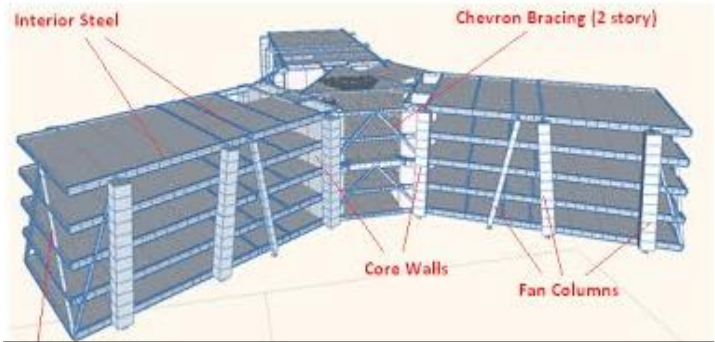
- **SYSTÈME STRUCTUREL :**

La structure du bâtiment est basée sur une forme triangulaire avec trois «bras» qui se rétrécissent comme ils montent. Cela crée une forme pyramidale qui permet d'obtenir une très grande stabilité

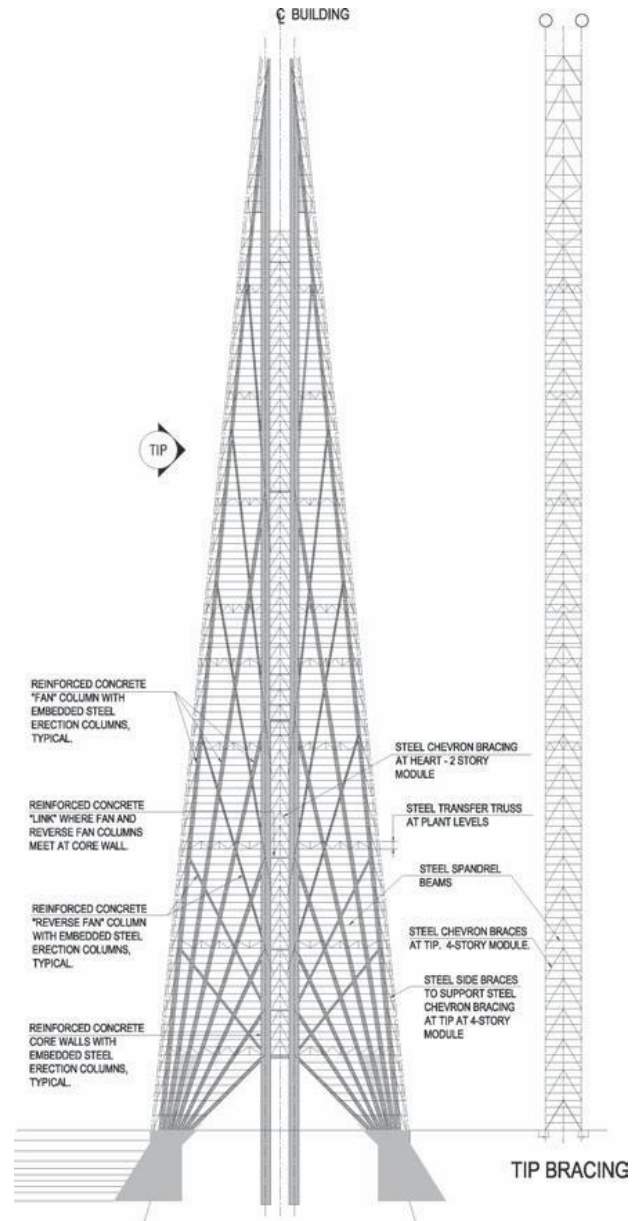
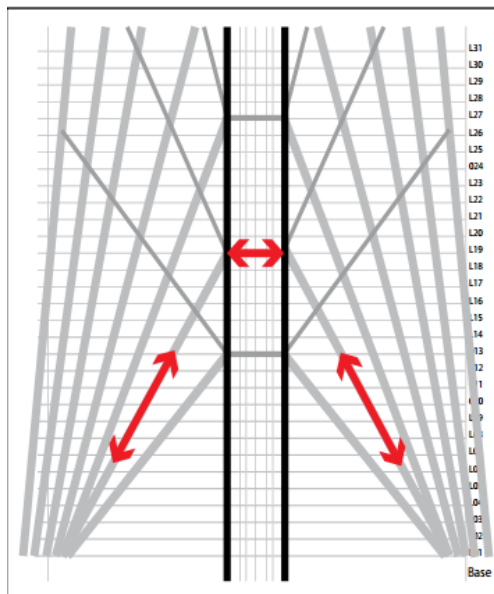
Ce bâtiment se compose de trois bâtiments ³⁰⁴

minces reliés entre eux par une colonne vertébrale centrale. Tour Russie utilise un système de structure de la colonne vertébrale bandé. Chaque tour a 14 colonnes en pente (figure 3) qui transportent les charges de gravité et également bloquer la colonne centrale qui transporte lui-même les charges latérales. Ces colonnes canaliser la charge vers le bord extérieur en bas de chaque tour (figure 5). Chaque tour a également 12 colonnes inverses en pente qui agissent pour raidir les charges de chaque tour aux principales colonnes distribution (figure 6).

Le noyau central se compose de 3 murs en acier / béton renforcé par un support en acier à 2 étages en chevron. Les extrémités extérieures de chaque bâtiment sont calées avec de l'acier de 4 étages chevron contreventement.



Partie bas de la tour du « Russia Tower »

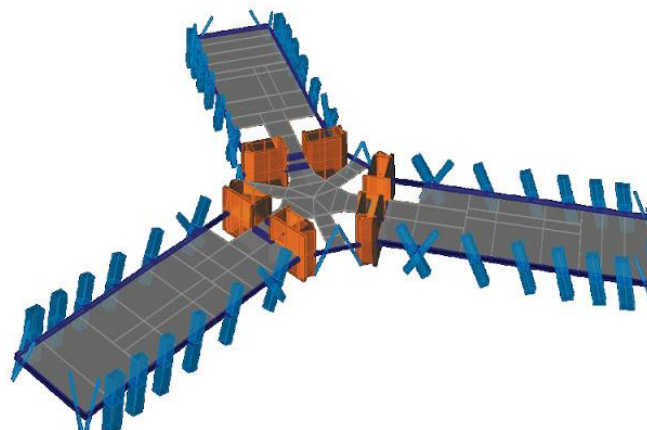


Comportement du système structurel du Russia Tower ³⁰⁵

³⁰⁴ <http://designed-to-sell-homestaging.blogspot.com/2012/08/the-highest-skyscraper-in-europe.html>

³⁰⁵ http://www.ctbuh.org/Portals/0/Repository/T15_Halvorson.639f7c48-2514-4582-b3f6-0c5c11505d2f.pdf

Les fondations est prolongée tout le chemin jusqu'à la roche - mère. Très probablement les colonnes du ventilateur se reposer sur le dessus d'une dalle de béton très profond. Cette dalle de béton se reposer sur de nombreux pieux en acier qui étendraient tout le chemin vers le bas dans le lit rocheux.



*** Le comportement :**

Infrastructure de la tour du « Russia Tower »³⁰⁶

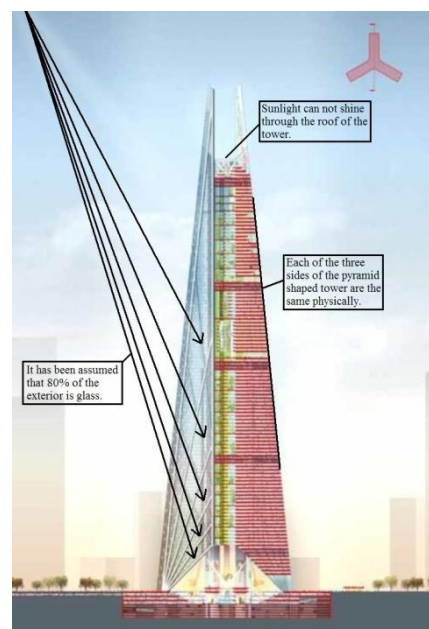
Les grandes charges sont effectuées comme des forces axiales dans les colonnes inclinées. Ces charges verticales créent une composante horizontale dans les colonnes inclinées. Cette composante horizontale est équilibrée entre les trois ailes différentes.

Les charges de vent vont induire une force de traction axiale dans les colonnes. Parce que les charges de gravité sont beaucoup plus grandes que les charges de vent maximales, les colonnes annulent la force de traction axiale et restent en compression. En raison des très grandes charges de gravité³⁰⁷

• La technologie :

La Tour Russie se trouve à Moscou qui peut atteindre températures froides en hiver et très influencé par les transferts de chaleur dans et hors de l'immeuble. Par conséquent le système de CVC (chauffage, ventilation et climatisation) plus approprié doit être utilisé pour contrôler les flux de chaleur de la manière plus appropriée.

La tour Russie a été conçue pour être un bâtiment très durable utilisant ressources naturelles pour rendre le bâtiment économique. La tour a un profil mince qui maximise l'entrée de lumière naturelle dans le bâtiment conduit à une augmentation de la chaleur du soleil. Le profil mince permet également d'augmenter le potentiel de ventilation naturelle permettant de réduire ou réviser le système de CVC nécessaire.



Système CVC tour du Russie³⁰⁸

³⁰⁶ <http://designed-to-sell-homestaging.blogspot.com/2012/08/the-highest-skyscraper-in-europe.html>

³⁰⁷ <https://sites.google.com/site/ae390ass2/systems/structural>

³⁰⁸ <file:///C:/Users/user/Desktop/ruusia%20tower/CVC%20-%20Russie%20Tour.html>

La façade est composée de **fenêtres triples vitrage** qui réduit perte de chaleur réduisant ainsi la demande de chauffage. Le bâtiment est également équipé **d'énergie photovoltaïque** qui fournit énergie pour le bâtiment. Le recyclage d'énergie réduit demandes de chauffage de 20 pour cent. Les fenêtres permettent beaucoup de rayonnement solaire qui peut garder le bâtiment chaud en hiver.³⁰⁹

La stratégie environnementale exploite une gamme de techniques et de contrôles passifs. Stratégiquement, l'usage mixte offre un bon point de départ, ce qui permet l'équilibre de l'énergie tout au long de la journée que les gens se déplacent entre le bureau et la maison. Structurellement, le profil élancé de la tour crée varangues peu profondes qui maximisent la pénétration de la lumière du jour et d'augmenter le potentiel de ventilation naturelle. Le triple vitrage, façade haute performance réduit la perte de chaleur; photovoltaïque fournissent les besoins énergétiques du bâtiment et l'alimentation électrique dans le réseau de la ville; le recyclage de l'énergie réduit la demande de chauffage de 20 pour cent; et la neige et des eaux de pluie est prévu pour réduire la consommation d'eau douce pour les toilettes d'un tiers. Social et environnemental, la Russie Tour offre une nouvelle solution durable à la vie contemporaine³¹⁰

³⁰⁹ Structural Design Innovation: Russia Tower and Other Tall Collaborations Robert A. Halvorson, page 7

³¹⁰ <https://sites.google.com/site/ae390ass2/systems/hvac>

3.6.4) Exemple 4 :151 Incheon Tower :

* Fiche technique :

Localisation: Songdo International City, Incheon, South Korea

Hauteur : 760 m

Nb d'étage : 151

Surface : 500,000 m²

Architecte: John C. Portman, Jr.



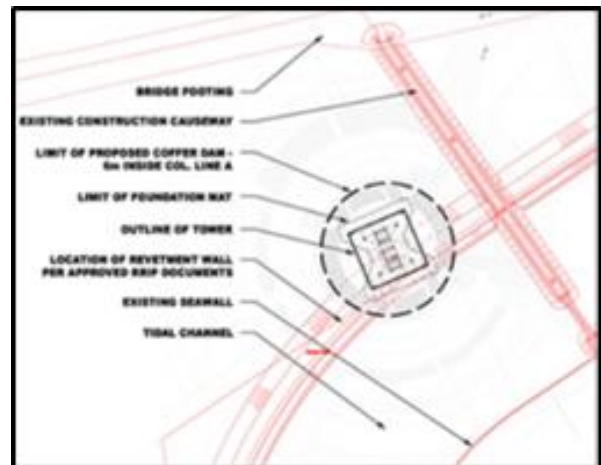
Façade principale de l'Incheon Tower

• Implantation:

Les deux tours jumelles se situent dans le littoral de La ville, dans sa nouvelle zone économique libre de Songdo (Songdo-Incheon FEZ). Dans une placette circulaire entourée par un vaste parc vert.³¹¹



La dominance de l'Incheon Tower sur le Skyline de la ville



L'implantation de l'Incheon Tower

• Aperçu structurelle :

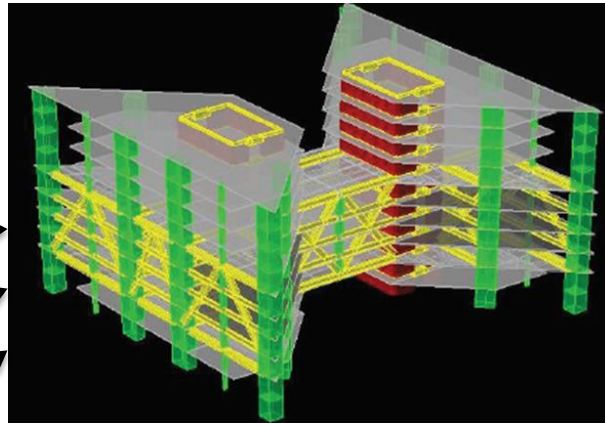
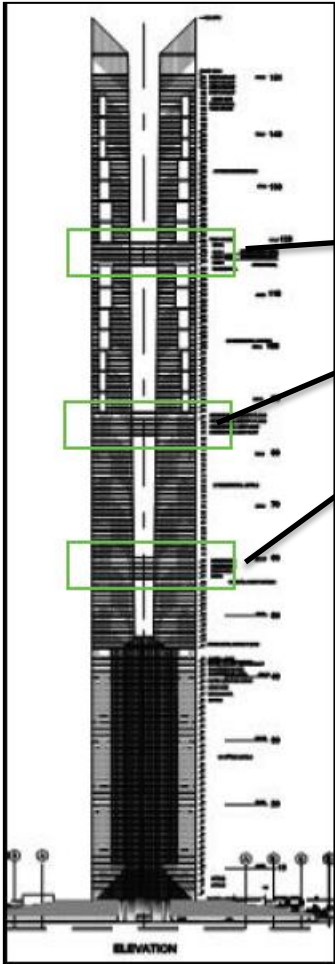
La conception structurelle se base sur un noyau central en béton armé et des méga colonnes se sont reliées par des méga trames stabilisatrices. Les deux moitiés de la tour sont attachées ensemble par trois ponts piétonniers au niveau des stabilisatrices pour améliorer la résistance au vent et aux forces sismiques. Le défi était de développer une forme qu'elle sera structurellement efficace et compatible à la vision de conception : une série de fentes ouvertes sur quatre coins. La division au quarante-quatrième étage dans les deux tours a relié ensemble les sections trapézoïdales, les ouvertures à la hauteur en créant un chemin alternatif pour le vent, améliorant la performance aérodynamique tout en augmentant l'aspect visuel de la structure.³¹²



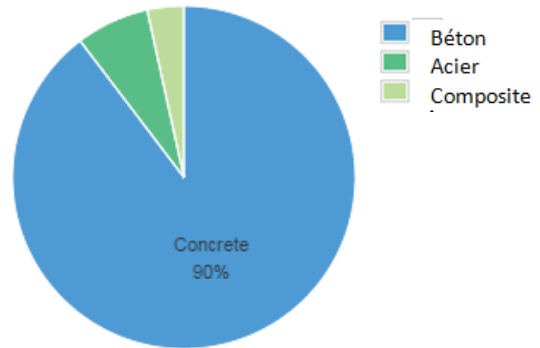
Schématisme des composants structurels d'Incheon.

³¹¹ <http://shadowrun.over-blog.com/article-1822009.html>

³¹² http://www.thorntontomasetti.com/projects/incheon_151_tower/



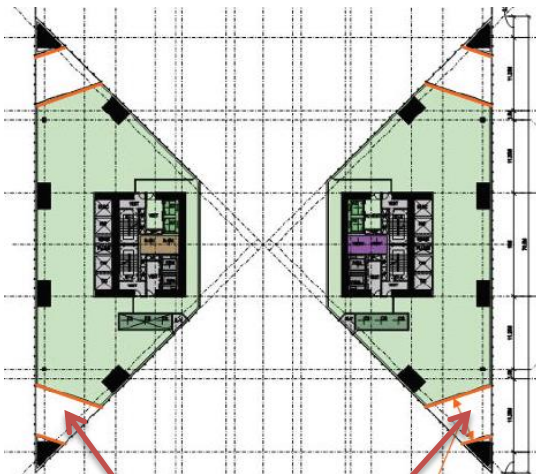
Schématisme d'un stabilisateur d'Incheon Tower.



Les matériaux de structure d'Incheon Tower.

Coupe transversale explicative du système structurel d'Incheon.

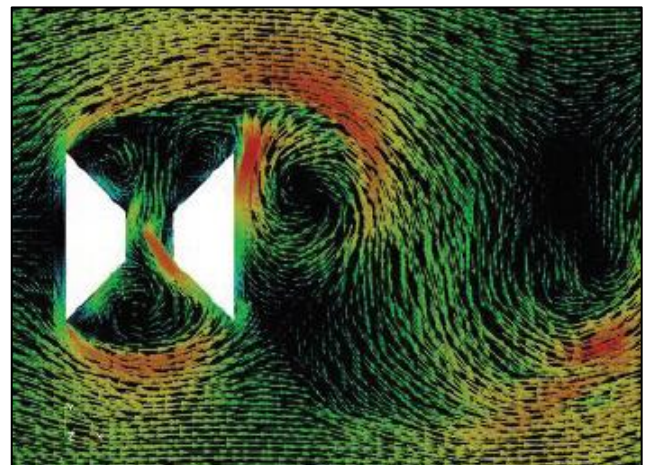
- **Architecture :**



313

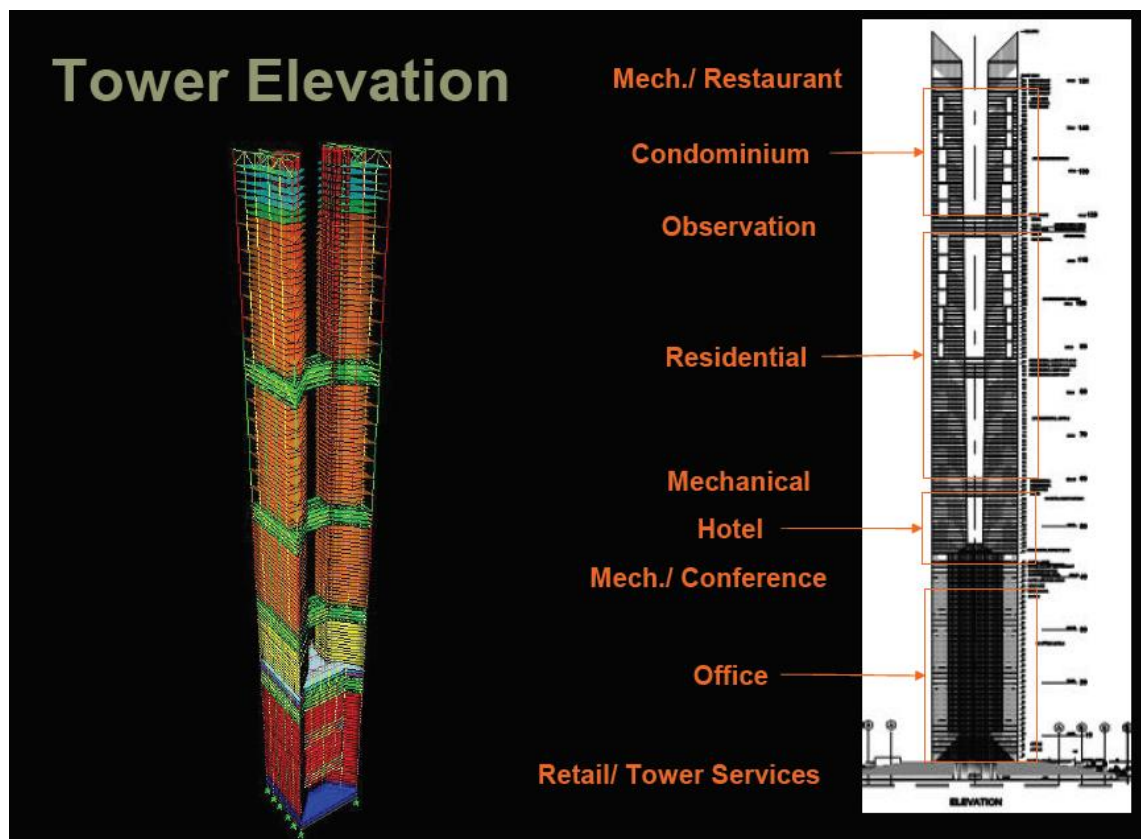
Ouvertures encochées

Plan typique de la tour Incheon.



.Décollement de tourbillon

³¹³ These 151 Incheon Tower, Presented by: Cori Kwitkin, P.E., LEED AP Senior Project Engineer, P 3,4



- **Programme de base :**

étage	Usage	surface (m ²)
151	Observatoire	11,042
149-151	Restaurant	13,194
115-148	Hôtel	86,702
97-114	Boutique Hôtel	169,951
63-96	Résidences	71,124
7-62	bureaux	102,736
B1-6	commerce	106,738

Programme de base de l'Incheon Tower.³¹⁴

³¹⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/102_Incheon_Tower

3.6.5) Exemple 5: The Shard Tower



The Shard Tower

Lieu: Londres (Royaume-Uni)

Type de bâtiment: gratte-ciel

Architecte: Renzo Piano

Ingénieur en structure: WSP Group

Nombre d'étages: 167

Hauteur: 309,6 mètres

Superficie totale du bâtiment : 127 489 m²

Capacité accueille : jusqu'à 25.000 pers

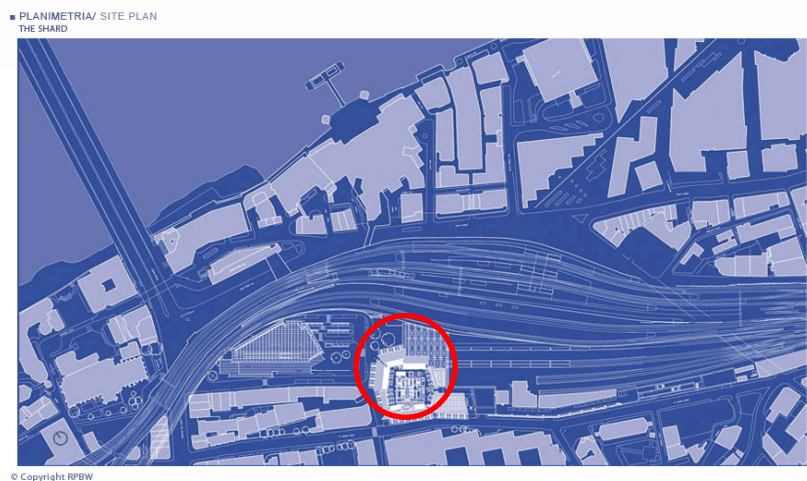
Date d'achèvement: 2012

Fonction : bureaux, résidences de luxe, hôtel,

Restaurants et une galerie d'observation³¹⁵

- **Implantation:**

Le Shard ou le London Bridge Tower se trouve entre la gare de London Bridge. Elle se **situe à l'écart** par rapport à la **City**, La tour est très visible depuis une bonne partie de la ville. Ce site est **desservi** par la **station de métro London Bridge**.



Master plan du Site d'implantation du bâtiment à London .UK³¹⁶

³¹⁵ <http://cdn.goodshomedesign.com/wp-content/uploads/2012/07/The-Shard-Europes-tallest-2>

³¹⁶ <http://cdn.goodshomedesign.com/wp-content/uploads/2012/07/The-Shard-Europes-tallest-7.gif>

- **Architecture :**

La forme générale est inspirée par les imposantes **flèches des clochers d'églises**

La tour développe un espace public à mi-hauteur, et sa flèche est occupée par une spirale de verre de 15 étages, tenant lieu de galerie panoramique ouverte au public et offrant à la vue le paysage urbain de Londres. Chaque étage est multifonctionnel et contient deux jardins d'hiver naturellement ventilés et éclairés par la lumière du jour.

- **Programme de base:**

Surface intérieure brute: 127 000 m²

Surface intérieure nette: 85 000 m²

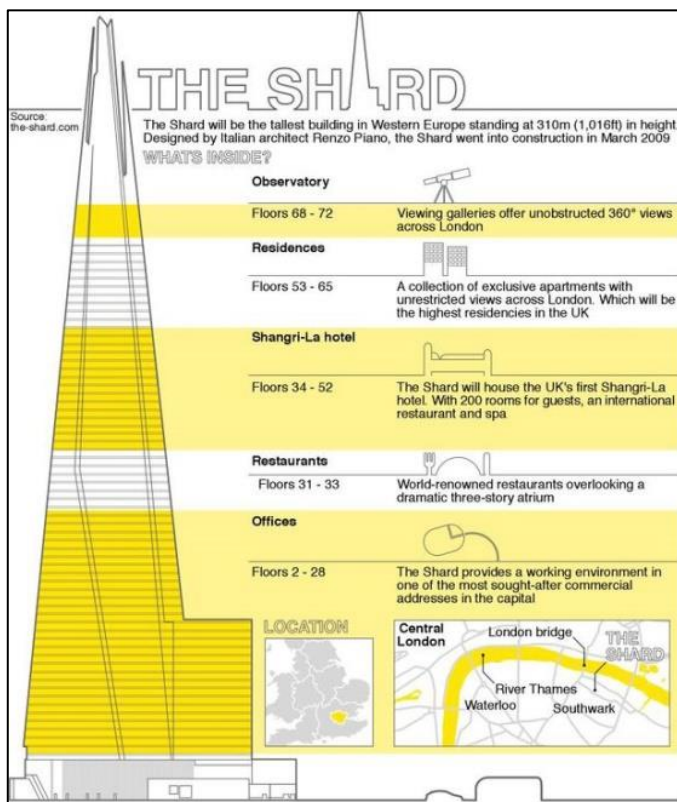
Résidentiel: 5 800 m²=6,9%

Hôtel: 17 800 m²=21%

Bureaux: 55 200 m²=65%

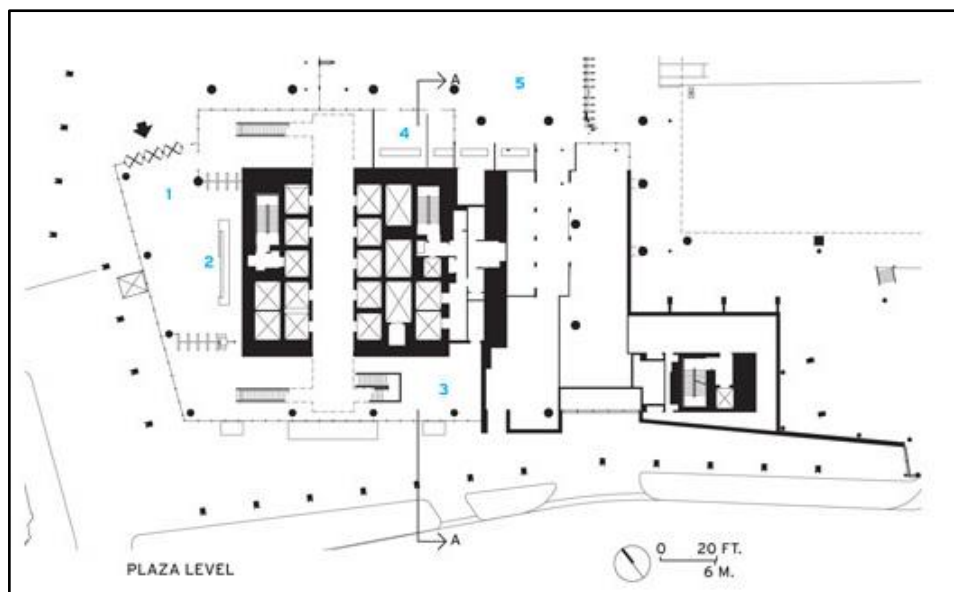
Commerces de 5 600 m²=6,6%

Autre: 5%:



Elévation présente les différentes fonctions répartie en hauteur, dans la tour Shard³¹⁷

- 1 Hall d'entrée POUR LES SOLS DE BUREAU
- 2 RÉCEPTION
- 3 CAFE
- 4 DÉTAILS
- 5 PLACE DE TRAIN
- 6 BUREAUX OUVERTS
- 7 BUREAU PRIVÉ
- 8 HIVER JARDIN
- 9 CHAMBRE D'HÔTES
- 10 SUITE D'INVITÉ



plans RDC du Shard Tower³¹⁸

³¹⁷ http://www.skyscraperdictionary.com/?page_id=50

³¹⁸ <http://www.skyscraperdictionary.com/?project=mixed-use>

- **Structure**

Système structurel : tube en tube avec une trame stabilisatrice

- **Comportement:**

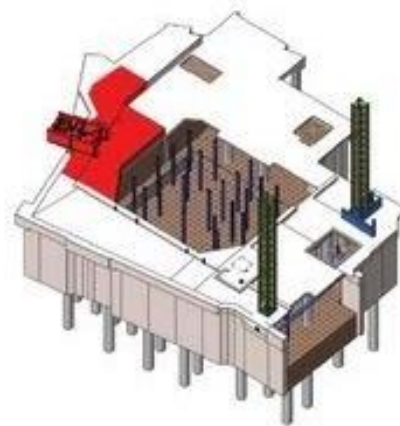
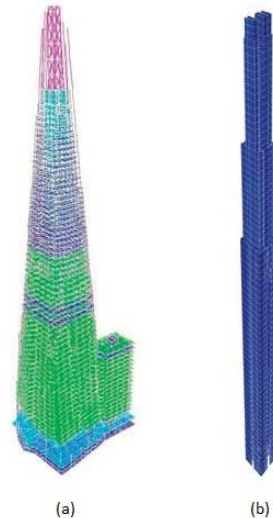
Le noyau résiste à des charges latérales causées par les forces tangentielles des charges de vent causées par le Système de fermes Vierendeel utilisée pour aligner le périmètre des colonnes³¹⁹.

- **L'infrastructure :**

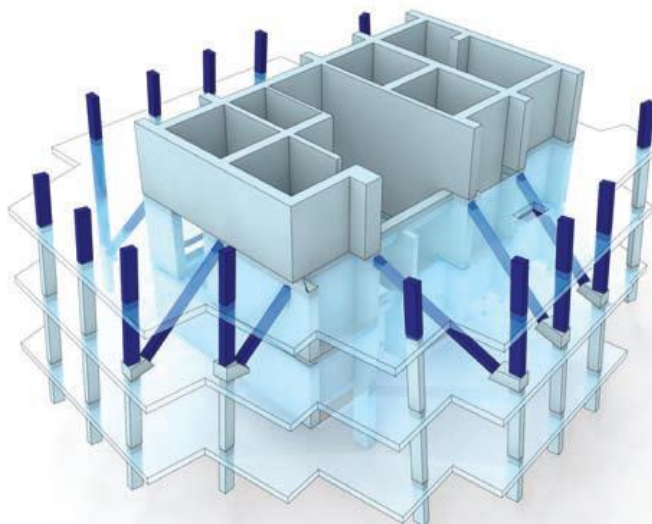
L'infrastructure est composée d'un mur de pieux. Colonnes et des piles ont ensuite été installées en tant que support structurel pour la dalle du RDC,

- **Matériaux:**

Divers matériaux utilisés dans les parties séparées du bâtiment. Les niveaux de sous - sol sont en béton, alors que la majorité des niveaux peu élevés sont en acier. Les niveaux de grande hauteur sont composés de béton et les niveaux supérieurs sont en acier. Le noyau central est en béton



Infrastructure & superstructure du bâtiment du Shard³²⁰



les différents composants structurels du Shard Tower

³¹⁹ The Shard at London Bridge **R. Agrawal** BA, MSc, DIC, CEng, MStructE, MIET Associate, WSP PAGE 21

³²⁰ The Shard at London Bridge **R. Agrawal** BA, MSc, DIC, CEng, MStructE, MIET Associate, WSP PAGE 26

3.8) Contribution théorique à la stratégie d'implantation des tours :

La stratégie d'implantation des tours se fonde sur plusieurs principes qui doivent être pris en considération : d'abord l'impact sur l'image de la ville et du paysage, puis la capacité de gestion publique des nouveaux flux induits par la tour dans les réseaux de transports publics et les réseaux routiers, et enfin la contribution de ces bâtiments particuliers à la poly-centralité de la structure spatiale. Cette stratégie sera définie à l'aide de plusieurs critères dont :

- c) Les critères de base: Ces critères sont contraignants. Si l'un d'eux n'est pas rempli, le choix du site doit être revu ou le projet fondamentalement remanié, l'appréciation du projet sur ces critères n'étant en effet pas susceptible d'évoluer en fonction du projet. Ces critères sont prédominants dans la conception et l'évaluation des études de planification.
- d) les critères qualitatifs : le programme, l'espace public, la qualité architecturale, la vie diurne et nocturne, les technologies. Ces critères doivent également être remplis. Cependant, s'ils ne le sont pas, les porteurs de projets peuvent apporter des améliorations à leur projet, susceptibles d'en modifier l'évaluation. Ces critères sont prédominants dans la conception et l'évaluation des projets de construction.

Tant les critères de base que les critères qualitatifs doivent être documentés de manière complète, en démontrant la qualité globale du projet, que ce soit dans ses composantes esthétiques ou ses aspects fonctionnels.

3.8.1) Critères de base:



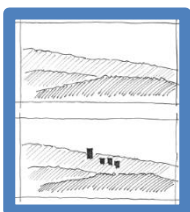
a) Skyline:

Le projet de tour doit être pertinent à l'échelle du grand paysage. Il doit s'insérer de manière satisfaisante dans la silhouette urbaine et sur l'horizon en tant que «Landmark» (composante esthétique de la Skyline), tout en préservant les vues marquantes.



b) Un symbole de la ville

Sa localisation doit contribuer au marquage symbolique d'un lieu singulier et contribuer au renforcement du réseau de centralités de l'agglomération et la construction d'une identité. Son implantation ne doit pas interférer négativement volontairement ou involontairement avec un autre élément paysager ou patrimonial.



c) la topographie :

Ce critère « en trois dimensions » est essentiel pour la Contribution de la tour à la structure paysagère de la ville.³²¹

³²¹ Publication de Feddersen & Klostermann - ToposurbaniSme 30/01/2014, Stratégie pour l'implantation des tours dans l'agglomération Lausanne-Morges Rapport final page 20_23



d) La composition urbaine :

Le projet de tour doit contribuer à créer ou renforcer un ensemble cohérent, une structure spatiale, un lieu particulier ou symbolique, avec une attention particulière à la hauteur des bâtiments alentours. Cette structure s'entend en termes de morphologie urbaine toujours en trois dimensions et à compléter par les deux critères suivants pour les composantes fonctionnelles de la démonstration (l'accessibilité et le programme).



e) L'accessibilité

Le projet de tour doit être localisé dans un site disposant d'une accessibilité suffisante en particulier :

- Transports publics (L'offre de transports en commun est un critère déterminant dans la perception du confort public.).
- Perméabilité de l'espace au pied des tours.
- Evaluation de l'impact des flux générés par le nouvel objet (la tour) sur la gestion publique de la mobilité

3.8.2) Critères qualitatifs :

a) Le programme:



Le programme de la tour doit prouver sa complémentarité avec le contexte urbain proche (sa contribution à la vie publique locale).

L'évaluation des besoins du marché (en surface et en nature d'objet) doit également être faite, de manière à éviter toute « friche verticale ».³²²



b) L'espace public

Les espaces publics à proximité de la tour doivent montrer les différentes gradations prévues : de l'espace collectif (de statut public) extérieur à l'espace collectif (de statut privé) intérieur mais accessible à certaines catégories de personnes non résidentes.

Le socle et le couronnement, deux lieux particuliers de la tour doivent être renseignés :

-Au niveau du socle : avec les questions d'accessibilité publique et de transparence visuelle, et de relation fonctionnelle.

Dans un quartier de tours l'espace public n'est le plus souvent pas défini par les bâtiments (comme dans le cas d'une rue traditionnelle), mais ce sont plutôt les bâtiments qui sont implantés dans l'espace public.

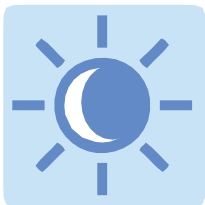
³²² Publication de Feddersen & Klostermann - ToposurbaniSme 30/01/2014, Stratégie pour l'implantation des tours dans l'agglomération Lausanne-Morges Rapport final page 20_23

- Au niveau de l'intérieur du tour : avec la question du programme et de son ouverture – ou non – au public, L'intérieur de la tour constitue l'autre élément de dialogue important entre la tour et la ville.



c) La qualité architecturale

La volumétrie, les proportions, la forme élancée, les façades ainsi que leur teinte, les matériaux, et la sobriété de l'expression forment autant d'éléments constitutifs de la qualité et peuvent être évalués objectivement. Ils doivent être vérifiés avec attention et, si nécessaire, discuté avec le porteur de projet jusqu'à obtention d'un niveau satisfaisant.



c) La vie diurne et nocturne

Les concepts d'enseignes pour le jour et d'éclairage pour la nuit contribuent également à l'insertion de la tour dans son environnement urbain. Le projet doit les préciser.



c) Les technologies

Le niveau de durabilité des technologies et matériaux employés mérite une vérification (en particulier en matière d'énergie).³²³

3.9) Les exigences réglementaires :

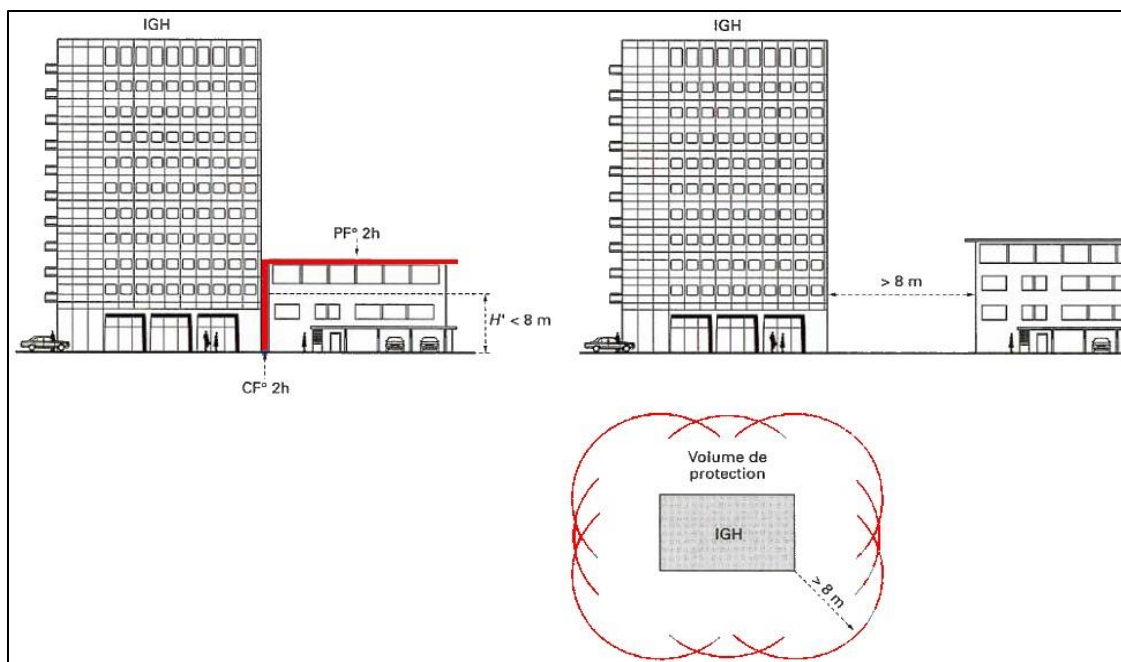
a) Isolement

Tout IGH doit être isolé des constructions voisines, soit par un mur ou une façade CF° 2 h s'élevant sur toute la partie commune, soit par un volume de protection (libre de tout élément combustible) de 8 m de rayon à partir de chaque façade (figure 32). Les constructions situées en tout ou partie dans ce volume de protection doivent respecter les contraintes suivantes:

- hauteur $H < 8$ m ;
- structures SF° 2 h et indépendantes de celles de l'IGH ;
- enveloppe extérieure PF° 2 h (de façon à ne pas menacer l'IGH en cas d'incendie de ces constructions) ;
- ne pas abriter d'installations classées pour les risques d'incendie et/ou d'explosion.³²⁴

³²³ Publication de Feddersen & Klostermann - Toposurbani Sme 30/01/2014, Stratégie pour l'implantation des tours dans l'agglomération Lausanne-Morges Rapport final page 20_23

³²⁴ Guide de sécurité incendie, direction général de la protection civile ; page 98

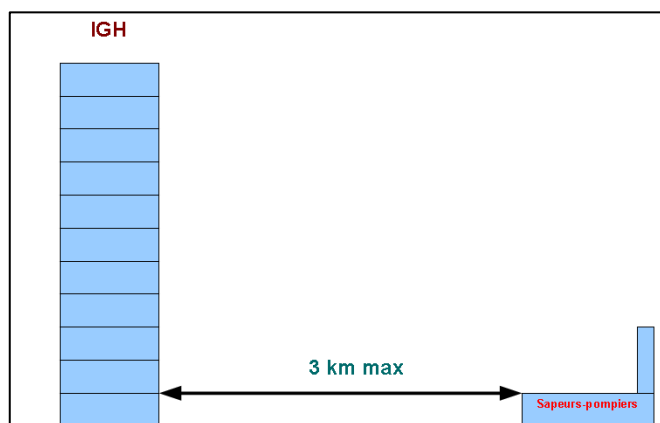


Volume de protection des IGH³²⁵

b) Situation par rapport centre principal des services contre l'incendie.

La construction d'un IGH n'est permise qu'à des emplacements situés à 3 km au plus d'un centre principal des services publics de secours et de lutte contre l'incendie.

Cependant, le préfet peut autoriser la construction d'un IGH à une distance supérieure, après avis de la



distance réglementaire entre les igh et service publique³²⁶

Commission consultative départementale de sécurité et d'accessibilité, par un arrêté motivé, compte tenu notamment de : La classe de l'immeuble, La densité d'occupation, Des facilités d'accès et de circulation, Du type du centre de secours, Du service de sécurité propre à l'immeuble, Des ressources en eau du secteur.

c) Accessibilités au service secours :

Les sorties des immeubles sur les niveaux accessibles aux engins des services publics de secours et de lutte contre l'incendie ne peuvent se trouver à plus de 30 mètres d'une voie ouverte à la circulation à ses deux extrémités et permettant la circulation et le stationnement de ces engins.

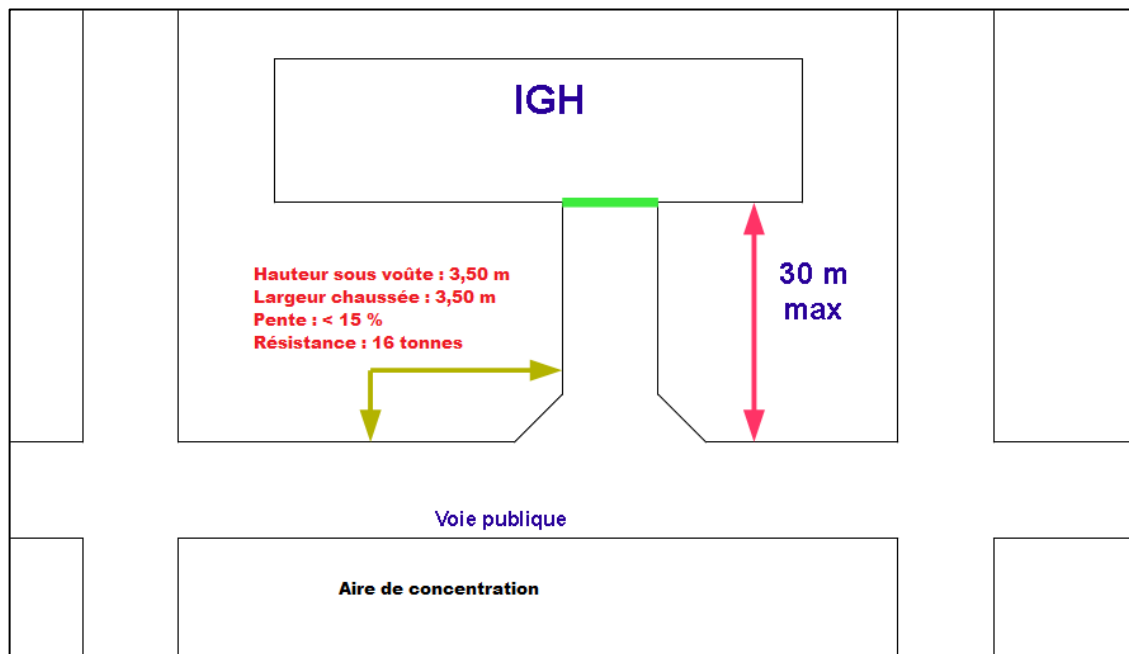
³²⁵ Guide de sécurité incendie, direction général de la protection civile ; page 98

³²⁶ <http://www.formationssiap.net/implantation-igh.php>

Sur ces voies, un cheminement répondant aux caractéristiques minimales suivantes est réservé en permanence aux sapeurs-pompiers :

- Hauteur libre : 3,50 mètres ;
- Largeur de la chaussée, bandes réservées au stationnement exclues : 3,50 mètres ;
- Force portante de 160 kilo newtons calculée pour un véhicule avec un maximum de 90 kilo newtons par essieu, ceux-ci étant distants de 3,60 mètres au minimum ;
- Résistance au poinçonnement : 80 N/cm² sur une surface minimale de 0,20 m² ;
- Rayon intérieur minimal R : 11 mètres ;
- Sur largeur $S = 15/R$ dans les virages de rayon intérieur inférieur à 50 mètres (S et R : sur largeur et rayon intérieur, étant exprimés en mètres) ;
- Pente inférieure à 15 %.

Ces caractéristiques techniques ne diffèrent en rien de celles exigées pour un établissement recevant du public « classique ».



Distance réglementaire entre les igh et service publique³²⁷

³²⁷ <http://www.formationssiap.net/implantation-igh.php>

Table des abréviations :

IGH : Immeuble de **G**rande **H**auteur

RPGH : République Populaire Groupement d'Habitat.

ANIREF : Agence National d'Intermédiation et de Régulation Foncier

CNRC : Centre National du Registre de Commerce

DUC : Direction Urbaine de Construction

MFG : Méditerranéenne Float Glass

PME : Petite Moyen Entreprise

PMI : Petite moyen Industrie

CCH : Code de la Construction d'Habitation

CTBUH : Conseil of Tall Building Urbain and Habitat.

ANDI: Agence Nationale de Développement et d'Intervention

WTC: **W**orld **T**rade **C**enter (tours jumelles), New Yor

ITGH : Immeuble de Très Grande Hauteur.

CVC : chauffage, ventilation et climatisation

HVAC: Heating, Ventilation and Air Conditioning (Chauffage, ventilation et climatisation)

AHU : Air Handling Unit (Unité de traitement d'air)

Bibliographie :

Les livres :

- Structural design for architecture, ANGUS J MACDONALD.
- Structural Developments in Tall Buildings: Current Trends and Future Prospects « Mir M. Ali and Kyoung Sun Moon ».
- IGH et courants architecturaux, Résumés des actes du 17 novembre 2010 à Paris.
- Structural Developments in Tall Buildings: Current Trends and Future Prospects.
- Documentation du Centre suisse de la construction métallique SZS, Steel Doc.
- Reinforced concrete Design of tall buildings, Bungale S. Taranath.
- Tall Buildings: structural systems and aerodynamic Form, Mehmet Günel & Hüseyin Ilgin.
- 25 tours de bureau par Elisabeth Pélegrin-Genel.
- Outrigger Design for High-Rise Buildings: An output of the CTBUH Outrigger Working Group.
- Tall Buildings Structural design of concrete buildings up to 300 m tall, a working group of The Concrete Centre and fib Task Group 1.6.
- La maison de A à Z.
- IGH : les immeubles de grande hauteur « BSP 731 : prévention – prévision », Titre 4.
- J M Aniac, H Bouganlt « économie d'entreprise » 1994 techniplus édition N°3 Paris.
- Neufert 10° Edition-Fr.
- Office building Northeastern University School of Architecture ARCH G691 Graduate Degree Project Studio.
- F e d d e r s e n & K l o s t e r m a n n - T o p o s u r b a n i S m e 30/01/2014, Stratégie pour l'implantation des tours dans l'agglomération Lausanne-Morges Rapport final.
- Guide de sécurité incendie, direction général de la protection civile.

Les sites internet :

- <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/structure/74918>.
- <http://www.tpegratteciel.jimdo.com/foundations>.
- <http://www.heitmanarchitects.com/projects/77-west-wacker-drive-2/>
- <http://www.chicagobusiness.com>
- www.ctbuh.org
- Video William Baker Structural lessons & Wind Tunnel Demonstration SOM - http://www.som.com/content.cfm/structural_lessons, USA, 2011.
- publication Salem, Mohammad le 29.10.2016, » Structures in the United States » Suisse, www.library.ethz.ch).
- <http://www.formationssiap.net/classement-des-igh.php>
- Skyscrapercenter@CTBUH.org
- www.slideshar.com
- www.sunearthtools.com

- www.sunearthtools.com
- <https://www.anco.pro/blog/construire-un-mur-de-soutenement>
- <http://www.reso.fr/images/img-sols/PLANCHERS-TECHNIQUES.pdf>
- <https://plafond.ooreka.fr/comprendre/faux-plafond>
- <https://plafond.ooreka.fr/fiche/voir/185996/poser-un-faux-plafond-en-plaques-de-platre>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Rev%C3%AAtement_de_sol
- http://www.m-habitat.fr/murs-facades/cloisons/les-cloisons-separatives-1617_A
- http://www.m-habitat.fr/murs-facades/cloisons/les-cloisons-decoratives-1654_A
- <https://porte.ooreka.fr/comprendre/porte-technique>
- <http://www.chauvatportes.com/portes-techniques/>
- <http://www.formationssiap.net/implantation-igh.php>

Les thèses :

- Thèse « Aquarium océanique » BENDRISS HASNIA
- Thèse « tour Aharan » Chalabi/ Bendriss
- Thèse du : Dimensionnement d'un gratte-ciel et étude des possibilités de raidissement d'une construction en hauteur - Léonard Lopez - Génie Civil, PMP.
- Thèse : « Tour d'habitat écologie » Benmmami Abdelhakim
- Thèse : « L'agglomération oranaise Algérie entre instrument d'urbanisme et processus d'urbanisation » Youcef Kadri.
- YABEDRI, Otman, Mémoire fin d'étude « Aménagement d'une frange maritime »,
- These 151 Incheon Tower, Presented by: Cori Kwitkin, P.E., LEED AP Senior Project Engineer.

Autres :

- Guide Génie. Civil d'infrastructure des Bâtiments.
- Enonce théorique de master - EPFL - ENAC - SAR - 2011 / 2012, Marcello Monti.
- BREVET Masazumi Urata - OTIS elevator company Elevator device for a multi-Sky-Lobby system U.S. Patents, US 7,198,136 B2, Farmington (USA), 11 September 2003.
- De Grook J. Pieter in The planning and performance of groups of elevators elevator groupcontrols.com/fileadmin/user upload/_temp_/Ch12-express.pdf
- Séminaire « conception durable » du Mme Ghaffour Wafa (Matière : séminaire M2),
- Rapport, ANDI (Agence nationale de développement et d'investissements) 2013, Wilaya d'Oran.
- RPGH 2008.
- L'Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF).
- Centre National du Registre de Commerce.
- MPME-A/MIPI (Mission Intégré des projets internationaux).

- Direction de l'industrie et des PME, 2011.
- DLEP, DUC et DEPAT Oran
- Articles 5-6 de la loi 01-18 du 12 décembre 2001 portant loi d'orientation sur la promotion de la PME.
- L'agglomération d'Oran, de 1966 à 2015, Source : EchoGéo 34 | 2015 octobre 2015/décembre 2015.
- PDAU d'Oran & POS de la frange maritime d'Oran.
- Séminaire International sur le Génie Climatique & énergétique, 9, 10 et 11 Novembre 2015 Constantine, Algérie.
- R. Hamouche, 'Atlas Vent de l'Algérie', Publication Interne de l'ONM, Office National de Météorologie, Alger, 1990.
- Cour de structure métallique d'atelier de construction en semestre 7.
- Notes d'après le Séminaire du MFG au niveau de la faculté de technologie UABT (Janvier 2017).
- Publication of Northeastern University School of Architecture ,November 2008,OFFICE BUILDING.
- SOA-Architectes.
- CITHELIA-Expertise-France
- Publication P. Mendis, T. Ngo, N. Haritos, A. Hira The University of Melbourne, Australia.

