



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



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

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

OPTION : Architecture et technologies.

Thème :

**Tour multifonctionnelle, entre Technologie et besoin millénaire.  
« TOUR AHARAN »**

Présenté par :

- **CHALABI Mohammed Charafeddine**
- **ROSTANE Idriss**

Soutenu le 16 juin 2016 devant le jury composé de :

M <sup>r</sup>	N.	OUISSI	MCA	Univ. Tlemcen	Président
M <sup>me</sup>	S.	SALMI	MAA	Univ. Tlemcen	Examinateur
M <sup>r</sup>	I.	DIDI	MAB	Univ. Tlemcen	Examinateur
M <sup>r</sup>	H.A	BABA HAMED	MAA	Univ. Tlemcen	Encadreur

Année académique : 2015-2016

## REMERCIEMENTS

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

La réalisation de ce mémoire fut possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrai témoigner toute ma reconnaissance.

Tout d'abord je voudrai adresser toute ma gratitude à mes encadreurs « Mr BABA HAMED Hadj Ahmed » pour son dévouement, sa disponibilité, sa patience et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

J'adresse aussi mes vifs remerciements aux membres du jury :

- Président de jury : Mr OUISSI NABIL.
- Examineurs : Mr DIDI et Meme SALMI

Qui nous ont fait l'honneur de participer à l'examen de ce travail

Je dirais aussi que ce travail est le fruit de ce qu'on a appris durant notre cursus universitaire, c'est pour cela que je désire remercier mes professeurs pour leurs aides et leurs encouragements tout au long de mes études.

Un grand merci à Mr CHALABI Mohammed Charaf Eddine qui m'a accompagné durant toute cette année qui fut pour moi une année inoubliable, une année où les mots « haut et bas » viennent décrire ces moments qui ont fait que cette dernière soit exceptionnelle. Un vieux proverbe dit que « l'union fait la force », je ne suis pas tout à fait d'accord avec ce dernier car pour moi cette union m'a fait d'abord comprendre l'estime de son camarade, en effet, être de très bons amis et non pas de simples collègues c'est cela qui a fait notre force. c'est pour cela que je voudrai témoigner toute ma gratitude pour le travail, la confiance, et surtout le support inestimable que tu m'as apporté « MERCI ».

Enfin, je voudrais exprimer ma reconnaissance envers tous mes amis et collègues qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

ROSTANE IDRIS

## DEDICACES

Affable, honorable, aimable, patient et tant d'autres mots qui font que vous représentez pour moi tout un symbole, un symbole de bonté par excellence, une source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager durant toute ma modeste vie.

A ma mère « Amina » je dirai qu'aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'Age adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leurs vies et leurs études, je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon père « Hadj », tu as toujours été une idole pour moi, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être, et pour cela, je ne pourrai jamais te remercier assez, ce travail reste le fruit des sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation « MERCI ».

A mes sœurs « Rachida Mina et Dounia Fatiha », a mon frère « Nabil » et sa future épouse « Kamar » je vous dirai que les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous, vous avez toujours été mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé, de réussite et d'amour.

A ma très chère et tendre future épouse « SARI Amira », tu as été celle qui a mis de la lumière dans mon long chemin, ma vie à tes côtés est remplie de belles surprises, tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études. Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait vu le jour. Que dieu réunisse nos chemins et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

A mon grand-père, un grand homme qui a tant sacrifié pour nous.

Je voudrai aussi dédier ce travail à mes amis « BERBAR Madjid », « BRIXI Djawed », « KORSO Salim », « BELHADJ Abdelkader » je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des frères et des alliés sûr qui je peux compter, en témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A tous les membres de ma famille, petits et grands, veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

A tous mes amis de la promo à qui je souhaite bonne chance dans leur vie professionnelle. Enfin je dédie ce travail à tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.

ROSTANE IDRIS

## REMERCIEMENTS

*Je remercie tout d'abord dieu tout puissant de m'avoir guidé et mis sur le chemin du savoir me donnant le courage de persévérer sans jamais abandonner.*

Je remercie mes chers parents pour leurs soutient tant moral que matériel et pour leurs précieux conseils lors des moments d'égarements.

Je remercie mon encadreur Mr BABA HAMED Hadj Ahmed pour nous avoir donné de son temps et de nous avoir orienté et encouragé, je le remercie spécialement pour les riches débats, discussions et conseils perspicaces tout le long de ce mémoire.

Ma gratitude va également aux membres du jury de bien vouloir consacrer un peu de leurs temps pour apprécier ce travail , en particulier à Mr OUISSIN qui nous a enseigné durant notre cursus la volonté de nous surpasser ainsi qu'à nos examinateurs Mr DIDI.I et Meme SALMI qui nous ont appris à voir tel un architecte usant de leurs expériences et savoir. Je remercie l'ensemble de mes professeurs qui ont permis mon ascension à travers cette montagne qu'est le savoir.

Je remercie particulièrement mon binôme, mon ami et mon frère ROSTANE Idriss, je dirais qu'avec toi mon cher ami aucune route ne semble longue malgré les défis et les difficultés éprouvés le long de cette année, ce fut un honneur et un plaisir de travailler avec toi pour élaborer ce mémoire, pour tout cela je te dis merci et je te souhaite bonheur et santé.

Je tiens à remercier l'ensemble de mes amis et collègues « BREXI Imad », « KORSO FECIANE Mohammed », « MELLOUK Moussa » pour leurs contributions à ce travail.

## DEDICACES

Tel le voyageur qui atteint le rivage en se remémorant l'aventure trépidante avec nostalgie se disant « peu importe le but, seul le chemin compte », je me revois en écrivant ces mots prendre mon cartable pour la première fois, fort de mon insouciance, avide de connaissance et de savoir me dirigeant vers l'école et attendant avec impatience la cloche retentir pour aller à pas vif chez ma défunte grand-mère maternelle TCHOUAR Houria qui m'a encouragé en tout temps m'incitant à donner le meilleur de moi-même et me rappelant à chaque fois la valeur d'un cahier et un stylo pour tout cela je lui dédie ce modeste travail, paix a son âme.

A ma mère « Noria », mon premier professeur, ma boussole dans ce vague océan qu'est la vie tu as su trouver à chaque instant les mots pour me guider et m'orienter à travers courants et marées pour m'amener à bon port, te sacrifiant pour mon bonheur et ma réussite, je ne saurais t'exprimer ma gratitude ni mon admiration, pour tout cela et plus encore je te dédie tous mes travaux et particulièrement celui-là le fruit de toutes mes années d'études.

A mon père « Réchad », la brise qui pousse le navire et lui assure mouvement et dynamique, m'aidant à surmonter l'ensemble des obstacles durant toutes ces années d'études et me donnant un exemple de fierté, de droiture et d'honneur à suivre, tu m'as offert ma première plume ce fut pour moi la révélation de toute une vie prenant conscience de la responsabilité d'apprendre. Ce travail est un témoignage sincère de cette responsabilité, à toi cher père je te dédie ce modeste travail.

A mes sœurs Yasmine et Nadia ainsi qu'à son mari Nassim et leur petite fille Nor el houda ma famille, mon repère et mes étoiles qui me guides à travers ce ciel qui peut prendre parfois des allures sombres, j'atteste à travers ce mémoire mon profond amour pour vous.

A ma grand-mère paternelle CHALABI Zoubida source d'admiration et d'inspiration.

A mes oncles et tantes, et spécialement à ma tante CHALABI Nabila qui n'a jamais cessé de m'encourager n'hésitant pas à donner de sa personne pour m'apporter son aide, un grand merci.

A mon binôme, ami et frère ROSTANE Idriss ainsi qu'à toute sa famille.

A l'ensemble de mes professeurs lors de mon cursus scolaire et universitaire.

A mes cousins et cousines et spécialement à « CHALABI Linda » à qui je dois de nombreux encouragements.

Je dédie aussi ce travail à mes amis « MERZAGUI Ahmed », « MESLI

Ghouti », « FARDEHEB Elhadi », « BERBAR Madjid », « BRIXI Djawed », et « DIB Ines » pour qui je porte une grande estime et affection, je vous remercie pour votre soutien le long de cette année.

CHALABI Mohammed Charafedinne

## Résumé

Oran une ville en pleine métamorphose nécessite un édifice emblématique symbolique et fonctionnel dans cette logique une tour multifonctionnelle répond à ces critères lui donnant une notoriété internationale.

L'élaboration d'une tour représente un défi conceptuel tant sur l'aspect artistique que technique elle doit affronter le vent, la gravité, les efforts sismiques .... Ce qui implique la mise ne place d'une structure spéciale, Tout en assurant confort et sécurité aux usagers en usant de multiples techniques et équipements dédiés à ce genre d'édifices.

Mots clés : Technologie, Tour, Multifonctionnelle, Structure, Symbole, Oran.

## Summary

Oran a city in metamorphosis requires a functional and symbolic landmark building in this logic, it needs a multifunctional tower to meetan international recognition.

The development of a tower is a conceptual challenge both the artistic aspect and the technical one.Itmust face the wind, gravity, seismic efforts.... This involves setting up a special structure while ensuring comfort and safety for users by including multiples techniques and equipments dedicated to this kind of buildings.

Keys words: Technology, Tower, Multifunctional, Structure, Symbol, Oran.

## ملخص

مدينة وهران في تحول مستمراد هي تتطلب مبنى تاريخي وظيفي ورمزي. في هذا السياق نجد ان ادراج برج متعدد الوظائف يلبي هذه المعايير يقدم لها اعترافا دوليا. ان انشاء برج يمثل تحدي في جميع الجوانب سواء اكانت فنية او تقنية وعلى مقدمتها، مواجهة الرياح الجاذبية، الزلازل وغيرها ... الامر الذي يتطلب تصميم هيكل خاص وفي نفس الوقت تعداد خاص يؤمن راحة وسلامة المستخدم.

مفاتيح الكلمات: تكنولوجيا، برج، متعددة الوظائف، هيكل، رمز، وهران.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>16</b>
1- INTRODUCTION.....	16
2- CHOIX DU THEME .....	16
3- PROBLEMATIQUE.....	17
4- OBJECTIFS .....	17
5- HYPOTHESES .....	18
6- DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....	18
<b>CHAPITRE 01 : APPROCHE THEORIQUE .....</b>	<b>20</b>
1- INTRODUCTION SUR LES NOUVELLES TECHNOLOGIES .....	20
1.1 <i>Matériaux</i> :.....	20
1.1.1 définition d'un matériau :.....	20
1.1.2 Classifications des matériaux .....	20
1.1.3 Types de matériaux : .....	22
1.2 <i>Structure</i> .....	32
1.2.1 Définition .....	32
1.2.2 Classification.....	33
1.3 <i>Confort</i> .....	35
1.3.1 Energie .....	35
1.3.2 Eclairage.....	37
1.3.3 Sécurité.....	39
1.3.4 Confort thermique .....	39
1.3.5 Confort acoustique .....	39
2- CONCEPTS .....	41
2.1 <i>Le biomimétisme en architecture</i> .....	41
<b>CHAPITRE 02 : APPROCHE THEMATIQUE.....</b>	<b>45</b>
1- L'HABITAT EN ARCHITECTURE.....	45
1.1 <i>Définitions</i> :.....	45
1.2 <i>Typologie</i> :.....	46
1.2.1 Habitat Individuel :.....	46
1.2.2 Habitat semi collectif : .....	47
1.2.3 Habitat collectif :.....	47
1.3 <i>L'habitat collectif en Algérie</i> .....	50
1.3.1 Le logement social : .....	50
1.3.2 Le logement social participatif :.....	50
1.3.3 Le logement location-vente :.....	51
1.3.4 Le logement promotionnel : .....	51
1.3.5 Le logement promotionnel aidé : .....	51
2- INTRODUCTION DE LA VILLE.....	52
3- CHOIX DU PROJET .....	57

3.1	<i>Tour ; Ville verticale</i> .....	57
3.2	<i>Notion de Multifonctionnalité</i> .....	57
3.2.1	Le travail .....	58
3.2.2	La récréation (Loisirs) .....	58
4-	L'ARCHITECTURE DES TOURS .....	59
4.1	<i>Tours, pourquoi aller en hauteur ?</i> .....	59
4.2	<i>Historique</i> : .....	60
4.2.1	Contexte : .....	60
4.2.2	Emergence du gratte-ciel : 1880-1899 : .....	61
4.2.3	La période d'avant-guerre : .....	61
4.2.4	La période d'après-guerre .....	62
4.2.5	Grande dépression : .....	62
4.2.6	Les gratte-ciels aujourd'hui : .....	63
4.3	<i>Tours écologiques</i> .....	64
4.3.1	Exemple 01 : Burj Al-Taqa .....	64
4.3.2	Exemple 02: Bank of America Tower .....	65
4.3.3	Exemple 03 :La Hearst Tower .....	66
4.4	<i>Approche technique des tours</i> .....	67
	L'aspect structurel .....	67
	L'aspect service et corps d'état secondaire .....	92
5-	ANALYSE DES EXEMPLES .....	108
5.1	<i>Pour le contenu programmatique</i> : .....	108
5.1.1	The Troïka Tower .....	108
5.1.2	Aqua tower .....	110
5.1.3	Wuhan green land center .....	111
5.1.4	Etihad Towers .....	115
5.1.5	Burj Khalifa .....	117
5.1.6	Hermitage Tower .....	120
5.1.7	Shezazade tower .....	122
5.1.8	Synthèse, analyse comparative des programmes .....	124
5.2	<i>Pour les nouvelles technologies intégrées</i> : .....	126
5.3	<i>Pour le concept architectural</i> : .....	127
<b>CHAPITRE 03 : APPROCHE PROGRAMMATIQUE .....</b>		<b>129</b>
1-	<i>Les grandes fonctions</i> : .....	130
2-	<i>Programme spécifique</i> : .....	131
<b>CHAPITRE 04 : APPROCHE ARCHITECTURALE.....</b>		<b>137</b>
1-	CHOIX DU SITE : .....	137
2-	ETUDE COMPARATIVE DES TROIS TERRAINS : .....	137
2.1	<i>Site 01 : Algérie, Oran Akid Lotfi</i> .....	138
2.2	<i>Site 02 : Algérie, Oran Seddikia</i> .....	139
2.3	<i>Site 03 : Algérie, Oran Bahia center</i> .....	140
3-	SYNTHESE : .....	141
4-	ANALYSE DU TERRAIN : .....	142
4.1	<i>Situation du terrain</i> .....	142
4.2	<i>Environnement immédiat du terrain</i> .....	143



4.3 Analyse de l'accessibilité .....	145
4.4 Analyse paysagère.....	146
4.5 Synthèse de l'analyse du site :.....	147
5- GENESE : .....	148
5.1 Préambule : .....	148
5.1.1 Objectif du projet : .....	148
5.2 Etapes de la genèse :.....	148
5.2.1 Etape 01 : hiérarchisation des espaces .....	148
5.2.2 Etape 02 : Schéma de structure et accès au projet.....	149
5.2.3 Etape 03 : Zoning en plan .....	150
5.2.4 Etape 04 : Zoning en élévation.....	151
5.2.5 Etape 05 : Etude volumétrique .....	152
5.3 Métaphore utilisée : .....	152
5.4 Approche biomimétique : .....	153
5.5 Etude volumétrique : .....	159
5.6 Formalisation du projet : .....	161
5.6.1 Accessibilité : .....	161
5.6.2 Circulation : .....	161
5.6.3 Chiffres clefs : .....	163
<b>CHAPITRE 05 : APPROCHE TECHNIQUE.....</b>	<b>165</b>
1- INTRODUCTION :.....	165
2- TECHNOLOGIES UTILISEES : .....	165
2.1 Structure :.....	165
2.1.1 Infrastructure : .....	167
2.1.2 Superstructure : .....	170
2.1.3 Les seconds œuvres : .....	196
2.1.4 Sécurité incendie : .....	223
<b>CHAPITRE 06 : APPROCHE PROSPECTIVE.....</b>	<b>226</b>
<b>CONCLUSION GENERALE : .....</b>	<b>227</b>
<b>BIBLIOGRAPHIES.....</b>	<b>228</b>

## Table des illustrations :

### Figures :

Figure 1: différent type et utilisation du bois .....	22
Figure 2: construction en bois .....	23
Figure 3: construction métallique.....	24
Figure 4: fenêtre en aluminium .....	25
Figure 5: construction en verre.....	26
Figure 6: construction en béton armé .....	26
Figure 7: comportement des matériaux piézoélectrique .....	27
Figure 8: exemple d'utilisation de verre photochromique .....	28
Figure 9: construction en béton transparent .....	28
Figure 10: exemple revêtement régulateur de chaleur .....	29
Figure 11: exemple utilisation d'aérogel de silice .....	29
Figure 12: construction en papier.....	30
Figure 13: construction en plastique .....	30
Figure 14: construction en toile.....	31
Figure 15: Chargement de la structure du bâtiment, forces gravitationnelles dues au poids de la neige et d'occupation, chargement latérale du vent sur les parois .....	32
Figure 16, principe de constitution d'un système de structure .....	33
Figure 17: Chauffe-eau solaire .....	35
Figure 18: Energie photovoltaïque.....	36
Figure 19: Energie éolienne .....	36
Figure 20: principe de fonctionnement des énergies géothermique.....	37
Figure 21: DIMPro de Hess .....	38
Figure 22: Technologie LED.....	38
Figure 24: Tableau Nouvelles technologies en Architecture .....	40
Figure 25: exemple de reproduction biomimétique .....	43
Figure 26: typologie par la fonction.....	50
Figure 27: situation de la wilaya d'Oran.....	52
Figure 28: situation de la ville d'Oran .....	52
Figure 29: Statut des Lions à l'entrée de la mairie d'Oran.....	53
Figure 30: la bibliothèque municipale (ex-cathédrale) .....	53
Figure 31: vue sur la ville d'Oran .....	54
Figure 32: vue sur le tramway d'Oran .....	54
Figure 33: activités primaires d'Oran.....	55
Figure 34: synthèse du choix de la ville d'Oran .....	56
Figure 35: Tour multifonctionnelle, fonctions .....	58
Figure 36: carte de Chicago en 1874.....	60
Figure 37: structure métallique intérieure du Produce Exchange de New York construit en 1884.....	60
Figure 38: fondation en caissons d'un gratte-ciel de 1898 .....	60
Figure 39: le Home Insurance Building .....	61
Figure 40: Mutual Life Building .....	61
Figure 41: Broad Exchange Building.....	62
Figure 42: Atlantic Mutual .....	62
Figure 43: la Willis tower .....	62
Figure 44: World Trade Center.....	62

Figure 45: tour Petronas en Malaisie Unis) .....	63
Figure 46: burdj Khalifa (Emirates Arab Unis) .....	63
Figure 47: vue intérieur/extérieur Burdj Taqa.....	64
Figure 48: Burdj Taqa (Emirats Arabe Unis).....	64
Figure 49: perspective Bank of America Tower .....	65
Figure 50: différentes vues sur la Bank Of America Tower .....	65
Figure 51: Hearst Tower New York (USA) .....	66
Figure 52: vue sur la hearst tower .....	66
Figure 53: Fondation de la tour Taipei 101 à Taiwan	
Figure 54: les pieux et le radier de la Burdj Khalifa de Dubaï .....	67
Figure 55: différents système de structure intérieur: (a) trame rigide, (b) noyau contreventé, (c) mur de contreventement.....	68
Figure 56: différents systèmes de structure extérieur.....	68
Figure 57: nombre d'étage atteint par une structure de type intérieur .....	69
Figure 58: nombre d'étages atteint par une structure de type extérieur.....	69
Figure 59: système de trame rigide .....	70
Figure 60: système de plaque: (a) sans chapiteaux, (b) avec chapiteaux, (c) avec goussets....	70
Figure 61: dalles dans le système de noyau central: (a) dalle porte à faux, (b) renforcés de dalles en console.....	71
Figure 62: noyau central.....	71
Figure 63: système de murs porteurs.....	72
Figure 64: shear frame systems .....	72
Figure 65: méga colonne composite.....	73
Figure 66: dalles dans les méga noyaux centraux: (a) dalle en porte à faux, (b) dalle en console.....	74
Figure 67: burdj Khalifa Dubaï .....	74
Figure 68: 30 St Mary Axe, Londres, Royaume-Uni 2004.....	75
Figure 69: système de tube en treillis: (a) en acier ou en composite, (b) en béton armé .....	75
Figure 70: Willis Tower, Chicago, USA, 1974.....	76
Figure 71: système du tube dans le tube (schéma).....	76
Figure 72: type de structure tridimensionnelle.....	80
Figure 73: exemple d'assemblage sphérique creux "produit par sphérobot" .....	81
Figure 74: connexion d'une membrure tubulaire sur nœud sphérique .....	81
Figure 75: schéma explicatif de connexion de membrure tubulaire sur nœuds sphériques .....	82
Figure 76: éléments d'une dalle Cofradal .....	84
Figure 77: schéma constitutif d'une dalle cofradal.....	84
Figure 78: exemple d'utilisation d'une dalle cofradal.....	85
Figure 79: schema d'un plancher type Hoesch Additive Floor .....	85
Figure 80: exemple d'utilisation d'une dalle type Haesch additive floor .....	86
Figure 81: schéma d'un plancher slimline .....	86
Figure 82: exemple d'utilisation d'un plancher Slimline .....	87
Figure 83: schéma d'un plancher type Slimdek.....	87
Figure 84: exemple d'utilisation d'un plancher Slimdek .....	88
Figure 85: schéma d'une dalle alvéolaire .....	88
Figure 86: schéma explicatif des dalles alvéolaires fini.....	89
Figure 87: exemple d'utilisation de dalle alvéolaire.....	89

Figure 88: schéma d'un plancher type dalle pleine .....	90
Figure 89: Systeme stick utilisé a Lever House building (Dave Parker, 2013) .....	93
Figure 90: Système Unitized employé dans le One World Trade Center .....	94
Figure 91: système d'isolement total .....	95
Figure 92 Technologies développées par CASE système de tirage de flux d'énergie .....	96
Figure 93: vue interieur d'une façade à double peau Westarkade building in Frankfurt am Main, Germany.....	97
Figure 94: Objectifs de la sécurité anti-incendie dans les IGH.....	98
Figure 95: Approches de conception des évacuations .....	99
Figure 96: Phases d'évacuation d'un IGH.....	100
Figure 97: La durée maximale pour l'évacuation des occupants .....	100
Figure 98: Utilisation des ascenseurs comme évacuation .....	101
Figure 99: disposition du noyau de lutte contre l'incendie.....	102
Figure 100: Zones sous haute pression .....	103
Figure 101: La Boite hermitique .....	104
Figure 102: Système décentralisé (à gauche) Système centralisé (à droite) .....	105
Figure 103: Ascenseur double Deck system .....	106
Figure 104: Ascenseur double lift shame shaft .....	106
Figure 105: Plan de situation, Troika tower .....	109
Figure 106: Plan de masse Wuhan greenland center.....	112
Figure 107 : Plan RDC Wuhan greenland center .....	113
Figure 108: Organigramme fonctionnelle plan RDC .....	113
Figure 109 : Hiérarchisation des fonctions en élévation .....	114
Figure 110: Plan d'assemblage Etihad tower.....	115
Figure 111 : Plan panthouse , Etihad Tower .....	116
Figure 112 : Fonctionnement global d'un panthouse .....	116
Figure 113 : plan du rez de chaussée Burj Khalifa.....	118
Figure 114 : Stratification des fonctions, Burj Khalifa .....	119
Figure 115 : Stratification des fonctions, Hermitage Tower .....	121
Figure 116: raisonnement programmatique .....	129
Figure 117: fonctions annexées à notre projet.....	130
Figure 118: plan de situation des différents terrains .....	137
Figure 119 : Photo aérienne du terrain (terrain entre les deux traits rouge).....	142
Figure 120 : Sitation du terrain par rapport a Oran .....	142
Figure 121 : Terrain d'assiette du projet « dérivé du POS » .....	143
Figure 122 : Carte de l'environnement immédiat du terrain.....	143
Figure 123 : Hôtel méridien Oran .....	144
Figure 124 : Falaise sur la partie nord du site .....	144
Figure 125 : Immeuble d'habitat collectif sur le site .....	144
Figure 126 : Axes principaux accessibilité au site .....	145
Figure 127: Accessibilité au terrain.....	145
Figure 128 : Relation Santa Cruz - Projet .....	146
Figure 129 : Difference de hauteur entre le terrain et Sant Cruz .....	146
Figure 130 : Carte de hiérarchisation de l'espace .....	148
Figure 131 : Schéma de structure et accès au projet .....	149
Figure 132 : Zoning en plan .....	150

Figure 133 : Zoning en élévation .....	151
Figure 134 : Roche sous l'effet de l'érosion due au vent sur une plage.....	155
Figure 135 : Roche sous l'effet de l'érosion due au vent .....	155
Figure 136 : genèse volumétrique du projet.....	156
Figure 137 : Lions d'Oran, Mairie .....	157
Figure 138 : Géométrisation du lion d'Oran .....	158
Figure 139 : Volumétrie du projet angle de vue 01.....	159
Figure 140 : volumétrie du projet angle de vue 02 .....	160
Figure 141 : Organigramme fonctionnel du socle.....	162
Figure 142: plan de repérage structurel.....	166
Figure 143: système des parois moulées .....	167
Figure 144: système des pieux battus (à gauche) et pieux forés (à droite) .....	167
Figure 145: système de frottement des pieux .....	168
Figure 146: technique des pieux forés.....	168
Figure 147: forme d'une dalle précontrainte réduisant la déformation .....	169
Figure 148: schéma explicatif des voiles périphériques.....	170
Figure 149: effet du vent sur une tour conventionnelle à 100Km/h (vue latérale gauche) ....	171
Figure 150: effet du vent sur une tour conventionnelle à 200 Km/h (vue latérale droite) .....	171
Figure 151: effet du vent sur une tour conventionnelle à 100 Km/h (vue de dessus) .....	172
Figure 152: effet du vent sur une tour conventionnelle à 100 Km/h (vue en 3 dimensions) 172	
Figure 153: effet du vent sur notre projet à 100 Km/h (face aux vents dominants).....	173
Figure 154: effet du vent sur notre projet à 100 Km/h (vue latérale gauche) .....	173
Figure 155: effet du vent sur notre projet à 200 Km/h(vue latérale droite) .....	174
Figure 156: effet du vent sur notre projet à 100 Km/h (vue de dessus) .....	174
Figure 157: schéma explicatif d'une structure stable en absence de vents dominants .....	175
Figure 158: schéma explicatif d'une structure stable en présence de vents dominants.....	176
Figure 159: Millennium Tower .....	177
Figure 160: principe de fonctionnement d'un stabilisateur hydraulique <sup>136</sup> .....	177
Figure 161: figure explicative en 3D des types de structures choisi .....	180
Figure 162: figure explicative en plan des types de structures choisi .....	181
Figure 163: coffrage grim pant (à droite) rail incliné du coffrage (à gauche): .....	185
Figure 164: schéma structurel explicatif de la tour «Evolution Tower" .....	186
Figure 165: schéma structurel de notre tour .....	187
Figure 166: zoom sur les poteaux inclinés/cintrés .....	187
Figure 167: plan de repérage des planchers .....	188
Figure 168: vue global de l'enveloppe de la piétonnière .....	193
Figure 169: renforcement d'un poteau métallique.....	193
Figure 170: technique d'installation d'un poteau métallique .....	194
Figure 171: exemple de couverture tridimensionnel.....	194
Figure 172: enveloppe tridimensionnelle de la piétonnière .....	194
Figure 173: schéma structurel du couronnement .....	195
Figure 174: schéma d'une cloison séparative simple parement.....	196
Figure 175: schéma d'une cloison séparative double parement .....	196
Figure 176: schéma de cloison sèche .....	197
Figure 177: schéma de cloison humide .....	197
Figure 178: séparation en cloison double parement.....	198

Figure 179: séparation en cloison hydrofuge .....	198
Figure 180: séparation en panneau alvéolaire .....	198
Figure 181: exemple d'une cloison décorative .....	199
Figure 182: distribution des cloisons dans un logement type F3 .....	199
Figure 183: schéma explicatif du d'un verre à faible émissivité .....	202
Figure 184: panneau radiateur hydraulique.....	203
Figure 185: Vitrage avec film LCD polyvision .....	204
Figure 186: schéma explicatif d'un panneau radiateur hydraulique .....	204
Figure 187: passage des équipements au-dessus d'un plafond suspendu .....	206
Figure 188: exemple d'un plafond suspendu .....	206
Figure 189: installation d'un plancher technique.....	207
Figure 190: exemple d'un plancher technique.....	208
Figure 191: exemple de différents revêtements de sol .....	209
Figure 192: exemple de différentes portes <sup>146</sup> .....	210
Figure 193: exemple et schéma d'une porte technique.....	211
Figure 194: détail d'une porte coupe-feu .....	212
Figure 195: exemple d'une porte coupe-feu .....	213
Figure 196: exemple d'une porte iso-phonique .....	213
Figure 197: exemple d'une porte tambour .....	214
Figure 198: exemple d'éclairage solaire .....	215
Figure 199: exemple d'éclairage artificiel .....	215
Figure 200: type d'éclairage de sécurité .....	216
Figure 201: exemple d'emplacement d'éclairage de sécurité .....	216
Figure 202: exemple d'éclairage zénithal .....	218
Figure 203: détail d'installation d'un éclairage zénithal .....	218
Figure 204: principe de fonctionnement des CPL.....	219
Figure 205: La Boite hermitique .....	220
Figure 206: détail vide ordure .....	221
Figure 207: emplacement vide ordure logement.....	222
Figure 208: emplacement vide ordure libérale.....	222
Figure 209: exemple d'équipement de détection anti-incendie .....	223
Figure 210: schéma d'un ascenseur à traction .....	224
Figure 211 : Oran Jeux méditerranéens 2021 .....	226

## **Tableaux :**

Tableau 1: système de classification des matériaux dans le domaine de l'ingénierie .....	21
Tableau 2: classification des matériaux avancés et intelligents .....	22
Tableau 3, Mécanisme et systèmes structurels.....	33
Tableau 4: Classification des systèmes structurels .....	34
Tableau 5: Terminologie employée dans la loi 2006-06.....	57
Tableau 6: tableau des portées des dalles alvéolaires.....	88
Tableau 7: récapitulatif des types de planchers.....	92
Tableau 8: Fiche technique Toika Tower.....	108
Tableau 9 : Fiche technique Aqua tower.....	110
Tableau 10 : Fiche technique Wuhan Green land center.....	111
Tableau 11 : Fiche technique Etihad Tower.....	115
Tableau 12 : Fiche technique Burj Khalifa .....	117
Tableau 13 : Fiche technique , Sherazade tower .....	122
Tableau 14 : Analyse comparative des programmes (1) .....	124
Tableau 15 : Analyse comparative des programmes et synthèse .....	125
Tableau 16 : Technologies utilisées dans différents projets.....	126
Tableau 17 : Concepts utilisées dans différents projets .....	127
Tableau 18 : Analyse comparative des terrains.....	141
Tableau 19: tableau des structures choisis .....	166
Tableau 20: tableau des planchers choisis.....	188
Tableau 21: récapitulatif des types de planchers.....	190
Tableau 22: récapitulatif des types de planchers.....	191
Tableau 23: type de mur rideau .....	201
Tableau 24: tableau comparatif entre les types de plafond .....	205

# Introduction générale

## 1- Introduction

Un art utile voilà ce qu'est l'architecture, un domaine au service de l'homme ou le besoin se conjugue avec la beauté, la stabilité et enfin l'utilité.

L'habitat représente l'essence même de cet art, il naquit avec l'homme et évolua à travers les âges tout en gardant son esprit de protection et en répondant à des besoins relatifs à un temps et un lieu donné. On citera l'homme nomade et sa hutte déplaçable, le sédentaire et sa maison ronde plus durable<sup>1</sup>, l'homme de l'antiquité fort de son savoir, citadin, recherchant le confort, le moyenâgeux se fortifiant dans des châteaux forts, le musulman soucieux de son intimité et donnant à sa maison un sens mystique et une responsabilité sociétale, puis vint l'homme de la renaissance exubérant montrant sa richesse et son pouvoir à travers sa demeure, enfin l'homme moderne qui fit assoir sa domination sur la nature, la maison devint une machine vorace en énergie négligeant son environnement.

Le 19ème siècle a vu l'avènement de l'acier comme matériau qui allie entre légèreté et résistance induisant de nouvelles prouesses technologiques dans de nombreux domaines et spécialement en Architecture, la tour prend naissance et révolutionne le fait d'habiter, un concept qui pousse le collectif à son paroxysme, un dilemme entre besoin millénaire et développement technologique ou la structure se doit être inédite supportant le vent le séisme et le poids.

Au lendemain du 21ème siècle l'apparition de nouveaux matériaux qui regroupent non seulement les qualités traditionnelles mais aussi une capacité à s'adapter à un environnement changeant réinventent l'action d'habiter en simplifiant les tâches du quotidien et donnant à cette nouvelle typologie une renaissance et une vision vers un avenir glorieux.

En outre, la structure des tours devient deux entités séparées (intérieur et extérieur) permettant d'aller à la rencontre des nuages, la tour se métamorphose en gratte-ciel.

Cette mutation dans la morphologie de l'habitat expose au jour de nouveaux problèmes, outre déjà cités précédemment, relatifs à la gestion des déchets, les aspects sécuritaires, sociétal et enfin la question de l'énergie (production et gestion).

Cette ensemble de facteurs fait de la tour le défi technologique de demain et l'avenir du vivre ensemble.

## 2- Choix du thème

Habiter, un verbe universel mais une action personnelle et spécifique ; Dans un sens large l'homme s'abrite dans un habitat conçue pour répondre au mieux à son besoin dans des schémas qui diffèrent, ce phénomène est dû à deux facteurs ; immatériel culturelle d'une part mais aussi matériel et physique d'autres part. Cette notion qu'on nommera « personnalité de l'habitat » se voit être noyée dans les fonds lugubres de l'architecture internationale.

L'Algérie plus grand pays de l'Afrique d'une superficie de 2 381 741km<sup>2</sup> et d'une taille de population de 39 millions d'habitants lui confère un ratio de densité globale très bas de 16hab/km<sup>2</sup>. Ceci dit la majorité de la population soit plus de 90% vit sur la bande nord et principalement dans les grandes villes où la densité réelle dépasse les 500 hab/km<sup>2</sup> induisant de ce fait une crise foncière et incite les décideurs à proposer des solutions d'urgence de court terme qu'est l'étalement urbain à l'encontre des terres fertiles.



Ces solutions engendrent un déplacement de population vers la périphérie et par la même occasion le dépeuplement du centre-ville qui devient un bloc monofonctionnel, une zone économique dépourvue du moteur de développement qu'est l'habitant.

Oran deuxième plus grande ville du pays explicite ce phénomène ou la densité réelle avoisine 688 hab/km<sup>2</sup><sup>1</sup>.

Dans cette vision des choses l'Algérie nécessite et se doit de développer les bâtiments à grande hauteur pour rentabiliser au mieux un foncier rare et précieux, l'habitat tour représente une solution viable à ce phénomène or dans la politique actuelle l'Algérie omet cette typologie ne la considérant que comme étant un collectif amélioré en écartant d'un revers de main les problèmes liés à ce dernier dans sa projection, sa gestion et son devenir. L'habitat tour impose aux bâtisseurs un défi technologique : conceptuel, structurel, constructif, énergétique et logistique.

De plus la conception de ce type d'habitat doit subir une réinterprétation pour répondre au mieux aux besoins de l'algérien, non à celui qui vivait dans la médina mais à celui du temps actuel avide de technologies et de confort.

En ajoutant à cela construire en hauteur est synonyme de prestige qui donnera à Oran (lieu des Jeux méditerranéens de 2021) une notoriété internationale et constituera un symbole fort de son économie fleurissante.

Dans ce travail il sera question de l'habitat tour d'un point de vue structurel, énergétique et symbolique sans négliger l'aspect immatériel que représente le besoin d'habiter

### **3- Problématique**

La conception d'un bâtiment à grande hauteur à usage d'habitation est généralement associée à divers innovations esthétique, technique, fonctionnelle, sécuritaire et logistique à cela s'ajoute le facteur social, la typologie tour induit une forte densité d'habitants impliquant une recherche accrue pour assurer leur confort et leur capacité à s'approprier l'espace. Ce dilemme entre technologies et besoins, standardisation et personnalisation pose le questionnement suivant :

Comment concevoir une tour d'habitat de manière à résoudre non seulement les problèmes techniques tout en assurant le confort aux occupants ?

### **4- Objectifs**

- Développer l'idée de l'habitat tour et sa reconnaissance en tant que typologie à part entière.
- Penser la structure d'une tour tel un système qui travaille avec la nature et non contre.
- Améliorer le confort des habitants.
- Proposer une solution architecturale multifonctionnelle qui s'adapte aux multiples usages d'aujourd'hui et de demain.

---

<sup>1</sup>Population de la wilaya d'Oran sur le site internet de l'ONS. page 02

## 5- Hypothèses

- Allier entre fonction d'habiter et l'aspect technique d'une tour.
- User de la forme pour stabiliser la tour contre les vents (charge principale dans les IGH)

## 6- Démarche méthodologique

« Comment ? » une question assez simple dans sa morphologie, mais tout un travail de réflexion, de recherche, et de mise à l'œuvre pour un architecte.

Le but de notre recherche scientifique est d'arriver à trouver des solutions cohérentes à chaque échelle d'intervention.

Pour cela notre travail englobera les démarches suivantes :

- **Une approche théorique** qui portera sur les connaissances globales du thème ainsi que les notions des nouvelles technologies qui nous permettra de cerner les différentes exigences liées au projet.
- **Une approche thématique** qui sera traduite par des analyses d'exemples de tout genre, afin d'arriver à comprendre le principe de fonctionnement qui nous permettra d'avoir une meilleure connaissance de notre projet.
- **Une approche programmatique** qui consiste à interpréter les besoins qualitatifs et quantitatifs en programme retranscrit en fonctions utiles complémentaires pour notre projet.
- **Une approche architecturale** qui englobe l'ensemble des données acquises dans les phases précédentes afin d'arriver à la formalisation du projet dans son aspect concret et fonctionnel.
- **Une approche technique** qui traite en détail l'aspect technologique, structurel, constructif du projet, allant jusqu'aux différents matériaux utilisés et les corps d'état secondaire.
- **Une approche prospective** qui analysera l'impact de notre projet sur son environnement immédiat dans un en premier temps, toute la ville d'Oran dans un second et enfin à une échelle national et international.

# **Chapitre 01 : Approche théorique**

# Chapitre 01 : Approche théorique

## 1- Introduction sur les nouvelles technologies

Plans intelligents, maisons intelligentes, structure d'auto-assemblage, nano-système, textiles à mémoire de forme, béton dioxyde de titane, structure tridimensionnelles, structure réticulée, structure mixte, ventilation mécanique contrôlée, bâtiment à énergie zéro... Le vocabulaire de l'architecture a changé de façon spectaculaire durant le siècle dernier, de l'empirisme vers l'ingénierie, l'ensemble des composants du bâtiment se soumettent aux règles de la science et du calcul où le pragmatisme se fait roi, l'homme contemporain recherche grâce à ces innovations de meilleures réponses aux problèmes liés à son quotidien d'une part, de son environnement d'autre part et enfin à la gloire du génie humain.

### 1.1 Matériaux :

Depuis longtemps les matériaux de constructions ont conditionné le devenir de l'architecture, de Vitruve où la pierre constituait l'élément de base, cassable et hétérogène seul l'expérience était juge de sa fiabilité (Empirisme et subjectivité, l'architecture est un mode d'emploi). Ainsi c'est jusqu'à l'avènement de la révolution industrielle où le matériau devient un choix sensé et pensé pour ses propriétés physico-chimiques et mécaniques. De nos jours les matériaux doivent présenter des caractéristiques environnementales et avoir la capacité à s'adapter aux conditions changeantes que connaît le monde actuel.

#### 1.1.1 Définition d'un matériau :

« Les diverses matières nécessaires à la construction d'un bâtiment, d'un ouvrage... »<sup>2</sup>

« Substance quelconque utilisée à la construction des bâtiments, (On classe les matériaux en grandes classes : métaux, céramiques, verres, textiles, polymères, pierres et bétons, matériaux composites naturels [bois, os] ou artificiels.) »<sup>3</sup>

En architecture, la construction durable amène à accorder une attention toujours plus grande aux aspects liés aux matériaux de construction car ce dernier tant à englober divers domaines dans le secteur de la construction, qu'il s'agit d'un revêtement extérieur ou intérieur, isolation thermique ou phonique, type de structure ou encore esthétique.

#### 1.1.2 Classifications des matériaux

Il existe un certain nombre de systèmes de classification et de description existants et utilisés dans le cadre des matériaux de construction, dans notre démarche, on parlera d'approche scientifique, elle englobera essentiellement la compréhension de la base des structures internes des matériaux.

Cette classification peut s'avérer très utile pour de nombreuses raisons, en particulier, les qualités spécifiques ou propriétés qui caractérisent différents matériaux utilisés dans le bâtiment (ex : dureté, isolation, conductivité électrique...).

---

<sup>2</sup>Définition le petit robert édition 2014

<sup>3</sup> Définition LAROUSSE

- **1<sup>ère</sup> classification : Classifications du domaine de l'ingénierie**

Ce système de classification des matériaux est typique de ceux utilisés dans l'ingénierie appliquée. Il se mélange facilement la forme de structures matérielles (par exemple, des stratifiés, amorphes) avec des propriétés (ferreux, non ferreux), mais peut être très utile pour de nombreuses applications. Il est difficile d'utiliser ce type de classification, toutefois, pour décrire des matériaux intelligents ou les caractéristiques énergétiques.

<b>Métaux combinés</b>	Métaux plaqués, les métaux enduits, autres...		
<b>Métaux ferreux</b>	Acier	Carbone, aciers faiblement alliés, les aciers fortement alliés, autres ...	
	Fonte	Gris, blanc, fonte malléable, fonte ductile, autres ...	
<b>Métaux non-ferreux</b>	Métal d'ingénierie	Métaux léger	Aluminium Titane Autres ...
		Métaux moyen	Chrome Les alliages de cuivre
		Métaux lourd	Zinc Autres ...
	Métaux spécialisés	Semi-conducteurs Autres ...	
<b>Matériaux combinés</b>	Les composites	Les matériaux composites de : Particules Fibres composites Dispersion	
	Mousses, autres	Mousses Microsphères	
	Stratifiés	Stratifiés plaqués Stratifiés collés Stratifiés en nid d'abeille	
<b>Non métaux et composés</b>	Cristallins	Les minéraux	
		La céramique	Réfractaire Non réfractaire
	Matériaux fibreux	Bois	Naturels Traités Autre processus
		Produits de fibres textiles	Naturels Synthétiques
	Matériaux amorphes	Verres	
		Plastiques	Thermoplastiques Thermodurcissables
Caoutchouc / élastomères			

Tableau 1: système de classification des matériaux dans le domaine de l'ingénierie<sup>4</sup>

- **2<sup>ème</sup> classification : Les systèmes de classification pour les matériaux avancés et intelligents :**

Nous avons été habitués aux matériaux traditionnels (bois, cuir, laine...) et nous avons connu la révolution des matières plastiques et des composites. Voici celle des matériaux intelligents capables de changer de forme, de couleur ou de conductivité, cette classification des

<sup>4</sup> Smart Materials and New Technologies for Architecture and Design Professions – Page 24

matériaux cherche, le plus exactement possible, a orienté l'architecte sur l'utilisation de ses derniers dans le milieu ou l'environnement qui les convient le plus.

<b>Matériaux traditionnels</b>		Réponses fixes à des stimuli externes (propriétés des matériaux restent constantes dans des conditions normales)	
<b>Matériaux Haute Performance</b>			
<b>Matériaux intelligents</b>	T Y P E 01	Changement de propriété	Variation intrinsèque du matériau à des stimuli internes ou externes spécifiques
	T Y P E 02	Echange d'énergie	Les réponses peuvent être contrôlés ou améliorés par le calcul

Tableau 2: classification des matériaux avancés et intelligents<sup>5</sup>

### 1.1.3 Types de matériaux :

#### - Matériaux traditionnels

##### Le bois :

Le Bois et d'autres matériaux organiques naturels ont été parmi les premiers matériaux utilisés dans la construction.

<sup>5</sup> Smart Materials and New Technologies for Architecture and Design Professions – Page 30

Dans sa forme moderne le bois continue encore à servir de base en raison de ses propriétés qui affectent grandement la conception architecturale.

Bois pour ouvrages extérieurs	Bois de structure	Bois de menuiserie et d'agencement	Bois tendres	Bois précieux
MANDAKARA BIDENTATA BALATA	MEGALOPUS BIDENTATUS JAKRABAT	HELVONIA SP AMARANTE	BIKORHOLA RUBESCENS BALATA PLATIS	BROSIMUM RUBESCENS AMOURETTE
DIPHYX COORATA CUMARU	SECURINIA PARABENSIS ANELLIQUE	CAMPIDON BUBURU CHIBREU	OCOTEA SP SEDEE	BODIA PROVANCHENSIS BODO
TABEVA SERRATIPOLIA EBENE VERTE	QUALEA ROSEA BONFOLO	HYMENAEA COURBARDI COURBARDI	BONINSEA RUBESCENS YCCATY	BEANICORONIA RUBESCENS BOZE BEPANY
ANDRA DRIGOLA TAMBI-MANTOU ROUSE	BOUPA BLABIA BOUPY	BODIOLA COCCINEA MANTOU ROUSE	COUVA RUBESCENS BOVA	BURZABA PERBATA GRABE ROSE
VOUACAPOU AMERICANA WACAPOU	OCOTEA RUBRA BRENONH	PLATONIA INDIENSIS FAROUKI	MAHONIA RUBRA BENANONIA	SWARTZIA BENTHAMIANA MOUTOUCHI
EBELIA FALCATA WAKA	BROSIA CHINQUATUM JABOTY	SYMBICORONIA RUBRA BONT-MANTOU ZABRE	YERBA SP YERABOZO	BROSIMUM RUBESCENS SATHE RUBANE
Ouvrages et menuiseries extérieures (en contact avec le sol)	Charpente, menuiseries intérieures, parquets, escaliers	Ebénisterie, parquets, agencement, ameublement	Coffrage, caisserie et déroulage	Artisanat d'art, marqueterie, mobilier, décoration

### Définition :

Le bois est le matériau écologique par excellence. Grâce à sa structure cellulaire particulière, il économise l'énergie. Utilisé dans la construction, c'est un bon isolant thermique et les différences de température entre l'air ambiant et les parois sont beaucoup moins ressenties qu'avec un autre matériau.

L'utilisation du bois la plus courante dans la construction est l'ossature bois. Cela consiste à utiliser du bois en petites dimensions pour constituer la structure de la maison, l'armature, que l'on remplira ensuite avec de l'isolant : lin, paille, chanvre.

L'ossature bois possède une très bonne résistance aux séismes, en raison de la souplesse et la robustesse du matériau.<sup>6</sup>



Figure 2: construction en bois

<sup>6</sup>In web, [www.materiaux-ecologiques.com](http://www.materiaux-ecologiques.com), 22/10/2015

## - Matériaux hautes performances :

### **Acier :**

Fer (fonte et forgé) a longtemps été utilisé dans la construction, mais l'acier a été introduit seulement au cours de la seconde moitié du XIXe siècle. Son introduction a abouti à la construction de structures en hauteur (gratte-ciel, tours...) et les structures de longue portée.

### **Définition :**

L'acier est un matériau 100% recyclable, il peut être réutilisé à l'infini, sans perdre ses qualités initiales.

Cette aptitude a pour avantage de préserver les ressources naturelles, en évitant de puiser dans les réserves de minerai de fer.

Par ailleurs, une structure métallique permet une bonne gestion de l'énergie. Plus une ossature est légère, moins elle nécessite d'énergie pour la chauffer. Les bâtiments acier ont une faible inertie thermique et sont donc faciles à chauffer.<sup>7</sup>



*Figure 3: construction métallique*

### **Aluminium et autres métaux**

L'aluminium sous forme de profilés est aujourd'hui utilisé pour un large éventail d'applications dans le bâtiment et les travaux publics, et constitue le matériau de choix pour les murs rideaux, les cadres de fenêtre, les vérandas et d'autres structures vitrées.

### **Définition**

Sous forme de produits laminés, il est largement utilisé pour les volets roulants, les portes, les bardages, les toitures, les plafonds suspendus, les panneaux muraux, les panneaux isolants, les cloisons, les équipements de chauffage, de ventilation, les dispositifs de protection solaire, les réflecteurs de lumière et les bâtiments entièrement préfabriqués.

Les structures telles que les locaux d'habitations, les plateformes pétrolières, les ponts d'atterrissage pour les hélicoptères, les garde-corps, les échafaudages et les échelles sont, d'une manière générale, fabriquées en aluminium.

---

<sup>7</sup>In web, [www.smb-cm.fr](http://www.smb-cm.fr), 22/10/2015



Les profilés de formes harmonieuses sont un atout supplémentaire de décoration : agencement de magasins, garde-corps<sup>8</sup>



*Figure 4: fenêtre en aluminium*

### **Verre**

Le verre a connu, ces dernières décennies, une évolution technologique spectaculaire dans le secteur du bâtiment. Il est ainsi passé de la simple vitre au vitrage possédant de multiples propriétés tel la résistance mécanique, sécurité, isolation thermique et acoustique, contrôle solaire et décoration

### **Définition :**

Le verre est un matériau inorganique produit par fusion, qui a été refroidi dans des conditions empêchant sa cristallisation.<sup>9</sup>

Utilisation du verre :

- Le verre et la sécurité des occupants, les nouvelles réglementations imposant de plus en plus l'usage de verre de sécurité ;
- L'utilisation du verre comme matériau de structure, ce qui nécessite une meilleure connaissance de ses caractéristiques mécaniques.

---

<sup>8</sup>In web, [www.aluminium.fr](http://www.aluminium.fr), 22/10/2015

<sup>9</sup> American Society for Testing Materials (1945)



*Figure 5: construction en verre*

### **Béton armé**

Le béton armé est depuis plus d'un siècle le matériau de base de la construction. Il allie la résistance en compression du béton classique à celle en traction de l'acier. Toutefois, pour l'utiliser de manière adéquate, il est impératif de connaître les techniques de fabrication, les méthodes pour réaliser les fondations, ainsi que les formules de calcul de résistance.

#### **Définition :**

Béton dans lequel est incorporée une cage d'armatures (qui améliore le comportement en traction et en flexion du béton).<sup>10</sup>



*Figure 6: construction en béton armé*

---

<sup>10</sup> In web, [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)

## - Matériaux intelligents :

### Les matériaux piézoélectriques :

Le matériau intelligent piézoélectrique génère une tension électrique lorsqu'il subit une contrainte (déformation mécanique) et inversement, il se déforme quand on lui applique une tension. Ces matériaux sont surtout des céramiques mais aussi des polymères. Ils servent à fabriquer des capteurs.

Associés à une commande électronique, les matériaux piézoélectriques permettent de contrôler les vibrations de structures pour des composants embarqués. Ils peuvent également récupérer l'énergie des vibrations pour augmenter l'autonomie des dispositifs.<sup>11</sup>

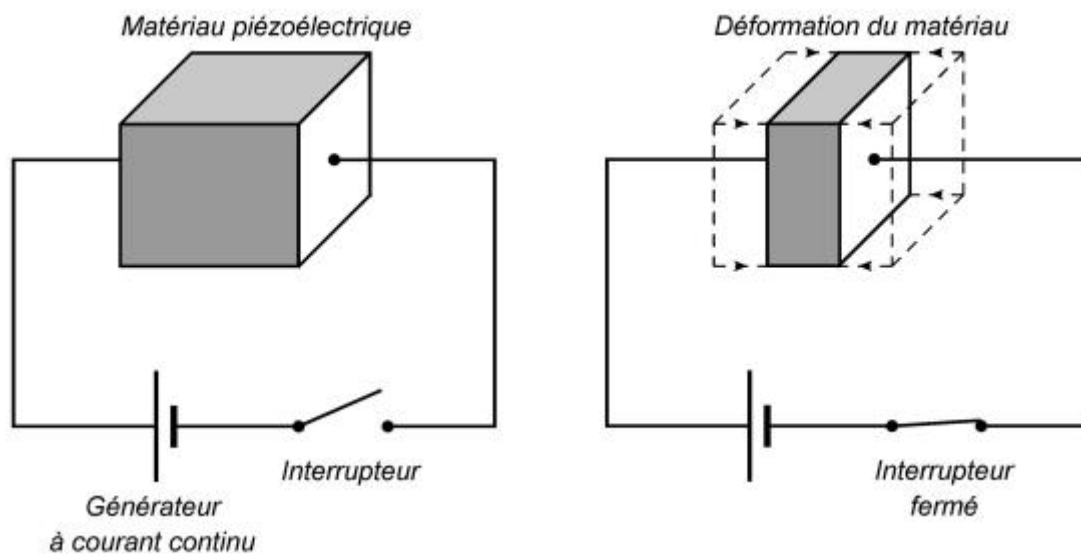


Figure 7: comportement des matériaux piézoélectrique

### Les matériaux magnétostrictifs :

Le matériau intelligent magnétostrictif se déforme sous l'action d'un champ magnétique. Ces matériaux ont des utilisations similaires à celles des matériaux piézoélectriques.<sup>12</sup>

### Les alliages à mémoire de forme

Les alliages à mémoire de forme, déformés à froid, retrouvent leur forme initiale au-delà d'une certaine température. Cette propriété est due à un changement de phase (c'est-à-dire de structure cristalline) réversible : l'alliage a une forme martensitique à basse température et austénitique à haute température. Ce sont en général des alliages de cuivre, zinc et aluminium, ou de titane et de nickel. Si les déformations ne dépassent pas une certaine amplitude, le processus peut être répété des millions de fois.<sup>13</sup>

<sup>11</sup> Smart Materials and New Technologies for Architecture and Design Professions – Page 42

<sup>12</sup> Idem – Page 43

<sup>13</sup> Idem – Page 44

## Exemples de matériaux intelligents :

### Les verres photochromiques

Les verres photochromiques changent de couleur en fonction de l'intensité de la lumière.

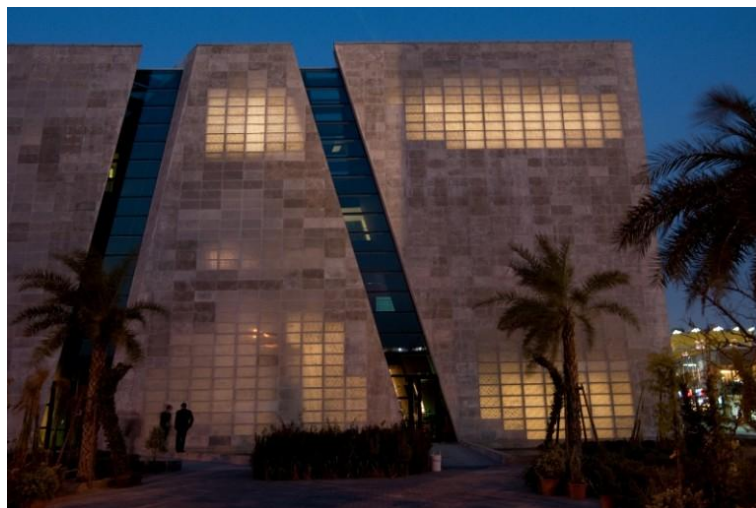


*Figure 8: exemple d'utilisation de verre photochromique*

### Béton transparent :

Inventé par un architecte hongrois. Ces blocs de bétons, qui possèdent exactement les mêmes qualités mécaniques qu'un béton classique, laissent pourtant passer la lumière grâce à des fibres optiques insérées à l'intérieur même du béton.

**Caractéristiques :** résistant, transparent, esthétique



*Figure 9: construction en béton transparent*

### **Revêtement régulateur de chaleur :**

Le Micronal PCM est un matériau dit à changement de phase » c'est-à-dire qui évolue en fonction de la température, ce qui permet de réguler la chaleur à 21°C, 23°C ou 26°C selon le choix de l'utilisateur, les paraffines qu'il contient fondent, absorbant la chaleur environnante. Lorsque la température baisse (par exemple la nuit), les paraffines se solidifient et restituent la chaleur. Il peut être utilisé pour les murs ou des plafonds par exemple.

**Caractéristiques :** régulateur de chaleur, durable



*Figure 10: exemple revêtement régulateur de chaleur*

### **Aérogel de silice :**

Le Nanogel est tout simplement l'un des isolants les plus efficaces au monde. Constitué de 97% de vide et de grains de silice amorphe (qui contrairement à la silice cristalline ne présente quasiment aucune toxicité), il est donc transparent et stable aux U.V. C'est non seulement un isolant thermique exceptionnel, 3 à 6 fois meilleur que les matériaux classiques, mais aussi un excellent isolant acoustique, idéal pour les appartements, les bureaux ou les hôpitaux par exemple.

**Caractéristiques :** isolant thermique et acoustique, transparent, durable



*Figure 11: exemple utilisation d'aérogel de silice*

## Plastiques, tissus et feuilles

### Les feuilles :

La start-up américaine BetR-blok a conçu de véritables « briques » à partir d'un mélange de ciment et de cellulose provenant de papier et de carton recyclé. Les briques sont un excellent isolant acoustique, résistant aux moisissures et au feu.

Caractéristiques : écologique, isolant.



*Figure 12: construction en papier*

### Les plastiques :

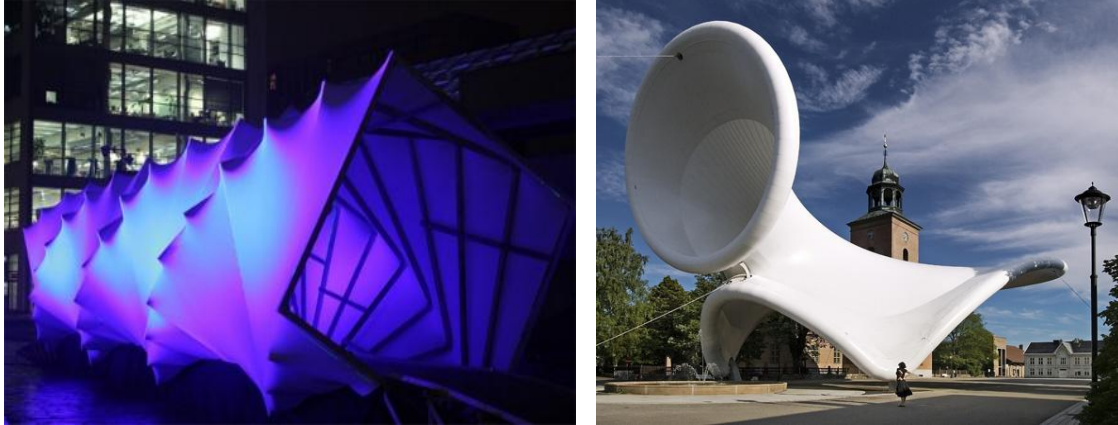
Les plastiques ne sont pas toujours visibles dans le secteur du bâtiment et de la construction, mais ils sont néanmoins indispensables ! Cette industrie utilise des plastiques pour une gamme de plus en plus large d'applications, de l'isolation à la tuyauterie, et des châssis de fenêtres à l'aménagement intérieur. La popularité continue des plastiques dans ce secteur est due à leur durabilité, leur solidité, leur résistance à la corrosion, leur faible maintenance, leur faible coût et l'esthétique de leur finition.



*Figure 13: construction en plastique*

## Les tissus :

L'architecture moderne à découvert le principe de la tente comme une forme architecturale et pris son développement pas seulement pour les structures temporaires mais aussi pour les bâtiments permanents.



*Figure 14: construction en toile*

## 1.2 Structure

Il est reconnu depuis longtemps que la compréhension de l'architecture est conditionnée par l'appréciation de la structure ; Vitruve dans son traité « The architectura » identifie les trois composantes de base de la critique architecturale « Firmitas », « Utilitas » et « Venustas » qui fut traduit au 17<sup>ème</sup> siècle par Henry Wootton en « Stabilité », « commodité » et « Beauté » ; ces deux dernières établissent un rapport direct avec le besoin fonctionnel et esthétique, l'architecture au service de l'homme tout en étant un miroir qui reflète sa beauté.

Enfin la stabilité, elle représente la qualité la plus fondamentale, elle permet au bâtiment de maintenir son intégrité physique et sa conservation tant qu'objet physique, sans stabilité il ne peut y avoir commodité et la beauté ne devient plus propre au bâtiment mais un rajout, un superflu pour cacher la non cohérence de ce langage qu'est l'art de bâtir.

### 1.2.1 Définition

**ETYM** : « construction » XIV<sup>e</sup> ◊ latin *structura*, de *struere* « construire »

**DEF** : Structure, Manière dont un édifice est construit ; agencement des parties d'un bâtiment.

→ Aussi superstructure. « L'immobile structure des cathédrales » (Huysmans). Techn., archit. Conception, étude des structures. « Deux structures de béton percées de trous sur lesquelles se dressait, tordue, souffrante, l'armature métallique » (M. NDiaye). ▫ PAR ANALOGIE *La structure métallique d'une chaise*.<sup>14</sup>

D'une manière plus simple la structure est l'ensemble des éléments d'un bâtiment qui résiste aux charges qui lui sont imposées.

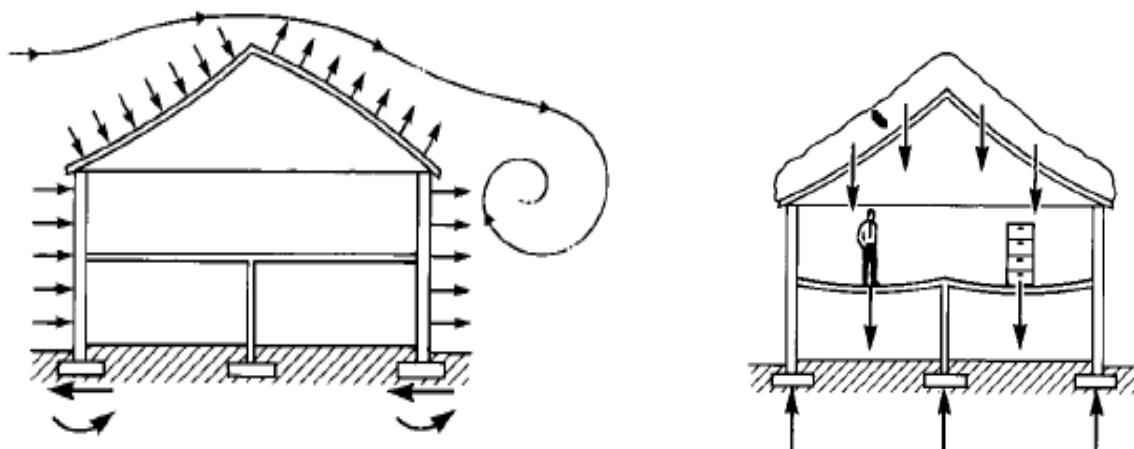


Figure 15: Chargement de la structure du bâtiment, forces gravitationnelles dues au poids de la neige et d'occupation, chargement latérale du vent sur les parois

<sup>14</sup> Définition le petit Robert- édition 2014



### 1.2.2 Classification

La classification des structures est établie selon le système de redirection des forces qui lui sont soumises, cette redirection représente l'essence même de la fonction de la structure qui permet de reprendre l'ensemble des charges et les transférer au sol.<sup>15</sup>

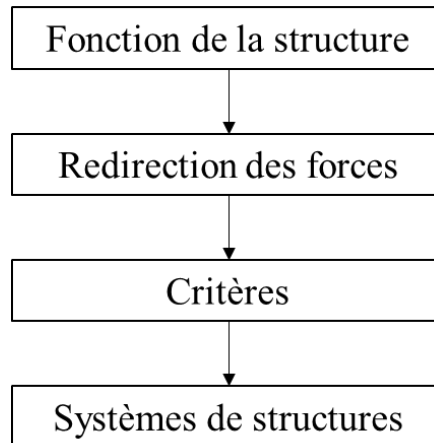


Figure 16, principe de constitution d'un système de structure

Il existe 5 principaux systèmes structurels qui se distinguent par leurs différentes manières de redirection des forces qui sont :

Mécanisme	Système structurel
Ajustement des forces	Structures tendues
Dispersion des forces	Structures à treillis
Confinement des forces	Structure poteau poutre
Dispersion des forces	Structure à coque
Collecte et mise à la terre des forces	Structure de gratte-ciel

Tableau 3, Mécanisme et systèmes structurels

On distingue un autre système structurel qu'on nommera les systèmes mixtes, ce dernier est basé sur l'assemblage de deux systèmes différents pour ne former qu'un seul système.

<sup>15</sup>Heino Engel, R. R. (2007). Tragsysteme - Structure systems, Van Nostrand Reinhold Company. Page 39.







Les systèmes structurels	Photos	Définition	Type de sollicitation	Type de structures	Portée
Structures tendues		Ce sont des systèmes flexibles, non rigide, dans lesquels la redirection des forces est faite par la forme qui est une résultante de la stabilité de l'élément.	Compression ou Traction	Structures à câbles	10-500 m
				Structures tentes	10-200 m
				Structure pneumatique	10-220 m
				Structure arqué	8-90 m
Structure à treillis		Ce sont des systèmes de courts, solides, membres linéaires droites (barres), dans lesquels la redirection de forces est réalisée par fractionnement multidirectionnelle des forces (traction ou compression de bars).	Compression ou Traction	Structures à fermes bidimensionnelles	10-100 m
				Structure à fermes courbes	10-130 m
				Structures tridimensionnelles	15-120 m
Structure poteau poutre		Ce sont des systèmes de rigide, solide, éléments linéaire dans lesquels la redirection des forces est effectuée par la mobilisation de la section « forces internes ».	Flexion	Les structures à poutres	4-30 m
				Les structures à cadres	10-70 m
				Structure de poutres en réseau	8-30 m
				Système en dalle pleine	0-15 m
Structure à coque		Ce sont des systèmes de rigides surfaces, dans lesquelles la redirection des forces est effectuée par la résistance de la surface et particulièrement la forme de cette dernière.	contraintes de membrane	structure de plaque	8-50 m
				Système de plaques pliées	10-150 m
				coques	20-150 m
Structure des grattes ciel		Ce sont des systèmes dans lesquels la redirection des forces nécessite, vue la hauteur du bâtiment, un type de structure adéquat	Collecte et mise à la terre des charges	Structures intérieures	Structures en trame rigide
					Noyau central contreventé
					Noyau central non contreventé
				Structures extérieures	Système de cadres contreventés
					Structures en tube
					Structure tube dans le tube
					Structure diagrid
					structure tubulaire en treillis
					Tubes groupés
					Treillis spatiales
Megaframe					
Structure mixte		Deux systèmes de structures avec deux différentes manières de redistribution des forces peuvent être assemblés et travailler ensemble comme un seul système à part entière.	/	/	

Tableau 4: Classification des systèmes structurels<sup>16</sup>

<sup>16</sup>Heino Engel, R. R. (2007). *Tragsysteme - Structure systems*, Van Nostrand Reinhold Company. Page 41. / Francis D.K. Ching, B. O., Douglas Zuberbuhler (2014). *Building structures illustrated*, Wiley. Page 286-287. Traité par l'auteur

### 1.3 Confort

L'architecture au service de l'homme, cette phrase est admise de tous, chaque architecte doit concevoir pour satisfaire un besoin humain, ce besoin implique une recherche pour le confort. La notion de confort a évolué à travers le temps, au commencement un abri chaud et étanche représentait le summum de ce que ce concept pouvait représenter et de nos jours cette idée de confort implique de nombreux domaines des plus nécessaires aux plus futiles suivant un développement technologique effréné.

#### 1.3.1 Energie

La question de l'énergie au 21<sup>ème</sup> siècle est chapoté par le concept de respect de l'environnement, dans ce schéma-là, les énergies renouvelables ou propres ont fait leurs apparitions et cherchent a trouvé de nombreuses applications dans des domaines divers et variés. En voilà une liste non exhaustive relative au domaine de la construction :

➤ **Energie solaire thermique**



Figure 17: Chauffe-eau solaire<sup>17</sup>

<sup>17</sup> In web, [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/51/Taiyangneng\\_Beijing.jpg/800px-Taiyangneng\\_Beijing.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/51/Taiyangneng_Beijing.jpg/800px-Taiyangneng_Beijing.jpg), 02/12/2015

➤ **Energie photovoltaïque**

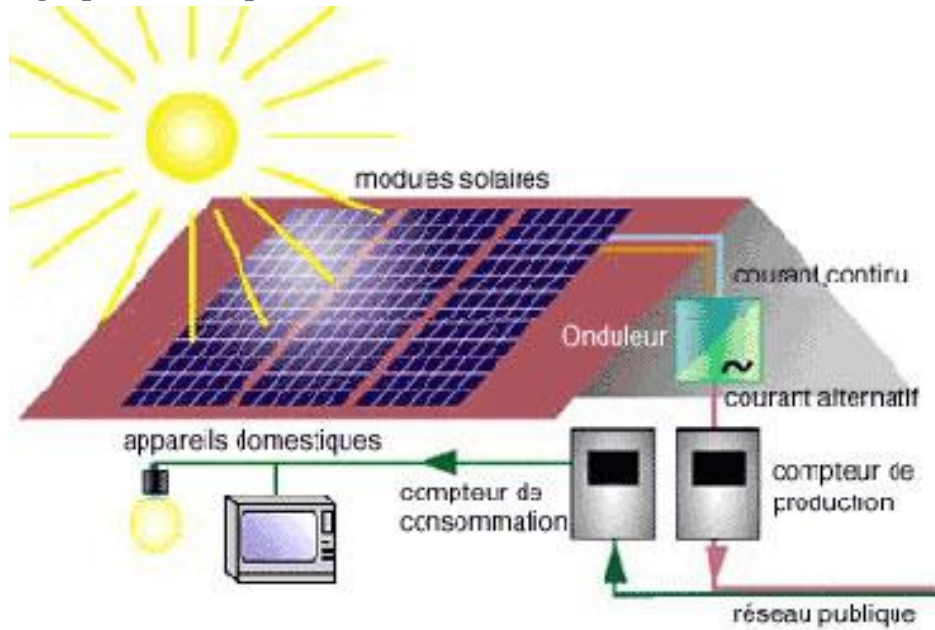


Figure 18: Energie photovoltaïque<sup>18</sup>

➤ **Energie éolienne**



Figure 19: Energie éolienne<sup>19</sup>

<sup>18</sup>In web, <http://www.tunisienumerique.com/wp-content/uploads/energie-photovoltaique.jpg>, 02/12/2015

<sup>19</sup>In web, <http://www.energie-propre.com/tag/danemark>, 02/12/2015

## ➤ Énergie géothermique

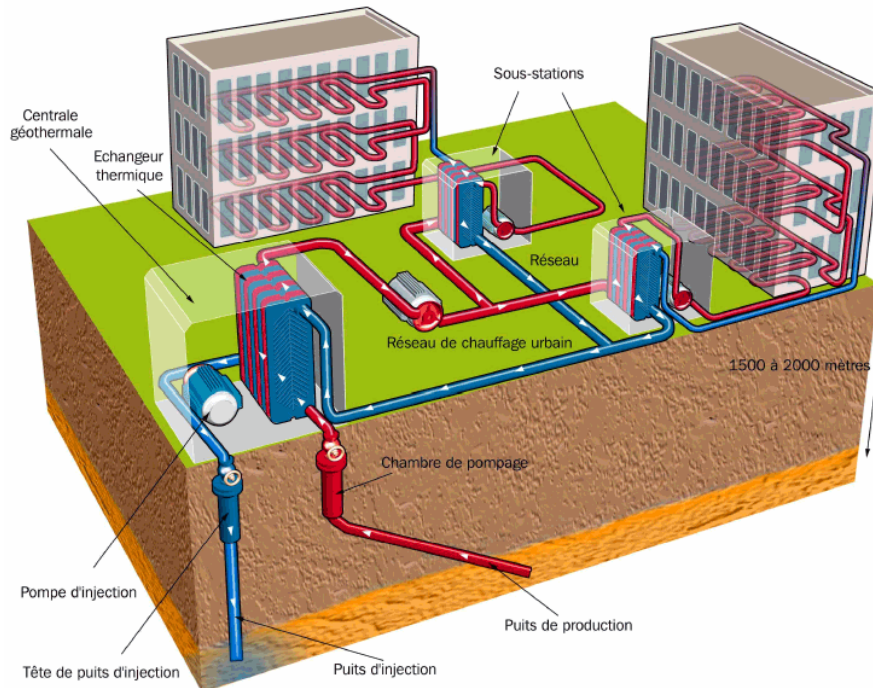


Figure 20: principe de fonctionnement des énergies géothermiques.<sup>20</sup>

Ce système permet l'utilisation de l'énergie emmagasinée dans le sol

### 1.3.2 Eclairage

L'homme et la lumière une relation passionnelle, depuis l'éternité l'homme cherche à s'éclairer pour fuir les noirceurs et habiter un espace lumineux et bien éclairé.

L'éclairage, de nos jours, représente un domaine où les innovations sont nombreuses, chacune est à la recherche d'un meilleur confort visuel d'une part mais aussi une économie d'énergie.

#### Quelque type d'éclairage :

##### - DIMPro de Hess

DIMPro permet la commande intelligente, il est surtout adaptée aux besoins de l'éclairage des rues, chemins et places. Par exemple, les chemins piétons et les pistes cyclables ne sont éclairés à pleine puissance que lorsqu'ils sont fréquentés.

Par ailleurs, DIMPro résout aussi de nombreuses tâches de gestion telles que le calcul de la consommation des luminaires. DIMPro donne accès à une foule de possibilités encore inexploitées par l'éclairage public de toute une ville. Les tâches de gestion pourront à l'avenir être exécutées à partir d'un site donné selon une programmation individuelle.<sup>21</sup>

<sup>20</sup>In web: [http://www.notre-planete.info/actualites/images/energie/geothermie\\_reseau\\_chaleur.png](http://www.notre-planete.info/actualites/images/energie/geothermie_reseau_chaleur.png), 02/12/2015

<sup>21</sup>In web: [http://www.hess.eu/fr/Produkte/Dimmsystem\\_Professional](http://www.hess.eu/fr/Produkte/Dimmsystem_Professional), 02/12/2015

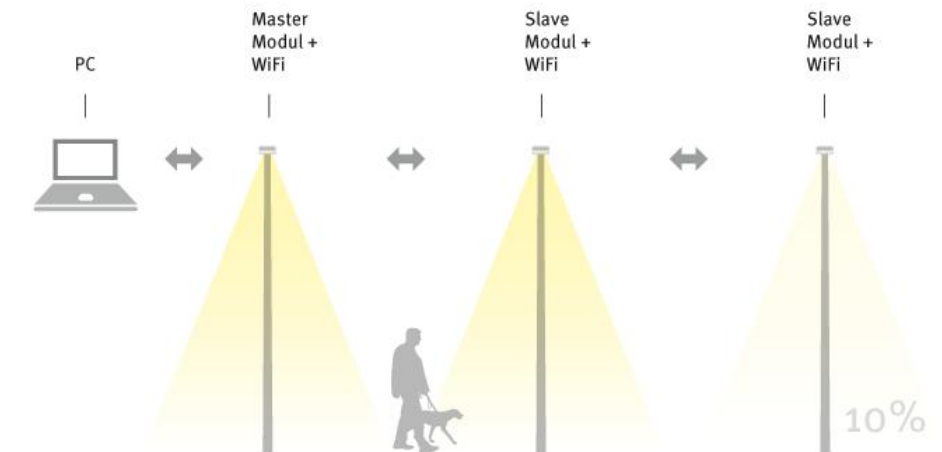


Figure 21: DIMPro de Hess<sup>22</sup>

## - LED

Ce dispositif émet de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant électrique, un courant qui ne peut le parcourir que dans un seul sens. Le procédé repose sur l'émission d'un photon produit grâce à la recombinaison d'un électron et d'un trou dans un semi-conducteur.<sup>23</sup>



Figure 22: Technologie LED<sup>24</sup>

<sup>22</sup>In web, [http://www.hess.eu/fr/Produkte/Dimmsystem\\_Professional/hess\\_Produkte\\_DIMPro\\_Grafik\\_2\\_1\\_1\\_1\\_1.jpeg](http://www.hess.eu/fr/Produkte/Dimmsystem_Professional/hess_Produkte_DIMPro_Grafik_2_1_1_1_1.jpeg), 03/12/2015

<sup>23</sup> In web, <http://www.futura-sciences.com/magazines/maison/infos/dico/d/maison-led-6968>, 03/12/2015

<sup>24</sup> In web, [http://fr.cdn.v5.futura-sciences.com/builds/images/thumbs/6/63044b32e2\\_DeI-LED-diode\\_PiccoloNamek-Wikimedia-GFDL-CC-by-sa-3\\_04.jpg](http://fr.cdn.v5.futura-sciences.com/builds/images/thumbs/6/63044b32e2_DeI-LED-diode_PiccoloNamek-Wikimedia-GFDL-CC-by-sa-3_04.jpg), 03/12/2015

### **1.3.3 Sécurité**

Les différents systèmes de sécurité sont présentés dans le tableau ci-dessous (tableau nouvelle technologie en architecture)

### **1.3.4 Confort thermique**

Ce confort est assuré par des systèmes qui incorporent plusieurs processus usant des propriétés physico-chimiques d'un matériau donné ou des caractéristiques d'un environnement donné. Voir tableau nouvelles technologies en Architecture

### **1.3.5 Confort acoustique**

La notion de "confort acoustique", comme celle de "qualité d'ambiance sonore" d'un lieu, peut être appréhendée en ayant recours à deux dimensions ou facettes complémentaires. La qualité et quantité d'énergie émise par les sources, et la qualité et quantité des événements sonores du point de vue de l'auditeur.<sup>25</sup> Voir tableau nouvelles technologies en Architecture.

---

<sup>25</sup>In web, [www.archilink.com/~FM/ALFA-DDQE/FOV/pdf](http://www.archilink.com/~FM/ALFA-DDQE/FOV/pdf), 02/12/2015

Matériaux			Structure			Confort					
<b>Matériaux hautes performances</b>						<b>DEMARCHES</b>					
<b>Le bois</b>	Panneaux en bois massif	Panneau en bois laminé	Systèmes d'appuis	- appuis en élastomère fretté - systèmes avec amortisseurs visqueux - systèmes avec amortisseurs mécaniques		Energie	- Système de production d'énergie : éolien solaire - Système de gestion d'énergie				
		Panneau en bois acoustique		- systèmes avec plaques de glissement							
		Panneau en bois coupe-feu		- Isolement bas							
		Panneau en bois brossé	Multiplies, contreplaqués	Les structures tendues	Structures à câbles	10-500 m	Réseau	- Système de ventilation - Système de déshumidification - Unité de traitement d'air - Gestion des déchets récupération et traitement - Système de récupération d'eau - Système de récupération de condensat - Système de climatisation/ chauffage - Automatismes (appareils élévateurs, portes de garage, etc)			
		Panneau en bois multicouche			Structures tentes	10-200 m					
		Panneau en bois massif	Structure pneumatique		10-220 m						
		Bloc bois massif	Structure arqué		8-90 m						
		Poutre en bois bombées	Agglomérés, MDF,OSB	Les structures à fermes	Structures à fermes bidimensionnelles	10-100 m	Eclairage	- Eclairage intelligent - Eclairage naturel			
	Poutre en bois	Structure à fermes courbes			10-130 m						
	Panneau en bois mélaminé	Structures tridimensionnelles			15-120 m						
Panneau en bois multicouche	Acier	Les structures poteau-poutre-dalle	Les structures à poutres		4-30 m	Sécurité			- Réseau anti incendie - Réseau de désenfumage - Contrôle d'accès et surveillance (sécurisation, vidéo surveillance, alarme) - Réseaux VDI (téléphonie, interphonie, visiophonie, wifi, radiocommunication)		
Panneau contreplaqué			Les structures à cadres	10-70 m							
Panneau en bois : lamibois			Structure de poutres en réseau	8-30 m							
Panneau en bois : MDF	Aluminium et autres métaux		les structures à coque	Système en dalle pleine	0-15 m		Isolation thermique	- Cheminée solaire - Façade a double peau - Echangeur thermique			
Panneau en bois : OSB		structure de plaque		8-50 m							
Fibre de bois		Système de plaques pliées		10-150 m							
Panneau en bois ignifuge	coques	20-150 m									
<b>Le verre</b>	Verre flotté	CORPS D'ETAT TECHNIQUES	Structures intérieurs	Structures en trame rigide	Noyau central contreventé	Isolation acoustique	- Panneau de réflexion acoustique - Panneau d'absorption de son - Système de réduction de volume des salles de musique				
	Verre trempé			Noyau central non contreventé							
	Verre feuilleté			Structures extérieures				Système de cadres contreventés			
	Verre décoratif			Les structures poteau-poutre-dalle	Structures extérieures			Structures en tube	Structure tube dans le tube		
	Verre à faible émissivité							Le béton		Structures extérieures	Structure diagrid
	Verre nouvelle génération										structure tubulaire en treillis
	Verre extérieurs collés VEC			Les plastiques	Structures intérieurs				Tubes groupés		
	Brique de verre							Matériaux isolants	Structures extérieures	Treillis spatiales	
	Verre réfléchissant									thermique	Structures extérieures
	Verre teinté			phonique	Structures extérieures						
	Double vitrage							Matériaux intelligents	Structure Mixte		
	Triple vitrage									thermique	Structure Mixte
Verre photosensible	phonique	Structure Mixte									
Verre de sécurité			Matériaux intelligents	Structure Mixte							
Verre photochromique					thermique	Structure Mixte					
Panneau de verre	phonique	Structure Mixte									
Acier haute performance			thermique	Structure Mixte							
Acier résistant au feu					phonique	Structure Mixte					
Acier résistant à la corrosion	thermique	Structure Mixte									
Aluminium			phonique	Structure Mixte							
Titanium					thermique	Structure Mixte					
Inox	phonique	Structure Mixte									
Alliage			thermique	Structure Mixte							
Béton conventionnel					phonique	Structure Mixte					
Béton auto plaçant	thermique	Structure Mixte									
Béton anti lessivage			phonique	Structure Mixte							
Béton à haute performance					thermique	Structure Mixte					
Béton anti retrait	phonique	Structure Mixte									
Béton projeté			thermique	Structure Mixte							
Béton léger					phonique	Structure Mixte					
Béton de fibre	thermique	Structure Mixte									
Béton coloré			phonique	Structure Mixte							
Béton de remblai sans retrait					thermique	Structure Mixte					
Matériaux synthétiques	phonique	Structure Mixte									
Polymères			thermique	Structure Mixte							
PVC					phonique	Structure Mixte					
Epoxy	thermique	Structure Mixte									
Panneau sandwich			phonique	Structure Mixte							
Laine minérale					thermique	Structure Mixte					
Laine végétale	phonique	Structure Mixte									
Laine animale			thermique	Structure Mixte							
Isolant mince					phonique	Structure Mixte					
Isolant polystyrènes	thermique	Structure Mixte									
Carreaux de plâtre			phonique	Structure Mixte							
Béton cellulaire					thermique	Structure Mixte					
Argile expansée	phonique	Structure Mixte									
Bloc de terre cuite			thermique	Structure Mixte							
Blocs silico-calcaire					phonique	Structure Mixte					
Bloc de béton	thermique	Structure Mixte									
Aérogel de silice			phonique	Structure Mixte							
Béton transparent					thermique	Structure Mixte					
Revêtement régulateur de chaleur	phonique	Structure Mixte									
Aérogel de silice			thermique	Structure Mixte							
Verre photochrome					phonique	Structure Mixte					

Figure 23: Tableau Nouvelles technologies en Architecture



## 2- Concepts

### 2.1 Le biomimétisme en architecture

Le biomimétisme est une méthode innovante cherchant des solutions soutenables en s'inspirant de concepts et de stratégies ayant fait leurs preuves dans la nature, comme par exemple le capteur solaire imitant la feuille végétale<sup>26</sup>.

En d'autres termes le biomimétisme est le terme choisi pour décrire le système, processus et mécanisme par lequel les hommes imitent la nature.

Le terme biomimétisme est un mot composé de deux mots romains le premier **Bios** qui représente **la vie** le second **Mimesis** qui signifie **imiter**

Le biomimétisme est une approche pluridisciplinaire que l'homme use pour profiter de 3.8 millions d'année d'évolution naturelle entre adaptation, efficacité et originalité.

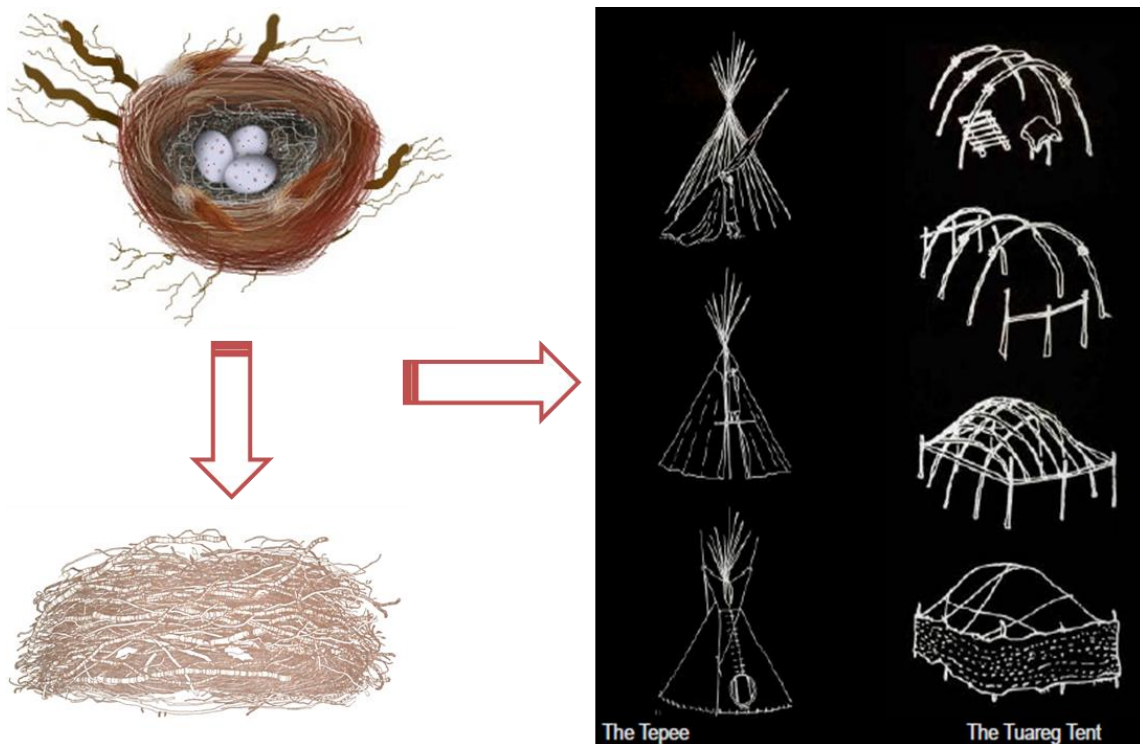


Figure 24 : la tante Tepee qui s'inspire de nid d'oiseau

<sup>26</sup>In web, [www.etopia.be/IMG/pdf/biomimetisme.pdf](http://www.etopia.be/IMG/pdf/biomimetisme.pdf), 04/12/2015

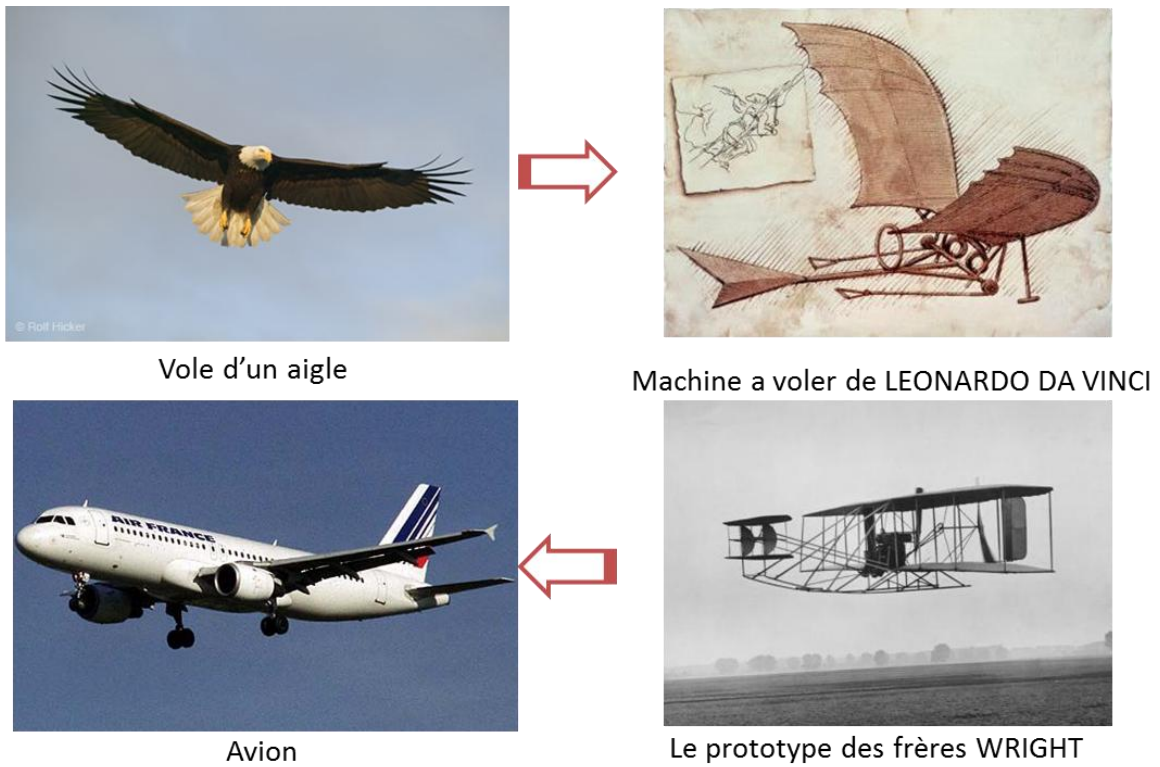


Figure 25 : Aérodynamisme et le biomimétisme

Cette approche se compose de 6 étapes qui sont :

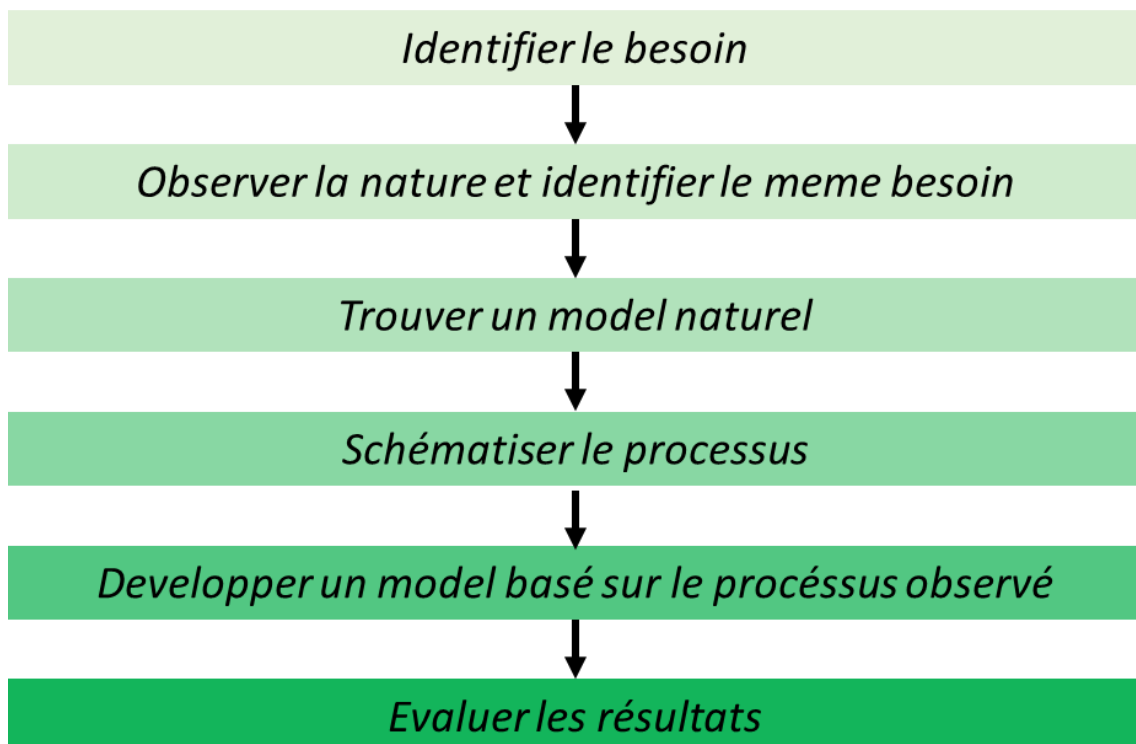


Figure 26 : Etapes de la conception selon le biomimétisme<sup>27</sup>

<sup>27</sup>In web, [www.etopia.be/IMG/pdf/biomimetisme.pdf](http://www.etopia.be/IMG/pdf/biomimetisme.pdf), 04/12/2015

En architecture la nature représente un corpus de données et de solutions non négligeable, chaque concepteur doit se référer à la nature pour formuler une réponse architecturale efficace et qui respecte son environnement.

Exemple : Tour Eiffel

La structure de la tour Eiffel représente une solution biomimétique, de la structure monolithique de l'architecture antique vers un allègement de cette dernière en s'inspirant d'un élément naturel qu'est la structure de l'os<sup>28</sup>

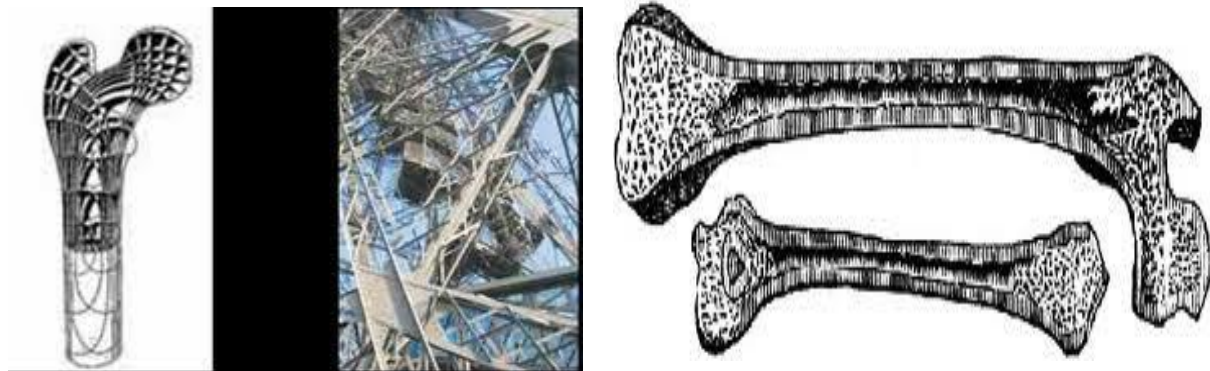


Figure 24: exemple de reproduction biomimétique

<sup>28</sup>In web, [www.etopia.be/IMG/pdf/biomimetisme.pdf](http://www.etopia.be/IMG/pdf/biomimetisme.pdf), 04/12/2015

## **Chapitre 02 : approche thématique**

## Chapitre 02 : approche thématique

### 1- L'habitat en Architecture

Le concept d'habitat peut potentiellement avoir une définition plus que large : globalisante ; ainsi, Michel Lussault, à l'article « habitat » de son dictionnaire [Lussault, 2003], propose comme définition : « organisation des espaces de vie des individus et des groupes <sup>29</sup> » cela dit de ce fait l'habitat devient ainsi une discipline géographique tout pour prendre conscience de la richesse du mot Habitat.

#### 1.1 Définitions :

**Habitat** : Milieu géographique propre à la vie d'une espèce animale ou végétale.<sup>30</sup>

Mode d'organisation et de peuplement par l'homme du milieu où il vit.<sup>31</sup>

**Logement** : Action de loger ou de se loger.<sup>32</sup>

Local à usage d'habitation ; spécialement Partie de maison, d'immeuble où l'on réside habituellement.<sup>33</sup>

L'homme habite un milieu physique qui représente un certain équilibre entre des tensions contradictoires : le silence et le bruit, le froid et le chaud, le grand et le petit. Cet équilibre a en plus, une signification au-delà du sens physiologique, il a un sens psychologique et un sens social

En effet, les habitations ne sont pas seulement des manifestations esthétiques. Elles composent un « discours » qui indique la conduite à tenir par rapport aux habitudes sociales, au même titre que les politesses. Le rite architectural exprime le chemin, la juste place que le code du moment estime nécessaire d'imposer dans les rapports entre les hommes

#### Notion de personnalisation de l'habitat :

« Personnalisable » ou « aménageable » deux termes qui reviennent souvent dans les recherches sociologiques sur l'habitat, cette notion développe l'idée de transformation et d'appropriation de l'espace, l'occupant exprime un besoin de liberté face à ce qui semble fatal « les logements standardisé » ou un module se répète sans fin et les seules libertés se traduisent par couleur de peinture, papier peint et mobilier.

Ce concept implique l'idée d'espace de renvoi ou de surface inutilisé, ces espaces correspondent moins à un désir d'aménagement véritable qu'à une possibilité d'aménagement, ce sont des espaces où le temps s'arrête ou le désordre n'a pas d'importance et où chacun peut s'approprier cet espace comme il le désire.

---

<sup>29</sup> Lussault, 2003

<sup>30</sup> Le petit robert Edition 2014

<sup>31</sup> Idem

<sup>32</sup> Idem

<sup>33</sup> Idem

## 1.2 Typologie :

### 1.2.1 Habitat Individuel :

L'habitat individuel représente la première forme d'architecture de l'humanité, ou l'individu s'abrite, se protège et fonde sa famille.

Dans la définition moderne de ce concept, l'habitat individuel est unifamilial et généralement isolé dont l'accès n'est destiné que pour le propriétaire ou le locataire.

Cette typologie se compose généralement d'un bâti qui se prolonge vers un espace extérieur qu'est le jardin.



*Figure 27 : Habitat individuel<sup>34</sup>*

---

<sup>34</sup>In web,

[http://www.archicontemporaine.org/userdata/fp\\_album/1/1607/500\\_1607\\_vignette\\_Pab08\\_habitat\\_individuel\\_fa\\_uquert\\_maison\\_photo\\_pri\\_01/12/2015](http://www.archicontemporaine.org/userdata/fp_album/1/1607/500_1607_vignette_Pab08_habitat_individuel_fa_uquert_maison_photo_pri_01/12/2015)

### 1.2.2 Habitat semi collectif :



*Figure 28: Habitat intermédiaire*

Entre l'individuelle et le collectif, c'est un mode d'habitation qui répond à plusieurs critères et paramètres qui se traduisent généralement par l'agencement vertical de deux habitations, chacune dispose d'une entrée privée ainsi qu'un jardin ou terrasse personnelle ce qui implique un rapprochement de l'habitat individuel et donc offrir les avantages de l'individuelle et ceux du collectif.

#### **Les points invariants :**

- La mitoyenneté : combiné, assemblé, superposé
- La faible hauteur
- Les espaces extérieurs privés
- Le contrôle des vis-à-vis
- Des parties communes réduites
- Un traitement privatif de l'entrée du logement

### 1.2.3 Habitat collectif :

#### **Définition :**

L'habitat collectif rassemble plusieurs unités de logements « appartement » au sein d'un même bâtiment.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Le petit Robert, Edition 2014

Les halls et les accès aux logements sont collectifs ces derniers distribuent un nombre de logements donnés qui sont soit juxtaposés ou superposés, cette typologie occupe moins d'espace au sol et attribue aux habitants des espaces extérieurs communs.

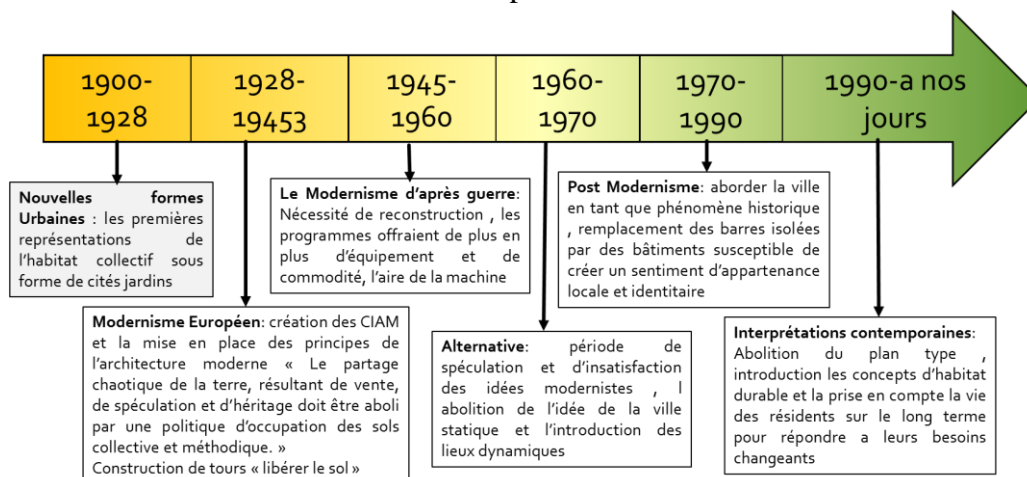


Figure 29 : Evolution historique de l'habitat collectif<sup>36</sup>

### • Habitat intégré

**Le concept d'intégration** ou Développement à usage mixte est - au sens large - tout développement urbain, suburbain ou village, ou même un seul bâtiment, qui allie une combinaison d'utilisations résidentielles, commerciales, culturelles, institutionnelles ou industrielles, lorsque ces fonctions sont physiquement et fonctionnellement intégré, et qui fournit des connexions piétonnes.<sup>37</sup>

**Habitat intégré** est une structure fermée de plus de 2 usages primaires, les combinaisons les plus courantes d'usages mixtes impliquent bureau, résidences, hébergement et au commerce. La présence de parking en quantité ne fait pas un bâtiment à usage mixte, même si elle constitue une catégorie d'utilisation top-niveau distinct. Le commerce n'est normalement pas un facteur déterminant dans un immeuble à usage mixte, sauf lorsque ce composant est très grand, comme un centre commercial, grand magasin, ou hypermarché.<sup>38</sup>

Avantages	Inconvénient
- plus grande variété de logements et la densité	- Coup de réalisation
- réduction des distances entre le logement, les lieux de travail, les entreprises de vente au détail, et d'autres équipements et les destinations	- Appropriation de l'espace par l'utilisateur n'est pas évidente et difficile à introduire dans la culture de l'habitant
- développement plus compact, l'utilisation des terres synergie	- Dans certains modèles, le grand, haut de plafond, étage inférieur sans colonnes à des fins commerciales peut ne pas être entièrement compatible avec la plus petite échelle de l'espace résidentiel fortifiée ci-dessus.
- plus le caractère du quartier, le sentiment d'appartenance	
- marche à pied, vélo quartiers-mesure, l'augmentation de l'accessibilité via transit,	- Difficulté de préserver l'intimité de l'habitant du simple usagé de l'équipement intégré

Figure 30 : Tableau des avantages et inconvénients de l'habitat intégré<sup>39</sup>

<sup>36</sup> 100 logements collectifs du XXe siècle : Plans, coupes et élévations Broché – 11 mars 2009

<sup>37</sup> Idem

<sup>38</sup> Idem

<sup>39</sup> 100 logements collectifs du XXe siècle : Plans, coupes et élévations Broché – 11 mars 2009



- **Habitat Tour**

Le 20ème siècle a vu la naissance d'une nouvelle typologie d'habitat qu'est la tour. La tour est un bâtiment de très grande hauteur. Il n'existe pas de définition officielle ni de hauteur minimale à partir de laquelle on pourrait qualifier un immeuble de gratte-ciel. Cette typologie se caractérise par une très forte densité ou généralement les bâtiments sont fermés et hermétique.

**Typologie des tours :**

On distingue deux types de classification :

- Par la hauteur :

Cette classification est relative à la hauteur totale du bâtiment, on y recense 4 grandes catégories :

- Immeuble bas
- Immeuble à moyenne hauteur
- Immeuble à grande hauteur
- Méga tall

La figure ci-dessous est représentative de ces catégories classifiées selon leurs hauteurs respectives.

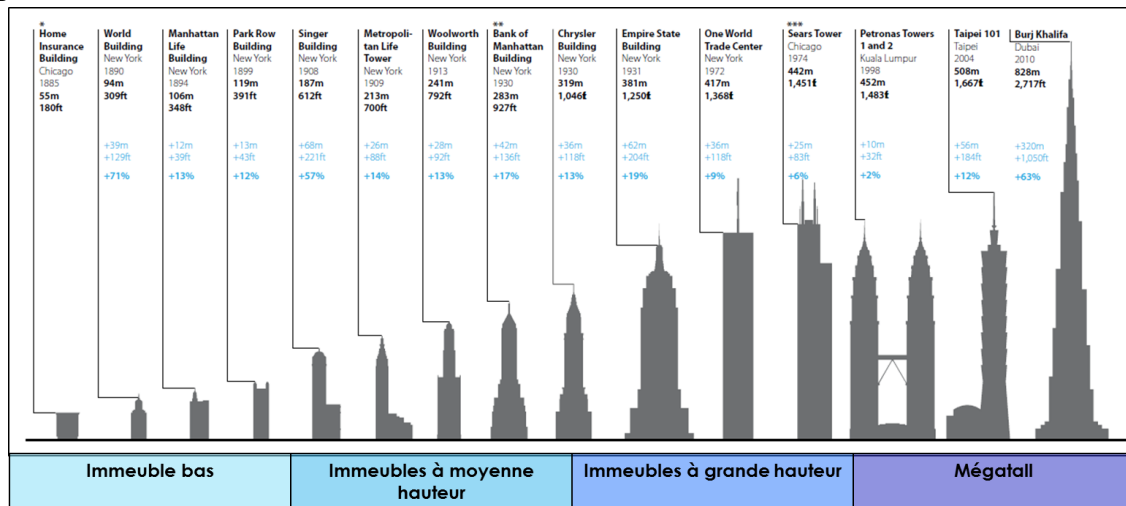


Figure 31 : typologie par la hauteur<sup>40</sup>

- Par la fonction :

Les immeubles à grande hauteur se sont métamorphosés avec l'essor de la technologie, de l'immeuble bas vers les mégastall building; de nos jours il existe une seconde classification qui se base sur le fonctionnement interne de la tour, on notera la tendance actuelle à projeter des IGH multifonctionnels.

<sup>40</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 05

La figure ci-dessous marque l'évolution des tours en termes de leurs fonctions, qui nous mène vers un type très populaire de nos jours et qui est la tour multifonctionnels.

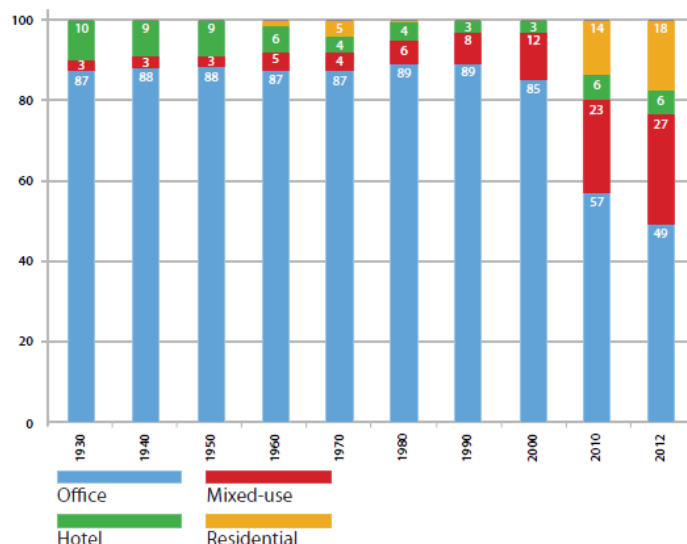


Figure 25: typologie par la fonction<sup>41</sup>

### 1.3 L'habitat collectif en Algérie

#### 1.3.1 Le logement social :

Bob Frommes le définit comme : « le logement dit social s'agit d'un logement normal, sain et favorable et dont le prix doit être adapté à la solvabilité de ses occupants ; aucune baisse de la qualité ne doit être acceptée en vue de l'adapter à toutes les bourses ; il ne peut être question de réduire les qualités physiques ou autres du logement afin d'obtenir un coût réduit »

Pour la sociologue Maryse Bresson « le logement social est considéré comme étant le logement bon marché, destiné à abriter les classes démunies » est considéré comme logement social tout logement financé totalement par les fonds du trésor public ou sur le budget de l'État.<sup>42</sup>

#### Caractéristiques :

Le logement social est destiné aux couches de populations vivant dans des conditions très précaires et dont les ressources ne permettent pas de payer un loyer trop élevé encore moins de postuler à l'acquisition d'un logement.

Il répond à une typologie particulière en matière de surface habitable (60 m<sup>2</sup> pour un F3).

Les loyers pratiqués sur ce type de logements sont caractérisés par des prix administrés depuis 1983

#### 1.3.2 Le logement social participatif :

Le L.S.P (Logement Social Participatif) est l'un des programmes de logement social destiné aux catégories à revenu moyen, pour l'accession à la propriété des logements.

Le L.S.P se base essentiellement sur un montage financier commun entre l'apport personnel du bénéficiaire et l'aide de l'état.

La contribution de l'état, sous forme d'une aide financière non remboursable s'effectue par le biais de la Caisse Nationale du Logement (C.N.L) et égale à 700 000 dinars.

Les avantages du LSP sont multiples et résident notamment dans le fait que cette formule permet l'accession à la propriété ; de plus la construction peut être collective, semi collective

<sup>41</sup> Idem, page 06

<sup>42</sup> In web, <http://www.djazairss.com/fr/info/61763>, 15/12/2015

ou individuelle et l'accès au terrain peut se faire avec un abattement sur la valeur de l'ordre de 80%. Enfin, le programme LSP inscrit entre 1998 et 2003 a déjà concerné près de 136000 opérations (dont 50% achevées) dans toutes les wilayas du pays<sup>43</sup>.

### **1.3.3 Le logement location-vente :**

#### Définition de la location-vente :

La location-vente est un contrat conclu entre un propriétaire et un locataire prévoyant la faculté ou l'obligation pour ce dernier d'acheter le bien loué à l'issue d'un temps déterminé.

- Les conditions et modalités d'acquisition dans le cadre de la location-vente de logements réalisés sur fonds publics sont fixées par le Décret exécutif n° 01-105 du 29 Muharram 1422 correspondant au 23 Avril 2001.
- La location-vente est un mode d'accès à un logement, avec option préalable pour son acquisition en toute propriété, au terme d'une période de location fixée dans le cadre d'un contrat écrit.
- Ce type de logement est destiné aux couches moyennes de la population, dont le niveau de revenus ne dépasse pas six (6) fois le SNMG. Il s'agit donc de citoyens (cadres moyens notamment), qui ne peuvent postuler ni au logement social, réservé aux démunis, ni au logement promotionnel (trop cher).<sup>44</sup>

### **1.3.4 Le logement promotionnel :**

La promotion immobilière a pour objet le développement du patrimoine immobilier national. Elle consiste en la construction d'immeubles ou d'ensembles d'immeubles à usage principal d'habitation.

Les immeubles ou ensembles d'immeubles construits dans ce cadre peuvent être destinés soit à la satisfaction des besoins familiaux propres, soit à la vente ou à la location.

#### Caractéristiques :

Les opérations de promotion immobilière doivent favoriser l'habitat de type collectif et semi collectif, particulièrement en milieu urbain.

Les opérations de promotion immobilière sont des opérations commerciales<sup>45</sup>

### **1.3.5 Le logement promotionnel aidé :**

Le logement promotionnel aidé (LPA), est une formule fraîchement élaborée (depuis 2010) par les pouvoirs publics en remplacement du logement social participatif connu sous l'appellation de LSP (depuis fin 2012 le logement promotionnel public est disponible LPP). Le LPA a suscité, dès son lancement, un véritable engouement de toutes les catégories sociales.

Le logement promotionnel aidé (LPA) est un logement neuf réalisé par un promoteur immobilier conformément à des spécifications techniques et des conditions financières définies. Il est destiné à des postulants éligibles à l'aide de l'Etat.<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup> Idem

<sup>44</sup> In web, <http://www.djazairess.com/fr/infosoir/61763>, 15/12/2015

<sup>45</sup> Idem

<sup>46</sup> Idem

## 2- Introduction de la ville

Le choix de la ville a été pour nous un véritable défi, en effet on retrouve plusieurs villes dans le territoire national qui ressentent le besoin d'un projet d'habitat, d'un autre côté l'Algérie bénéficie de plusieurs pôles urbains qui par leurs grandeurs forment des agglomérations et deviennent des villes internationales, on citera comme exemple Alger. Cette dernière se considère en tant que telles à travers des facteurs originaux qui peuvent être historique, novateurs ou économique ( Mémorial du martyr) à l'instar de la ville d'Oran qui tend encore à embrasser une notoriété internationale et s'affirmer comme une ville à part entière qui recevra en 2021 les jeux olympiques méditerranéens.

De ce fait Oran semble être la candidate idéale pour recevoir un projet d'ampleur internationale synonyme de prestige et symbole de prospérité économique.

### Présentation de la ville d'Oran :

#### - Situation :

Oran se situe dans la partie Nord-Ouest de l'Algérie, elle surplombe donc le Golf méditerranéen qui constitue une façade internationale pour la ville.

De par sa situation géographique stratégique, Oran nous ramène plusieurs facteurs qui mèneront notre projet vers nos espérances souhaitées.



Figure 26: situation de la wilaya d'Oran



Figure 27: situation de la ville d'Oran

- **Etymologie du nom d'Oran:**

A ce jour, plusieurs hypothèses ont tenté d'élucider l'étymologie du vocable Wahrân, pourtant celle qui reste retenue aujourd'hui se trouve dans le dictionnaire Touareg, en effet si nous décomposons le mot « Wahrân » on obtient les dérivés lexicaux suivantes : Oued + Aharan, Oued qui veut dire rivière, et Aharan qui désigne des Lions en langage Touareg.

D'ailleurs, en se baladant dans le centre-ville d'Oran, on ne peut passer sans remarquer les deux lions en statut de bronze qui se trouve à l'accès principal de la mairie d'Oran.



*Figure 28: Statu des Lions à l'entrée de la mairie d'Oran*

- **Présentation de la ville d'Oran :**

- Oran, surnommé El Bahia « la radieuse » est la deuxième plus grande ville d'Algérie de par son industrie son capital économique, sa nature, ses loisirs ainsi que par sa culture. Elle fut fondée en 903 par des commerçants maures andalous, et passe à travers son évolution par plusieurs dynasties (arabe, berbère, espagnole et française) qui lui confère l'appellation d'une ville cosmopolite, une ville qui s'imprègne de l'influence de ses occupants successifs pour obtenir un caractère significatif et un charme naturel.



*Figure 29: la bibliothèque municipale (ex-cathédrale)*

- Aujourd'hui, Oran est devenue une importante métropole d'Algérie, possédant un grand port de marchandises et de voyageurs, un aéroport international et trois universités.
- La ville comptait lors du dernier recensement de 2008 (609 940) habitants, l'agglomération d'Oran compte aujourd'hui environ 1 000 000 habitants.<sup>47</sup>



*Figure 30: vue sur la ville d'Oran*

- Les transports en commun de la ville sont assez modernes et suffisants. La ville dispose d'un nombre appréciables de taxis, les bus sont assez modernes et desservent une grande partie de la ville. Vient s'ajouter à cela le tramway qui dessert à terme l'aéroport d'Oran au centre-ville.



*Figure 31: vue sur le tramway d'Oran*

- Le climat d'Oran est de type méditerranéen avec des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. Les précipitations sont de 326mm par an. Elles se déroulent en majorité durant l'hiver.

---

<sup>47</sup> PDAU d'Oran

## Pourquoi Oran ?

- Comme cité au par avant, la ville d'Oran est considérée aujourd'hui comme la deuxième capitale algérienne de par son économie, son industrie, sa nature, ses loisirs, sa géographie et sa culture. Elle peut donc accueillir différents types de projets dont l'habitat tour.

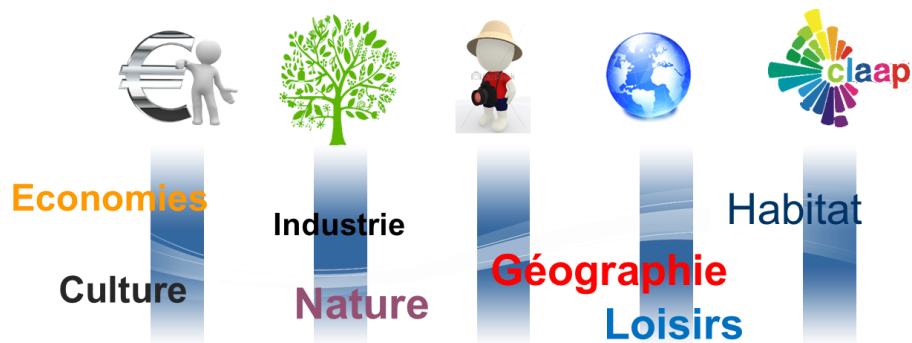
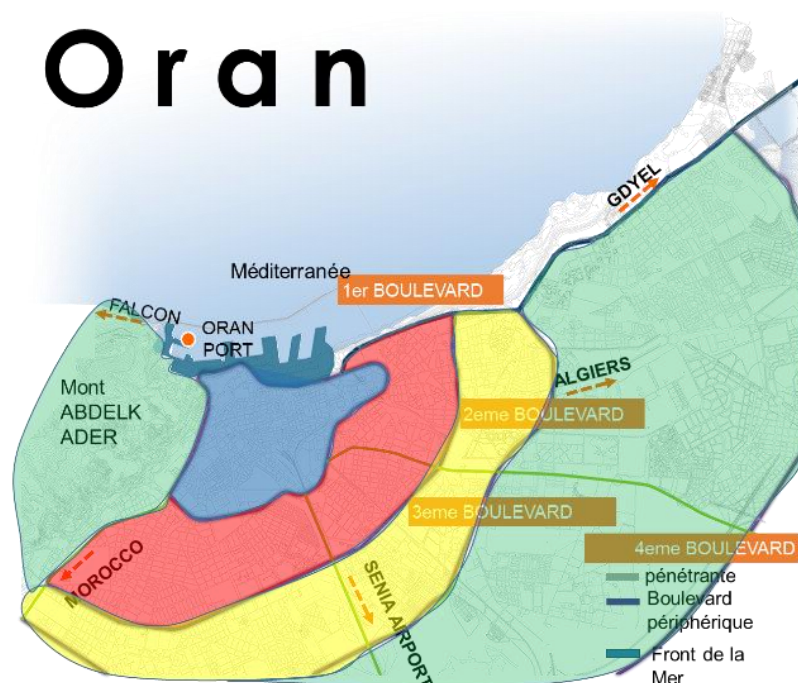


Figure 32: activités primaires d'Oran<sup>48</sup>

- La carte ci-dessous 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 :
  - Zone 01 : représente le centre-ville, forte densité urbaine, un foncier très rare (600hab/ha)<sup>49</sup>
  - 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)<sup>50</sup>
  - Zone 03 : cette zone se caractérise par une densité moyenne (150 à 210hab/ha)<sup>51</sup>
  - 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).<sup>52</sup>



<sup>48</sup> Figure réalisée par l'étudiant

<sup>49</sup> PDAU Oran

<sup>50</sup> Idem

<sup>51</sup> Idem

<sup>52</sup> Idem

Cette analyse nous mène à dire que la ville d'Oran souffre d'une énorme disparité de densité entre le centre et les nouvelles extensions. Ceci vient créer des anomalies au niveau du fonctionnement intérieur de la ville (économie, transport, circulation...). Tout cela pour dire que notre volonté va dans le sens de vouloir régulariser la relation entre ces deux pôles à travers un projet urbain.

- S'ajoute à cela un énorme déficit du logement recensé en l'an 2015 et qui s'élève à plus de 120019 besoins en termes d'habitat.<sup>53</sup>

### **Synthèse :**

Ces différents points relevés nous poussent non pas vers une réalité mais vers une nécessité, la nécessité de projeter l'habitat tour au sein même de la ville d'Oran.

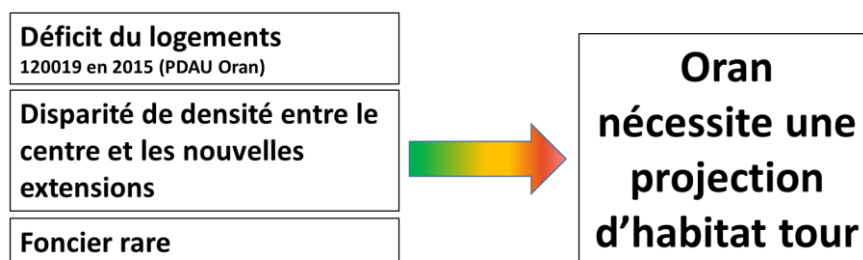


Figure 33: synthèse du choix de la ville d'Oran<sup>54</sup>

<sup>53</sup> PDAU Oran

<sup>54</sup> Figure réalisée par l'étudiant



### 3- Choix du projet

Suivant le choix de la ville cité précédemment et la lecture du PDAU nous avons conclu qu'Oran nécessite la projection d'habitat.

Cette projection ne peut être au détriment ni du paysage urbain ni des terres à usage agricole en ajoutant à cela la rareté du foncier ; **l'habitat tour** s'impose par lui même

#### 3.1 Tour ; Ville verticale

Selon le législateur algérien une ville est reliée directement à sa taille de population ; on distingue cinq strates citées ci-dessous dans le tableau

Strate	Définition
Ville	Agglomération urbaine ayant une taille de population supérieure à 100 000 habitants et disposant de fonctions administratives, économiques, sociales et culturelles
Ville moyenne	Agglomération urbaine dont la population est comprise entre 50 000 et 100 000 hab
Petite ville	Agglomération urbaine dont la population est comprise entre 20 000 et 50 000 hab
Agglomération urbaine	Espace urbain abritant une population agglomérée d'au moins 5 000 hab
Quartier	Partie de ville délimitée sur la base d'une combinaison de données relatives à l'état du tissu urbain, à sa structure, à sa composition et au nombre d'habitants y résidant

Tableau 5: Terminologie employée dans la loi 2006-06<sup>55</sup>

La capacité d'une tour vacille entre 5000 et 35 000<sup>56</sup> utilisateurs ; une taille de population qui concurrence à elle seule une petite ville toute entière c'est pourquoi une tour doit être pensée comme une agglomération.

En 1933 lors du congrès international d'architecture moderne CIAM, haut lieu du fonctionnalisme, la charte d'Athènes 1933 a mis en relief certains points communs entre toutes les villes, ces dernières doivent contenir quatre fonctions essentielles à l'être humain : Habiter, travailler, se recréer et circuler. Citées dans cet ordre ce n'est nul un hasard ; l'habitat est l'essence même de la ville mais à lui seul ne se suffit pas car il exige et nécessite des activités d'accompagnement : le travail, la récréation et la circulation gravitent autour comme un complément qui assure le bon fonctionnement du tout

Cette **approche analogue** entre **une ville et une tour** met en exergue la nécessité d'adopter **un programme multifonctionnel** : travail pour générer une plus-value, la récréation en y intégrant différents loisirs et assurer de ce fait une cohésion sociale et enfin des circulations pour assurer la communication entre les différentes entités.

#### 3.2 Notion de Multifonctionnalité

**Définition** : Qui remplit plusieurs fonctions. Organisation multifonctionnelle. <sup>57</sup>

<sup>55</sup> In web , [http://www.ons.dz/IMG/pdf/armature\\_urbaine\\_2008.pdf](http://www.ons.dz/IMG/pdf/armature_urbaine_2008.pdf), 02/01/2016

<sup>56</sup> Capacité d'accueil Burj Khalifa ; In web, <http://www.lefigaro.fr/international/2009/08/07/01003-20090807ARTFIG00358-a-dubai-la-plus-haute-tour-du-monde-a-atteint-son-sommet-.php> , 03/01/2016

<sup>57</sup> Le petit Robert édition 2014

Notre travail consistera dans l'élaboration d'une tour multifonctionnelle offrant une myriade de fonctions diverses selon les trois grands secteurs : travail, récréation et circulation.

### 3.2.1 Le travail

Moteur de l'économie capitaliste ;le travail est l'activité rémunérée qui permet la production de biens et services. Dans ce schéma-là notre projet intégrera différentes activités libérales qu'on nommera « affaires »

Une profession libérale désigne plusieurs métiers, toute profession exercée sur la base de qualifications appropriées, à titre personnel, sous sa propre responsabilité et de façon professionnellement indépendante, en offrant des services intellectuels (avocat , médecin,...) et conceptuels dans l'intérêt du client et du public.

### 3.2.2 La récréation (Loisirs)

Le loisir est l'activité que l'on effectue durant le temps libre dont on peut disposer. Ce temps libre s'oppose au temps prescrit, c'est-à-dire contraint par les occupations habituelles (emploi, activités domestiques, éducation des enfants...) ou les servitudes qu'elles imposent (transports, par exemple)

Dans notre projet les loisirs sont développés selon trois grands axes :

- Les loisirs sportifs
- Les loisirs culturels
- Les loisirs Ludiques

Ce large panel de loisirs vise à inclure l'ensemble des catégories d'âge pour assurer une cohésion sociale et une relation intergénérationnelle.

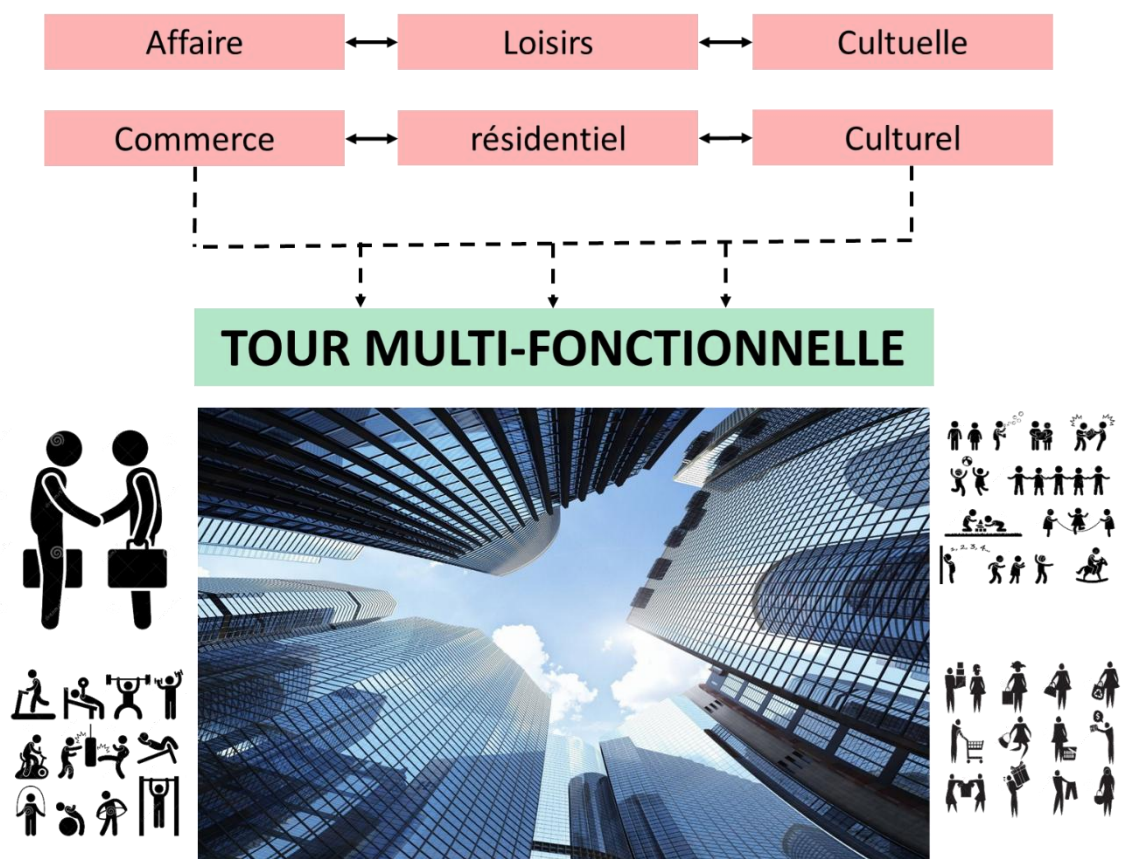


Figure 34: Tour multifonctionnelle, fonctions<sup>58</sup>

<sup>58</sup> Figure réalisée par étudiant, Adobe Photoshop

La figure ci-dessus résume le contenu de notre projet ; cette facette multifonctionnelle assurera la facilité d'usage et d'intégration dans la dynamique urbaine dans le moyen et long terme.

## 4- L'Architecture des tours

### 4.1 Tours, pourquoi aller en hauteur ?

Le récit de la tour de Babel est la première manifestation de la volonté de l'Homme à vouloir ériger des tours, mais le but de cette ancienne merveille du monde n'était pas cerné dans le périmètre de la construction elle-même ; la portée du message qu'elle véhicule va bien plus loin. En construisant un édifice de grande hauteur, un peuple montre de manière ostentatoire sa supériorité technique, la construction faisant appel à des mathématiciens, ingénieurs et à d'autres corps de métiers "savants". Le besoin de construire haut a pour but de se rapprocher du ciel, qui représente pour beaucoup la grandeur et qui est considéré comme étant la demeure d'un dieu pour les monothéistes ou des dieux pour les polythéistes.

De nos jours, la croissance rapide de la population urbaine et la pression à la suite de l'espace limité ont considérablement influencé le développement résidentiel des villes. Le coût élevé de la terre, le désir d'éviter un étalement urbain continu, et la nécessité de préserver la production agricole importante ont tous contribué à conduire vers le haut des immeubles résidentiels.

Pour conclure le tableau ci-dessous montre les protagonistes et antagonistes :

<b>Avantages des grattes ciels (protagoniste)</b>	<b>Inconvénients des grattes ciels (antagoniste)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ville plus dense et donc transport réduit</li> <li>- Ville concentrée et donc réduction de la taille des réseaux d'infrastructure</li> <li>- Proximité de résidence et lieu de travail</li> <li>- Grand potentiel pour usage mixte</li> <li>- Vitesse du vent plus élevées en hauteur et donc un plus grand potentiel pour l'énergie éolienne</li> <li>- Potentiel pour sécuriser l'espace commun ou de loisirs, loin de la circulation et de la pollution</li> <li>- La densification urbaine ajoute de la valeur et de la vitalité à la ville</li> <li>- Amélioration de l'accès à la vue, la lumière et l'air en hauteur</li> <li>- Potentiel de ventilation naturelle « effet de cheminé »</li> <li>- Point de repère et symbole pour un pays, une ville, une entreprise</li> <li>- Economie de surface occupée au sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte consommation d'énergie</li> <li>- Entretien et nettoyage difficile (remplacement des joints de façade)</li> <li>- Impact sur l'échelle urbaine (vent courant descendant, droit solaire, droit de lumière...)</li> <li>- Impact du vent sur la structure</li> <li>- Environnement scellé en hauteur (obligation de ventilation, climatisation, lumière...)</li> <li>- Crainte de sureté et de sécurité</li> <li>- Impact de la panne de courant sur la circulation verticale</li> <li>- Absence d'un potentiel de recyclage après démolition</li> </ul>

## 4.2 Historique :

Les hommes construisent des édifices de grande hauteur depuis l'Antiquité, comme en témoignent les pyramides égyptiennes, le phare d'Alexandrie ou les grandes cathédrales du Moyen Age

Pourtant, jusqu'à la fin du XIXe siècle, les immeubles d'habitation dépassaient rarement six étages. C'est l'apparition de nouveaux matériaux comme l'acier et le Béton armé et de nouvelles technologies comme l'ascenseur qui ont rendu possible la construction de bâtiments beaucoup plus hauts.

Les premiers gratte-ciel ont vu le jour à Chicago et New York aux Etats-Unis vers la fin du XIXe siècle.

### 4.2.1 Contexte :

#### Motivations commerciales et sociales :

Les premiers gratte-ciel apparurent aux États-Unis du fait de la croissance économique, de l'organisation financière des entreprises américaines et du manque de terrains constructibles, New York était l'un des principaux ports de la côte Est des États-Unis et Chicago était devenu le principal centre financier de l'Ouest.

L'incendie qui ravagea le centre-ville de Chicago en 1871, et l'aspect financier des deux villes encouragent la construction d'immeubles plus grands aux caractéristiques innovant qui, comme à New York, étaient destinés à accueillir diverses activités commerciales au sein du même bâtiment.

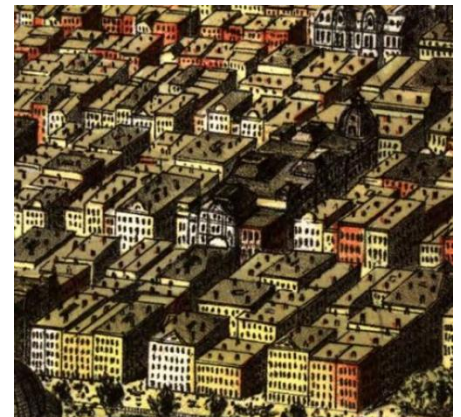


Figure 35: carte de Chicago en 1874

#### Évolutions technologiques

L'apparition des gratte-ciel fut rendue possible par les progrès technologiques du milieu du XIXe siècle. L'une de ces évolutions fut la structure métallique. Dans les bâtiments traditionnels, les planchers sont soutenus par les murs mais plus le bâtiment est haut et plus les murs doivent être épais.

Dans les années 1860, les ingénieurs français utilisèrent des poutrelles en fer forgé pour construire des bâtiments soutenus par des structures intérieures en métal. Ces cadres étaient plus résistants que la maçonnerie traditionnelle et permettaient de réduire l'épaisseur des murs.

Le développement de l'ascenseur fut également indispensable au développement des gratte-ciel car les immeubles de bureaux de plus de six étages étaient inutilisables sans eux. Les premiers furent installés au Royaume-Uni dans les années 1830 puis dans les usines et les hôtels américains dans les années 1840.

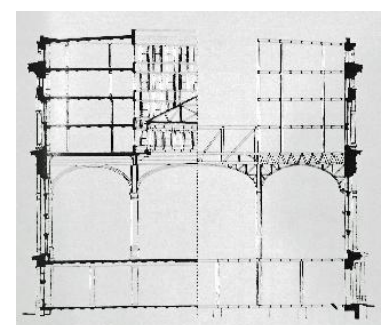


Figure 36: structure métallique intérieure du Produce Exchange de New York construit en 1884

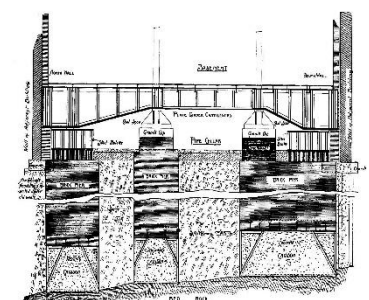


Figure 37: fondation en caissons d'un gratte-ciel de 1898

De nouvelles technologies de chauffage, d'éclairage, de ventilation et d'assainissement furent également nécessaires pour créer des immeubles de grande taille où il serait possible de travailler dans de bonnes conditions.

#### 4.2.2 Emergence du gratte-ciel : 1880-1899 :

Les spécialistes sont en désaccord sur l'identité du bâtiment qui devrait être considéré comme le premier skyscraper « gratte-ciel », L'Equitable Life Building construit à New York par George B. Post en 1870 était le premier immeuble de bureaux à disposer d'un ascenseur, mais Le Home Insurance Building inauguré à Chicago en 1884 est néanmoins le bâtiment le plus souvent qualifié de premier gratte-ciel en raison de sa structure métallique novatrice.

#### Le Home Insurance Building :

Le Home Insurance Building comptait dix étages pour une hauteur de 42 m et avait été conçu par William Le Baron Jenney qui avait travaillé en France. Il était l'un des architectes les plus en vue de Chicago. La conception de Jenney était innovante car elle incorporait des éléments en acier dans la structure interne en métal composée traditionnellement de fer forgé. Cette armature plus résistante permettait de soutenir le poids des planchers et des murs extérieurs, ce qui fut une étape importante vers la création des murs rideaux qui devinrent une caractéristique des futurs gratte-ciels.



Figure 38: le Home Insurance Building

#### 4.2.3 La période d'avant-guerre :

Les premières années du XXe siècle virent le développement de gratte-ciels technologiquement novateurs et architecturalement audacieux à New York ; les spécialistes qualifient cette période de « premier âge d'or » de la construction de gratte-ciels. Certains étaient des immeubles relativement conservateurs et de style classique comme les Mutual Life, Atlantic Mutual et Broad Exchange Buildings.



Figure 39: Mutual Life Building



Figure 41: Atlantic Mutual  
propriétaires qui pouvaient  
et conserver les meilleurs locataires. De plus, plus le coût de l'immobilier était élevé et plus le bâtiment devait être haut pour rentabiliser l'investissement ; la hauteur minimale pour un projet était donc située entre 40 et 50 étages. Les gratte-ciels de 70 étages devinrent donc relativement courants même si une influente étude de 1939 démontra que le meilleur niveau de retour sur investissement était obtenu sur un immeuble de 63 étages qui dégagait un profit annuel de 10,25%

#### 4.2.4 La période d'après-guerre

La hauteur des gratte-ciels continua d'augmenter tout au long des années 1920. À nouveau, les progrès technologiques permirent cette évolution car les structures métalliques étaient de plus en plus performantes tandis que les nouveaux ascenseurs facilitaient et accéléraient l'accès aux étages supérieurs. Des facteurs commerciaux étaient également à l'œuvre car la demande poussait les loyers à la hausse tandis que les bureaux en hauteur étaient plus lumineux et donc plus chers. Les immeubles les plus hauts faisaient également

Figure 40: Broad Exchange  
Building

de la publicité à leurs  
donc plus facilement attirer

#### 4.2.5 Grande dépression :

Le boom dans la construction des gratte-ciels cessa après le krach de 1929 et les effets de la Grande Dépression entraînaient un ralentissement considérable de tous les projets. Le marché immobilier adossé aux gratte-ciels s'effondra et la valeur de nombreuses propriétés chuta fortement.

Ce n'est qu'en 1960 que le mouvement de construction de gratte-ciel reprend à Chicago et à New York et, à un moindre niveau, dans d'autres villes du monde.

Le World Trade Center (New York) devient le plus haut gratte-ciel du Monde en 1973 avec 417 mètres, il est dépassé en 1974 par la Willis Tower à Chicago qui mesure 442,3 mètres.



Figure 42: la Willis tower Figure 43: World Trade Center

#### 4.2.6 Les gratte-ciels aujourd'hui :

Les architectes et les ingénieurs expérimentent de nouveaux styles et de nouvelles méthodes de construction, et c'est alors que surgissent de plus grandes et plus innovantes structures, où en terme de hauteur seul le ciel pourrait être la limite, on citera comme exemple les tours Petronas en Malaisie qui sont reliés par une passerelle flexible sur le 42<sup>ème</sup> étage, un design qui améliore la circulation des personnes entre les tours et fournit une voie d'évacuation d'une tour à l'autre en cas d'urgence.

Ces grattes ciel aujourd'hui sont considérés comme symboles ultimes de la puissance économique d'une ville d'une part et un moyen de rentabilisé le foncier dans les centres des grandes agglomérations où la terre est rare d'autre part.

A ce jour, la plus haute tour du monde est la Burdj Dubaï dont la hauteur totale atteint 818 mètres au sommet de l'antenne



*Figure 44: tour Petronas en Malaisie*



*Figure 45: burdj Khalifa (Emirates Arab Unis)*

### 4.3 Tours écologiques

La démarche écologique et le développement durable constituent la grande tendance qui a marqué le secteur de la construction ces dernières années.

Les gratte-ciel, désormais équipés avec des éoliennes, des panneaux solaires ou des systèmes de récupération d'eau n'échappent pas à cette vague écologique. Dans les nouveaux buildings verts, les énergies renouvelables sont privilégiées, ainsi que les systèmes de lumière et de ventilation naturelle

#### 4.3.1 Exemple 01 : Burj Al-Taqa

##### Présentation :

Le Burj al-Taqa (Tour de l'Énergie) est un projet de gratte-ciel, abritant 68 étages de bureaux. Sa hauteur, 322 m, le placera au 22ème rang des plus hauts bâtiments du monde. Il devrait être construit à Dubaï, dans les Émirats arabes unis.



Figure 46: vue intérieur/extérieur Burdj Taqa



Figure 47: Burdj Taqa (Emirats Arabe Unis)

Fiche technique		Innovations technologique		Programme
Situation	Emirats arabes uni	Principe du thermos	- Forme cylindrique pour offrir le moins de rayons solaire possible - vitrage isolant très performant	- commerces - bureaux - restauration - cafétéria - salles multifonctions - parking
Architecte	Eckhard Gerber	Climatisation	- technique de ventilation naturelle arabe et persane - unités de refroidissement selon le principe de puit canadien	
Type	Commerce, office	Energie	- panneaux solaires disposés sur le toit	



Hauteur	322m		- supplément de panneaux solaires en pleine mer - éclairage naturel grâce a des miroires réfléchissent placés sur le toit.
Année	2008		

### 4.3.2 Exemple 02: Bank of America Tower

#### Présentation

La tour, d'une hauteur de 288 mètres (54 étages), sera située sur la 6ème Avenue entre la 42ème et la 43ème rue. Les matériaux utilisés seront le verre, l'acier et l'aluminium. Sa forme, multifacette, permettra aux passants d'avoir une perception différente de l'édifice selon l'angle de vue. Une forme qui, selon les architectes, réduira la force du vent contre la tour, particulièrement aux niveaux supérieurs.



Figure 48: perspective Bank of America Tower



Figure 49: différentes vues sur la Bank Of America Tower

Fiche technique		Innovations technologique		Programme
Situation	New York Etats-Unis	Matériaux	- verre - acier - aluminium - matériaux recyclable ou recyclés	- hall d'accueil - bureaux fonctionnaires - bureau directeur - parking
Architecte	Cook et Fox Architects	Climatisation/ isolation	- plaques d'isolation transparentes qui maximisent la lumière naturelle tout en retenant la chaleur - filtre à air qui permettent de purifier l'air du bâtiment avant de rejeter cet air dépollué dans la ville.	
Type	Bank	Energie	- turbines éoliennes - des diodes électroluminescentes qui réduisent spontanément leur intensité le jour	
Hauteur	365,8 m		- système de canalisations qui permet de recueillir l'eau de pluie et de la réutiliser	
Année	2004 – 2009			

### 4.3.3 Exemple 03 :La Hearst Tower

#### Description :

La Hearst Tower situé à New York (USA) n'est pas dans la tendance au gigantisme dans les gratte-ciels que ceux construits aux Etats Unis, en Europe ou en Asie. Elle est composée de deux parties : Un premier corps bas maçonné de six étages, et une tour moderne, de 40 étages dont la construction s'est achevée environ 80 ans après. La tour mesure 182 mètres, comporte 46 étages.



Figure 51: vue sur la hearst tower



Figure 50: Hearst Tower New York (USA)

Fiche technique		Innovations technologique		Programme
Situation	New York Etats-Unis	Matériaux	- verre - acier inoxydable - aluminium	- bureaux - logements de fonctions - parking
Architecte	Foster and Partners	Climatisation/ isolation/ ventilation	- l'enveloppe du bâtiment conçu pour limiter l'éblouissement causé par le soleil - ventilation naturelle - verre isolant	
Type	Office	Energie	- Eau de pluie récoltée du toit est introduit dans un réservoir central et utilisé pour l'irrigation - Système de trempe thermique contribue à améliorer le microclimatoffrant un amortissement acoustique et contrôle de l'humidité - Eclairage intelligent	
Hauteur	182 m			
Année	2006			

## 4.4 Approche technique des tours

### L'aspect structurel

#### Infrastructure :

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 : à Venise et aux Pays-Bas, les maisons reposent sur des pilotis, pieux en bois, qui s'enfoncent dans la vase jusqu'à atteindre un sol stable, propice à maintenir les bâtiments.

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. Une fois la couche de roche stable atteinte, il existe différentes techniques pour installer les pieux qui soutiendront l'édifice.

« Chaque tour ou gratte-ciel nécessite des fondations profondes » dit l'ingénieur Leonard Joseph Thornton Tomasetti chercheurs, professeurs, et spécialiste des structures de bâtiment à très grande hauteur<sup>59</sup>.

Les fondations profondes, pieux ou piles dans un gratte-ciel, dépendront de la taille de l'immeuble, du site d'implantation (nature du sol) et des facteurs environnementaux, tels que le vent et les activités sismiques, dans certain cas les fondations profondes peuvent descendre jusqu'à 50m, dans les zone ou le vent et les activités sismique se montrent supérieur, de plus grandes fondations se voit être réaliser afin de résister au mieux aux forces latérales et effets de renversements.

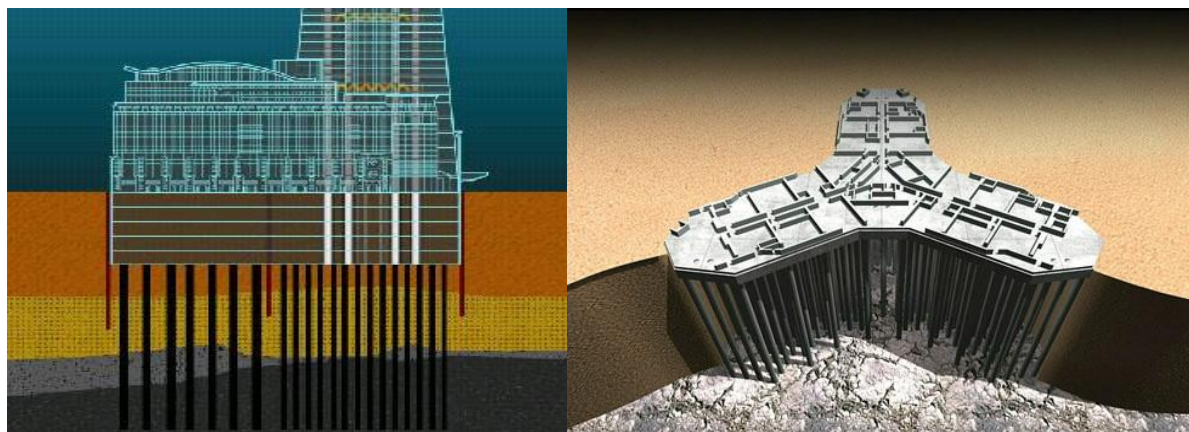


Figure 52: Fondation de la tour Taipei 101 à Taiwan<sup>60</sup> Figure 53: les pieux et le radier de la Burj Khalifa de Dubai<sup>61</sup>

La réalisation des fondations des grattes ciels s'étend au-delà de l'empreinte de la tour elle-même. Les questions relatives à cette situation sont globalement similaires à celui des travaux de sous-sol à savoir :

- Le maintien des dépôts environnants pendant l'excavation et post-construction
- Assurer le mouvement du sol, pour ne pas provoquer des dommages aux bâtiments et infrastructures environnantes.
- Fournir une sous-structure étanche à l'eau
- Résister à tout soulèvement à long terme exercé par le sol et pression de l'eau.

<sup>59</sup> Important note – Tall Building Structures – Page 19

<sup>60</sup> <http://tpegrattciel.jimdo.com/fondations/>

<sup>61</sup> <http://tpegrattciel.jimdo.com/fondations/>

## Superstructure

Le bon choix d'un système résistant aux forces latérales peut faire ou défaire un projet de grande hauteur en termes de constructibilité, l'utilité et l'économie.

Nous pouvons diviser les structures de grande hauteur en deux catégories, en fonction de la situation dominante des systèmes résistants aux forces latérales verticales : structures intérieures et structures extérieures

### Structure intérieure

Les structures intérieures sont des structures de grande hauteur qui résistent à des charges latérales et aux éléments situés à l'intérieur de la structure.

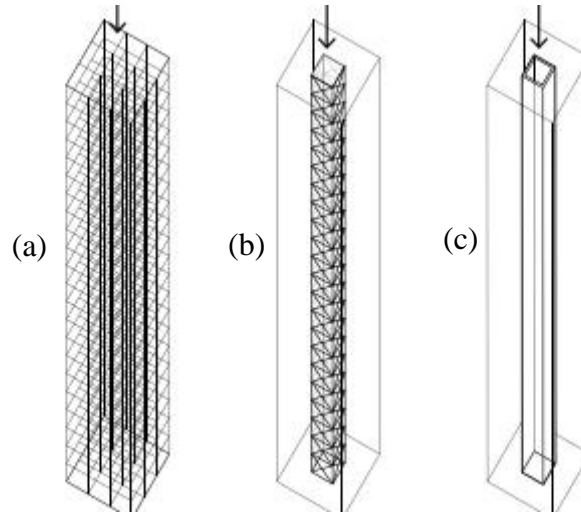


Figure 54: différents système de structure intérieur: (a) trame rigide, (b) noyau contreventé, (c) mur de contreventement<sup>62</sup>

### Structure extérieure :

Les structures extérieures sont des structures de grande hauteur qui résistent à des charges latérales principalement par des éléments latéraux résistant aux forces situées le long du périmètre de la structure

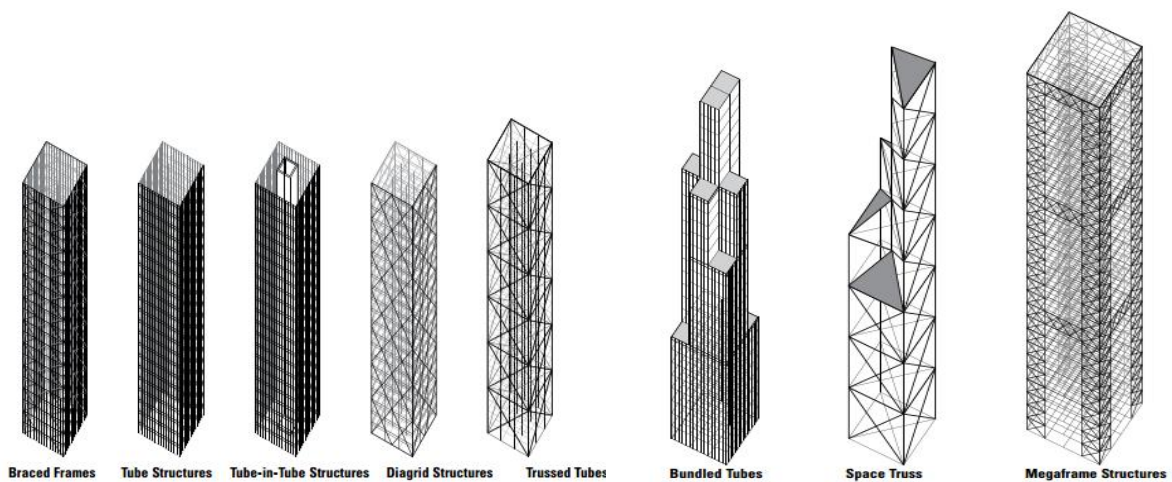


Figure 55: différents systèmes de structure extérieur<sup>63</sup>

<sup>62</sup>Building Structure Illustrated – Page 286

<sup>63</sup>Building Structure Illustrated – Page 287

Le graphe ci-dessous montre les différents types de structures de grande hauteur et le nombre d'étage que chaque type peut raisonnablement atteindre :

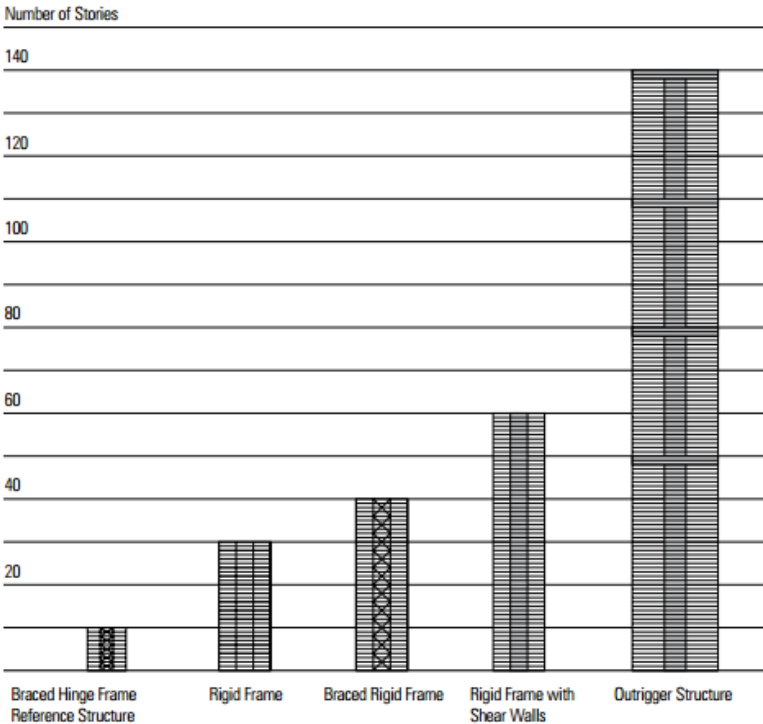


Figure 56: nombre d'étage atteint par une structure de type intérieur

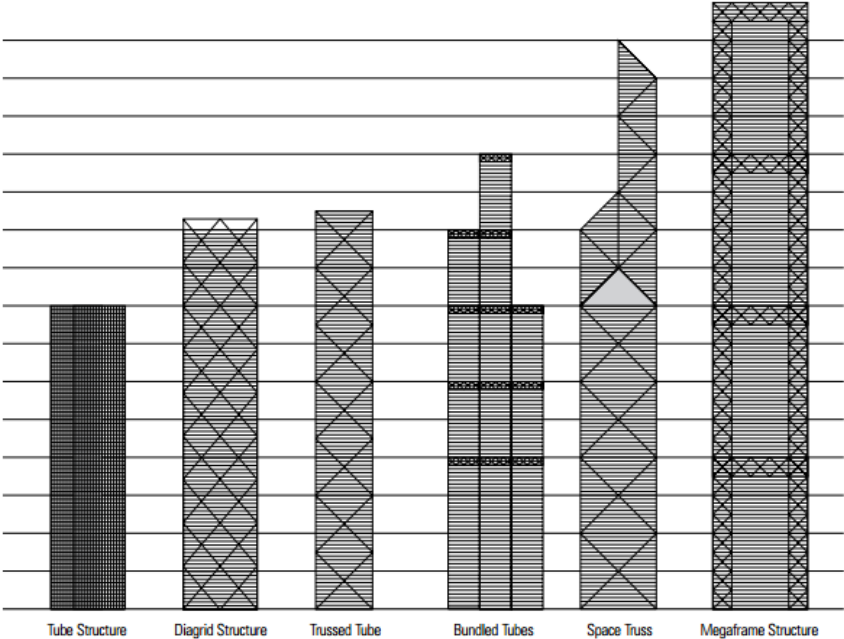


Figure 57: nombre d'étages atteint par une structure de type extérieur<sup>64</sup>

<sup>64</sup>Building Structure Illustrated – Page 289

## Type de structure intérieure :

### Système de trame rigide

Les systèmes de trame rigide, sont utilisés dans les bâtiments en béton armé. Ce système se compose de poutres et de colonnes (figure 28). Un cadre rigide est une trame non contreventée qui est capable de résister à des charges verticales et latérales à la fois par la flexion des poutres et colonnes.

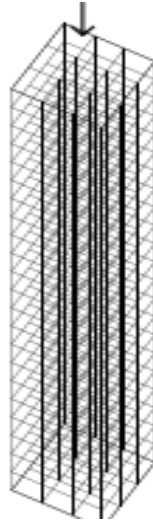


Figure 58: système de trame rigide<sup>65</sup>

### 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 (Figure 33.a), des chapiteaux (Figure 33.b) ou goussets (Figure 33.c) 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.

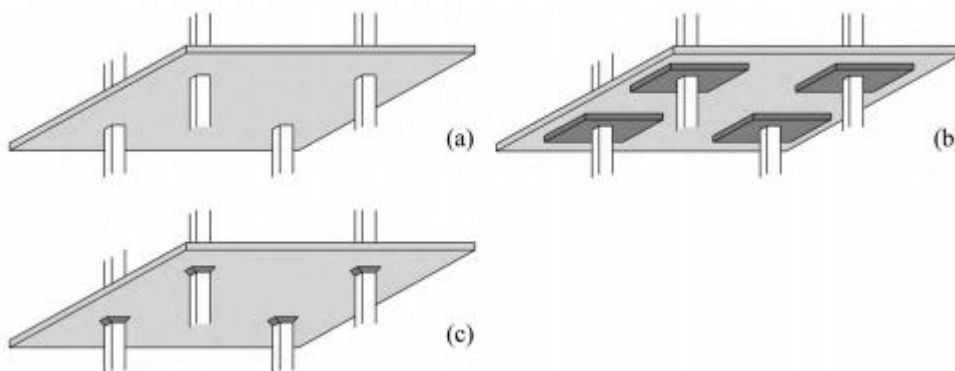


Figure 59: système de plaque: (a) sans chapiteaux, (b) avec chapiteaux, (c) avec goussets<sup>66</sup>

<sup>65</sup> Tall Building – Structural design of concrete buildings up to 300m tall – Page 16

<sup>66</sup> Tall Buildings – 20 Structural Systems and Aerodynamic – Page 25

## 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 le bâtiment. Il comprend notamment les voies de circulation verticale et les conduites. Selon sa composition et l'armature extérieure à laquelle il est joint, il permet de supporter des immeubles d'environ 70 étages.

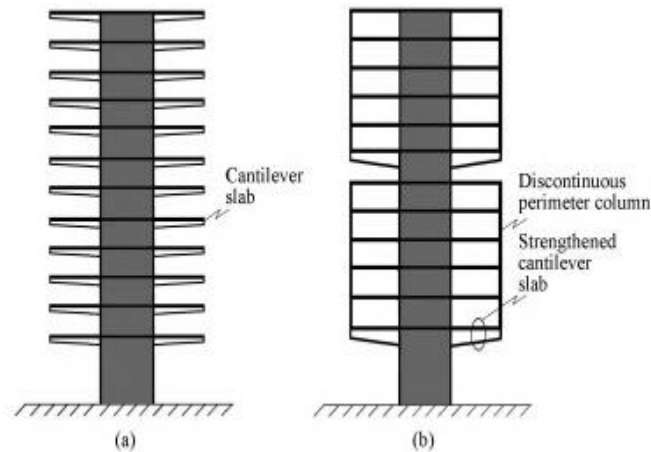


Figure 60: dalles dans le système de noyau central: (a) dalle porte à faux, (b) renforcés de dalles en console

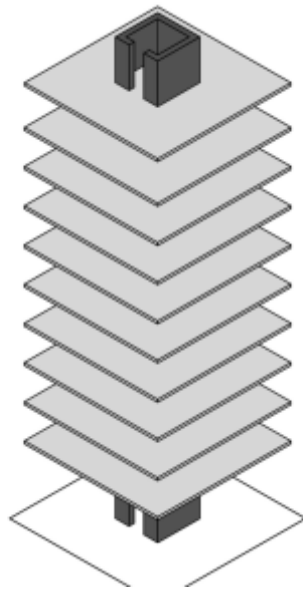


Figure 61: noyau central<sup>67</sup>

<sup>67</sup> Tall Buildings – 20 Structural Systems and Aerodynamic – Page 26

### Système de murs porteurs :

Les systèmes de murs porteurs sont utilisés dans les bâtiments en béton armé. Ce système se compose de murs de contreventement en béton armé, pouvant être perforé (avec des ouvertures). Ils peuvent être considérés comme une console verticale fixée rigidement à la base, et peuvent résister à toutes les charges verticales et latérales sur un immeuble sans colonnes (Figure 36).

Efficace et économique, fournissent une rigidité suffisante pour résister aux vents et aux séismes induits, charges latérales dans les bâtiments de jusqu'à environ 35 étages.

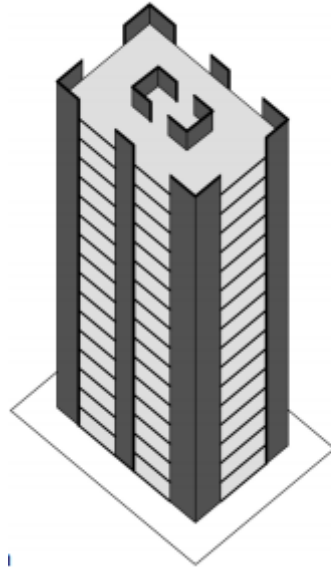


Figure 62: système de murs porteurs<sup>68</sup>

### Système de trame contreventé :

Cette typologie d'encadrement est essentiellement une combinaison des deux systèmes déjà décrites (trame rigide et murs porteurs). 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.

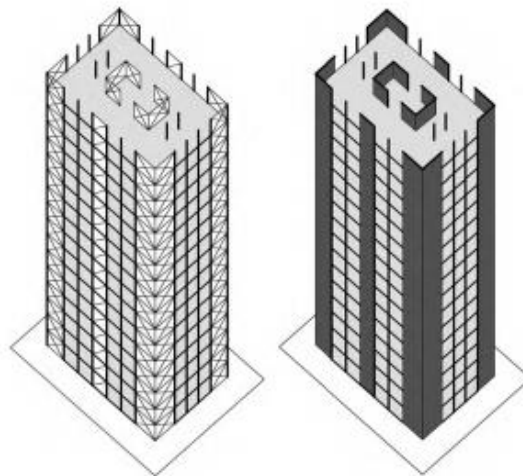


Figure 63: shear frame systems

<sup>68</sup> Tall Buildings – 20 Structural Systems and Aerodynamic – Page 27



### Méga colonne

Des 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 latérales (Figure 38).

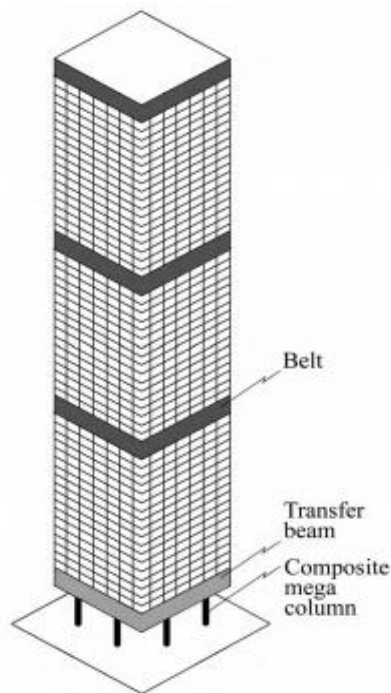


Figure 64: méga colonne composite<sup>69</sup>

### 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. 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 (figure 39a) ou en dalles en porte à faux renforcées (figure 39b)

<sup>69</sup> Tall Buildings – 20 Structural Systems and Aerodynamic – Page 40

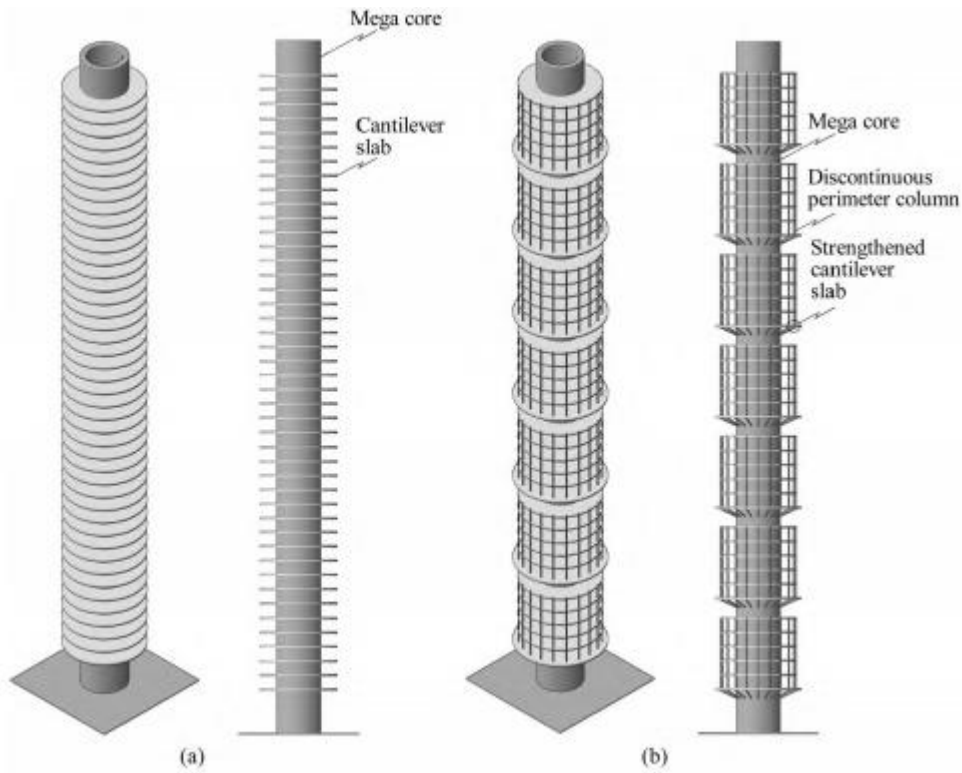


Figure 65: dalles dans les méga noyaux centraux: (a) dalle en porte à faux, (b) dalle en console<sup>70</sup>

### Système de trame en console :

Ce système est utilisé pour la conception de structures jusqu'à 350 m de haut. Le concept de l'utilisation de stabilisateurs peut être appliquée à des bâtiments beaucoup plus courts. La réalisation de la stabilité latérale globale de la structure nécessite des colonnes sur le périmètre comme un élément fondamental du système structural. Cela peut être fait par l'introduction d'éléments de stabilisateurs horizontaux (fermes souvent) d'un ou deux étages profonds, reliant le noyau avec les colonnes extérieures à intervalles réguliers jusqu'à la hauteur du bâtiment. Au même niveau que les stabilisateurs seront extérieur, des murs ou des fermes solides souvent appelée « fermes de ceinture », reliant les colonnes de périmètre pour les stabilisateurs et servant également à répartir les charges verticales.

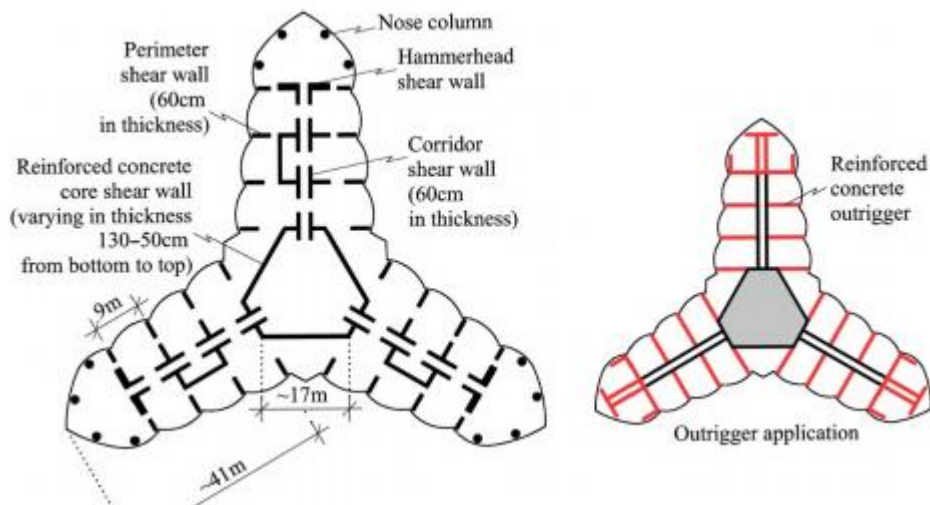


Figure 66: burdj Khalifa Dubai<sup>71</sup>

<sup>70</sup> Tall Buildings – 20 Structural Systems and Aerodynamic – Page 42

<sup>71</sup> Tall Buildings – 20 Structural Systems and Aerodynamic – Page 46

## Structure extérieure

### Système de trame tubulaire

En théorie, ce système est basé sur un tube creux, avec une grande distance entre les éléments de traction et de compression dans les deux sens servant à résister à des forces latérales. Le principe de construction est basé sur le rebord du cadre en tube étant perpendiculaire à la force du vent latéral, attaché à chaque extrémité par les nervures du tube encadrée qui sont orientés parallèlement au vent

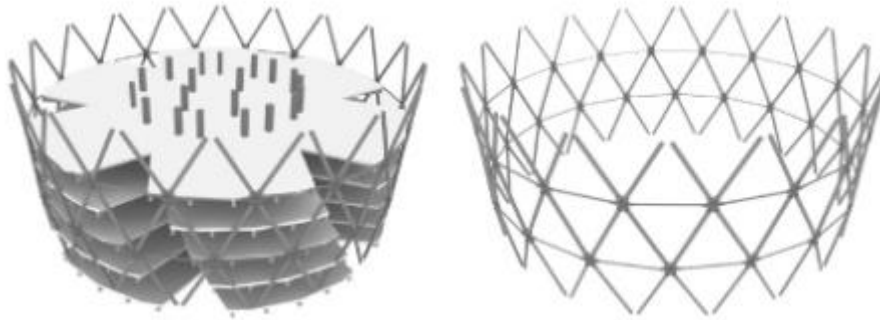


Figure 67: 30 St Mary Axe, Londres, Royaume-Uni 2004<sup>72</sup>

### Système de tube en treillis :

Dans le système de trame tubulaire, les colonnes de périmètre rapprochées peuvent obstruer la vue extérieure panoramique de l'intérieur du bâtiment. Afin d'augmenter l'espacement entre les colonnes sans inhiber le comportement tubulaire, reliant les colonnes de périmètre avec l'extérieur croisillon à plusieurs étages conduit à la mise au point du système en treillis-tube (figure 42). Le système de tube en treillis peut être décrit comme l'amélioration du système à trame tubulaire.

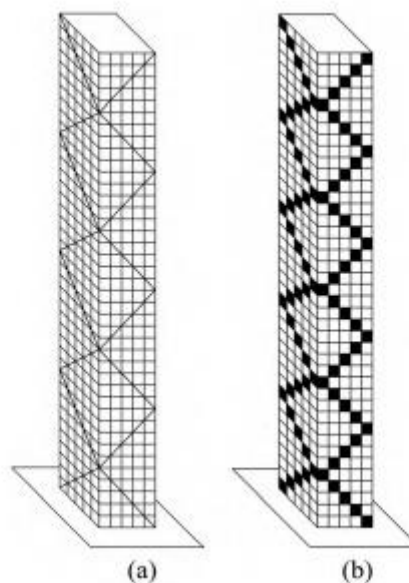


Figure 68: système de tube en treillis: (a) en acier ou en composite, (b) en béton armé<sup>73</sup>

<sup>72</sup> Tall Buildings – 20 Structural Systems and Aerodynamic – Page 78

<sup>73</sup> Tall Buildings – 20 Structural Systems and Aerodynamic – Page 84

## Système de tubes groupés

Les systèmes de tubes groupés sont une combinaison de plus d'un tube (tube encadrée et / ou treillis de tube) agissant ensemble comme un seul tube (Figure 43). Parmi les avantages de ce système : la sécurisation de l'architecture libéré grâce à la possibilité de créer des tubes de différentes hauteurs dans le système ; la réalisation de bâtiment encore plus haut.

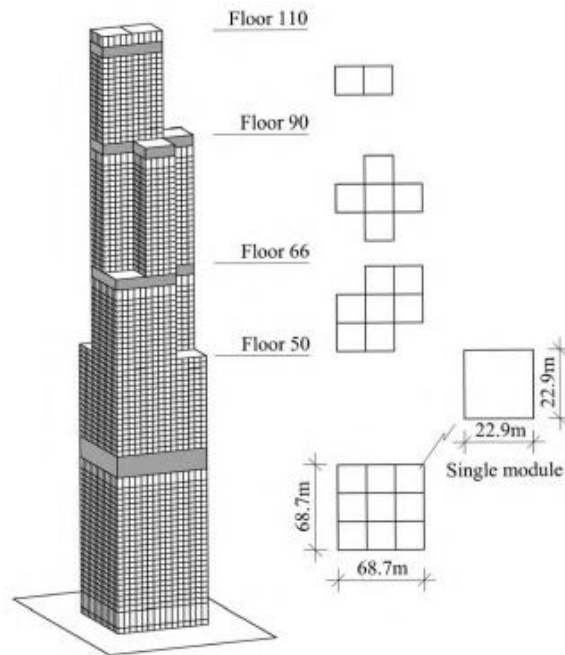


Figure 69: Willis Tower, Chicago, USA, 1974<sup>74</sup>

### Le tube dans le tube :

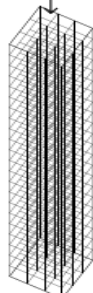

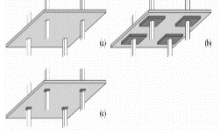

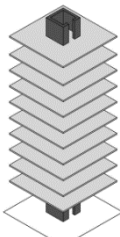

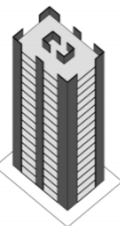

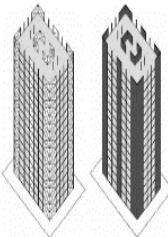

Ce système combine la rigidité du périmètre encadrée avec un ensemble de murs raides et le noyau interne en béton armé. Structuellement, cet arrangement agit d'une manière similaire au système de mur de contreventement, mais sera beaucoup plus robuste en raison de la forte résistance latérale du tube externe.

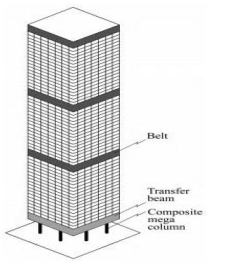

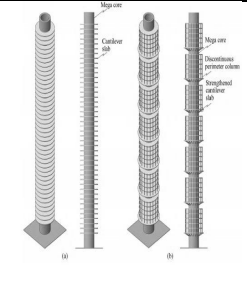

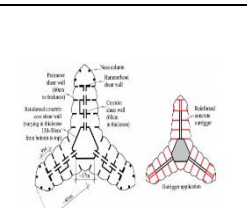

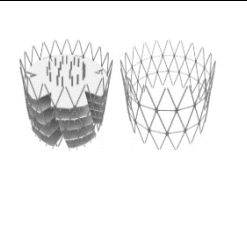

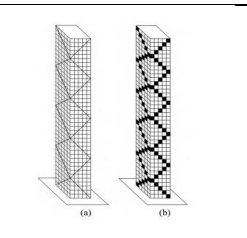

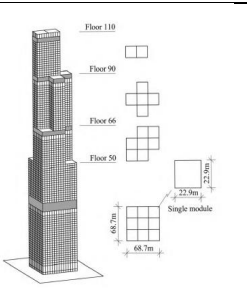

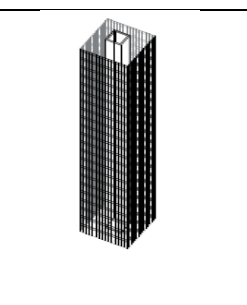



Figure 70: système du tube dans le tube (schéma)<sup>75</sup>

<sup>74</sup> Tall Buildings – 20 Structural Systems and Aerodynamic – Page 88

**Tableau récapitulatif des structures gratte-ciel :**

<p>Infrastructure</p>	<p>Fondation profonde</p>	<p>Type de pieux</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pieux battus</li> <li>- Pieux à tube battu</li> <li>- Pieux forés</li> <li>- Gros pieux</li> <li>- Barrettes</li> <li>- Pieux à âme d'acier</li> <li>- Pieux à tarière continue</li> <li>- Micropieux</li> <li>- Pieux particuliers</li> <li>- Pieux vérinés</li> </ul>	
<p>Superstructure</p>	<p>Structure interne</p>	<p>Type de structure</p>	<p>Schéma explicatif</p>	<p>Exemples</p>
		<p>Système de trame rigide</p>		
		<p>Système de plaque</p>		
		<p>Noyau central</p>		
		<p>Système de mur porteur</p>		
<p>Système de trame contreventé</p>				

superstructure	Structure interne	Méga colonne		
		Méga noyau central		
		Système de trame en console		
	Structure externe	Système de trame tubulaire		
		Système de tube en treillis		
		Système de tube groupé		
		Le tube dans le tube		

## **Les structures tridimensionnelles :**

### **Définition :**

Les structures tridimensionnelles sont fait à base de métal ; ce sont généralement des parties préfabriquées en usine qui viennent s'attacher entres elles pour constituer des éléments de structure.

Les structures tridimensionnelles appartiennent à la famille des structures spatiales, rappelons que cette dernière a comme principe de base l'élaboration de toutes portées sans appuis intermédiaires, en utilisant leur forme, la répartition de leurs composants dans l'espace, leur mode d'assemblage pour assurer leur stabilité sous l'effet de sollicitations extérieures, à commencer par la gravité

La structure tridimensionnelle Peut être divisée en 3 parties :

- La forme « Barres constituants selon une géométrie particulière. »
- Les nœuds qui représentent les liants de la structure
- Les nappes qui sont formé de barre et de nœuds pour former un élément stable près à être assemblé comme élément partielle de la structure en elle-même



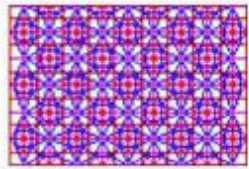
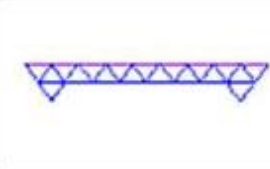
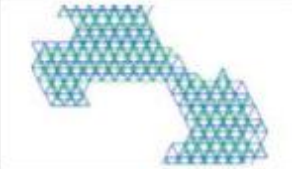
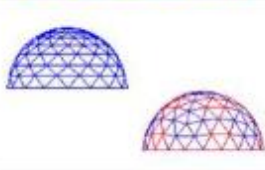
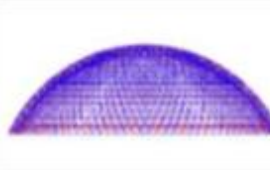
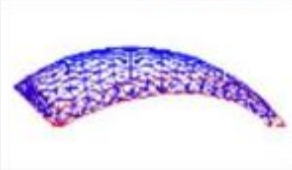

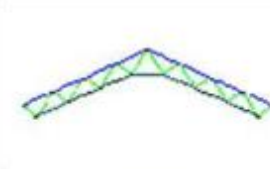
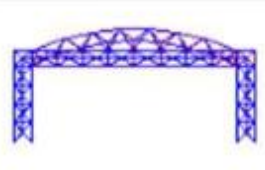
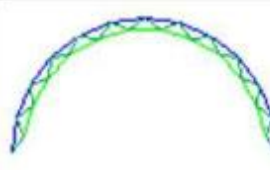
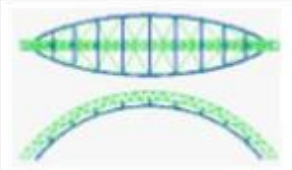
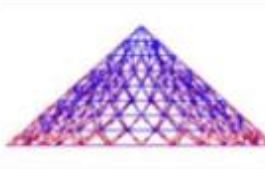
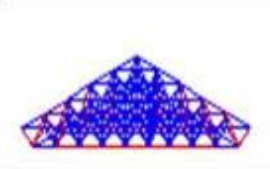
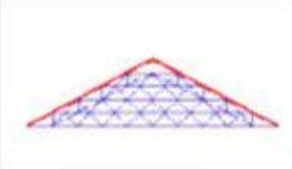


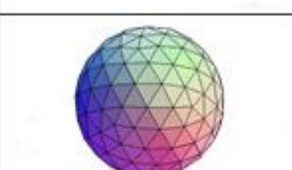
### **Caractéristiques :**

La Structure Tridimensionnelle est un produit avec des qualités bien différenciées par rapport à un autre type de structures :

- Leur capacité à franchir l'espace
- La stabilité semble ne pas dépendre du pied d'appuis
- Elles sont indéformable et automorphes
- L'extrême économie de matière
- Un haut degré hyperstatique qui provoque une grande facilité pour une flexible disposition des supports, la séquence de montage et démontage
- Légèreté par rapport aux autres types de structures
- Possibilités de grandes portées
- Esthétique des éléments qui y interviennent « des tubes cylindriques et des sphères et des superficies que l'on peut obtenir
- Un haut degré d'hyperstatique qui provoque une grande facilité pour:
- Une flexible disposition des supports, la séquence de montage et démontage et un favorable comportement face aux incendies ou à des actions sismiques.

- Une légèreté de poids par rapport à autres types de structures.
- Possibilité de grandes portées.
- Esthétique pour les éléments qu'y interviennent (des tubes cylindriques et des sphères) et pour les superficies que l'on peut obtenir.
- Excellente transportabilité pour être tous les éléments facilement entassables.

### Type de structure tridimensionnelle :

<b>Structures Planes</b>			
<b>Dômes</b>			
<b>Doubles pentes</b>			
<b>Structures Voûtées</b>			
<b>Pyramides et Cônes</b>			
<b>Structure géodésique</b>			

*Figure 71: type de structure tridimensionnelle*

### Assemblage des structures tridimensionnelles :

On peut distinguer les systèmes à membrures tubulaires et nœud d'assemblage sphérique plein (Méro, Krupp), à nœud d'assemblage sphérique creux (Sphérobot), à nœud mécanosoudé (Tridi 2000), les systèmes à modules pyramidaux (Space Decks, Unibat, Pyramitec), des systèmes d'assemblage pour mégastructures (Tridimatec), et autres systèmes faisant partiellement appel à la soudure sur chantier (SDC).

D'autres systèmes exploitent les propriétés d'autres matériaux comme l'aluminium (Triodetic)



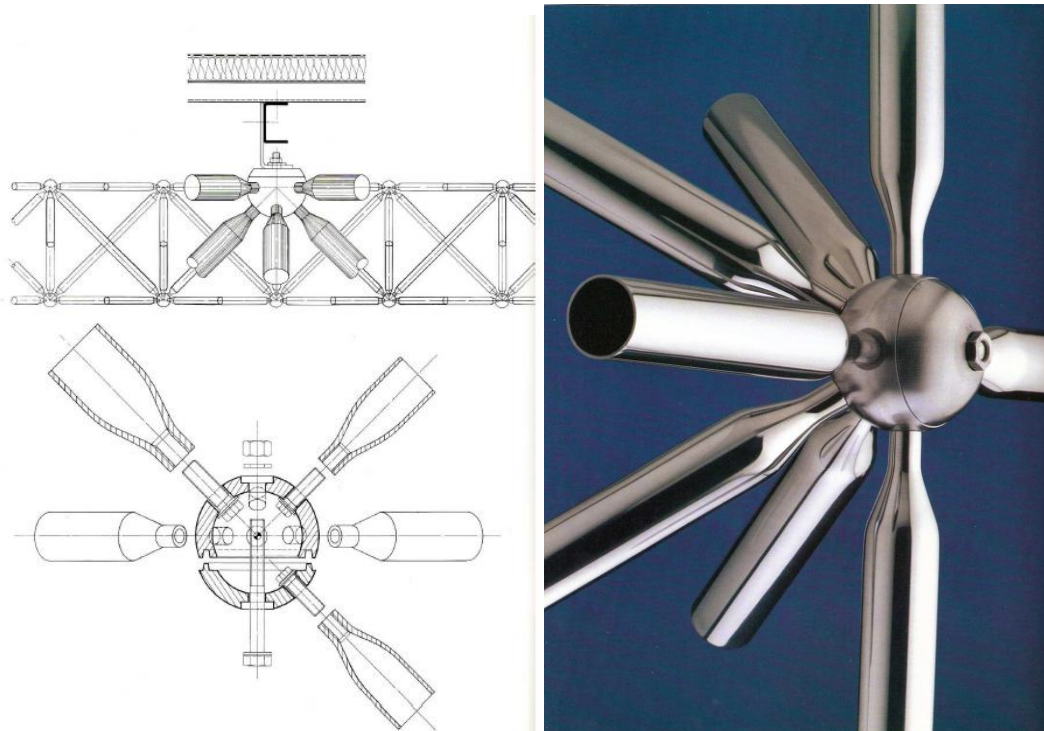


Figure 72: exemple d'assemblage sphérique creux "produit par sphérobot"

**Les détails de construction :**

Il est impossible de montrer tous les détails d'une structure spatiale; selon le type d'assemblage, les détails seront souvent très différents. De plus, chaque fabricant a sa propre conception, et ses propres standards de fabrication. Ensuite, chaque projet a ses spécificités, et chaque architecte ses propres volontés.

Les plans et schémas ci-après sont donc des détails fréquemment rencontrés dans le cas de structures tridimensionnelles classiques, à nœud d'assemblage sphérique.

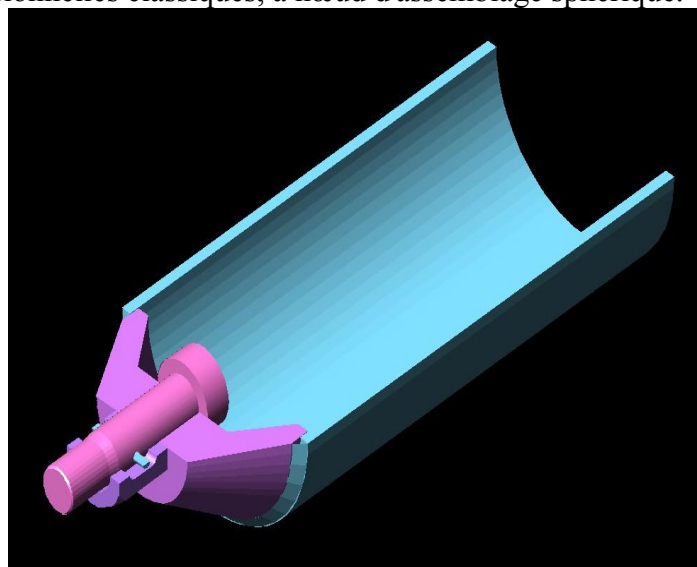


Figure 73: connexion d'une membrure tubulaire sur nœud sphérique

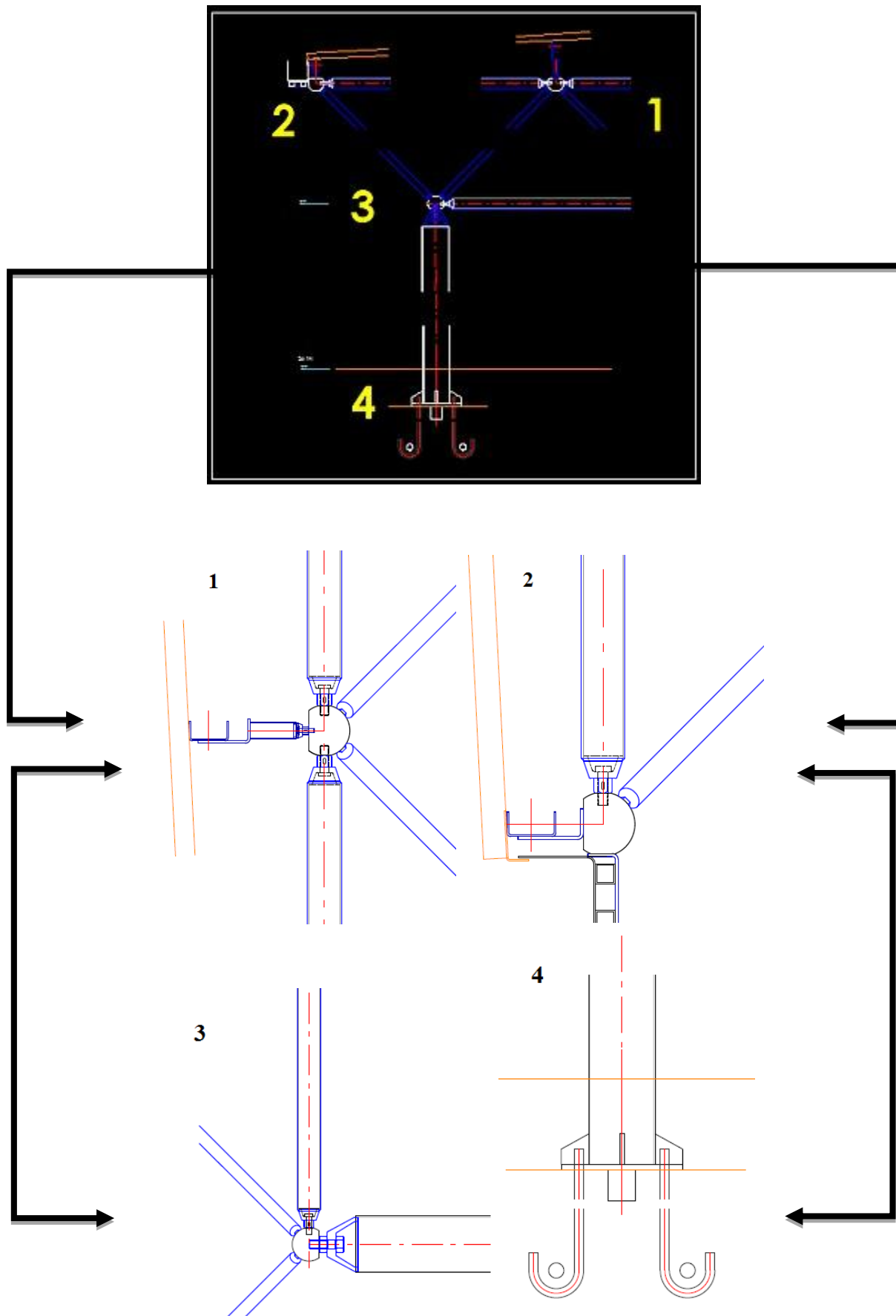


Figure 74: schéma explicatif de connexion de membrure tubulaire sur nœuds sphériques

### Avantages et inconvénients des structures tridimensionnelles :

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Très grande souplesse architecturale</li><li>- Plus compétitive</li><li>- Plus performante</li><li>- Propreté du chantier</li><li>- Absence de traitement chimique</li><li>- Très grand confort généra</li><li>- Murs peu épais</li><li>- Tolérances serrées dimensionnelles de fabrication</li><li>- Fondations réduites</li><li>- Absence d'inertie thermique</li><li>- Facilité d'extension des constructions</li><li>- Bonne résistance aux tremblements de terre</li><li>- Absence de rayonnement radioactif</li><li>- Respect total de l'environnement</li><li>- Protection contre la foudre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- difficulté de conception,</li><li>- difficulté de construction main d'œuvre expérimenté requise de plus la mise en œuvre des barres d'acier dans des climats chaud est très difficile a appliqué notant que l'acier peut se dilater de 5 à 10 cm dans une température ambiante de 40°C</li><li>- difficulté de couverture des surfaces.</li><li>- Le cout très élevé surtout dans les pays non industrialisé comme en Algérie</li></ul>

Enfin la structure tridimensionnelle est une solution architectonique avec des qualités très différenciées en ce qui concerne un autre type de structures.

Cette catégorie de charpente est appropriée aussi bien pour des petits auvents décoratifs pour son esthétique que pour des constructions de grandes portées pour sa grande résistance.

## Les planchers :

Aujourd'hui les nouvelles technologies touchent de manière très technique le domaine des planchers offrant un amalgame de type de plancher utilisé selon l'espace la fonction et le besoin.

### Définition :

Un plancher, dans le domaine du bâtiment, est un ouvrage de charpente de menuiserie ou de maçonnerie, tout ou partie en bois, en fer ou en béton, formant une plate-forme horizontale au rez-de-chaussée ou une séparation entre les étages d'une construction. Sa sous-face est appelée plafond<sup>76</sup>

### Type de planchers :

#### Système Cofradal 200 :

Ce système de dalle préfabriquée pour plancher convient aux immeubles de bureaux et à usage industriel léger, ainsi que pour les bâtiments à usage d'habitation. Les éléments de dalle ont une largeur de 600 mm et l'épaisseur du plancher est habituellement de 200 mm.

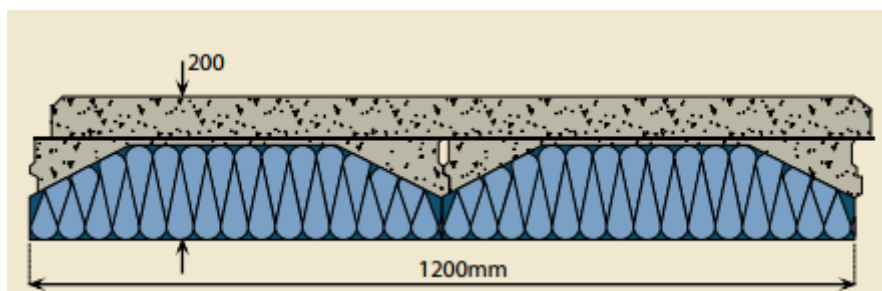


Figure 75: élémets d'une dalle Cofradal

Ce système est composé d'éléments de dalle mixtes acier/béton préfabriqués en usine. 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.

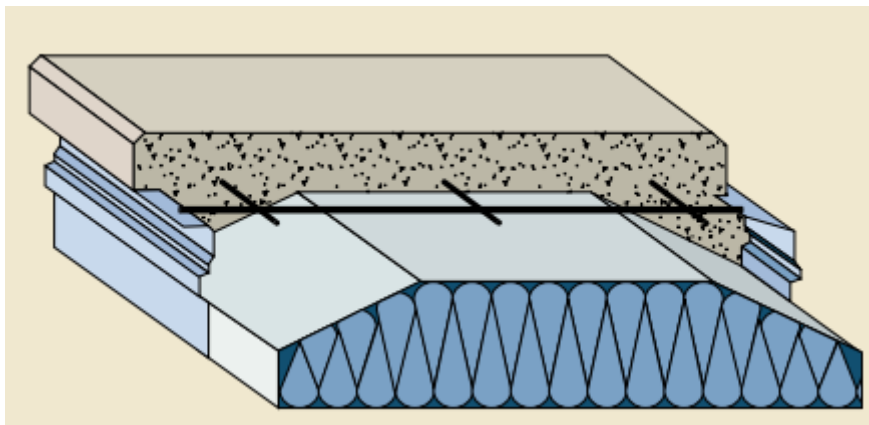


Figure 76: schéma constitutif d'une dalle cofradal

Le système Cofradal 200 est basé sur l'utilisation de tôles profilées en acier galvanisé comportant un remplissage de laine minérale. La laine minérale assure l'isolation thermique entre les niveaux, si nécessaire, l'isolation acoustique, et une résistance incendie atteignant 120 minutes.

<sup>76</sup> Le petit Robert, Edition 2014



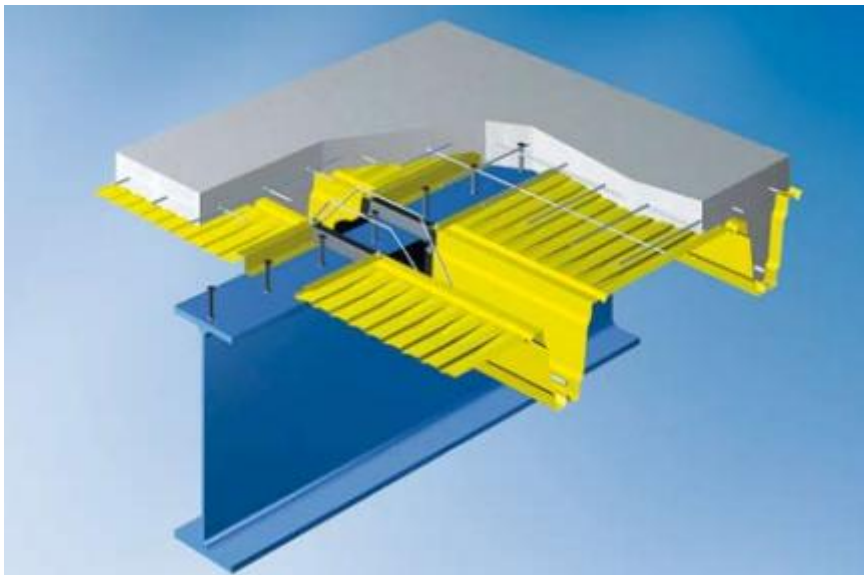
*Figure 77: exemple d'utilisation d'une dalle cofradal*

Avantage :

- Essentiellement une technologie de construction préfabriquée “sèche”.
- Peut convenir à des portées atteignant les 10m.
- Système à grande portée, compétitif par rapport aux systèmes de dalles alvéolaires.
- Excellente isolation acoustique.
- Système de construction léger par rapport au béton armé.

#### **Système Hoesch Additive Floor :**

Le système Hoesch Additive Floor 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.



*Figure 78: schema d'un plancher type Hoesch Additive Floor*

Tout type de poutres mixtes peut être choisi, par ex. profilés en I laminés à chaud, poutres alvéolaires etc..., utilisant des poutres principales et secondaires ou uniquement des poutres

principales. La dalle de compression en béton est dimensionnée selon l'épaisseur nécessaire pour l'action mixte des poutres.



Figure 79: exemple d'utilisation d'une dalle type Haesch additive floor

Avantage :

- 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.

#### **Système Slimline :**

C'est système de plancher à dalles préfabriqués en béton appelé Slimline, constitué de poutres parallèles en acier noyées dans une dalle en sous-face et d'un plancher supérieur (amovible). La sous-face de la dalle est apparente. L'objectif est de séparer les éléments structuraux des équipements techniques, et d'offrir une plus grande flexibilité dans le dimensionnement et la fonctionnalité des bâtiments, tout en réduisant les coûts de construction

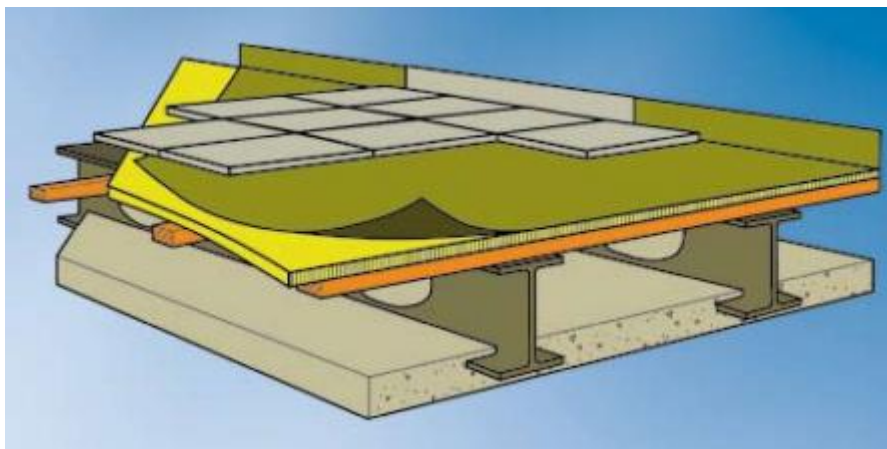


Figure 80: schéma d'un plancher slimline

Ce système facilite l'installation des équipements techniques et s'est avéré économique par rapport aux méthodes de construction traditionnelles



Figure 81: exemple d'utilisation d'un plancher Slimline

Avantage :

- Système de construction sèche sur chantier.
- Apportée atteignant les 20m.
- Réduction de la hauteur d'étage, car un plafond suspendu n'est pas nécessaire.
- Facilité d'installation et de maintenance des équipements techniques.
- Réalisation de portées plus longues qu'avec une construction en béton.
- La performance thermique contribue à la régulation des températures intérieures.

#### **Slimdek :**

Slimdek est un système de 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. La semelle supérieure du profilé comporte des reliefs "larmés" obtenus au laminage et collabore avec l'enrobage de béton sans nécessiter l'ajout de connecteurs. Les tôles profilées sont positionnées entre les semelles inférieures des poutres et supportent la dalle ainsi que les autres charges exercées pendant la construction.

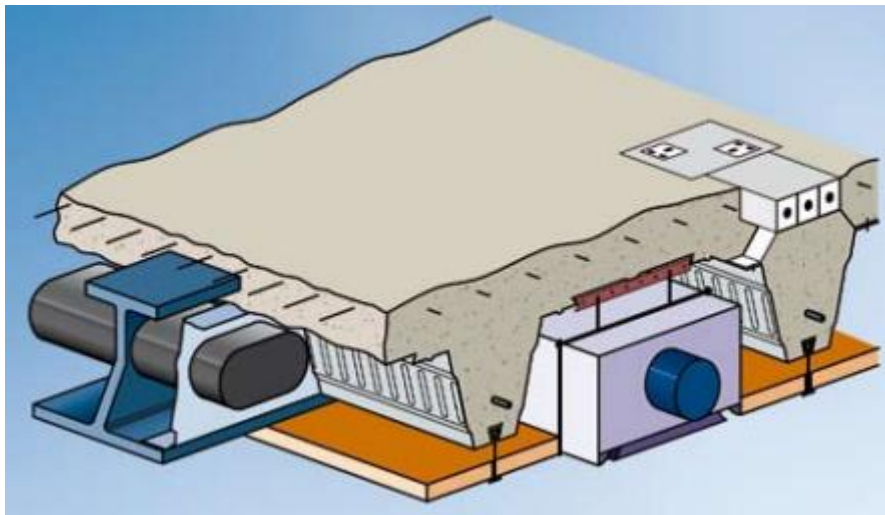


Figure 82: schéma d'un plancher type Slimdek

Les équipements techniques peuvent être intégrés en pratiquant des ouvertures oblongues dans les âmes des poutres, et en positionnant les gaines entre les nervures des tôles.



Figure 83: exemple d'utilisation d'un plancher Slimdek

Avantage :

- Faible épaisseur de plancher - permettant une réduction de la hauteur totale du bâtiment et une économie de parements. La sous face virtuellement plane facilite l'installation des équipements techniques et permet une flexibilité dans le positionnement des cloisons intérieures.
- Protection incendie inhérente de 60 minutes sans protection supplémentaire.
- Des ouvertures régulières peuvent être ménagées entre les nervures des tôles pour les équipements techniques.

#### Dalle alvéolaire :

Les dalles alvéolées sont des éléments rectangulaires en béton précontraint posées jointement et assemblées par un clavetage béton, formant ainsi le plancher fini.

C'est une dalle comportant des vides de forme cylindrique sur toute la longueur de la dalle.

L'alvéole est enrobée en béton (on parle sinon de dalle nervurée).

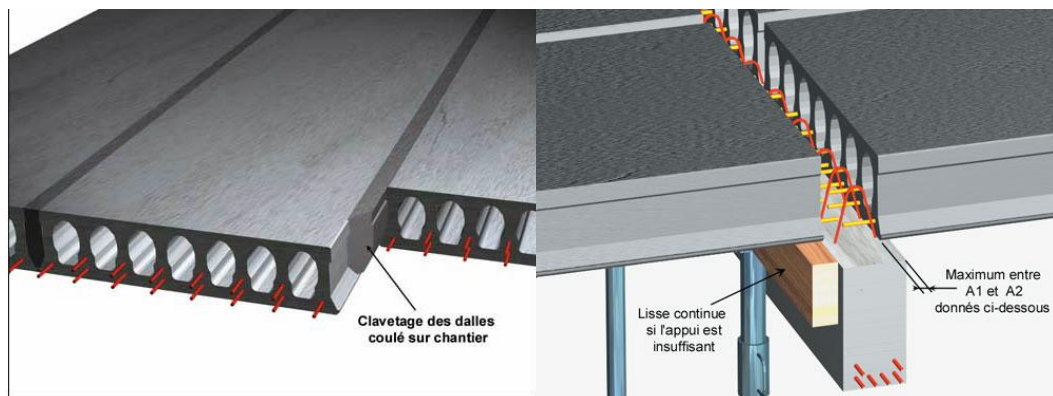
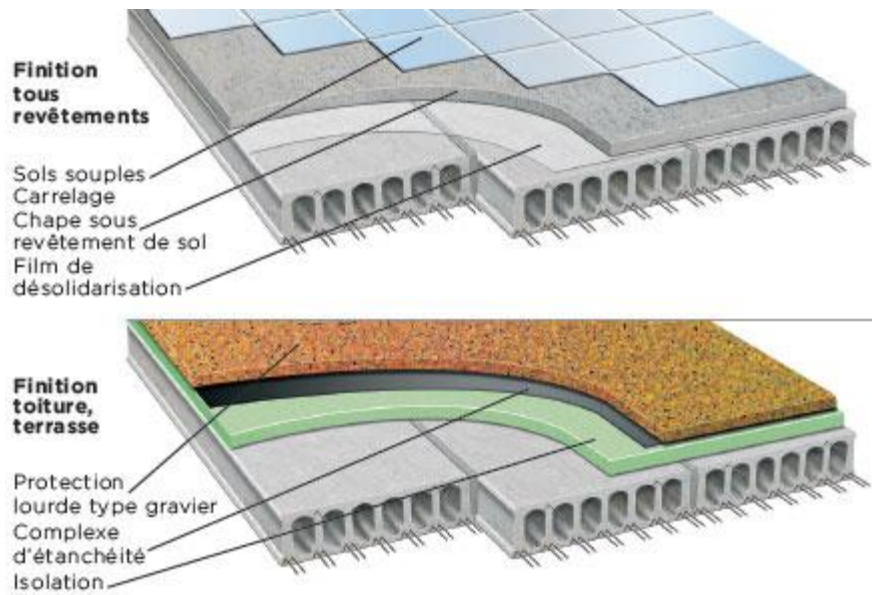


Figure 84: schéma d'une dalle alvéolaire

Epaisseur	20 cm	26 cm	30 cm	35 cm
Portée	9 m	13 m	14 m	15 m

Tableau 6: tableau des portées des dalles alvéolaires





*Figure 85: schéma explicatif des dalles alvéolaires fini*

Avantage :

- Vitesse d'exécution rapide
- Portée atteignant les 15 m



*Figure 86: exemple d'utilisation de dalle alvéolaire*

### Dalle pleine :

Un plancher en béton armé peut varier 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.

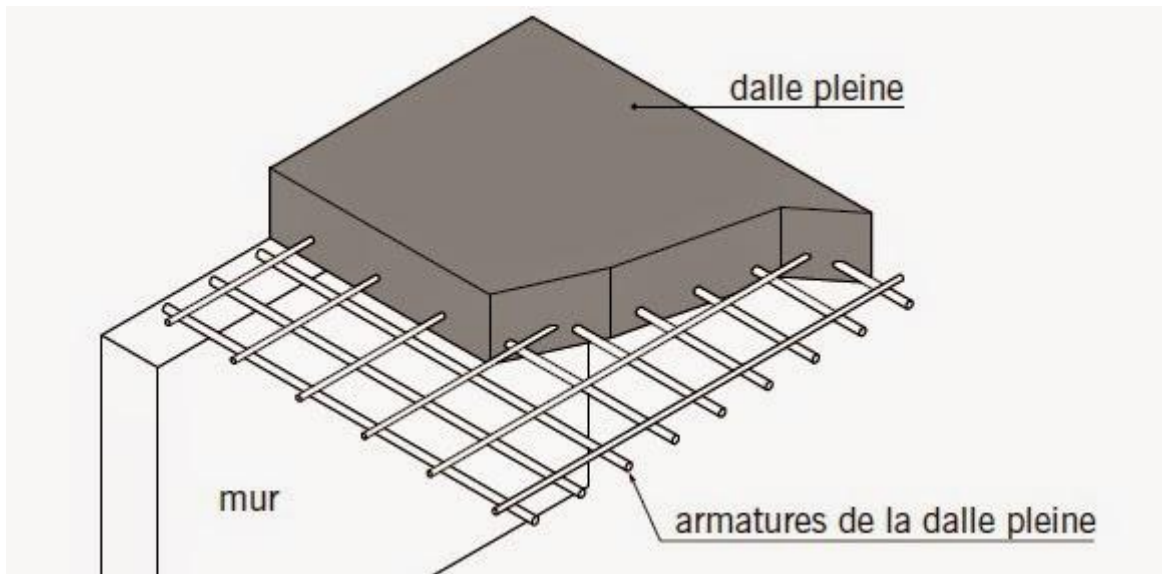


Figure 87: schéma d'un plancher type dalle pleine

### Pré-dimensionnement d'un plancher en dalle pleine :

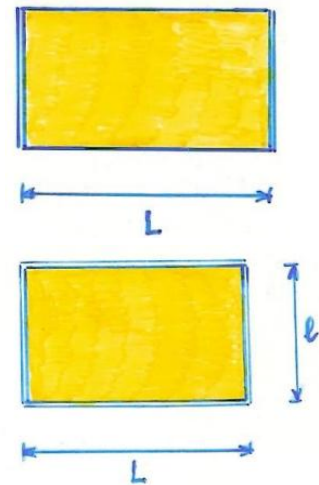
- Dalle pleine appuyée sur 1 côté :  
 $e = L/12$
- Dalle pleine appuyée sur 2 cotés :  
 $e = L/30$
- Dalle pleine appuyée sur 4 cotés :  
 $e = (L+l)/100$

Avec :

$L$  = grande portée du plancher

$l$  = petite portée du plancher

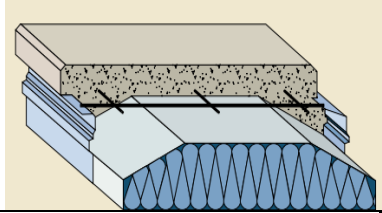
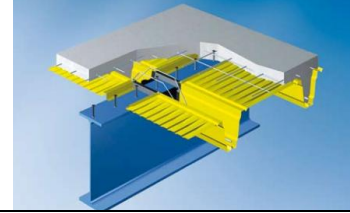
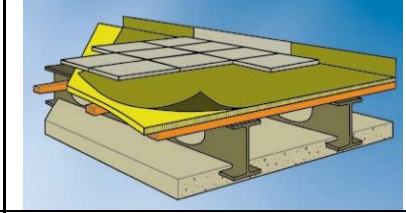



$e$  = épaisseur de la dalle en béton



Avantage :

- Appuis sur 3 ou 4 cotés
- Forme quelconque
- Portée pouvant atteindre les 10 m

**Tableau récapitulatif des types de plancher :**

Type de plancher	Système Cofradal 200	Système Hoesch Additive Floor	Système Slimline
Schéma explicatif			
Définition	<p>Ce système est composé d'éléments de dalle mixtes acier/béton préfabriqués en usine. 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.</p>	<p>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>	<p>constitué de poutres parallèles en acier noyées dans une dalle en sous-face et d'un plancher supérieur (amovible). La sous-face de la dalle est apparente. L'objectif est de séparer les éléments structuraux des équipements techniques, et d'offrir une plus grande flexibilité dans le dimensionnement et la fonctionnalité des bâtiments, tout en réduisant les coûts de construction</p>
Exemple d'utilisation			
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Essentiellement une technologie de construction préfabriquée "sèche".</li> <li>- Peut convenir à des portées atteignant les 10m.</li> <li>- Système à grande portée, compétitif par rapport aux systèmes de dalles alvéolaires.</li> <li>- Excellente isolation acoustique.</li> <li>- Système de construction léger par rapport au béton armé.</li> <li>- Portée atteignant les 10m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portées de dalles atteignant 15 m sans étayage pendant la phase de construction.</li> <li>- Poids propre de la dalle comparativement faible.</li> <li>- La dalle n'affecte pas l'action mixte des poutres.</li> <li>- Epaisseur de plancher réduite grâce au positionnement des tôles en acier entre les poutres.</li> <li>- Les tôles en acier assurent un appui partiel empêchant le déversement des poutres pendant la construction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de construction sèche sur chantier.</li> <li>- Apportée atteignant les 20m.</li> <li>- Réduction de la hauteur d'étage, car un plafond suspendu n'est pas nécessaire.</li> <li>- Facilité d'installation et de maintenance des équipements techniques.</li> <li>- Réalisation de portées plus longues qu'avec une construction en béton.</li> <li>- La performance thermique contribue à la régulation des températures intérieures.</li> </ul>
Type de plancher	Système Slimdek	Dalle alvéolaire	Dalle pleine

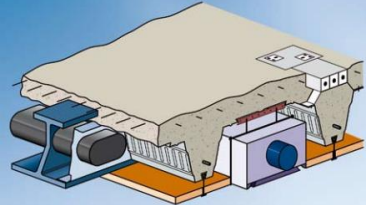
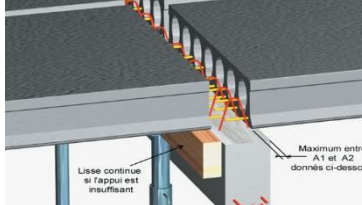
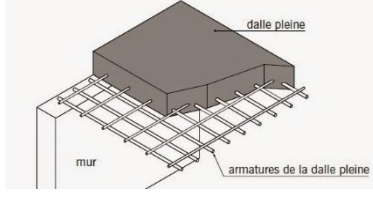



<p><b>Schéma explicatif</b></p>			
<p><b>Définition</b></p>	<p>Slimdek est un système de plancher de faible épaisseur composé de poutres asymétriques supportant des dalles mixtes comportant des tôles en acier à ondes profondes. Les profilés sont des poutres en acier laminées à chaud avec une semelle inférieure plus large que la semelle supérieure</p>	<p>Sont des éléments rectangulaires en béton précontraint posées jointement et assemblées par un clavetage béton, formant ainsi le plancher fini. C'est une dalle comportant des vides de forme cylindrique sur toute la longueur de la dalle. L'alvéole est enrobée en béton (on parle sinon de dalle nervurée).</p>	<p>Un plancher en béton armé peut varier 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.</p>
<p><b>Exemple d'utilisation</b></p>			
<p><b>Avantages</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible épaisseur de plancher permettant une réduction de la hauteur totale du bâtiment et une économie de parements.</li> <li>- Protection incendie inhérente de 60 minutes sans protection supplémentaire.</li> <li>- Des ouvertures régulières peuvent être ménagées entre les nervures des tôles pour les équipements techniques.</li> <li>- Facilité d'installation des équipements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vitesse d'exécution rapide</li> <li>- Portée atteignant les 15 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de construction sèche sur chantier.</li> <li>- Apportée atteignant les 20m.</li> <li>- Réduction de la hauteur d'étage, car un plafond suspendu n'est pas nécessaire.</li> <li>- Facilité d'installation et de maintenance des équipements techniques.</li> <li>- Réalisation de portées plus longues qu'avec une construction en béton.</li> <li>- La performance thermique contribue à la régulation des températures intérieures.</li> </ul>

Tableau 7: récapitulatif des types de planchers

### L'aspect service et corps d'état secondaire

L'une des célèbres phrases de Mies Van der Rohe fut « God is in detail », cette expression nous renseigne sur la difficulté de la création ou chaque élément doit satisfaire ce pourquoi il a été établie et par la suite au système global auquel il participe de manière direct ou indirect. Les immeubles à grande hauteur nécessitent un amas de détails de par leur hauteur et densité humaine au mètre carré cela conditionne la réussite ou non du projet.

Dans le chapitre suivant nous allons aborder les systèmes de façade adoptés, les systèmes d'évacuation, le système HVAC et les circulations verticales

### **b.1. Façade : Murs rideaux**

Par définition le mur rideau représente tout mur extérieur non porteur constituant l'enveloppe extérieure du bâtiment, cette dernière s'attache à un cadre structurel extérieur qui reprend les charges dues à son propre poids d'une part mais aussi aux charges extérieures tel que le vent et le séisme tout en étant indépendant du système de structure primaire du bâtiment.

L'utilisation des façades vitrées à l'encontre des façades en maçonnerie représente un saut qualitatif dans la perception de l'espace du dedans au dehors mais aussi du dehors vers le dedans. L'évolution technologique a donné à cette dernière une connotation positive et une valeur sociale synonyme de progrès.

#### **Conception d'une façade vitrée dans un immeuble à grande hauteur :**

Comment un bâtiment répond à son environnement ? Quel est le degré de performance énergétique d'un bâtiment ? Comment le bâtiment est perçu par la société ? ..... L'ensemble de ces questionnements convergent en majeure partie vers la façade et l'enveloppe extérieure d'un bâtiment

La conception de cet élément doit englober de multiples paramètres et se doit être une réponse aux questions suivantes :

- Climat : pour quel climat va-t-elle être conçue ?
- Énergie : quel est le but énergétique établie ?
- Orientation : comment l'orientation peut influencer sur le rendement énergétique du bâtiment ?
- Ventilation naturelle : Les fenêtres peuvent être ouvertes ou non ?
- Sécurité
- Régularité
- Facteur régional

#### **Les systèmes de murs rideaux**

Il existe deux principaux systèmes utilisés de nos jours :

- **Système Stick** : ce système représente la première génération des murs rideaux il se compose d'une ossature d'aluminium autoportante livrée en pièces détachées et assemblée sur place de ce fait elle nécessite une main d'œuvre importante ce facteur influe de manière significative la durée et la qualité du produit fini



*Figure 88: Systeme stick utilisé a Lever House building<sup>77</sup> (Dave Parker, 2013)*

<sup>77</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 267

- **Système Unitized**

Ce système se base entièrement sur la production de panneau préfabriqué en usine ce qui permet un meilleur control de la qualité ils sont constitués d'une ossature en aluminium autoportante, l'assemblage sur chantier se fait à l'aide de moyen de levage mécanique.



*Figure 89: Système Unitized employé dans le One World Trade Center<sup>78</sup>*

Toutefois il existe un troisième système il allie le premier et le second ; un système hybride dans lequel on utilise une structure de mur rideau traditionnel sur laquelle on assemble des panneaux fabriqués en usine.

### **Les nouveaux systèmes de murs rideaux**

Le mur rideau moderne n'est plus qu'une simple enveloppe passive qui a pour seul fonction l'isolement du dedans au dehors tout en filtrant les rayons du soleil, l'avènement de multiples technologies tel que les cellules photos voltaïques , les verres à haute performance<sup>79</sup> , matériaux intelligents et tant d'autres ont métamorphosé cet élément qui devient un système appart entière capable d'interagir avec le système global de la tour a une première échelle, et a une seconde a son environnement immédiat.

De nos jours deux principales approches sont en cours de développement :

- **L'isolement total**

Elle consiste à créer une barrière hermétique et étanche à l'extérieur de sorte qu'il y est un minimum de perte d'énergie pour réduire au mieux la demande des occupants en matière de chauffage, climatisation ...cette approche est appliqué essentiellement en Europe.

---

<sup>78</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 267

<sup>79</sup> Voir chapitre nouvelles technologies en Architecture page ....



*Figure 90: système d'isolement total<sup>80</sup>*

- **L'utilisation des flux d'énergie**

Cette approche se focalise sur le système de tirage de flux d'énergie depuis l'environnement et les utiliser là où la nécessité l'oblige.

L'incorporation des flux énergétique de l'environnement tel que le thermal, le soleil et le vent permet au système de façade de garder le bâtiment dans des niveaux de performances énergétique très appréciable.

---

<sup>80</sup>Dave Parker, A. W. (2013). The Tall Buildings Reference Book, Routledge. Page 275



*Figure 91 Technologies développées par CASE système de tirage de flux d'énergie<sup>81</sup>*

## **b.2. Façade à double peau**

Elle se compose de deux entités distinctes tout en étant incluse dans un seul système « façade extérieur et Intérieur », ces deux dernières sont séparées par une couche d'air d'une épaisseur donnée lui conférant une capacité de déphasages thermique.

<sup>81</sup>Dave Parker, A. W. (2013). The Tall Buildings Reference Book, Routledge. Page 276



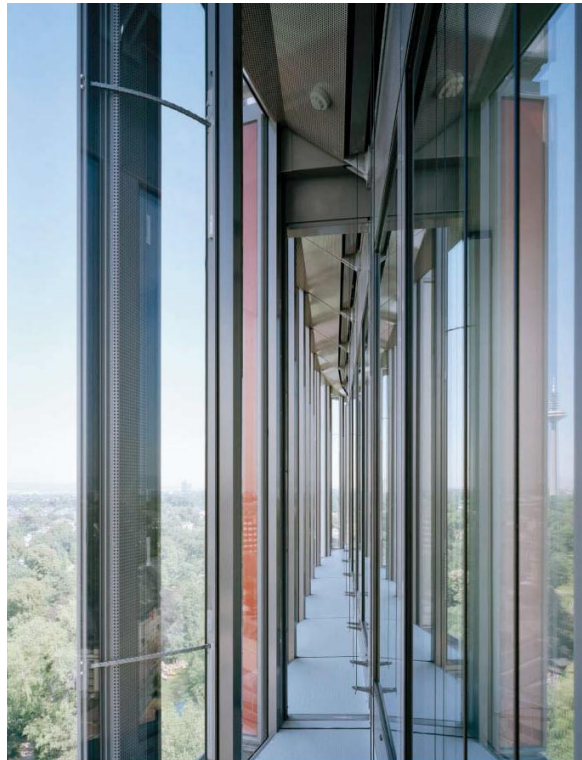


Figure 92: vue intérieur d'une façade à double peau Westarkade building in Frankfurt am Main, Germany.<sup>82</sup>

Le fonctionnement de cette couche d'air conditionne les résultats de ce déphasage, l'ouverture non contrôlée d'une fenêtre sur la façade intérieure peut induire un inconfort c'est pourquoi il est essentiel d'étudier l'effet aérodynamique de l'air dans cette couche.

La façade à double peau offre de multiples avantages spécialement sur la question du confort thermique et le cout de la vie quotidienne des occupants mais en contrepartie le cout de la construction et d'entretien du bâtiment augmente.

Il est a noté que la façade à double peau représente une réelle solution pour les bâtiments à grande hauteur ou l'incorporation de fenêtre en contact direct avec l'extérieur peut induire a des problèmes d'ordre fonctionnel d'une part mais aussi technique « pressurisation du bâtiment » cela est due en majeure partie à la vitesse du vent, le gradient thermique « effet de sussions » et différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur.

### **b.3. Sécurité anti-incendie et évacuation d'urgence**

L'incendie représente le plus grand danger pour la sécurité des occupants dans les immeubles à grande hauteur ce pourquoi il est essentiel de sécuriser le bâtiment et de développer des approches de lutes contres ces phénomènes.

La sécurité anti incendie développe deux axes principaux le premier assurer la sécurité des occupants et en second temps préserver l'aspect matériel et économique du bâtiment lui-même.

---

<sup>82</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 281

Sécurité des occupants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer aux occupants en danger la possibilité de s'échapper</li> <li>• Assurer aux occupants qui ne sont pas en danger la possibilité de s'échapper avant qu'ils ne le soient</li> <li>• Assurer aux personnes chargées de la lutte contre le feu et le sauvetage des personnes en danger la possibilité de se mouvoir dans le bâtiment</li> <li>• Assurer aux sauveteurs la possibilité d'évacuer le bâtiment</li> <li>• Assurer que les gens à l'extérieur du bâtiment ou dans les bâtiments voisins soient en sécurité</li> </ul>
Préservation économique du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiter les pertes matérielles</li> <li>• Limiter la perte indirecte telle que le temps d'arrêt</li> <li>• Empêcher la perception négative de l'immeuble, ses propriétaires ou de ses locataires.</li> <li>• Empêcher la perception négative de la ville ou de l'État où est situé le bâtiment</li> </ul>

Figure 93: Objectifs de la sécurité anti-incendie dans les IGH<sup>83</sup>

### L'évacuation dans les bâtiments à grande hauteurs

Les évacuations dans les IGH représentent l'élément principal dans la protection des occupants contre les incendies cela étant dit elles assurent aussi la sécurité dans des événements extraordinaires qui mettent en péril les usagers « attaques terroristes, séisme ... ».

La conception de ces évacuations est sujette à trois principales approches :

- L'évacuation simultanée
- L'évacuation progressive
- Défendre sur place

L'évacuation simultanée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les occupants sont priés de quitter le bâtiment en même temps. En conséquence, il est souvent considéré que cela conduira à la plus courte durée globale d'évacuation.</li> </ul>
-------------------------	---

<sup>83</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 294 traité par l'auteur

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cette solution n'est pas adaptée aux bâtiments à grande hauteur car elle nécessite de très grandes voies d'évacuation pour éviter l'encombrement.</li> <li>• Les occupants qui sont en danger immédiat dans les environs de l'incendie ne sont pas prioritaires sur ceux qui peuvent être beaucoup plus éloigné du feu et non en danger.</li> <li>• Un grand nombre d'occupants peuvent être évacués, même si le danger du feu est contenu ou est faible.</li> <li>• Les actions des intervenants d'urgence doivent attendre pour l'évacuation soit pratiquement terminée.</li> </ul>
L'évacuation progressive	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les occupants les plus en danger (typiquement ceux sur le même étage que le feu et les planchers adjacents) sont chargés d'évacuer en premier.</li> <li>• Les occupants à distance de l'incident sont soit avisés du danger potentiel afin qu'ils puissent se préparer à évacuer, ou ils ne sont pas informés de l'incident du tout.</li> <li>• Une fois les occupants en danger sont loin du risque d'incendie, les occupants les plus proches commencent prochaine évacuation ainsi de suite à travers l'ensemble du bâtiment.</li> <li>• L'approche progressive garantit que la priorité d'évacuation est donnée aux personnes les plus en danger.</li> <li>• Dans les situations où le risque d'incendie est résolu, l'évacuation peut être arrêtée, veiller à ce que les pertes commerciales inutiles sont limitées.</li> <li>• La taille d'itinéraire d'évacuation peut être basées sur un plus petit nombre d'occupants comparé à la première approche, assurer une plus grande efficacité.</li> <li>• Les actions des intervenants d'urgence peuvent être coordonnées avec les besoins des occupants d'évacuation.</li> <li>• La gestion et la formation des occupants est nécessaire pour assurer l'évacuation progressive de manière efficace et sans heurts.</li> <li>• Le temps global d'évacuation peut être très long et prolongé, demandant un examen spécial de l'effondrement du bâtiment.</li> </ul>
Défendre sur place	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seuls les occupants en danger sont évacués, seulement ceux dans le compartiment d'incendie où le feu est détecté, et les occupants sur le même étage peut être laissé en place.</li> <li>• Pas d'autres occupants de l'immeuble sont mis au courant de l'incendie ou évacués.</li> <li>• Utilisation intensive de compartiment de petites tailles est nécessaire pour limiter le risque de propagation d'incendie ou de fumées qui affectent les autres occupants.</li> <li>• Les dispositions de l'itinéraire d'évacuation peuvent être minimisées.</li> <li>• Les intervenants d'urgence peuvent mener leurs activités sans compromettre l'évacuation des occupants.</li> </ul>

Figure 94: Approches de conception des évacuations<sup>84</sup>

L'évacuation simultanée n'est pas adaptée aux bâtiments à grande hauteur spécialement d'un point de vue économique « surface utile devient minime comparé aux surfaces de services », pour cette raison les deux autres approches l'évacuation progressive et défendre sur place constituent des meilleures stratégies pour la conception des sorties de secours dans les IGH. Pour concevoir ces dernières il est essentiel de prendre conscience des phases de l'évacuation qui peuvent être schématisé dans l'illustration ci dessous :

<sup>84</sup> Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 295 traité par l'auteur

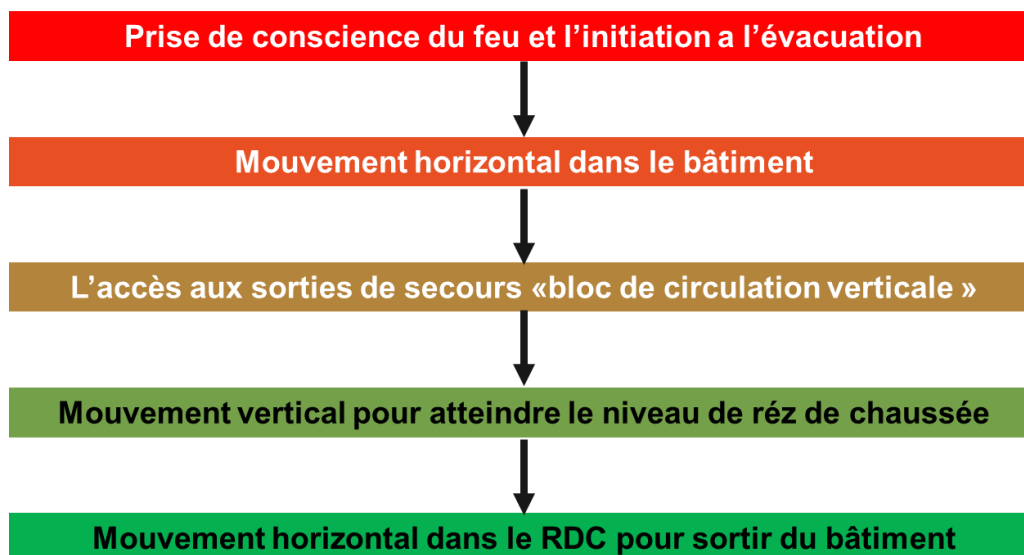


Figure 95: Phases d'évacuation d'un IGH

Chaque phase nécessite une durée, la durée totale représente le temps d'évacuation, cette durée est réglementée et calculée de sorte que le bâtiment soit entièrement évacué

	La durée maximale pour l'évacuation des occupants		
	Jusqu'à 50 niveaux	Entre 50-100 niveaux	Plus de 100 niveaux
Conçue suivant l'approche simultanée	30 minutes	30 minutes	30 minutes
Conçue suivant l'approche progressive	60 minutes	90 minutes	90 minutes

Figure 96: La durée maximale pour l'évacuation des occupants<sup>85</sup>

Pour respecter ces durées d'évacuation le choix des moyens de circulation est essentiel. Les escaliers traditionnels restent la solution éprouvée et testée ceci dit dans les grattes ciel ces derniers ne peuvent assurer la durée maximale qu'est admise pour l'évacuation de ce fait on use d'autres moyens et d'autres stratégies tel que les ascenseurs et les niveaux coupe-feu

Nombre d'étages du bâtiment	fonction du bâtiment	Utilisation des ascenseurs dans les évacuations
Jusqu'à 50 étages	Bureaux	X
	Hôtel	-
	Résidentiel	-
	Espace public	X
Entre 50 et 70 étages	Bureaux	X

<sup>85</sup> Alternative evacuation design solutions for high-rise buildings', *The Structural Design of Tall and Special Buildings*. Page 491 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tal.412/pdf>

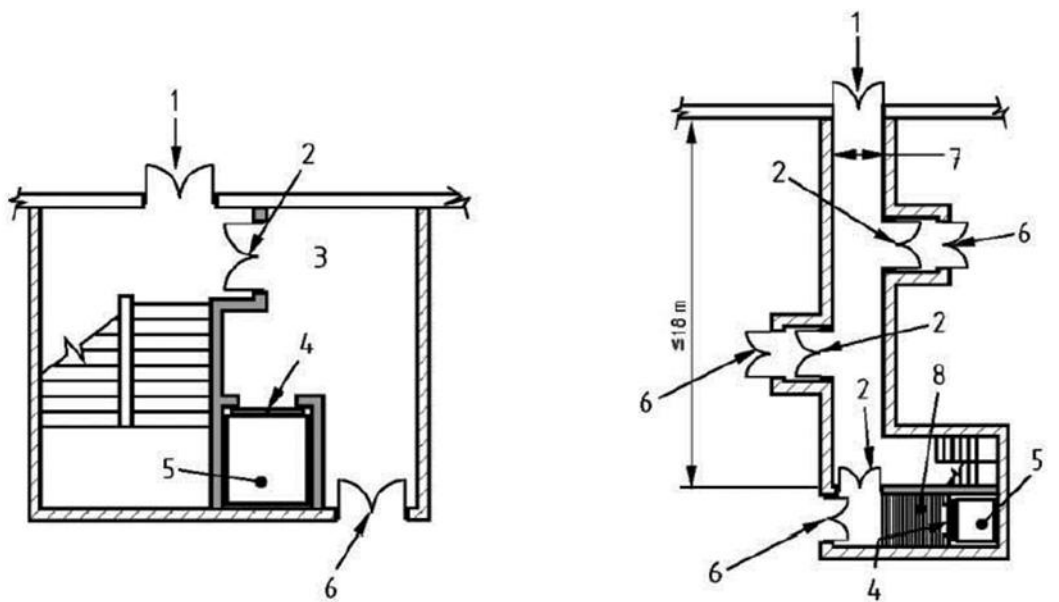
	Hôtel	X
	Résidentiel	X
	Espace public	+
Entre 70 et 100 étages	Bureaux	X
	Hôtel	X
	Résidentiel	+
	Espace public	+
Plus de 100 étages	Bureaux	+
	Hôtel	+
	Résidentiel	+
	Espace public	+
- : les ascenseurs n'offrent pas un bénéfice palpable dans l'évacuation	X : Les ascenseurs sont intéressants dans le processus d'évacuation	+ : Les ascenseurs sont nécessaire au processus d'évacuation

Figure 97: Utilisation des ascenseurs comme évacuation<sup>86</sup>

### Fire fighting core « Noyau de lutte contre l'incendie »

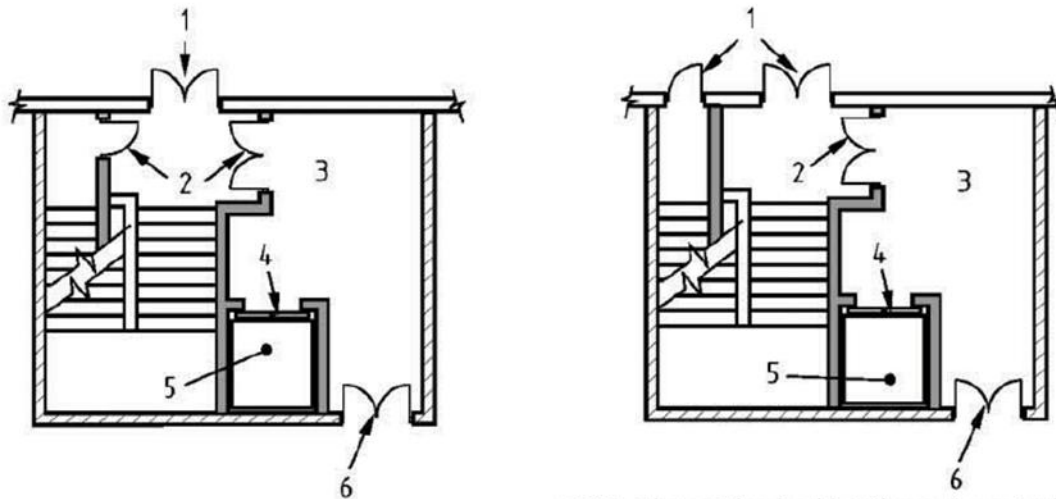
Le noyau de lutte contre l'incendie doit comprendre les escaliers, un ascenseur anti incendie tout étant connecté à un hall munie d'une protection pare-feu d'une durée minimal de 120 minutes.

<sup>86</sup>Alternative evacuation design solutions for high-rise buildings', *The Structural Design of Tall and Special Buildings*. Page 494 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tal.412/pdf>



i) Access directly from open air  
a) Fire and rescue service access at lowest storey

ii) Access via a corridor



i) Access to basement via stair to upper storeys

b) Fire and rescue service access directly from open air ground level in a building with basements

NOTE The corridor should not be used as a circulation space.

1- L'accès pour les secours

2- Porte coupe-feu avec une résistance au feu de 30 min avec joint anti fumée

3- Hall lutte contre l'incendie


4- Porte coupe-feu avec une résistance au feu de 30 min sans joint de fumée

5- Ascenseur lutte contre l'incendie

6- Porte coupe-feu avec une résistance au feu de 60 min avec joint de fumée

7- Largeur du couloir de 500 mm, plus large que nécessaire pour les moyens d'évacuation

8- Point de rassemblement pour les sauveteurs (minimum 5 m<sup>2</sup>)

 Résistance au feu de 1 h minimum des deux côtés


 Résistance au feu d'au moins 2 h de l'extérieur de l'incendie et 1 h de l'intérieur de l'incendie

Figure 98: disposition du noyau de lutte contre l'incendie<sup>87</sup>

<sup>87</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 304

## Control des fumés

La conception des noyaux de lutte anti incendie leur permet de résister au feu cela étant dit il existe un autre danger celui de la fumée cette dernière peut transformer ce système obsolète et inutilisable

L'activité des pompiers lors des sauvetages peut entraîner l'introduction de quantité importante de fumée dans le noyau qui se doit être un endroit sûr non seulement pour les gens qui évacuent mais aussi pour les pompiers.

Dans ce schéma là il existe deux principales techniques pour assurer la non propagation de la fumée dans ce système

- La première : traditionnelle basée sur **l'utilisation de sas** entre l'étage courant et le noyau de lutte anti incendie
- La deuxième : Nouvelle génération basée sur **le principe de la pressurisation** du noyau de lutte anti incendie

## b.4. Système HVAC

HVAC est un sigle anglais qui désigne « Heating, Ventilation and Air Conditioning » ; dans les bâtiments à grande hauteur la ventilation le chauffage et la climatisation nécessite un système mécanique comparé à un bâtiment normal ou les systèmes naturels peuvent satisfaire amplement ces processus

### Ventilation

La ventilation dans les bâtiments à grande hauteur pose un problème de taille cela est due à la vitesse du vent qui augmente avec la hauteur du bâtiment, la pression de l'air est proportionnelle à la vitesse au carré. Ainsi, si la vitesse du vent à 300 mètres est deux fois celle trouvée en dessous de 30 mètres, la pression de l'air agissant sur les grilles de ventilation à 300 mètres serait quatre fois celle à 30 mètres. Dans la conception de la ventilation, les effets néfastes de cette haute pression doivent être considérés pour l'emplacement des grilles d'admission ou d'échappement

Cette pression est accentuée sur les bords du bâtiment ce pourquoi il faut éviter d'y placer les grilles de ventilation

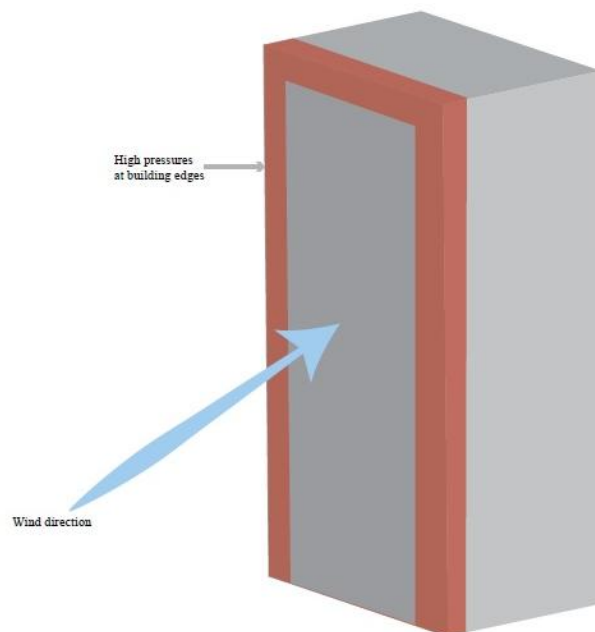


Figure 99: Zones sous haute pression<sup>88</sup>

<sup>88</sup>Dave Parker, A. W. (2013). The Tall Buildings Reference Book, Routledge. Page 313

De plus cette différence de pression engendre une différence de température entre l'entrée et la sortie de la conduite d'aération et cet écart crée un phénomène appelé le **Tirage Thermique** ; cette différence de pression engendre des mouvements d'air important à l'intérieur du bâtiment et peuvent induire aux conséquences suivantes :

- Bruit
- Les portes des ascenseurs ne se ferment pas, empêchant le levage des cabines
- Circulation de l'air dans les gaines dédiées aux ascenseurs
- Difficulté dans l'ouverture des portes des halls
- Difficulté pour chauffer les étages inférieur du bâtiment et dans les cas extrême risque de formation de gel
- Perte d'énergie
- Non-fonctionnement de pressurisation des escaliers (le système de sécurité incendie) en raison de pressions différentielles incorrectes, et portes coupe-feu qui sont impossibles à ouvrir
- Inversement des flux d'aération entre extraction et prise d'air
- Entrée très froide
- La constitution de fumées toxiques dans les niveaux du sous-sol

Il existe deux philosophies pour contrecarrer l'effet de tirage thermique

- La boîte hermétique

Cette dernière nécessite une façade haute performance (2 à 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h perméabilité a 50 pa<sup>89</sup>) et de porte qui limite les échanges d'air entre l'intérieur et l'extérieur tel que les portes tambours

Cela étant dit cette technique fait appelle entièrement à la ventilation mécanique

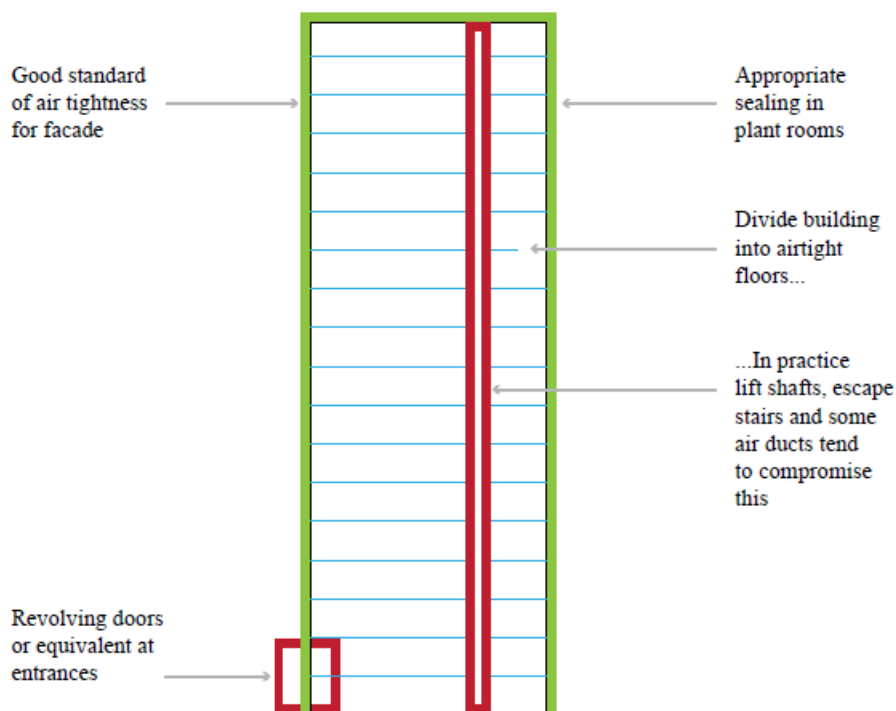


Figure 100: La Boite hermitique<sup>90</sup>

<sup>89</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 314

<sup>90</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 315



- Sections horizontales

Cette solution divise le bâtiment en plusieurs parties suivant des sections horizontales dans le but de réduire le différentiel de pression et donc l'écart thermique

**Distribution de l'air**

Dans les deux cas précédents il est nécessaire d'user de la ventilation mécanique pour assurer le bon fonctionnement du projet pour cela il existe deux systèmes : centralisé et décentralisé

Système centralisé	Système décentralisé
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminue les zones à risque de déclaration de feux et les plans d'évacuation</li> <li>- Élimination de mesures acoustiques et antivibratoires supplémentaires</li> <li>- Atténuation des interférences électromagnétiques</li> <li>- amélioration globale nette à l'efficacité brute</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduit la distance de distribution des conduite et la taille de la colonne montante</li> <li>- Plus de flexibilité</li> <li>- Cout global plus élevé</li> <li>- Maintenance importante</li> </ul>

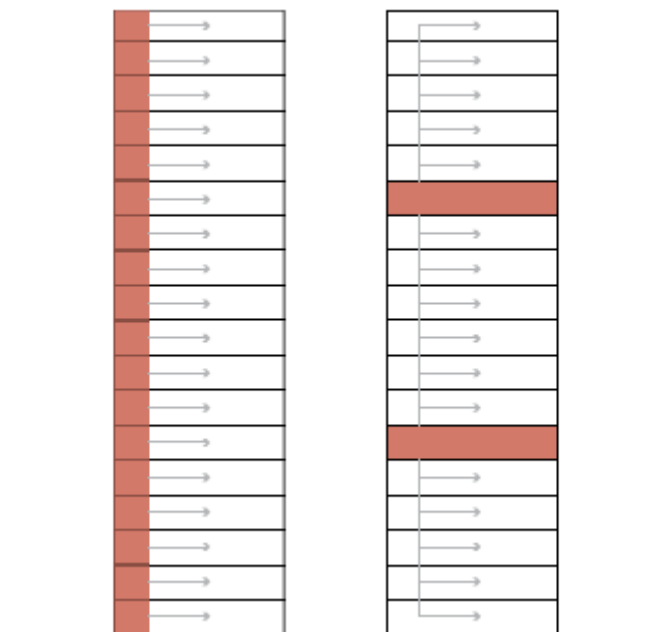


Figure 101: Système décentralisé (à gauche) Système centralisé (à droite)<sup>91</sup>

**b.5. Circulation verticale**

Pour chaque bâtiment la circulation représente un réseau essentiel pour son fonctionnement et sa capacité au répondre aux besoins des utilisateurs. Dans les bâtiments traditionnels l'usage des escaliers comme moyen de se mouvoir à la verticale dans le bâtiment réponds a un besoin donné et constitue une solution efficiente au problème.

Dans les bâtiments à grande hauteur les circulations verticales représentent un aspect vital de la construction. Il existe plusieurs solutions parmi elle :

- **Système double Deck :**

<sup>91</sup>Dave Parker, A. W. (2013). The Tall Buildings Reference Book, Routledge. Page 320



*Figure 102: Ascenseur double Deck system<sup>92</sup>*

Un ascenseur avec deux cabines accolées, l'une au-dessus de l'autre. Cela permet passagers sur deux étages consécutifs pour pouvoir utiliser l'ascenseur en même temps, augmenter de façon significative la capacité de passagers d'une cage d'ascenseur

- **Système double lift same shaft**



*Figure 103: Ascenseur double lift same shaft<sup>93</sup>*

Un ascenseur avec deux cabines indépendante l'une par rapport à l'autre chacune a son propre moteur de levage

#### **b.6. Evacuation des ordures :**

---

<sup>92</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 335

<sup>93</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 335

Dans les immeubles à grande hauteur on parlera, en termes de gestion des déchets, de local à poubelles comme solution adéquate contre la pollution interne du bâtiment, ce dernier doit suivre par ailleurs les normes suivantes :

- Le local doit être clos et ventilé
- Doit être doté de portes permettant une fermeture hermétique
- Doit être doté de parois (mur et sol) imperméables et imputrescibles
- Empêcher l'intrusion des insectes et rongeurs
- Etre doté d'un poste de lavage et d'un système d'évacuation des eaux
- Ne pas communiquer directement avec les locaux affectés à l'habitation, au travail, au remisage de biens des occupants (vélos, poussettes...), à la restauration, ou à la vente de produits alimentaires

Si la configuration de l'immeuble ne permet pas la création d'un local à poubelles, les bacs à ordures peuvent être installés à l'emplacement le moins gênant pour les occupants, un point d'eau et une évacuation des eaux usées doivent alors être aménagée pour permettre de les nettoyer.

## 5- Analyse des exemples

L'architecture est un travail d'accumulation à travers les âges de ce fait la conception de chaque édifice doit se référer d'abord aux différents exemples réalisés précédemment.

Selon cette approche nous avons établi une grille d'analyse selon trois grandes classes :

- Exemples pour le contenu programmatique
- Exemples pour les nouvelles technologies intégrées
- Exemple pour le concept architectural

### 5.1 Pour le contenu programmatique :

Le programme constitue l'essence d'un projet, à lui seule il constitue une réponse à la majorité des besoins ressentis

Dans cette démarche nous avons sélectionné des projets selon leurs appartenances géographiques, pour chaque continent on analysera au moins un exemple.

#### 5.1.1 The Troika Tower


Exemples	The Troika Tower
	
<b>Situation</b>	Kuala Lumpur, Malaysia, Asie
<b>Architecte</b>	Norman Foster & partners
<b>Echelle d'appartenance</b>	International
<b>Surface du terrain</b>	11 620 m <sup>2</sup>
<b>Surface Planchers</b>	199 781 m <sup>2</sup>
<b>Nombre d'étage</b>	R+50, R+40, R+38
<b>Hauteur</b>	204 m
<b>Capacité d'accueil</b>	15 000 personnes
<b>Particularités- innovations</b>	<b>Séparation des fonctions</b>

Tableau 8: Fiche technique Toika Tower<sup>94</sup>

<sup>94</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 438

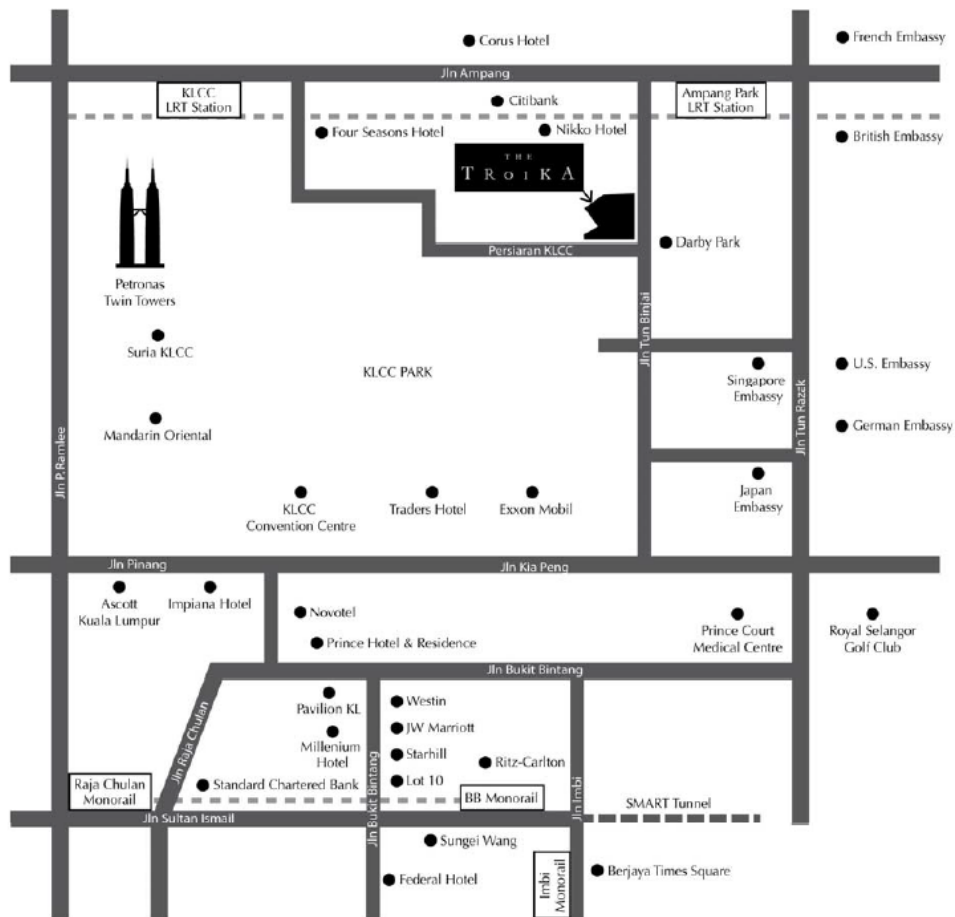


Figure 104: Plan de situation, Troika tower<sup>95</sup>

Situé au nord-est du parc de Kuala Lumpur city center, ce complexe constitué de trois tours reliées entre elles abritant une multitude de fonctions de l'habitat en passant par les commerces, loisirs, hôtellerie, sport et enfin l'affaire.

<sup>95</sup> In web, <http://www.fosterandpartners.com/projects/the-troika/> , 10/02/2016

### 5.1.2 Aqua tower



<b>Exemples</b>	<b>Aqua Tower</b>
	
<b>Situation</b>	<b>Chicago, Etats-Unis</b>
<b>Architecte</b>	<b>Jeanne Gang of Studio Gang Architects</b>
<b>Echelle d'appartenance</b>	<b>Régionale</b>
<b>Surface du terrain</b>	<b>8614 m<sup>2</sup></b>
<b>Surface Planchers</b>	<b>184 936 m<sup>2</sup></b>
<b>Nombre d'étage</b>	<b>R+82</b>
<b>Hauteur</b>	<b>262 m</b>
<b>Capacité d'accueil</b>	<b>12 000 personnes</b>
<b>Particularités- innovations</b>	<b>Fonctions entremêlées</b>

Tableau 9 : Fiche technique Aqua tower<sup>96</sup>

Aqua Tower est un bâtiment à usage mixte de grande hauteur totalisant 81 étages au centre-ville de Chicago qui comprend un hôtel, des appartements, condominiums, parking, commerces et bureaux. Comme une tour «topographique», le bâtiment est conçu pour offrir des vues spécifiques et inattendues selon le point de vue de l'observateur. Les grandes terrasses permettent d'habiter la façade.

<sup>96</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 364

### 5.1.3 Wuhan green land center

<b>Exemples</b>	<b>Wuhan Green land center</b>
	
<b>Situation</b>	<b>China, Wuhan, Asie</b>
<b>Architecte</b>	<b>Adrian Smith &amp; Gordon Gill</b>
<b>Echelle d'appartenance</b>	<b>Régionale</b>
<b>Surface du terrain</b>	<b>18 090,71 m<sup>2</sup></b>
<b>Surface Planchers</b>	<b>303 955 m<sup>2</sup></b>
<b>Nombre d'étage</b>	<b>R+125</b>
<b>Hauteur</b>	<b>606 m</b>
<b>Capacité d'accueil</b>	<b>20 000 personnes</b>
<b>Particularités- innovations</b>	<b>Hiérarchisation des fonctions</b>

*Tableau 10 : Fiche technique Wuhan Green land center*

Le Wuhan Greenland Center est un gratte-ciel de 125 étages en construction à Wuhan en Chine. Il atteindra une hauteur de 636 mètres en 2018. En décembre 2015, la hauteur de la structure est d'environ 180 mètres.

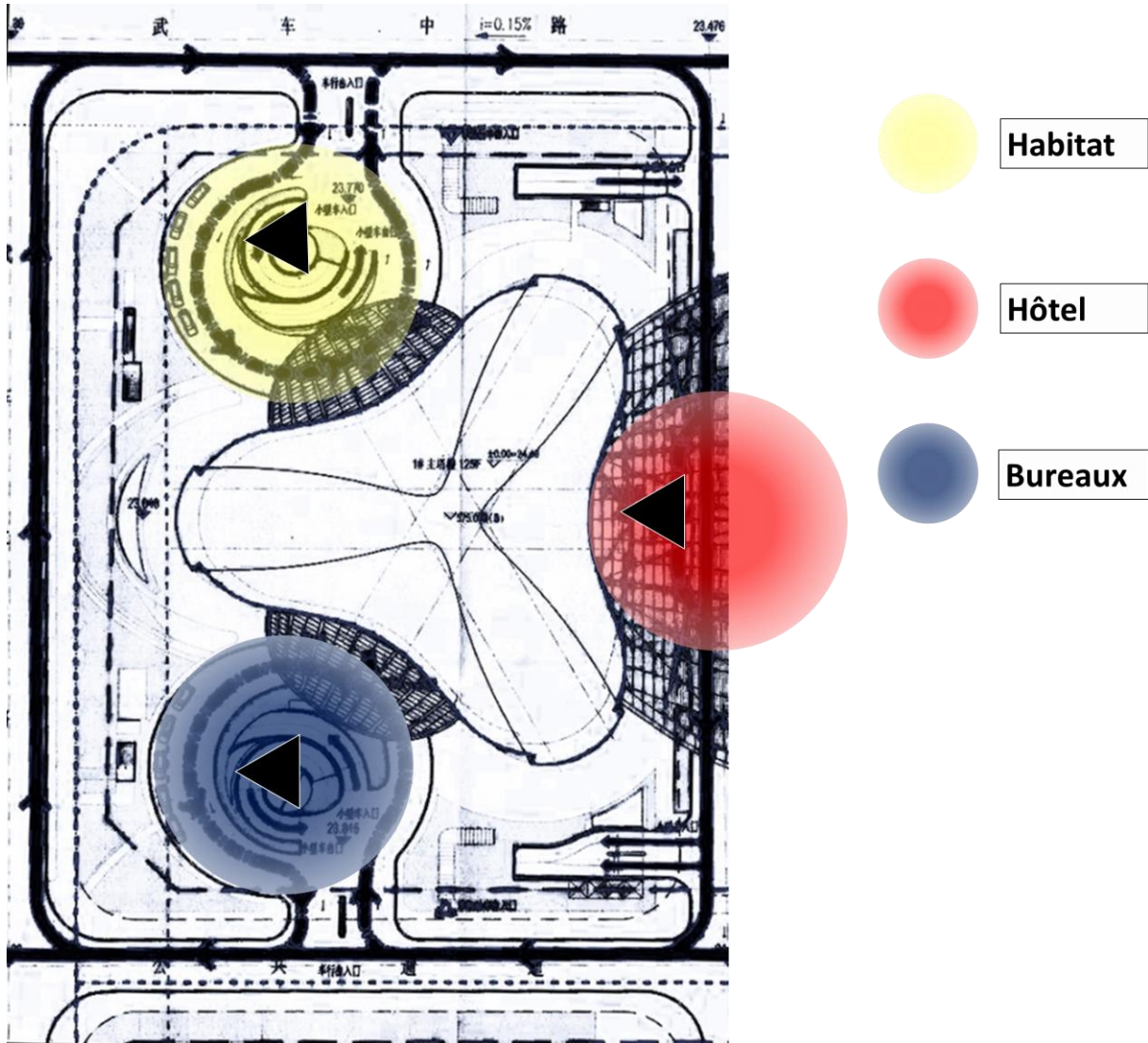


Figure 105: Plan de masse Wuhan greenland center

Wuhan Greenland center présente une hiérarchisation des accès selon la fonction, on en distingue trois indépendants le premier principal se trouvant dans l'axe du terrain concerne le pôle hôtelier ; les deux autres dans un axe à 45° et -45° intègrent les deux autres fonctions qui sont l'habitat et les bureaux



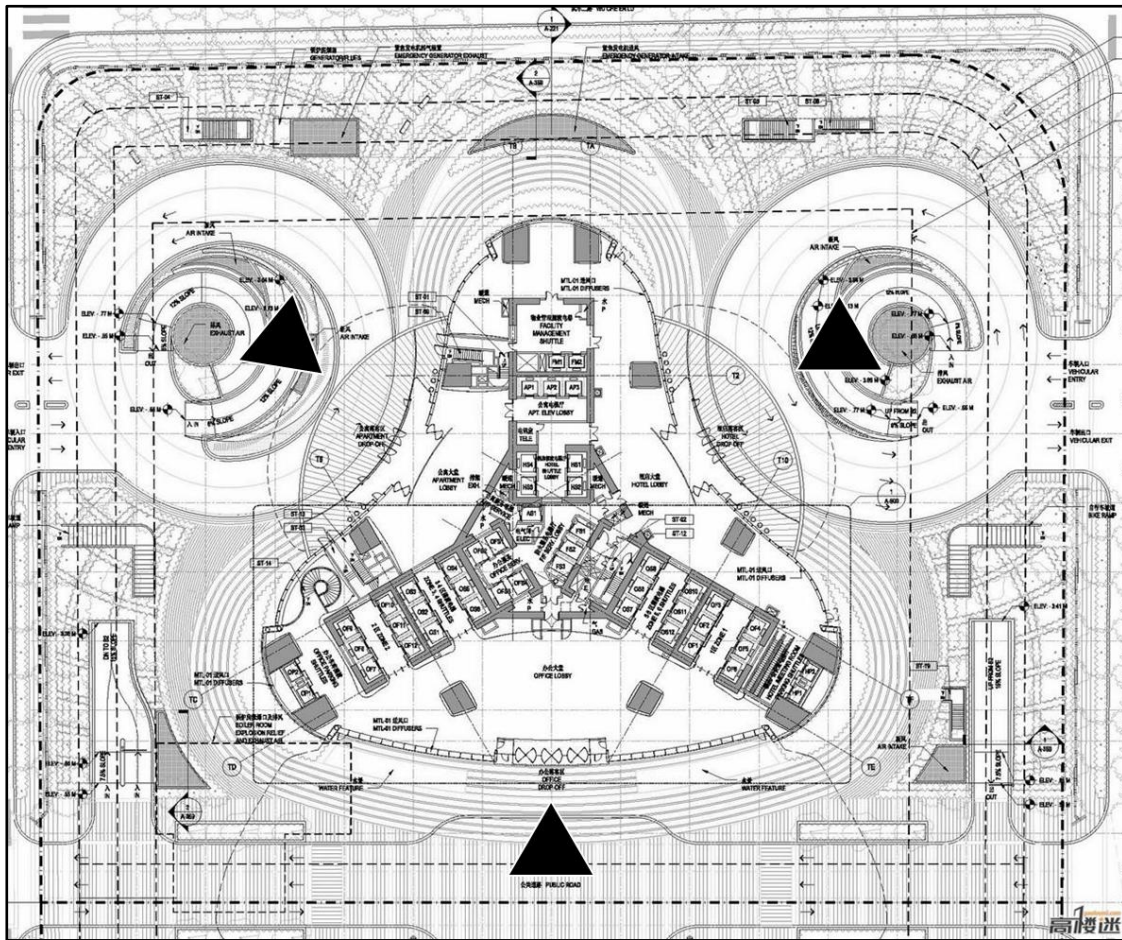


Figure 106 : Plan RDC Wuhan greenland center

Le plan du rez de chaussée explicite cette hiérarchisation on y trouve les trois pôles séparés tout en étant reliés à un seul noyau central dans lequel l'ensemble des circulations verticales sont intégrés

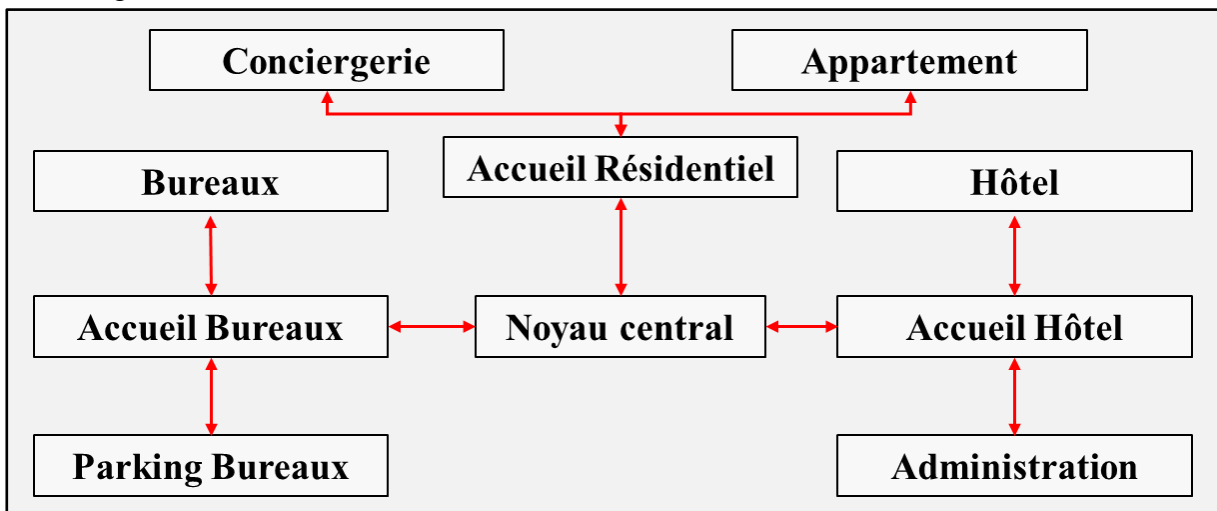
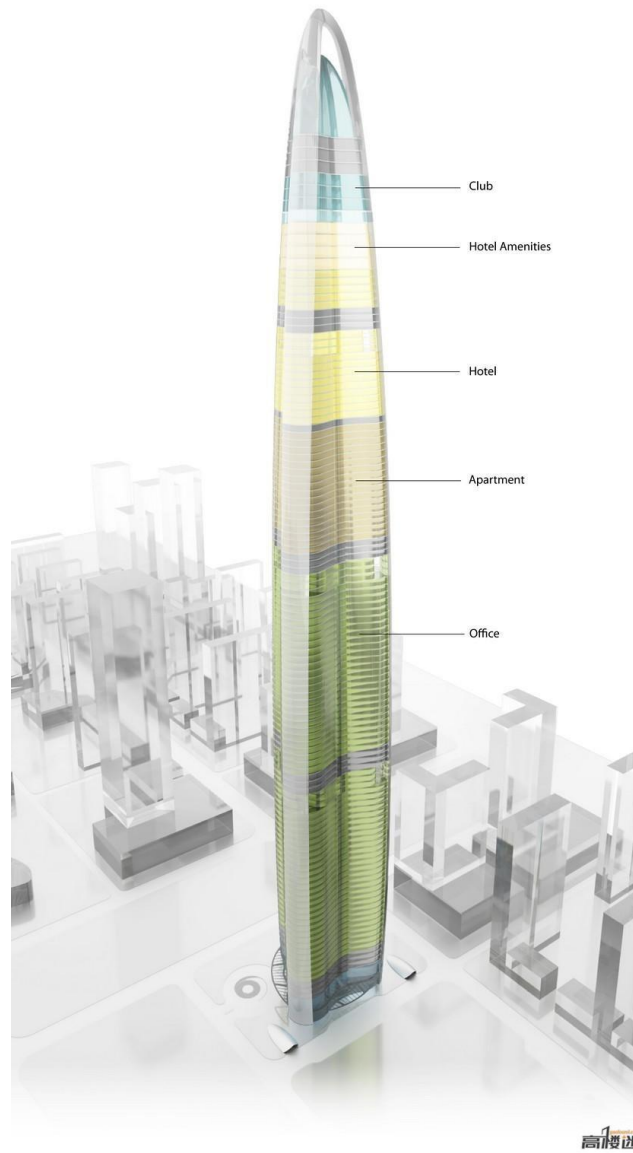


Figure 107: Organigramme fonctionnelle plan RDC

Cette hiérarchisation trouve un écho dans la répartition de ces fonctions en élévation



*Figure 108 : Hiérarchisation des fonctions en élévation*

Le schéma ci-dessus met en évidence les différentes strates composant le bâtiment, cette répartition est sujette à une certaine logique du public vers le privé selon l'accroissement de la hauteur.

### 5.1.4 Etihad Towers


<b>Exemples</b>	<b>Etihad Towers</b>
	
Situation	Abu Dhabi, United Arab Emirates
Architecte	DBI Design Pty Ltd
Echelle d'appartenance	International
<b>Surface Planchers</b>	500 000 m <sup>2</sup>
<b>Surface du terrain</b>	41 854 m <sup>2</sup>
<b>Surface d'emprise du bâtiment</b>	18 905 m <sup>2</sup>
Nombre d'étage	R+74 max
Hauteur	305,3m

Tableau 11 : Fiche technique Etihad Tower

de  
500

Le



Situées à Abou Dabi, aux Émirats arabes unis, les tours Etihad (Etihad Towers) forment un complexe cinq gratte-ciel d'une superficie totale de plus de 000 m<sup>2</sup>. Avec ses 305 mètres de haut et ses 80 étages, la tour 2 (Etihad Tower 2), occupée par des appartements, en est la plus imposante.

plan d'assemblage de l'ensemble s'étale suivant la longueur du terrain, les bâtiments sont orientés de telle sorte à maximiser les vue sur le golf de Dubaï

Figure 109: Plan d'assemblage Etihad tower

Etihad tower offre un large panel de types d'appartements du studio en passant vers le F2, le F3, le F4 , le F5 et le panthouse

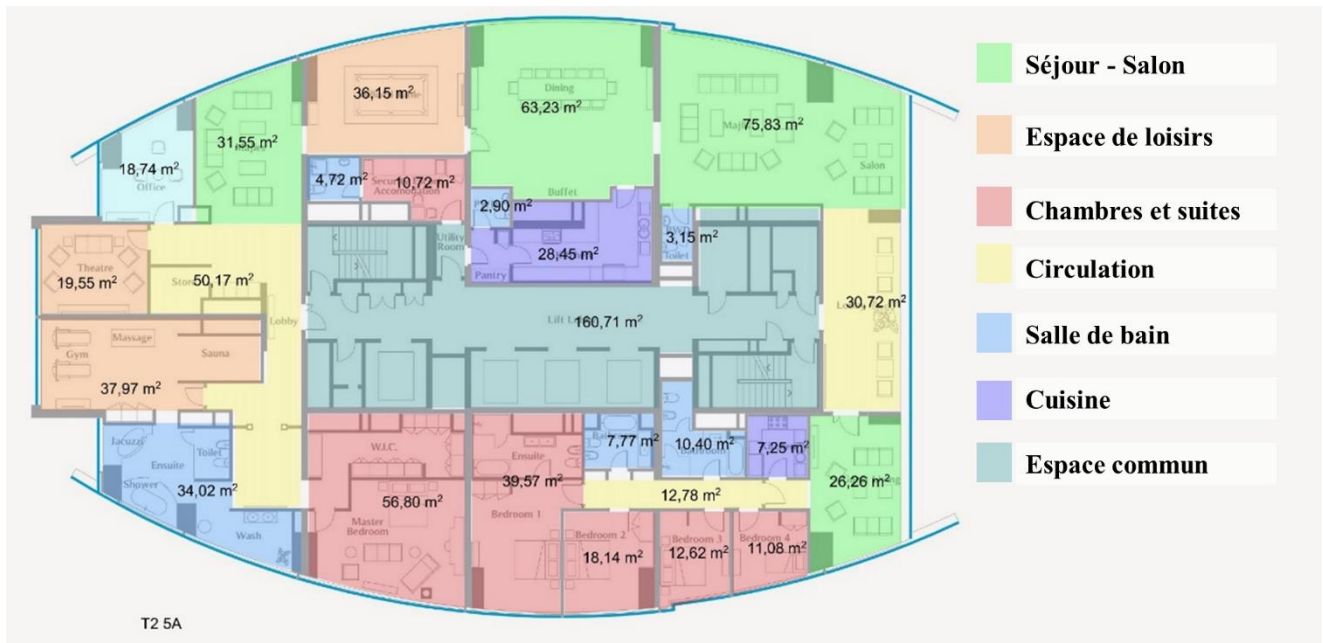


Figure 110 : Plan panthouse , Etihad Tower<sup>97</sup>

Un penthouse est un appartement situé au dernier étage d'un immeuble et recouvrant l'ensemble de sa surface, il offre à ses occupants un confort sans pareil. Le panthouse est conçu selon trois grands pôles reliés entre eux par des halls, voir le schéma ci-dessous :

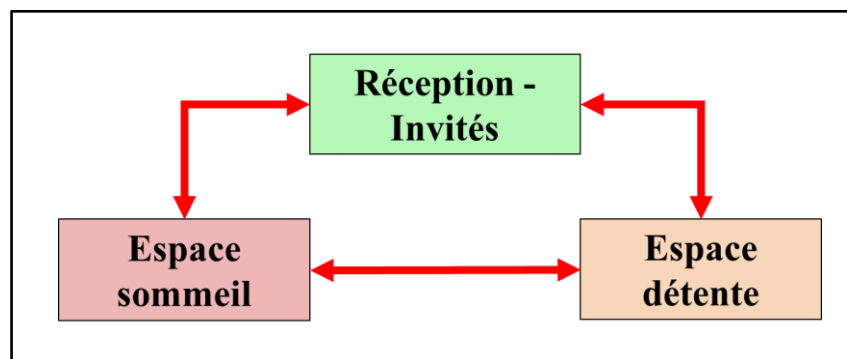


Figure 111 : Fonctionnement global d'un panthouse<sup>98</sup>

<sup>97</sup> In web , <http://www.worldfloorplans.com/floorplans/Etihad-Towers-T2-SPH-A.shtml> , 10/02/2016

<sup>98</sup> Figure réalisée par l'étudiant

### 5.1.5 Burj Khalifa


<b>Exemples</b>	<b>Burj Khalifa</b>
	
<b>Situation</b>	<b>Emirates arabes unis</b>
<b>Architecte</b>	<b>Adrian Smith</b>
<b>Echelle d'appartenance</b>	<b>International</b>
<b>Surface du terrain</b>	<b>91 689 m<sup>2</sup></b>
<b>Surface planchers</b>	<b>517 240 m<sup>2</sup></b>
<b>Nombre d'étage</b>	<b>R+163</b>
<b>Hauteur</b>	<b>829,8 m</b>
<b>Capacité d'accueil</b>	<b>35 000 personnes</b>
<b>Particularités- innovations</b>	<b>Richesse programmatique capacité importante</b>

Tableau 12 : Fiche technique Burj Khalifa<sup>99</sup>

La tour Burj khalifa est la plus haute structure réalisée par l'homme, elle explicite son ambition démesurée et sa volonté d'aller à la conquête des hauteurs.

Situé à Dubaï elle doit former le cœur d'un nouveau quartier : Downtown Burj Khalifa.

Sur les 162 étages que compte la tour, 37 abriteront le premier hôtel de luxe Giorgio Armani.

Les 60 suivants abriteront des appartements et une résidence hôtelière de luxe. Enfin, les 60 derniers étages accueilleront des boutiques et des bureaux. La surface totale de Burj Dubaï est de 517 240m<sup>2</sup>.

L'intérieur de la tour sera majoritairement réservé à des logements. Sur les 162 étages, Burj Dubaï comprendra 1044 appartements sur près de 84 étages. La résidence comprend 900 appartements, du studio, à une, deux, trois ou quatre pièces. Les 144 résidences Armani, de

<sup>99</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 464

une à deux chambres, seront des appartements hôteliers haut de gamme aux finitions soignées. Tous les résidents auront accès à un supermarché, le Market Store, et à un service de conciergerie et de voiturier. Au total, 12 000 personnes devraient vivre et travailler dans Burj Dubai.

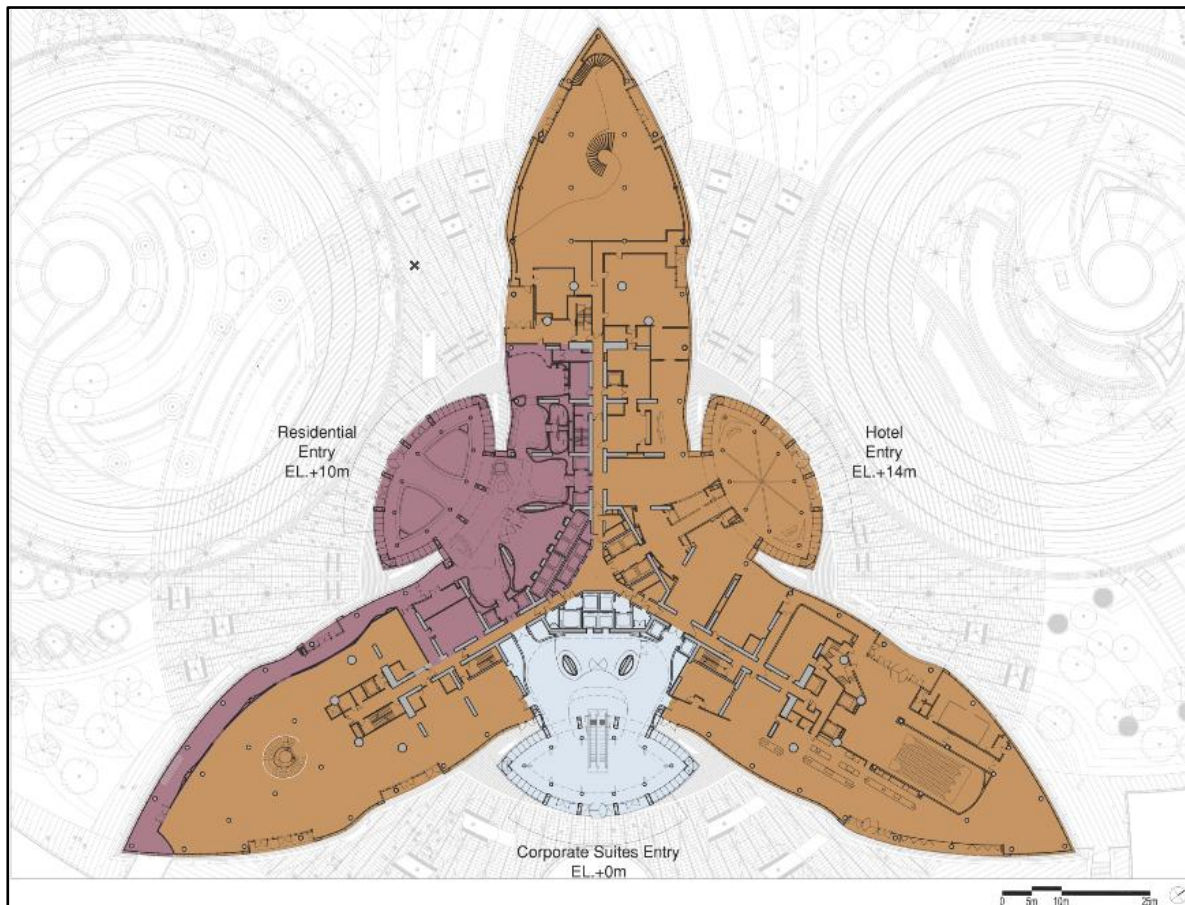


Figure 112 : plan du rez de chaussée Burj Khalifa<sup>100</sup>

Conçu suivant un plan en Y, le Burj s'articule autour d'un noyau central de forme hexagonale qui se prolonge suivant trois axes qui constitue les trois les ailes du complexe.

Cette disposition met en en relief trois pôles distincts ; Habitat, Hôtelière et enfin bureau et clubs.

Cette hiérarchisation se développe au niveau de l'élévation du bâtiment cette dernière adoptera un principe de répartition basé sur la fréquence de fréquentation et le degré d'intimité nécessaire pour chaque fonction.

Cette logique de stratification de fonctions est schématisée dans la figure ci-dessous :

<sup>100</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 468

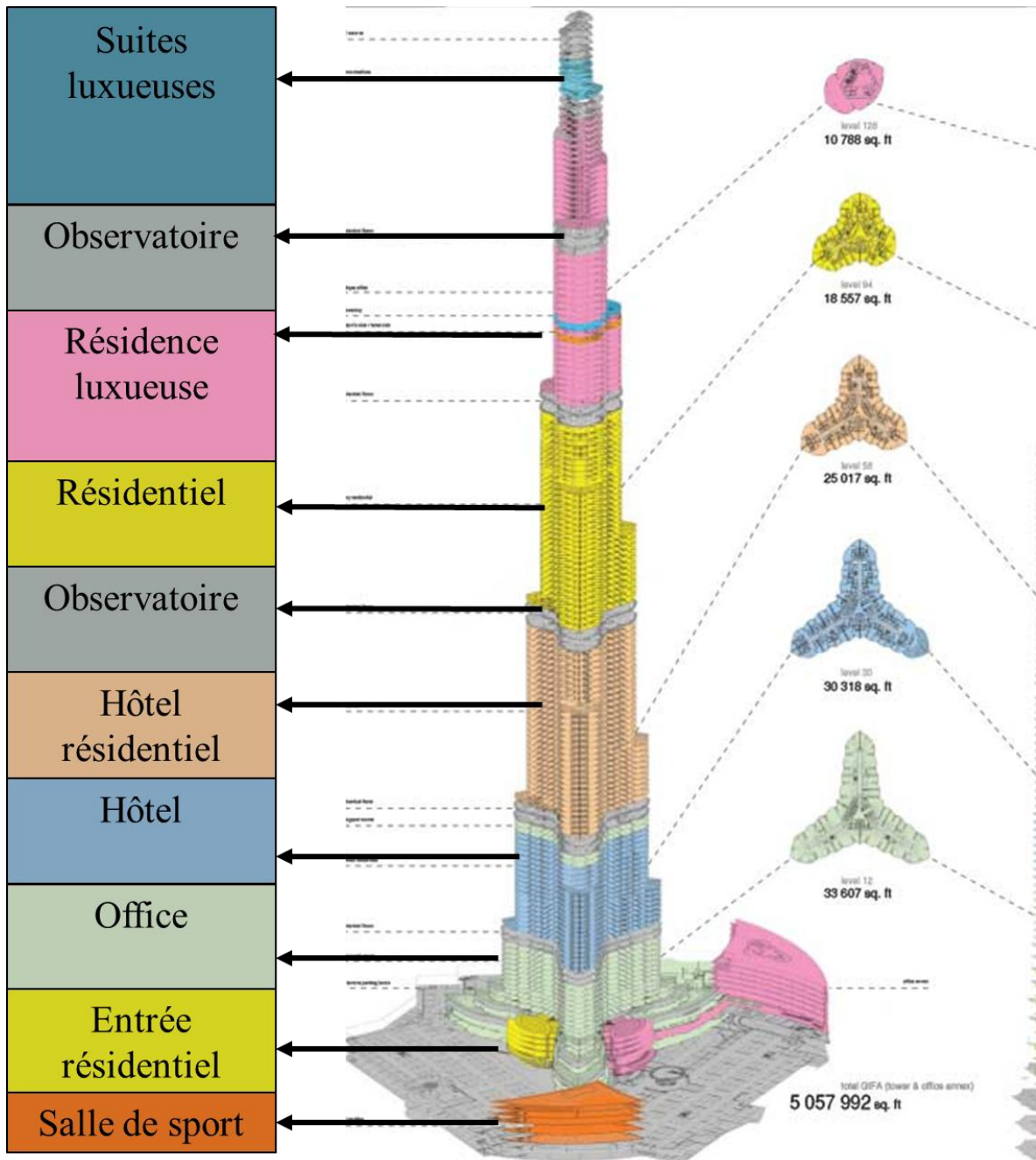



Figure 113 : Stratification des fonctions, Burj Khalifa<sup>101</sup>

<sup>101</sup> Figure réalisée par l'étudiant

### 5.1.6 Hermitage Tower

<b>Exemples</b>	<b>Hermitage plaza</b>
	
<b>Situation</b>	<b>Paris, France</b>
<b>Architecte</b>	<b>Norman Foster &amp; Partners</b>
<b>Echelle d'appartenance</b>	<b>International</b>
<b>Surface du terrain</b>	<b>12 727 m<sup>2</sup></b>
<b>Surface planchers</b>	<b>270000 m<sup>2</sup></b>
<b>Nombre d'étage</b>	<b>R+93</b>
<b>Hauteur</b>	<b>323 m</b>
<b>Capacité d'accueil</b>	<b>15 000 personnes</b>
<b>Particularités- innovations</b>	<b>Eclatements des fonctions</b>

Culminant à 320 mètres d'altitude, Hermitage Plaza sera la plus haute tour mixte jamais construite en Europe occidentale. 320 mètres, c'est quelques mètres de moins que la Tour réalisée par Gustave Eiffel, ce n'est pas un hasard. Le Groupe Hermitage a voulu respecter et rendre hommage à sa prestigieuse aînée et ne pas la déposséder de son record. Lui adressant un clin d'œil par-dessus l'horizon, elle magnifiera le skyline du Grand Paris et offrira un nouveau style de vie 24 heures sur 24, 365 jours sur 365, avec une prestigieuse adresse en bord de Seine surplombant PARIS « la ville lumière ».

Hermitage Plaza sera composé de deux tours, regroupant de multiples avantages inédits à Paris.



La première, haute de 86 étages, accueillera :

- un hôtel cinq étoiles,
- un business center avec auditorium 250 places,
- un centre de thalasso,
- un centre de fitness,
- des restaurants
- et des appartements panoramiques.

La seconde, haute de 85 étages, recevra :

- des bureaux,
- un auditorium 500 places,
- un centre de SPA,
- un centre de fitness
- et des appartements.

Répartition de la surface SHON du projet :

- Logements (dont une résidence étudiante) = 170 000 m<sup>2</sup> ;
- Hôtel = 40 000 m<sup>2</sup>
- Bureaux = 40 000 m<sup>2</sup>
- Commerces et équipements = 30 000 m<sup>2</sup>

Cette mixité est une première pour un bâtiment de cette dimension à La Défense, en France et en Europe.<sup>102</sup>

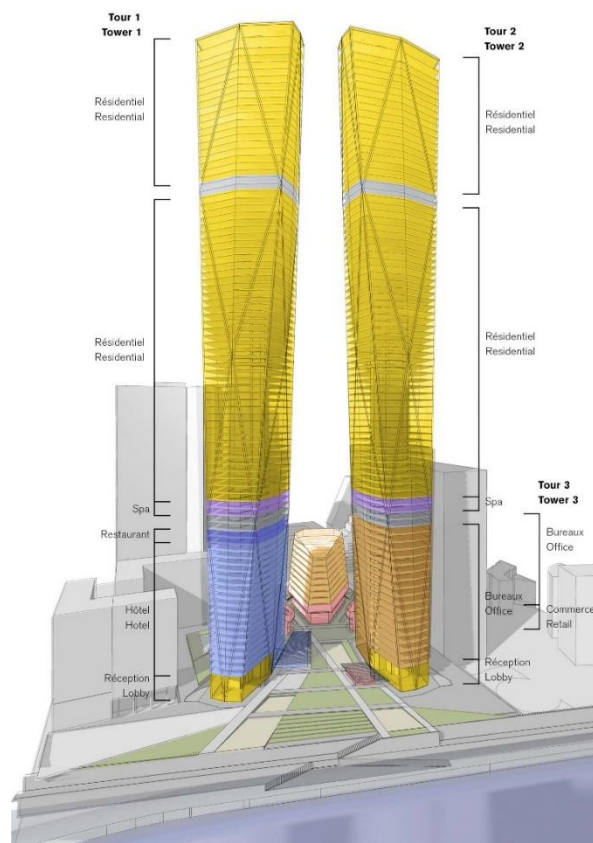


Figure 114 : Stratification des fonctions, Hermitage Tower<sup>103</sup>

<sup>102</sup> In web , [http://www.ladefense-seine-arche.fr/images/presse/defense/2010/cp-protocole-hermitage-2010\\_06\\_21b.pdf](http://www.ladefense-seine-arche.fr/images/presse/defense/2010/cp-protocole-hermitage-2010_06_21b.pdf) , 10/02/2016

<sup>103</sup> In web, <http://gpmetropole.fr/wp-content/uploads/2015/06/Sch%C3%A9ma-tours-Hermitage.jpg> , 11/02/2016

### 5.1.7 Shezazade tower


<b>Exemples</b>	<b>sherazade tower</b>
	
<b>Situation</b>	<b>Oran, Algérie</b>
<b>Architecte</b>	<b>AGC concept architectes</b>
<b>Echelle d'appartenance</b>	<b>Régional</b>
<b>Surface du terrain</b>	<b>5000 m<sup>2</sup></b>
<b>Surface planchers</b>	<b>43000 m<sup>2</sup></b>
<b>Nombre d'étage</b>	<b>R+47</b>
<b>Hauteur</b>	<b>200 m</b>
<b>Capacité d'accueil</b>	<b>2700 personnes</b>
<b>Particularités-innovations</b>	<b>Insertion de fonctions relatives à la culture algérienne</b>

Tableau 13 : Fiche technique , Sherazade tower<sup>104</sup>

<sup>104</sup> In web, <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1709177> , 12/02/2016

Oran voit ses projets de modernisation en hauteur. Des tours de plus de 20 étages seront construites le long de la frange maritime et aussi au quartier d'El Hamri en plus du gigantesque projet du parc Hypérior qui sera érigé à la cité Akid Lotfi, en face de l'hôtel «Le Méridien». Des projets colossaux pour donner à cette ville méditerranéenne, qui s'apprête à devenir la capitale mondiale de l'environnement avec l'organisation du congrès du R20 au mois de décembre 2014, un statut de ville moderne.

Ce projet initialement retenu pour ce quartier et dont le coût a été estimé à 800 milliards de centimes consiste en la construction d'une tour de 6ème génération qui répond aux techniques de construction et les commodités les plus modernes, selon le responsable du cabinet d'architecture AGC concept architectes, qui a fait l'étude de ce projet, M.Gérard Chaussignand. La tour est dotée d'un système de sécurité incendie, d'un système de pré-câblage voix-données-images (VDI), un système de téléphonie, un système de télévision, un système de sûreté et un système de gestion du bâtiment. L'ensemble bâti devait être composé de trois grandes fonctions : des parkings avec 5 niveaux en sous-sol, d'une superficie d'environ 25.000 m<sup>2</sup> occupant l'emprise totale de la parcelle et pouvant accueillir près de 700 véhicules. Ces niveaux de sous-sol intègrent également des espaces de loisirs (bowling, salle de projection, jeux d'enfants) et de services (lavage véhicules...). Les trois premiers niveaux au-dessus du sol forment un bloc compact d'environ 9.500 m<sup>2</sup> comprenant l'entrée de la tour et une galerie commerciale. La tour en superstructure de 43.000 m<sup>2</sup>, comprend des logements sur 38 niveaux et un restaurant panoramique avec piscine au dernier niveau (43/44). Quelques niveaux, top, 1er sous-sol et un niveau intermédiaire, sont dévolus aux équipements techniques de fonctionnement et de régulation thermique ventilation...). La superficie habitable de la tour est de 35.000 m<sup>2</sup>, soit 295 logements avec une capacité d'accueil de 1.500 résidents.

## 5.1.8 Synthèse, analyse comparative des programmes

		The Troika tower	Aqua tower	Wuhan Greenland center	Burj khalifa	
<b>Exemples</b>						
	Situation	Kuala Lumpur, Malaysia	Chicago	China, Wuhan	Émirats arabes unis	
	Architecte	Norman Foster & Partners	Jeanne Gang of Studio Gang Architects	Adrian smith & gordon gill	Adrian Smith	
	Echelle d'appartenance	International	Régional	Régional	International	
	Surface Planchers	95000 m <sup>2</sup>	184936m <sup>2</sup>	303955m <sup>2</sup>	309 473 m <sup>2</sup>	
	Surface d'emprise	8620 m <sup>2</sup>				
	Nombre d'étage	R+50- R+40- R+38	R+82	R+125	R+163	
	Hauteur	204m	262m	606m	829,8m	
<b>P R O G R A M M E</b>	Administratif	- Administration de gestion - Hall d'accueil	- Hall d'accueil pour résidence - Administration de gestion	- Administration de gestion - Hall d'accueil pour les bureaux - Hall d'accueil pour la résidence - Hall d'accueil pour l'hôtel	- Administration de gestion - Hall d'accueil	
	Résidentiel	- Appartement standard 164 u (215-290 m <sup>2</sup> ) - Panthouse 8 u (625-690 m <sup>2</sup> )	- Appartement type A 476 u - Appartement type B 263 u - Panthouse 5u	- Appartement standard 216 u	- 900 appartements	Suites luxueuses
						Résidences luxueuses
						Résidences simples
					- 304 chambres d'hôtel Armani	Hôtel résidentiel
						Hôtel simple
	Commercial	- Garderie - Restaurant - Bijouterie - Boutiques - Centre commercial	- Restaurant - Boutiques - Super marché	- boutiques	- Restaurants 1030 m <sup>2</sup> - Magasins	
	Loisirs	- Salle de jeux - Sauna - Jardins - Espaces barbecue - Observatoire	- toiture végétalisée « jardin » - Bains - Espaces barbecue	/		- Plateformes d'observatoires - 27 terrasses - Télescopes multimédias - Cinémas - Lacs artificiel - Jeux de fontaines - Discothèque - Lounge bar - Parc de 11 hectares
	Culturelles	/	/	/	/	- Salles d'expositions
	Culturelle	/	/	/	/	- Mosquée
Hôtellerie	/	- Hôtel 15 niveaux : 215 chambres - Salle de bal	Hôtel 5* - Salle de meeting - Restaurant - Salle multifonctionnelle - SPA - Observatoire	/		
Sport	- Gymnase - Piscine - Bassin pour enfants	- Piscine non couverte - Piste de jogging - Yoga terrasse - Piscine couverte	/		- École de danse - Centre de remise en forme - Gymnases - Yoga - Piscines - Saut parachute	
Fonctions libérales	- Bureaux 57u	- Bureaux	- Bureaux		- 49 étages de bureaux	
Services	- Aire de jeux - Blanchisserie - Parking 4 niveaux - Serveur - Ponts aériens	- Parking 6 niveaux - Blanchisserie - Serveur	- Parking 6 niveaux - Locaux techniques serveurs... - Blanchisserie		- Parking 3 niveaux (3000 places)	
Multi fonctionnel	- Salle multifonctionnelle	/	- Salle multifonctionnelle	/	/	

Tableau 14 : Analyse comparative des programmes (1)<sup>105</sup>

<sup>105</sup> Tableau réalisé par l'étudiant




		Hermitage plaza	Etihad Towers	Sherazade tower	Synthèse
<b>Exemples</b>					/
Situation		Paris, France	Abu Dhabi, United Arab Emirates	Oran ,Algérie	Oran ,Algérie
Architecte		Norman Foster & Partners	DBI Design Pty Ltd	AGC concept architectes	/
Echelle d'appartenance		International	International	Régional	International
Surface Planchers		270000 m²	500000 m²	43000 m²	/
Surface d'emprise				5000 m²	/
Nombre d'étage		R+93	R+74	R+47	/
Hauteur		323 m	305,3m	200 m	/
<b>P R O G R A M M E</b>	Administratif	- Administration de gestion - Hall d'accueil	- Administration de gestion - Hall d'accueil pour hotel - Hall d'accueil pour résidence - Hall d'accueil pour bureaux et centre commercial	- Administration de gestion - Hall d'accueil	- Administration de gestion - Hall d'accueil
	Résidentiel	- Appartement standard 543 u - Panthouse 8 u	- Appartement 287 - Panthouse	- Appartement (295 u)	- Appartements standard - Panthouse
	Commercial	- café - Restaurant - Boutiques - Centre commercial - Creche	- Cafés - Bars - Restaurants - Mall - Creche	- Galerie commerciale - Restaurant panoramique	- Restaurants - Cafés - Mall- centre commercial-galerie - Creche-garderie - Boutiques - magasins
	Loisirs	- Sauna - Jardins - Observatoire - Salle de jeux - Centre de thalasso	- Solarium - Aire de jeux - Saunas hommes et femmes - Discotheque - Observatoire - SPA - Jardins - Salon de beauté	- Bowling - Salle de projection - Salle de jeux	- SPA - Sauna - Salle de jeux - Bowling - Salle de projection- Cinéma - Solarium - Observatoire - Centre thalasso - Jardins- parcs - Bains - Espaces barbecue - Lac artificiel - Télescopes multimédias
	Culturelles	- Galerie d'art - Salle de spectacle	- Salle de spectacle	/	- Galerie d'art/ salon d'exposition - Salle de spectacle
	Cultuelle	/	/	/	- Mosquée
	Hôtellerie	Hôtels 5* : 201 chambres	Hôtel 5* : Jumeirah 382 chambres	/	Hôtels 5*
	Sport	- Gymnase - Piscine couverte 23-24eme etage - Bassin pour enfants - Centre de fitness	- Salle de gym - Piscine pour adultes - Piscine pour enfants	- Piscine non couverte « dernier niveau »	- Gymnase - Fitness - Piste de jogging - Piscines - Centre de remise en forme - Saut en parachute
	Fonctions libérales	- Bureaux 18 niveaux - Salle de réunion (10) - Auditorium 500 places	- Bureaux 54 niveaux - Salle de conférence		- Bureaux - Salles de réunion - Auditorium - Salle de conférence
	Services	- Blanchisserie - Parking 4 niveaux - Serveur	- Parking 2580 places - Niveaux techniques	- Parking 5 niveaux (700 places) - Lavage véhicule - Niveau technique	- Parking véhicule léger - Parking véhicule lourd - Niveaux techniques - Blanchisserie
Multi fonctionnel	- Salle multifonctionnelle	/	/	- Salle multifonctionnelle	

Tableau 15 : Analyse comparative des programmes et synthèse<sup>106</sup>

<sup>106</sup> Tableau réalisé par l'étudiant

## 5.2 Pour les nouvelles technologies intégrées :

Le tableau ci-dessous résume les différentes technologies utilisées pour divers projets de tour d'hauteur variable et de localisation spécifique.

Exemples		Burj Khalifa	Wuhan Greenland center	Aqua tower	Manitoba hydro place
Photos					
Situation		Émirats arabes unis	China, Wuhan	Chicago	Winnipeg, Canada
Architecte		Adrian Smith	Adrian smith & Gordon Gill	Jeanne Gang of Studio Gang Architects	Kuwabara Payne McKenna Blumberg Architects
Hauteur		829,8m	606m	262m	112m
NOUVELLES TECHNOLOGIES	Structures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Noyaux central hexagonal (étayée)</li> <li>- Mur balancier de cisaillement</li> <li>- Murs de contreventement</li> <li>- Structure d'acier au sommet</li> <li>- Méga colonnes</li> <li>- Radier général</li> <li>- Pieux</li> <li>- Système de protection des pieux</li> <li>- Structure de câble-filet suspendu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Noyau de béton</li> <li>- Ossature en acier</li> <li>- Super colonne</li> <li>- Treillis de balancier</li> <li>- Treillis de ceinture</li> <li>- Cadre embase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Noyau central</li> <li>- Murs de contreventement en béton avec balancier et ceinture</li> <li>- Mur de cisaillement</li> <li>- Colonne en béton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pieux</li> <li>- Murs de contreventements</li> <li>- Structure en béton a haute résistance</li> </ul>
	Matériaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verre a faible émissivité</li> <li>- Acier</li> <li>- Béton haute résistance</li> <li>- Aluminium</li> <li>- Panneaux d'allège</li> <li>- Inox</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verre réfléchissant</li> <li>- Acier</li> <li>- Béton haute résistance</li> <li>- Aluminium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verre a faible émissivité</li> <li>- Verre teinté</li> <li>- Verre fritté</li> <li>- Acier</li> <li>- Béton</li> <li>- Aluminium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- simple vitrage</li> <li>- Double vitrage</li> <li>- Triple vitrage</li> <li>- Béton</li> <li>- Acier</li> <li>- aluminium</li> </ul>
	Confort	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de ventilation</li> <li>- Système de climatisation</li> <li>- Système de déshumidification</li> <li>- Système de récupération des condensats</li> <li>- Système de surveillance de l'énergie</li> <li>- Éclairage intelligent</li> <li>- Isolation thermique</li> <li>- Unité de traitement d'air</li> <li>- Réseau anti incendie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Récupération d'énergie avec roue thermique dans le système de ventilation</li> <li>- Système de récupération des eaux grises pour le système de refroidissement</li> <li>- Système d'éclairage a haute efficacité (éclairage intelligent)</li> <li>- Eau- conservation( appareil de plomberie a faible débit )</li> <li>- Réseau anti incendie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échangeurs de chaleur</li> <li>- Système de drainage qui capte l'eau de pluie</li> <li>- Ventilation</li> <li>- Système de climatisation</li> <li>- Réseau anti incendie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolation thermique</li> <li>- Chauffage d'air frais</li> <li>- Cheminée solaire</li> <li>- Système de ventilation passive</li> <li>- Façade double peau</li> <li>- Ventilation naturelle</li> <li>- Fourniture d'air frais chaque jours de l'année</li> <li>- Système en boucle géothermique</li> <li>- Énergie hydroélectrique</li> <li>- Système de contrôle d'éclairage et d'ombrage solaire</li> <li>- Éclairage intelligent</li> </ul>

Tableau 16 : Technologies utilisées dans différents projets<sup>107</sup>

<sup>107</sup> Tableau réalisé par l'étudiant

### 5.3 Pour le concept architectural :






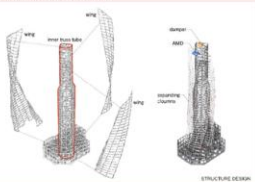
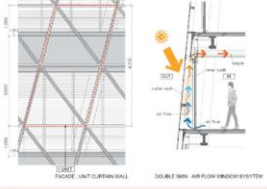
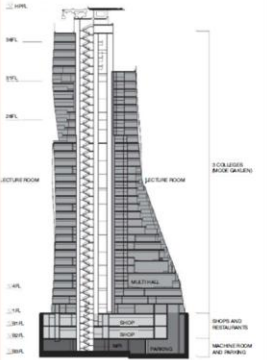
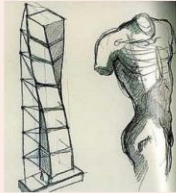
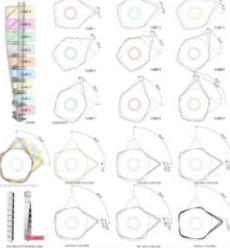

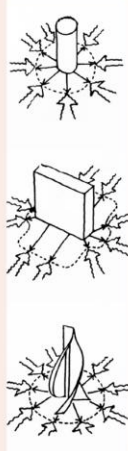
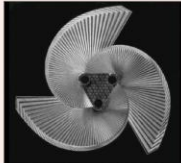
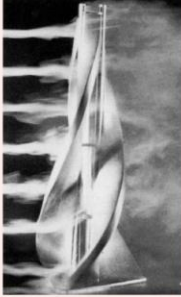
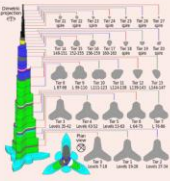
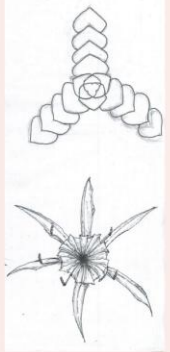

	Mode Gakuen Spiral Towers	Turning Torso	Nicoletti Tower	Burj khalifa
<b>Exemples</b>				
<b>Situation</b>	Nagoya, Japan	Malmö, Sweden	New York City, USA	Émirats arabes unis
<b>Architecte</b>	NIKKEN SEKKEI LTD	Santiago Calatrava Valls	Manfredi Nicoletti.	Adrian Smith
<b>Echelle d'appartenance</b>	National	National	International	International
<b>Nombre d'étage</b>	R+42	R+54	R+120	R+163
<b>Hauteur</b>	170 m	190 m	565 m	829,8m
<b>Particularités-Innovations</b>	- Forme fluide , Aérodynamique - Repère dans le contexte urbain	- Inspiration et usage de la métaphore	- Application du biomimétisme - conception aérodynamique	- Implantation en Y - Section en diminution
<b>Conception</b>	 <p>Le bâtiment est une structure plane avec trois sections latérales en forme d'éventail radialement reliés à un noyau central de forme ovale. L'apparence de la spirale de l'immeuble est un produit d'une rotation étage par étage (3 degrés par étage) des sections d'aile, avec une réduction progressive (de 1 pour cent par étage) dans leur taille.</p>   	  <p>Dessinée d'après une sculpture du même architecte appelée Twisting Torso. Elle est composée de neuf cubes de 5 étages chacun, qui tournent sur eux-mêmes en s'élevant ; ainsi le segment le plus haut est décalé de 90 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre par rapport au sol. Chaque étage consiste en une section rectangulaire autour du « cœur » central, et une section triangulaire partiellement supportée par un treillis extérieur en métal. Les deux cubes les plus bas sont destinés à être des bureaux, dans les suivants sont prévus des appartements, environ 150 au total.</p>  <p>La Structure intérieure et extérieure ne forment qu'une seule entité, l'une complète l'autre pour donner à la métaphore son sens complet</p>	   <p>Aérodynamisme d'une tour est chose primordiale et doit être incluse dans réflexion dès le début de la conception elle-même Diriger le vent et non le confronté voilà la philosophie qui doit être adoptée</p>	  
<b>Synthèse</b>	Engendrer un mouvement et devenir une icône et un point de repère pour les habitants	S'inspirer de la nature pour créer , et allier entre structure intérieur et extérieur de sorte qu'il ne forme qu'une seule entité esthétique	Intégrer la notion d'aérodynamisme dès la genèse du projet pour faire avec la nature et ne pas être contre	S'inspirer de la nature pour créer, adopter une section qui tant vers la réduction pour mieux canaliser les descentes de charges et permettre au bâtiment d'être plus stable

Tableau 17 : Concepts utilisées dans différents projets<sup>108</sup>

<sup>108</sup> Tableau réalisé par l'étudiant

# **Chapitre 03 : Approche programmatische**



### Chapitre 03 : Approche programmatique

Afin de définir chaque fonctions, chaque espaces ou même chaque sous-espace de notre projet, nous nous somme attarder sur des questions bien simples (quoi ?, pour qui ?, pourquoi ?, et où ?) dont leurs réponses restent équivoques à un programme spécifique.

- La première étant « Quoi ? », tend à définir le projet en lui-même qui est une tour multifonctionnelle.
- « Pour qui ? » celle-ci nous mène vers les besoins nécessaires aux occupant de la tour, plusieurs catégories sont visées dont : les habitants, les hommes d'affaires, les différentes tranches d'âge, les travailleurs et les voyageurs. Cette dernière nous pousse vers des fonctions ludiques, administratives, commerciales, sportives et résidentielles.
- « pourquoi ? » cette question vient chapoter nos objectifs en montrant clairement le but de nos analyses et notre projet qui sont :
  - Densifier les nouvelles extensions
  - Création d'un pôle d'attraction
  - Contribuer à pallier le manque de logements
  - Créer un repère pour la ville d'Oran
- Enfin la dernière question « où ? » pour confirmer le choix de la ville qui est Oran.



Figure 115: raisonnement programmatique<sup>109</sup>

<sup>109</sup> Figure réalisée par l'étudiant, Photoshop CS6

### 1- Les grandes fonctions :

Le choix de la ville, le choix du thème et notre raisonnement programmatique nous a induits vers divers fonctions qui partent du résidentiel au commercial en passant par le loisir, le libérale, le sport et les services.

A C C U E I L
A D M I N I S T R A T I F
R É S I D E N T I E L
C O M M E R C I A L
F O N C T I O N S L I B É R A L E S
L O I S I R S
S p o r t
S e r v i c e s

*Figure 116: fonctions annexées à notre projet<sup>110</sup>*

<sup>110</sup> Figure réalisée par l'étudiant, Power Point 2013

## 2- Programme spécifique :

FONCTIONS	ESPACES		SURFACE
Accueil	Bureau d'accueil et de réception		25
	Hall d'accueil et espace de rencontre		870
	Sanitaire public		200
	Loge de sécurité		50
	Espace conviviale Cafète		206
ADMINISTRATIF	Gestion des services	Bureaux de comptable	160
		chargé de mission	
		Reprographie	
		Bureau du caissier	
		Chargé de mission	
		bureau manager	
	Gestion des usagers	Bureau directeur	50
		Secrétariat	33
		Salle d'attente	12
	Autres	salle de réunion	28
		Loge ménage	6
		sanitaires	9
	Fonctions libérales	Bureaux	Accueil – réception
Salle d'attente			9 - 1
Bureau directeur			25 - 53
Espace de travail - Open space			40 - 160
salle de réunion			25 - 30
Sanitaires x 4			10 x 4
RÉSIDENTIEL	<b>Logements</b>		
	F3 Type A 24 logements	Cuisine + salle à manger	26 - 45
		Salon	28 - 37
		salle de bain	9
		Chambre 01	14
		Chambre 02	16
		Circulation + hall	20
		<b>TOTAL</b>	<b>113 - 141</b>
	F3 Type B 2 logements	Cuisine + salle à manger	19 - 22
		salon	31 - 33
		salle de bain	9
		chambre 01	21
		chambre 02	24
		circulation + hall	18
		<b>TOTAL</b>	<b>122 - 127</b>

	<b>F3 Type C 24 logements</b>	cuisine	12
		salon + salle à manger	32
		salle de bain X 2	9 X 2
		chambre 01	13
		chambre 02	21
		rangement	6
		Circulation + hall	17
		<b>TOTAL</b>	<b>119</b>
	<b>F4 Type A 24 logements</b>	Cuisine + salle à manger	13 - 22
		Salon	25 - 33
		salle de bain	10
		Chambre 01	13
		Chambre 02	23
		Chambre 03	32
		Circulation	19
		Rangement	11
	<b>TOTAL</b>	<b>146 - 163</b>	
	<b>F5 Type A 28 logements</b>	Cuisine + salle à manger	20
		Salon	31
2 x salles de bain		9 - 13m <sup>2</sup>	
Chambre 01		28 - 35	
Chambre 02		23	
Chambre 03		23	
Chambre 04		30	
Circulation		30	
<b>TOTAL</b>	<b>194 - 205</b>		
<b>pent house Type A 12 logements</b>	Cuisine	20 - 39	
	salle à manger 01	15 - 20	
	salle à amnger 02	15 - 20	
	séjour	17 - 23	
	salon 01	50 - 77	
	salon 02	25 - 33	
	espace billard	25	
	chambre 01	18 - 25	
	chambre 02	18 - 25	
	chambre 03	30	
	chambre 04	30	
	chambre 05	31 - 40	
	03 X salle de bain	11 X 3	
	rangement	21	
	circulation	75 - 95	
jardin d'hiver	18 - 34		
<b>Com merci al</b>	<b>Administration</b>	<b>TOTAL</b>	<b>385 - 545</b>
		Bureau de comptable	160

		Archives et matériel		
		Bureau du caissier		
		Bureau du manager		
		Bureaux des personnels		
		secrétariat	33	
		Bureau directeur	50	
		Salle de réunion	28	
		sanitaire	9	
	<b>Restaurants (150 personnes) X 2</b>	Hall d'accueil	27	
		Espace client + terrasse	304	
		Sanitaire	14	
		cuisine	Espace de stockage	97
			Chambre froide légumes	
			Chambre froide viande	
			Reserve boissons	
			Reserve vaisselle	
	Espace de travail			
	<b>TOTAL</b>		<b>442</b>	
	<b>cafeterias (35, 64, 100 personnes) X 3</b>	Espace de stockage	16	
		Comptoir	12 - 20m <sup>2</sup>	
		cuisine	40	
		Espace client + terrasse	67 - 151	
		sanitaire	9 - 16m <sup>2</sup>	
		<b>TOTAL</b>		<b>104 - 216</b>
	<b>commerces</b>	Boutiques spécialisés (141 boutiques)	30 - 240	
		Stockage	32 - 100	
		Sanitaire X 6	50	
		Loge de sécurité	26	
Hall – espace de rencontre		640		
espace de livraison + stockage		480		
hyper marché		600		
stockage hyper marché		156		
chambre froide hyper marché		30		
vestiaire hyper marché		42		
<b>garderie (70 enfants)</b>	réception/ hall d'accueil	17		
	coin jeux	80		
	coin apprentissage	75		
	coin repas	50		
	coin histoire	75		
	coin sieste	75		
	cuisine	20		
	sanitaires	18		

		douches	12
		espace de stockage	10
loisirs	Administration	Bureau de comptable	160
		Archives et matériel	
		Bureau du caissier	
		Bureau du manager	
		Bureaux des personnels	
		secrétariat	33
		Bureau directeur	50
		Salle de réunion	28
		sanitaire	9
	bowling	réception/ hall d'accueil	100
		Buffet comptoir	16
		espace de service	129
		Salle d'entretien	20
		Sanitaire	13
		Piste de bowling	596
	Salle de jeux	réception/ hall d'accueil	90
		cafeteria	143
		espace billard	192
		jeux de machine	130
		jeux arcade	120
		jeux virtuel	130
	école de musique	réception/ hall d'accueil	50
		espace instrumental	235
		espace corral	130
		sanitaire	9
	Observatoire	Boutiques spécialisés X2	35 - 57
cafeteria		70	
espace de rencontre		200	
espace d'observation		140	
Sport	Administration	Bureau de comptable	160
		Archives et matériel	
		Bureau du caissier	
		Bureau du manager	
		Bureaux des personnels	
		secrétariat	33
		Bureau directeur	50
		Salle de réunion	28
		sanitaire	9
	salle de sport	réception/ hall d'accueil	47
		vestiaire	116
		douches	18
		sanitaire	6
		espace cardio	170

		espace de musculation	170
		espace échauffement	170
		Infirmierie	15
		stockage	15
	<b>piscine</b>	réception/ hall d'accueil	50
		vestiaire homme	100
		vestiaire femme	100
		vestiaire enfant	45
		douches X3	30 X 3
		sanitaire X 3	4X 3
		bassin	294
		bassin enfant	80
		stockage chlore	26
		Infirmierie	15
		loge de ménage	15
	locaux techniques	30	
	<b>école de danse</b>	réception/ hall d'accueil	50
		espace de danse	250
		vestiaire	60
douche		35	
sanitaire X 2		4 X 2	
<b>Services</b>	<b>Parking véhicule léger</b>	968 places dont 649 en sous-sol	9680
	<b>Parking véhicule lourd</b>	04 places	200
	<b>Niveaux technique</b>	locaux techniques	
		local vide ordure	
		système de stabilisation hydraulique (réservoir d'eau)	
		blanchisserie	

# **Chapitre 04 : Approche architecturale**



## Chapitre 04 : Approche architecturale

### 1- Choix du site :

Le choix du site s'avère une étape cruciale pour le bon fonctionnement du projet, elle regroupe plusieurs facteurs historique, géographique, physique et sociétal qui nécessitent une étude adéquate en tenant compte des démarches nécessaires à suivre afin d'arriver à l'objectif recherché.

### 2- Etude comparative des trois terrains :

Nous avons présélectionné trois terrains susceptibles d'accueillir un tel projet, l'ensemble de ces propositions se greffent sur le front de mer oranais pour donner à ce dernier une image internationale

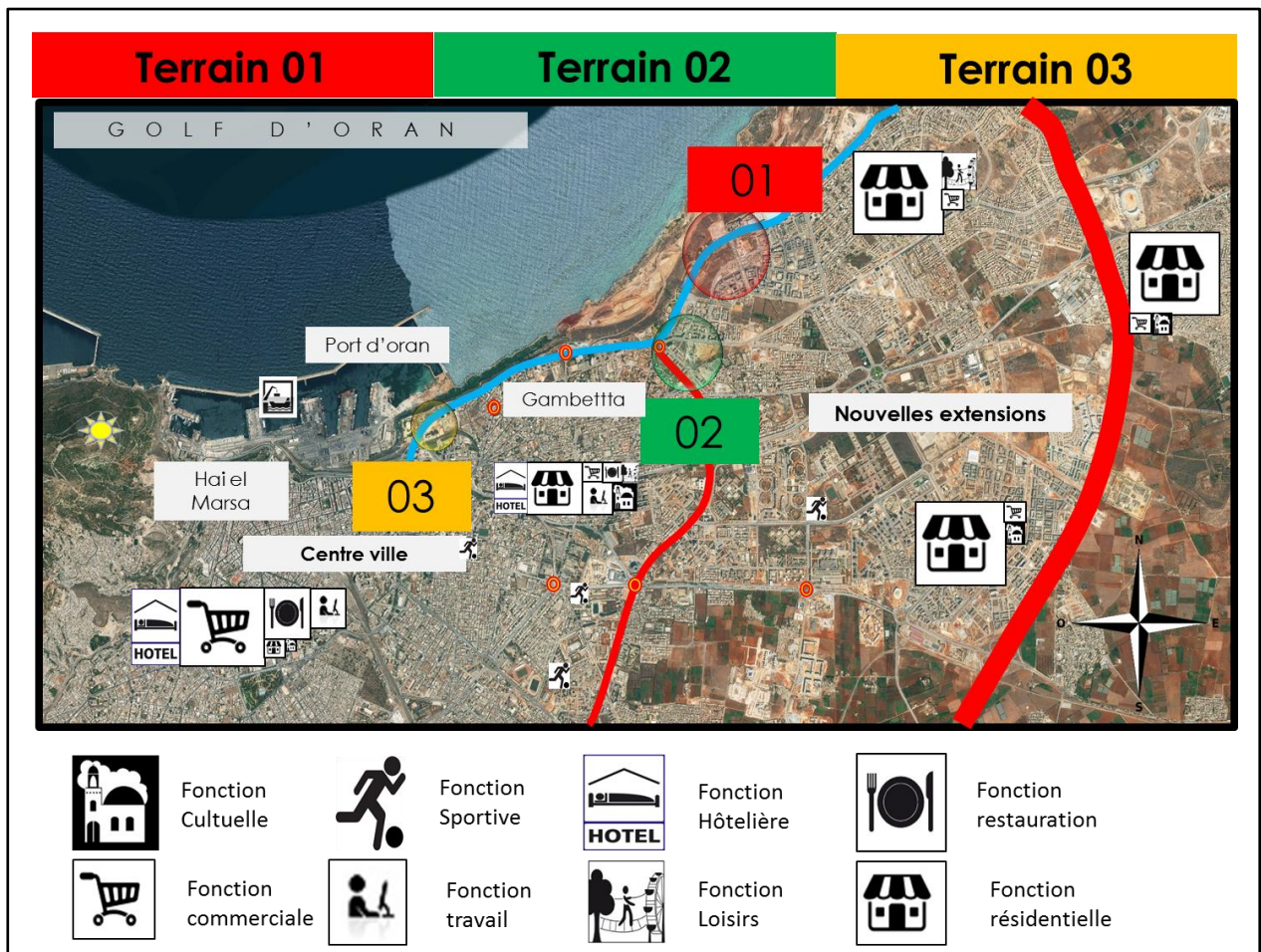



Figure 117: plan de situation des différents terrains<sup>111</sup>

<sup>111</sup> Figure réalisée par l'étudiant


## 2.1 Site 01 :Algérie, Oran Akid Lotfi

Au sommet d'une haute falaise, le terrain offre une vue exceptionnelle sur la méditerranée et le centre-ville. Situé sur la côte Est de la ville d'Oran qui est considéré aujourd'hui comme le nouveau pôle de la ville.

<b>TERRAIN</b>	
<b>Situation</b>	Algérie, Oran Akid Lotfi
<b>Superficie</b>	16,2 hectares
<b>Topographie</b>	07 m coupe transversale 03 m coupe longitudinale
<b>Ensoleillement</b>	Excellent
<b>Visibilité</b>	Excellente
<b>Accessibilité</b>	Excellente
<b>Gabarit prédominant</b>	R+5
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situation stratégique</li> <li>- Favorable pour l'édification d'un immeuble de grande hauteur</li> <li>- Possibilité d'avoir une vue sur la méditerranée, santa Cruz et le port</li> <li>- Donnant sur le boulevard principal</li> <li>- Proximité d'un équipement structurant (hôtel et centre de convention Méridien)</li> <li>- Au bord de la méditerranée</li> <li>- Grande surface</li> <li>- Blocs résidentiels au Sud du site</li> <li>- Se trouve dans le nouveau centre-ville urbain d'Oran</li> <li>- Richesse des éléments naturels existants au Nord du site</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fort flux mécanique</li> </ul> Paysage urbain qui dévalorise la beauté de l'environnement
<b>Recommandation du POS</b>	Habitat + équipement divers + espace vert projeté

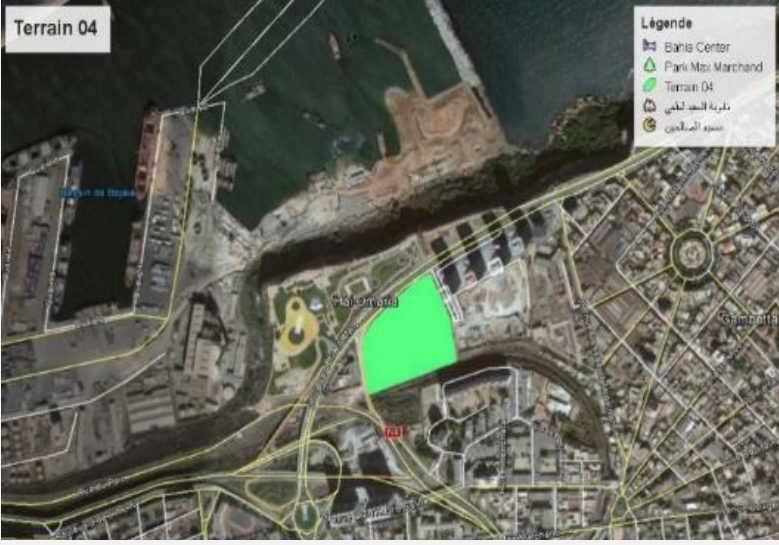
## 2.2 Site 02 :Algérie, Oran Seddikia

Le site est situé sur l'intersection de plusieurs axes à flux mécanique très fort, ce qui donne au site un aspect de fréquentation assez élevé, offrant une vue imprenable sur la méditerranée, le terrain situé sur la côte Nord Est de la ville d'Oran présente un avantage en terme de superficie, facteur très rare dans cette partie de la ville.

<b>TERRAIN</b>	
<b>Situation</b>	Algérie, Oran Seddikia
<b>Superficie</b>	6,1 hectares
<b>Topographie</b>	01 m coupe transversale 05 m coupe longitudinale
<b>Ensoleillement</b>	Moyen
<b>Visibilité</b>	Excellent
<b>Accessibilité</b>	Excellente
<b>Gabarit prédominant</b>	R+4
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situation stratégique</li> <li>- Favorable pour l'édification d'un immeuble de grande hauteur</li> <li>- Possibilité d'avoir une vue sur la méditerranée</li> <li>- Donnant sur le boulevard principal</li> <li>- Proximité de différents équipements d'hôtellerie, de commerce et de loisirs</li> <li>- Grande surface</li> <li>- Existence d'habitat collectif en très mauvais état</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fort flux mécanique</li> <li>- Existence d'habitat sur cite</li> <li>- Paysage urbain qui dévalorise la beauté de l'environnement</li> </ul>
<b>Recommandation du POS</b>	2000 logements EPLF

### 2.3 Site 03 :Algérie, Oran Bahia center

Le site se trouve sur le front du port d'Oran dans la zone urbaine d'Ibn Rochde, entre le centre-ville et l'extension Est d'Oran

<b>TERRAIN</b>	
<b>Situation</b>	Algérie, Oran Bahia center
<b>Superficie</b>	3,15 hectares
<b>Topographie</b>	plat
<b>Ensoleillement</b>	Excellent
<b>Visibilité</b>	Excellente
<b>Accessibilité</b>	Moyenne
<b>Gabarit prédominant</b>	R+10
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situation stratégique</li> <li>- Favorable pour l'édification d'un immeuble de grande hauteur</li> <li>- Proximité avec espace vert et vue imprenable sur le port d'Oran</li> <li>- Se trouve sur un boulevard principal</li> <li>- Proximité des différents équipements d'hôtellerie</li> <li>- Se trouvant au niveau de l'articulation entre le nouveau et l'ancien Oran</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se trouvant à proximité de l'échangeur mécanique ce qui influe sur son accessibilité</li> </ul>
<b>Recommandation du POS</b>	Habitat + équipements

### 3- Synthèse :




terrains	Terrains 01	Terrain 02	Terrains 03
Photos aériennes	 <b>Terrain 01: Akid Loffi</b>	 <b>Terrain 02: Millenium</b>	 <b>Terrain 03: Centre ville</b>
Accessibilité	+++	++	++
Création d'une liaison spatiale	+++	++	+
Visibilité	+++	+++	+++
Continuité du périmètre urbain	++	++	+++
Proximité d'équipements structurants	++	++	+++
Topographie	- Terrain plat	- Terrain plat	- Terrain plat
Morphologie	+++	+	+
Surface	16,2 hectares	6,1 hectares	3,15 hectares
Recommandation du POS	Habitat + équipement divers + espace vert projeté	2000 logements EPLF	Habitat + équipements
Degrés d'adéquation du projet	<b>Bon</b>	<b>Mauvais</b>	<b>Moyen</b>

Tableau 18 : Analyse comparative des terrains<sup>112</sup>

Suivant plusieurs critères l'analyse comparative nous a induit à sélectionner le terrain 01 pour recevoir notre projet

<sup>112</sup> Tableau réalisé par l'étudiant

#### 4- Analyse du terrain :

Après avoir fait une analyse primaire et déduit que le terrain Akid Lotfi est approprié à notre projet, nous allons nous étaler sur ses différentes facettes pour en déceler toutes les subtilités et potentialités.



Figure 118 : Photo aérienne du terrain (terrain entre les deux traits rouge)<sup>113</sup>

#### 4.1 Situation du terrain

Le terrain se situe sur la partie nord-est d'Oran et donne sur le front de mer, il appartient à la façade maritime de la ville



Figure 119 : Situation du terrain par rapport a Oran<sup>114</sup>

Le terrain présente une superficie totale de 16.1 hectares cette dernière est démesurée par rapport au projet de ce fait, suivant le pos de cette zone, nous allons parceller ce terrain et user d'une assiette adéquate à l'ampleur et au besoin qu'implique notre édifice.

<sup>113</sup> Prise par l'étudiant via drone

<sup>114</sup> Google Earth Pro édition 7.1.5.1557

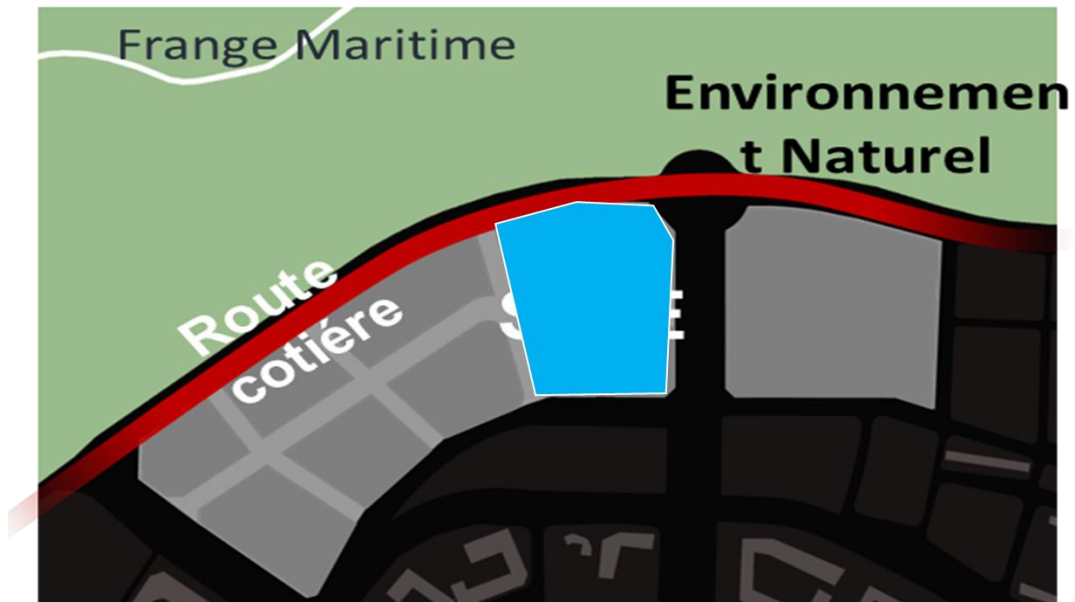


Figure 120 : Terrain d'assiette du projet « dérivé du POS »

Le terrain prévu pour recevoir notre projet avoisine les 5 hectares, il dispose de 4 façades dont 2 donnant sur deux axes principaux (Nord et Est)

#### 4.2 Environnement immédiat du terrain



Figure 121 : Carte de l'environnement immédiat du terrain<sup>115</sup>

L'environnement immédiat de notre terrain dispose d'un équipement structurant (au nord-est) à usage hôtelier (Hôtel Méridien Oran)

<sup>115</sup> Figure réalisée par l'étudiant



Figure 122 : Hôtel méridien Oran<sup>116</sup>

Au nord du terrain se trouve un aménagement paysager et une salle des fêtes le tout donnant sur le golf d'Oran en se plongeant en falaise sur la mer méditerranée.



Figure 123 : Falaise sur la partie nord du site<sup>117</sup>

Au sud du terrain se trouve principalement de l'habitat collectif qui se traduit par des immeubles d'un gabarit moyen de R+4



Figure 124 : Immeuble d'habitat collectif sur le site<sup>118</sup>

<sup>116</sup> In web , <http://www.oran-dz.com/tourisme/hotels/hotel-le-meridien-oran-1.jpg>, 24/02/2016

<sup>117</sup> Photo prise par l'étudiant

<sup>118</sup> Idem



### 4.3 Analyse de l'accessibilité

## Oran

Axes principaux



Figure 125 : Axes principaux accessibilité au site

Le terrain se trouve au niveau de la 3eme couronne entre le 3eme et 4eme boulevard ce qui lui confère une accessibilité fluide due à son excentrement par rapport au centre historique tout en restant rattaché au centre histoire grâce à une maille dense et importante.



Figure 126: Accessibilité au terrain

Le site est accessible par une multitude de voies mécaniques selon des directions variées tout cela confère au site une excellente accessibilité au niveau régional et national  
En ajoutant à cela la proximité du port d'Oran ce dernier donne une envergure internationale au site.

#### 4.4 Analyse paysagère

Insérer une tour dans le paysage urbain représente un défi. Nous prendrons comme impératif urbanistique son intégration de manière logique sur le front de mer d'Oran.

Pour satisfaire cette condition nous nous sommes référés à une échelle plus importante que celle du projet en soi mais de la ville toute entière.

Santa Cruz représente le point culminant d'Oran et l'élément de repère par excellence des citoyens et touristes.

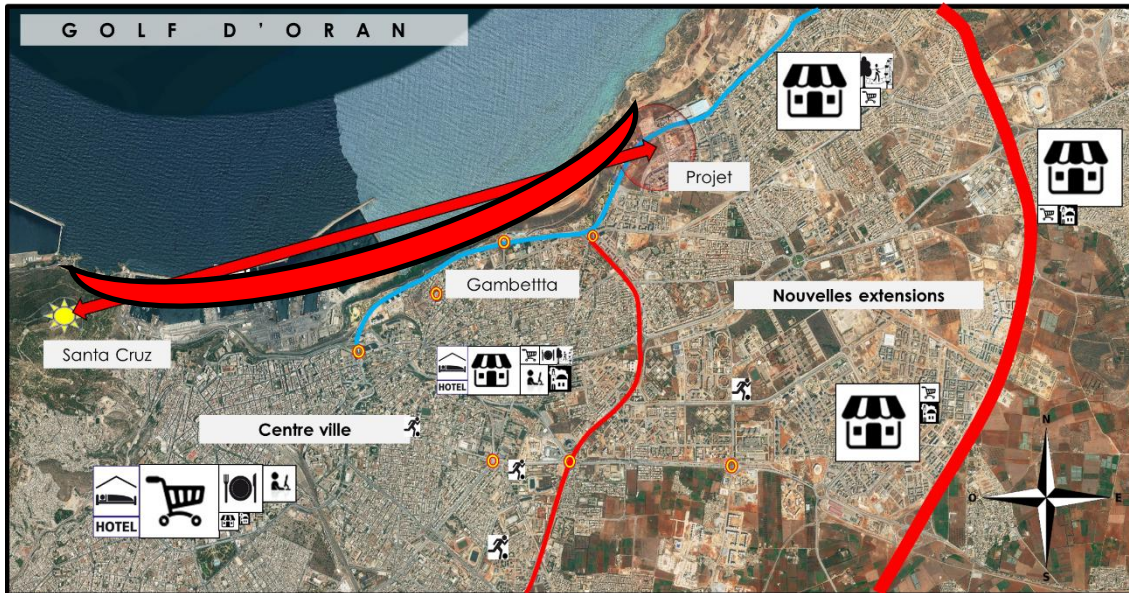


Figure 127 : Relation Santa Cruz - Projet

Notre terrain constitue la fin du croissant d'Oran et met en exergue une relation de concurrence entre ce dernier et Santa Cruz

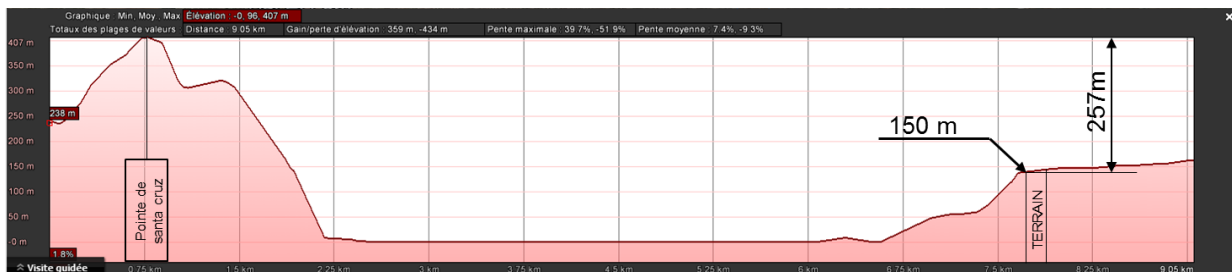
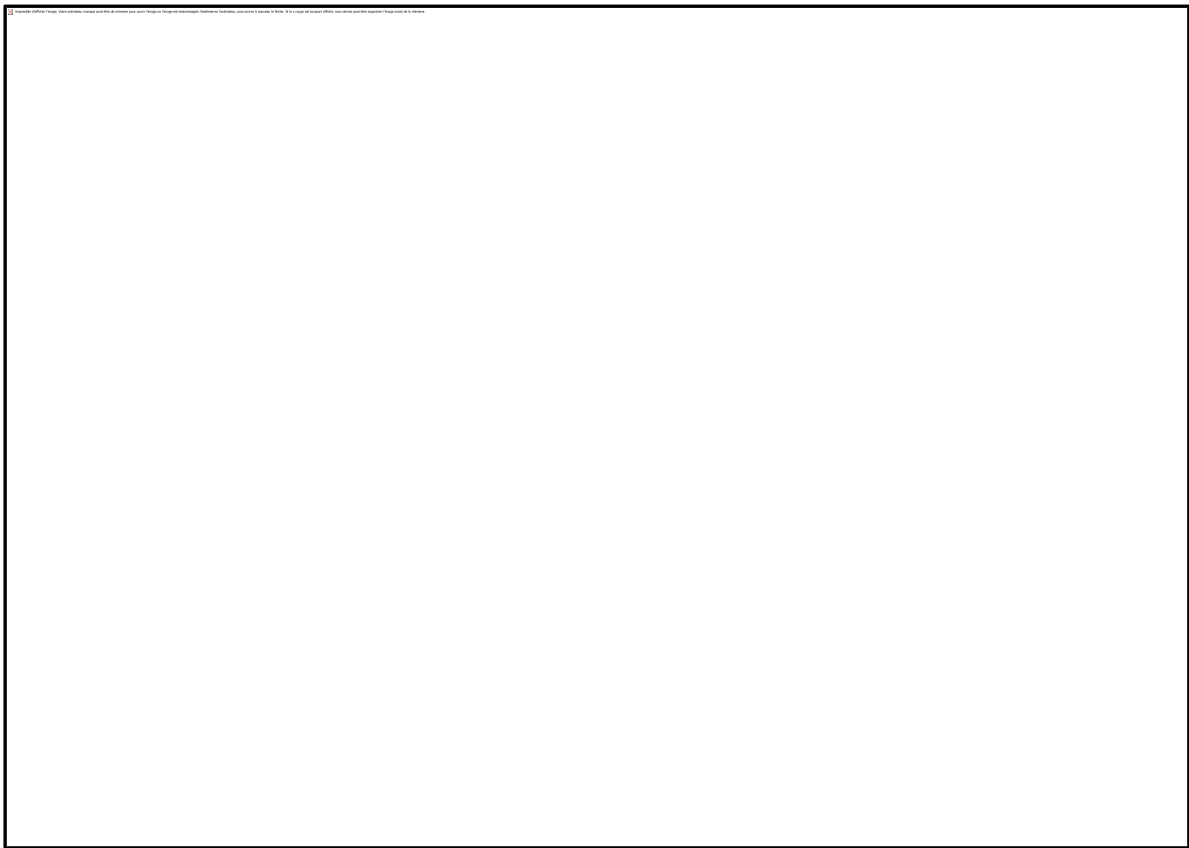


Figure 128 : Différence de hauteur entre le terrain et Sant Cruz<sup>119</sup>

Suivant la figure ci-dessus nous prendrons comme limite symbolique de 257 m, de manière à créer un équilibre de hauteur sur le front de mer d'Oran.

<sup>119</sup> Figure réalisé par l'étudiant, Google Earth

#### 4.5 Synthèse de l'analyse du site :



## 5- Genèse :

### 5.1 Préambule :

#### 5.1.1 Objectif du projet :

« Oran » surnommée la radieuse est considérée aujourd'hui comme la deuxième plus grande ville d'Algérie de par son économie et son industrie, ceci d'une part, et d'autre part, l'implantation d'un projet tour a vocation résidentiel, commercial, libérale, ludique, administrative et sportive à dimension nationale permet de :

- Constituer un symbole pour la ville d'Oran.
- Affirmer l'identité d'Oran.
- Offrir un équipement socio-économique.
- Etoffer l'extension d'Oran vers un nouveau pôle (Est d'Oran)

### 5.2 Etapes de la genèse :

#### 5.2.1 Etape 01 : hiérarchisation des espaces

Cette étape a pour objectif de déterminer la nature des espaces (public – semi public) existant dans le terrain en fonction des axes fortement fréquentés et des voies principales et secondaires.

La route W75 et le boulevard Akid Lotfi tous deux à la fois très animé et très fréquenté longent la partie Nord et Est du terrain qui va constituer la partie public et donc contenir les différents accès aux équipements du projet

Par ailleurs, l'espace le plus calme vient se greffer dans la partie Sud-Ouest du terrain constituant une aire semi-public contenant les accès aux logements.

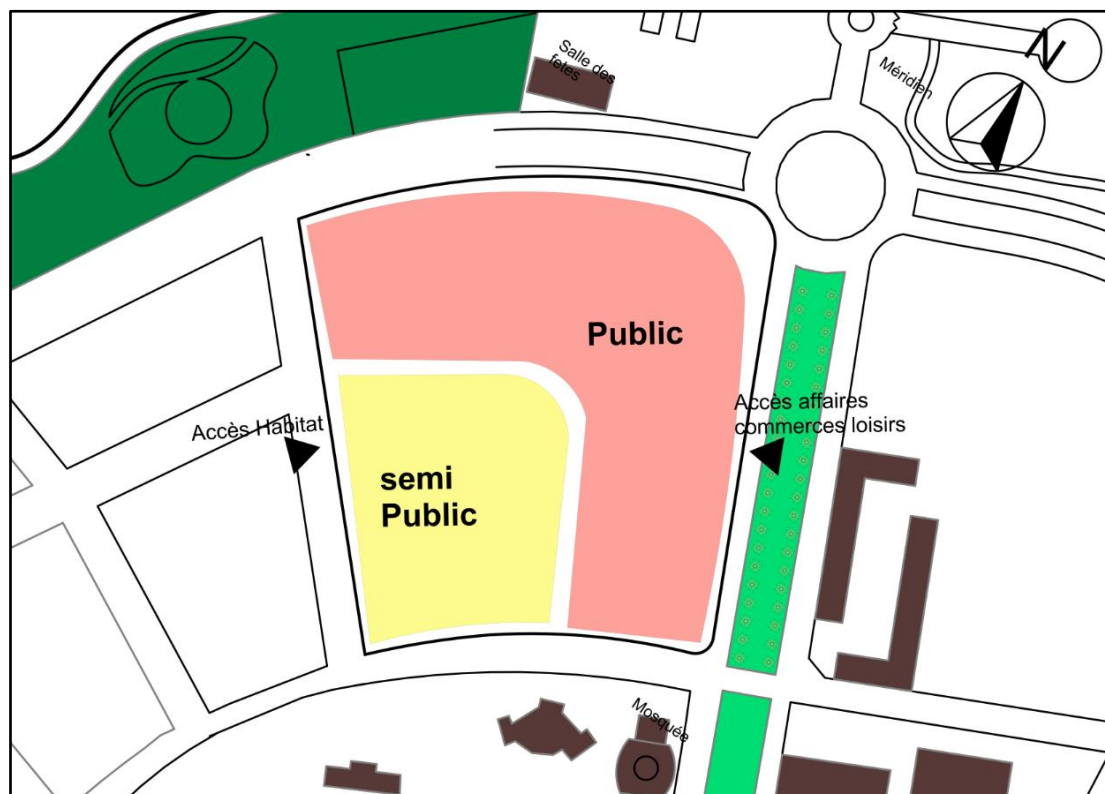


Figure 129 : Carte de hiérarchisation de l'espace<sup>120</sup>

<sup>120</sup> Réalisée par l'étudiant, Archicad 19

### 5.2.2 Etape 02 : Schéma de structure et accès au projet

Cette étape est déterminatrice d'axe de circulation, d'accès piétonnier et mécanique au projet ainsi que l'implantation primaire du projet.

La présence de deux centralités urbaines de part et d'autre du terrain (partie Est et Ouest) nous incite à créer un dégagement constituant par la suite des placettes accueillant à bras ouvert l'ensemble des futurs usagers.

La présence de la route W75 à flux mécanique fort au Nord du terrain va nous créer un recul dû aux effets sonores de la circulation permanente.

Après détermination des zones de dégagements, l'implantation de notre projet vient se buter au centre du terrain ayant toujours comme volonté de garder une circulation piétonne entre les deux centralités, pour une utilisation optimal des équipements du projet d'une part, et d'autre part pour fluidifié la circulation horizontale entre les deux points culminants du projet.

Le projet est doté d'un accès principal dans la partie Est du terrain dans un boulevard aux voies large avec une dynamique permanente et d'un accès secondaire dans une partie moins fréquentés mais tout aussi dynamique (partie Ouest).

Pour éviter tout encombrement mécanique, des accès aux parkings sous terrain ont été prévu dans les voies à flux moyen et faible (partie Sud et Ouest du terrain).

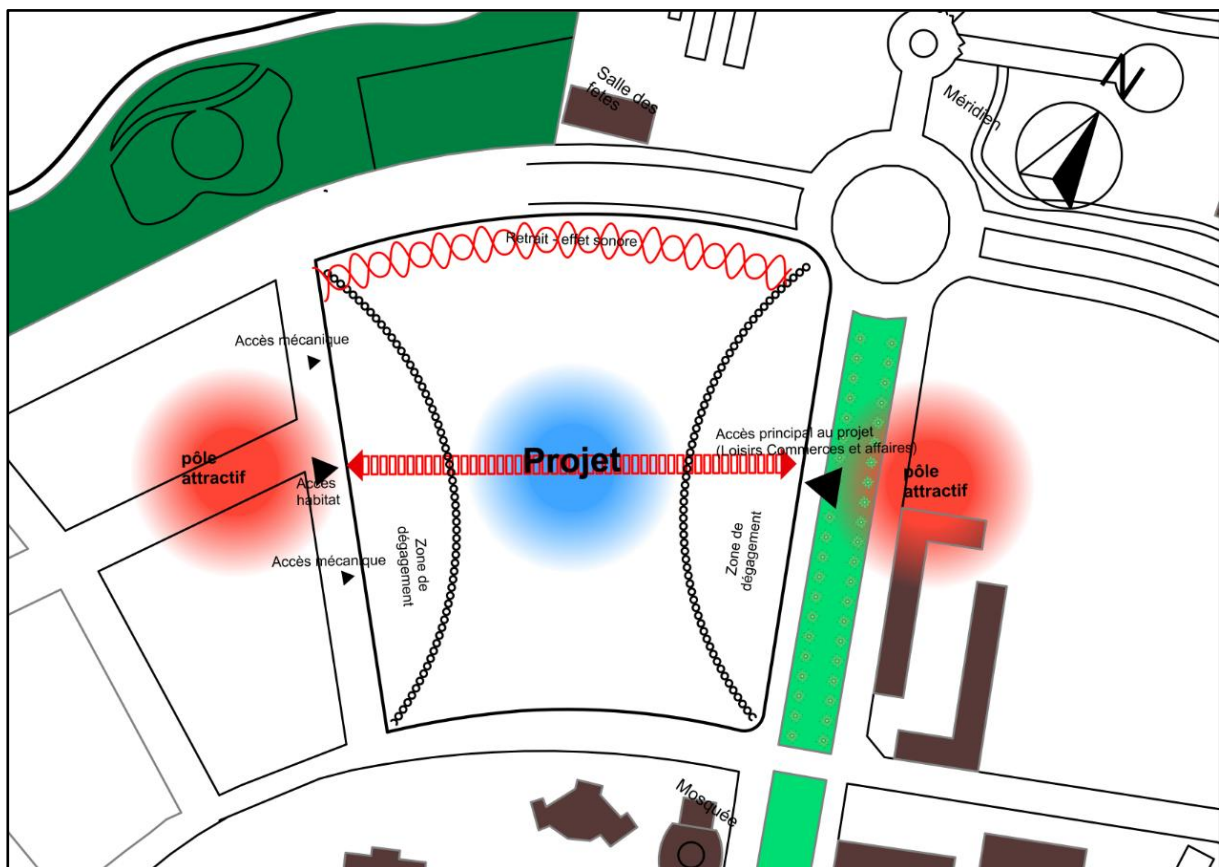


Figure 130 : Schéma de structure et accès au projet <sup>121</sup>

Lors de cette étape nous avons considéré le projet comme étant une tour carré assise sur une base rectangulaire

<sup>121</sup> Réalisée par l'étudiant, Archicad 19

### 5.2.3 Etape 03 : Zoning en plan

Cette étape est le résultat des précédentes analyses, montrant en premier plan l'implantation des différents équipements constituant le projet ainsi que les espaces de services, les espaces verts, les parkings et les accès principales et secondaires (mécanique et piétonnier).

Après détermination des zones battis et des zones de dégagements, notre choix s'est porté vers un espace de loisirs dans la partie Nord du terrain, un espace de commerce dans la partie Sud et la tour au centre, ce système nous permettra une bonne hiérarchisation des espaces, une communication fluide entre les différentes entités (parking-commerce-loisirs) s'ajoute à cela le confort visuel qui surplombe le golf méditerranéen.

Les deux centralités urbaine reste reliés et traversent le long du projet à travers des piétonnière.

Les zones de dégagements deviennent des placettes et des esplanades accueillant un nombre maximal de visiteurs.

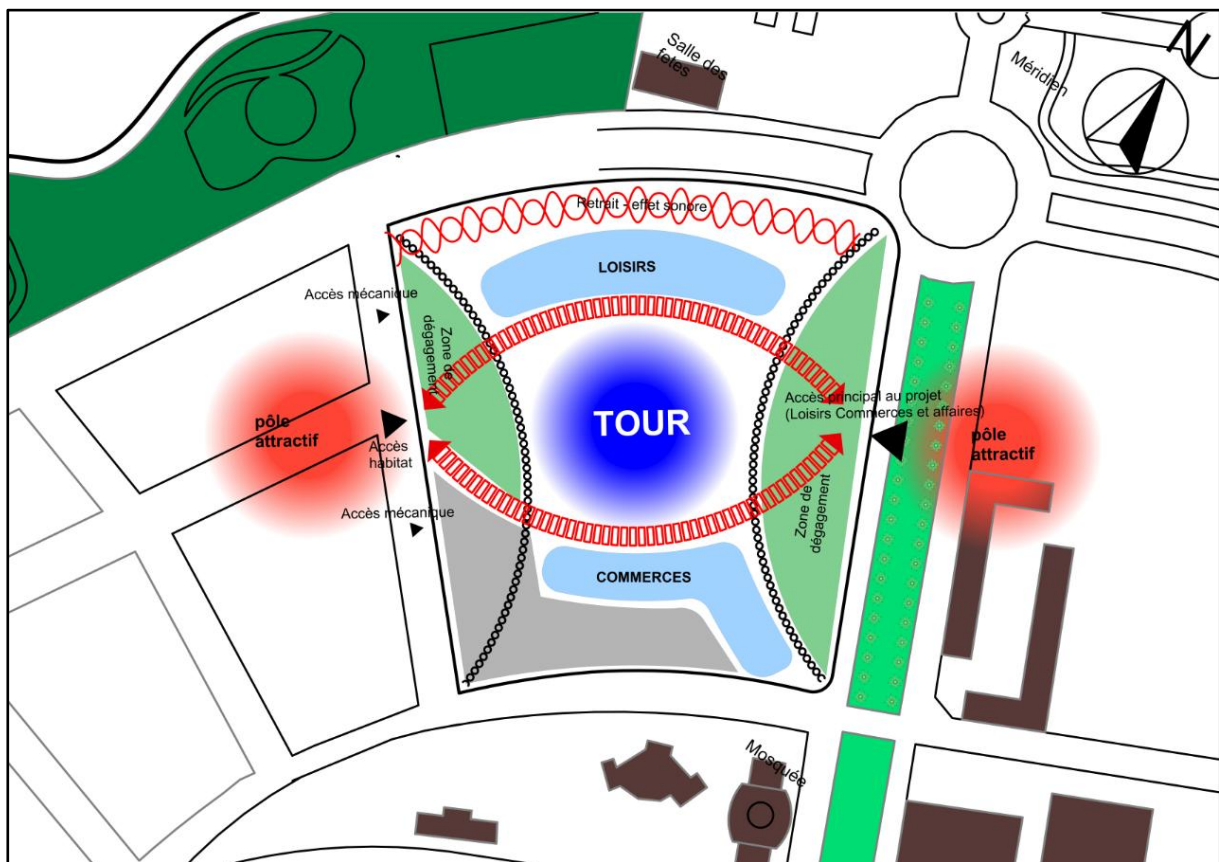


Figure 131 : Zoning en plan<sup>122</sup>

<sup>122</sup> Réalisée par l'étudiant, Archicad 19

### 5.2.4 Etape 04 : Zoning en élévation

Afin de mieux comprendre le choix de l'implantation et le fonctionnement de l'ensemble du projet, une coupe est représentée ci-dessous schématisant la partie ludique, le socle de la tour à usage commercial, et le centre commercial avec des liaisons horizontal à travers les piétonnières au niveau le plus bas et des passages suspendus aux étages, vient par la suite la tour occupant dans sa majorité l'espace résidentiel, le reste sera à usage administratif et office. Pour ce qui est de la circulation vertical, des ascenseurs réservés aux résidents traversent l'ensemble de la tour, du parking résidentiel au panthouses, les usagers et les utilisateurs compte à eux utiliseront des ascenseurs qui s'arrêtent à un niveau précis (observatoire). « Afin de dissocier entre les différentes fonctions des cryptogrammes sont proposés dans le schéma, une légende est aussi proposer pour faciliter la lecture ».

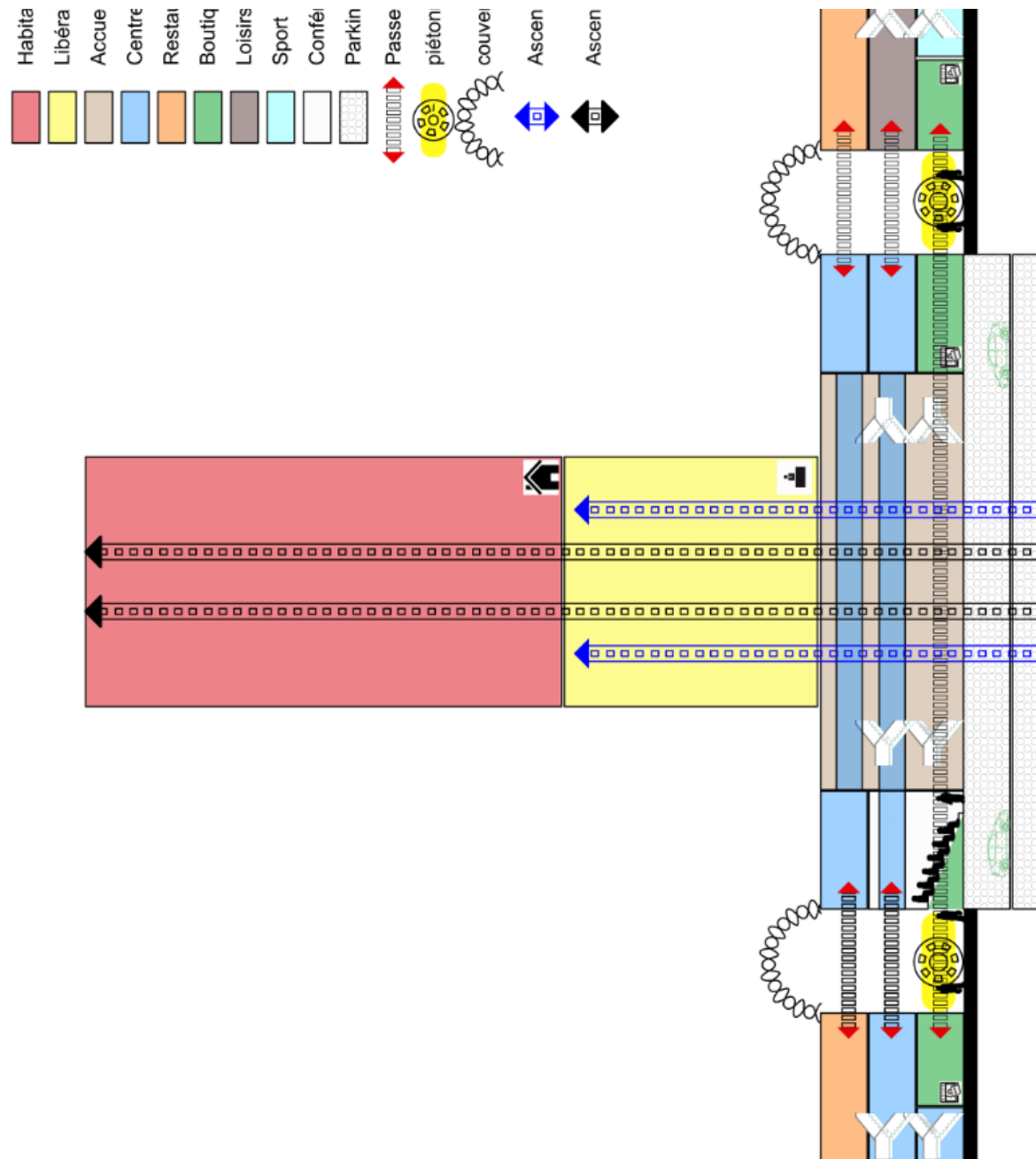


Figure 132 : Zoning en élévation<sup>123</sup>

<sup>123</sup> Réalisée par l'étudiant, Archicad 19

## 5.2.5 Etape 05 : Etude volumétrique

### 5.3 Métaphore utilisée :

Dans le but d'affirmer l'identité de la ville d'Oran, nous nous sommes attachés sur des images, des symboles et des visions auxquelles on la relie, de cette recherche il en résulte qu'Oran est attachée à la mer de sorte qu'elles ne constituent qu'une seule entité elle y puise son histoire son économie et sa renommée.



Dans ce schéma là nous avons proposé d'user du site du projet comme source d'inspiration directe :



#### **Définition d'une falaise :**

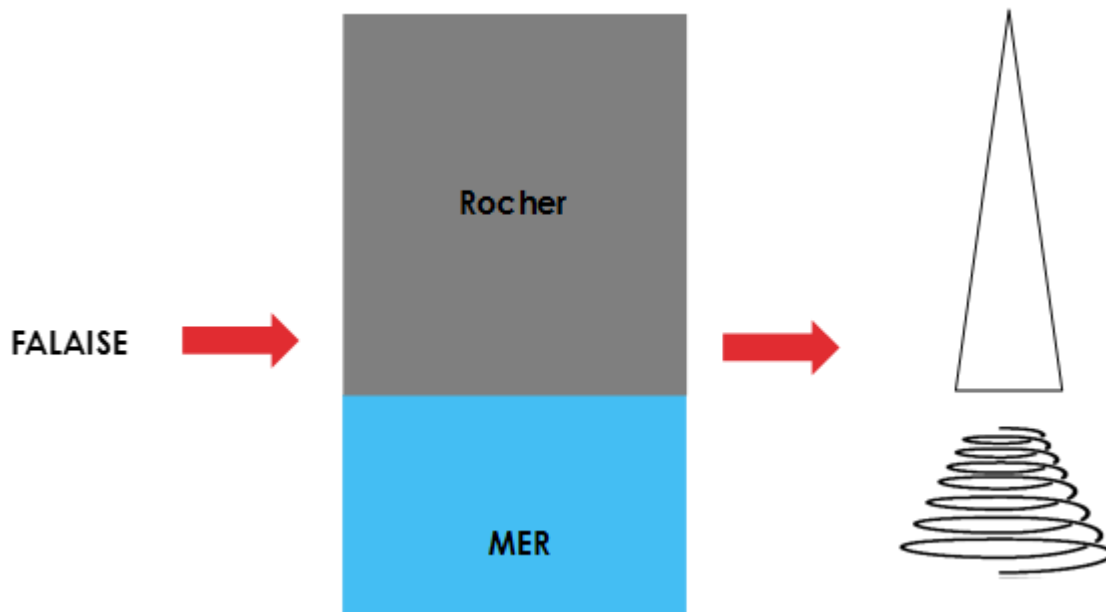
Une falaise est, selon la définition proposée par le géographe André Guilcher et communément admise dans la littérature, un escarpement en pente forte (entre 15 ° et le surplomb) et de hauteur variable, non couvert de végétation, créé par l'érosion marine le long d'une côte



### Schématisation du concept :

En décomposant une falaise deux éléments en sont ses principaux constituants :

- **La mer** : la vague fluide mouvante se brise sur le rochez raide sinueux la courbe le suggère et l'implicite
- **Le rocher** : un escarpement dénudé de toute végétation raide découpé au ciseau par le vent sous l'effet de l'érosion et le temps, le triangle pointue dirigé vers le ciel schématise le rocher



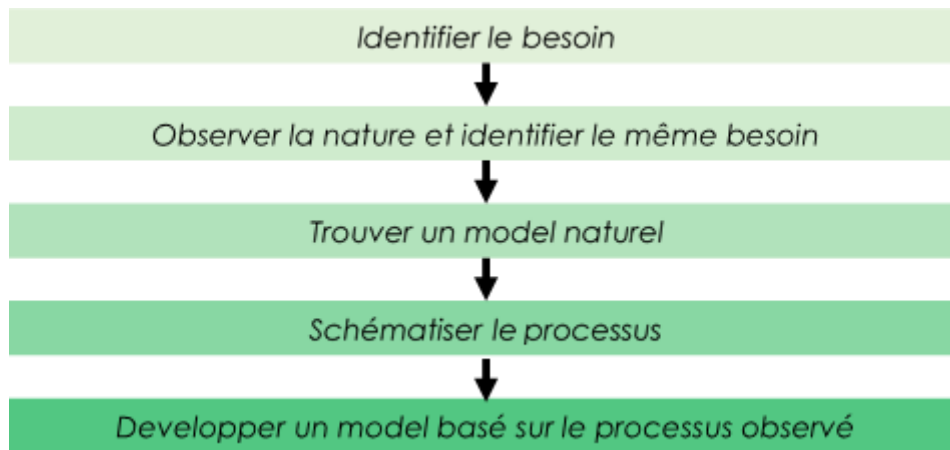
### 5.4 Approche biomimétique :



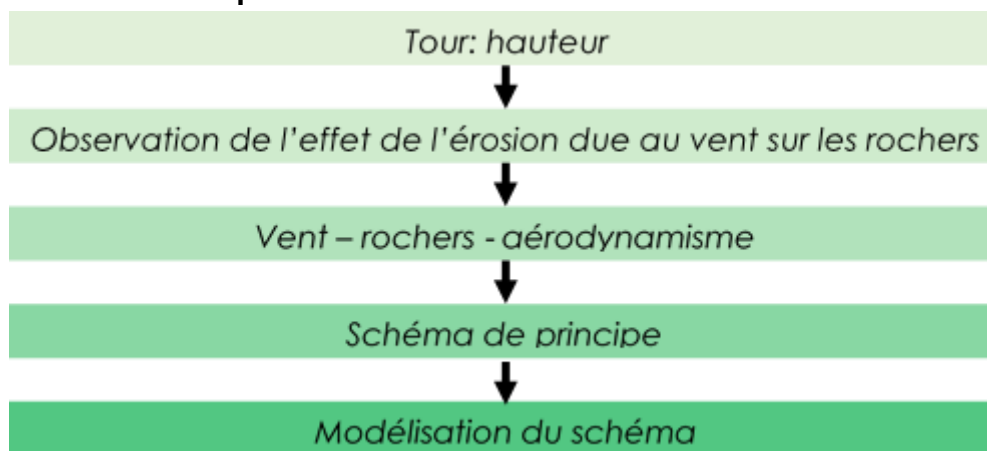
En architecture la nature représente un corpus de données et de solutions non négligeable, chaque concepteur doit se référer à la nature pour formuler une réponse architecturale efficace et qui respecte son environnement.

Le gratte-ciel subit principalement les charges du vent dans cette logique nous avons recherché un parallèle à ce phénomène cela nous a conduit à étudier l'effet de l'érosion sur les rochers.

## Rappelle sur les Étapes du biomimétisme



## Approche biomimétique utilisée



**Éléments observés :**



*Figure 133 : Roche sous l'effet de l'érosion due au vent sur une plage<sup>124</sup>*



*Figure 134 : Roche sous l'effet de l'érosion due au vent*

L'ensemble des éléments étudiés présentent un point commun : une section changeante  
Cette section changeante permet de briser les tourbillons qui risquent de détruire la structure

<sup>124</sup>In web, <http://www.awesomeinventions.com/wp-content/uploads/2015/02/beach-sand-formations.jpg> ,  
12/03/2016

# Genèse volumétrique

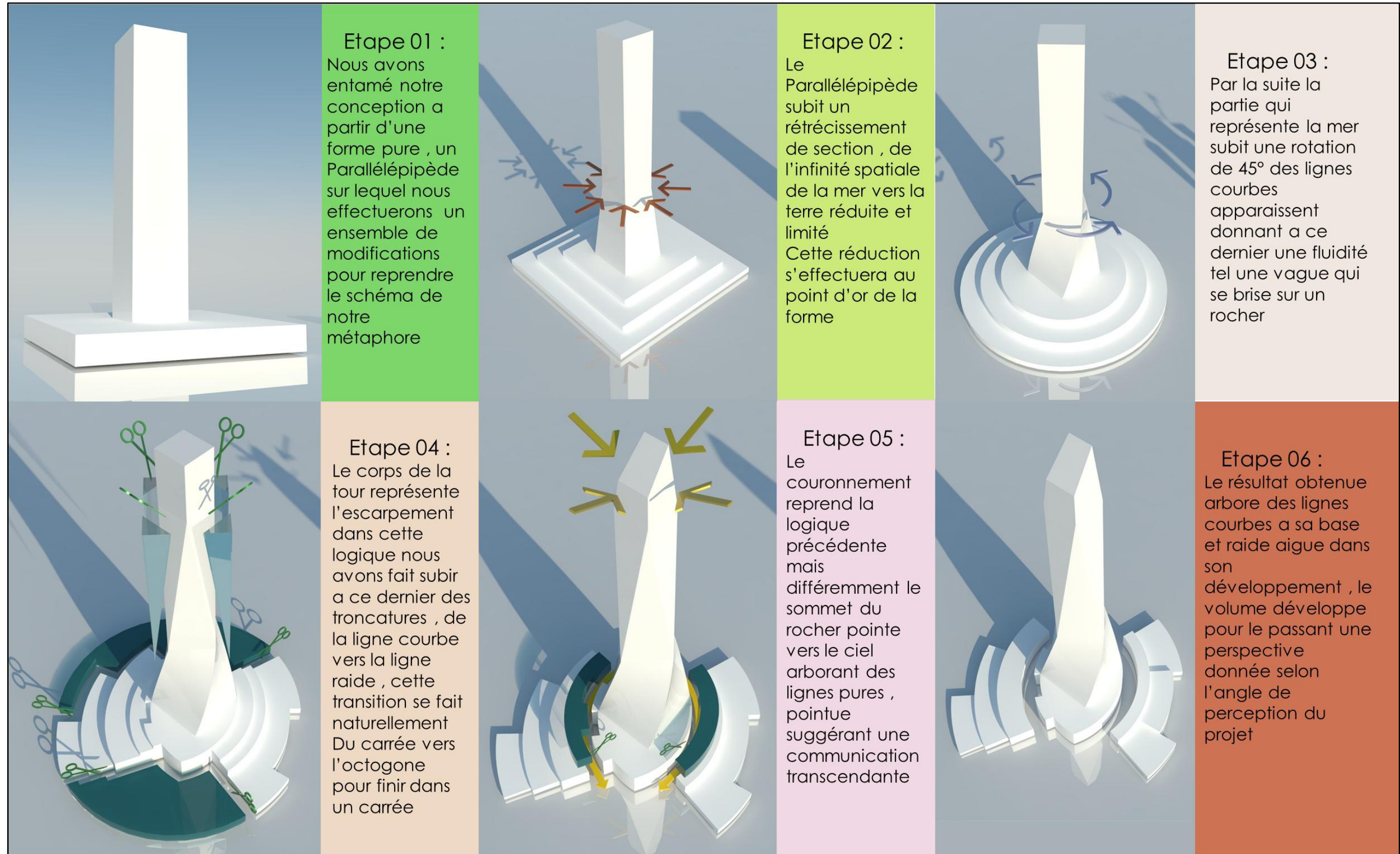


Figure 135 : genèse volumétrique du projet<sup>125</sup>

<sup>125</sup> Réalisée par l'étudiant, 3ds max 2016, Vray, Photoshop

### **Couronnement de la tour**

Le couronnement d'une tour est une pièce maitresse qui donne à cette dernière une direction et vie à l'ensemble

Lors de la genèse de notre projet cette pièce fut longuement réfléchi car elle devait rassembler plusieurs critères dont :

- Une continuité logique à notre métaphore
- Constituer un rappel à l'histoire de la ville d'Oran

Comme citée précédemment « chap. 02, présentation de la ville d'Oran, Etymologie », Oran vient du terme « OUED AHARANE » qui signifie selon le dictionnaire Touareg la rivière des lions.



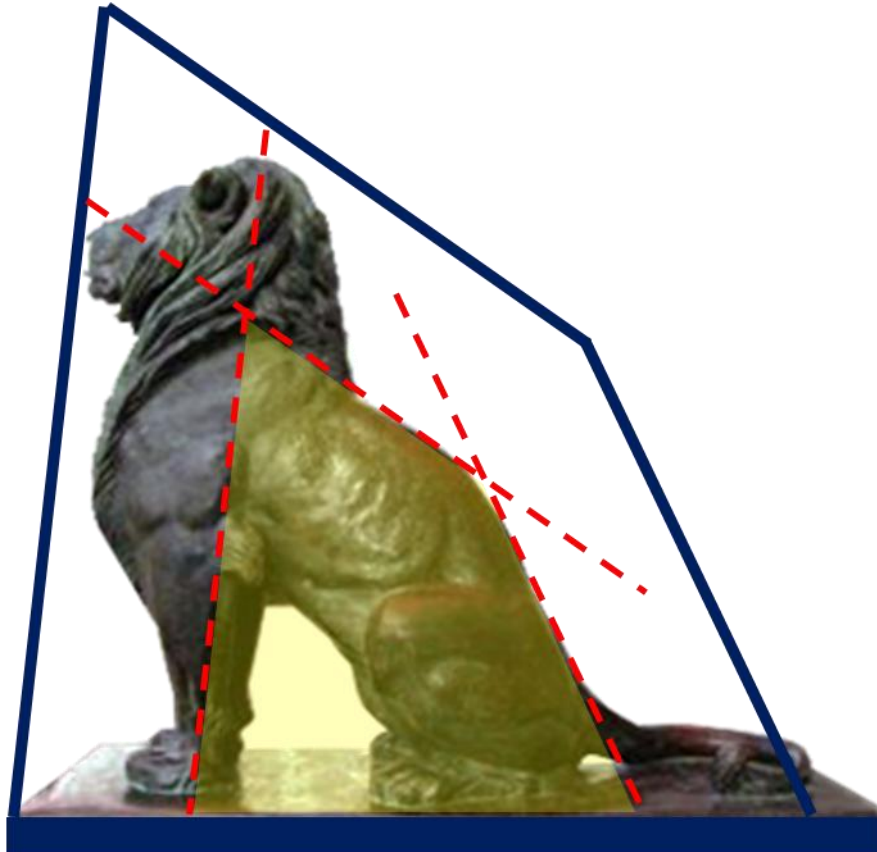
*Figure 136 : Lions d'Oran, Mairie<sup>126</sup>*

Le lion symbole de la ville d'Oran véhicule une idée de force, de sagesse et d'audace c'est pourquoi notre couronnement s'insère dans cette logique

---

<sup>126</sup> In web, [http://oranmetropole.blogvie.com/files/2010/11/oran\\_lion1.jpg](http://oranmetropole.blogvie.com/files/2010/11/oran_lion1.jpg),12/04/1993

## Géométrisation du lion d'Oran



*Figure 137 : Géométrisation du lion d'Oran<sup>127</sup>*

Lors de la décomposition géométrique du lion d'Oran nous avons mis en relief trois lignes directrices (Trait rouge discontinu), reliées elles forment un trapèze (en jaune) ce dernier fut agrandi pour envelopper le tout et constituer la section de notre couronnement (trait gras bleu).

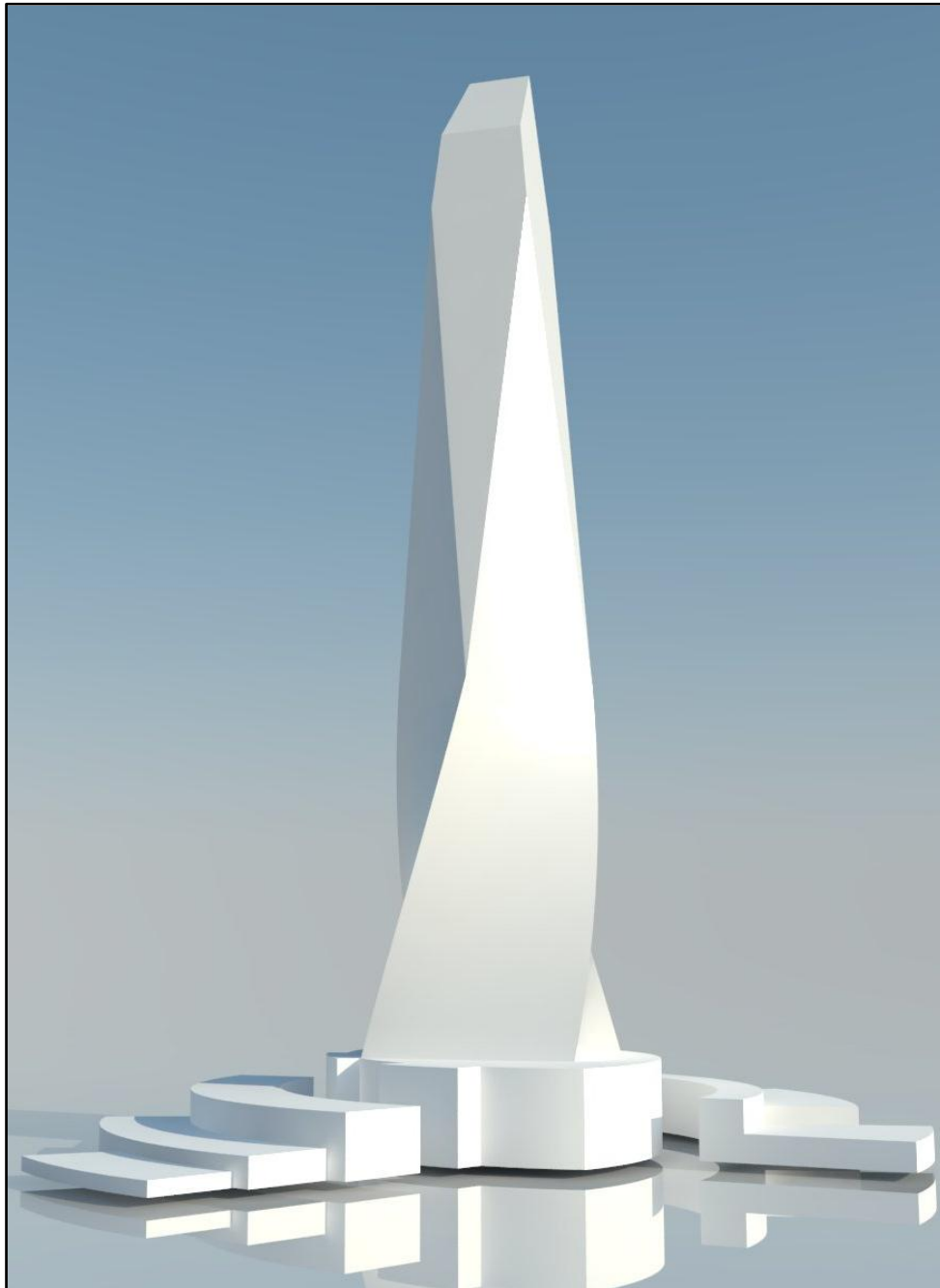
Ce couronnement fut orienté vers le nord-est de manière symbolique pour mimer le développement fulgurant d'Oran vers l'est et expliciter la vision futuriste de cette mégapole.

---

<sup>127</sup> Figure réalisé par l'étudiant, Adobe photoshop CS6

### 5.5 Etude volumétrique :

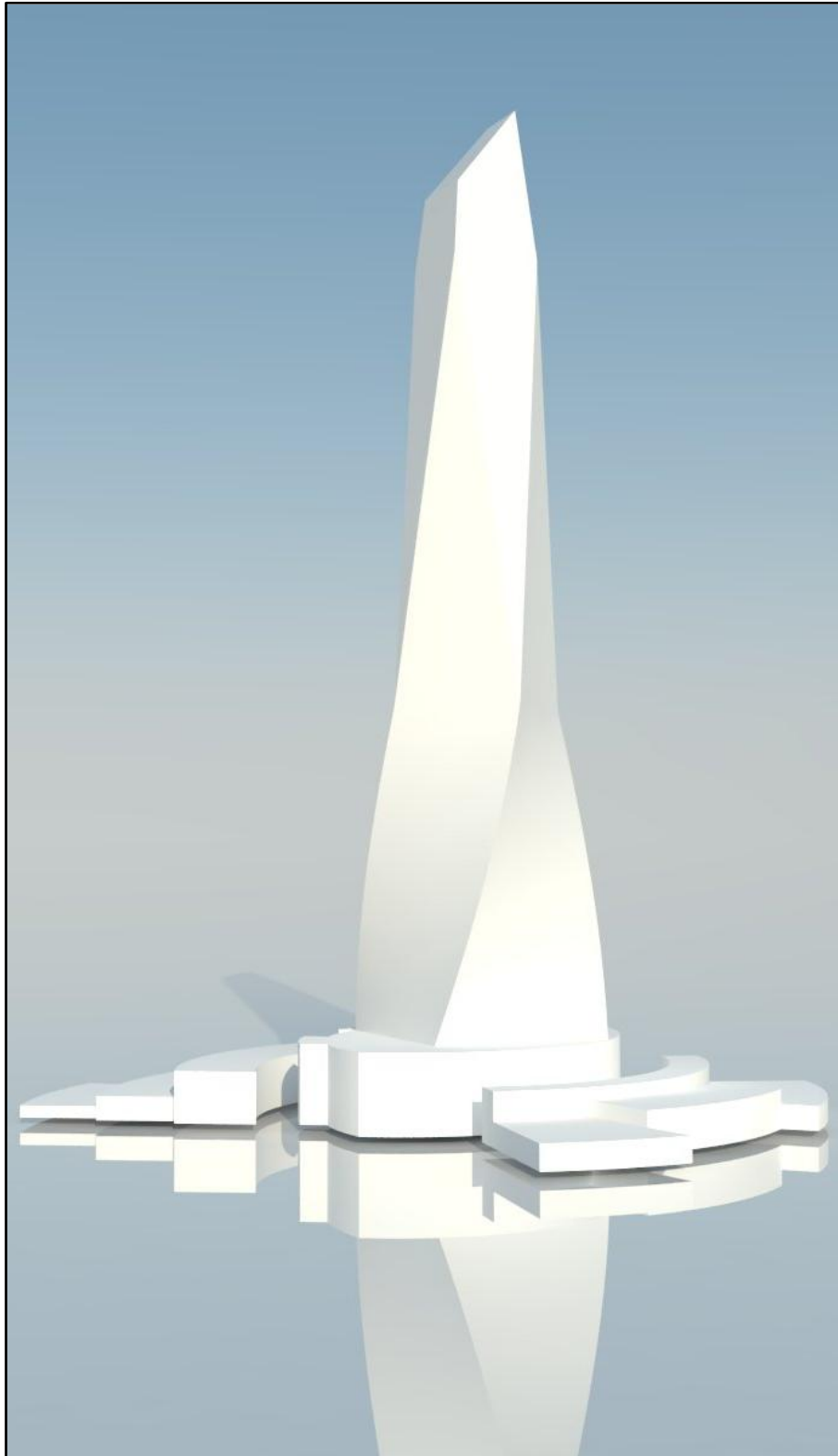
Les figures ci-dessous représentent deux angles de vues différents du projet, ou chacun d'eux donne une perspective donnée qui change par rapport à l'autre, cette architecture nous a permis d'avoir une tour qui pour un passant mouvant sa perception du projet se voit être renouvelée.



*Figure 138 : Volumétrie du projet angle de vue 01<sup>128</sup>*

---

<sup>128</sup> Réalisée par l'étudiant, 3dsmax 2016, Vray, Photoshop



*Figure 139 : volumétrie du projet angle de vue 02<sup>129</sup>*

Cette capacité à se métamorphoser selon l'angle du percepteur participe à la dynamique urbaine.

---

<sup>129</sup> Réalisée par l'étudiant, 3dsmax 2016, Vray, Photoshop



## **5.6 Formalisation du projet :**

### **5.6.1 Accessibilité :**

#### **a) Accès principal :**

Chaque projet se doit d'avoir un accès principal incitant les visiteurs à prendre une direction précise pour accéder au cœur du bâtiment. Pour notre cas nous avons choisi de démarquer notre entrée principale par un grand dégagement placé sur le boulevard très fréquenté Akid Lotfi.

Ce même dégagement accueillera par la suite les accès principaux des différents équipements ludiques et commerciaux.

#### **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.

#### **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.

#### **d) Accès service :**

Ces accès restent réservés aux personnes de la maintenance, aux employés, aux services de livraisons ou de chargements ..., ils permettent d'avoir un espace réservé et une circulation fluide, de ce fait notre accès service vient se placé à l'opposé de l'accès principal tout en assurant ses fonctions.

#### **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'encombrement.

Un 3<sup>ème</sup> accès mécanique a été créé dans l'alignement de l'accès principal à travers une bretelle qui servira d'accès aux personnes à mobilité réduite et des personnes de passages.

### **5.6.2 Circulation :**

#### **Circulation verticale :**

##### **Tour :**

Le noyau central contient essentiellement :

- l'ensemble des ascenseurs (au nombre de 10) dont une partie traversent l'ensemble de la tour, et l'autre qui s'arrête au niveau 19 (observatoire).
- 2 escaliers de secours traversant l'ensemble de la tour

2 escaliers sont ajoutés au premier étage de la tour pour gérer le flux important de circulation

### Centre commercial :

On y trouve :

- 4 escalators dans la partie centrale du centre commercial
- 2 escaliers de secours espacé de 30 m
- 2 ascenseurs
- Un escalier a été ajouté au premier étage pour gérer le flux de circulation
- 2 montes charges pour la livraison
- Escalier réservé aux employés

### Centre de loisirs :

Pour une circulation verticale efficace et sans encombrements 2 escaliers ainsi que 2 ascenseurs ont été placé face aux accès du centre de loisirs.

### Circulation horizontale :

La circulation horizontale de notre projet part sur un système arborescent (de grands halls desservant d'autres qui a leurs tours vont reliés les différentes fonctions annexés au programme). Afin de mieux comprendre, la figure ci-dessous représentative d'un organigramme fonctionnel spatial, permet une lecture globale du schéma de distribution des circulations :

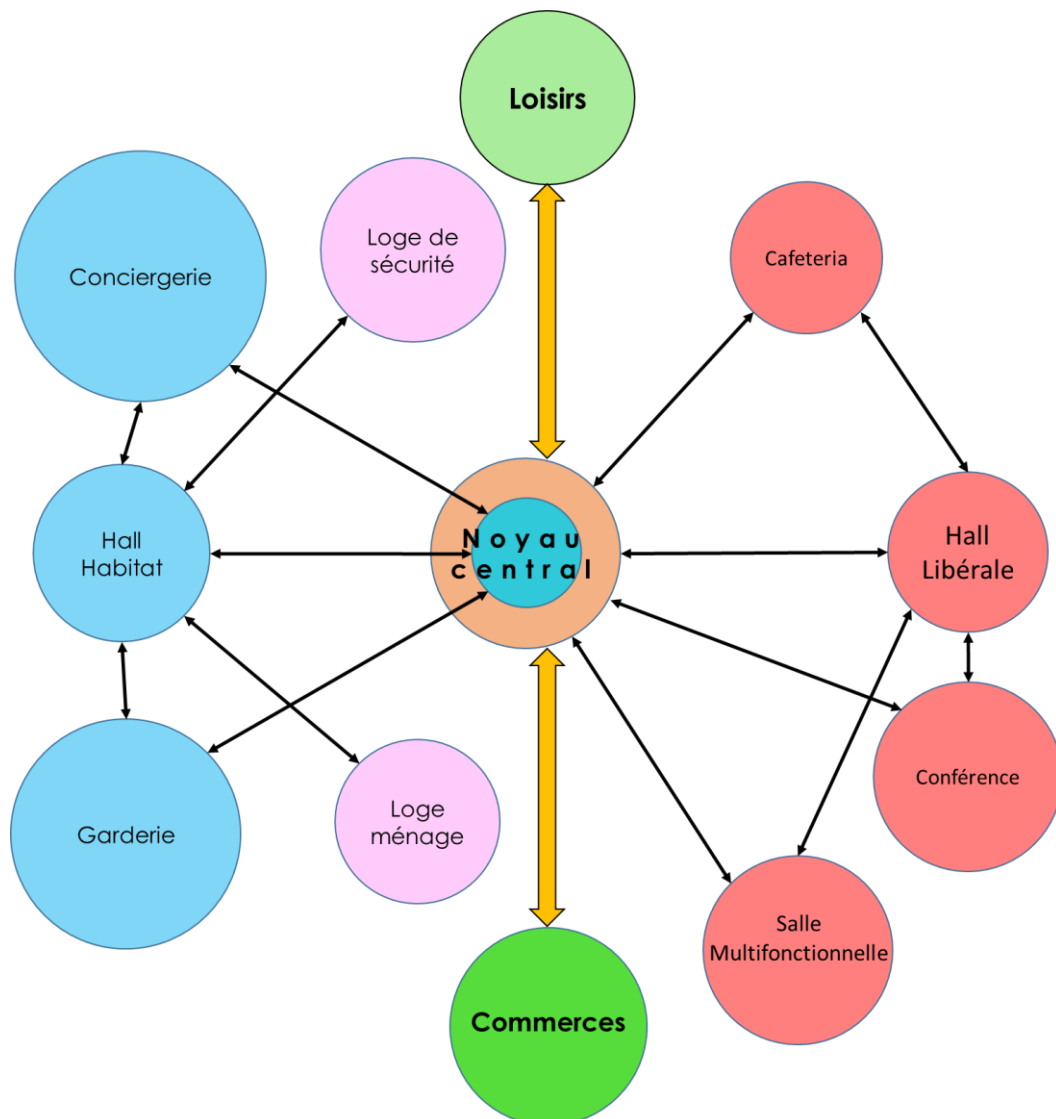


Figure 140 : Organigramme fonctionnel du socle<sup>130</sup>

<sup>130</sup> Réalisée par l'étudiant, Adobe Photoshop CS6

### 5.6.3 Chiffres clefs :

- Tour de 50 étages.
- Hauteur de la tour 250m.
- 28 logements F5 du 21<sup>ème</sup> au 27<sup>ème</sup> étage.
- 48 logements F3 type A et B du 28<sup>ème</sup> au 35<sup>ème</sup> étage.
- 02 logements F3 type Cétages 42 et 43.
- 24 logements F4 du 36<sup>ème</sup> au 41<sup>ème</sup> étage.
- 05 Panthouse du 45<sup>ème</sup> au 49<sup>ème</sup> étage.
- 68 bureaux du 3<sup>ème</sup> au 18<sup>ème</sup> étage.
- Etage technique : étage 20,44 et 50.
- 139 boutiques.
- Centre commercial et centre de loisir s'élève sur 3 niveaux.
- Capacité d'accueil de 7000 personnes.

# **Chapitre 05 : Approche technique**

## Chapitre 05 : Approche technique

### 1- Introduction :

En architecture, dessiner des lignes, créer des espaces, concevoir des volumes, ne peut aboutir à un projet que si on y associe une ou plusieurs technique, cette dernière repose sur une manière de construire, des matériaux à choisir...

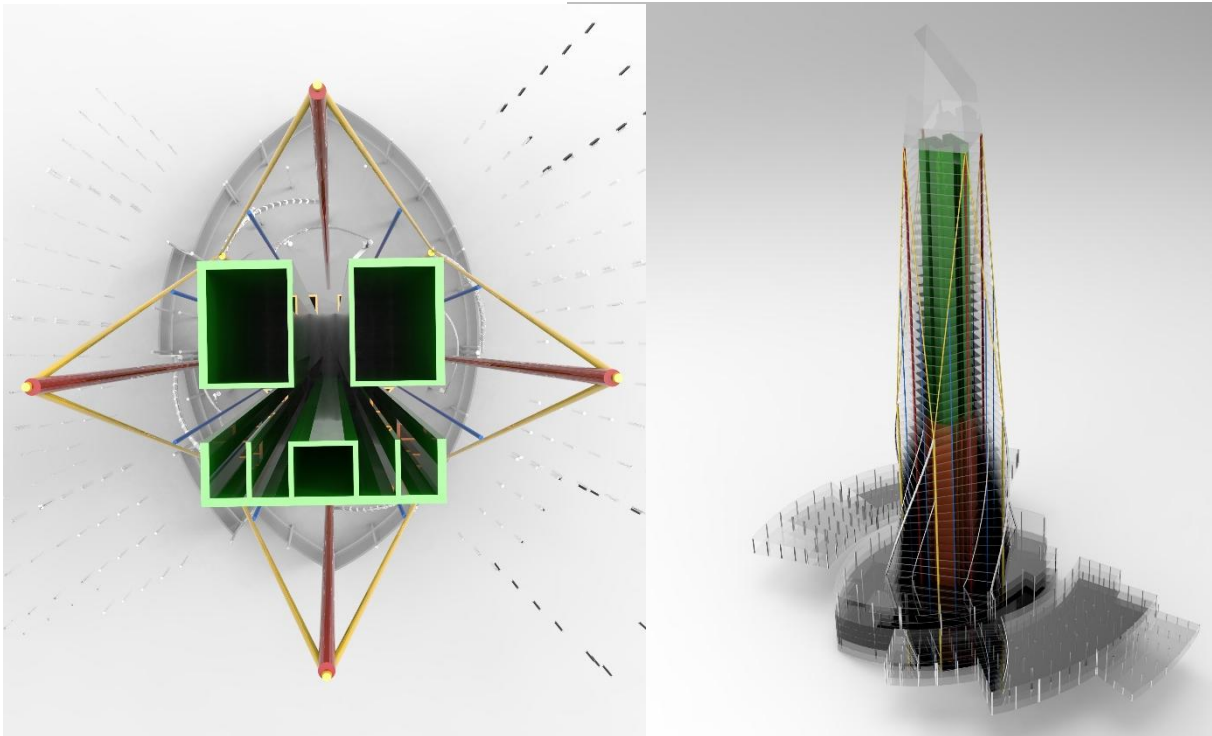
Dans le cas de notre projet, les nouvelles technologies viennent répondre aux besoins de ces techniques en y affectant des systèmes structurels spéciales, des techniques constructives différentes, des matériaux de construction ou de revêtement adéquat et enfin un confort adapté aux exigences nécessaire.

L'approche technologique a pour but d'illustrer ces différents choix qui seront adoptés pour la modélisation de notre projet.

### 2- Technologies utilisées :

#### 2.1 Structure :

##### Introduction :



Nous avons mis en place une structure spéciale ou chaque élément assure la stabilité de l'ensemble.

Nous avons utilisé dans ce schéma le système de méga colonne et noyau central.

Les techniques utilisées pour l'infrastructure et la superstructure seront illustrées dans ce chapitre.

### Plan de repérage structurel:

La figure ci-dessous représente un plan de référencement global des structures choisies dans le cadre de notre projet.

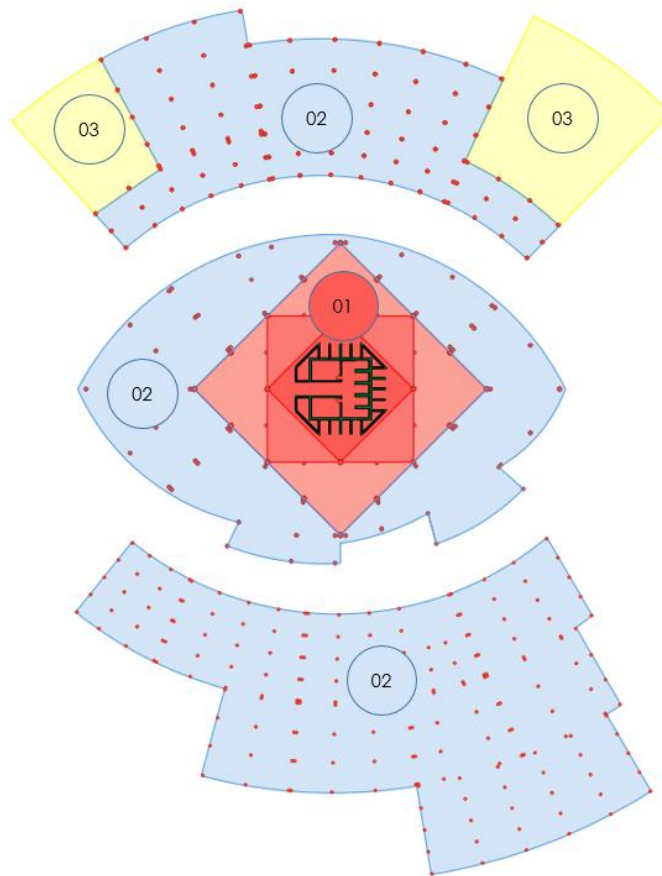


Figure 141: plan de repérage structurel<sup>131</sup>

Ce choix s'est basé sur une analyse très concrète des types de structures en mettant l'accent sur les différentes techniques, les nouvelles technologies ainsi que sur nos besoins spécifiques, le tableau suivant les énumère :

référence	Type de structure choisi
01	<ul style="list-style-type: none"><li>- Noyau central</li><li>- Méga colonne</li><li>- poteau incliné, poteau cintré</li><li>- Fondation en radier sur pieux</li></ul>
02	<ul style="list-style-type: none"><li>- Poteau en béton armé</li><li>- Dalle pleine</li><li>- Fondation sur radier</li><li>- Voiles périphériques</li></ul>
03	<ul style="list-style-type: none"><li>- Poteau incliné</li><li>- Poteau cintré</li><li>- Fondation sur radier</li></ul>

Tableau 19: tableau des structures choisies

<sup>131</sup> Figure réalisée par l'étudiant, Archicad 19

### 2.1.1 Infrastructure :

Parler d'infrastructure tours est synonyme de fondation profonde, à travers des pieux ou des piles qui permettent de :

- Transmettre les charges au sol
- Limiter les tassements différentiels
- Assurer l'encastrement de la structure dans le terrain

#### Technique d'installation des pieux :

- La première technique consiste à créer une paroi moulée: (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. Une fois la roche atteinte, les ouvriers coulent les fondations, puis rebouchent le trou. Ainsi, le building s'élèvera avec pour base une armature solide et directement en contact avec la roche.



Figure 142: système des parois moulées

- 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. Et les pieux forés simples (on creuse le sol jusqu'à la roche, on met des câbles en fer, on coule le 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.

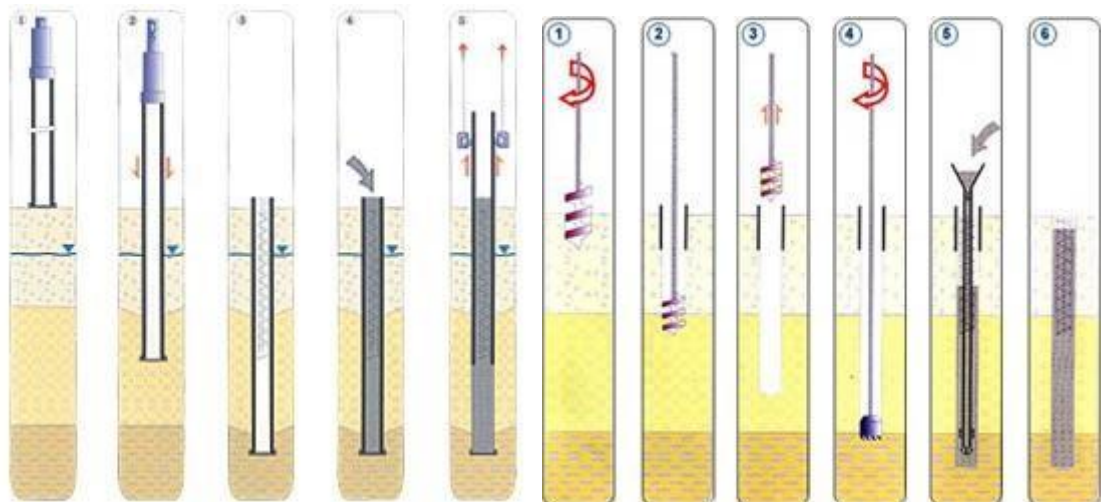


Figure 143: système des pieux battus (à gauche) et pieux forés (à droite)

- La troisième technique est utilisée dans les terrains ou la profondeur nécessaire pour atteindre la roche ou le bon sol est inconnu, dans ce cas, des pieux muni de rainures sont utilisés.

Ce système est fondé sur un principe de frottement qui maintient l'ensemble de la structure, les rainures font office de frein au poids de la tour et empêche que la structure ne s'enfonce dans le sol.



Figure 144: système de frottement des pieux

### Synthèse :

Après avoir analysé les différentes technique et en prenant en considération l'importance des charges permanentes et des surcharges d'exploitation et par précaution parasismique, notre choix s'est porté sur la technique des pieux forés, car ce procédé permet d'atteindre des profondeurs importante assurant la stabilité de la tour et des équipements.

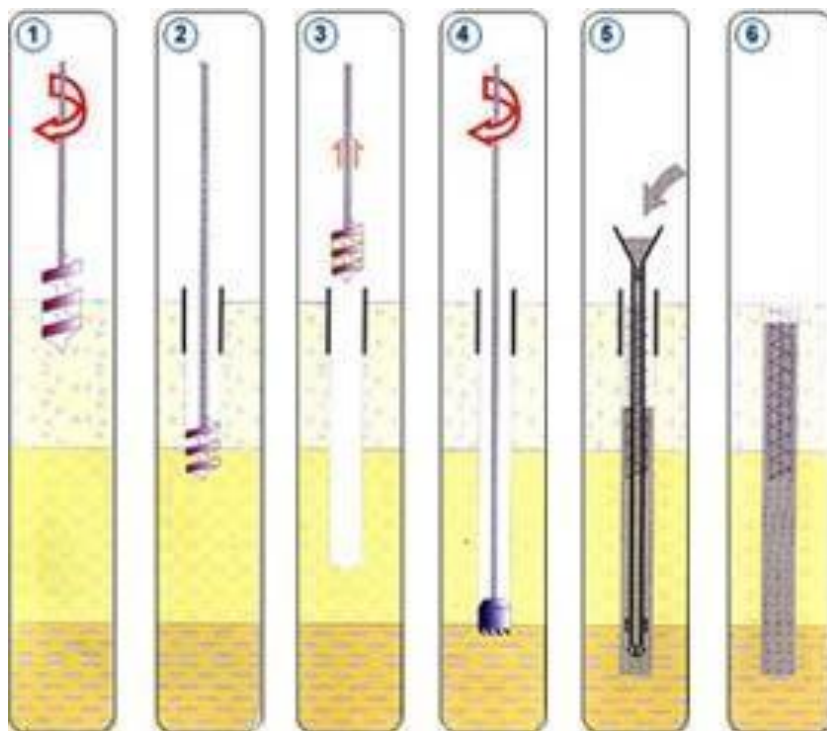


Figure 145: technique des pieux forés



Zone d'installation de ce type de structure (voir plan de repérage structurel Page 147)



## Radier :

### Définition :

Le radier est, en règle générale, une base ou une plate-forme stable sur laquelle reposent d'autres éléments. L'architecture de cette plate-forme dépend du contexte où elle est utilisée.<sup>132</sup>

### Utilisation :

Une fois les pieux enfoncés, on coule une base de béton appelée radier ou dalle précontrainte: c'est-elle qui portera l'ensemble de la charge du gratte-ciel. Ces charges font plusieurs milliers de tonnes (150 000 tonnes pour la Burj Khalifa à Dubaï), la masse de la dalle doit être conséquente.

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, ce qui peut fragiliser le noyau central du gratte-ciel.

Pour éviter ou limiter l'affaissement, la solution a été de remplacer le radier plat par un radier ou le centre est légèrement inférieure à la position de ses extrémités. La forme de la dalle ainsi précontrainte réduit la déformation et l'affaissement de la structure.

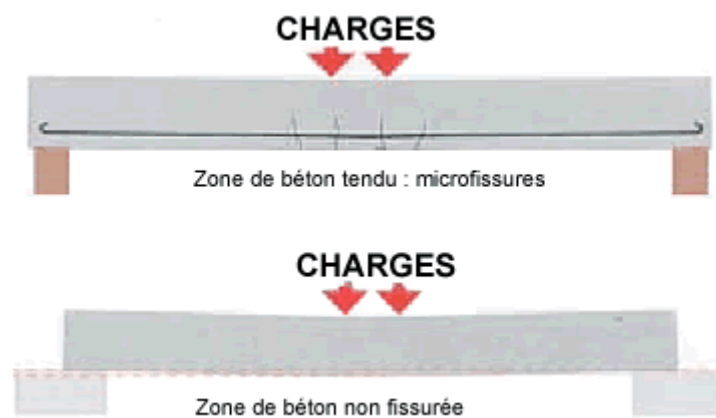


Figure 146: forme d'une dalle précontrainte réduisant la déformation<sup>133</sup>



Zone d'installation de ce type de structure (voir plan de repérage structurel Page 147)

<sup>132</sup> In web, <http://fortificationetmemoire.fr/explandict/radier>, 30/05/2016

<sup>133</sup> Idem

## Les voiles périphériques :

Compte tenu de la présence de sous-sol dans le projet, des voiles périphériques en béton armé sont nécessaires, ces derniers doivent :

- Résister à la poussée des terres.
- Eviter les déplacements horizontaux
- Eviter qu'ils ne se retournent pas.

Ces voiles exigent un drainage périphérique efficace, les eaux doivent être éloignées des fondations du mur.

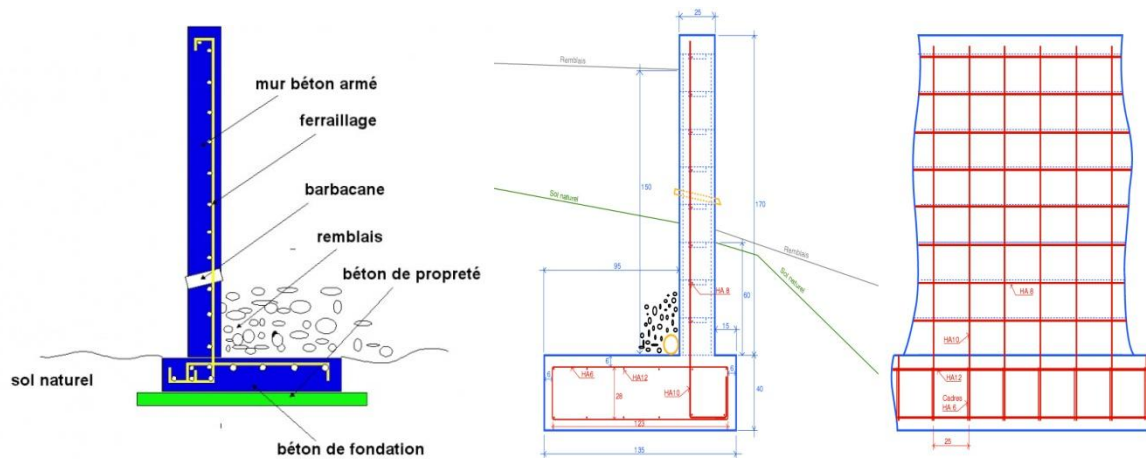


Figure 147: schéma explicatif des voiles périphériques

02

Zone d'installation de ce type de structure (voir plan de repérage structurel Page 147)

## 2.1.2 Superstructure :

### Forme et stabilisation de la superstructure :

La ville d'Oran est une région fréquemment touchée par des typhons ou secouée par des séismes de magnitude relativement importante, il a donc fallu qu'on réussisse à trouver des parades pour garantir une stabilité optimale de l'édifice construit, et pour ne pas qu'ils s'effondrent dès qu'ils sont soumis à des vibrations, dues aux vents ou au sol.

Les causes de ces catastrophes naturelles sont différentes, mais leurs effets sont les mêmes : elles produisent des vibrations qui peuvent conduire à l'effondrement d'une tour. En effet, chaque structure possède ce que l'on appelle une fréquence naturelle propre. Si celle-ci est atteinte, cette structure peut s'effondrer.

### Solutions technique :

Afin d'arriver à défier les colères de la nature, et pour stabiliser la tour des balancements due aux vents, notre forme structurelle vient jouer un grand rôle, en effet lorsque des vents violents frappent un côté d'une tour conventionnelle, une zone de turbulence se forme de l'autre côté, ce phénomène fait pencher l'édifice et peut provoquer son effondrement.

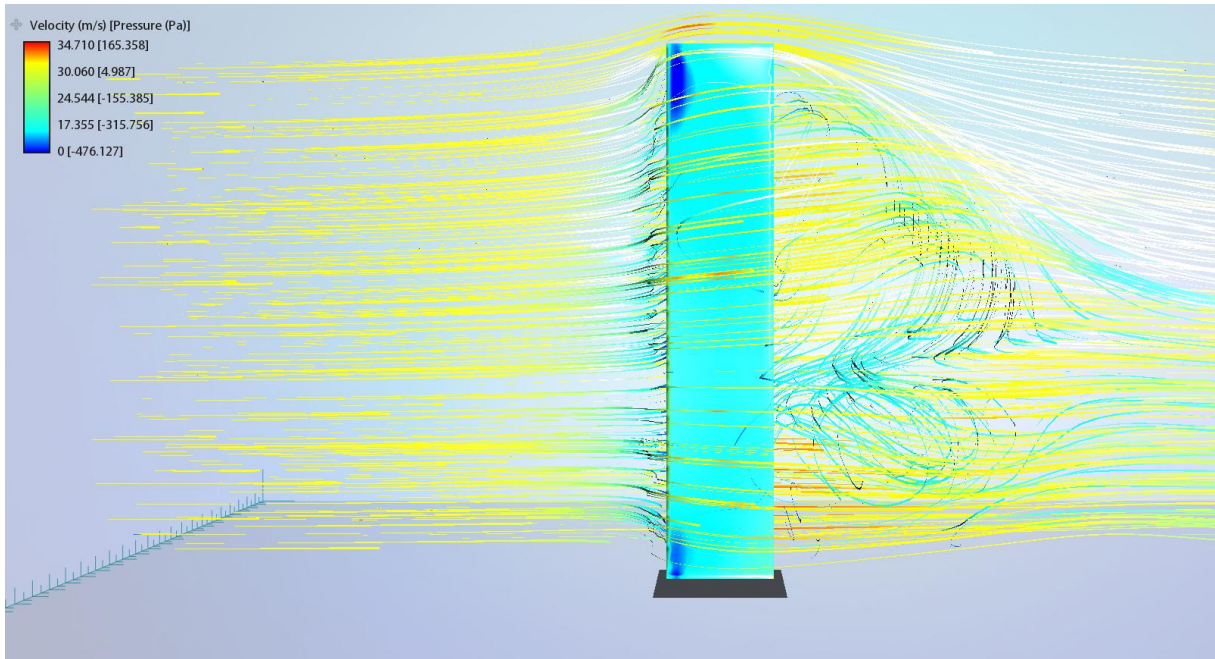


Figure 148: effet du vent sur une tour conventionnelle à 100Km/h (vue latérale gauche)

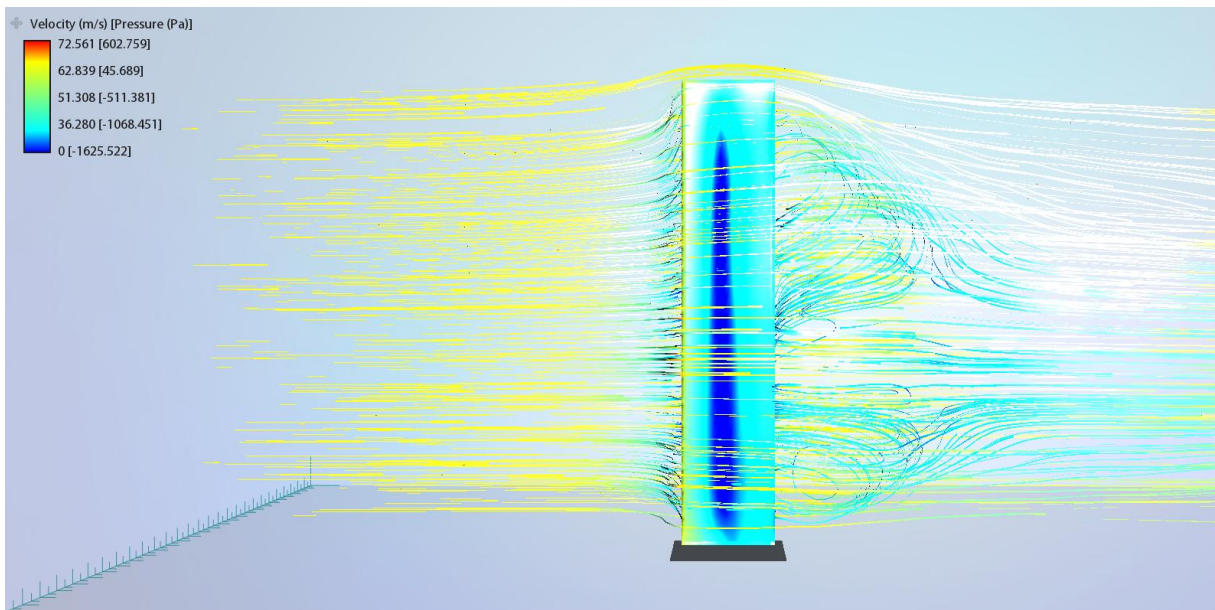


Figure 149: effet du vent sur une tour conventionnelle à 200 Km/h (vue latérale droite)<sup>134</sup>

<sup>134</sup> Figure réalisée par l'étudiant, Autodesk CFD simulation

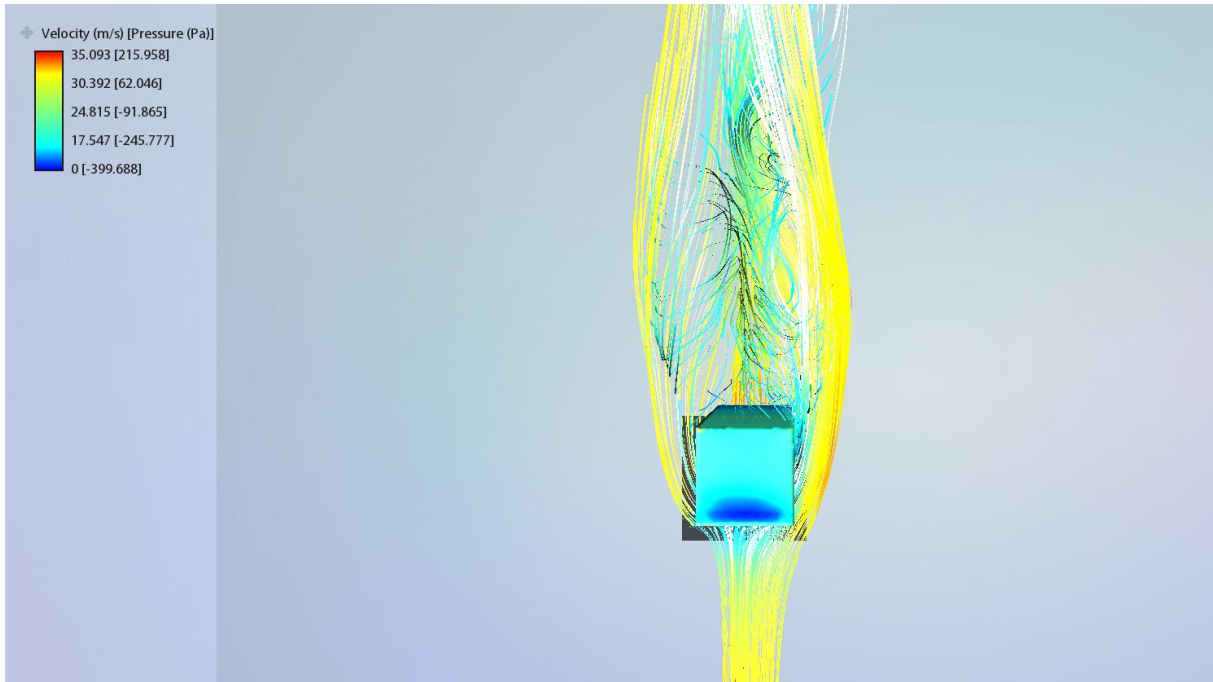


Figure 150: effet du vent sur une tour conventionnelle à 100 Km/h (vue de dessus)

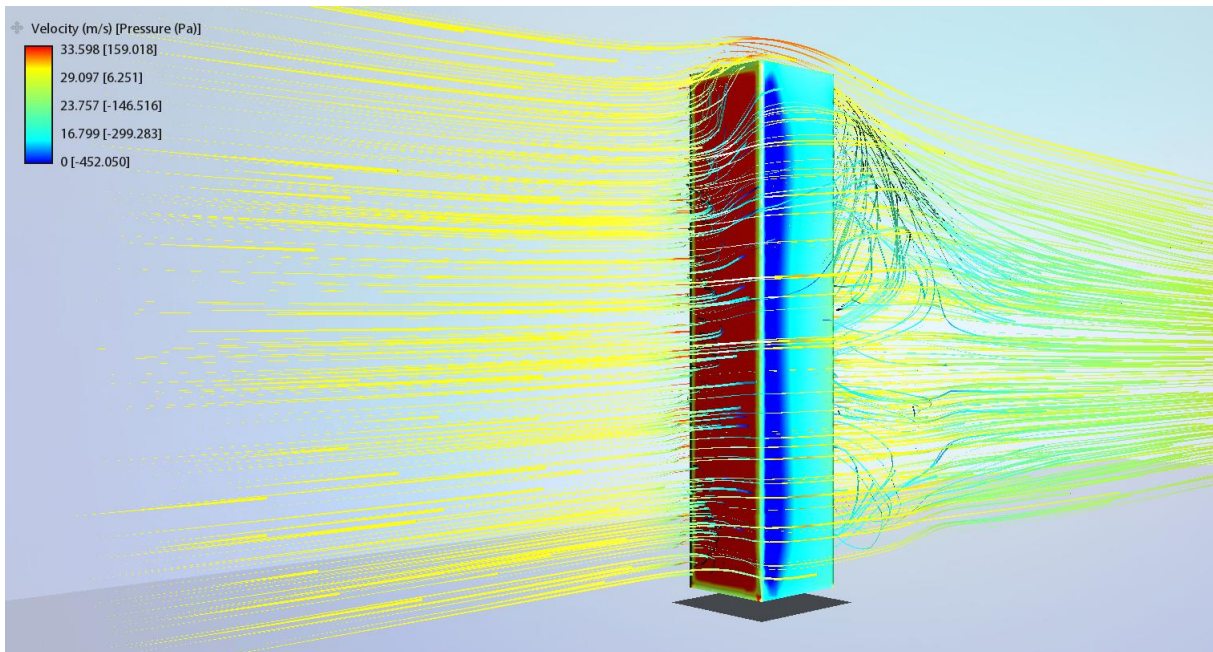


Figure 151: effet du vent sur une tour conventionnelle à 100 Km/h (vue en 3 dimensions)<sup>135</sup>

<sup>135</sup> Figure réalisée par l'étudiant, Autodesk CFD simulation

Dans notre projet, la forme irrégulière de la structure due aux sections changeantes qui constitue notre tour gêne d'une manière naturelle la formation de turbulence, aussi la présence de plusieurs façades réduit l'emprise des vents dominants pouvant être à l'origine des oscillations provoqué sur le sommet de la tour (principe du aérodynamisme). Ainsi même les vents forts n'ont que peu d'effet sur elle.

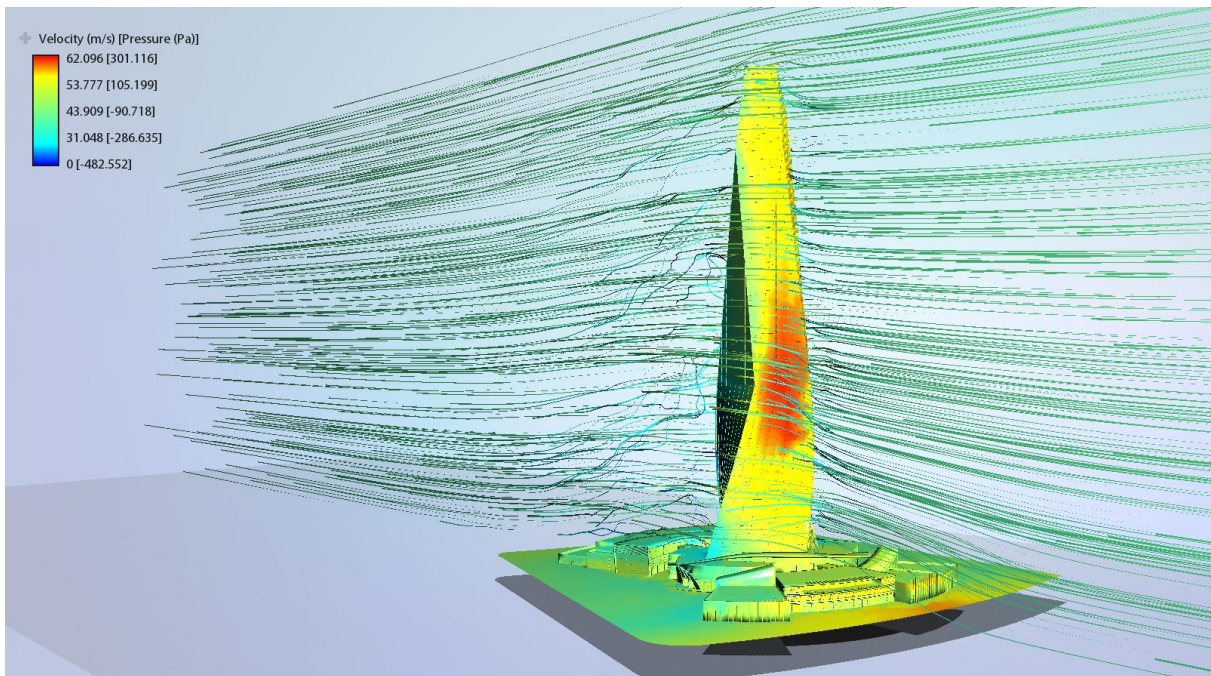


Figure 152: effet du vent sur notre projet à 100 Km/h (face aux vents dominants)

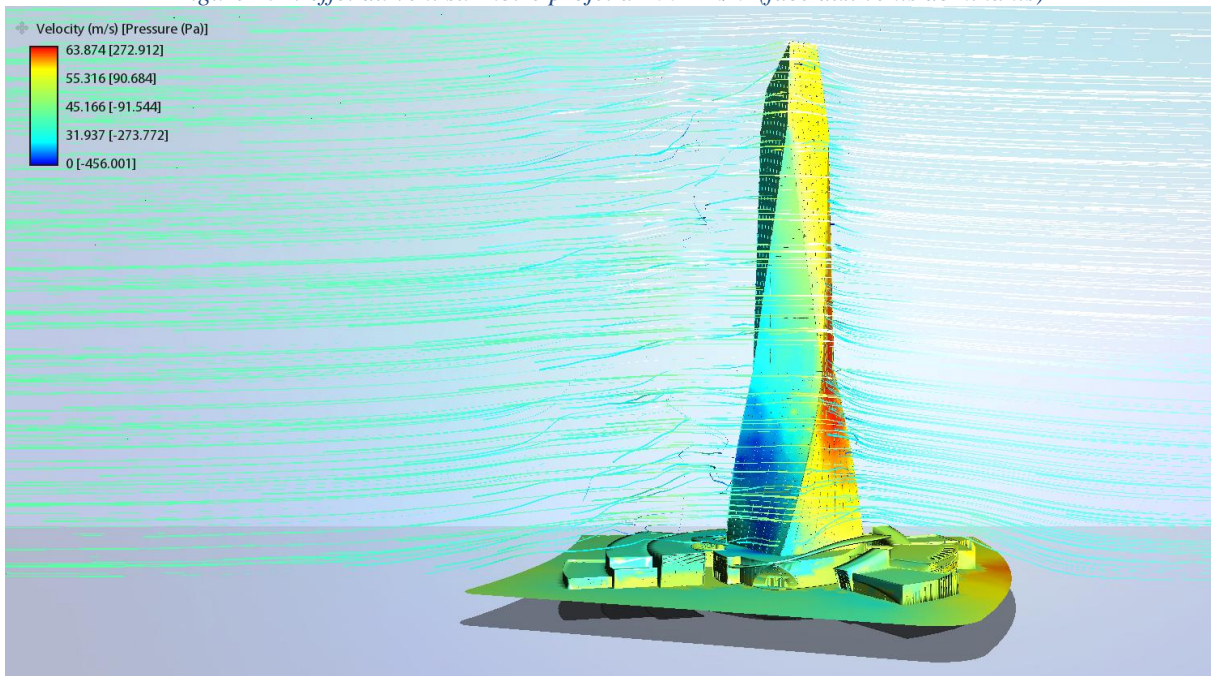


Figure 153: effet du vent sur notre projet à 100 Km/h (vue latérale gauche)<sup>136</sup>

<sup>136</sup> Figure réalisée par l'étudiant, Autodesk CFD simulation

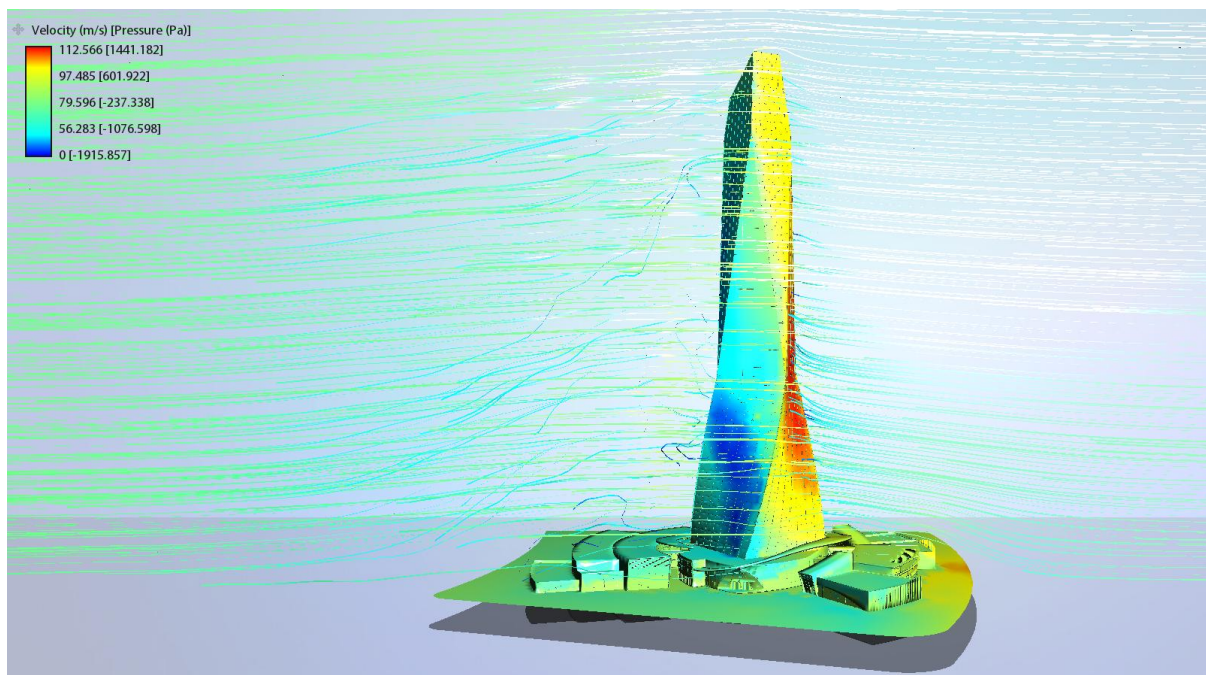


Figure 154: effet du vent sur notre projet à 200 Km/h (vue latérale droite)

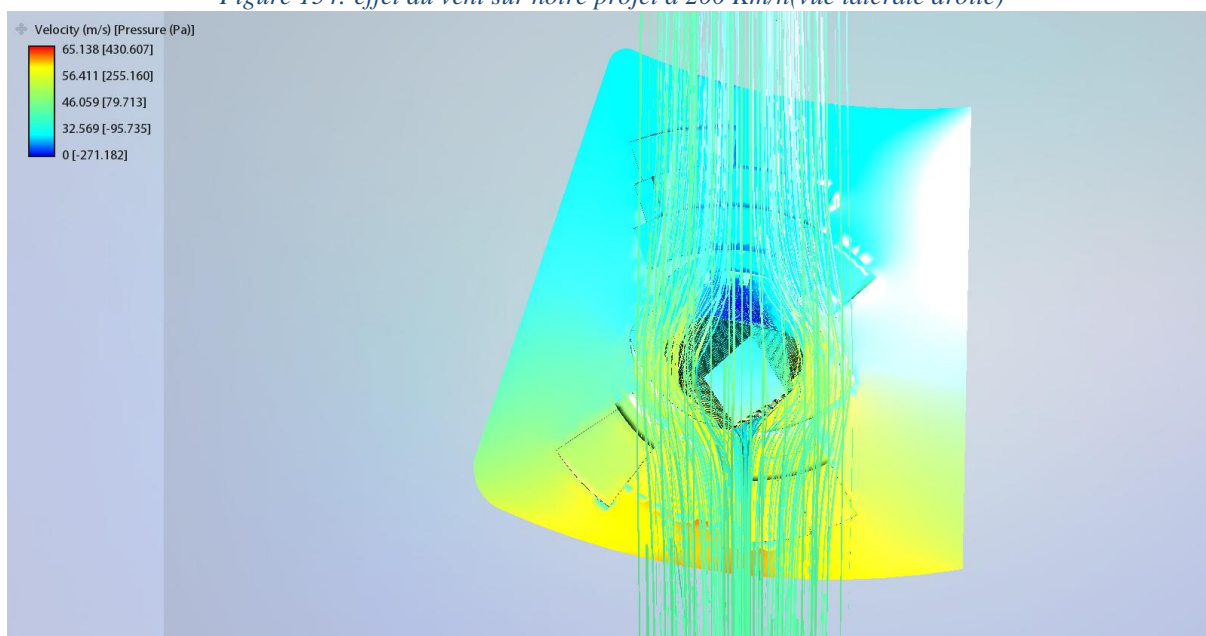


Figure 155: effet du vent sur notre projet à 100 Km/h (vue de dessus)<sup>137</sup>

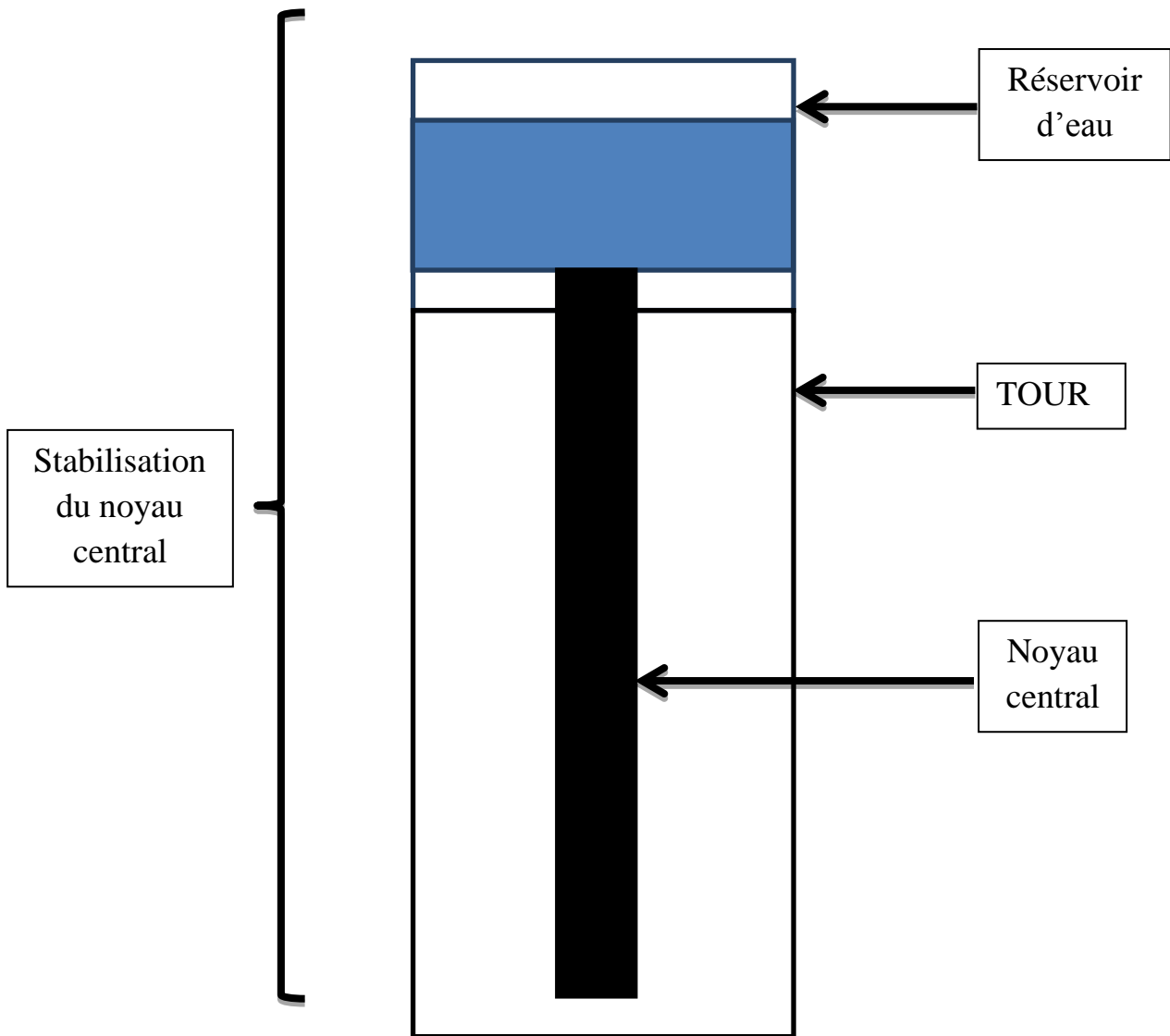
Malgré tout, même si la tour a été conçu pour résister aux bourrasque, elle pourrait faire face à une menace beaucoup plus grande et qui sont les typhons, ce sont de violent vents venant du Sud et qui peuvent atteindre des vitesses importante, pour cela notre réflexion est partie sur un élément lourd placé au sommet de la tour ayant comme principale fonction la stabilisation de l'édifice, de ce fait notre choix s'est porté sur des réservoirs d'eau avec une capacité importante, ce principe fait que le liquide en se déplaçant à contre sens du mouvement de la tour, va en annuler les effets d'oscillation, ou du moins les amoindrir.

De plus ces réservoirs d'eau peuvent assurer d'autre fonction essentielle pour la tour comme réserve d'eau pour les incendies, ou refroidisseur thermique contre l'effet de serre qu'on verra dans la rubrique « les seconds œuvres page 177 »

<sup>137</sup> Figure réalisée par l'étudiant, Autodesk CFD simulation

**Principe de fonctionnement :**

**a) Absence de vents prédominants :**



*Figure 156: schéma explicatif d'une structure stable en absence de vents dominants*

b) Présence de vents dominants :

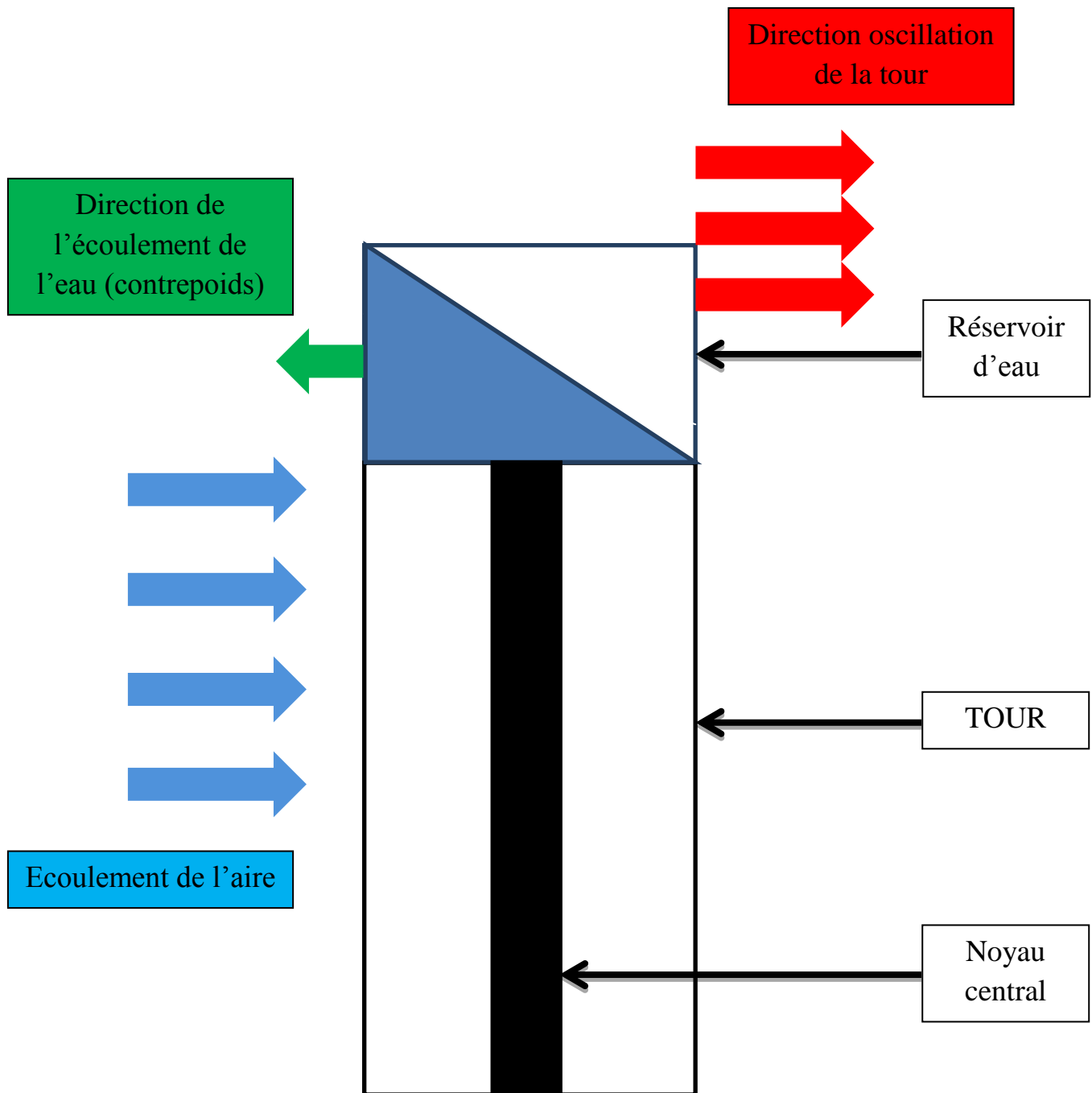


Figure 157: schéma explicatif d'une structure stable en présence de vents dominants

- **Annulation de l'effet d'oscillation.**
- **Stabilisation de la structure.**



## Exemple de référence : Millennium Tower (Tokyo)

### Présentation du projet :

La Millennium Tower est un projet de construction d'un bâtiment sur une île artificielle dans la baie de Tokyo à deux kilomètres de la côte. Il a été présenté en 1989 par l'architecte Norman Foster du bureau Foster & Partners.

Ce bâtiment devait être divisé en six secteurs, les Skycenters. Il pourra accueillir 52 000 personnes et ses ascenseurs pourront transporter 100 000 personnes par jour.

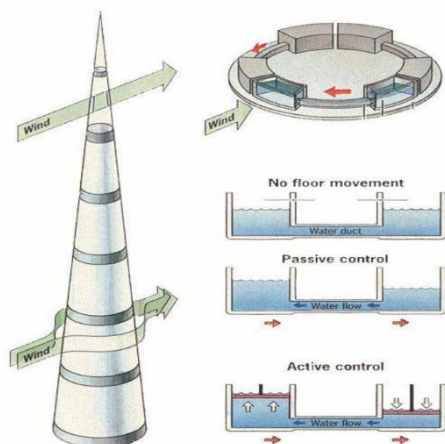
Véritable cité dans la cité, le bâtiment aura son propre hôpital, école, centres commerciaux et centre religieux. Il sera énergétiquement indépendant et recyclera ses propres déchets.

Le principal problème était de faire un bâtiment aussi haut résistant aux vents très violents qui soufflent dans la région, ainsi qu'au problème sismique.



Figure 158: Millennium Tower

La solution contre les vents serait une forme conique et celle contre les séismes résiderait dans les fondations qui se trouveraient à travers des bassins d'eau en forme de U. Ces derniers ont été réalisés pour que la tour résiste aux séismes de magnitude très élevée.



<sup>138</sup>Le principe part sur un système de vase communicant, c'est un contre mouvement par rapport à la déformation de l'édifice, en effet le niveau de l'eau augmente dans le vase à travers une circulation qui va au sens contraire des oscillations offrant un poids supplémentaire à la structure qui va annuler les effets d'oscillations de la tour.

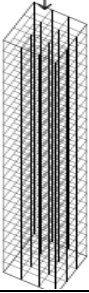

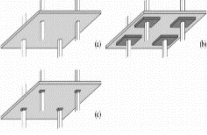

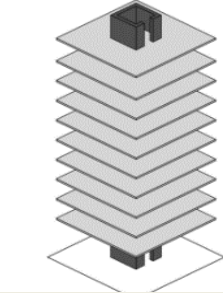

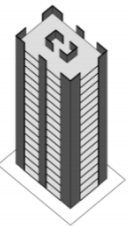

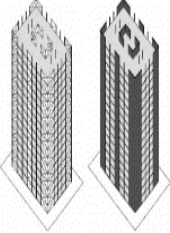

Figure 159: principe de fonctionnement d'un stabilisateur hydraulique <sup>136</sup>

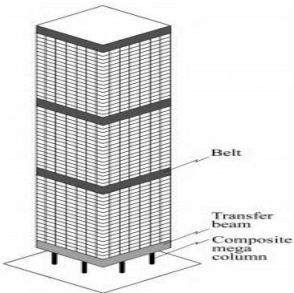

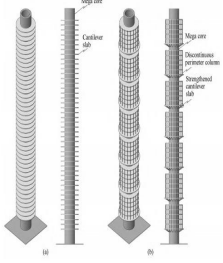

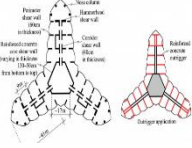

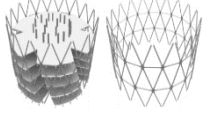

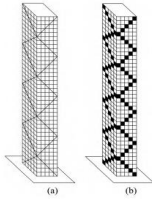

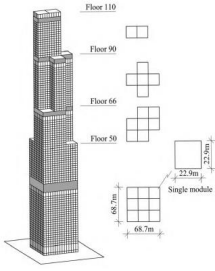

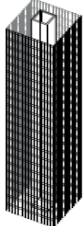

<sup>138</sup>Mehmet Halis Günel and Hüseyin Emre Ilgin, A. W. (2013). Tall Buildings: structural systems and aerodynamic form, Routledge, Page174

**Type de superstructure choisi :**

Afin d'atteindre notre hauteur souhaitée on est parti sur un choix de matériaux, d'une part disponible dans le marché Algérien, et avec des caractéristiques bien définies d'autre part. Ceci nous a conduit à utiliser des matériaux légers, ce qui diminuera la quantité de matériaux à utiliser du fait du gain au niveau des contraintes à supporter, et qui va nous permettre d'atteindre plus de portée pour libérer le plus d'espace possible.

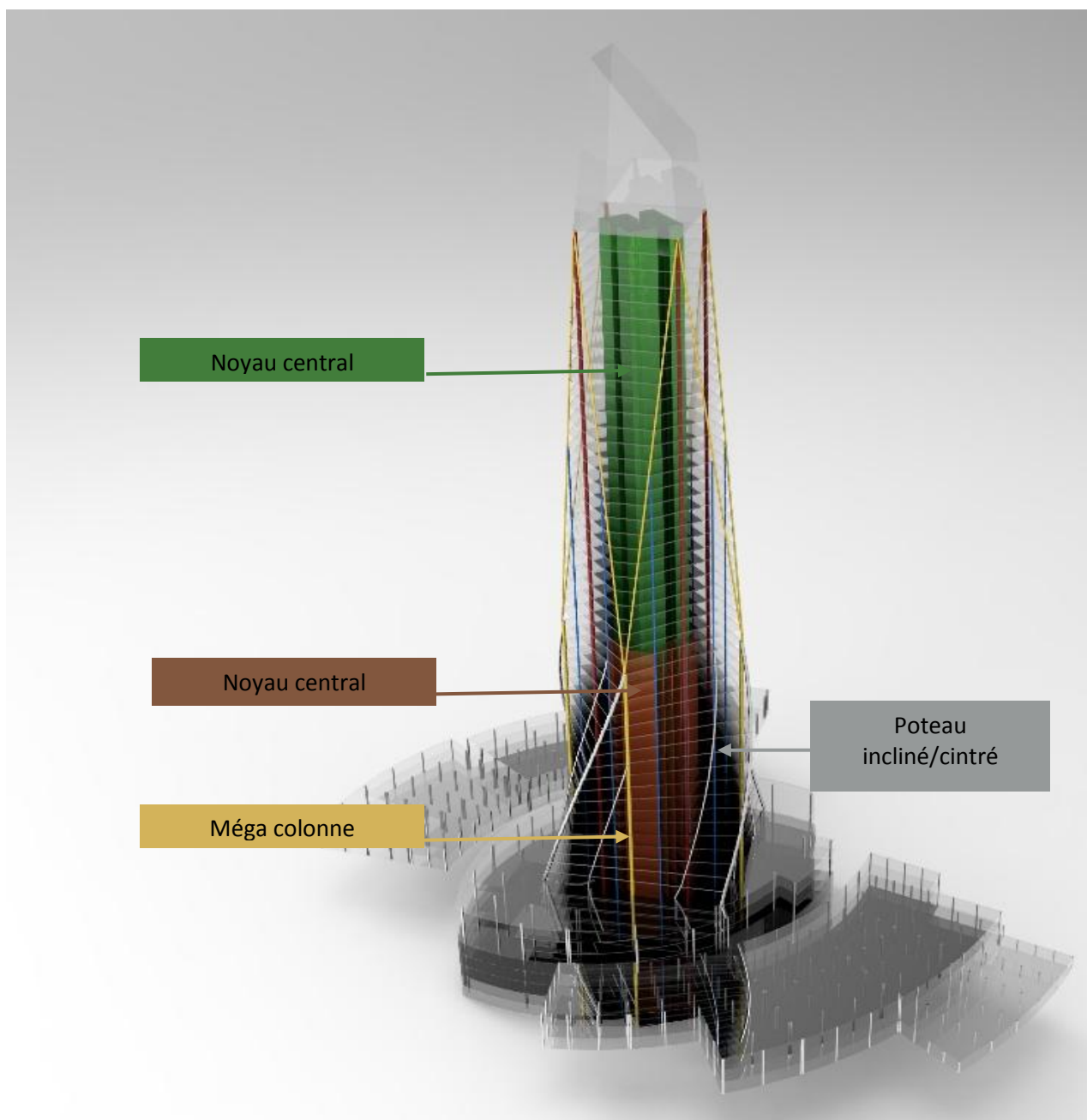
Le tableau ci-dessous fait rappel à l'analyse des types de structure cités dans le chapitre technologie (page 50...61) et qui va nous guider dans le choix de notre structure :

Type de structure	Schéma explicatif	Exemples	
<b>Structure interne</b>	Système de trame rigide		
	Système de plaque		
	Noyau central		
	Système de mur porteur		
	Système de trame contreventé		

Structure interne	Méga colonne	 <p>Labels: Belt, Transfer beams, Composite mega column</p>	
	Méga noyau central		
	Système de trame en console		
Structure externe	Système de trame tubulaire		
	Système de tube en treillis	 <p>Labels: (a), (b)</p>	
	Système de tube groupé	 <p>Labels: Floor 110, Floor 90, Floor 66, Floor 50, Single module, 21.9m, 68.7m, 68.7m</p>	
	Le tube dans le tube		

Cette analyse nous a orientés vers 2 types de structure dont leurs associations fait l'objet de résistance et légèreté pour le bâtiment qui sont :

- Structure en béton armé (noyau central et méga colonne).
- Structure métallique.



*Figure 160: figure explicative en 3D des types de structures choisi*

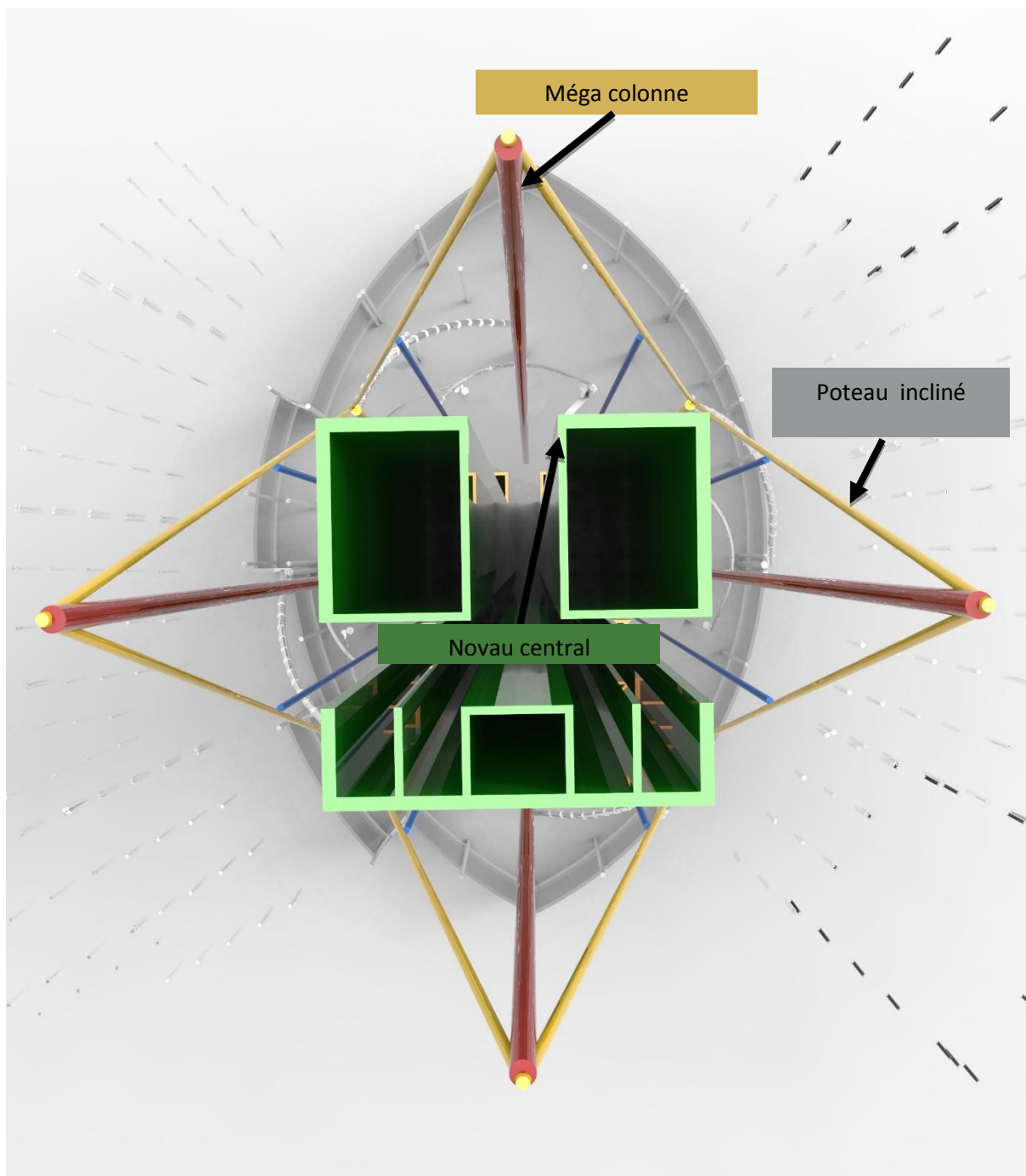
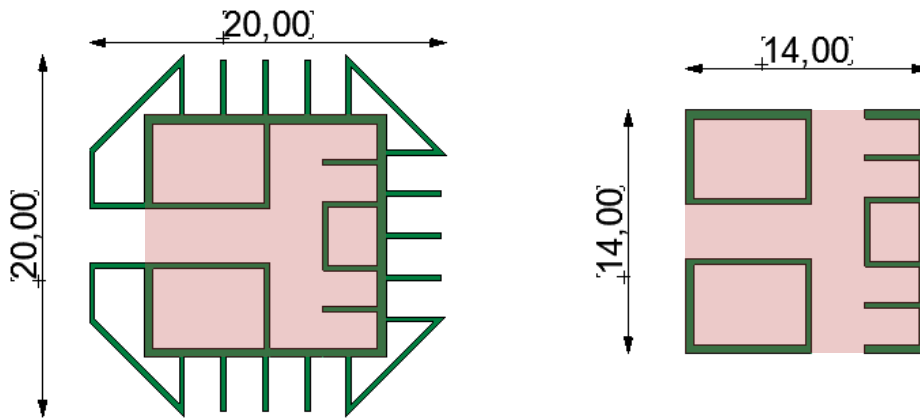


Figure 161: figure explicative en plan des types de structures choisi

### a) Noyau central :

Assurer une rigidité au bâtiment, une excellente résistance à la compression, une résistance aux efforts de cisaillement ainsi qu'une bonne protection contre l'incendie nécessite l'utilisation d'un noyau central en béton armé.

Dans notre projet tour, la diminution de la section proportionnellement à hauteur, nous a poussé à mettre en place un noyau central d'une base de (20 / 20m) qui traversera les 20 premiers étage et dont une partie (14/14m) va continuer jusqu'au sommet de la tour.

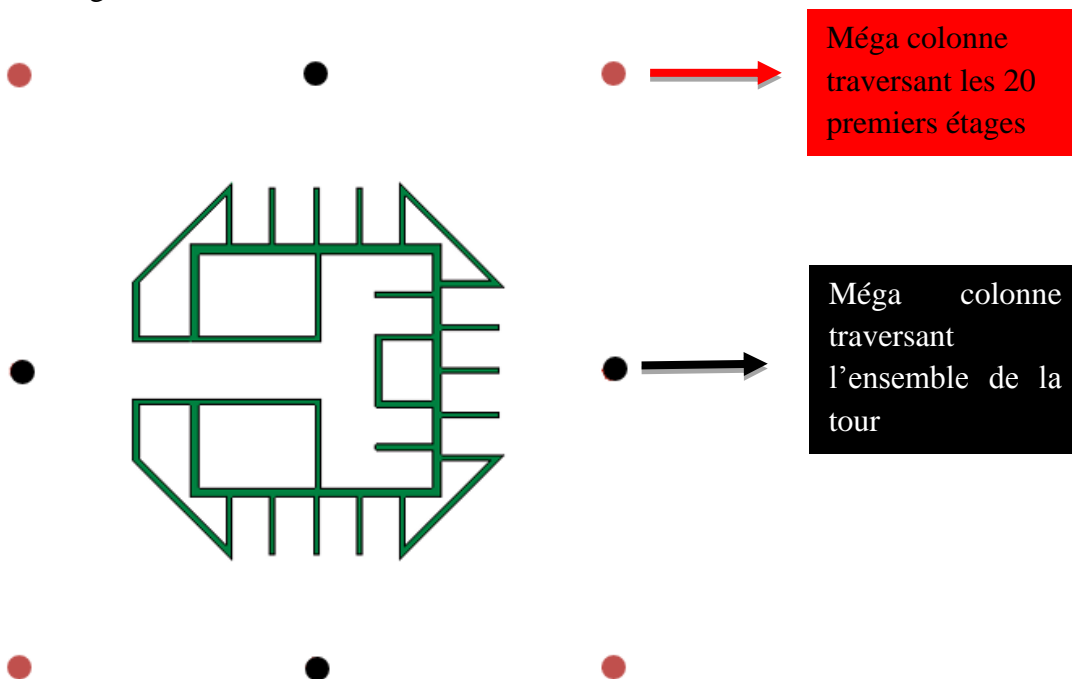


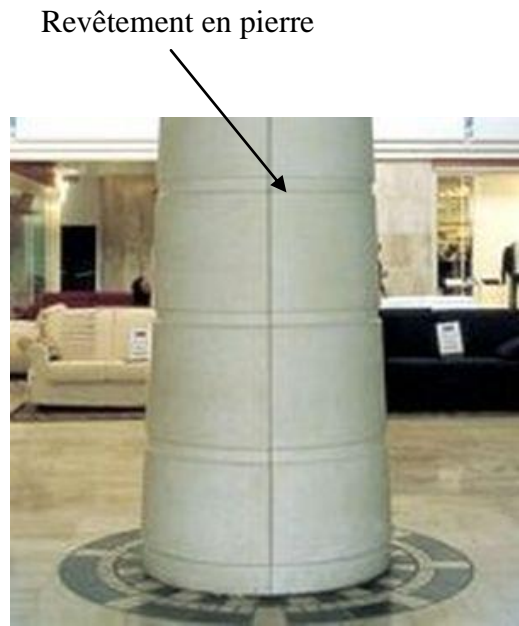
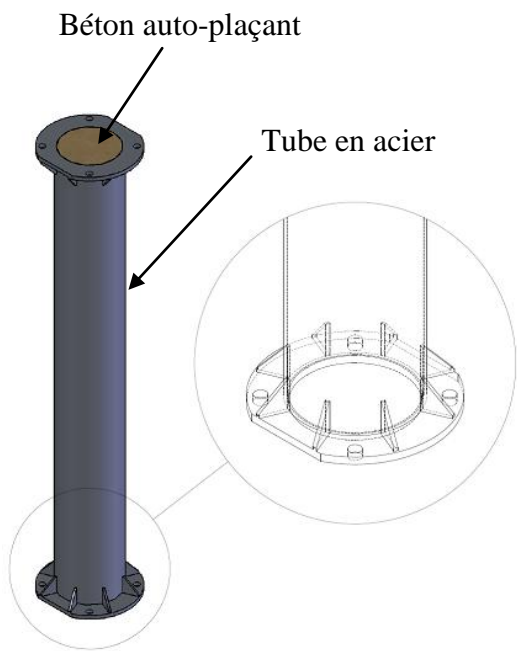
Zone d'installation de ce type de structure (voir plan de repérage structurel Page 147)

### b) Méga colonne :

Il s'agit de colonnes composites composées extérieurement d'un tube et renforcées intérieurement par un profilé ou un tube, le béton adéquat pour sa mise en œuvre est de type auto-plaçant.

Ces colonnes travaillent en continu tout au long de la hauteur de la tour en résistant à toutes les charges verticales et latérales.





01


Zone d'installation de ce type de structure (voir plan de repérage structurel Page 147)

c) Les poteaux inclinés et cintrés:

**Exemple de référence :**

**Evolution Tower :**

La Tour de 255 m de haut fait partie du Centre de commerce international de Moscou, "Moscow City", qui est actuellement le plus grand projet d'investissement dans la capitale russe.

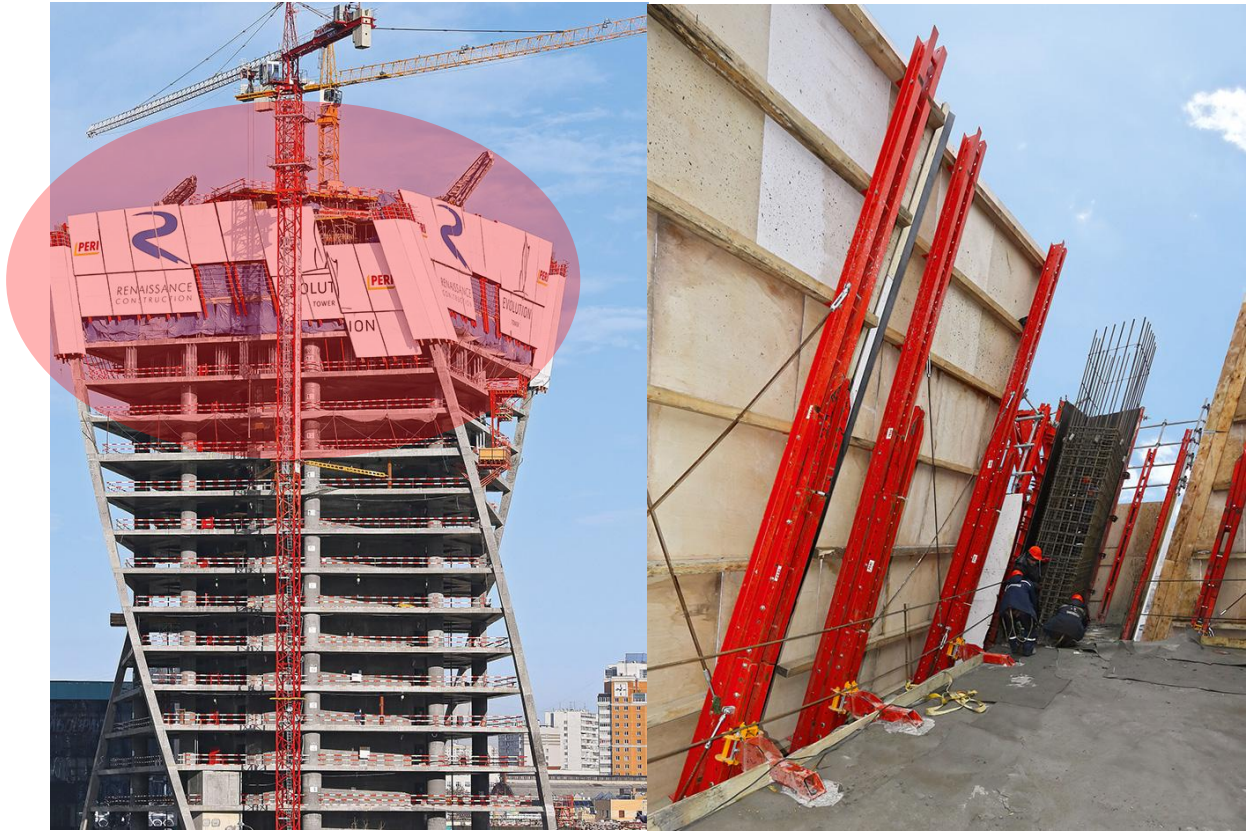
<b>Exemples</b>	<b>Evolution Tower</b>
	
<b>Situation</b>	<b>Moscow, Russie</b>
<b>Architecte</b>	<b>Philipp Nikandrov</b>
<b>Echelle d'appartenance</b>	<b>International</b>
<b>Surface planchers</b>	<b>169000 m<sup>2</sup></b>
<b>Nombre d'étage</b>	<b>R+54</b>
<b>Hauteur</b>	<b>255 m</b>
<b>Particularités-innovations</b>	<b>structure</b>

La tour de 54 étages subi à chaque niveau une torsion de 3° tout en étant disposé autour d'un noyau central et de méga colonne qui participe à la stabilisation de l'ensemble. Ainsi le gratte-ciel subit un élégant mouvement de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre à partir de la base vers le haut de plus de 150 °.

Cette dernière fut possible grâce à un système de structure spécial, en effet la conception en forme de spirale de colonnes rectangulaires distinctives sur les angles du bâtiment (figure159) permet de supporter les différents niveaux de la tour.

Les colonnes en béton armé de coin ne sont donc pas seulement inclinées mais disposent également d'une torsion (figure160). Cette technique fut possible grâce à des coffrages grimpants (figure 159).





*Figure 162: coffrage grim pant (à droite) rail incliné du coffrage (à gauche):*

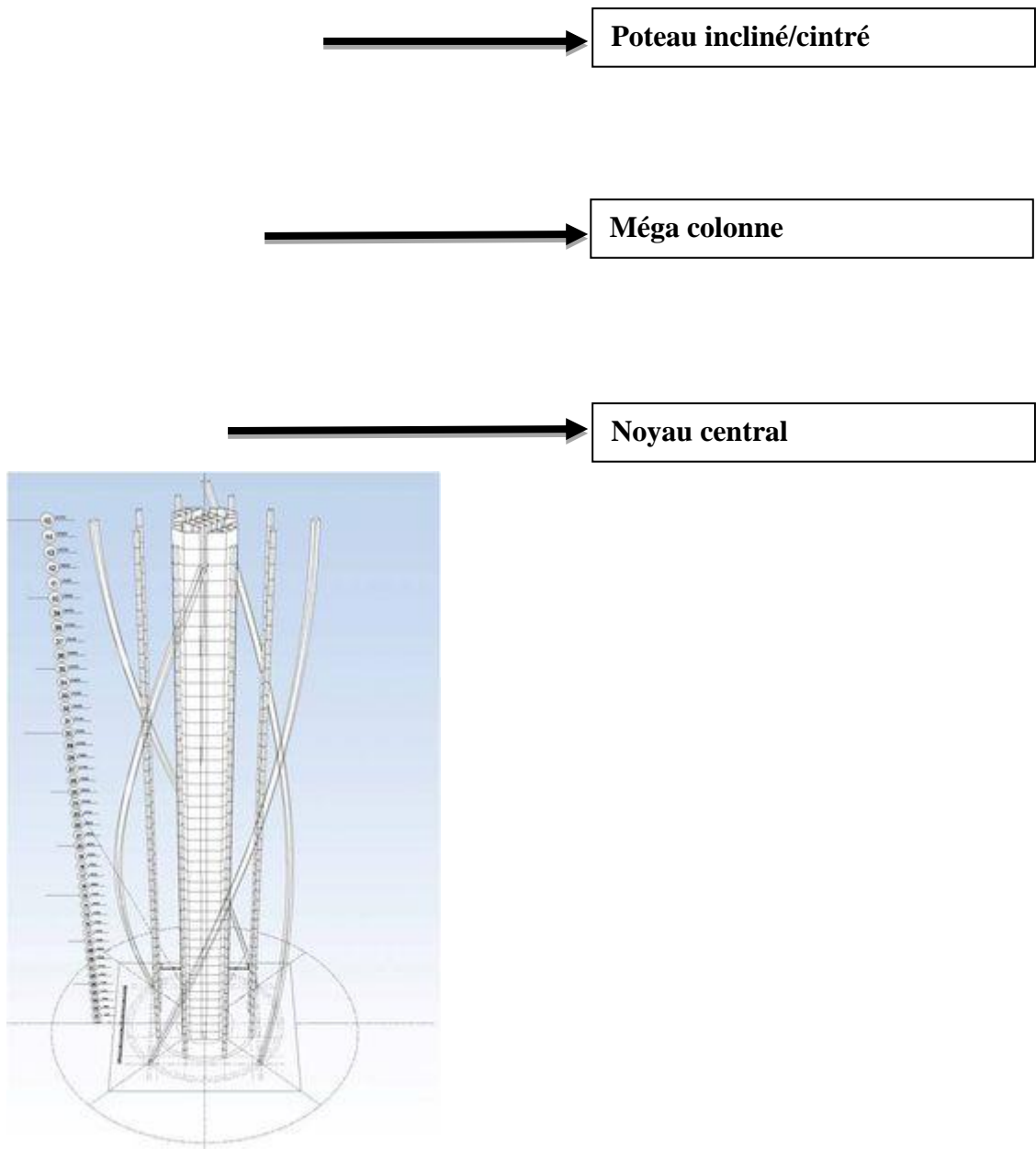


Figure 163: schéma structurel explicatif de la tour «Evolution Tower»<sup>139</sup>

Notre projet ayant subi aussi des rotations dans ces sections, vient suivre cette logique structurelle, les poteaux inclinés/cintrés viennent reprendre les charges des planchers, allant d'une fondation a leurs bases et repose sur les méga colonnes à leurs bouts. Ce système permet une meilleure résistance et stabilité de l'ensemble de l'édifice.



Figure 164: schéma structurel de notre tour

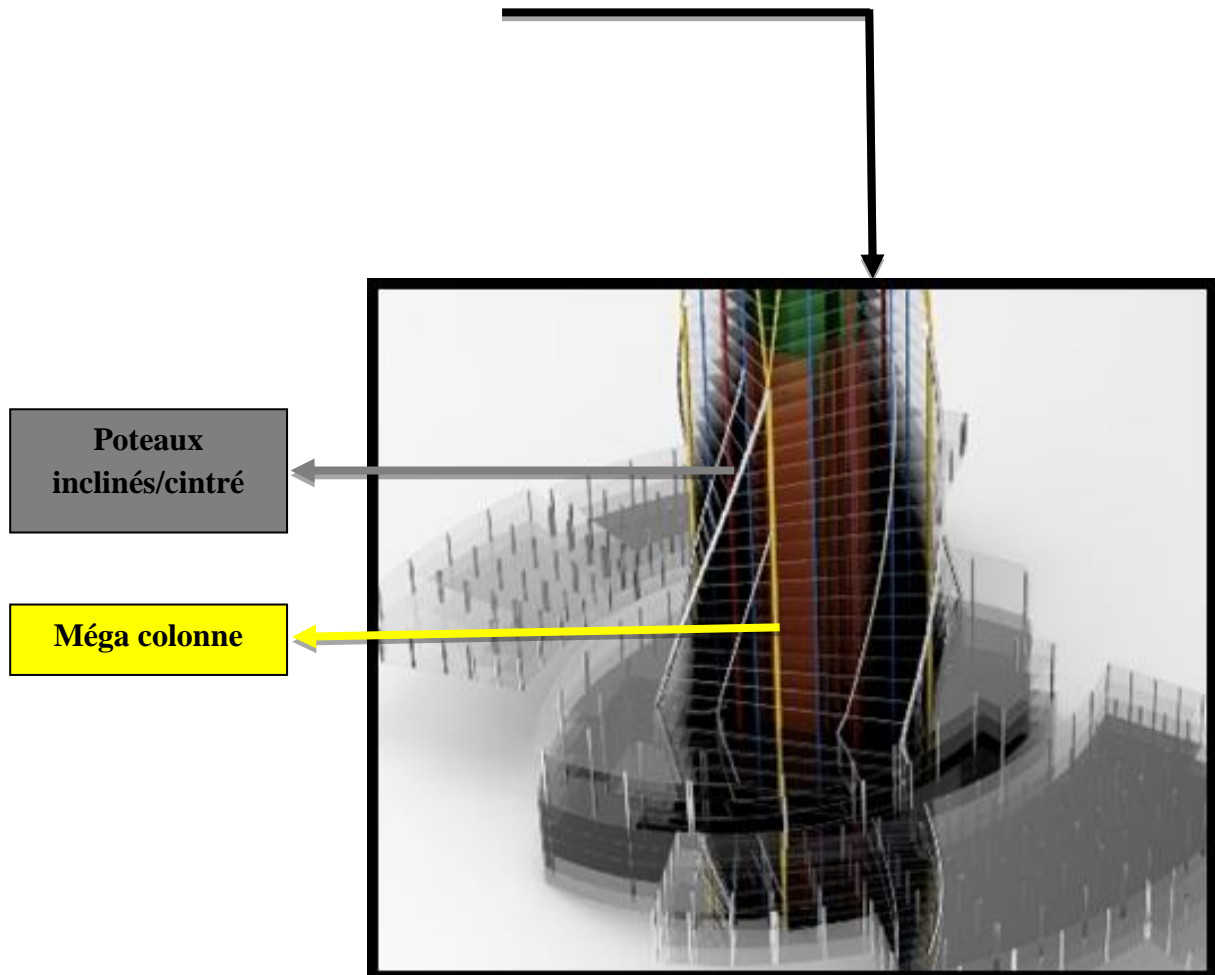


Figure 165: zoom sur les poteaux inclinés/cintrés



Zone d'installation de ce type de structure (voir plan de repérage structurel Page 147)

**Ossature et autres détails de la superstructure :**

**Les planchers :**

La figure ci-dessous représente un plan de référencement global des planchers choisis dans le cadre de notre projet.

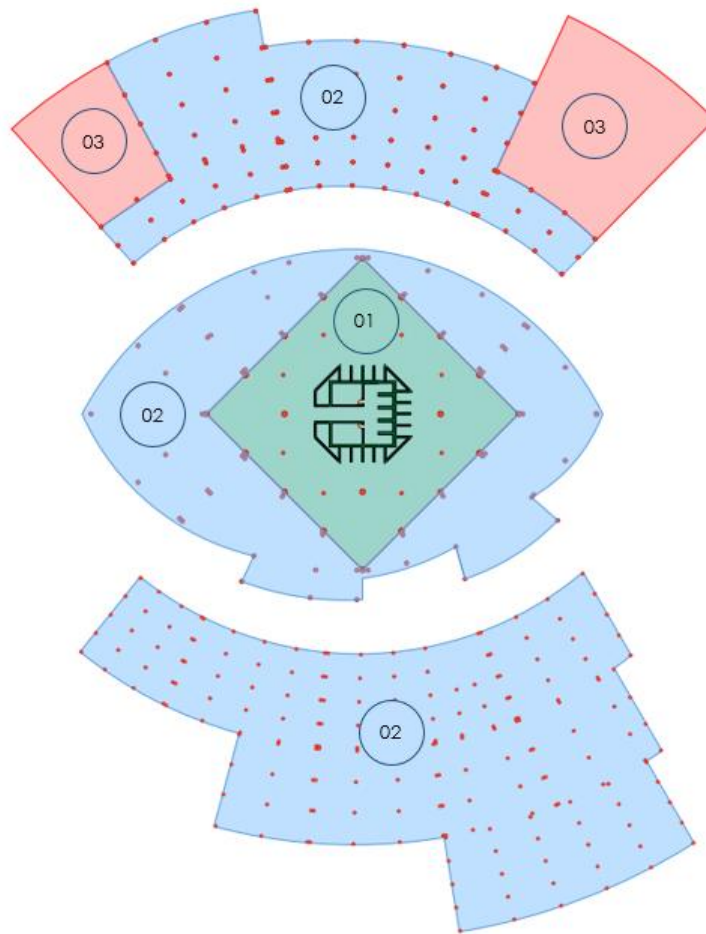


Figure 166: plan de repérage des planchers<sup>140</sup>

référence	Type de plancher choisi
01	- Plancher Cofradal 200
02	- Plancher en dalle pleine - Plancher en Système Hoesch Additive Floor
03	- couverture en système tridimensionnel

Tableau 20: tableau des planchers choisis

**Définition :**

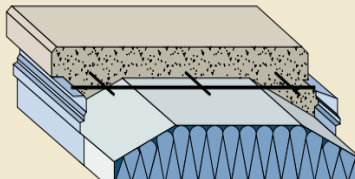
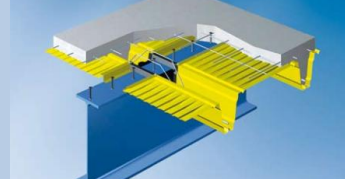
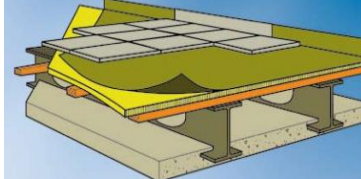
Un plancher, dans le domaine du bâtiment, est un ouvrage de charpente de menuiserie ou de maçonnerie, tout ou partie en bois, en fer ou en béton, formant une plate-forme horizontale au rez-de-chaussée ou une séparation entre les étages d'une construction. Sa sous-face est appelée plafond.<sup>141</sup>

Aujourd'hui les nouvelles technologies touchent de manière très technique le domaine des planchers, lui offrant des caractéristiques spécifiques aux fonctions, espaces et besoins requis.

<sup>140</sup> Figure réalisée par l'étudiant, ArchiCad 19

<sup>141</sup> Le Petit Robert, Edition 2014

Ces derniers nécessitent des calculs de dimensionnement, des matériaux à choisir, et même des techniques d'installation (sèche ou humide), le chapitre nouvelle technologie prend en détail ces types de planchers et leurs caractéristiques les plus spécifiques, la figure ci-dessous les résume en tableau explicatif à travers des définitions, des schémas explicatifs, des exemples d'utilisations ainsi que les avantages de chaque planchers.

Type de plancher	Système Cofradal 200	Système Hoesch Additive Floor	Système Slimline
Schéma explicatif			




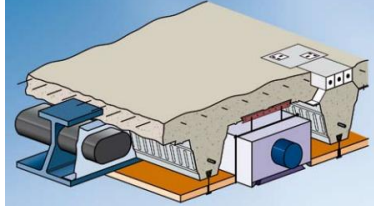
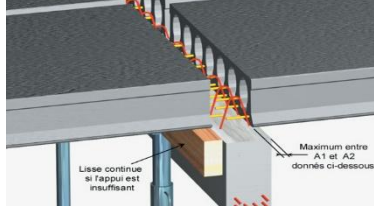
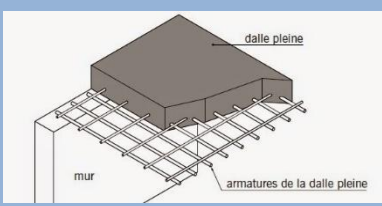
<b>Définition</b>	Ce système est composé d'éléments de dalle mixtes acier/béton préfabriqués en usine. Les éléments comportent une sous-face en acier et une dalle de compression en béton. Une petite quantité de béton suffit pour le rejointoiement entre les éléments et en périphérie, ainsi que pour la table de compression.	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.	constitué de poutres parallèles en acier noyées dans une dalle en sous-face et d'un plancher supérieur (amovible). La sous-face de la dalle est apparente. L'objectif est de séparer les éléments structuraux des équipements techniques, et d'offrir une plus grande flexibilité dans le dimensionnement et la fonctionnalité des bâtiments, tout en réduisant les coûts de construction
<b>Exemple d'utilisation</b>			
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Essentiellement une technologie de construction préfabriquée "sèche".</li> <li>- Peut convenir à des portées atteignant les 10m.</li> <li>- Système à grande portée, compétitif par rapport aux systèmes de dalles alvéolaires.</li> <li>- Excellente isolation acoustique.</li> <li>- Système de construction léger par rapport au béton armé.</li> <li>- Portée atteignant les 10m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portées de dalles atteignant 15 m sans étayage pendant la phase de construction.</li> <li>- Poids propre de la dalle comparativement faible.</li> <li>- La dalle n'affecte pas l'action mixte des poutres.</li> <li>- Epaisseur de plancher réduite grâce au positionnement des tôles en acier entre les poutres.</li> <li>- Les tôles en acier assurent un appui partiel empêchant le déversement des poutres pendant la construction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de construction sèche sur chantier.</li> <li>- Apportée atteignant les 20m.</li> <li>- Réduction de la hauteur d'étage, car un plafond suspendu n'est pas nécessaire.</li> <li>- Facilité d'installation et de maintenance des équipements techniques.</li> <li>- Réalisation de portées plus longues qu'avec une construction en béton.</li> <li>- La performance thermique contribue à la régulation des températures intérieures.</li> </ul>

Tableau 21:récapitulatif des types de planchers

<b>Type de plancher</b>	<b>Système Slimdek</b>	<b>Dalle alvéolaire</b>	<b>Dalle pleine</b>
<b>Schéma explicatif</b>			
<b>Définition</b>	Slimdek est un système de	Sont des éléments	Un plancher en béton armé peut








	<p>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</p>	<p>rectangulaires en béton précontraint posées jointement et assemblées par un clavetage béton, formant ainsi le plancher fini. C'est une dalle comportant des vides de forme cylindrique sur toute la longueur de la dalle. L'alvéole est enrobée en béton (on parle sinon de dalle nervurée).</p>	<p>varier 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.</p>
<p><b>Exemple d'utilisation</b></p>			
<p><b>Avantages</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible épaisseur de plancher permettant une réduction de la hauteur totale du bâtiment et une économie de parements.</li> <li>- Protection incendie inhérente de 60 minutes sans protection supplémentaire.</li> <li>- Des ouvertures régulières peuvent être ménagées entre les nervures des tôles pour les équipements techniques.</li> <li>- Facilité d'installation des équipements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vitesse d'exécution rapide</li> <li>- Portée atteignant les 15 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de construction sèche sur chantier.</li> <li>- Apportée atteignant les 20m.</li> <li>- Réduction de la hauteur d'étage, car un plafond suspendu n'est pas nécessaire.</li> <li>- Facilité d'installation et de maintenance des équipements techniques.</li> <li>- Réalisation de portées plus longues qu'avec une construction en béton.</li> <li>- La performance thermique contribue à la régulation des températures intérieures.</li> </ul>

Tableau 22: récapitulatif des types de planchers

**Synthèse :**

référé nce	Plancher choisi	photo
---------------	-----------------	-------

<p>01</p>	<p>Pour notre tour on a opté pour des planchers Cofradal 200, Ce système est composé d'éléments de dalle mixtes acier/béton préfabriqués en usine. Ce choix est du à sa grande résistance aux charges, son rôle de contreventement horizontal dans l'ossature du bâtiment, aux portées importantes qu'il peut atteindre (10m), sa résistance au feu et aussi son isolation à la fois thermique et phonique qui se trouve être nécessaire dans les bâtiments à usage d'habitations.</p>	
<p>02</p>	<p>Pour ce qui est du parking on est parti plutôt sur le système Hoesch Additive Floor, car il peut atteindre de grande portée (15m), contenir des positionnements illimités d'équipements technique sous le plancher et enfin il assure un poids propre relativement faible.</p>	
<p>02</p>	<p>Pour les 2 équipements (centre commercial et centre de loisirs), on est parti plutôt sur des dalles pleines en raison de leurs grandes portées ainsi que leurs libertés de forme par rapport aux autres planchés.</p>	
<p>03</p>	<p>Pour ce qui est des espaces a très grande portée tel que la piscine et le bowling, une couverture tridimensionnelle nous a été favorable, un faux plafond sera ajouté pour donner une ambiance plus chaleureuse. (détail enveloppe tridimensionnelle page 69...73)</p>	

### Couverture de la piétonnière :

Comme expliquer dans la genèse du projet, les piétonnières ont pour fonction la liaison entre deux pôle attractif, de ce fait cette dernière doit assurer deux critères :



- Le premier étant de protéger cette zone commerciale à flux piétonnier fort contre les intempéries.
- Le deuxième est que la conception et les lignes qui constituent l'enveloppe de la piétonnière doivent répondre à une logique qui maintient l'essence même de notre métaphore.

Plusieurs techniques nous permettent de réaliser cette structure mais notre choix s'est dirigé vers le tridimensionnel, car cette dernière nous permet de développer des formes libres faisant référence à la base de la tour qui représente des lignes fluides.

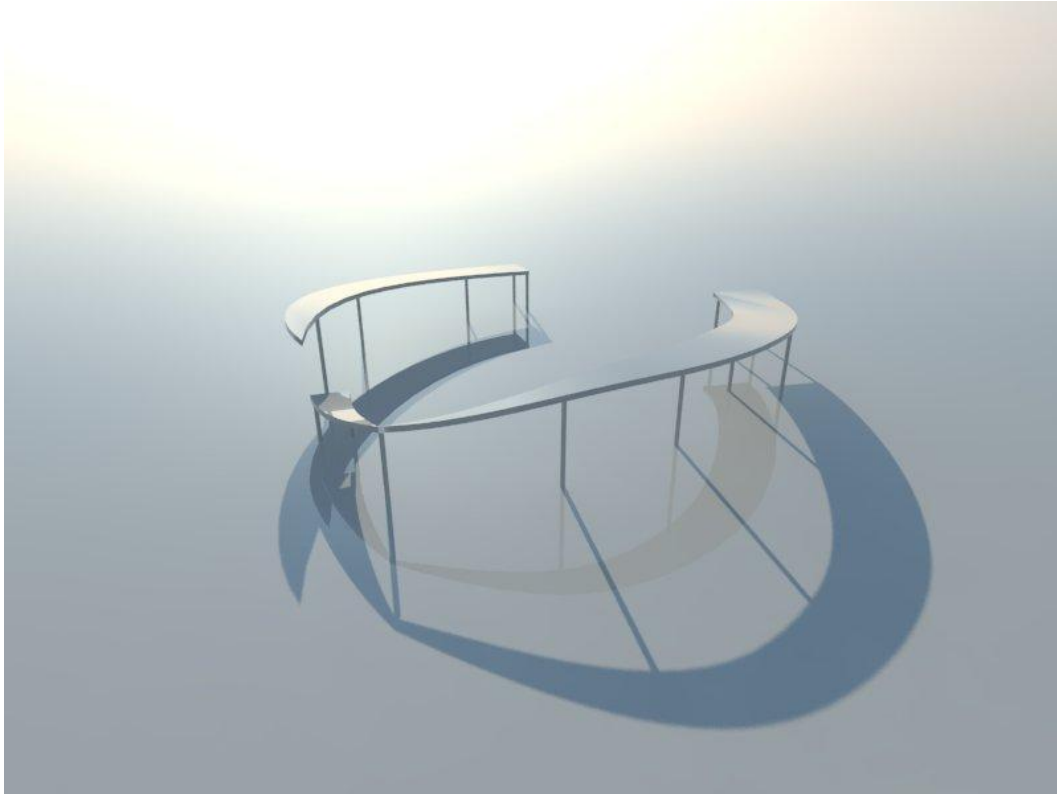


Figure 167: vue global de l'enveloppe de la piétonnière<sup>142</sup>

Les poteaux utilisés auront comme matière du métal pour but d'atteindre de grande portée et libérer le maximum d'espace au sol.

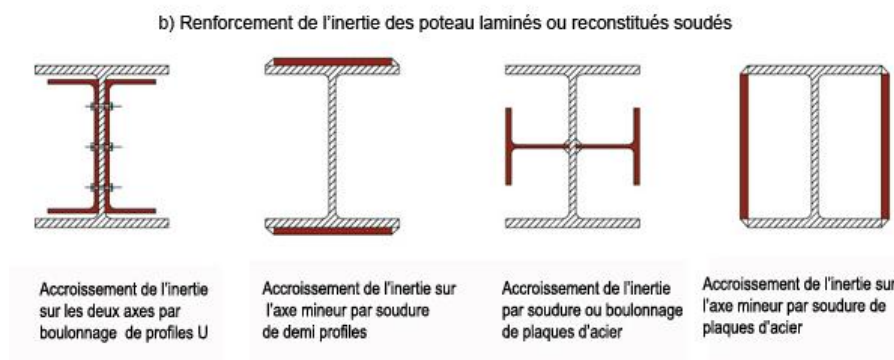


Figure 168: renforcement d'un poteau métallique

<sup>142</sup> Figure réalisée par l'étudiant, 3DS MAX, Vray

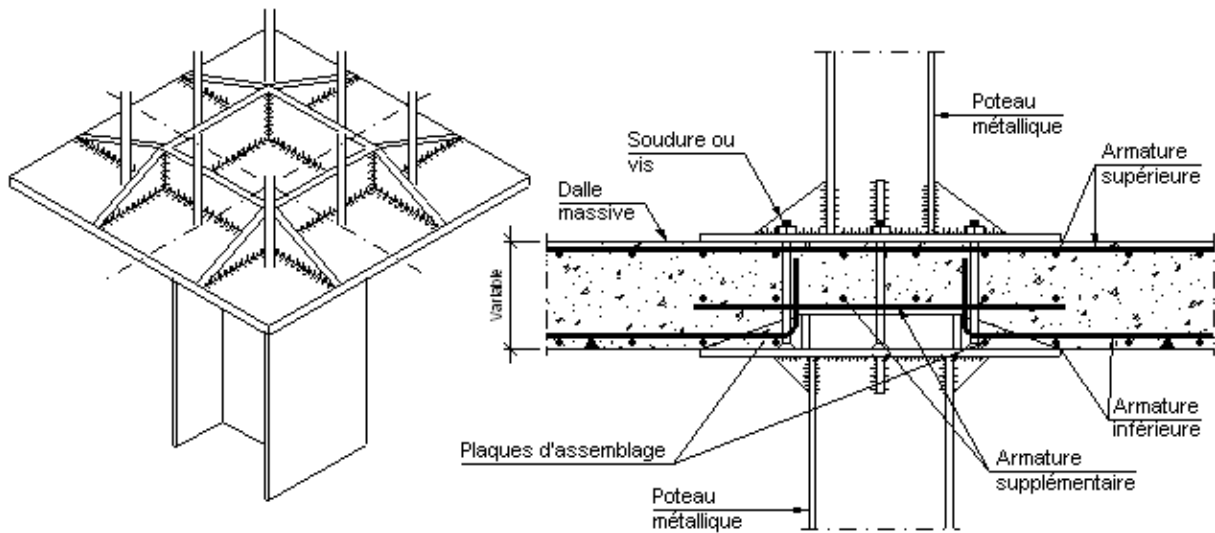


Figure 169: technique d'installation d'un poteau métallique



Figure 170: exemple de couverture tridimensionnel

La figure ci-dessous représente l'enveloppe de la piétonnière qui vient accentuer le mouvement rotatif de la tour donnant un sens visuel logique a l'ensemble du projet.

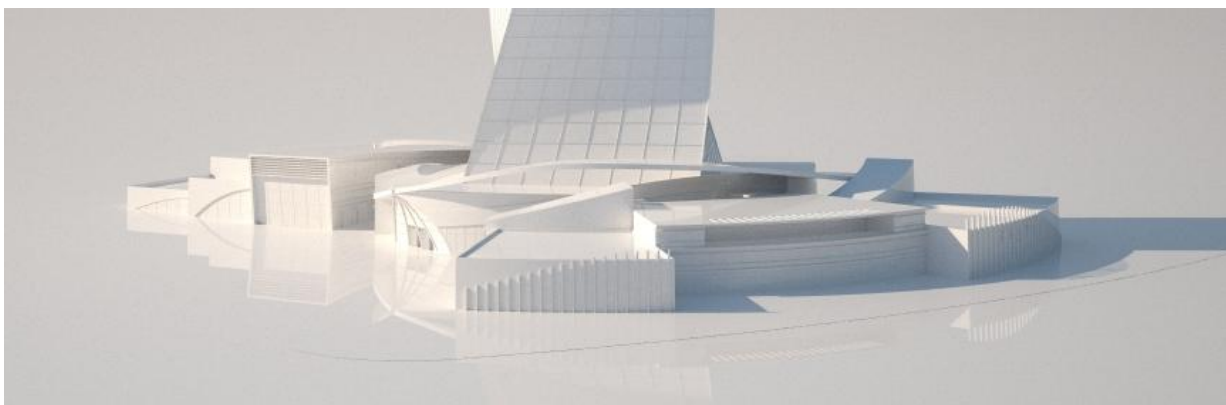


Figure 171: enveloppe tridimensionnelle de la piétonnière<sup>143</sup>

<sup>143</sup> Figure réalisée par l'étudiant, 3DS Max, Vray

### **Structure couronnement :**

Le couronnement de la tour reste l'un des éléments les plus importants de notre projet car ce dernier vient toucher plusieurs aspects qu'il soit technique, décoratif ou symbolique pour répondre aux différentes exigences liées au projet.

Le couronnement de la tour fait plus de 40 mètres de hauteur, sa stabilité reste un défi structurel.

Aujourd'hui les nouvelles technologies, notamment les structures métalliques, peuvent être des solutions directes à ce type de défi.

De ce fait le couronnement de la tour utilisera une structure métallique posée sur le noyau central assurant sa stabilité. La figure ci-dessous représente un schéma structurel de ce dernier.



*Figure 172: schéma structurel du couronnement<sup>144</sup>*

---

<sup>144</sup> Figure réalisée par l'étudiant, Sketchup, Vray

### 2.1.3 Les seconds œuvres :

#### Les cloisons :

Le choix des types de cloison est dicté par :

- La facilité de mise en œuvre
- Les performances physiques, mécaniques et énergétiques
- La légèreté
- Le confort

Ainsi notre choix diffère en fonction des espaces envisagés :

#### Les cloisons intérieures :

On distingue deux types de cloison intérieure :

- Les cloisons séparatives :

Elles séparent les logements entre eux en assurant une isolation acoustique et phonique selon les normes en vigueur (doit permettre un isolement d'au moins 53 dB). Elles peuvent être à simple ou à double parement.

- 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



Figure 173: schéma d'une cloison séparative 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

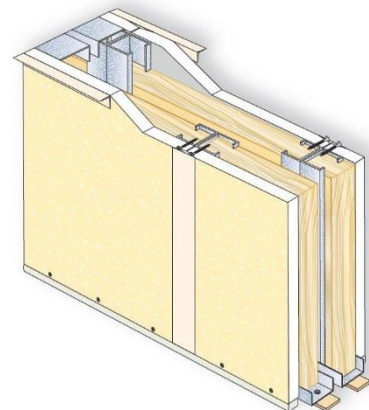


Figure 174: schéma d'une cloison séparative double parement

- Les cloisons de distribution :

Les cloisons de distribution servent à délimiter les espaces à l'intérieur d'un logement. Elles n'ont aucun rôle porteur. En fonction des matériaux qui les composent, elles se divisent en 2 grandes familles, les cloisons sèches et les cloisons dites en matériaux humides (ou pleines) qui définissent leurs propriétés en matière d'isolation phonique, thermique ou de résistance au feu.

- Les cloisons de distribution sèches : se composent de matériaux assemblés mécaniquement et qui ne nécessitent pas de liant entre eux à l'exception d'un enduit pour joints (ou bandes) entre les panneaux. Ces cloisons peuvent être fabriquées en plaques de plâtre (ou placo) qui se montent sur des rails, en panneaux alvéolaires (en carton par exemple) ou bien des panneaux de particules de bois.

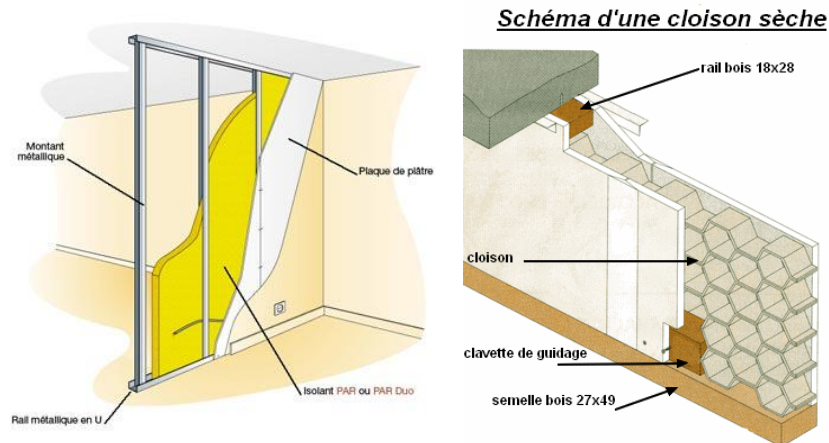


Figure 175: schéma de cloison sèche

- Les cloisons de distribution humide : Contrairement aux cloisons sèches, les cloisons humides sont constituées d'éléments qu'il faut assembler sur place avec du ciment, du plâtre ou du mortier-colle. C'est le cas des cloisons de distribution en briques plâtrières, en carreaux de terre cuite ou encore en carreaux de plâtre. Certains peuvent être **hydrofuges ou alvéolés** pour être moins lourds.

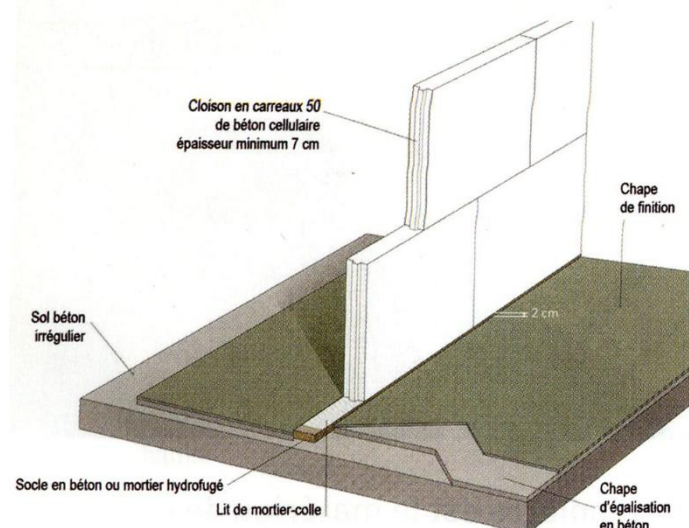


Figure 176: schéma de cloison humide

## Synthèse :

- Afin d'optimiser un confort maximum aux occupants nous avons opté pour des cloisons double parement pour séparer les logements due à leurs capacité d'intégrer des isolants tel que les laines adaptées aux cloisons (laine de chanvre qui est écologique et qui offre d'excellentes performances acoustiques) et des polystyrènes expansés.



Figure 177: séparation en cloison double parement

- Pour ce qui est des cloisons de distribution, les pièces humides seront séparées des pièces à vivre par des cloisons en matériau hydrofuge (cloisons humides) pour éviter les infiltrations d'eau. Les différentes chambres comptent à eux, seront séparer par des panneaux alvéolaires (cloison sèche) pour leurs hautes performances à l'isolation acoustique.

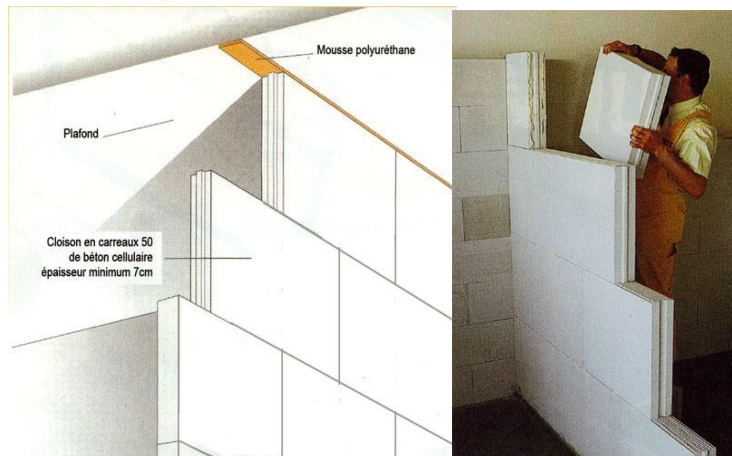


Figure 178: séparation en cloison hydrofuge



Figure 179: séparation en panneau alvéolaire

- Pour respecter l'intimité des occupants on a voulu rajouté un autre type de cloison : « la cloison décorative », elle sépare entre deux espaces en laissant la lumière passer tout en faisant partie du décor.

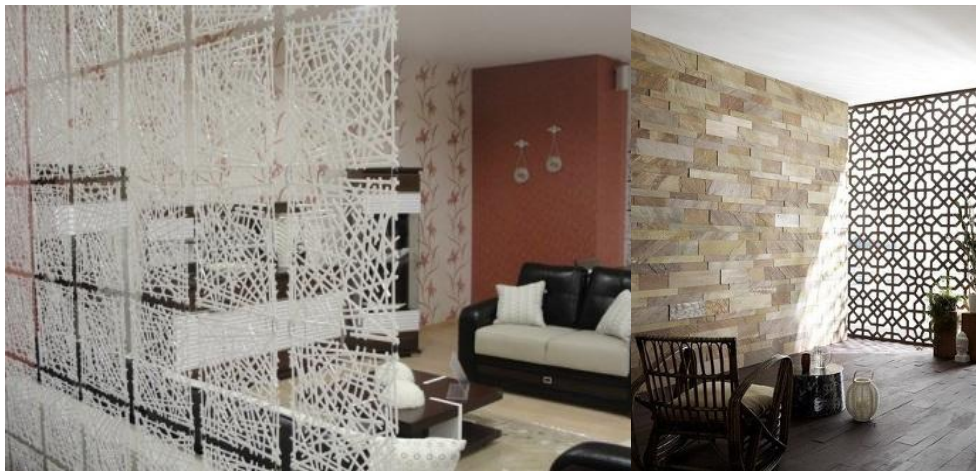


Figure 180: exemple d'une cloison décorative

**Application sur un logement de type F3 :**

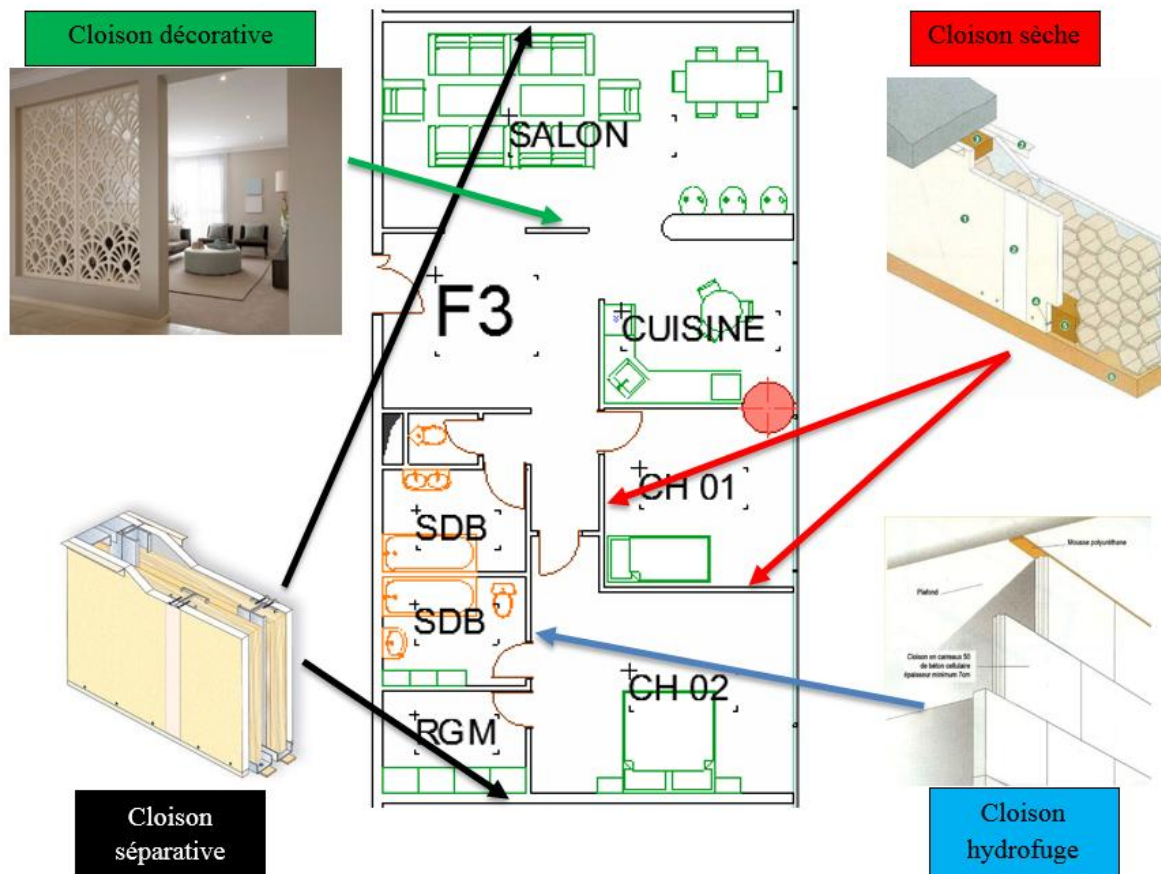


Figure 181: distribution des cloisons dans un logement type F3<sup>145</sup>

Cette disposition de cloisons s'adaptera à tous les types de logements de la tour (F3, F4, F5, Pant house)

<sup>145</sup> Figure réalisée par l'étudiant, Power Point 2013

## **Les cloisons extérieures :**

### **Les murs rideaux :**

Le mur-rideau est un mur de façade légère, qui assure la fermeture mais ne participe pas à la stabilité du bâtiment. Il se caractérise comme suit :

- 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.

Bien qu'elle ne porte pas l'édifice, cette façade légère doit remplir toutes les autres fonctions d'un mur extérieur, soit :

- isoler thermiquement,
- assurer ou interdire la barrière de vapeur,
- isoler phoniquement,
- résister au feu,
- résister aux conditions extérieures, dont le climat, les agents chimiques, les vibrations, les chocs,...

### **Avantages techniques recherchés :**

- légèreté (50 à 80 kg/m<sup>2</sup>), soit 20 à 30 % du poids d'une construction traditionnelle.
- encombrement réduit (de 10 à 20 cm), soit un gain de 10 à 30 cm par rapport à la construction traditionnelle.
- préfabrication industrielle permettant une grande vitesse de mise en œuvre.
- performances d'étanchéité à l'eau, à l'air et au vent, supérieures à une construction traditionnelle.
- entretien réduit.
- larges possibilités d'adaptation au niveau du concept architectural.



## Types de mur-rideau :

Les différents types de mur-rideau se distinguent par leur degré de préfabrication en atelier ainsi que par leur mode de report de charge sur le support (structure de bâtiment).

Le tableau ci-dessous illustre les différents types de mur rideau dont les détails sont présentés dans la partie « approche technique des tours » (page 62 ... 65)

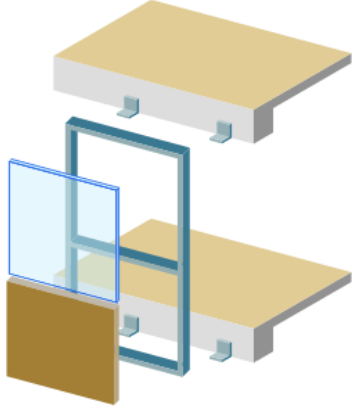





Type	Schéma explicatif	Exemple
<b>Système stick ou mur rideau monté sur grille</b>		
<b>Système Unitized ou mur rideau monté en panneau</b>		
<b>Mur rideau en verre structurel</b>		

Tableau 23: type de mur rideau

## Type de verre utilisé pour les murs rideaux dans les pays dit « chaud » :

### Cas d'étude : (Burj Khalifa) :

Les verres à faibles émissivité utilisés sur les façades de burdj Khalifa présente d'excellentes performances de contrôle solaire et d'isolation thermique. Grâce à sa réflexion lumineuse très élevée, le verre forme un rempart contre l'éblouissement provoqué par le trop plein de lumière du soleil du désert. Son facteur solaire très bas permet en outre d'éviter la surchauffe intérieure. Il doit aussi résister aux oscillations thermiques extrêmes et aux forts vents du désert. La figure ci-dessous explique très bien ce système :

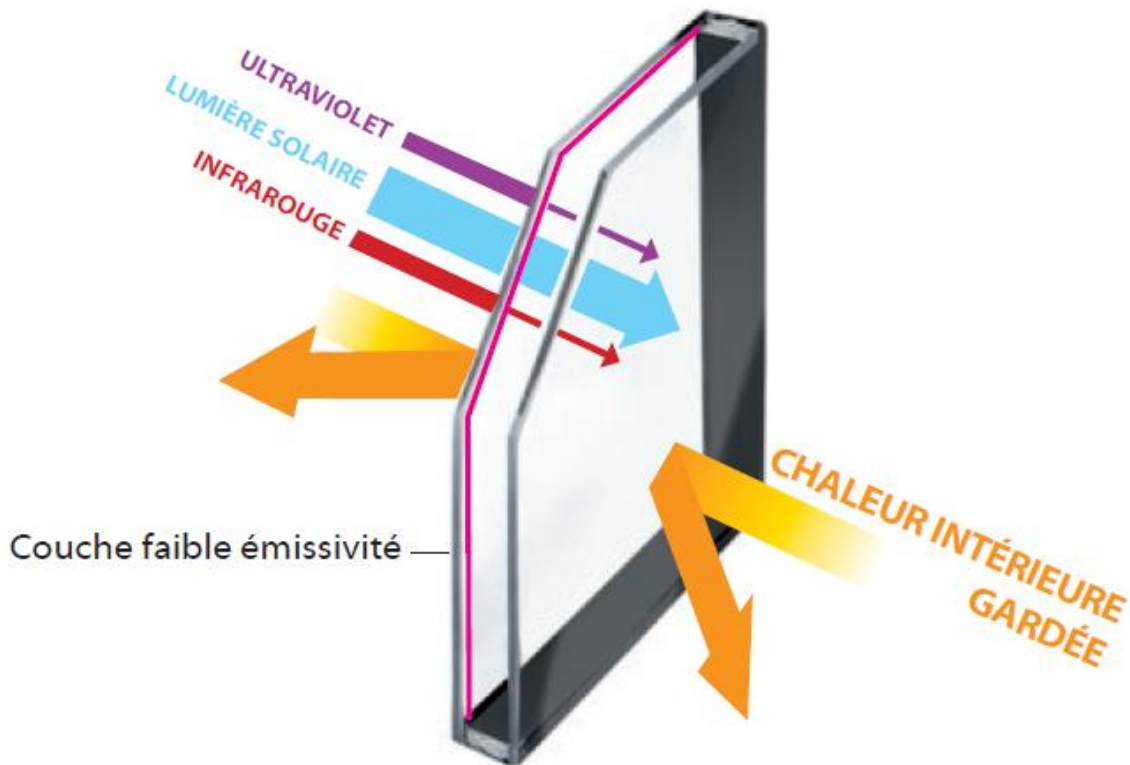


Figure 182: schéma explicatif du d'un verre à faible émissivité<sup>146</sup>

Ce système de verre à faible émissivité a beau à être efficace contre les rayons solaires mais une climatisation centralisé est plus que nécessaire, ceci engendre une consommation d'énergie énorme ce qui peut s'avérer très coûteux.

## Synthèse :

<sup>146</sup> In web, <http://miroiterie-lenain.fr/negoceframe.php>, 30/05/2016

Cette analyse et le cas d'étude analysé nous ont menés vers un tout autre choix, qui contrairement à ces derniers, ne nécessite pas une climatisation permanente. Notre système est constitué d'un mur rideau faisant passer à travers son vitrage des tuyauteries qui font circuler de l'eau se trouvant dans les réservoirs au sommet de la tour. Ces conduites d'eau ont un circuit bien étudié, afin de faire refroidir les espaces se trouvant au sud et de réchauffer les espaces Nord, l'eau coule à travers un système gravitationnaire du Sud vers le Nord. Ainsi l'eau est chauffé dans la partie ou la façade est le plus exposé au soleil et passe vers le coté ombré pour ramener de la chaleur à ce dernier et vice versa (l'eau est refroidi dans la partie ombré et ramène de la fraîcheur au côté sud (partie la plus exposé))

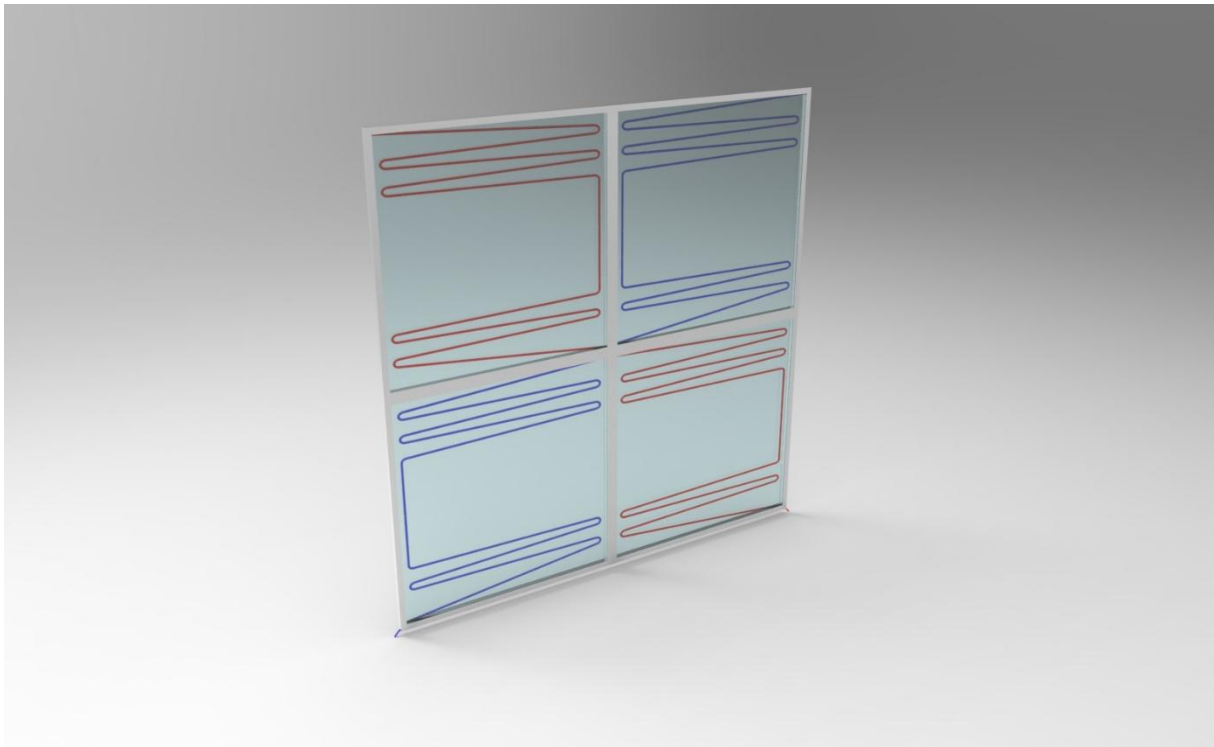


Figure 183: panneau radiateur hydraulique<sup>147</sup>

Ce système nous a amené à concevoir des panneaux en double vitrage avec des verres de caractéristiques différentes :

- vitrage simple : laissant passer les rayons solaires afin de permettre le réchauffement de l'eau, ce type devra être en contact directe avec l'extérieur.
- Vitrage avec films LCD polyvision : ce type de vitrage possède une technologie lui permettant de devenir opaque lorsque le film est électriquement alimenté et transparent lorsque l'alimentation est interrompue. Ainsi l'intimité des occupé sera protéger d'une part, et d'autre part les rayons solaires ne pourront plus passer à travers le vitrage grâce à la faible émissivité du verre. Ce type devra être en contact directe avec l'intérieur.

<sup>147</sup> Figure réalisée par l'étudiant, 3DS Max, Vray

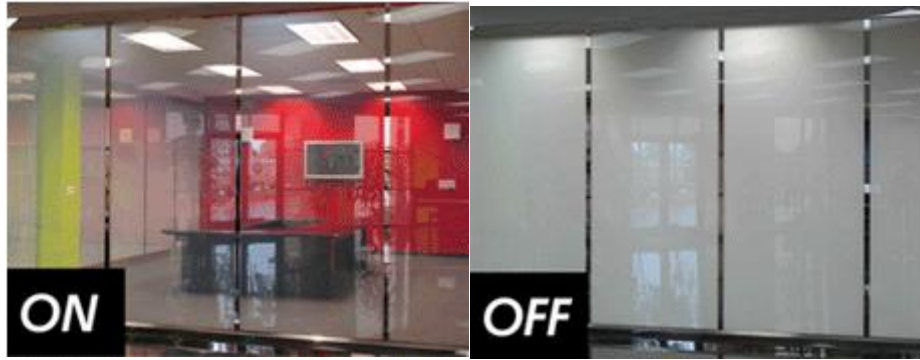


Figure 184: Vitrage avec film LCD polyvision

Les figures ci-dessous expliquent le principe de fonctionnement de ce système (radiateur hydraulique) :

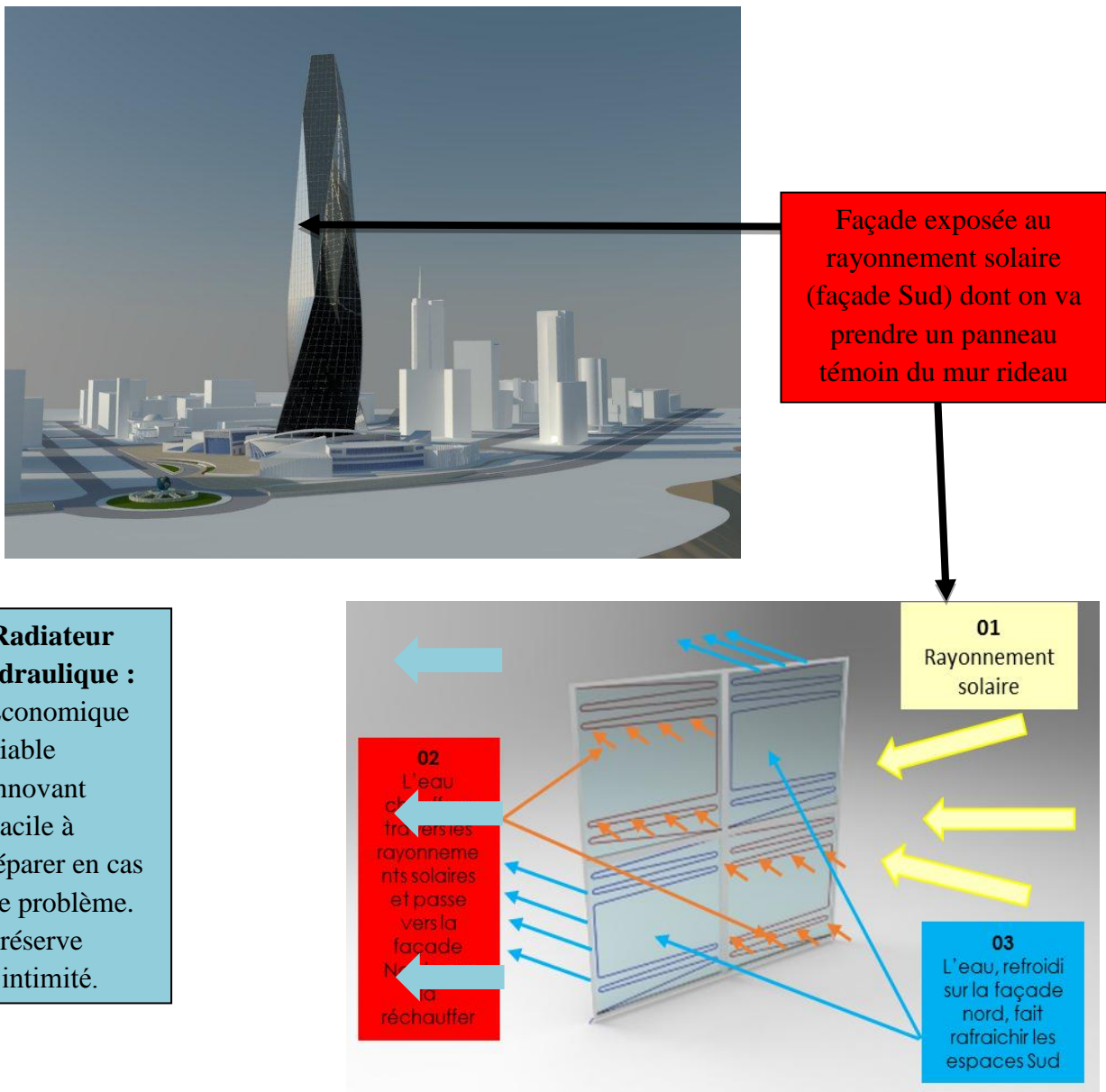


Figure 185: schéma explicatif d'un panneau radiateur hydraulique<sup>148</sup>

<sup>148</sup> Figure réalisée par l'étudiant, 3DS Max, Vray

## Les faux plafonds :

Le faux plafond comporte un double avantage : il est extrêmement esthétique mais aussi isolant. Le faux plafond vient recouvrir un plafond d'origine soit trop endommagé soit trop haut ou incorrectement isolé. Il contribue à la décoration d'une pièce.

En abaissant le plafond d'origine, le faux-plafond permet également de jouer avec les volumes pour donner une plus belle harmonie à votre pièce. Enfin, il isole du bruit et du froid, ce qui constitue une composante technique indéniable.

Il existe deux méthodes pour la mise en œuvre d'un faux plafond : le plafond suspendu ou le plafond tendu. Voici un tableau explicatif de ces deux techniques :

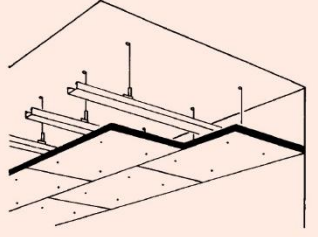


	<b>Plafond suspendu</b>	<b>Plafond tendu</b>
<b>Technique</b>	Le plafond est accroché à une structure métallique légère et rapportée, composée de suspentes et de fourrures (ou rails).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le plafond est constitué d'une toile appelée velum, tendue entre les murs.</li> </ul>
<b>Matériaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>lames de bois ou de PVC, lambris plafond,</li> <li>plaques de plâtre, de briques à plafond en terre cuite ou en céramique : elles sont maintenues par des crochets qui s'imbriquent entre elles.</li> <li>La finition est réalisée avec un enduit au plâtre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toile en matières plastiques.</li> <li>Mise en œuvre très délicate.</li> </ul>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ce type de plafond permet de libérer un espace (appelé le plénum) qui peut accueillir isolation et câbles électriques.</li> <li>Idéal pour la rénovation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Très esthétique, convient particulièrement bien aux intérieurs modernes et contemporains.</li> </ul>
<b>Photo</b>	 	

Tableau 24: tableau comparatif entre les types de plafond

## Synthèse :

A partir de cette analyse, notre choix s'est porté sur les plafonds suspendu, conçus en plaques de plâtre, accrochés au plancher avec un système de fixation sur rails métalliques réglables.

Ce système est aussi prévu pour nous permettre :

- Le passage des gaines de climatisation et des différents câbles (électrique, téléphonique ...)
- La protection de la structure contre le feu
- La fixation des lampes d'éclairages, des détecteurs d'incendie et de fumée, des détecteurs de mouvements, des émetteurs et des caméras de surveillance.



*Figure 186: passage des équipements au-dessus d'un plafond suspendu*



*Figure 187: exemple d'un plafond suspendu<sup>149</sup>*

<sup>149</sup>In web, <http://atelier-insertion38.org/plafond-suspendu>, 30/05/2016

### Les planchers techniques :

- Les plancher technique sont des planchers surélevés d'une structure temporaire qui donne plus de confort et qui permet surtout de faire passer des câbles techniques en dessous.



Figure 188: installation d'un plancher technique<sup>150</sup>

Ce type de plancher sera prévu pour les planchers du centre commercial, du centre de loisirs et au niveau des étages techniques afin de faciliter la détection des pannes et l'accès au câblage.

<sup>150</sup>In web, <http://atelier-insertion38.org/plancher-technique>, 30/05/2016



Figure 189: exemple d'un plancher technique<sup>151</sup>

### **Le revêtement des sols:**

Ces recouvrements sont des éléments primordial de confort et de décor, ils doivent être durable, résistant, présent dans le marché et qualificatif d'espace ou d'activité.

Donc il a été prévu dans notre projet de :

- Carreaux antidérapants pour les blocs sanitaires.
- Carreaux de marbre pour les espaces intérieurs et les espaces de circulation.
- Carreaux de céramique avec motifs ou parquet pour les boutiques, cafétérias, restaurants...
- Carreaux de marbre ou pavage pour les espaces extérieurs.
- Plaques de granits pour escalier de secours.
- Plaques de marbre pour escalier publics.

---

<sup>151</sup>In web, <http://atelier-insertion38.org/plancher-technique>, 30/05/2016





*Figure 190: exemple de différents revêtements de sol*

## La menuiserie :

### Les portes d'intérieurs :

La porte d'entrée reste le premier élément de décoration qui fait office d'accueil dans nos logements, elle peut être en bois, en verre, en métal ou même en PVC.

Ces portes requièrent d'autres caractéristiques sécuritaires et de confort, chose qui nous a poussés à choisir les portes techniques, ce sont des portes ayant des caractéristiques et des performances supérieures à la porte standard, elles sont soumises à des réglementations et obéissent à des normes.

Exemples :

- les portes blindées
- les portes coupe-feu
- les portes blindées coupe-feu
- les portes isothermes
- les portes acoustiques
- les portes palières



152

Figure 191: exemple de différentes portes<sup>146</sup>

<sup>152</sup>In web, <http://www.serrurerie-atfs.fr/fr/porte-blindee>, 30/05/2016

Comme porte technique, la porte palière reste le meilleur choix adapté à nos logements, car elle obéit à la réglementation en vigueur qui régit les habitations collectives soit :

- résistance au feu
- étanche aux flammes
- pas d'émission de gaz inflammables
- bonne résistance mécanique
- isolante au niveau thermique
- isolante acoustique (fixé par la loi dans les bâtiments neufs, entre 28 et 45dB)
- répond aux normes sécuritaires

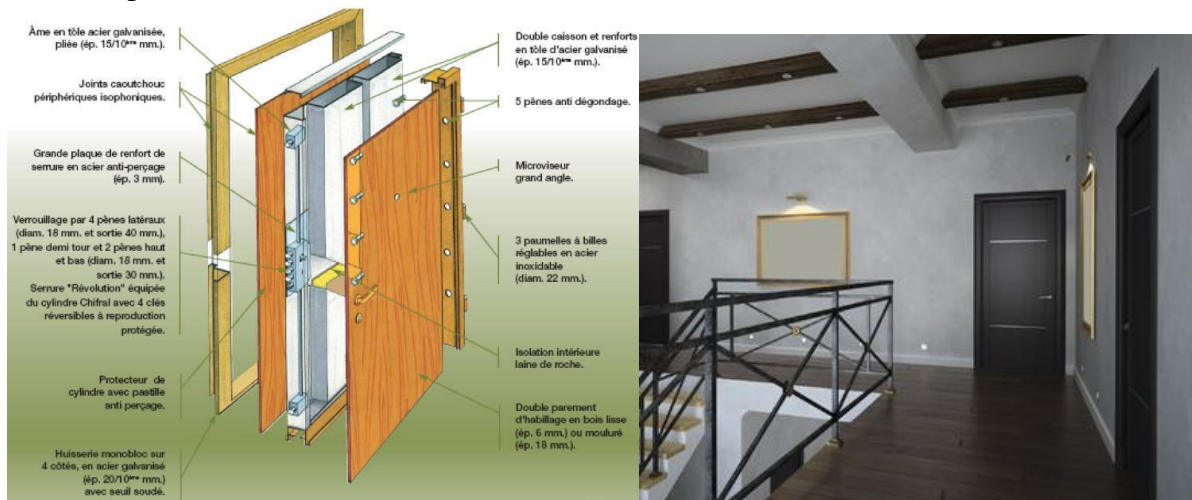


Figure 192: exemple et schéma d'une porte technique<sup>153</sup>

### Porte coupe-feu :

La porte coupe-feu est dans le cas de notre projet obligatoire, elle est notifiée à des réglementations relatives à la protection contre l'incendie.

Elle permet d'assurer la sécurité des habitants en attendant leur évacuation par les secours.

La porte coupe-feu est composée de plusieurs matériaux :

- Une âme composite incombustible
- Du métal
- Deux parements en bois dur

<sup>153</sup>In web, <http://www.serrurerie-atfs.fr/fr/porte-blindee>, 30/05/2016

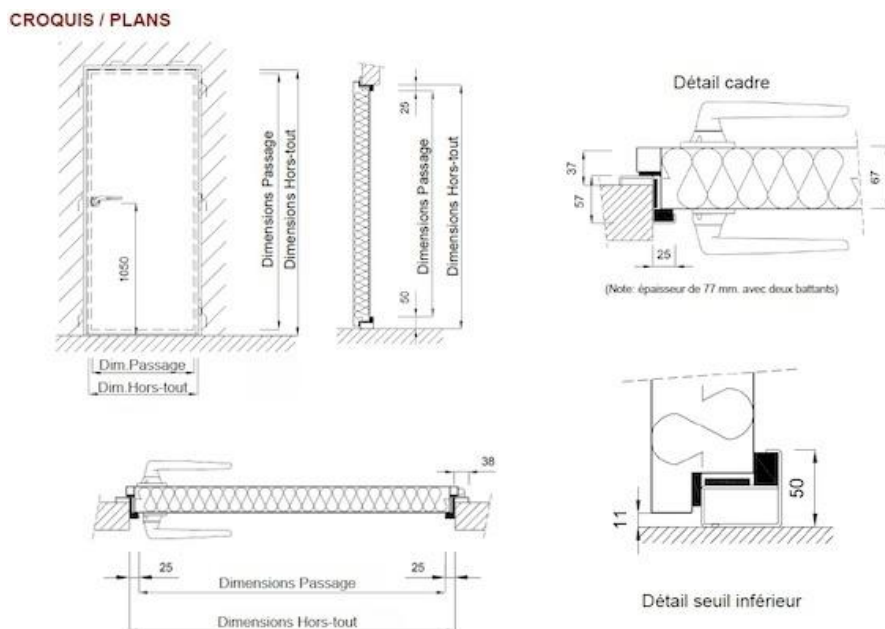


Figure 193: détail d'une porte coupe-feu<sup>154</sup>

Pour une porte coupe-feu, deux critères sont pris en considération :

- La résistance au feu : indique le temps pendant lequel les éléments de l'habitat (porte, plancher, mur, etc.) jouent leur rôle de protection, en évitant la propagation du feu et des fumées ;
- la réaction au feu : concerne la capacité des matériaux employés à s'enflammer et à alimenter le feu.

Durée de résistance au feu :

C'est l'épaisseur de la porte qui influe sur la durée de résistance au feu :

- porte coupe-feu de 40mm = résistance au feu de 30mn
- porte coupe-feu de 50 mm = résistance au feu d'une heure
- porte coupe-feu de 15 cm = résistance au feu de 2 heures
- Les paumelles, gongs et charnières, doivent résister à une température de 800 °C sans fondre. Vous ne trouvez donc pas d'aluminium ni de laiton dans une porte coupe-feu, à cause de leur épaisseur et composition, les portes coupe-feu assurent également une bonne isolation thermique et phonique.

De ce fait, on a choisi des portes coupe-feu de 15 cm d'épaisseur pour une résistance au feu avoisinant les 2 heures, au niveau des cages d'escaliers de secours se trouvant dans le noyau central de la tour, et au niveau des équipements commerciaux et de loisirs.

<sup>154</sup> In web, <https://www.logismarket.fr/acustica-integral/porte-coupe-feu/1486602416-1584733-p.html>, 30/05/2016



Figure 194: exemple d'une porte coupe-feu<sup>155</sup>

### **Les portes iso phoniques :**

Sont des portes installés dans les espaces exposés aux nuisances sonores, les éléments ouvrants sont par définition le chemin idéal pour les fuites acoustiques. Notre salle de conférence sera munie de ce type de porte à simple paroi avec cadre et panneaux, amortissement pouvant atteindre 30Db, l'étanchéité est assurée par calfeutrage.

Une porte iso phonique se comporte de :

- Une huisserie en bois
- une huisserie métallique
- un isolant acoustique



Figure 195: exemple d'une porte iso-phonique

<sup>155</sup>In web, <https://www.logismarket.fr/acustica-integral/porte-coupe-feu/1486602416-1584733-p.html>, 30/05/2016

### **Les portes tambours :**

Ce sont des portes constituées de plusieurs ailes, généralement quatre ailes vitrées, qui tournent dans le même sens au sein d'une cellule cylindrique circulaire.

On en trouve souvent aux entrées des centres commerciaux ou des gratte-ciel. Elles présentent l'avantage de jouer un rôle de sas limitant les échanges d'air entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, de plus elle régule remarquablement le trafic tout en dissociant efficacement les environnements intérieur et extérieur.

Nos accès principaux ainsi que les accès au centre commercial et centre de loisirs sont munies de ses portes tambours pour leurs avantages économiques et de confort.



*Figure 196: exemple d'une porte tambour<sup>156</sup>*

---

<sup>156</sup> In web, <http://www.kaba.fr/vente-support/telechargements/668388/nos-realizations-tourniquets-couloirs-et-portes-tambour.html>, 30/05/2016

## Eclairage :

### Eclairage solaire :

L'éclairage solaire peut être défini ainsi : Ensemble d'appareils qui distribuent une lumière artificielle qui repose sur l'utilisation du rayonnement et de l'énergie du soleil par des capteurs solaires.



Figure 197: exemple d'éclairage solaire<sup>157</sup>

Etant donné le fortapport solaire que connaît la ville d'Oran, ce type d'éclairage est prévu pour les espaces extérieurs, ils présentent plusieurs avantages tel que :

- Facile à exploiter
- Facile à installer
- Ecologique
- Automatique
- sécuritaire

### Éclairage artificiel :

Dispositif permettant d'émettre de la lumière grâce à la convention d'électricité en lumière, permettant de s'éclairer sans avoir recours à la lumière naturelle. Ce dispositif doit être le plus économique que possible, pour cela certain types de lampes doivent être utilisées tel que :

- ampoules à incandescence, une ampoule fluo compacte consomme 5 fois moins d'électricité et possède une durée de vie bien supérieure.
- Les lampes ionisantes qui permettent d'assainir l'environnement en dépolluant l'air, elles utilisent la même technologie d'éclairage que les lampes fluo compactes.
- Les lampes LED, ayant comme avantages une durée de vie très importante (jusqu'à 100 000h), une faible consommation ainsi qu'une durée d'allumage rapide.

Ces types d'éclairages seront utilisés dans l'ensemble du projet.



Figure 198: exemple d'éclairage artificiel

<sup>157</sup> In web, <http://www.hellopro.fr/lampadaires-solaires-pour-l-eclairage-public-2006842-fr-1-feuille.html>, 30/05/2016

### Eclairage de sécurité :

Des installations d'éclairage de secours se trouvent pratiquement partout. Elles sont généralement discrètes et effacées et pourtant omniprésentes. On les trouve au cinéma, dans les parkings en sous-sol, sur les lieux de travail, dans les bâtiments publics, à la discothèque ou au centre commercial. Pratiquement chaque bâtiment à usage commercial doit avoir une installation d'éclairage de secours.



Figure 199: type d'éclairage de sécurité<sup>158</sup>

L'éclairage est prévu dans l'ensemble des espaces publics, des espaces de circulations et des parkings, en cas de danger ou de panne il permet :

- La signalisation des incendies.
- L'éclairage de signalisation des issues de secours.
- Eclairage de circulation et la reconnaissance des obstacles.



Figure 200: exemple d'emplacement d'éclairage de sécurité<sup>159</sup>

<sup>158</sup> In web, [http://www.cooperfrance.com/materiel-electrique-atex\\_61\\_eclairage-de-securite-et-de-signalisation\\_.html](http://www.cooperfrance.com/materiel-electrique-atex_61_eclairage-de-securite-et-de-signalisation_.html), 30/05/2016

<sup>159</sup> Idem



### **Eclairage zénithal :**

Les choix en matière d'éclairage zénithal doivent prendre en compte simultanément quatre impératifs.

- Premier impératif, il faut assurer un éclairage naturel suffisant dans les locaux de moyenne et de grande hauteur. Pour atteindre cet objectif, la surface des parties transparentes ou translucides est l'élément essentiel.
- Deuxième impératif, il faut éviter les effets négatifs de l'éblouissement et du rayonnement solaire. Les sheds<sup>160</sup> exposés au nord sont préférables aux dômes et verrières qui présentent des inconvénients.
- Il faut prévoir également le nettoyage intérieur et extérieur dans des conditions de sécurité satisfaisantes par un choix approprié des matériaux (vieillesse, résistance...) et des accès aux faces intérieures et extérieures.
- Enfin, il faut assurer l'évacuation des fumées en cas d'incendie. La surface minimale des exutoires de fumée doit être de 1 % de la surface du local et ne doit pas être située exclusivement sur la toiture.

Les éclairages Zénithal sont principalement :

#### **- Les sheds**

Le vitrage sera orienté au nord. Ils peuvent être verticaux, inclinés à 45 ° - 60 ° par rapport à l'horizontale.

#### **- Les dômes**

Économiques ils ne nécessitent pas de structure lourde et ils permettent d'atteindre l'objectif en termes de facteur de lumière du jour direct avec une surface d'environ 10 % d'indice de vitrage. Cependant, ils n'évitent pas la pénétration solaire et, en conséquence, l'éblouissement. Pour éviter l'éblouissement des opérateurs, les prises de jour ne doivent pas être dans un angle de 30° au-dessus de l'horizontale (voir figure 2). Ceci peut être obtenu en équipant les dômes de costières surélevées et munies de garde-corps

#### **- Les verrières**

L'architecture moderne utilise abondamment les verrières (exemple, les pyramides), notamment pour les halls d'accueil. Cette solution présente de nombreux inconvénients, notamment un apport solaire important, lié à la surface de ces verrières et une difficulté de nettoyage (extérieur et intérieur).

---

<sup>160</sup>Les sheds : Le vitrage sera orienté au nord. Ils peuvent être verticaux, inclinés à 45 ° - 60 ° par rapport à l'horizontale.



Figure 201: exemple d'éclairage zénithal

Notre piscine sera muni de ce type d'éclairage en raison de son contact direct avec une voie a flux piéton et mécanique fort.

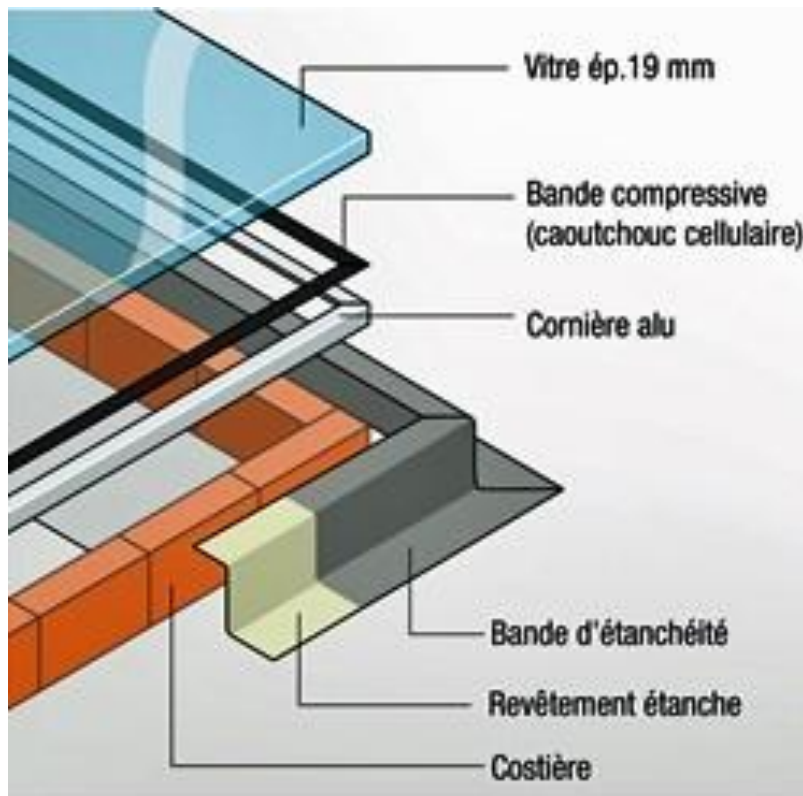


Figure 202: détail d'installation d'un éclairage zénithal<sup>161</sup>

<sup>161</sup>In web, <http://www.achatdesign.com/magazine/quest-ce-que-la-lumiere-zenithale/>, 30/05/2016

### Les courants porteurs en ligne :

On retient sous l'appellation CPL « Courants Porteurs en Ligne » toute technologie qui vise à faire passer de l'information à bas débit ou haut débit sur les lignes électriques en utilisant des techniques de modulation avancées.



Figure 203: principe de fonctionnement des CPL<sup>162</sup>

En d'autres termes, cette technologie permet de passer de quatre réseaux en un seul c'est-à-dire à la fois électrique, téléphonique, informatique et de gestion technique. Ce procédé sera utilisé pour l'ensemble des étages contenant les bureaux ainsi que pour les logements.

### Récupération des eaux de pluie :

Ce principe a pour but de récolter les eaux de pluie à travers des avaloirs au sommet de la tour.

Cette eau sera déverser par la suite sur les réservoirs se trouvant aussi au sommet de la tour, et qui servira comme poids pour stabiliser le noyau central de la tour, réserve d'eau pour les radiateurs thermiques de la façade et aussi réserve contre les incendies.

### Système de ventilation :

#### Système HVAC :

HVAC est un sigle anglais qui désigne « Heating, Ventilation and Air Conditioning » ; dans les bâtiments à grande hauteur la ventilation le chauffage et la climatisation nécessite un système mécanique comparé à un bâtiment normal ou les systèmes naturels peuvent satisfaire amplement ces processus

#### La boîte hermétique :

La différence de pression entre le sommet de la tour et le niveau 0,00 engendre une différence de température entre l'entrée et la sortie de la conduite d'aération et cet écart crée un phénomène appelé le **Tirage Thermique** ; cette différence de pression engendre des mouvements d'air important à l'intérieur du bâtiment et peuvent induire aux conséquences suivantes :

- Bruit
- Les portes des ascenseurs ne se ferment pas, empêchant le levage des cabines

<sup>162</sup>In web, <http://www.darty.com/achat/comment/informatique/cpl/cpl.html>, 30/05/2016

- Circulation de l'air dans les gaines dédiées aux ascenseurs
- Difficulté dans l'ouverture des portes des halls
- Difficulté pour chauffer les étages inférieur du bâtiment et dans les cas extrême risque de formation de gel
- Perte d'énergie
- Non-fonctionnement de pressurisation des escaliers (le système de sécurité incendie) en raison de pressions différentielles incorrectes, et portes coupe-feu qui sont impossibles à ouvrir
- Inversement des flux d'aération entre extraction et prise d'air
- Entrée très froide
- La constitution de fumées toxiques dans les niveaux du sous-sol

Pour contrecarrer l'effet de tirage thermique on a opté pour le système de la boîte hermétique :

Cette dernière nécessite une façade haute performance et de porte qui limite les échanges d'air entre l'intérieur et l'extérieur tel que les portes tambours

Cela étant dit cette technique fait appelle entièrement à la ventilation mécanique

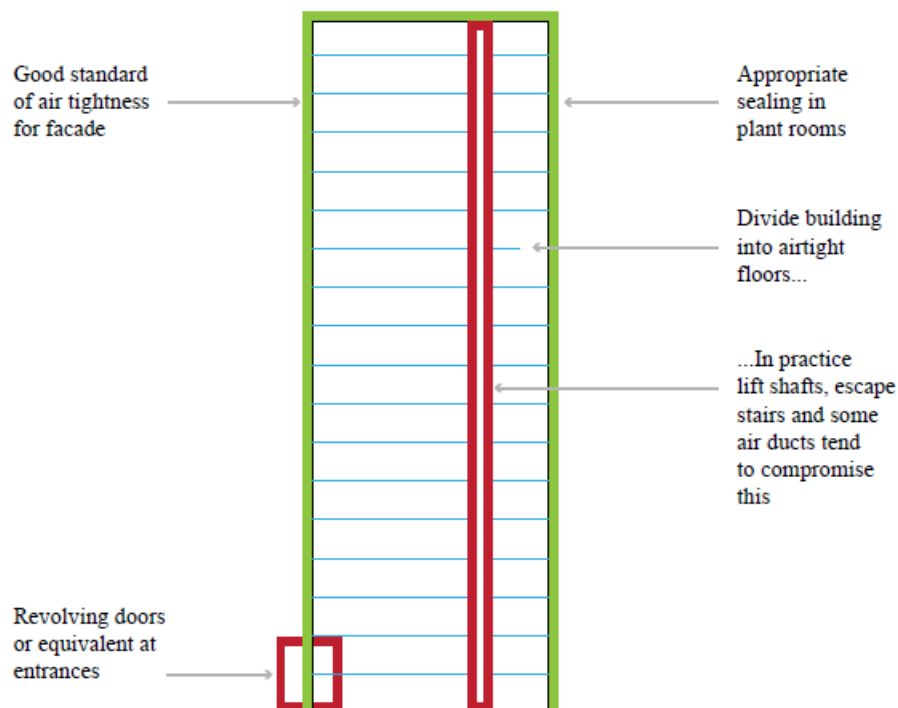


Figure 204: La Boite hermitique<sup>163</sup>

<sup>163</sup>Dave Parker, A. W. (2013). *The Tall Buildings Reference Book*, Routledge. Page 315

### L'évacuation des ordures :

Dans les immeubles à grande hauteur on parlera, en termes de gestion des déchets, de local à poubelles comme solution adéquate contre la pollution interne du bâtiment

Notre projet a comme atout un noyau central qui traverse l'ensemble de la tour, ce dernier peut contenir les vides ordures qui restent accessible à tous les occupants des logements.

Le local doit suivre par ailleurs les normes suivantes :

- Le local doit être clos et ventilé
- Doit être doté de portes permettant une fermeture hermétique
- Doit être doté de parois (mur et sol) imperméables et imputrescibles
- Empêcher l'intrusion des insectes et rongeurs
- Etre doté d'un poste de lavage et d'un système d'évacuation des eaux
- Ne pas communiquer directement avec les locaux affectés à l'habitation, au travail, au remisage de biens des occupants (vélos, poussettes...), à la restauration, ou à la vente de produits alimentaires

Le local sera situé dans le premier niveau du Sous-sol n'ayant aucun contact avec les utilisateurs et en respectant la réglementation en vigueur.

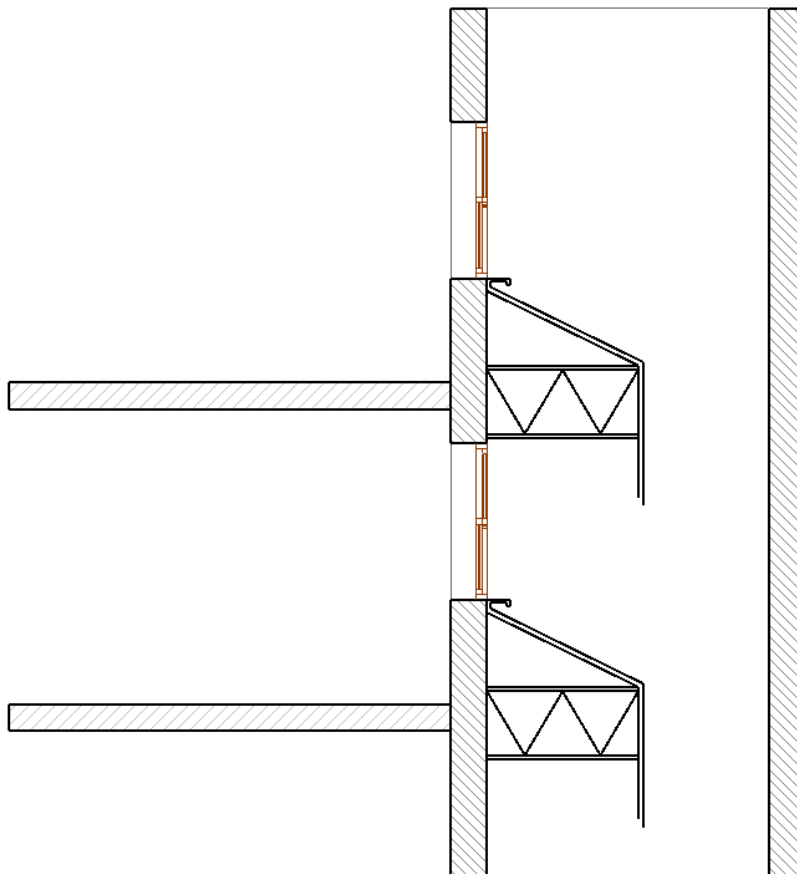


Figure 205: détail vide ordures<sup>164</sup>

<sup>164</sup> Figure réalisée par l'étudiant, ArchiCad19

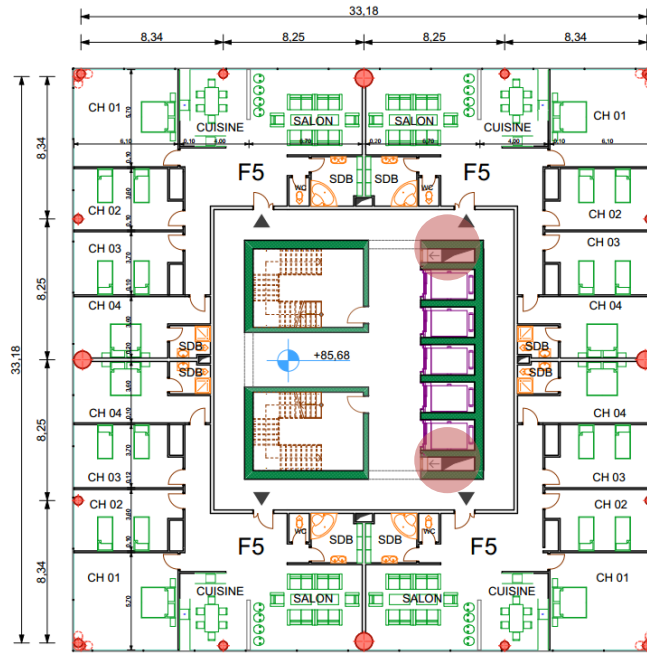


Figure 206: emplacement vide ordure logement

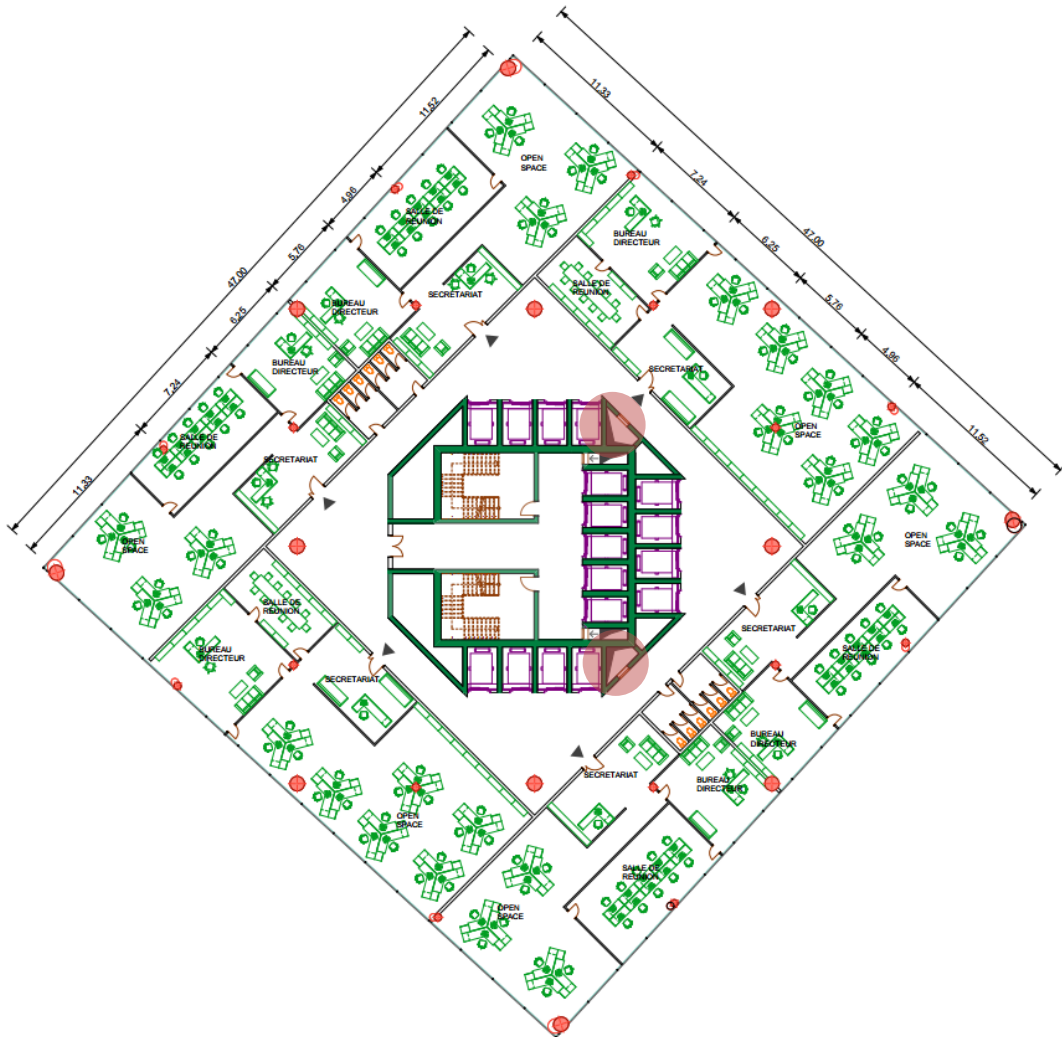


Figure 207: emplacement vide ordure libérale

## 2.1.4 Sécurité incendie :

### Règlementation :

- Tout immeuble de grande hauteur dispose d'un poste central de sécurité incendie (pci) à usage exclusif des personnels chargés de la sécurité incendie.
- Un système de détection automatique avec alarme ainsi qu'un système d'extinction automatique de type sprinkleur doivent couvrir l'ensemble de l'immeuble.
- Des dispositifs phoniques permettant de donner l'alerte au poste central de sécurité incendie sont installés à tous les niveaux de l'immeuble.
- Il y a à chaque niveau autant de robinets d'incendie armés DN 25/8 que d'escaliers.
- Un immeuble de grande hauteur est isolé des constructions voisines par un mur ou une façade verticale coupe-feu, ou par un volume de protection.
- Les circulations horizontales communes sont enclouées par des parois verticales et horizontales coupe-feu.
- Les immeubles d'une hauteur supérieure à 50 mètres sont équipés sur toutes leurs hauteurs de colonnes en charge.

Compte tenu de la réglementation, notre tour sera équipée de tous les équipements et procédés nécessaires pour répondre à l'aspect sécuritaire des occupants.

### Détection :

Notre projet sera équipé de :

- Détecteurs thermo vélocimétrique
- Détecteur de fumée
- Détecteur de monoxyde de carbone
- Centrale incendie
- Alarme incendie.



Figure 208: exemple d'équipement de détection anti-incendie<sup>165</sup>

<sup>165</sup> In web, <http://www.absecurite.net/p91-systeme-securite-incendie>, 31/05/2016

### **Les circulations :**

Des issues de secours facilement accessibles ont été prévues dans le centre commercial, le centre de loisirs ainsi que la tour assurant l'évacuation rapide des personnes vers l'extérieur. Des escaliers de secours ont été prévus également, assurant une stabilité et une résistance au feu de deux heures.

### **Les ascenseurs :**

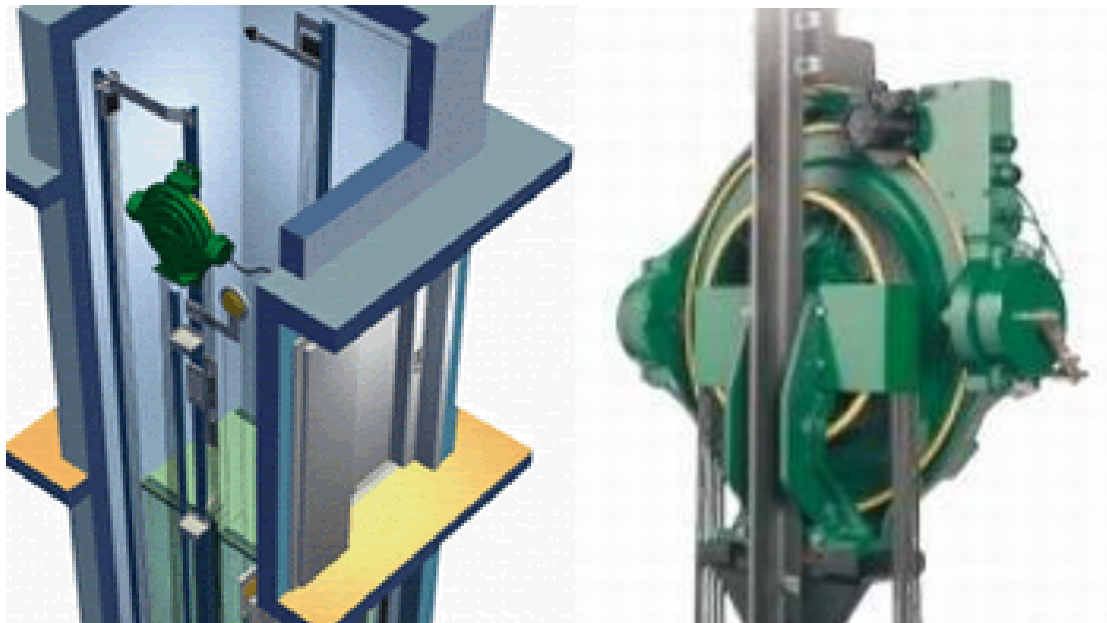
Pour chaque bâtiment la circulation représente un réseau essentiel pour son fonctionnement et sa capacité à répondre aux besoins des utilisateurs. Dans les bâtiments à grande hauteur les circulations verticales représentent un aspect vital de la construction.

### **Critères de choix d'un ascenseur :**

Les critères de choix pour équiper un immeuble d'un ou de plusieurs ascenseurs relèvent principalement d'éléments :

- constructifs tels que la hauteur de bâtiment, l'espace disponible au niveau des étages, la possibilité de placer une salle des machines au sommet de la gaine, stabilité du terrain, ...
- organisationnels comme le type de fonction du bâtiment, son occupation et son type de fonctionnement en garantissant une performance de confort et de trafic (rapport charge/vitesse),
- de sécurité,
- énergétique en considérant que la consommation et les appels de puissance doivent être limités,

De ce fait notre choix s'est porté sur **des ascenseurs à traction**, car ce tout nouveau système utilise une technologie de motorisation sans réducteur « gearless », permettant d'éviter la conception de salle des machines au sommet de la gaine tout en atteignant de grande vitesse, un confort optimal et plus important un système de sécurité avec des configurations innovantes.



*Figure 209: schéma d'un ascenseur à traction*



# **Chapitre 06 : Approche Prospective**

## Chapitre 06 : Approche Prospective



Figure 210 : Oran Jeux méditerranéens 2021<sup>166</sup>

Oran abritera les Jeux méditerranéens 2021, El Bahia a toutes les potentialités d'une grande métropole méditerranéenne son dynamisme multiformes ses projets structurants importants la beauté de ses sites naturels et la qualité de ses infrastructures la rende attractive.

Pour le seul mois d'août les plages de la wilaya drainent plus de 12 millions d'estivants cherchant à trouver refuge dans cette ville aux allures accueillante insouciantes et joviales.

Sûre d'elle Oran ne laisse pas indifférent, depuis quelques années elle affirme sa place au niveau national qu'international à la faveur des grands projets. Il faut rappeler que depuis 2013 Oran abrite le bureau du R20 « Regions of Climate » centré sur la protection de l'environnement dans la région de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. Un privilège dont jouit quelque ville seulement à travers le monde. Cette organisation créée par le gouverneur de la Californie Arnold Schwarzenegger vise la mise en place d'une économie verte et de projet de protection de l'environnement.

La ville d'Oran on dispose également d'un grand nombre d'hôtels de 3 à 5 étoiles qui sont renforcés par de nouveaux projets en voie d'achèvement, son réseau routier est dense et son port et aéroport connaissent une dynamique constamment renforcée. Sa ligne de tramway longue de 18 km et extensible à l'est vers le Futur village olympique de Belkaid pour accueillir jusqu'à 6000000 de passagers par an.

Ville des sciences et du savoir avec ses trois pôles universitaires son technopôle et son centre de montage de microsatellite. El Bahia se projette définitivement vers le futur et se fraie un chemin vers un avenir radieux.

Oran est également un vaste chantier à ciel ouvert ne cessant de s'agrandir et de se développer sur son flanc Est, pour affirmer davantage sa dimension méditerranéenne elle vient de se doter d'un grand jardin citadin véritable balcon sur le grand bleu pour démentir ceux qui ont affirmé qu'Oran tourne le dos à la mer.

Notre projet s'insère dans cette logique reprenant les constances symboliques rappelant la mer, le rocher et les lions tout étant tourné vers le Nord Est pour mimer son regard vers un future tout en étant ancré dans son passé.

<sup>166</sup> In web, [http://www.aps.dz/media/k2/items/cache/4854338c6c832df63e3972af2168d71d\\_XL.jpg](http://www.aps.dz/media/k2/items/cache/4854338c6c832df63e3972af2168d71d_XL.jpg), 01/05/2016

## **Conclusion générale :**

Lors de ce travail nous avons conclu que le mot tour rhyme avec défi technologique, structurel, artistique et social, et donc elle ne peut être monofonctionnel ou conçu avec les techniques traditionnelles, mais elle doit inclure l'ensemble des technologies du siècle présent de la plus simple vers la plus complexe pour assurer la cohésion de cette ville verticale.

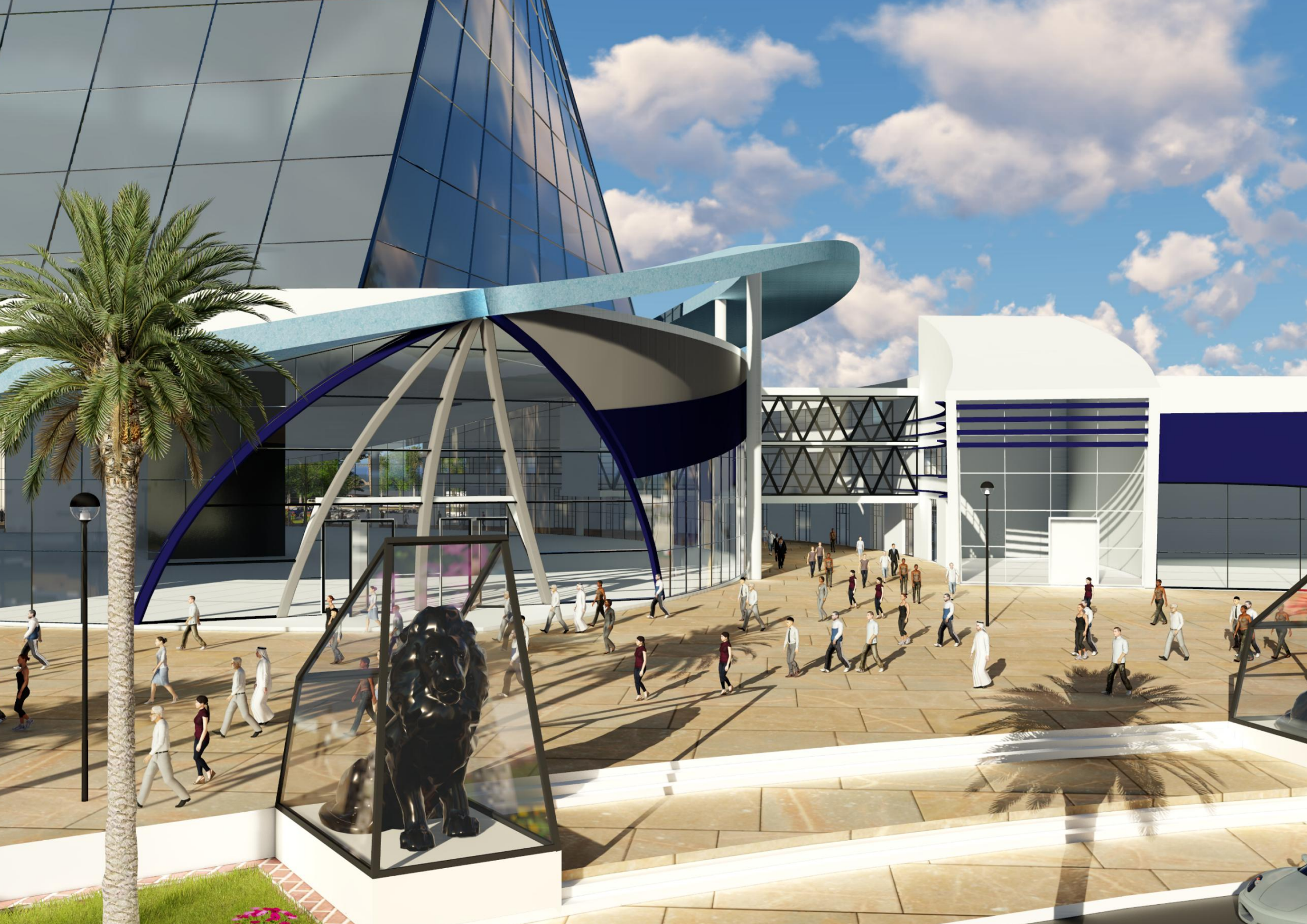
En effet, allier entre structure et besoin représente un dilemme qui a été dilué grâce l'étude approfondie de la nature en faisant un rapprochement entre l'effet de l'érosion des rochers due au vent avec l'effet aérodynamique des tours.

Dans un second temps l'insertion de multiples activités au sein du complexe assure un confort pour l'ensemble de ses usagers leurs donnant la possibilité de se mouvoir à travers ses tentacules sans interférer avec le besoin millénaire qu'est : habiter

L'ensemble de ses éléments ont participé à l'élaboration de notre projet et lui permettre de répondre non seulement à des impératifs techniques mais aussi social tout en reprenant des constances historiques et symboliques qui forment la ville d'Oran.

## Bibliographies

- Dave Parker, A. W. (2013). The Tall Buildings Reference Book, Routledge.
- Heino Engel, R. R. (2007). Tragsysteme - Structure systems, Van Nostrand Reinhold Company.
- Francis D.K. Ching , B. O., Douglas Zuberbuhler (2014). Building structures illustrated, Wiley.
- Gyula Sebestyen , A. E. C. P. (2003). New Architecture and Technology, Architectural Press.
- Mehmet Halis Günel and Hüseyin Emre Ilgin, Tall Buildings Structural Systems and Aerodynamic Form, Routledge.
- BARBARA IMHOF, PETRA GRUBER, WHAT IS THE ARCHITECT DOING IN THE JUNGLE? BIORNAMETICS, SpringerWienNewYork
- Mark Sarkisian, Designing tall Buildings structure as architecture, Routledge.
- HERAOU ABDELKRIM, EVOLUTION DES POLITIQUES DE L'HABITAT EN ALGERIE LE L.S.P COMME SOLUTION A LA CRISE CHRONIQUE DU LOGEMENT CAS D'ETUDE LA VILLE DE CHELGHOUM LAID, Université Ferhat Abbas Sétif, 2011-2012
- PETRA GRUBER, BIOMIMETICS IN ARCHITECTURE ARCHITECTURE OF LIFE AND BUILDINGS, Springer WienNewYor
- Augustin BERQUE, Histoire de l'habitat idéal, De l'Orient vers l'Occident





**VUE 3D**



**VUE D'ENSEMBLE**

**VUE 3D**



**VUE D'ENSEMBLE**

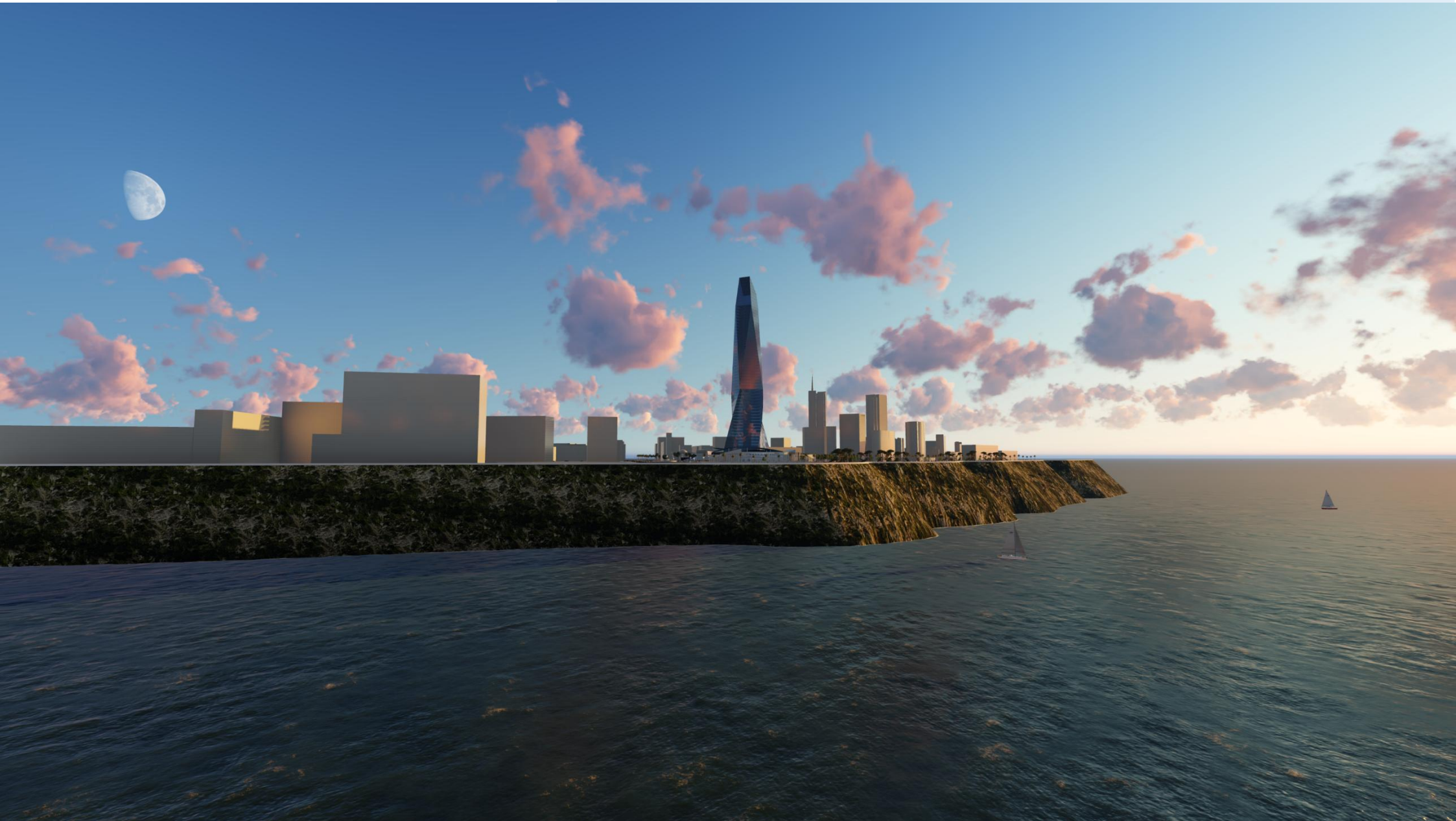


**VUE 3D**



**VUE D'ENSEMBLE**

**VUE 3D**



**VUE D'ENSEMBLE**

**VUE 3D**



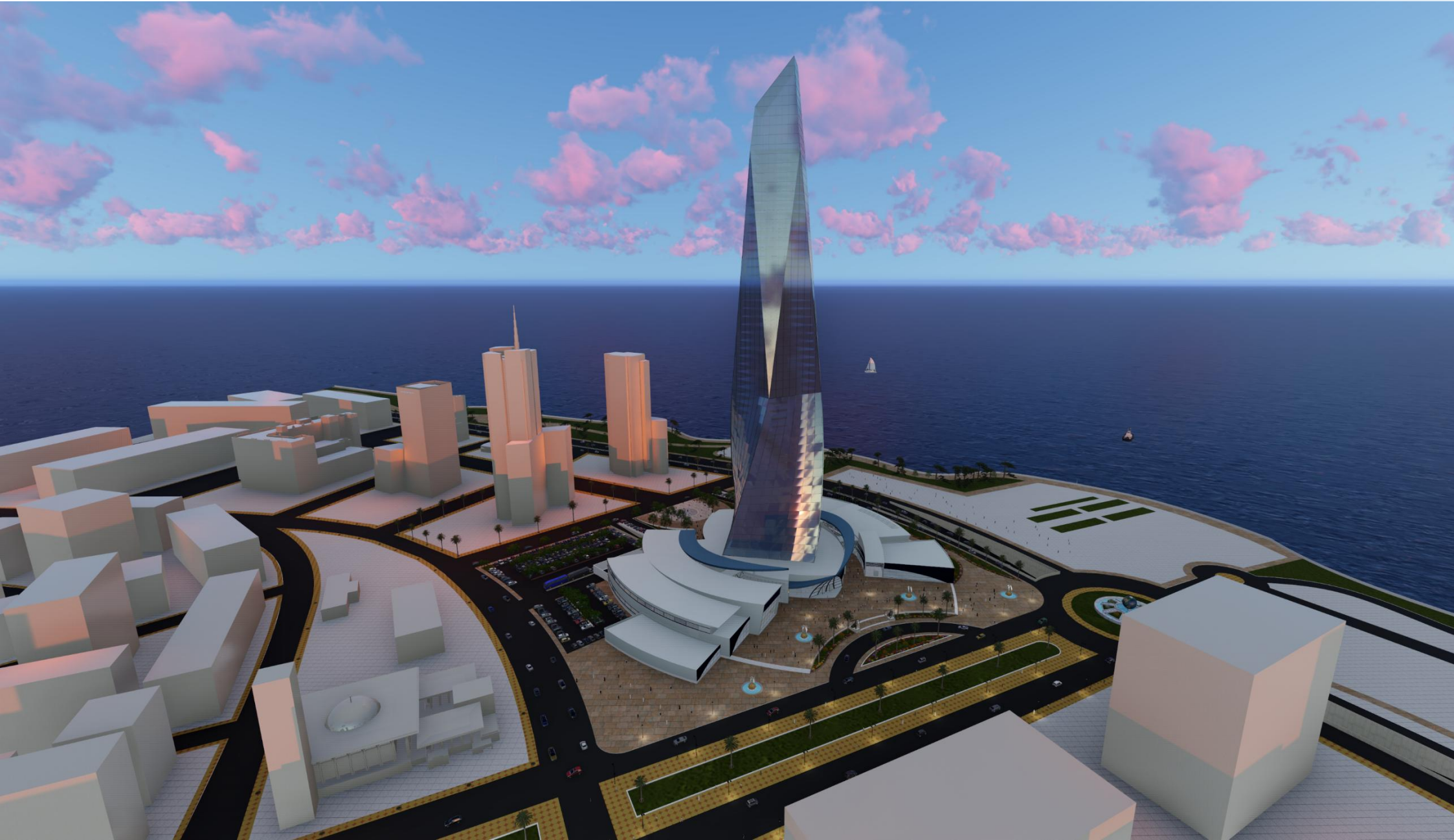
**VUE D'ENSEMBLE**

**VUE 3D**



**VUE D'ENSEMBLE**

**VUE 3D**



**VUE D'ENSEMBLE**

**VUE 3D**



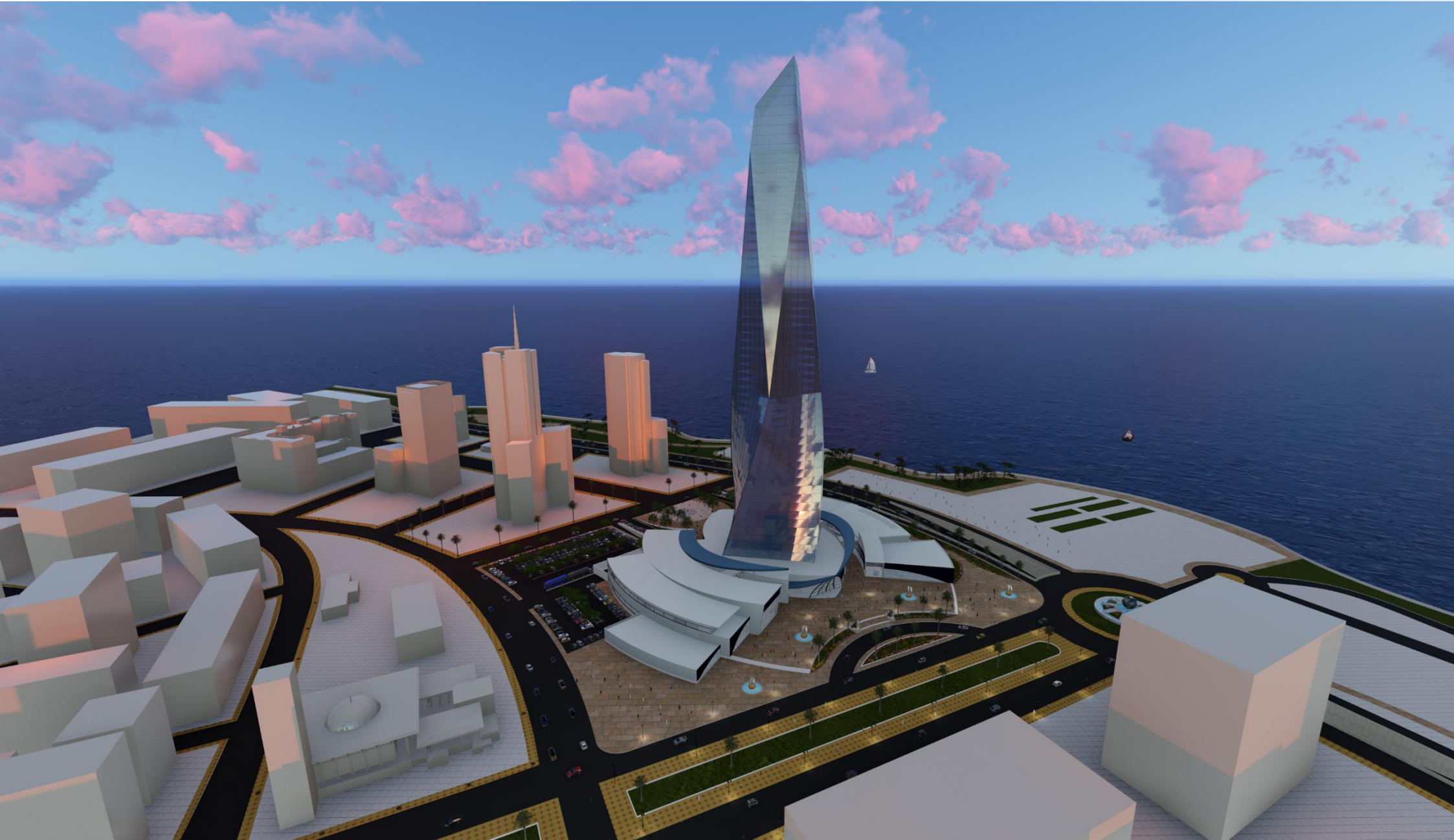
**VUE D'ENSEMBLE**

**VUE 3D**



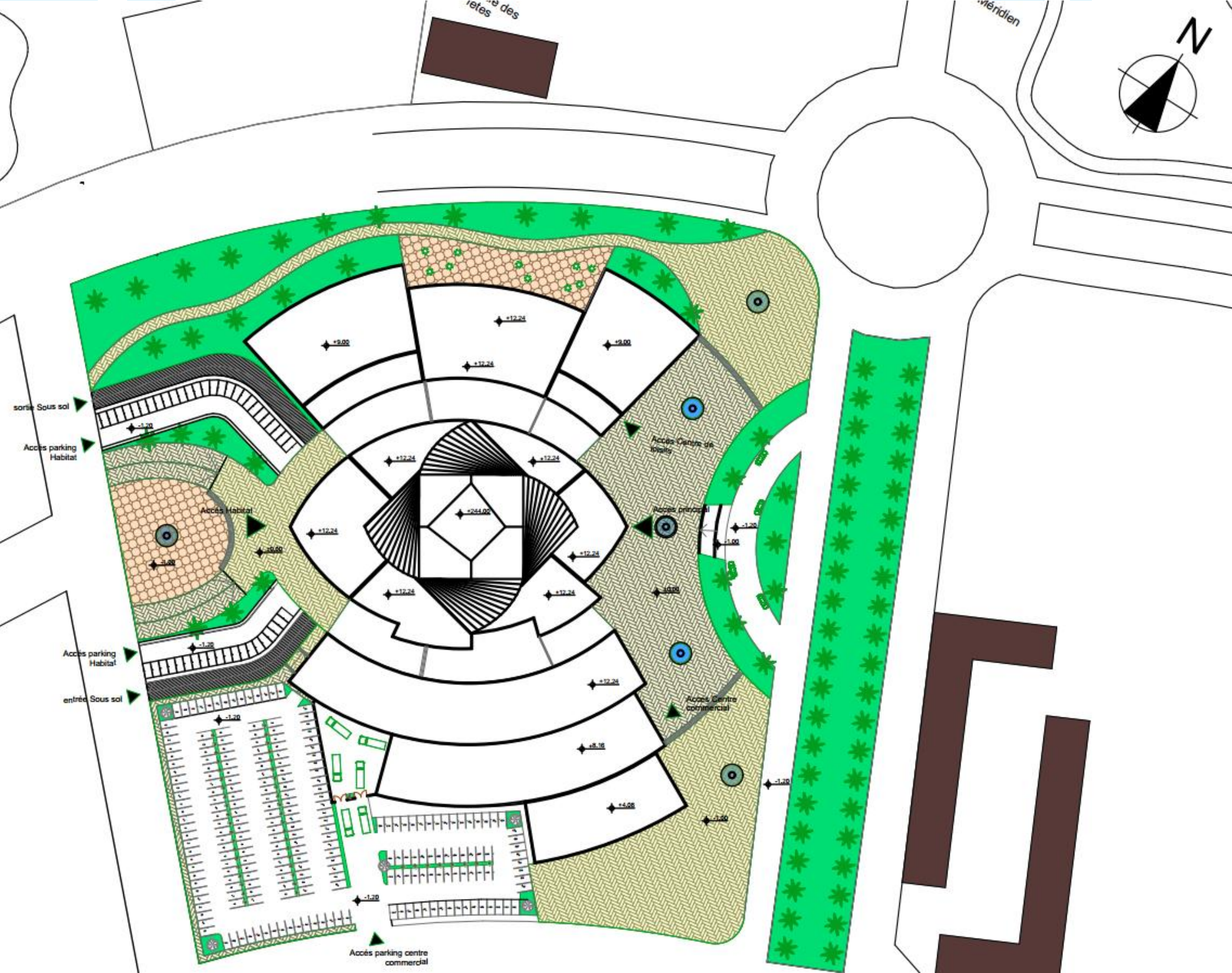
**VUE D'ENSEMBLE**

**VUE 3D**

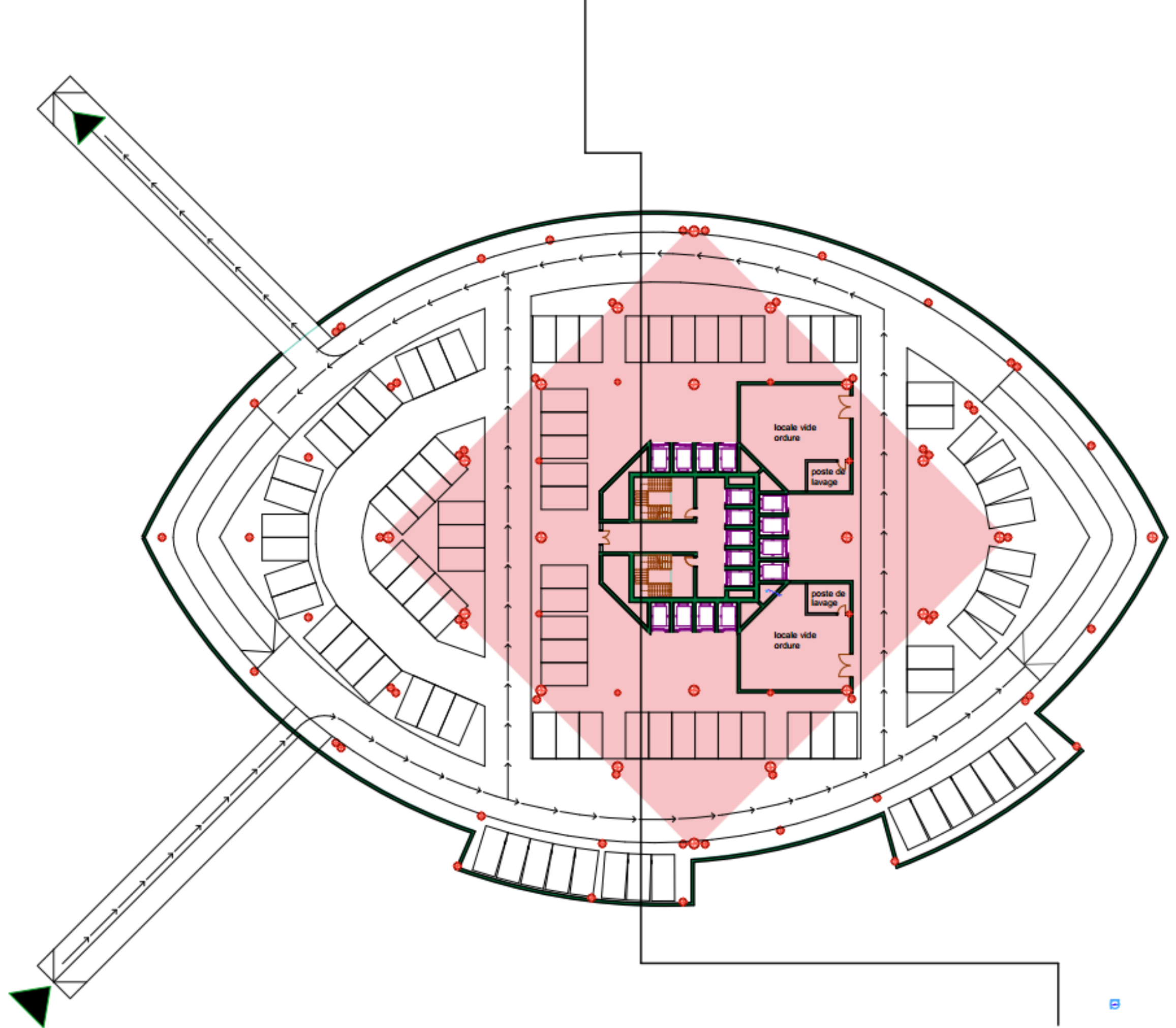


**VUE D'ENSEMBLE**



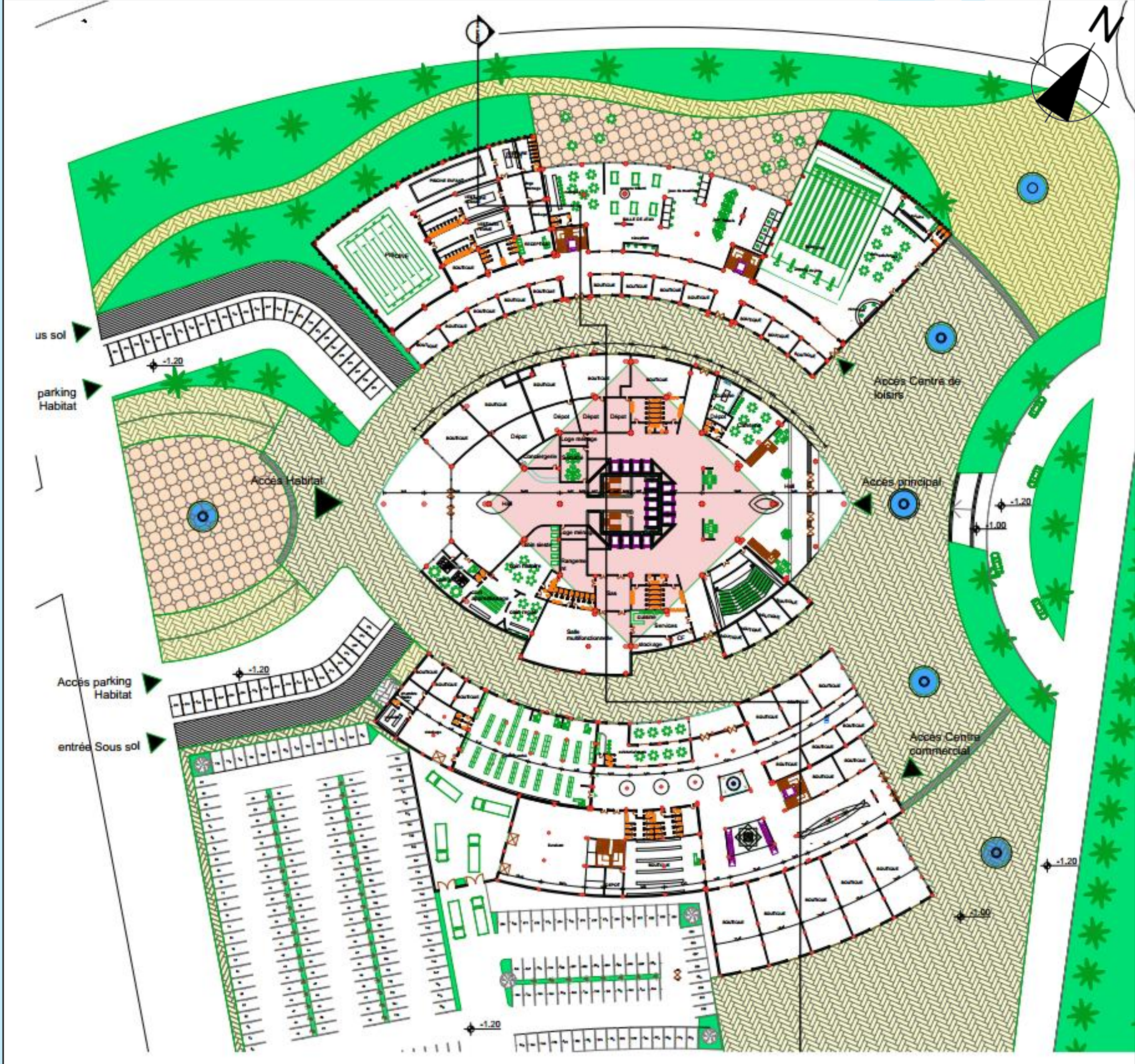


# PLAN DE MASSE

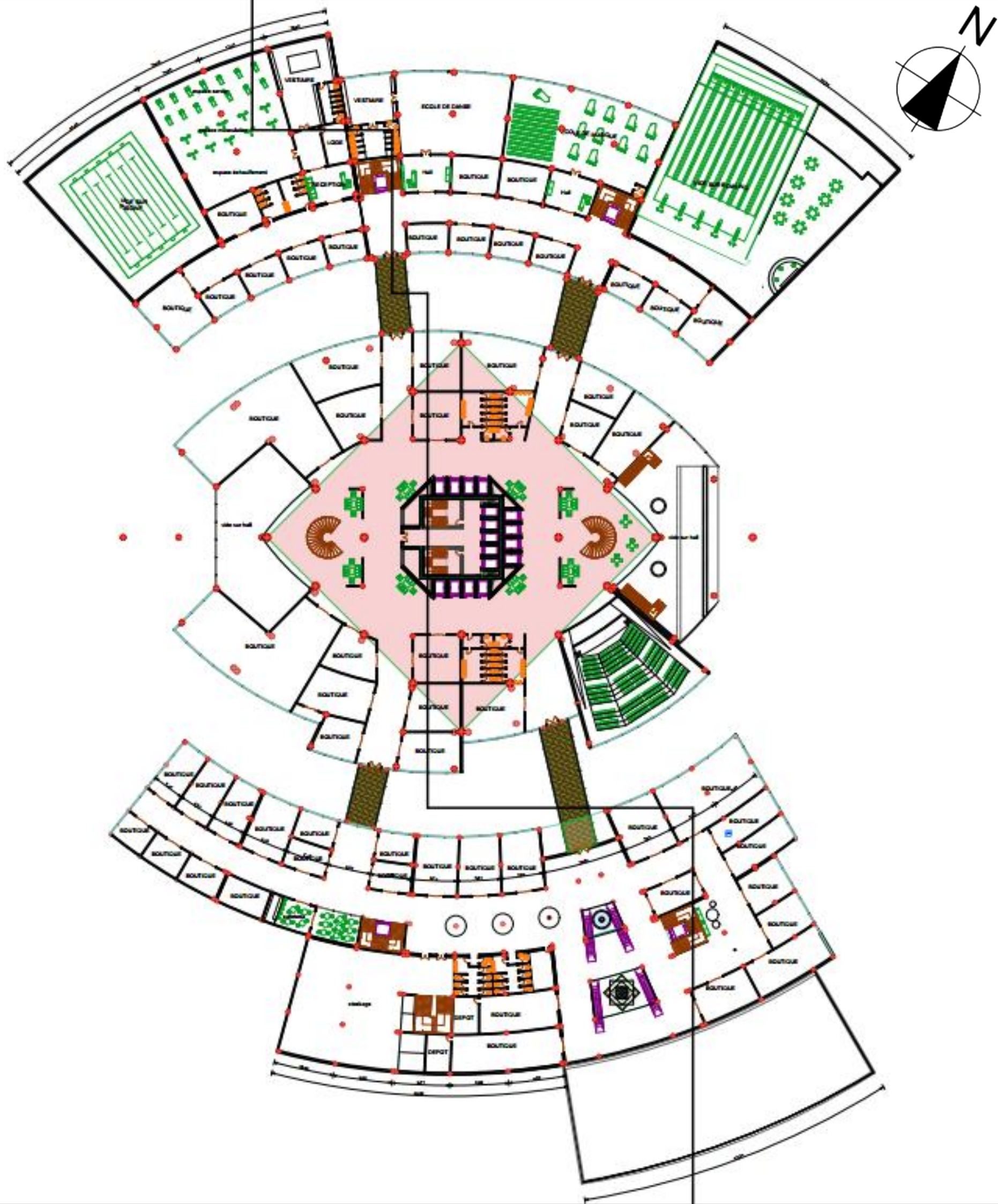


# PLAN SOUS-SOL 01

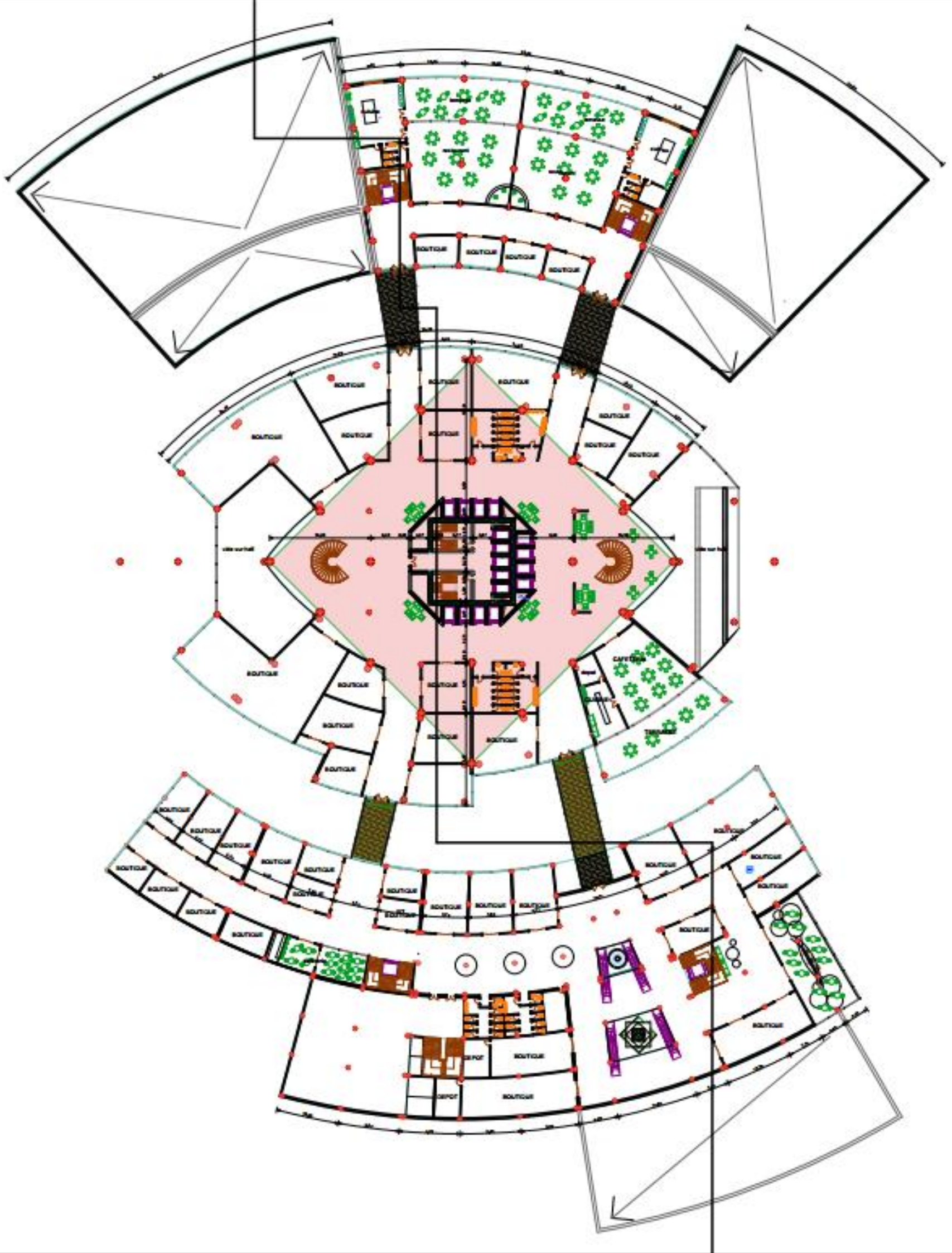
D  
,  
A  
S  
P  
L  
A  
N  
B  
L  
A  
G  
E



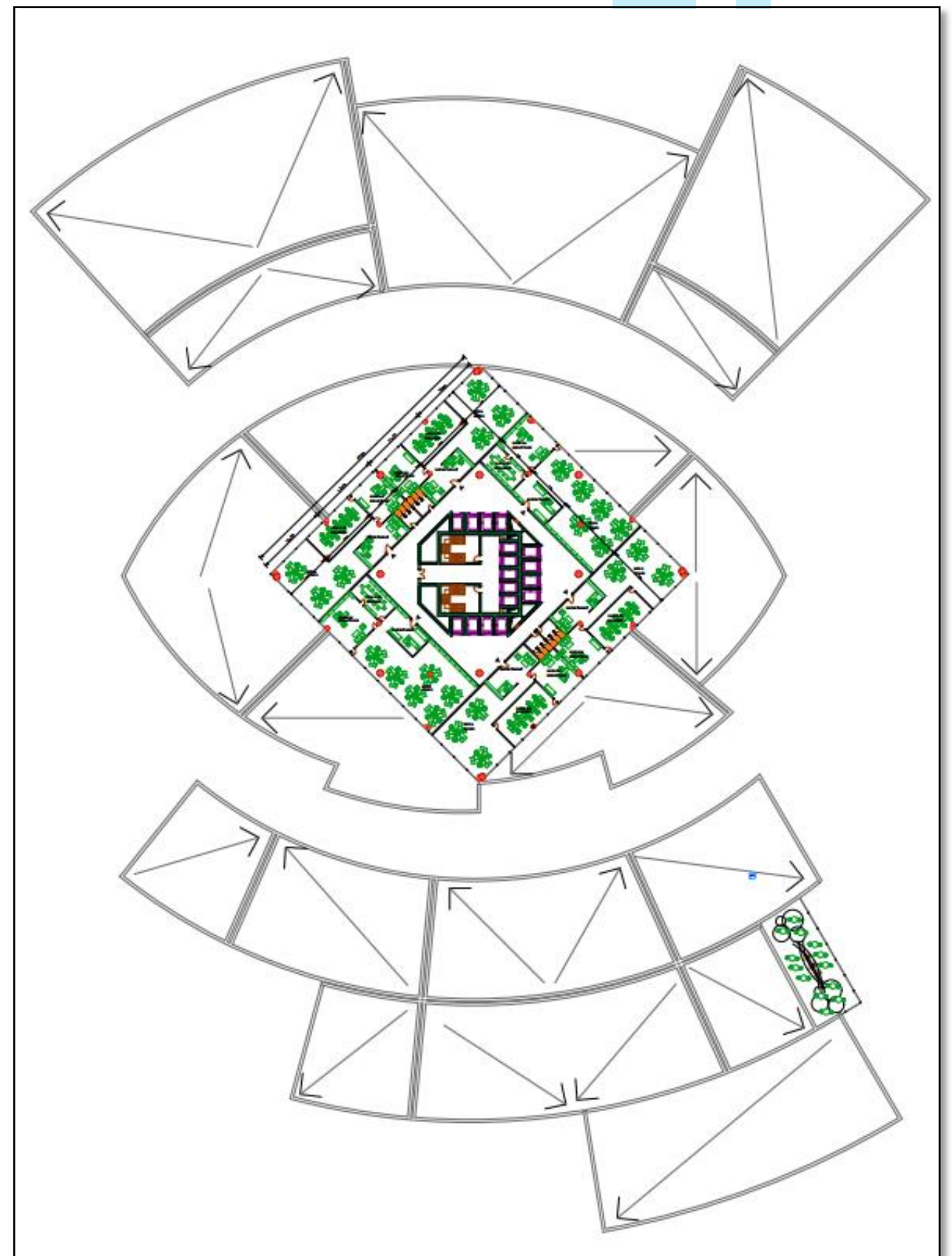
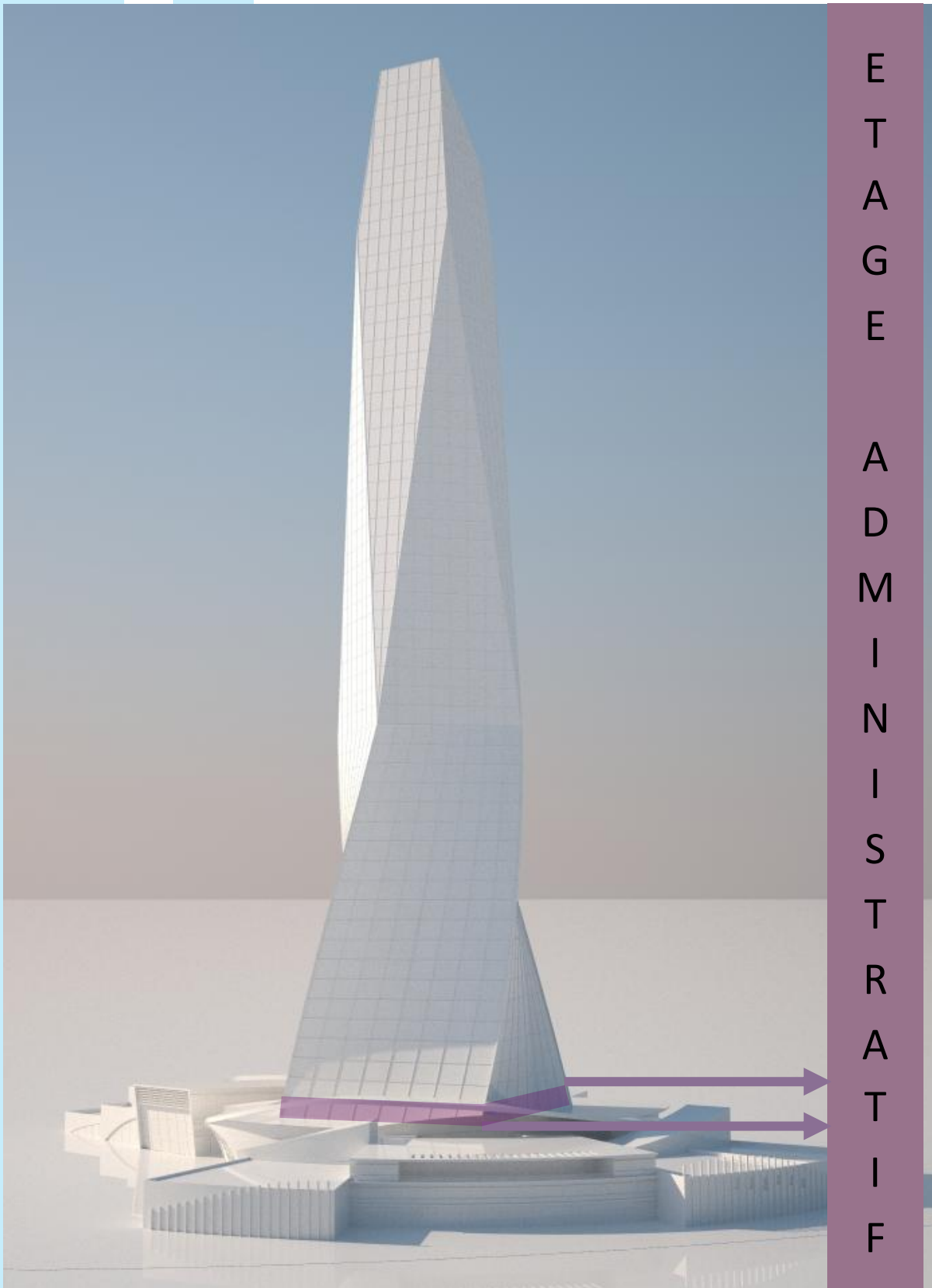
PLAN ETAGE 1



PLAN ETAGE 2



# PLANS ETAGE ADMINISTRATIF PLAN TOITURE



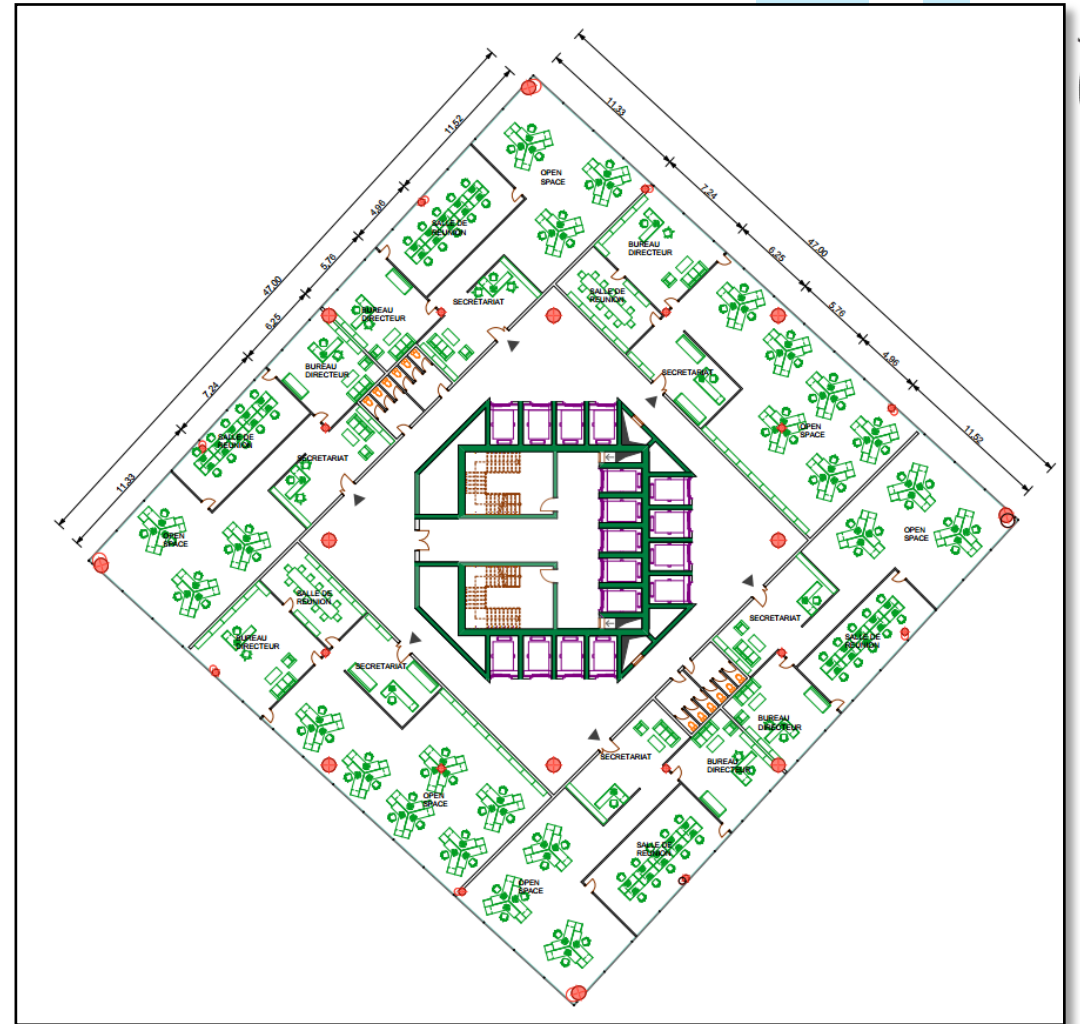
- PLAN ETAGE ADMINISTRATIF ETAGE 03  
- PLAN DE TOITURE

# PLANS LIBERALES

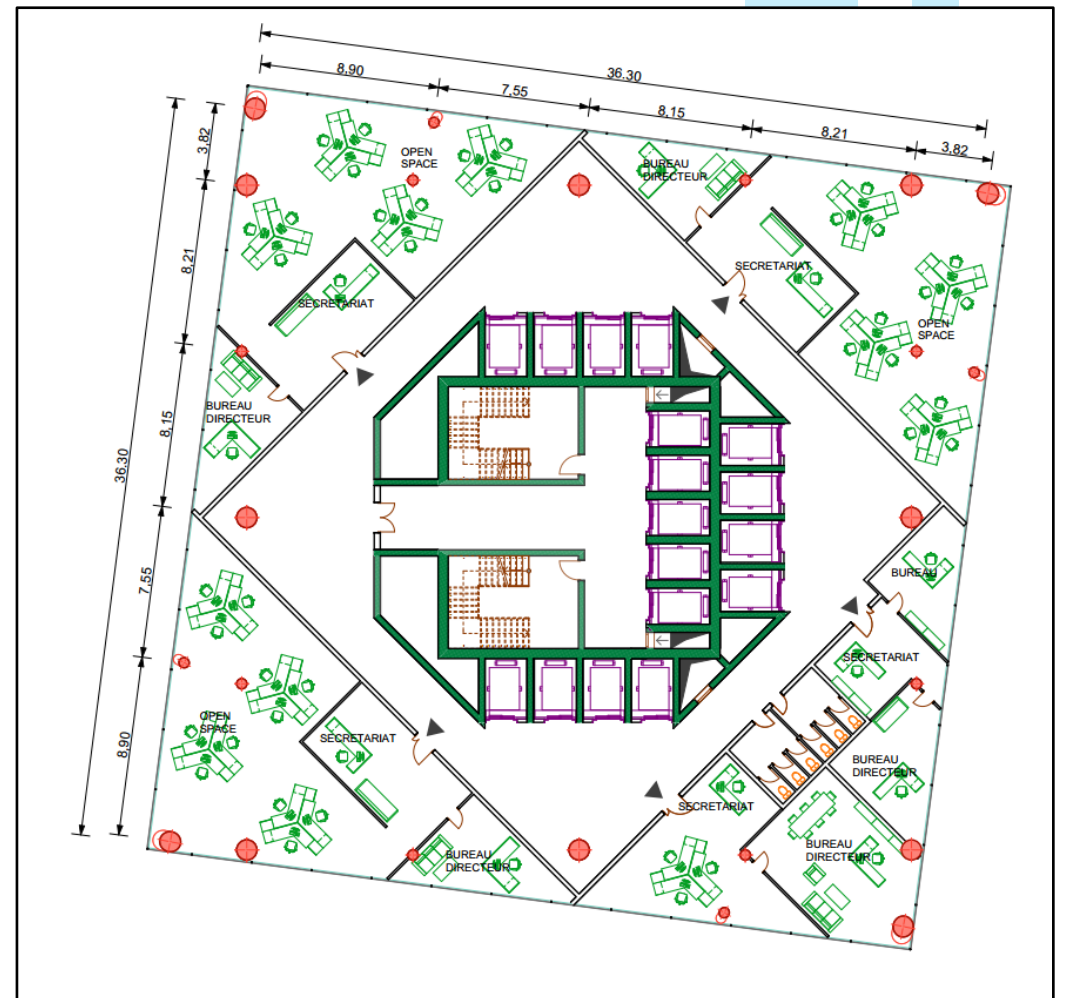


E  
T  
A  
G  
E  
S  
  
L  
I  
B  
E  
R  
A  
L  
E  
S

**PLAN LIBERALE  
ETAGE 04 ... 18**

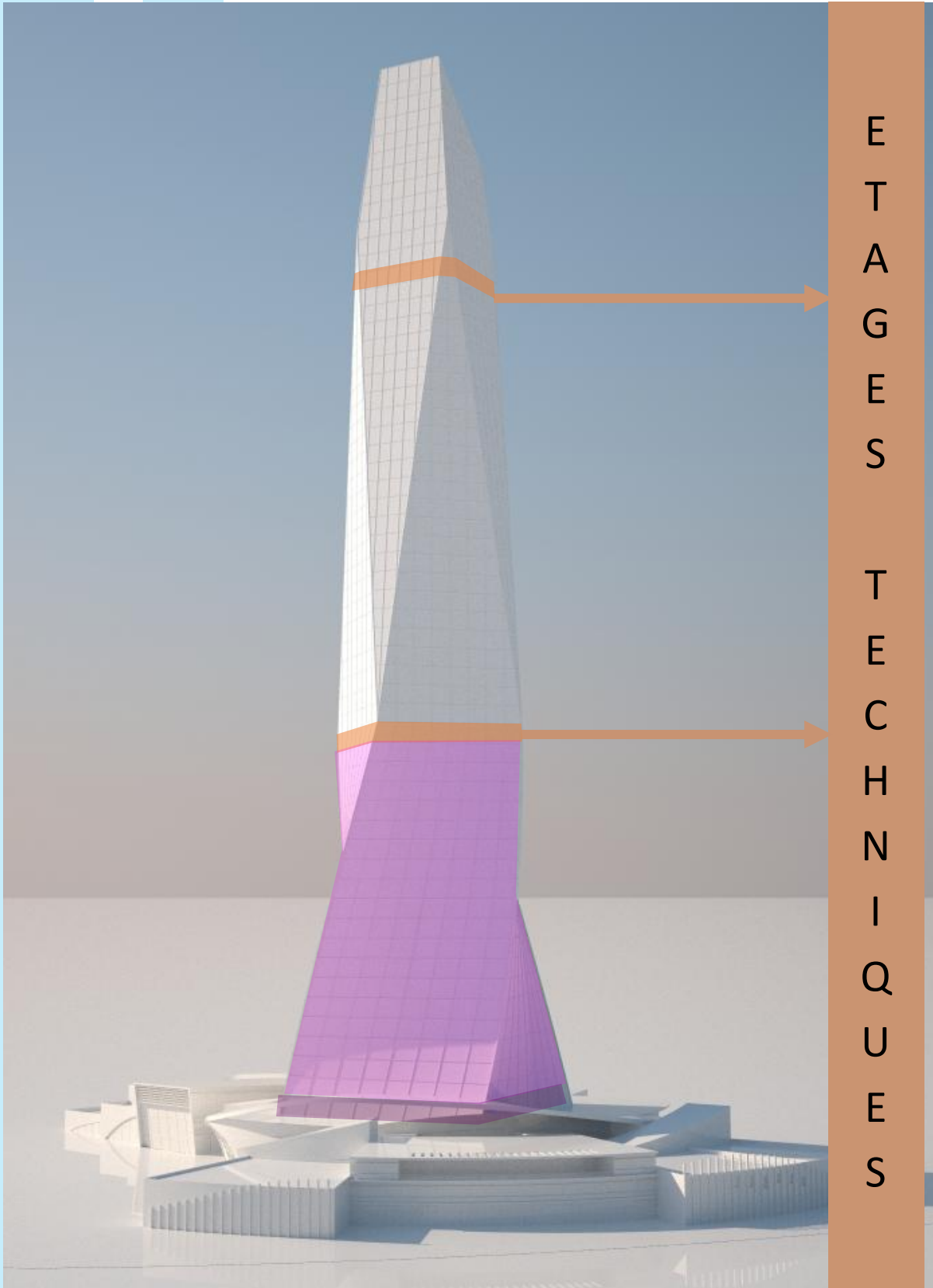


E  
T  
A  
G  
E  
  
04

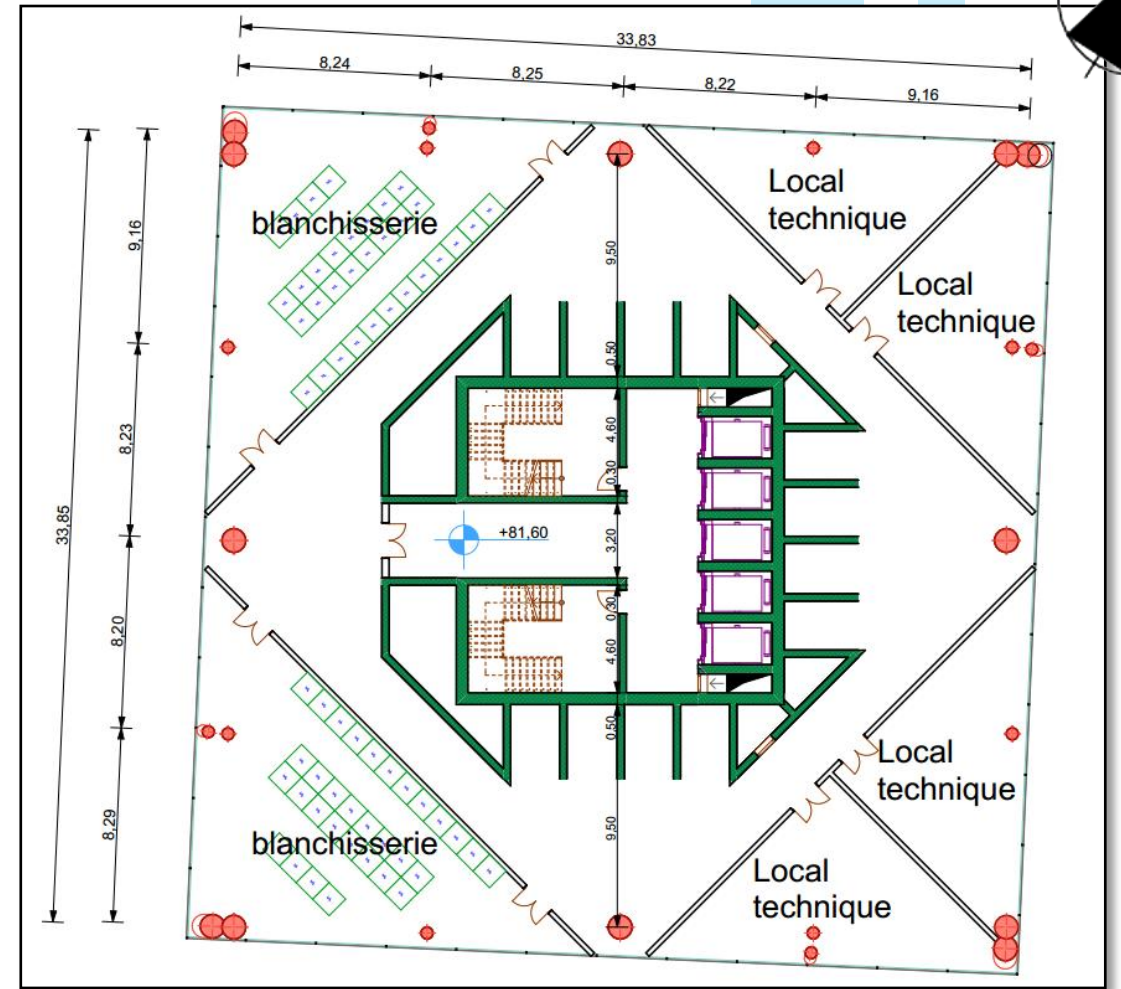


E  
T  
A  
G  
E  
  
18

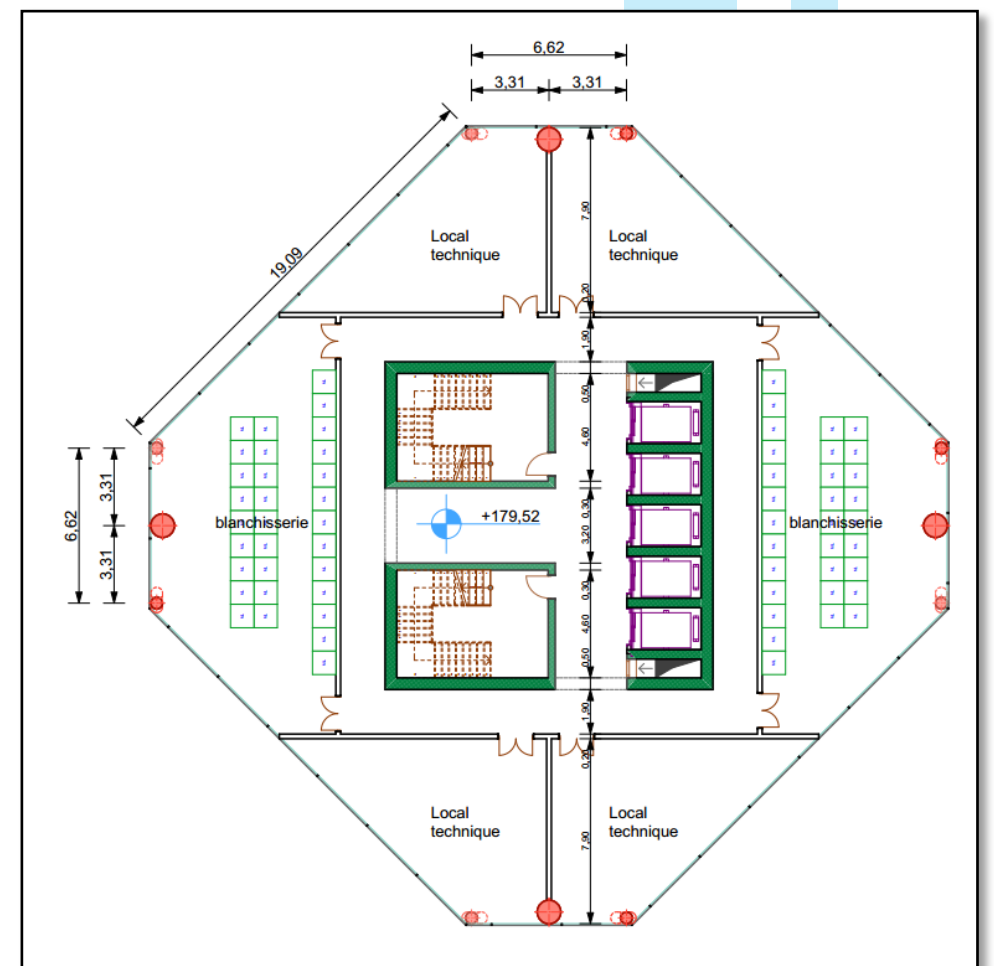
# PLANS ETAGE TECHNIQUE



E  
T  
A  
G  
E  
S  
  
T  
E  
C  
H  
N  
I  
Q  
U  
E  
S



E  
T  
A  
G  
E  
  
20

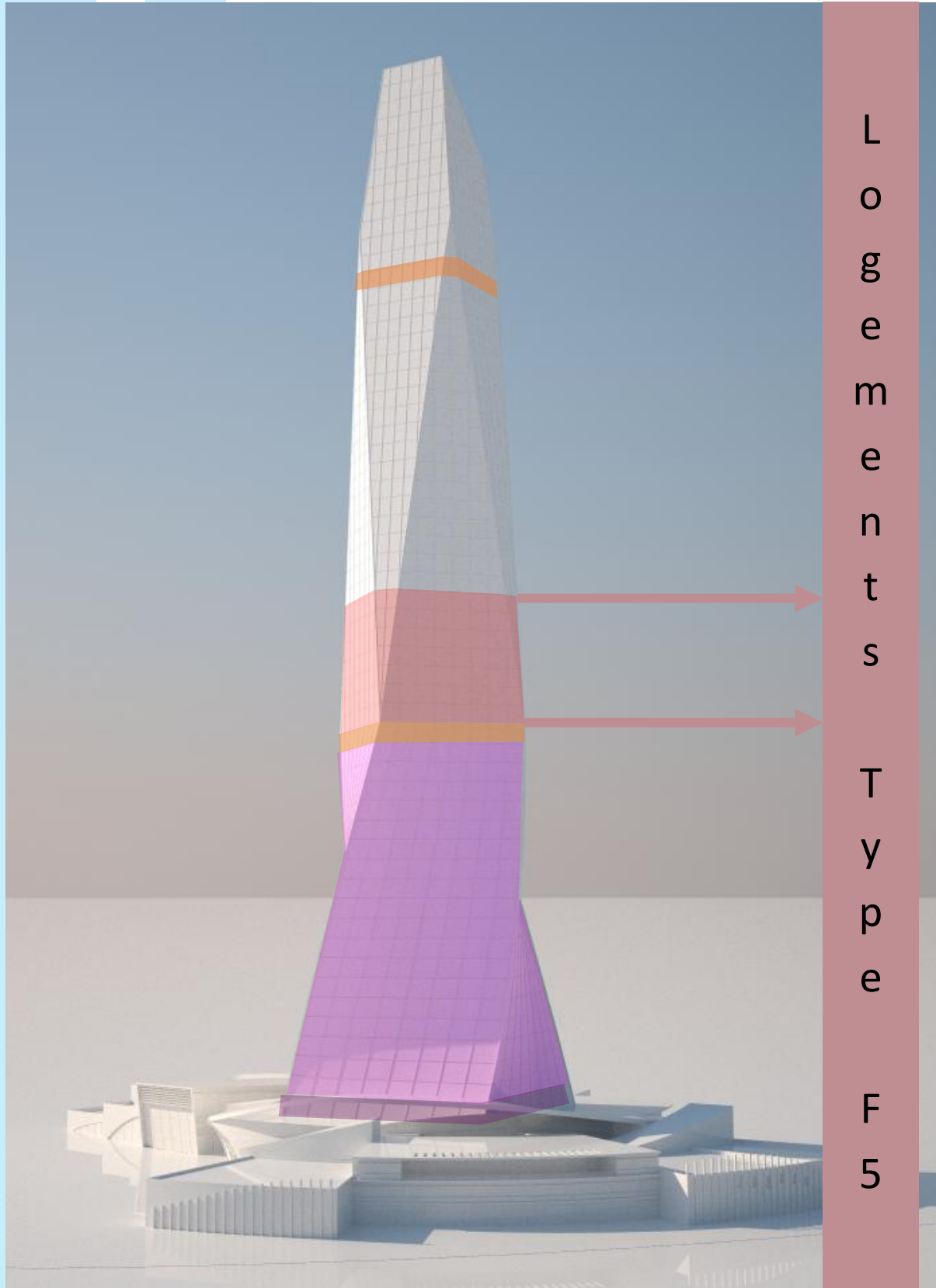


E  
T  
A  
G  
E  
  
44

**PLAN ETAGE TECHNIQUE  
- ETAGE 20 ET 44 -**

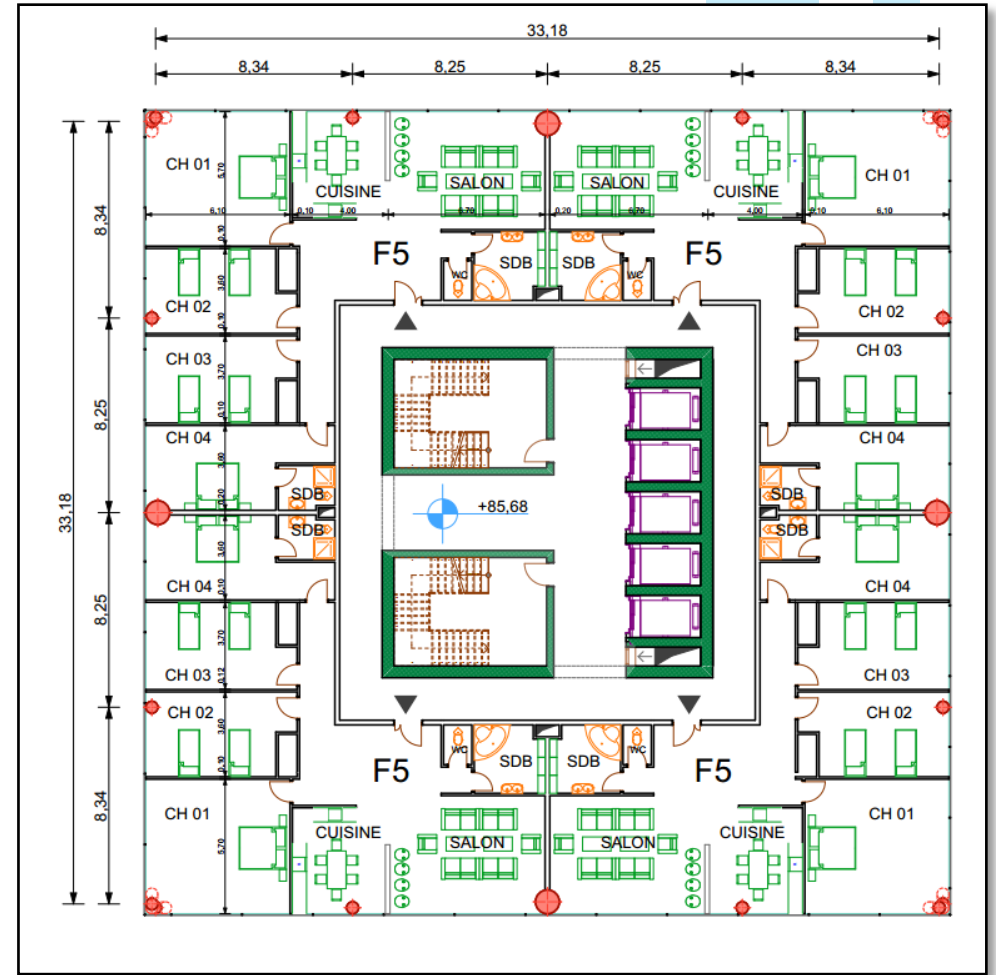


# PLANS LOGEMENTS

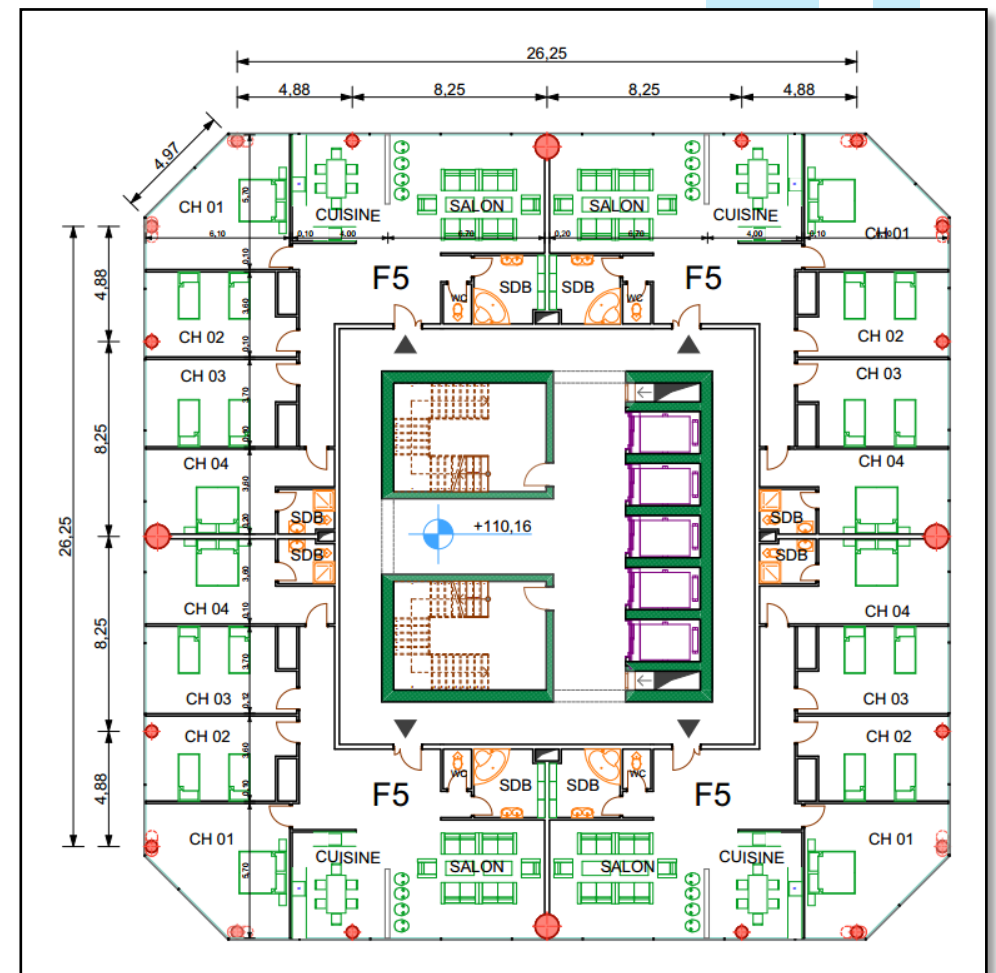


L  
o  
g  
e  
m  
e  
n  
t  
s  
  
T  
y  
p  
e  
  
F  
5

**PLAN LOGEMENT F5 TYPE A  
- ETAGE COURANT 21...27 -**

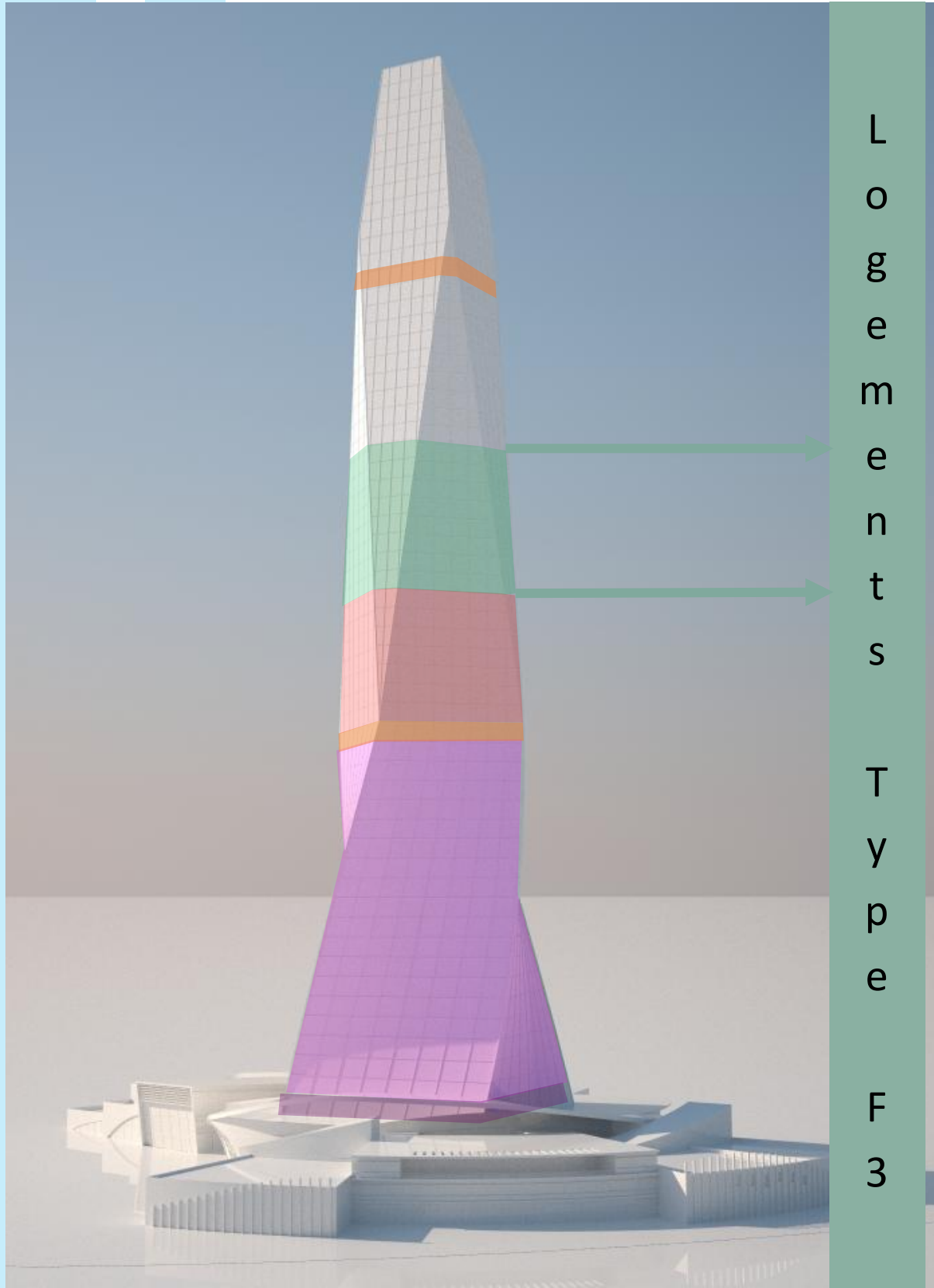


E  
T  
A  
G  
E  
  
21



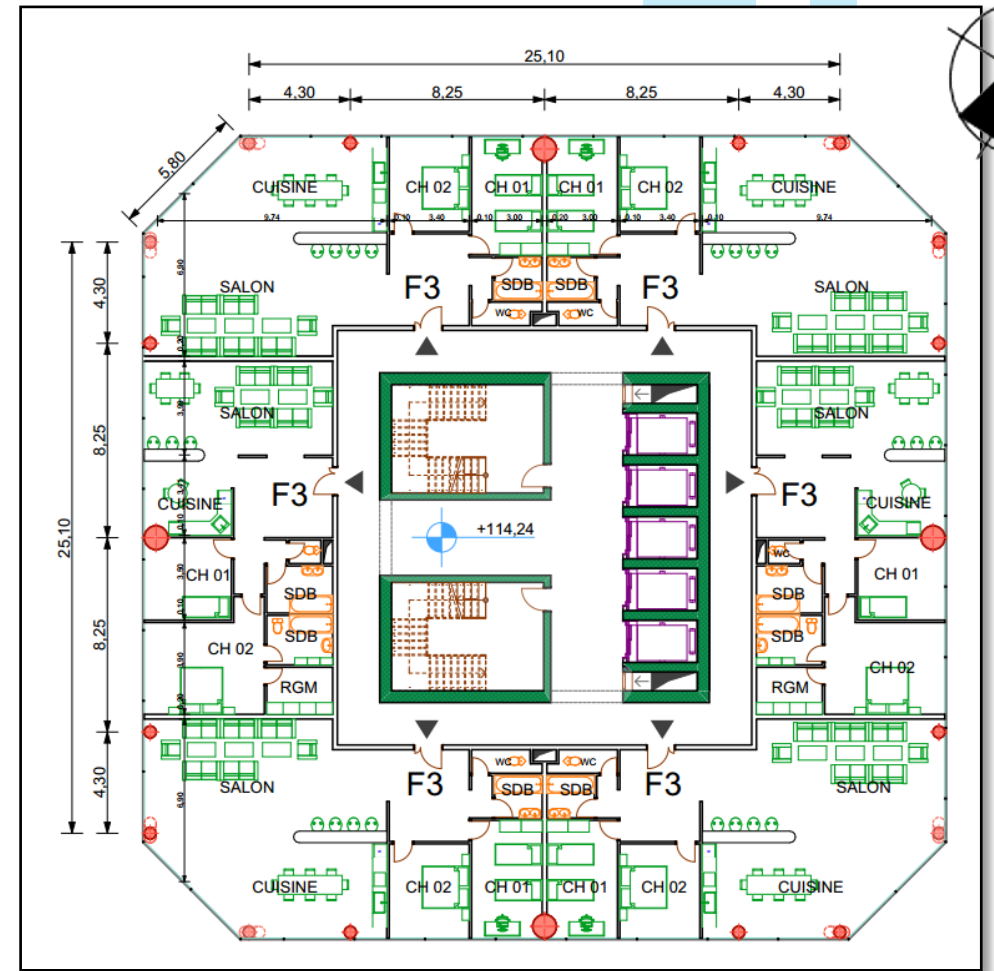
E  
T  
A  
G  
E  
  
27

# PLANS LOGEMENTS

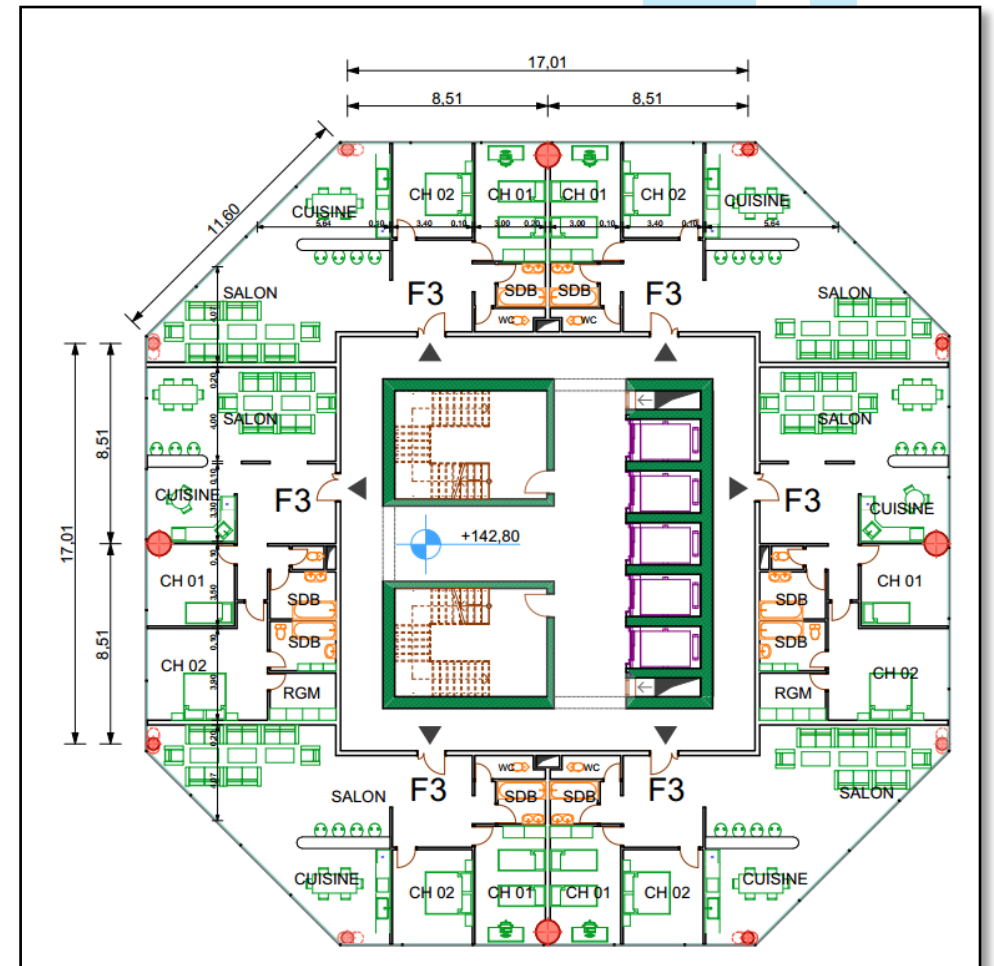


Logements  
Type  
F3

**PLAN LOGEMENT F3 TYPE A ET B  
- ETAGE COURANT 28...35 -**

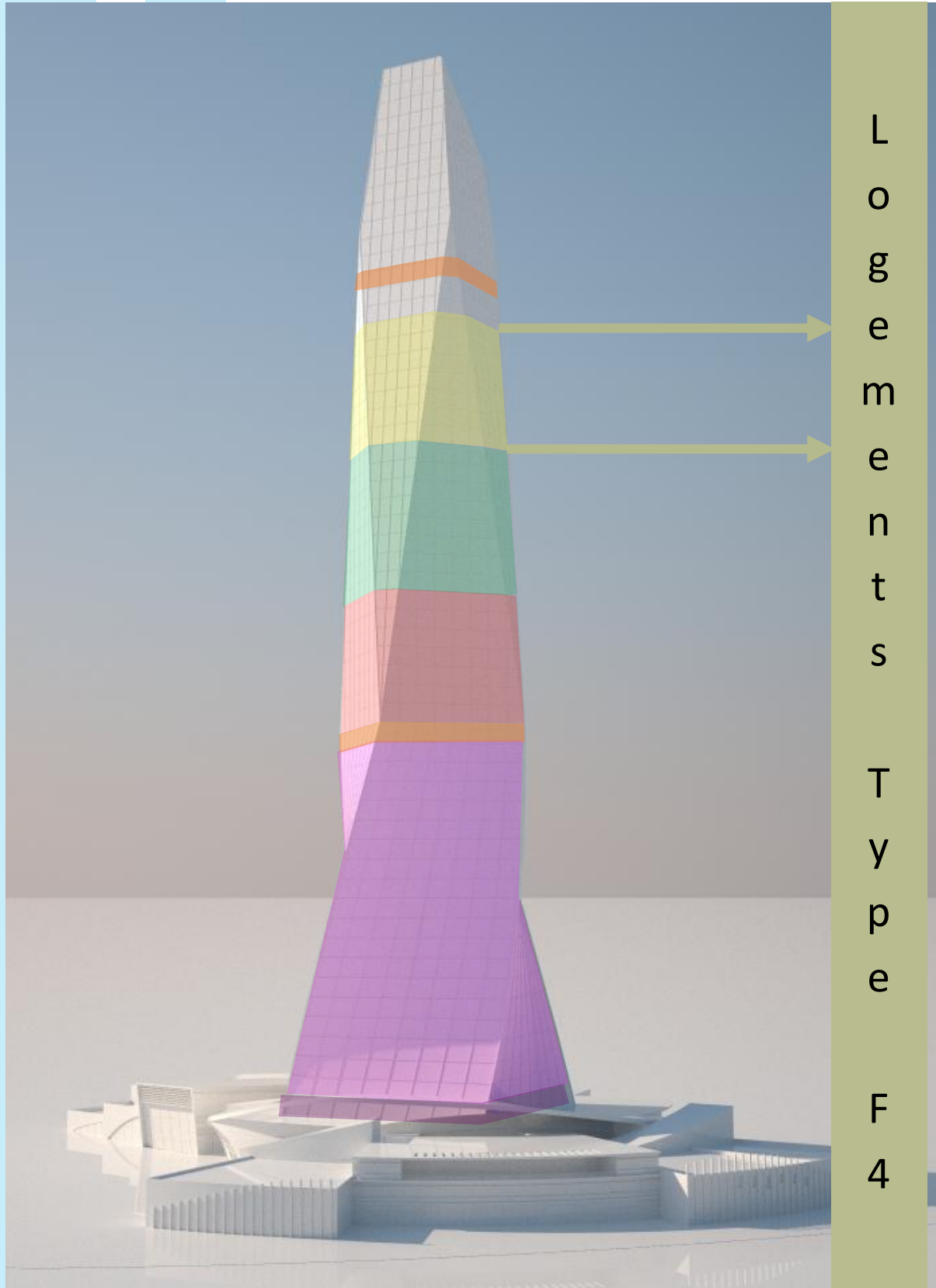


ETAGE  
28

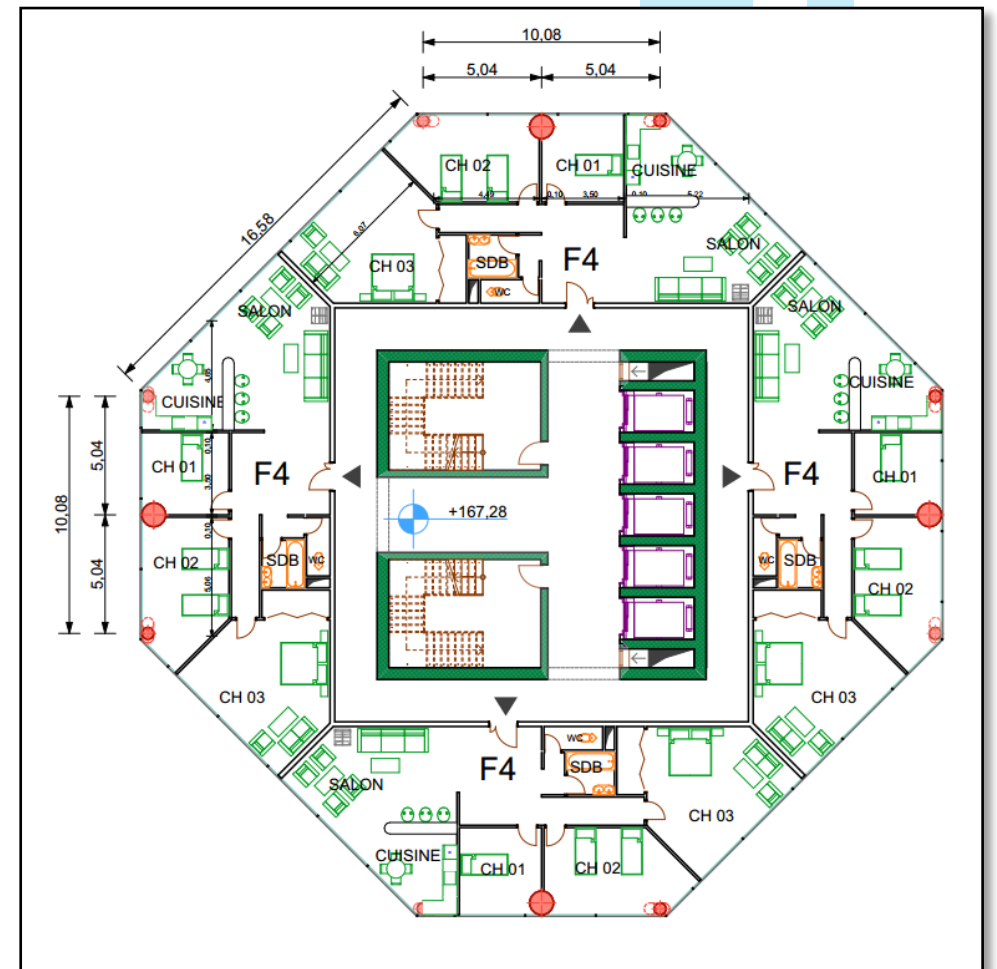
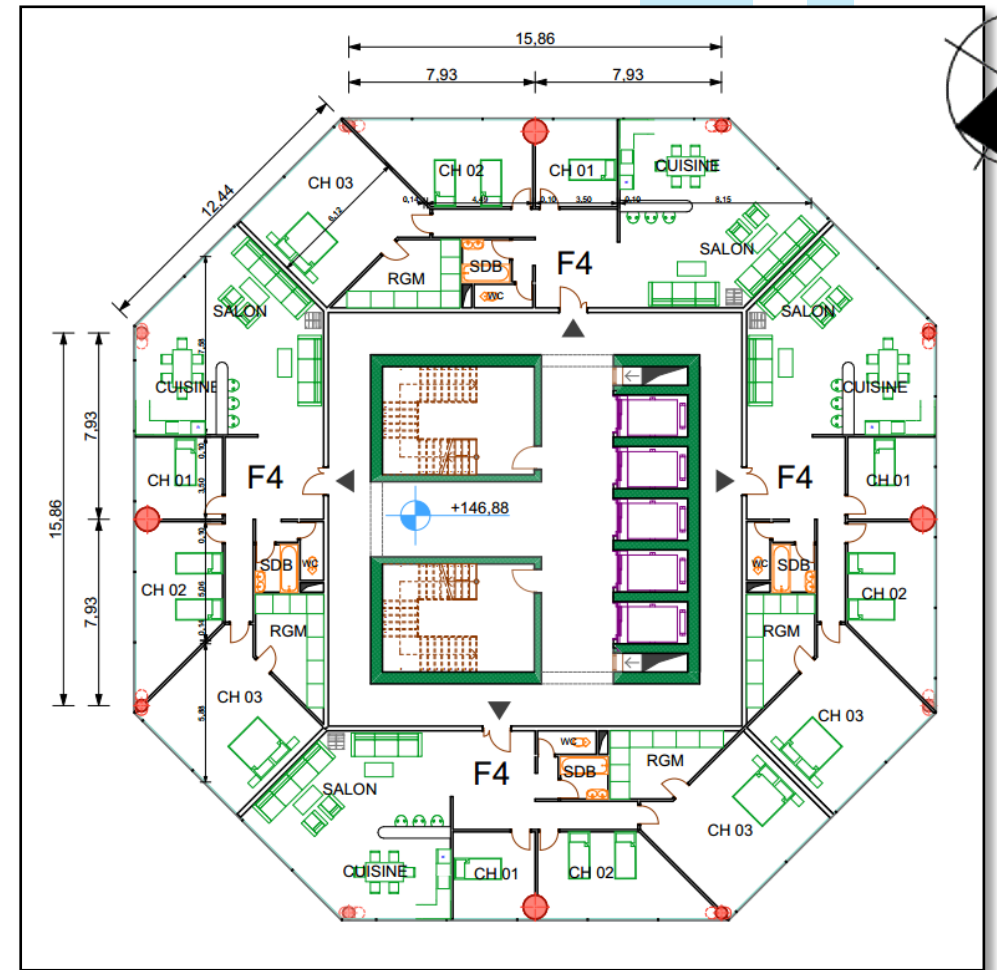


ETAGE  
35

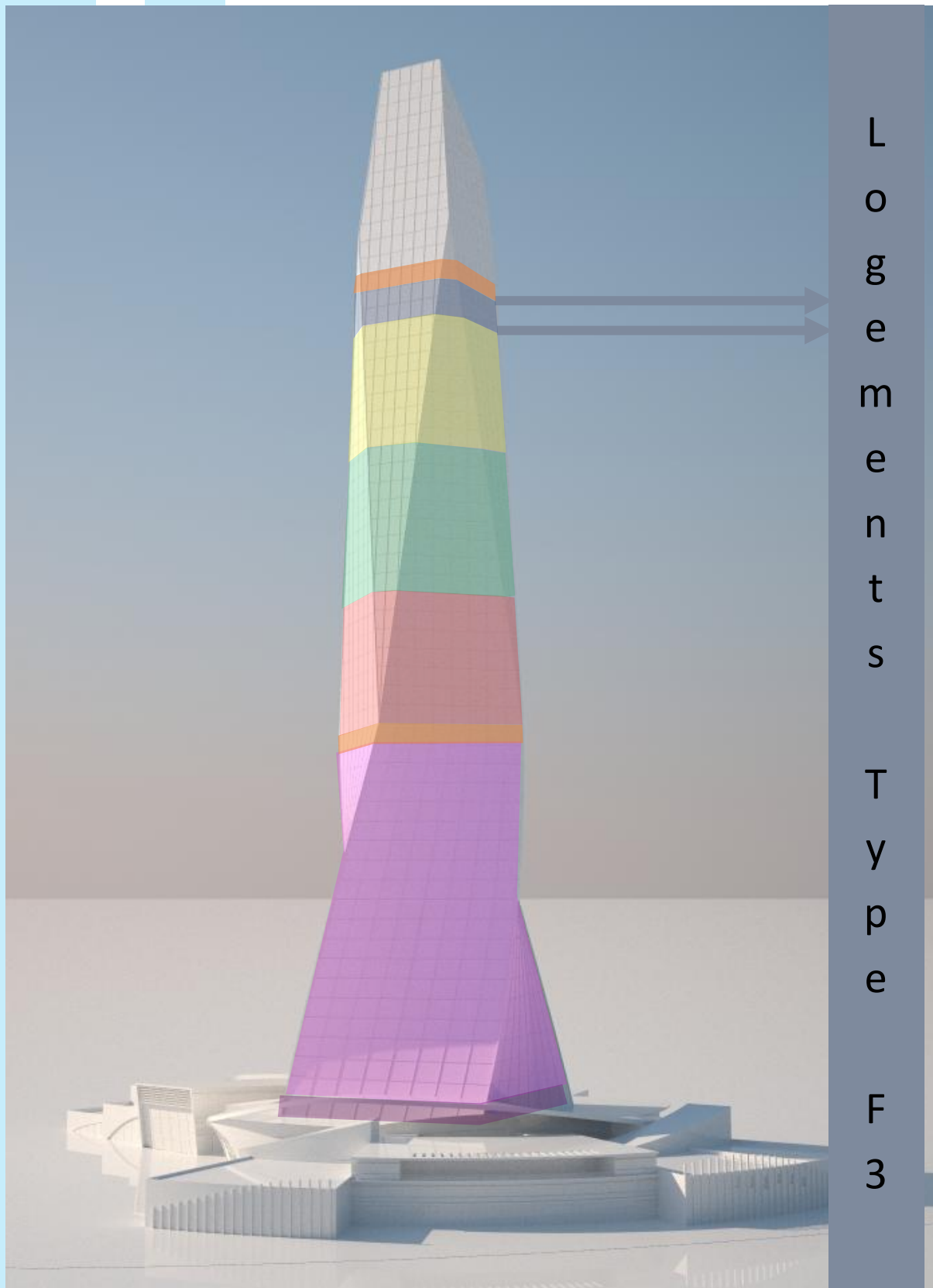
# PLANS LOGEMENTS



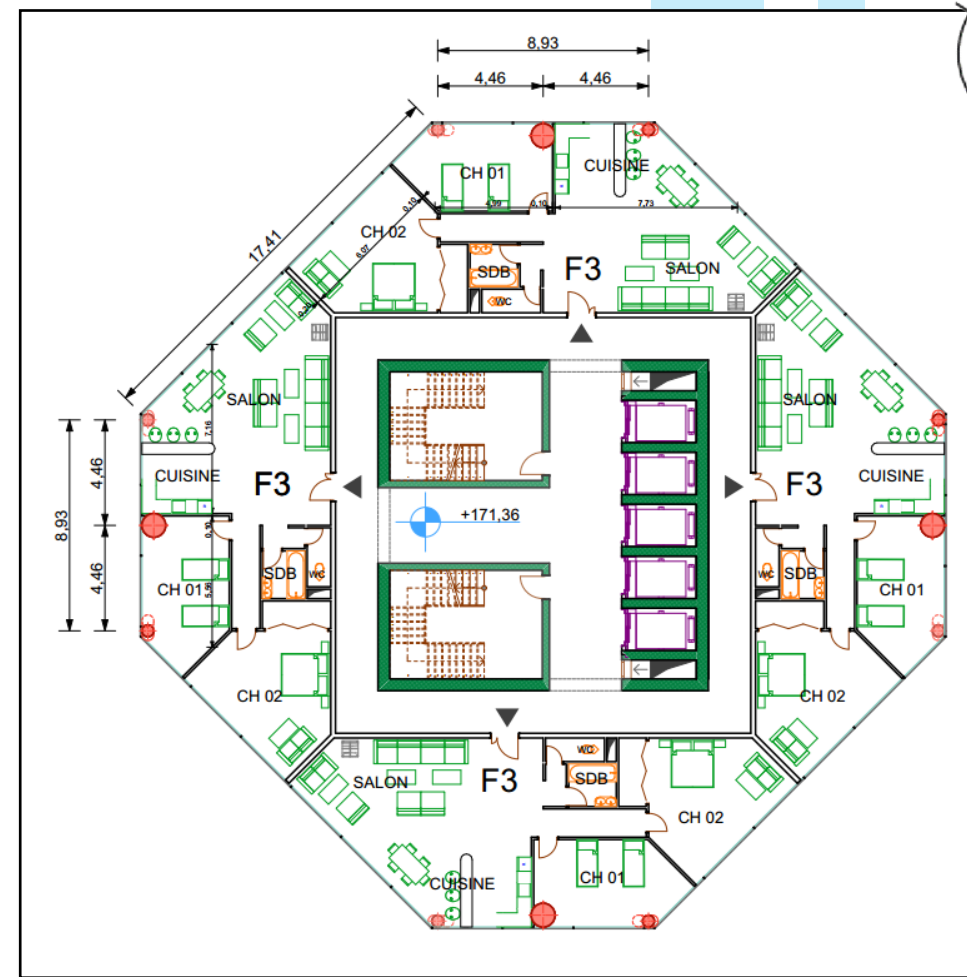
**PLAN LOGEMENT F4 TYPE A  
- ETAGE COURANT 36...41 -**



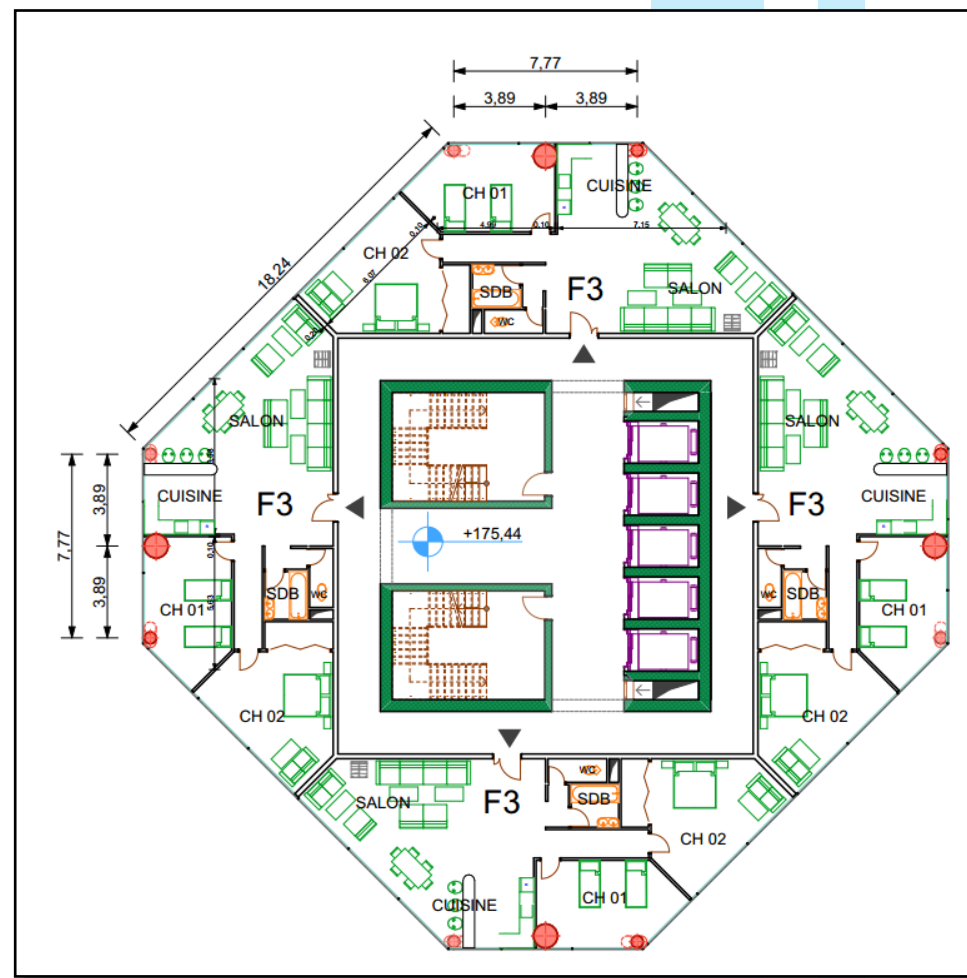
# PLANS LOGEMENTS



L  
o  
g  
e  
m  
e  
n  
t  
s  
  
T  
y  
p  
e  
  
F  
3



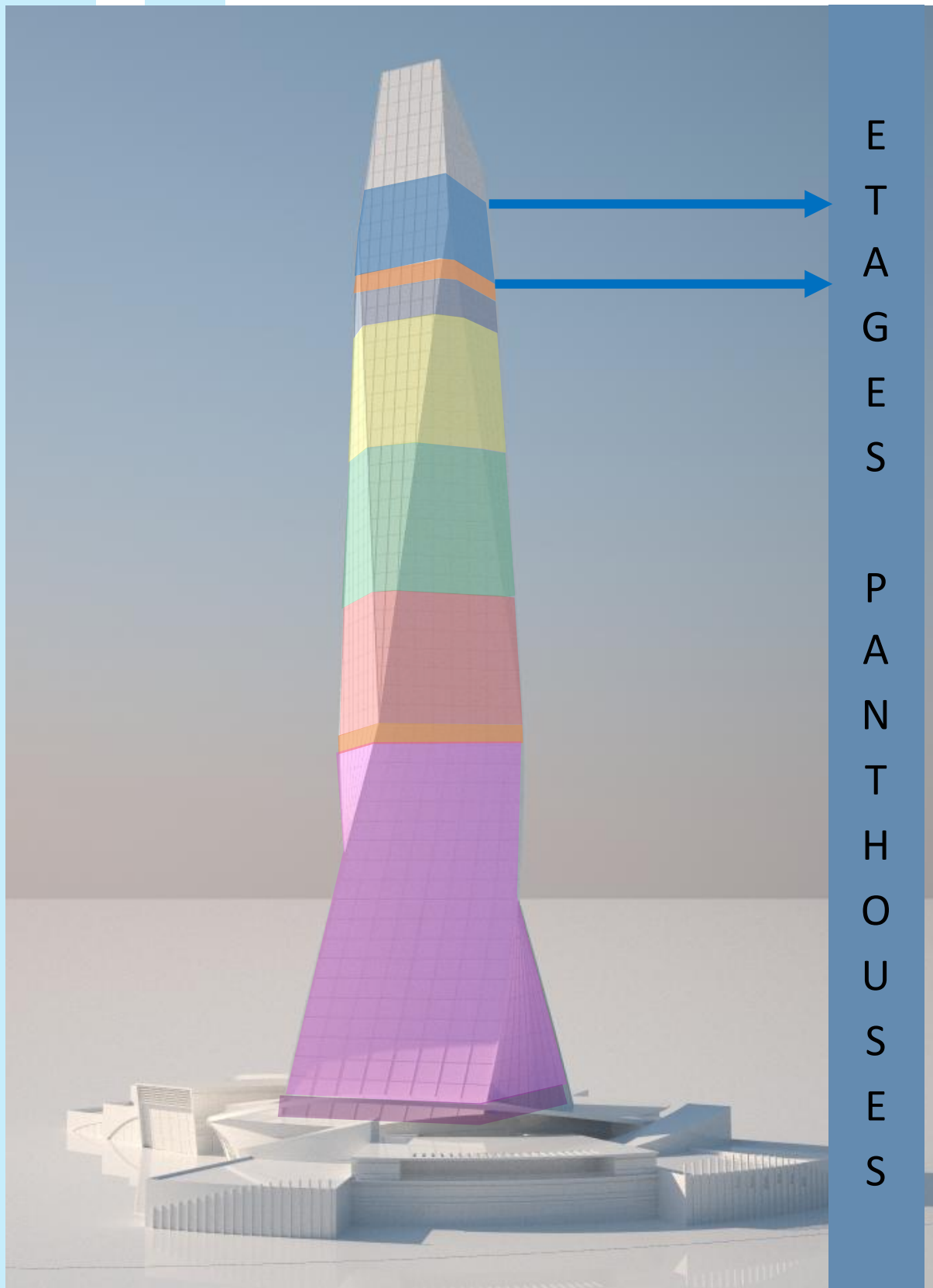
E  
t  
a  
g  
e  
  
36



E  
t  
a  
g  
e  
  
41

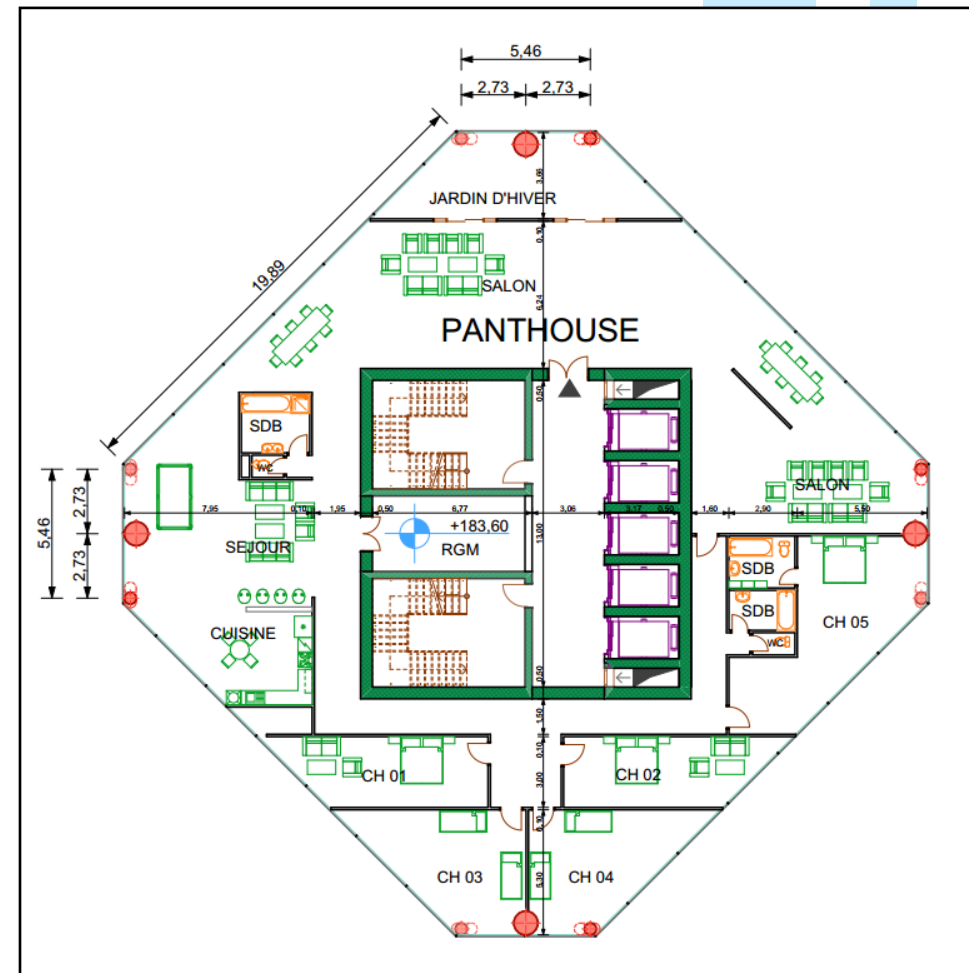
**PLAN LOGEMENT F3 TYPE C  
- ETAGE COURANT 36...41 -**

# PLANS LOGEMENTS

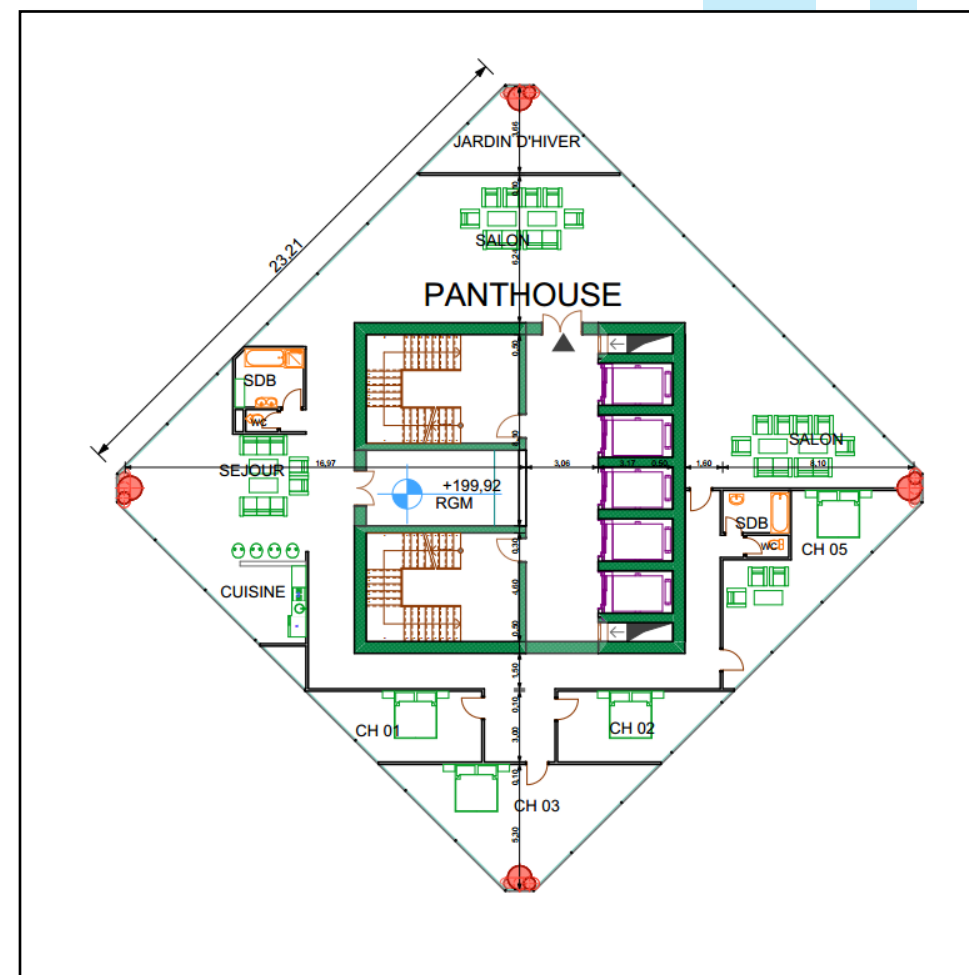


ETAGES  
PANTHOUSES

**PLAN PANTHOUSE TYPE A  
- ETAGE 45 ... 49 -**

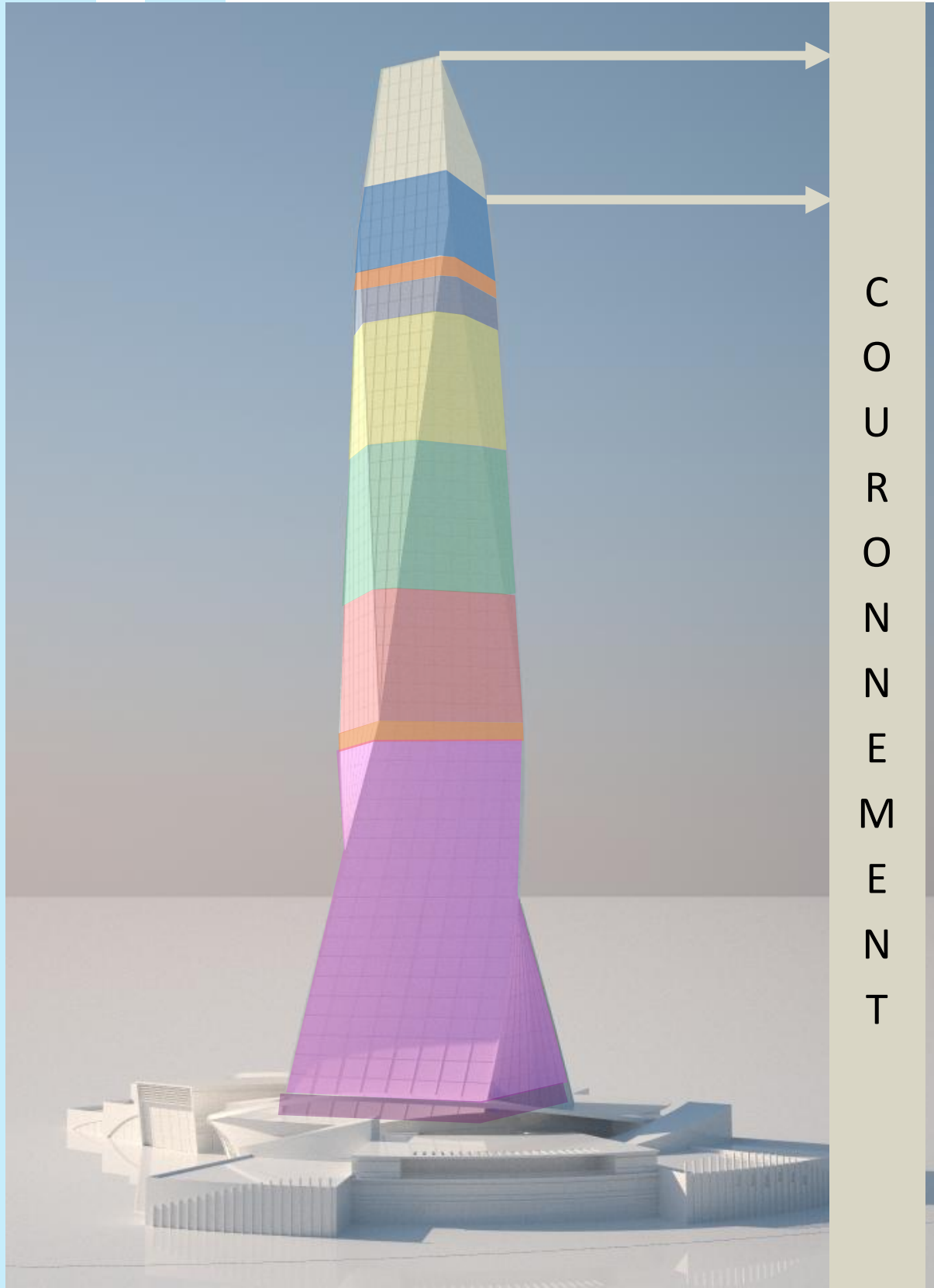


ETAGE  
45



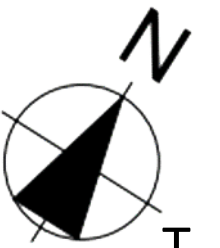
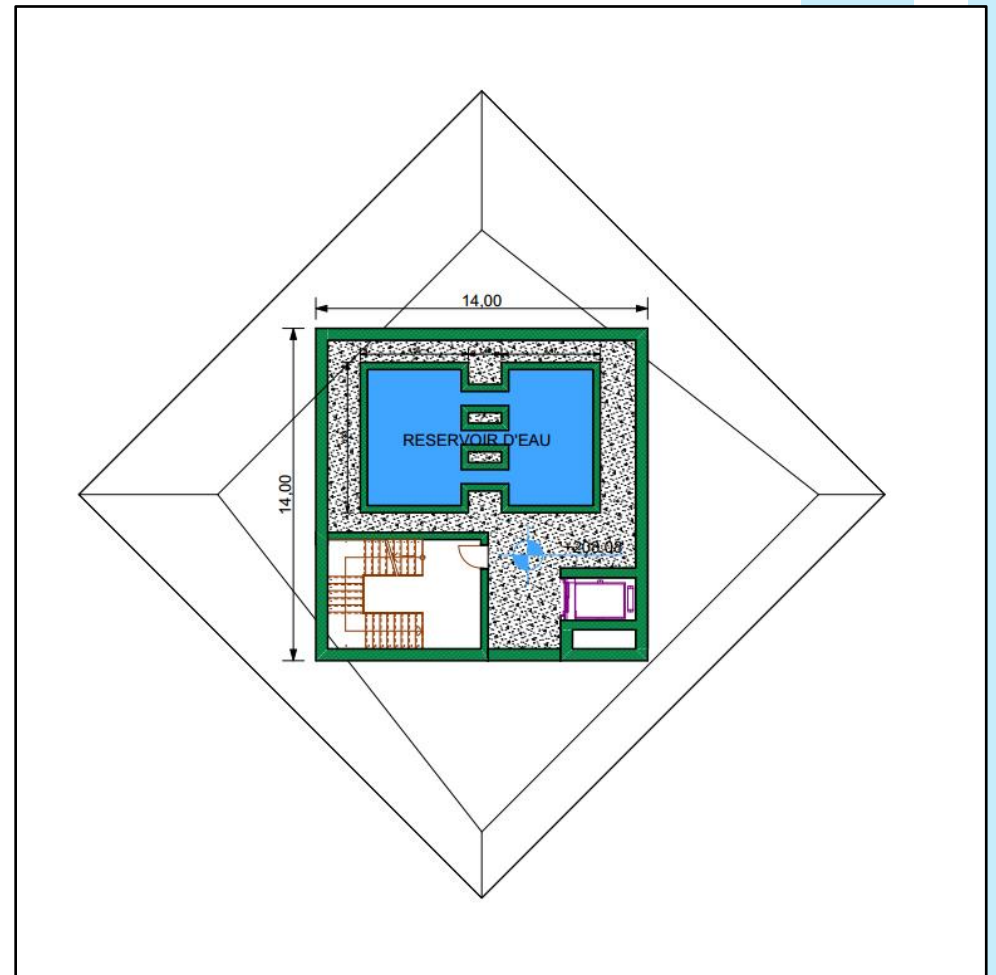
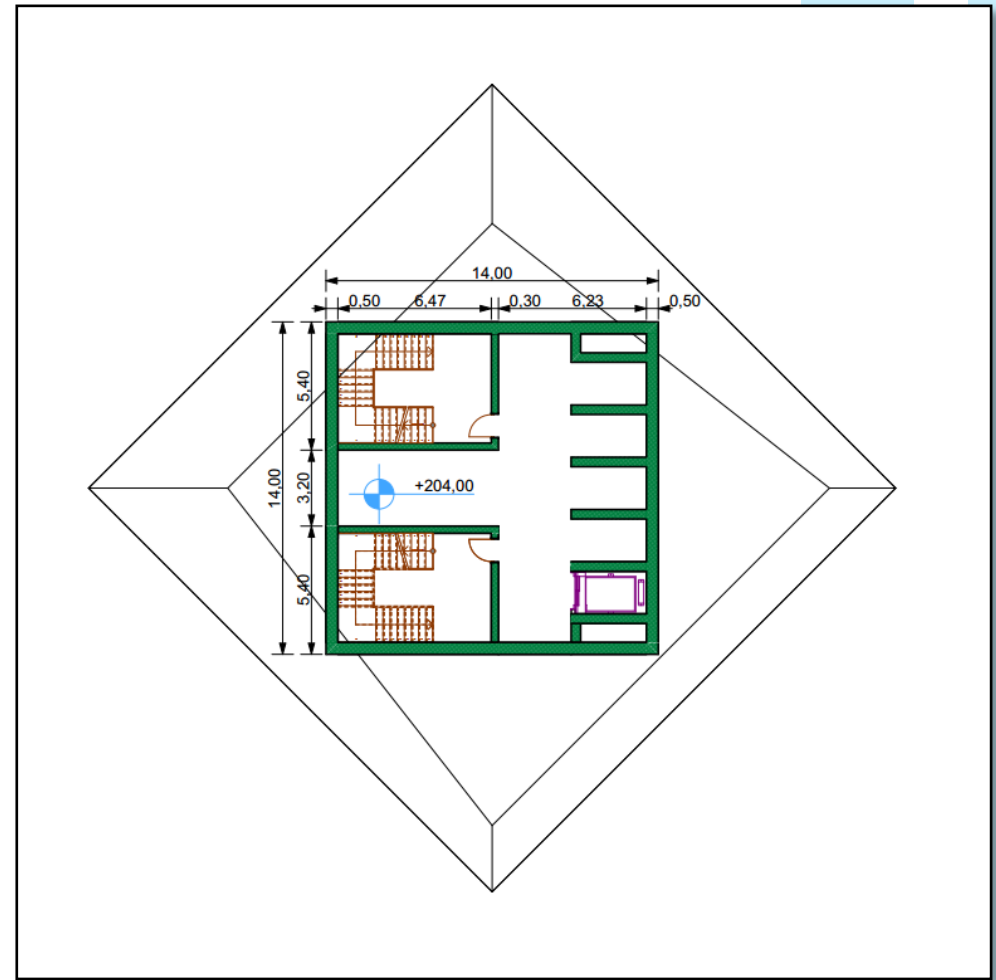
ETAGE  
49

# COURONNEMENT



C  
O  
U  
R  
O  
N  
N  
E  
M  
E  
N  
T

# COURONNEMENT

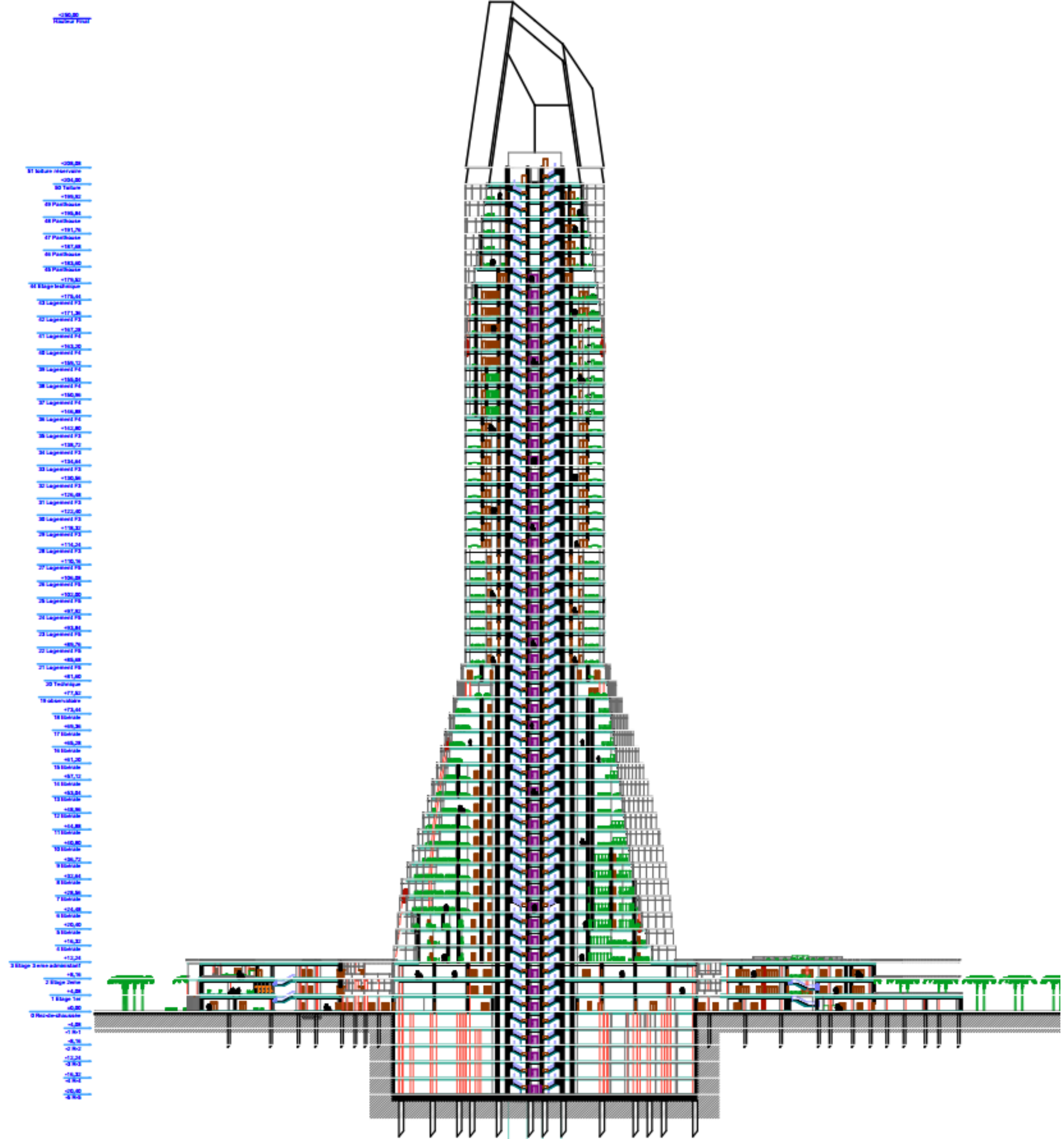


T  
E  
C  
H  
N  
I  
Q  
U  
E  
01

T  
E  
C  
H  
N  
I  
Q  
U  
E  
02



P  
R  
I  
N  
C  
I  
P  
A  
L  
D  
E  
S  
I  
G  
N  
E  
R



C  
O  
U  
P  
E  
  
A  
A