

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



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

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

OPTION : Architecture et Nouvelles Technologies

THEMATIQUE : Structure et Matériaux

Structures de grande hauteur
« BURDJ AL IZDIHAR »
Centre d'affaires à Oran

Soutenue le 02 Juillet 2017 devant le jury:

President:	Mr. OUISSIM.N	MCA	Univ. Tlemcen
Examineur:	Mr. SEDIKIA	MAB	Univ. Tlemcen
Examinatrice:	Mme. ANGADI.H	MAB	Univ. Tlemcen
Encadreur :	Mr. BABAHAHAMED Hadj Ahmed	MAA	Univ. Tlemcen
Co-encadreur:	Mr. DIDI Ilies	MAB	Univ. Tlemcen

Présenté par:

- Mlle BERBAR Farah (150-45-T-11)
- Mlle ADDOUN Manal (15099-T-12)

Année académique: 2016/2017

Remerciements

*Nous remercions **Dieu** tout puissant pour nous avoir donné le courage et la volonté de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer toute notre gratitude et reconnaissance à nos deux encadreurs monsieur **BABAHAMED HadjAhmed** et monsieur **DIDI Ilies** pour leurs conseils, leurs disponibilité et leurs encouragements tout au long de ce travail de mémoire.*

Nous adressons nos vives remerciement à tous nos professeurs, ainsi qu'à tous les intervenants qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidés nos réflexions sur ce projet.

Nous remercions nos chers parents qui ont toujours été là pour nous, ainsi que nos frères et sœurs pour leurs encouragements.

Notre gratitude va également aux membres du jury pour avoir bien voulu consacré de leurs temps pour apprécier ce travail.

Et enfin, nous remercions nos amis et collègues pour leur support moral et intellectuel tout au long de notre cursus universitaire.

Dédicaces

En témoignage de ma gratitude je dédie ce modeste travail :

A mes parents pour l'éducation qu'ils m'ont prodigué, avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon dieu pour veiller sur eux en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A mes sœurs Nadia et Amel, mon frère Lotfi

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

A la mémoire de mon frère Samir, tu seras toujours présent dans mon cœur.

A tous mes neveux, vous avez donné de la couleur à ma vie.

A tous mes professeurs, leurs générosité et leurs soutient m'oblige à leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

A mes amies BERKAT Feyza et ADDOUN Manel pour tous les moments inoubliables que nous avons passés ensemble.

A tous mes amis et collègues, à qui je souhaite bonne chance dans leur vie professionnelle.

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

BERBAR Farah

Dédicaces

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime en exprimant toute notre gratitude et notre reconnaissance.

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour éternel et ma reconnaissance. Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués et le fruit de votre soutien infaible. Merci MAMAN et PAPA pour tout. Puisse Dieu vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A mes chers frères Amine et Abdelhadi, en témoignage de mon affection fraternelle, je vous souhaite une vie pleine de bonheur. Je ne saurais guère exprimé l'amour que j'ai pour vous. Votre joie, votre réussite, votre gaieté me comblent de bonheur. Merci pour votre présence et votre soutien.

A mon cher fiancé Amine ; Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, merci pour tes conseils, ton aide et tes encouragements.

A mes amis TALEB Meriem, MIR Ahlem, ACHIR Khaled Reda, et BERBAR Farah, en témoignage de l'amitié qui nous unis 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 bonheur.

A mon oncle Fethi qui nous a assistés dans les moments difficiles, je te suis très reconnaissante et je ne te remercierai jamais assez pour ton amabilité et ta générosité.

A toute la famille ADDOUN et SAOUDI ainsi qu'à tous mes amis de la promotion 2016/2017.

ADDOUN Manal

Résumé

Oran deuxième ville d'Algérie et puissance économique du pays ne dispose pas d'une structure de grande envergure qui exprime cette envie économique, de ce principe une tour d'affaire symbole de prestige et prospérité économique répond à ce déficit lui permettant d'avoir la notoriété internationale à laquelle elle aspire.

La conception de ce type de structure représente un défi aussi bien artistique que technique impliquant la mise en place d'une structure spéciale ainsi que de nombreux procédés techniques et matériaux afin d'assurer aux usagers confort et sécurité.

Mots clés : structure, technologie, matériaux, tour, économie, Oran

Summary

Oran, the second largest city in Algeria and the country's economic power, does not have a large-scale structure that expresses this economic desire. From this logic, a business tower symbol of prestige and economic prosperity responds to this deficit enabling it to have the international reputation to which it aspires.

The design of this type of structure represents an artistic and technical challenge involving the installation of a special structure as well as many technical processes and materials in order to assure the users comfort and safety.

Keywords: structure, technology, materials, tower, economy, Oran.

ملخص

وهران ثاني مدينة بالجزائر و القوة الاقتصادية للوطن غير أنها لا تمتلك هيكل يعبر عن هذه الرغبة الاقتصادية، وفي هذا السياق نجد أن إدراج برج أعمال رمز الهيبة و الإزدهار الاقتصادي يعالج هذه الثغرة و يسمح لها بالتماس الإعتراف الدولي الذي تطمح له. تصميم هذا النوع من المباني يشكل تحديا تقنيا و فنيا في الوقت ذاته، ما يدعي إلى تصميم هيكل خاص، و تعداد خاص لضمان راحة وسلامة المستخدم.

كلمات البحث: هيكل، التكنولوجيا، المواد، برج، الاقتصاد، وهران.

Table des matières

Introduction générale	1
Problématique	2
Hypothèses	2
Motivation du choix de la structure	2
Objectifs	2
Terminologie	3
Structure du mémoire	4
Chapitre I: Notion sur les immeubles de grande hauteur	
1. Introduction.....	5
2. Définition	5
3. Typologie fonctionnelle	5
4. Historique.....	6
5. Les exigences fondamentales des structures	9
6. Règlementation	10
6.1. Disposition constructive et d'exploitation	10
6.2. Prévention d'incendie	10
6.2.1. Le compartimentage	11
6.2.2. Structures et isolation	11
6.2.3. Les façades et couvertures.....	11
6.2.4. Circulations	12
6.3. Installations diverses.....	13
6.3.1. Locaux de service électrique	13
6.3.2. Chauffage.....	14
7. Les préoccupations structurelles	14

8. Système structurel.....	16
8.1. Infrastructure.....	16
8.2. Superstructure.....	19
8.2.1. Evolution des systèmes structurels.....	19
8.2.2. Typologie des systèmes structurels.....	20
8.2.3. Tableau récapitulatif des systèmes structurels.....	39
8.2.4. Synthèse.....	40
9.3. Les éléments de la superstructure.....	41
9.3.1. Les colonnes.....	41
9.3.2. Les planchers.....	42
10. Les nouvelles tendances.....	46
11. Conclusion.....	46

Chapitre II: Approche urbaine

1. Motivation choix de la ville d'Oran.	47
2. Présentation de la ville.	47
2.1. Situation.....	47
2.2. Aspect administratif.....	47
2.3. Evolution de la ville.....	48
2.4. Rayonnement de la ville.....	48
2.5. Climat.....	49
2.6. Topographie.....	49
2.7. Aspect sociodémographique.....	49
2.8. Infrastructure de base.....	50
2.9. Potentiel économique.....	53
2.10. Potentiel touristique.....	57
2.10.1. Parc hôtelier de la wilaya d'Oran.....	57
2.10.2. Le tourisme d'affaire à Oran.....	59

3. Conclusion	59
-------------------------	----

Chapitre III: Approche thématique et programmatique

1. Motivation choix du projet	60
2. Concepts et définitions	60
2.1. Qu'est ce qu'une tour d'affaire.....	60
2.2. Historique et évolution des centres d'affaires	60
2.3. Les types d'activités.....	60
2.4. Tourisme d'affaire.....	61
2.5. La politique algérienne concernant le tourisme d'affaire	61
2.6. Différentes manifestations du tourisme d'affaire.....	61
2.7. Classification des entreprises.....	62
2.8. Besoins du tourisme d'affaire.....	63
3. Concepts d'aménagement de l'espace de travail	64
4. Analyse des exemples	65
4.1. Exemples 01 : The Shard / Londre- Royaume Uni.....	65
4.2. Exemples 02 : World Financial Center / Shanghai / Chine	68
4.3. Exemples 03 : Tour Agbar /Barcelone /Espagne	71
4.4. Exemples 04 : Tour Comerzbank /Frankfort /Allemagne.....	74
4.5. Exemples 05 : Hearst Tower / New York/ USA	77
4.6. Exemples 06 : CCTV Headquartes/ Pekin /Chine	80
5. Tableau d'analyse comparative des exemples	83
6. Approche programmatique	87
6.1.Programme de base	88
6.2.Programme spécifique	89
7. Conclusion.	96

Chapitre IV: Approche architecturale

1. Introduction	97
---------------------------	----

2. Choix du site d'implantation .	97
2.1. Processus décisionnel de la conception des tours	97
2.2. Les critères d'implantation des tours	97
2.3. Pourquoi la frange maritime	98
2.4. Analyse comparative des sites	98
2.5. Tableau comparatif des terrains	102
3. Analyse du site	103
3.1. Situation du site	103
3.2. Porposition du POS pour le site	103
3.3. Limites et état de fait	104
3.4. Accessibilité et flux de circulation	104
3.5. Etat des hauteurs et visisbilité	105
3.6. Morphologie du terrain	106
3.7. Orientation et vent dominant	102
3.8. Architecture et skyline	107
4. Genèse du projet	108
4.1. Schéma de principe	108
4.2. Volumtérie	110
4.3. Matrice et organigrammes	112
4.4. Zoning fontionnel	114
4.5. Coupes fontionnelles	115
5. Représentation graphique	
6. Description du projet	116
6.1. Description des plans	116
6.2. Schéma de circulation et accessibilité	117
6.3. Description de la façade	118

Chapitre V: Approche technique et technologique

Introduction	119
1. Structure	119
1.1. Infrastructure.....	119
1.2. Superstructure.....	120
1.2.1. Ossature Digaird/ Noyau	122
1.2.2. Autres éléments de la superstructure	123
a Les poteaux.	123
b Les poutres.	123
c Les planchers	125
d Toiture.....	126
Plans de structure	
2. Corps d'état secondaire et réseaux	127
2.1. Second œuvre.....	127
2.1.1. Les cloisons	127
2.1.2. Revêtements de sol.....	132
2.1.3. Faux plafond.....	132
2.1.4. Plancher technique.....	133
2.1.5. Menuiserie	133
2.1.6. Moucharabieh.....	135
2.1.7. Couverture de verrière	135
2.1.8. Les matériaux utilisés dans le projet	136
2.2. Réseaux et locaux techniques	137
2.2.1. Chauffage.....	137
2.2.2. Climatisation	138
2.2.3. Groupe électrogène.....	138

2.2.4.Ventilation	138
a Ventilation naturelle.....	138
b Ventilation mécanique contrôlée	139
2.2.5.Eclairage	139
2.2.6.Gestion d'eau.....	140
a Evacuation des eaux de pluie.	140
b Alimentation en eau potable	141
c Evacuation des eaux usées	141
2.2.7.L'évacuation des ordures.....	141
2.2.8.Gaine technique	142
2.2.9.Ascenseurs et escalators.....	142
3. Gestion du projet.....	143
4. Protection contre l'incendie.....	145
4.1. Alarmes, alertes et moyens de lutte contre l'incendie.....	145
4.2. Scénario d'évacuationn	145
Conclusion	146
Conclusion générale.....	147
Bibliographie.....	
Annexe	

Table des illustrations

Figures.

Figure 01. Les immeubles de grande hauteur	5
Figure 02. Les pyramides de Khéops.	6
Figure 03. Cathédrale du moyen âge.	6
Figure 04. Statut de liberté.	6
Figure 05. Home insurance building.	6
Figure 06. New York world building.	7
Figure 07. Manhattan insurance building.	7
Figure 08. Metropolitan life Tower.	7
Figure 09. Le 40 Wall street.	7
Figure 10. Chrysler building.	7
Figure 11. L'empire State building	7
Figure 12. World Trade Center	8
Figure 13. Willis Tower.	8
Figure 14. La Taipei 101	8
Figure 15. Burdj Al Arab	8
Figure 16. Burdj Khalifa.	8
Figure 17. Schéma d'implantation des IGH.	10
Figure 18. Schéma d'isolation par rapport au voisinage.	10
Figure 19. Schéma de compartimentage.	11
Figure 20. Schéma des normes d'isolation	12
Figure 21. Schématisation des normes pour escalier.	13
Figure 22. Schématisation de la disposition des ascenseurs dans la gaine.	13
Figure 23. Schéma d'isolation des locaux techniques	14
Figure 24. Schéma d'isolation des locaux à chaufferie.	14
Figure 25. Les charges auxquelles sont soumis les bâtiments de grande hauteur	14
Figure 26. L'action dynamique des tremblements de terre.	15
Figure 27. L'effet du vent sur le bâtiment.	15
Figure 28. Fondation en radier.	16
Figure 29. Fondation avec pieux.	16
Figure 30. Pieux forés simples.	17

Figure 31. Pieux fores vibro-foncés.....	17
Figure 32. Pieux fores à la boue.....	18
Figure 33. Micro pieux.....	18
Figure 34. Fondation en radier sur pieux.	18
Figure 35. Lever House.....	20
Figure36. Plan structurel.....	20
Figure 37. Système de murs porteurs.....	21
Figure 38. Plan structurel.....	21
Figure 39. Le comportement du système de trame contreventée sous charges latérales.	22
Figure 40. Système de cadre à paroi de contreventement.....	22
Figure 41. Ossature contreventée.....	22
Figure 42. Les éléments d'entretoise diagonale.....	23
Figure 43. New York Time Tower.....	23
Figure 44. Plan structurel.....	23
Figure 45. Schématisation du noyau central.	24
Figure 46. Cheminement des forces horizontales.	24
Figure 47. La tour Maine Montparnasse.....	24
Figure 48. Noyau centralLes ruines de Mansoura par Genet Alexandre, 1840.....	24
Figure 49. La tour en cours de construction.....	24
Figure 50. Dalle dans les méga-noyaux centraux.	25
Figure 51. Aspire Tower.....	25
Figure 52. Mgéa noyau central.	25
Figure 53. Schématisation structurelle du méga noyau central de la tour.....	26
Figure 54. Système de méga colonne.....	27
Figure 55. Cheung Kong centre.....	28
Figure 56. Schématisation du système structurel de la tour.....	28
Figure 57. Schématisation structurelle de la tour.....	28
Figure 58. Taipei 101.....	28
Figure 59. Construction de la tour.....	28
Figure 60. Plan structurel.....	28
Figure 61. Commerzbank Tower.....	29
Figure 62. Plan structurel.....	29
Figure 63. Méga murs de contreventement.....	29

Figure 64. Système de trame stabilisatrice.....	30
Figure 65. Zifeng Tower.	31
Figure 66. Système structurel.....	31
Figure 67. Application de la trame stabilisatrice.	31
Figure 68. Schématisation du système structurel.....	31
Figure 69. Système de cadre tubulaire.	32
Figure 70. World Trade Center.	33
Figure 71. Plan structurel.	33
Figure 72. Espacement entre les colonnes.	33
Figure 73. Axonométrie structurelle.	33
Figure 74. Système de trame tubulaire diagonale.	34
Figure 75. 30 st Mary axe.	34
Figure 76. Les profilés tubulaires en acier.	34
Figure 77. La trame tubulaire diagonale.	34
Figure 78. Schématisation du système de tube en treillis.	35
Figure 79. John Hancock Center.....	35
Figure 80. système structurel.	35
Figure 81. Schématisation du système de tubes modulaires	36
Figure 82. Willis Tower.....	37
Figure 83. Axonométrie et plans schématiques.	37
Figure 84. Conception en exosquelette.....	38
Figure 85. Burdj Al Arab.....	38
Figure 86. Transmission des charges dans l'exosquelette.	38
Figure 87. Interaction entre les éléments de structure.	40
Figure 88. Schématisation plancher avec goujons.	44
Figure 89. Schématisation plancher en bac acier.....	44
Figure90. Dalle avec plafond coupe feu.	45
Figure 91. Dalle avec plafond coupe feu et isolation.....	45
Figure 92. Carte de situation Oran – Algérie.	47
Figure 93. Carte des limites territoriales.....	47
Figure 94. Carte des communes de la wilaya d'Oran.	47
Figure 95. Croquis traduisant les occupations passées par le ville d'Oran.....	48
Figure 96. Carte de rayonnement de la ville d'Oran – Algérie.....	48

Figure 97. Schéma de la topographie d’Oran.	49
Figure 98. Répartition de la population occupée par secteur d’activité.....	49
Figure 99. Carte du réseau routier.....	50
Figure 100. Carte des lignes de transport en commun.....	50
Figure 101. Train d’Oran.	51
Figure 102. Tramway d’Oran.....	51
Figure 103. Plan du Tramway d’Oran.	51
Figure 104. Aéroport Ahmed Ben Bella.	52
Figure 105. Port d’Oran.	52
Figure 106. Port d’Arzew.....	52
Figure 107. Port de Bethioua..	52
Figure 108. L’université des sciences et de la technologie.....	52
Figure 109. Faculté de médecine.	52
Figure 110. Centre hospitalo- universitaire.....	53
Figure 111. Hôpital 1 ^{er} novembre	53
Figure 112. Nombre des sociétés existantes (tous secteur d’activité).....	55
Figure 113. Théâtre national.	57
Figure 114. Théâtre de verdure.	57
Figure 115. Hôtel Schératon.	57
Figure 116. Plan de situation The Shard Londre.	65
Figure 117. Plan de masse The Shard.	65
Figure 118. Coupe schématique fonctionnelle.....	65
Figure 119. Plan de situation Shangai Tower- Chine.	68
Figure 120. Coupe schématique fonctionnelle.....	68
Figure 121. Plan de masse Shangai Tower.	68
Figure 122. Plan de situation la tour Agbar- Espagne	71
Figure 123. Plan de masse de la tour Agbar.	71
Figure 124. Plan de situation de la tour Commerzbank –Allemagne.	74
Figure 125. Plan de masse de la tour Commerzbank.....	74
Figure 126. Plan de situation de la tour Hearst –U.S.A.	77
Figure 127. Plan de masse de la tour Hearst.	77
Figure 128. Plan de situation de CCTV Headquarters- Chine.....	80
Figure 129. Plan de masse de CCTV.	80

Figure 130. fonctions annexés à notre projet.	88
Figure 131. Pourcentage attribué aux fonctions.....	88
Figure 132. Processus DPSIR	96
Figure 133. Critères d’implantation des tours.....	96
Figure 134. La frange maritime d’Oran.	97
Figure 135. Plan de situation des différents terrains.....	97
Figure 136. Plan de situation du site 1.....	98
Figure 137. Hôtel Méridien.....	98
Figure 138. Plan de masse du site 1- quartier Akid Lotfi.	98
Figure 139. Plan de situation du site 2.	99
Figure 140. Plan de masse du site2.....	100
Figure 141. Plan de situation du site 3.....	100
Figure 142. Plan de masse du site 3- quartier Ibn Rochd.	100
Figure 143. Plan de situation du terrain-Oran.....	103
Figure 144. Plan de situation du terrain-Quartier Akid Lotfi.	103
Figure 145. Proposition du POS 22.3 de la Wilaya d’Oran.....	103
Figure 146. Carte de l’état de fait et limites du site.....	104
Figure 147. Plan d’accessibilité au terrainPlan-Quartier Akid Lotfi.	105
Figure 148. Carte des flux mécaniques.....	105
Figure 149. Carte de l’état des hauteurs et de la visibilité du site.....	105
Figure 150. Plan de bornage du site.....	106
Figure 151. Coupes topographiques du site.....	106
Figure 152. Carte de l’orientation du site.	106
Figure 153. Digaramme solaire de la ville d’Oran.....	106
Figure 154. Skyline de la frange maritime.....	107
Figure 155. Vue sur la baie d’Oran.....	107
Figure 156. Trophée symbole de réussite.	107
Figure 157. Matrice des relations fonctionnels	112
Figure 158. Organigramme fonctionnel.....	112
Figure 159. Organigramme spati- fonctionnel.....	113
Figure 160. Zoning fonctionnel	114
Figure 161. Coupe fonctionnelle sur la façade principale.....	115
Figure 162. Coupe de profil sur l’atrium	115

Figure 163. Plan d'accessibilité	117
Figure 164. Circulation verticale	117
Figure 165. Pieux fores vibro foncés	119
Figure 166. Fondation en radier sur pieux	119
Figure 167. Plot parassismique sur radier	119
Figure 168. Coffrage d'un mur voile	120
Figure 169. Capitale Gate (Noyau/ Digaird).....	120
Figure 170. Poteaux interieurs	120
Figure 171. Noyau du projet	121
Figure 172. Ossature Diagrid/ Noyau	121
Figure 173. Les mégacolennes sous le diagrid	121
Figure 174. Les mégacolennes sous le diagrid/ Hearst Tower	121
Figure 175. Les mégacolennes métalliques	121
Figure 176. Schéma d'une poutre métallique en treillis	122
Figure 177. Poutre métallique en treillis	122
Figure 178. Poutre métallique en treillis des passages fonctionnels.....	122
Figure 179. Le diagrid sous charge de gravité et charges latérales	122
Figure 180. Angle d'inclinaison 60.....	122
Figure 181. Exemples de poteaux mixtes	123
Figure 182. Profilés HE	123
Figure 183. Principales composantes du poteau HE.....	123
Figure 184. Poteau mixte avec profilé HEB	123
Figure 185. Poutre alvéolaire	123
Figure 186. Les éléments composants d'une poutre en treillis	124
Figure 187. Plancher collaborant avec bac d'acier	125
Figure 188. Plancher collaborant avec poutre alvéolaire	125
Figure 189. Articulation entre le poteau et les poutres horizontales	125
Figure 190. Nœud du diagrid	125
Figure 191. Detail technique du nœud du diagrid.....	125
Figure 192. Structure de la verrière	126
Figure 193. Types de structure des toitures	126
Figure 194. Coque de la base	126
Figure 195. Coque en béton armé	126

Figure 196. Poutres en acier qui assurent la stabilité de l'élément incliné	126
Figure 197. Exemple de paroi amovible	127
Figure 198. Composante d'une paroi en placoplatre avec isolant	127
Figure 199. Exemple de plaque de bois perforé.....	128
Figure 200. Exemple d'un mur rideau avec montage en panneau	128
Figure 201. Composition d'une façade double peau.....	129
Figure 202. Composantes d'un double vitrage basse émissivité	130
Figure 203. Répartition des vitrages sur la façade sud	131
Figure 204. Répartition des vitrages sur la façade nord.....	131
Figure 205. Exemples de quelques revêtement de sol	132
Figure 206. Composantes d'un faux plafond suspendu	132
Figure 207. Traitement du plafond de l'auditorium.....	133
Figure 208. Exemple d'un plancher technique	133
Figure 209. Exemple d'une porte tambour	133
Figure 210. Exemple de porte acoustique	134
Figure 211. Exemple de porte avec module de contrôle d'accès.....	134
Figure 212. Moucharabieh sur façade.....	135
Figure 213. Exemple de suspentes	135
Figure 214. Panneaux solaires thermiques au parking.....	137
Figure 215. Local chaufferie	137
Figure 216. Système de chauffage	137
Figure 217. Climatisation réversible	138
Figure 218. Schéma explicatif de la façade double peau	138
Figure 219. Ventilation par la façade double peau	138
Figure 220. Role de l'atirum dans la ventilation naturelle.....	138
Figure 221. Principe de la VMC	139
Figure 222. Circuit d'air à travers l'échangeur à plaque.....	139
Figure 223. Système solaire photovoltaïque	139
Figure 224. Lampadaire solaire	140
Figure 225. Filtration des eaux de pluie.....	140
Figure 226. Système de raccordement	140
Figure 227. Avaloir	140
Figure 228. Emplacement des vides orudres	141

Figure 229. Gaine technique	142
Figure 230. Emplacement de la gaine technique	142
Figure 231. Ascenseur à traction avec réducteur	142
Figure 232. Ascenseur à traction sans réducteur.....	142
Figure 233.Escalator	143
Figure 234.Marches d'escalator.....	143
Figure 235. Porte de scanner de corps	144
Figure 236. Porte de scanner de corps	145
Figure 237. Signalisation lumineuse des issus de secours	145
Figure 238. Phase d'évacuation du bâtiment	146

Tableaux.

Tableau 1. Classification fonctionnelle des immeubles de grande hauteur	05
Tableau 2. Types de fondation pour les bâtiments de grande hauteur	16
Tableau 3. Tableau récapitulatif des systèmes structurels	39
Tableau 4. Comparaison entre les formes des colonnes	41
Tableau 5. Système de plaque et les exigences de performance.....	42
Tableau 6. Disponibilités au niveau des Z.A- 2011	53
Tableau 7. Disponibilités au niveau des Z.I- 2011	53
Tableau 8. Entreprises inscrites au registre national du registre de commerce 2011	54
Tableau 9. Evolution du nombre des sociétés existantes (tous secteurs d'activités)	54
Tableau 10. Nombre des sociétés des secteurs des industries du TTPH existantes.....	55
Tableau 11. Evolution du nombre de PME entre 2009 et 2011	55
Tableau 12. L'emploi dans les PME entre 2009 et 2011	56
Tableau 13. Taux de croissance des PME privées (personnes morales) par wilaya.....	56
Tableau 14. Tableau comparatif entre les terrains	102
Tableau 15. Les poutres et les portée à atteindre	124
Tableau 16. Types de poutre en treillis	124
Tableau 17. Typologie structurelle des couvertures	126
Tableau 18. Exemples des domaines d'utilisation de la domotique	144

Introduction générale

Au début de la préhistoire, les hommes étaient nomades. Ils se déplaçaient en fonction des saisons, des migrations du gibier. Ils s'abritaient à l'entrée des grottes ou des huttes faites de branchage, ossements et peaux ; puis devenus sédentaires ils commencèrent à construire à partir de matériaux d'abord naturels puis fabriqués comme les briques. C'est pour dire que l'homme n'a cessé depuis toujours de chercher à améliorer son confort et son mode de vie.

L'expression « Nouvelle Technologie » est apparue et devenue courante dans les dernières années. Elle désigne un grand ensemble de techniques de pointe qui englobent des domaines variés. Par conséquent le vocabulaire de l'architecture a changé de façon considérable (maisons intelligentes ; béton cellulaire, structures tridimensionnelles, ventilation mécanique contrôlée, bâtiment à énergie zéro...). Ainsi l'ensemble des composantes du bâtiment sont soumises aux règles de la science et du calcul ou le pragmatisme se fait roi.

Aujourd'hui ces nouvelles technologies prennent de plus en plus de place dans nos vies privées et professionnelles. Le secteur de la construction n'est pas en reste dans ce domaine que ce soit en termes de structures ou de matériaux. En effet, depuis les deux dernières décennies le domaine de la construction a connu de nombreuses avancées technologiques s'engageant dans une mutation profonde pour répondre au défi environnementale et économique qui lui est adressé.

La question des immeubles de grande hauteur connaît une actualité particulière dans le monde entier ; il n'y a pas encore bien longtemps, ils étaient d'un point de vue urbanistique des exceptions à peine tolérées sinon attaquées avec virulence. Mais depuis quelques années on assiste à une évolution : on aperçoit de plus en plus souvent, dans les villes de grande et moyenne importance ; de tels immeubles qui sont non seulement acceptables même souhaitables. Les tours font désormais partie intégrante de la plupart des paysages urbains, elles constituent un symbole de la technique et de la technologie.

Oran n'échappe pas à cette tendance et voit son paysage urbain de plus en plus agrémenté de construction en hauteur, et étant donné son statut économique, cette ville qui ne cesse de se développer semble être la candidate idéale pour recevoir un projet d'une telle ampleur qui ne fera que renforcer sa notoriété.

Problématique

Bien que l'on ne construise des bâtiments de grande hauteur que depuis à peine plus d'un siècle, l'amélioration de la qualité des matériaux choisis, des principes constructifs et des outils de calcul et de simulation nous permettent de dépasser les limites techniques pour prendre toujours plus de hauteur, très prisé dans le monde des finances ou encore du tourisme (hôtels), les immeubles de grande hauteur sont le parfait exemple de ce progrès technique.

Aujourd'hui nous savons construire des bâtiments de toutes les formes et à toutes les hauteurs et ce, malgré des contraintes de résistance élevées ; cependant, le plus souvent le volume des tours résulte d'une simple extrusion verticale et leur espace intérieure se résume à la multiplication de dalles au sol identique ce qui est le cas en Algérie. De ce fait il serait temps d'aborder la typologie des tours armé d'ambitions et des concepts novateurs, ce qui nous portent à s'interroger sur :

- Quelles sont les solutions techniques et les modèles structurels pour construire en hauteur ?
- Quelles sont les innovations technologiques et les nouvelles tendances utilisées dans ce type de structure ?

Hypothèses

- Les systèmes structurels des tours peuvent résister aux différentes contraintes sismiques et celle du vent en combinant structure intérieure et structure extérieure.
- Les nouveaux procédés techniques peuvent réduire la consommation énergétique de la tour.

Motivations du choix de la structure

La densification des centres villes, le manque du foncier, les enjeux du développement durable sont autant de facteurs qui militent pour une évolution du bâti. La verticalisation est l'une des voies possibles à ce problème.

Modèle de compacité et de mixité fonctionnelle, la tour s'est imposé depuis plus d'un siècle comme une solution efficace face aux effets de croissance démographique et urbaine ; déjà très présente, elle a pour vocation de devenir un outil de planification de ville de demain, ce type de bâtiment connaît une grande évolution aussi bien structurelle qu'architecturale, toutefois, ce système de structure aussi divers soit-il, n'est pas très en vogue en Algérie, pour cela il serait temps d'envisager d'introduire de nouvelles techniques constructives pour détourner l'effet de tour monolithique et avoir plus de liberté dans la forme.

Objectifs

Les objectifs de cette recherche sont:

- Connaitre les procédés et nouvelles techniques constructives des bâtiments à grande hauteur.
- Connaitre les nouvelles tendances technologiques des tours.
- Assurer une application judicieuse des matériaux et systèmes constructif au projet architectural.

Terminologie¹

-Nouvelles technologies: Les « nouvelles technologies » désignent des domaines très évolutifs et divers des techniques, Elles comprennent également toutes les avancées technologiques dans différents domaines.

-Structure : Constitution, disposition et assemblage des éléments d'un bâtiment, et plus spécialement des éléments actifs qui forment son ossature, Un élément est dit structural s'il a pour fonction de participer au drainage des charges mécaniques apportées par les éléments supportés.

-Ossature : Structure généralement rigide d'un ensemble ou d'une partie d'ensemble architectural. En termes de gros-œuvre c'est la partie structurelle et porteuse d'un vaisseau ou d'un édifice (la bâtisse).

-Armature : Assemblage, en général métallique, destiné à maintenir ensemble, à renforcer ou à soutenir les différentes parties d'un tout.

-Infrastructure : Ensemble des ouvrages constituant la fondation et l'implantation sur le sol d'une construction.

-Superstructure : Partie d'un bâtiment située au-dessus du sol.

-Procédés techniques : C'est l'ensemble des méthodes utilisés pour la réalisation d'une tâche, ouvrage, etc.

-Sollicitations : Non générique des efforts et des moments relatifs à une section. Il y a quatre types de sollicitations : Flexion, traction, compression et torsion.

-Contreventement : Dispositif (contrefiche, palée, paroi) s'opposant à tout effet de déformation ou de renversement d'une charpente ou d'un mur.

-Exosquelette : L'exosquelette (squelette externe). C'est un système constructif où la peau du bâtiment devient alors structurelle contrairement au système inverse dit « poteaux-poutre » avec mur-rideau où il s'agit d'un endosquelette.

-Matériau : Substance quelconque utilisée à la construction des objets, machines, bâtiments, etc.

¹ Encyclopédie, Larousse.com

Structure du mémoire :

Notre mémoire se déroulera au tour de plusieurs approches afin d'approfondir nos connaissances et arriver à trouver des solutions cohérentes pour une meilleure application à notre projet architecturale.

1. Approche théorique :

Cette partie portera sur des notions sur les immeubles de grande hauteur ainsi que sur leurs exigences et systèmes structurels.

2. Approche urbaine :

Consiste en une analyse de la ville d'Oran afin de dégager les potentialités ainsi que les déficits susceptibles de correspondre au thème structurel choisi.

3. Approche thématique :

Cette approche a pour but d'approfondir le thème choisi à travers une analyse des exemples afin de mieux comprendre le principe de fonctionnement pour une meilleure application au projet.

4. Approche programmatique :

Cette partie consistera à définir les besoins quantitatifs et qualitatifs en programme à travers le bilan établi de l'approche urbaine et thématique.

5. Approche architecturale :

Celle-ci consiste en la formalisation de tous les renseignements tirés des phases précédentes passant par le choix du site d'implantation jusqu'au projet architectural.

6. Approche technique et technologique :

Traite l'aspect technique du projet passant par les systèmes constructifs, les matériaux et nouvelles technologies, le corps d'état secondaire et la réglementation en vigueur.

CHAPITRE I

Notions sur les immeubles de grande
hauteur

1. Introduction :

Les bâtiments de grande hauteur ont toujours existé mais plus souvent sous la forme de monuments et non pas d'immeubles (la pyramide de Khéops ou encore le phare d'Alexandrie), la notion de tour apparaît pour la 1ère fois aux Etats-Unis vers la fin du XIXème siècle ; longtemps critiqués d'un point de vue urbanistique, ils sont aujourd'hui de plus en plus sollicités en raison de leur rapidité de construction, facilité d'assemblage, solidité et surtout optimisation d'espace.

2. Définition :

Un immeuble de grande hauteur constitue tout corps de bâtiment dont le plancher bas du dernier niveau est situé par rapport au niveau du sol :

- A plus de 50 m, pour les immeubles d'habitation.
- A plus de 28 m, pour les autres immeubles.

Un immeuble de très grande hauteur rassemble les bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 200m.²

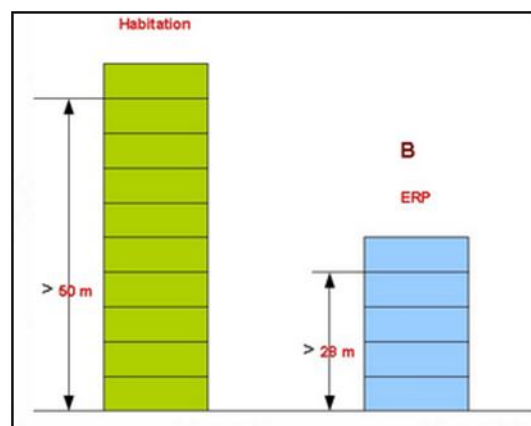


Figure 01 : Les immeubles de grande hauteur

3. Typologie fonctionnelle :

G.H.A	Immeubles à usage d'habitation
G.H.O	Immeubles à usage d'hôtel
G.H.R	Immeubles à usage d'enseignement
G.H.S	Immeubles à usage de dépôt d'archives
G.H.T.C	Tours de contrôle
G.H.U	Immeubles à usage sanitaire
G.H.W.1	Immeubles à usage de bureaux dont la hauteur du plancher bas du dernier niveau est comprise entre 28 et 50 m.
G.H.W.2	Immeubles à usage des bureaux dont la hauteur est supérieure à 50 m.
G.H.Z	Immeubles à usage mixte.

Tableau 01 : classification fonctionnelle des immeubles à grande hauteur³

Le classement d'un immeuble abritant des classes d'activités différentes est effectué en retenant l'usage principal de l'immeuble. Si les fonctions sont réparties de manière équitable, on parle alors d'immeuble à grande hauteur à usage mixte.

² Article R122-2 du code de la construction et de l'habitation français

³ Idem

4. Historique :

Il existe depuis des temps anciens des bâtiments de très grande hauteur comme les pyramides de Khéops et les cathédrales du moyen âge.



Figure 02 : Les pyramides de Khéops



Figure 03 : Cathédrale du moyen âge



Figure 04 : Statue de liberté

La tour naît avec l'inauguration de la Statue de la Liberté en 1875 qui fit de New York un symbole de la liberté pour les millions d'immigrés en provenance d'Europe; en effet, sur 23 millions d'Européens arrivés aux États-Unis entre 1880 et 1919, 17 millions environ ont débarqué à New York, et la plupart y sont restés.

Le XX^e siècle marqua véritablement de ce fait l'ascension de New York vers le rôle de ville mondiale, c'est en ce sens que la ville devient un centre culturel, décisionnel et financier de premier plan. L'extraordinaire aventure architecturale débutée à la fin du XIX^e siècle a donc posé la première pierre du développement de l'architecture moderne, avec notamment le début de l'ère des tours.

C'est lors de la croissance économique, du manque des terrains constructibles, du grand incendie de Chicago et via l'avancée des techniques issues des révolutions industrielles que les tours virent le jour. L'architecte William Le baron Jenny a conçu à Chicago ce qui fut admis comme étant la première tour : **le Home Insurance Building**. La structure de dix étages et 42m de hauteur fut construite en 1884-1885 et détruite en 1931. Principalement constitué d'acier et de briques, c'était le premier bâtiment à posséder un squelette en métal lui permettant en plus de son exceptionnelle hauteur d'avoir une grande proportion de fenêtres.



Figure 05 : Home insurance building

Avec la construction du **New York World Building** (94 mètres) en 1890, la ville commence son incroyable développement en matière de tour. C'est une vraie course au plus haut building qui commence : **Manhattan Life Insurance Building** dépasse les 100 mètres en 1894, puis la **Metropolitan Life Tower** franchit la barre des 200 m avec 50 étages en 1909.



Figure 06 : New York world building



Figure 07 : Manhattan life insurance building



Figure 08 : Metropolitan Life Tower

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. 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 de la publicité à leurs propriétaires qui pouvaient donc plus facilement attirer 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.

Le mouvement se poursuit après la Première Guerre mondiale par le **40 Wall Street**, mais surtout par le **Chrysler Building** (320 m pour 77 étages). Puis l'**Empire State Building** qui atteint 381 m. Situé au numéro 350 de la 5^e Avenue, sa lumière brille sur la ville depuis son ouverture le 1^{er} mai 1931.



Figure 09: Le 40 Wall Street



Figure 10: Chrysler Building



Figure 11: L'empire State Building

Arrêtée après la crise économique de 1930, la construction des tours reprend vers les années 1960 aux états Unies, et à 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 12: World Trade Center



Figure 13 : Willis Tower

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 **La Taipei 101** dont sa hauteur est de 509m, inaugurée entre 2004- 2010 à Taïwan et **Burdj Al Arab** d'une hauteur de 321m inaugurée en 2007 à Dubaï.



Figure 14 : La Taipei



Figure 15 : Burdj Al Arab

Aujourd'hui les grattes ciel 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 16 : Burdj Khalifa

5. Les exigences fondamentales des structures :

La construction d'une structure quelconque doit s'assurer que cette structure répond aux exigences fondamentales d'une bonne architecture.

On peut classer ces exigences dans les rubriques suivantes : équilibre, stabilité, résistance, adaptation à la fonction, économie et esthétique.

-Equilibre :

Une structure est en équilibre lorsqu'aucune de ses pièces ne se déplacent. Les conditions d'équilibre sont nécessaires pour la stabilité de la structure.

-Stabilité :

La stabilité est la condition qui permet de retenir la structure à un point fixe. On assure la stabilité d'une structure par la construction d'une bonne fondation. La fondation supporte la charge d'une structure en répartissant celle-ci également sur la couche du terrain.

-Résistance :

La résistance est la condition qui assure que la structure pourra supporter qui lui seront appliquées. Une structure est soumise à deux types de charges :

- Les charges permanentes : comprennent principalement le poids de la structure (les murs, plafonds, planchers... etc.).
- Les charges d'exploitation: elles comprennent les charges venant de l'utilisation de l'ouvrage(les personnes, les meubles et les équipements de bureaux...)

-Adaptation à la fonction :

Il s'agit de faire une structure qui répond à notre besoin. L'adaptation va jouer un rôle important dans la forme de la structure et dans le choix des matériaux utilisés pour construire.

-Esthétique :

Il est certain que la sécurité et la fiabilité des structures sont toujours importantes. Mais l'architecte et l'ingénieur ne mettent pas de côté l'apparence de la structure. C'est dans l'esthétique que l'architecte et l'ingénieur font travailler leur imagination plus que leurs connaissances.

-Economie :

Elle a un rôle dans toutes les phases de la réalisation d'un bâtiment. C'est l'estimation financière de celui-ci qui doit être raisonnable.

6. Règlements :

Les IGH sont soumis à un règlement de sécurité particulier édité initialement par l'arrêté du 30 décembre 2011 portant sur le règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur et leur protection contre les risques d'incendie et de panique

La législation repose sur 3 grands principes :

- vaincre le feu avant qu'il n'ait atteint une dangereuse extension
- assurer la mise en sécurité des occupants des compartiments atteints ou menacés
- permettre la continuation de la vie normale dans le reste de l'IGH.⁴

6.1. Dispositions constructives et d'exploitation

- Implantation :

La construction d'un immeuble de grande hauteur n'est normalement permise que si :

- Les sorties de l'IGH doivent être au plus à 30 m d'une voie publique non en impasse
- Avoir une distance < 3 km d'un centre de secours.⁵

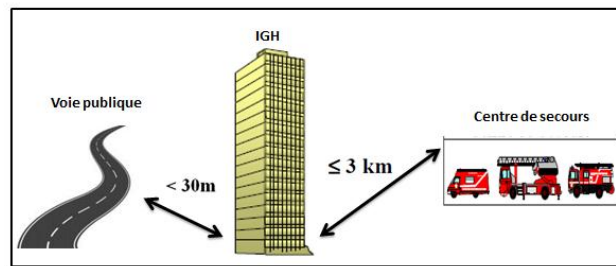


Figure 17 : Schéma d'implantation d'IGH

- Isolement par rapport au voisinage :

Un immeuble de grande hauteur doit être isolé du voisinage par un mur ou une façade coupe-feu deux heures (CF 2 H) ou par un volume de protection de 8m.⁶

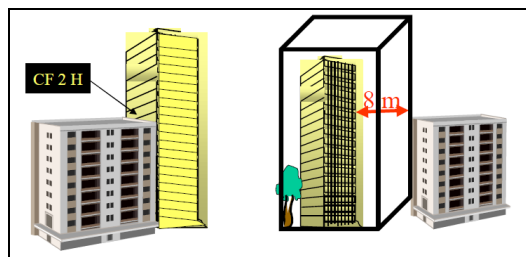


Figure 18 : Schéma d'isolation par rapport au voisinage

6.2. Prévention d'incendie :

Les principales mesures concernent la prévention incendie. Ainsi, la sécurité de l'immeuble est assurée par une liste de mesures complémentaires.

⁴ Règlement de sécurité incendie commenté des IGH volume 1, Edition le moniteur, 2012

⁵ IDEM, P.197

⁶ IDEM, P.205

6.2.1. Le compartimentage :

L'immeuble doit être divisé en compartiments pour éviter qu'un incendie prenne une dangereuse extension.

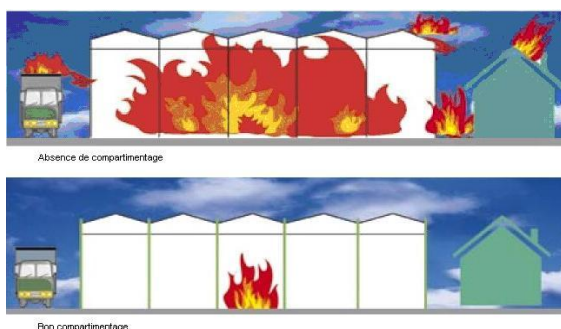
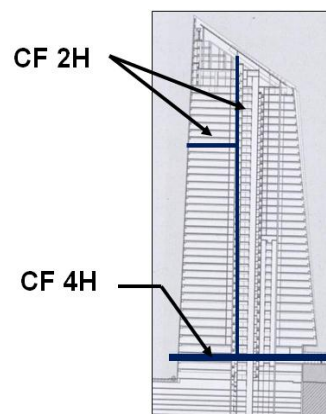


Figure 19 : Schéma de compartimentage

6.2.2. Structures et isolation :

La stabilité au feu des éléments de la structure de l'immeuble (poteaux, poutres, planchers, etc....) **doit être de degré deux heures au moins.**

Les **parois** de l'immeuble en contiguïté avec d'autres constructions doivent être coupe-feu de degré deux heures au minimum. Ce degré est porté à quatre heures si les locaux contigus sont destinés au **stationnement de véhicules automobiles.**⁷



6.2.3. Les façades et couvertures :

Les matériaux constitutifs d'un immeuble de grande hauteur doivent être :

- M0 pour les paravents extérieurs des façades y compris les volets
- M1 pour les stores
- M2 pour les menuiseries
- M3 pour les menuiseries en bois.

Classification des catégories définissant la réaction au feu des matériaux :

/	Combustibilité	Inflammabilité	Matériaux
M0	incombustible	/	tuiles, plomb, acier, ardoise, céramique, plâtre, béton, verre, pierre, brique, ciment
M1	combustible	inflammable	PVC rigide, dalles minérales de faux-plafonds, certains bois ignifugés, matériaux composites
M2	Combustible	difficilement inflammable	moquette murale, panneau de particules
M3	Combustible	moyennement inflammable	bois, revêtement sol caoutchouc, moquette polyamide, laine
M4	combustible	facilement inflammable	polyester, polypropylène, tapis fibres mélangées, papier

Catégories de matériaux (arrêté 30/12/2011 Article GH15 Réaction au feu des matériaux de construction)

-Les panneaux des façades vitrées doivent en outre satisfaire à la règle suivante :

$$C + D > 1,20 \text{ mètre}$$

⁷ Op.cit. P.215

C : étant la distance verticale entre le haut d'une baie et le bas de la baie qui lui est superposée
D : étant la distance qui sépare les murs ou les panneaux situés de part et d'autre du plancher.⁸

6.2.4. Circulations

- Dégagements et circulation horizontale :

-Les dégagements doivent avoir des largeurs d'au moins **1,40** mètre.

-Les circulations horizontales communes doivent être cloisonnées par des parois en matériaux de catégorie M0 ou coupe-feu de degré d'une heure au moins, ne comportant aucun volume de rangement ouvrant dans les circulations. Les portes de ces parois doivent être coupes flammes de degré d'une demi-heure au moins et équipés de ferme porte.⁹

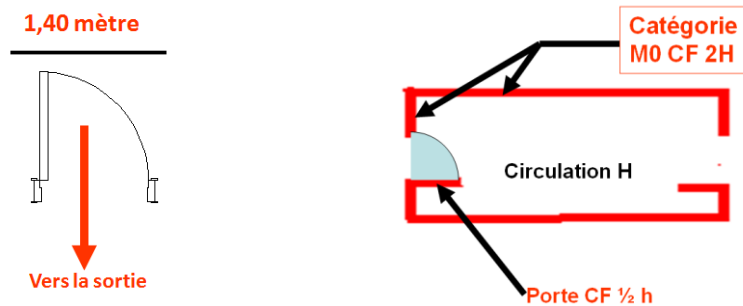


Figure 20 : Schéma des normes d'isolation

- Escaliers, ascenseurs et monte-charges :

-Les volées ne doivent pas compter plus de 25 marches.

-Les escaliers desservant les étages doivent être continus jusqu'au niveau permettant l'évacuation sur l'extérieur.

-Une sortie directe doit correspondre à chacun des escaliers de l'immeuble, sauf lorsque ces escaliers débouchent sur un hall s'ouvrant largement sur l'extérieur

-Si les escaliers sont réunis dans un noyau central, les dispositifs d'accès aux escaliers doivent se trouver sur deux faces opposées du noyau du compartiment.

-Tous les escaliers doivent être reliés entre eux par des circulations horizontales communes.

-Les escaliers doivent être à plus de 10 mètres et à moins de 30 mètres l'un de l'autre.

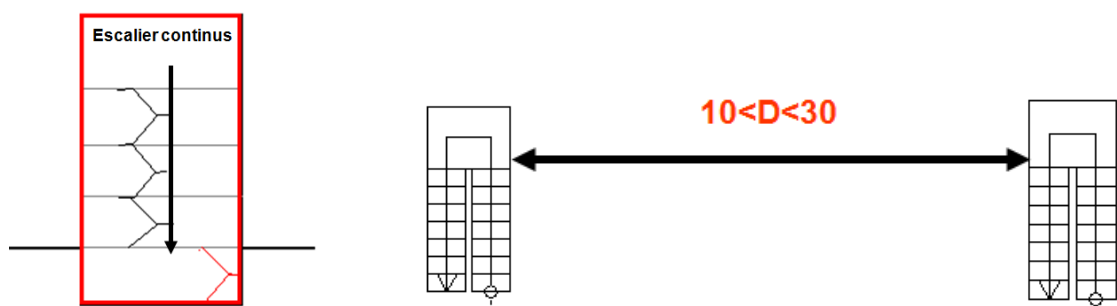


Figure 21 : Schématisation des normes pour escaliers

⁸ Op.cit. P.223

⁹ Op.cit. P.259

- Les parois et les dispositifs tels que sas ou portes permettant l'accès aux escaliers, aux ascenseurs et monte-charge doivent être coupe-feu de degrés de deux heures
- l'accès aux ascenseurs doit être interdit aux compartiments atteints ou menacés par l'incendie.
- En aucun cas, il ne peut avoir plus de trois ascenseurs dans une même gaine.

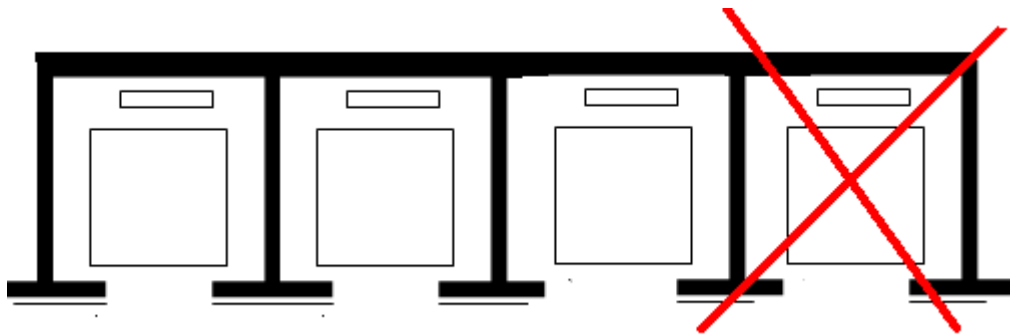


Figure 22 : Schématisation de la disposition des ascenseurs dans la gaine

6.3. Installations diverses :

6.3.1. Locaux de service électrique :

- Ils doivent être identifiés et facile à atteindre par les services de secours
- Ils doivent être dotés de moyens d'extinction adaptés aux risques électriques
- Ils doivent disposer d'un éclairage de sécurité constitué par un ou plusieurs blocs autonomes
- Ces locaux doivent être isolés soit par :
 - Par des parois verticales et plancher haut coupe-feu de degré 2 heures et des dispositifs de franchissement coupe-feu de degré 1 heure sans communication directe avec les locaux ou dégagements accessibles aux occupants (public, résidents, etc.).
 - Par des parois verticales et plancher haut coupe-feu de degré 1 heure et portes coupe-feu de degré ½ heure.
 - Sans autres dispositions d'isolement que celles prévues pour les locaux à risques courants ; dans ce cas, le local est dit ordinaire

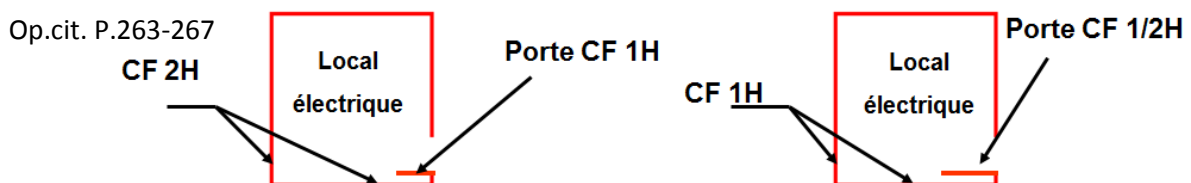


Figure23 : Schéma d'isolation des locaux électriques

6.3.2. Chauffage :

- Les chaufferies et leurs dépendances sont interdites à l'intérieur de l'immeuble de grande hauteur.
- Les parois limitant les chaufferies et leurs dépendances contigus à l'immeuble de grande hauteur doivent être coupes feu de degrés de 4 heures, résister à une pression d'une tonne par mètre carré et ne comporter aucune communication directe ou indirecte avec l'immeuble sauf pour les gaines ou conduits de chauffage.

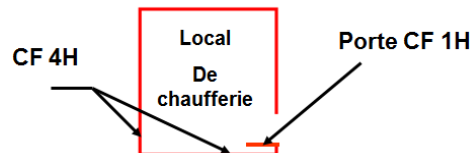


Figure 24 : Schéma d'isolation des locaux à chaufferies

7. Les préoccupations structurelles :

Les squelettes structurels principaux des grands bâtiments sont considérés comme des éléments linéaires rigides en extension verticale ancrés au sol. La structure doit supporter les charges gravitationnelles verticales et les charges latérales du vent et du séisme. Ainsi que les charges d'explosion.

Les charges de gravité sont causées par des charges mortes et vivantes. Les charges latérales ont tendance à claquer le bâtiment ou à le renverser. Le bâtiment doit donc avoir une résistance suffisante au cisaillement et à la flexion et ne doit pas perdre sa capacité de charge verticale.¹⁰

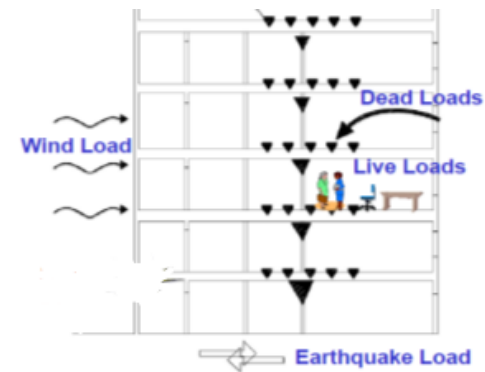


Figure25 : Les charges auxquelles sont soumis les bâtiments de grande hauteur

-Les charges de gravité :

Des charges mortes sont appliquées en permanence sur les structures pour la durée de vie du bâtiment, telles que les principaux éléments de charpente et les ensembles de services. Les charges imposées sont produites par l'occupation prévue, y compris le poids des cloisons mobiles dans les immeubles de bureaux.

¹⁰Bungale S. Taranath, Reinforced concrete design of tall building, CRC Press, P.26

- les charges latérales : (charges sismique + vent) :¹¹

Les tremblements de terre peuvent provoquer un remodelage très important des structures endommagées, ce qui rend les catastrophes induites par le tremblement de terre plus dangereuses. Certains des effets les plus destructeurs causés par les secousses dues au tremblement de terre sont ceux qui produisent des charges latérales dans une structure. La secousse d'entrée fait que la fondation d'un bâtiment oscille d'avant en arrière dans un plan plus ou moins horizontal. La masse du bâtiment a une inertie et veut rester où elle est et donc, des forces latérales sont exercées sur la masse pour l'amener avec la fondation. C'est pour cela que des systèmes structurels se sont développés.

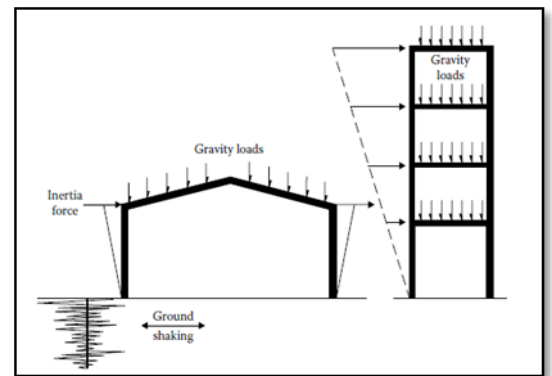


Figure 26 : L'action dynamique des tremblements de terre

-Pour la résistance au vent la méthode la plus élémentaire pour contrôler l'oscillation horizontale est de simplement resserrer la structure. Au point où les poutres horizontales s'attachent à la colonne verticale. Pour les hauteurs plus ou moins importante ; les connexions plus serrées ne font pas vraiment le truc Pour garder ces bâtiments de balancement lourdement. Les ingénieurs doivent construire des noyaux particulièrement forts au centre du bâtiment. Les effets du vent peuvent également être minimisés par le façonnage aérodynamique du bâtiment.

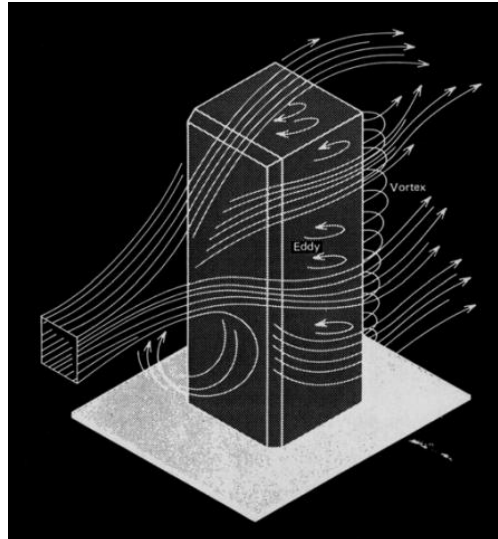


Figure 27: l'effet du vent sur le bâtiment

¹¹ Bungale S. Taranath, Reinforced concrete design of tall building, CRC Press, P.27-32

8. Système structurel:

8.1. Infrastructure :

Un immeuble de grande hauteur pèse plusieurs centaines de milliers de tonnes réparties sur une petite surface au sol. Les fondations du bâtiment dépendent de la taille de l'immeuble, du site d'implantation (Nature du sol).

Les ingénieurs géotechniques impliqués dans la conception des fondations pour les bâtiments de grande hauteur ont établi une classification des fondations :

Type de fondation	conditions	
	Nature du sol	Taille de l'immeuble
Fondation en radier	Sol meuble « faible résistance »	Hauteur <50m
Fondation avec pieux	Sol rocheux, argileux ou calcaire	Conditionne la profondeur des pieux
Fondation en radier sur pieux	Sol sablonneux marécageux	Conditionne la profondeur des pieux

Tableau02 : types de fondation pour les bâtiments de grande hauteur¹²

Fondation en radier

La construction ne doit pas être soumise à des surcharges présentant d'importantes dissymétries pouvant provoquer des tassements différentiels trop élevés entre les différentes zones du radier. Il est très préférable d'avoir un chargement symétrique pour éviter la rotation du radier.

La contrainte du sol sollicité doit être quasi uniforme. La hauteur maximale à atteindre avec une fondation en radier est de 50m.

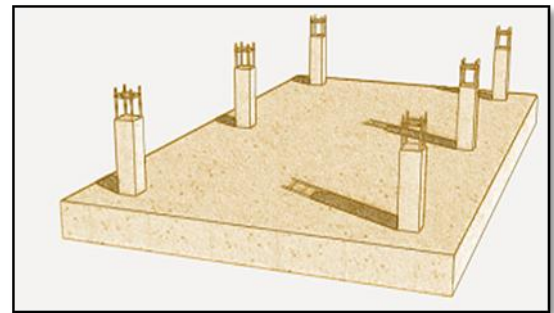


Figure 28: fondation en radier

Fondation avec pieux

Le pieu est la réponse technique à l'éloignement en profondeur du sol porteur. La profondeur des pieux dépend de la taille de l'immeuble ($l'ancrage = H/10$).

Dans certains cas ils peuvent descendre jusqu'à 50m, dans les zones où le vent et les activités sismiques se montrent supérieures, de plus grandes fondations se voient être réalisées afin de résister au mieux aux forces latérales et effets de renversements.

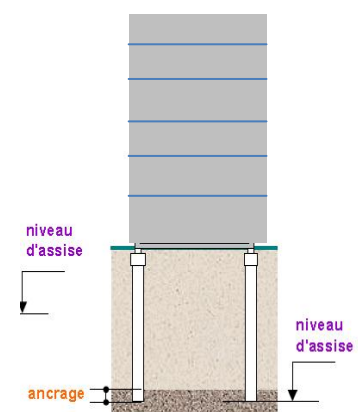


Figure 29: fondation avec pieux

¹² Harry G. Poulos, Article de conférence Foundation design for tall building, 2012.

Il y a deux catégories de pieux: les pieux forés et les pieux battus.

Les pieux battus sont ceux normalement utilisés dans les bâtiments courants, car moins chers et parce qu'ils ont l'avantage de consolider le sol. Les pieux forés sont utilisés pour des constructions de grande envergure : ponts, tours etc. Il existe différentes technologies pour forer un pieu (pieux forés simples, pieux forés tubés vibro-foncés, pieux forés à la boue), et cela affecte la capacité portante du pieu, surtout pour la partie confiée au frottement latéral. Dans tous les cas, le pieu est armé avec des barres en acier. Les diamètres courants vont de 40 à 120 cm.

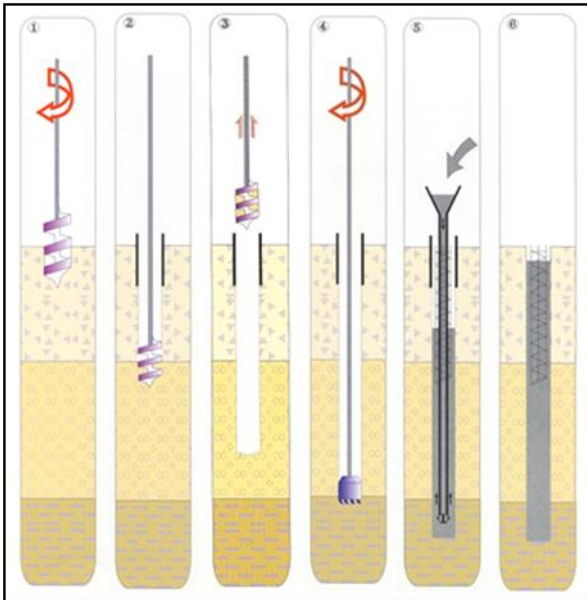


Figure 30 : Pieux forés simples

- 1- Mise en fiche, réglage, perforage
- 2- Mise en place de la virole
- 3- Forage à la tarière
- 4- Ancrage au carottier
- 5- Mise en place d'armatures et bétonnage à la colonne
- 6- Contrôle de l'arase de béton

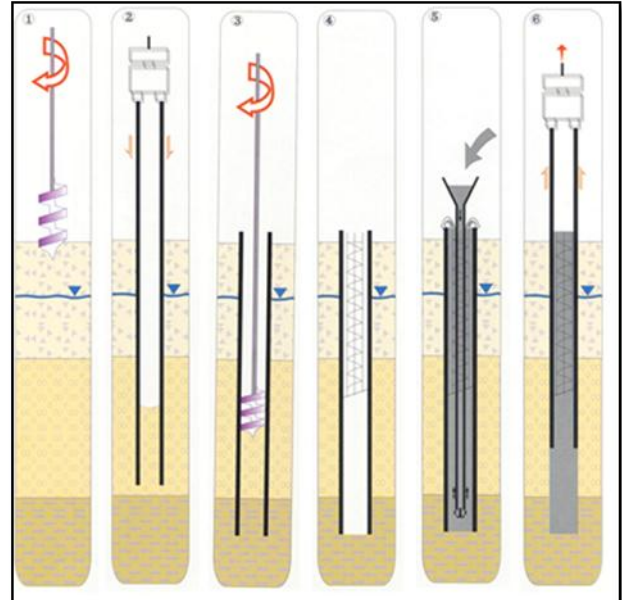


Figure 31 : Pieux forés vibro-foncés

- 1- Mise en fiche, réglage, perforage
- 2- Vibro-fonçage du tubage de travail
- 3- Forage et extraction des terres
- 4- Mise en place d'armatures
- 5- Bétonnage au tube plongeur
- 6- Extraction du tubage de travail

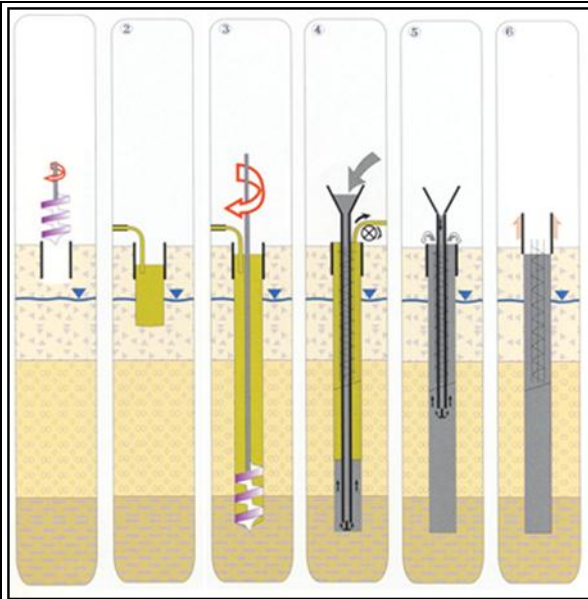


Figure 32 : Pieux fores à la boue

- 1- Implantation, perforage , mise en place de la virole
- 2- Mise en œuvre de la boue benthonique
- 3- Forage sous charge de boue
- 4- Recyclage de la boue, mise en place d'armatures partielles ou totales, bétonnage au tube plongeur
- 5- Tube plongeur relevé par élément, fin du bétonnage
- 6- Extraction de la virole, contrôle de l'arase béton

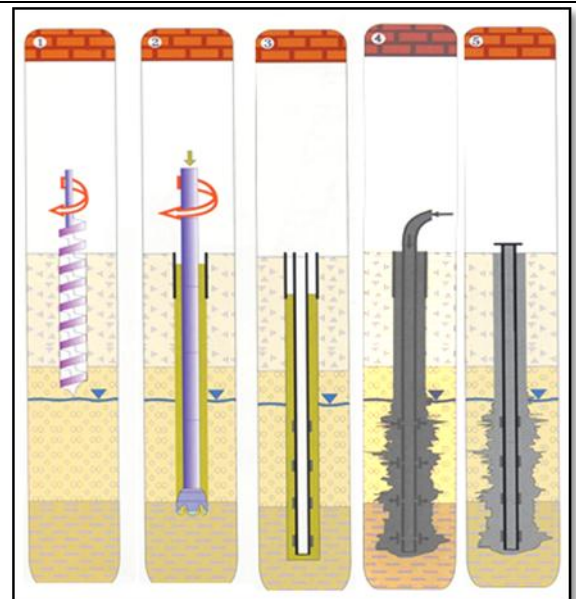


Figure 33 : Micro pieux

- 1- mise en fiche, réglage, forage.
- 2- forage sous tubage, boue ou mortier
- 3- mise en place d'une armature pouvant être équipée de manchettes pour l'injection sous pression.
- 4- Scellement au coulis, ou au mortier de l'armature.
- 5- Recépage et soudage d'une plaque.

Fondation en radier sur pieux

Un radier sur pieux combine deux techniques de construction de la fondation dans un design hybride, Il se compose à la fois la pile et radier. Utile dans le sol sablonneux marécageux, sol argileux qui a une faible capacité portante. Le radier sur pieux peut être envisagé comme un radier avec des pieux placés stratégiquement sous des colonnes fortement chargées pour réduire la charge globale sur le radier.

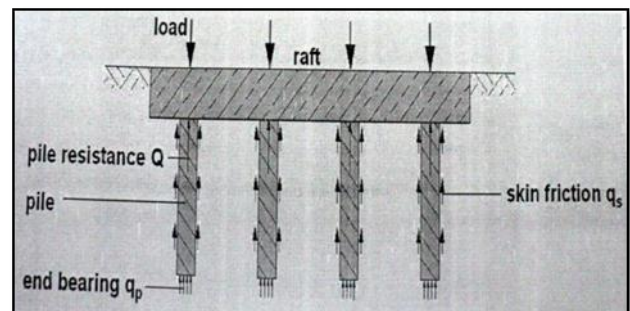


Figure 34 : fondation en radier empilé

Harry G. Poulos, Article de conférence Foundation design for tall building, 2012.

8.2. Superstructure :

8.2.1. Evolution des systèmes structurels:

1^{ère} génération : (1780-1850)

Les murs extérieurs de ces bâtiments se composaient de pierre ou de brique, bien que parfois de fonte a été ajoutée à des fins décoratives.

Les colonnes étaient en fonte, souvent non protégées; L'acier et le fer forgé ont été utilisés pour les poutres; Et les planchers étaient en bois. Le système structurel utilisé est celui du cadre rigide.

2^{ème} génération : (1850- 1940)

La deuxième génération de grands édifices, dont le Metropolitan Life Building (1909), le Woolworth Building (1913) et l'Empire State Building (1931), sont des structures de charpente dans lesquelles un squelette de colonnes soudées ou rivetées Des poutres, souvent encastrées dans du béton, traverse tout le bâtiment.

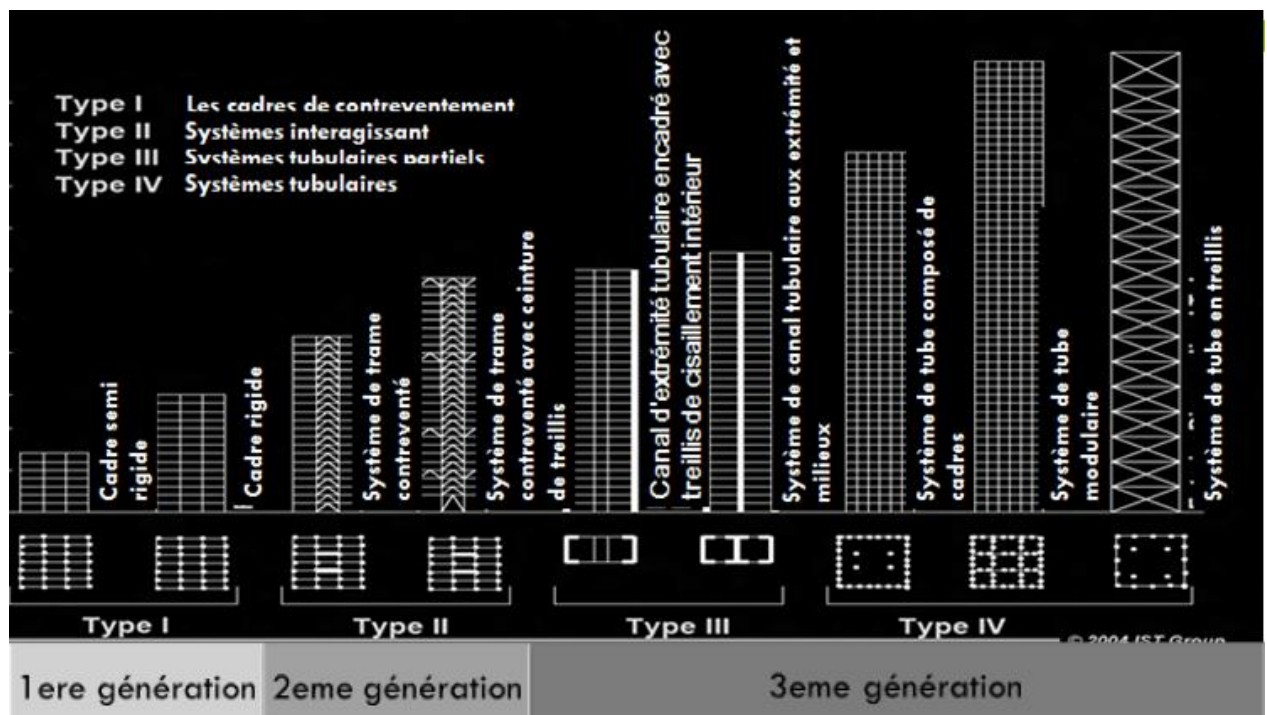
Ce type de construction permet une structure extrêmement robuste, mais pas une surface de plancher aussi attrayante. Les intérieurs sont remplis de colonnes et de murs lourds et porteurs.

3^{ème} génération : (1940- à nos jours)

Les bâtiments construits après la Seconde Guerre mondiale jusqu'à aujourd'hui constituent la dernière génération de gratte-ciel.

Au sein de cette génération, il y a ceux de la construction à ossature d'acier (construction de noyau et construction de tube), construction en béton armé (cisaillement) et construction en béton armé et en acier (composite). C'est l'apogée du système tubulaire principalement.

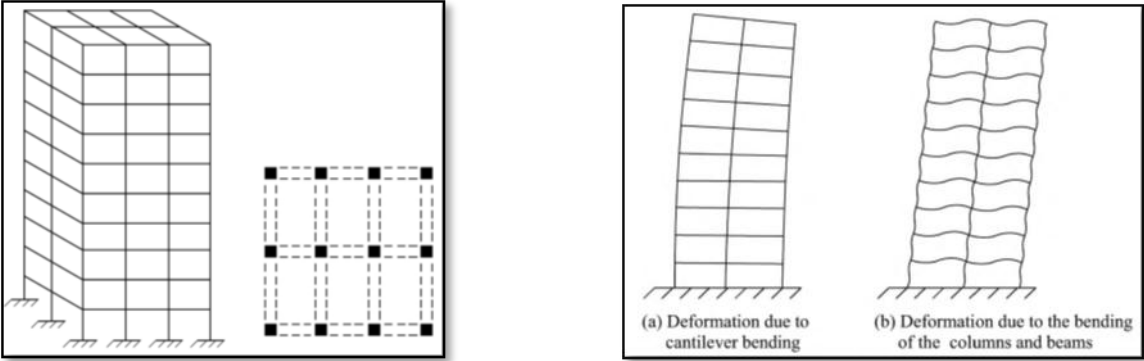

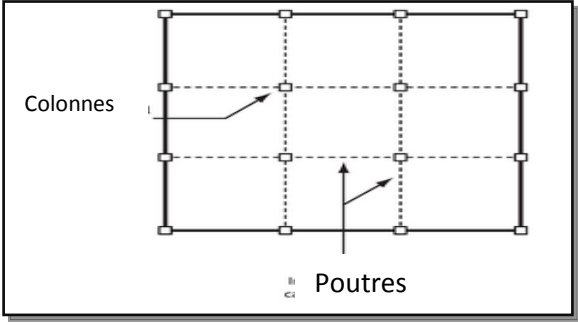
Les systèmes hybrides ont également évolué pendant cette période. Ces systèmes utilisent plus d'un type de système structurel dans un bâtiment.

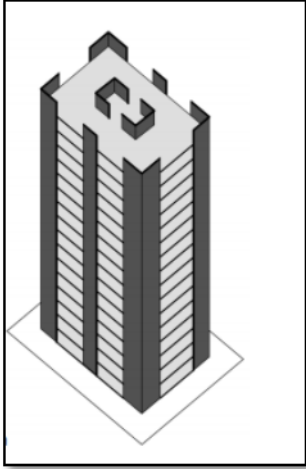

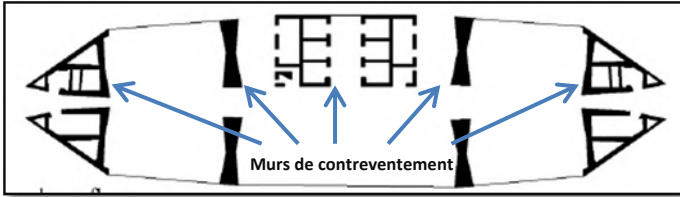


8.2.2. Typologie des systèmes structurels :

Les tours peuvent être réalisées soit en acier, en béton armé ou bien de manière composite.

Les structures de grande hauteur se divisent en deux catégories, en fonction des systèmes résistants aux forces latérales verticales : structures intérieures et structures extérieures.

Structure intérieure	
Système de cadre rigide	Nombre d'étages : 25
<p>Description : Ce système se compose de colonnes et de dalles rigidement liées, c'est-à-dire qu'il comprend typiquement des cintrages parallèles et disposés orthogonalement, constitués de colonnes et de poutres avec des joints résistant aux moments.</p> <p>Comportement : Le plus grand inconvénient dans les systèmes de cadre rigide est l'ampleur de la dérive latérale, ce qui provoque des dommages aux éléments constructifs.</p> <p>Il y a deux causes de dérive latérale:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- La déformation due à la flexion cantilever du bâtiment (déformation de flexion), qui est d'environ 20% de la dérive latérale totale. 2- La déformation due à la flexion des poutres et des colonnes (déformation de cisaillement), environ 65% est due à la flexion des poutres, et 15% aux colonnes, totalisant environ 80% du total de la dérive latérale. <p>La rigidité structurelle des cadres rigides est directement proportionnelle aux dimensions de la section transversale et la flexion des poutres et des poteaux. Pour les bâtiments construits dans des régions de forte activité sismique en particulier, les détails de connexion entre les éléments de structure sont très importants en raison de la nécessité d'un comportement ductile dans le cadre rigide à cause de la grande dérive latérale aux cours des séismes violents, la ductilité est alors obtenue par la formation des rotules plastiques dans les colonnes et les poutres.</p>	
	
Exemple : Lever House, New York, USA, 1952	Nombre d'étages : 21
 <p style="text-align: center;">Figure 35 : Lever House</p>	<p>Fiche technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Architecte : Skidmore et Owing -Hauteur : 92m -Système structurel : cadre rigide. -Matériaux : acier
	
<p>Figure 36 : Plan structurel</p>	

Structure intérieure	
Système de murs porteurs	Nombre d'étages : 35
<p>Description : Ce système se compose de murs de contreventement en béton armé, qui peut être perforé (avec des ouvertures) ou solides. Efficace et économique, ils offrent une rigidité suffisante pour résister au vent et aux séismes induits par les charges latérales dans les bâtiments allant jusqu'à environ 35 étages.</p> <p>Comportement : Les murs de contreventement peuvent être considérés comme console verticale fixée rigidement à la base, et peuvent résister à toutes les charges verticales et latérales sur un immeuble sans colonnes.</p> <p>Les parois selon deux directions orthogonales sont généralement nécessaires pour résister aux charges latérales dans deux directions. Le placement des murs autour des ascenseurs, des escaliers et des puits est courant car ils n'interfèrent pas avec la disposition architecturale intérieure.¹³</p>	
	
<p>Figure 37 : système de murs porteurs</p>	
<p>Exemple : Pirelli Building, Milan, Italie, 1958</p>	
	<p>Fiche technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Architecte : Gio Pent. -Hauteur : 124m -Matériaux : béton armé -Système structurel : murs porteurs. <p>Descriptif : La structure se constitue des murs de contreventements intérieurs ainsi que sur les deux côtés du bâtiment, deux murs de contreventement triangulaires rigides en béton armé pour résister aux charges latérales induite par le vent et le séisme. Le mur de contreventement intérieur central a été décentralisé pour des raisons fonctionnelles et donc ils ont rajouté des murs de contreventement épais de part et d'autre.¹⁴</p>
	
<p>Figure 38 : Plan structurel</p>	

¹³ Op.cit. P. 27

¹⁴ Op.cit. P. 100

Structure intérieure

Système de trame contreventée

Nombre d'étages : 50

Description :

Il consiste en une combinaison des deux systèmes (trame rigide et murs porteurs).

Comportement :

Le système de cadre rigide n'a pas une résistance suffisante contre les charges latérales dans les bâtiments de plus de 25 étages à cause de la flexion des colonnes qui provoque de grandes déformations.

Les cadres rigides résistent aux charges latérales par dissipation de l'énergie grâce à leur ductilité et peuvent subir des déformations latérales excessives. Les fermes et les murs de contreventement, en dépit d'être moins ductile que le cadre, dissipent de l'énergie tout en restant dans les limites élastiques présentant de plus petites déformations latérales, c'est-à-dire que la rigidité totale du bâtiment peut être augmentée en ajoutant des fermes verticales de contreventement (accolades) et / ou des murs de contreventement sur le cadre rigide pour porter le cisaillement externe induit par les charges latérales.

Le cadre a tendance à réduire la déviation latérale de la paroi de contreventement au sommet, tandis que la paroi de contreventement supporte le cadre près de la base.

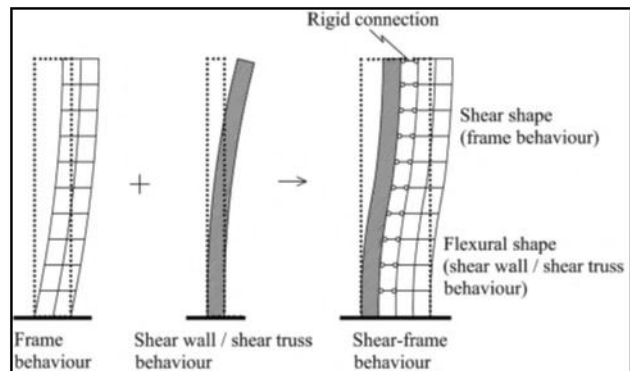


Figure 39 : Le comportement du système de trame contreventée sous charges latérales

Ce système peut être divisé en deux types :

1-Système de cadre à parois de contreventement : se compose de cadres rigides renforcés par les murs de contreventement en béton qui sont perforées ou solides.

2-Système d'ossature contreventée : (cadre de contreventement) se compose de cadres rigides et des éléments de contreventement en diagonale qui sont entre les colonnes du cadre rigide.

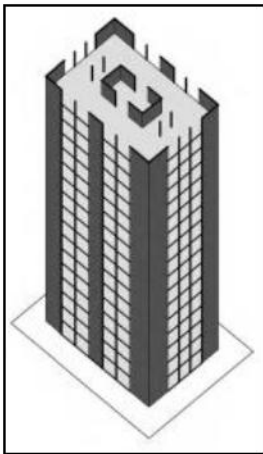


Figure 40 : système de trame contreventée
Système de cadre à paroi de contreventement

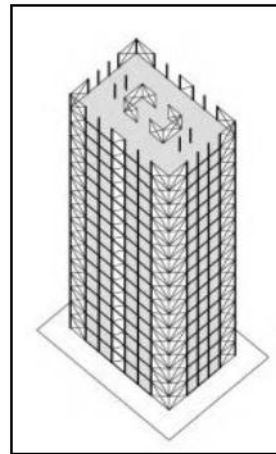


Figure 41 : système de trame contreventée
Ossature contreventée.

Les éléments d'entretoise diagonale dans le système contreventé sont divisé en quatre catégories :

- Contreventement diagonal
- X-contreventement (contreventement)
- Chevron-contreventement (V-contreventement)
- Contreventement genou.

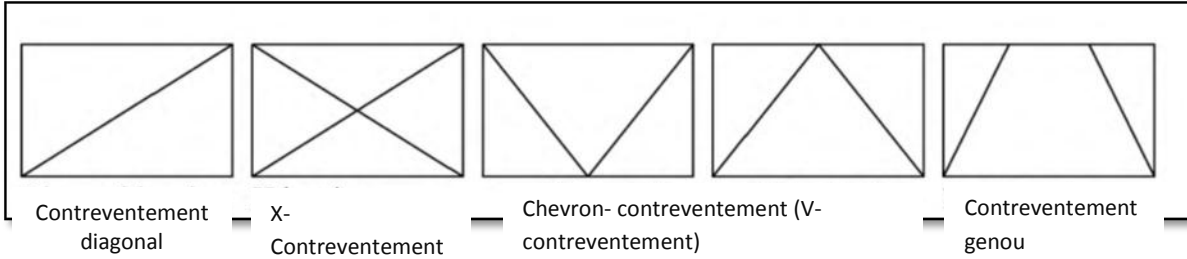


Figure 42 : Les éléments d'entretoise diagonale

Exemple : New York Time Tower, New York, USA, 2007

Nombre d'étages : 50



Figure 43 : New York Tower

Fiche technique :

- Architecte : Renzo Piano
- Hauteur : 27m
- Matériaux : acier.
- Système structurel : trame contreventée

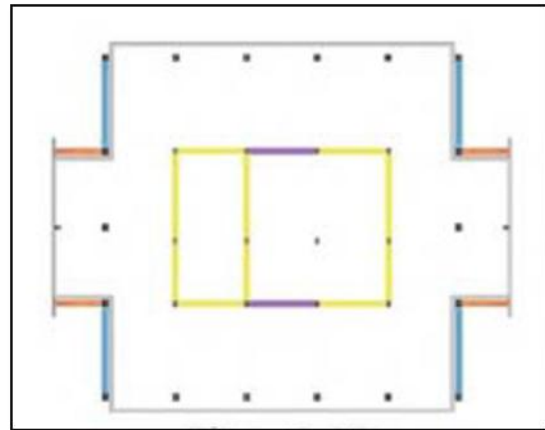
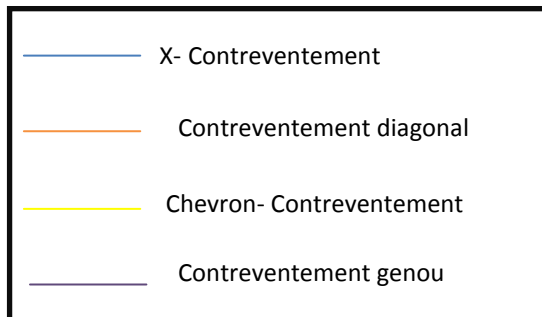


Figure 44 : Plan structurel



Dans ce système structurel tous types d'entretoises diagonales sont utilisées en plus du cadre rigide en acier.

Structure intérieure

Noyau central

Nombre d'étages : 20

Description :

Ce système consiste en l'existence d'un massif noyau de béton armé au cœur du bâtiment ; c'est-à-dire un énorme pilier creux en béton consolidé, ou armé, de dizaines de poutrelles d'acier qui renforcent la structure. A l'intérieur de cette ossature sont logés les dizaines d'ascenseurs, d'escaliers de secours, d'arrivées d'eau qui desservent l'édifice. La forme du noyau est généralement dictée par les exigences d'ascenseur et d'escalier et peut varier d'un noyau rectangulaire unique à plusieurs noyaux.

Les dalles de chaque module peuvent être en porte à faux à partir du noyau central ou bien supporter avec des colonnes périphériques discontinues.

Comportement :

La rigidité à la flexion est limitée par la flexion du noyau. Ainsi, dans les bâtiments super tall ou dans les cas où la charge latérale est très grande, la rigidité à la flexion du bâtiment ne suffit pas, à moins qu'un méga noyau soit utilisé.

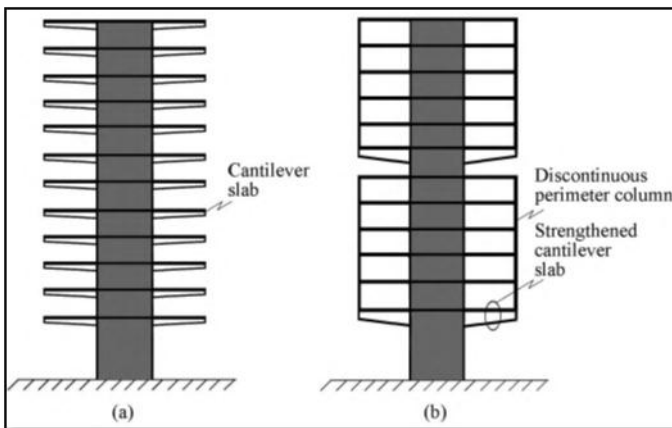


Figure 45 : schématisation noyau central

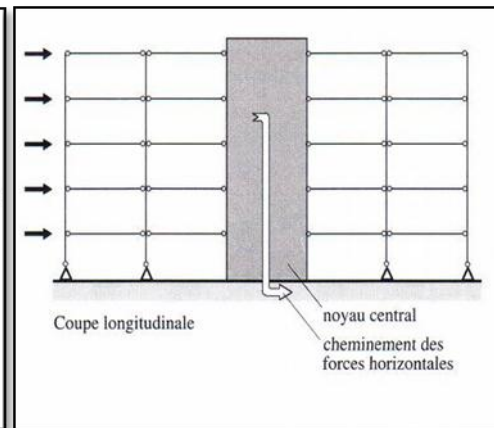


Figure 46 : cheminement des forces horizontales

Exemple : La tour Maine Montparnasse, Paris, France, 1973

Nombre d'étages : 59



Figure 47 : La tour Maine Montparnasse



Figure 48 : Noyau central



Figure 49 : La tour en cours de construction

La tour Maine Montparnasse atteint une hauteur de 210m. elle fut conçue par Saubot. C'est un bâtiment composite avec un noyau central en béton armé Les dalles sont supportées avec des colonnes périphériques.

Structure intérieure

Méga noyaux centraux

Nombre d'étages : >40

Description :

Constitués de colonnes en béton armé avec des sections transversales beaucoup plus grandes que la normale, fonctionnant de façon continue sur toute la hauteur du bâtiment. Dans les systèmes de méga noyau central, les dalles de plancher sont en porte à faux, ils peuvent également être utilisés avec des dalles en console renforcé. Dans ce cas, les dalles de plancher sont pris en charge par les principaux murs de contreventement et des colonnes de périmètre discontinues. Ce système offre une rigidité suffisante pour résister au vent et aux séismes induits par des charges latérales dans les bâtiments de plus de 40 étages.

Comportement :

La rigidité à la flexion est limitée par la flexion du noyau.

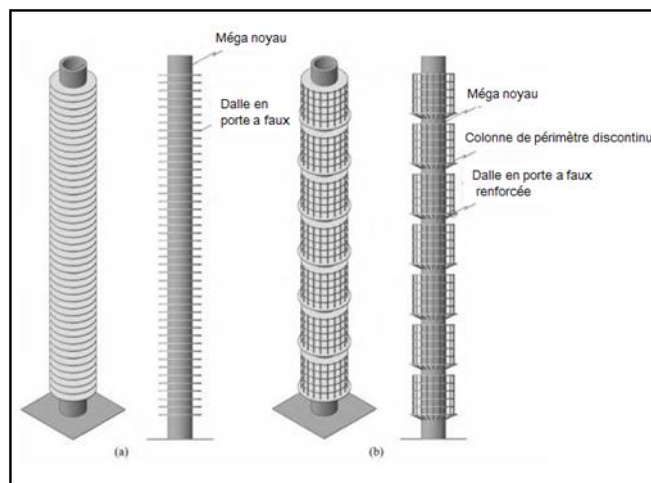


Figure 50 : dalle dans les méga noyaux centraux

Exemple : Aspire Tower, Doha, Qatar, 2006.

Nombre d'étages : 36



Figure 51 : Aspire Tower

Fiche technique :

- Hauteur : 300 m
- Architecte : Hadi Simaan
- Matériaux : béton armé et acier
- Système structurel : méga noyau de 238 m de haut, ainsi que 62 m structure en treillis en acier.

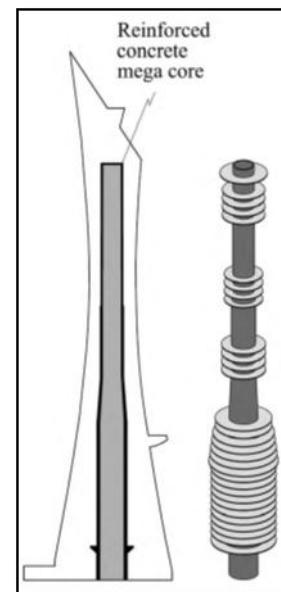


Figure 52 : Méga noyau central

Le méga noyau comme la colonne vertébrale de l'édifice résiste à toutes les charges verticales et latérales et prend en charge les modules en encorbellement du bâtiment. C'est une paroi centrale de contreventement en béton armé ayant une section circulaire avec un diamètre externe variant de 18 à 13 m (de bas en haut) et d'une épaisseur variant entre 2 à 1 m (de bas en haut) sur toute la hauteur du bâtiment.

Les dalles de plancher dans les modules sont en encorbellement jusqu'à 11,3 m à partir du noyau et soutenu par des colonnes discontinues en acier sur le périmètre. La dalle inférieure de chaque module est en porte à faux et supporte les colonnes périphériques des étages supérieurs du module.

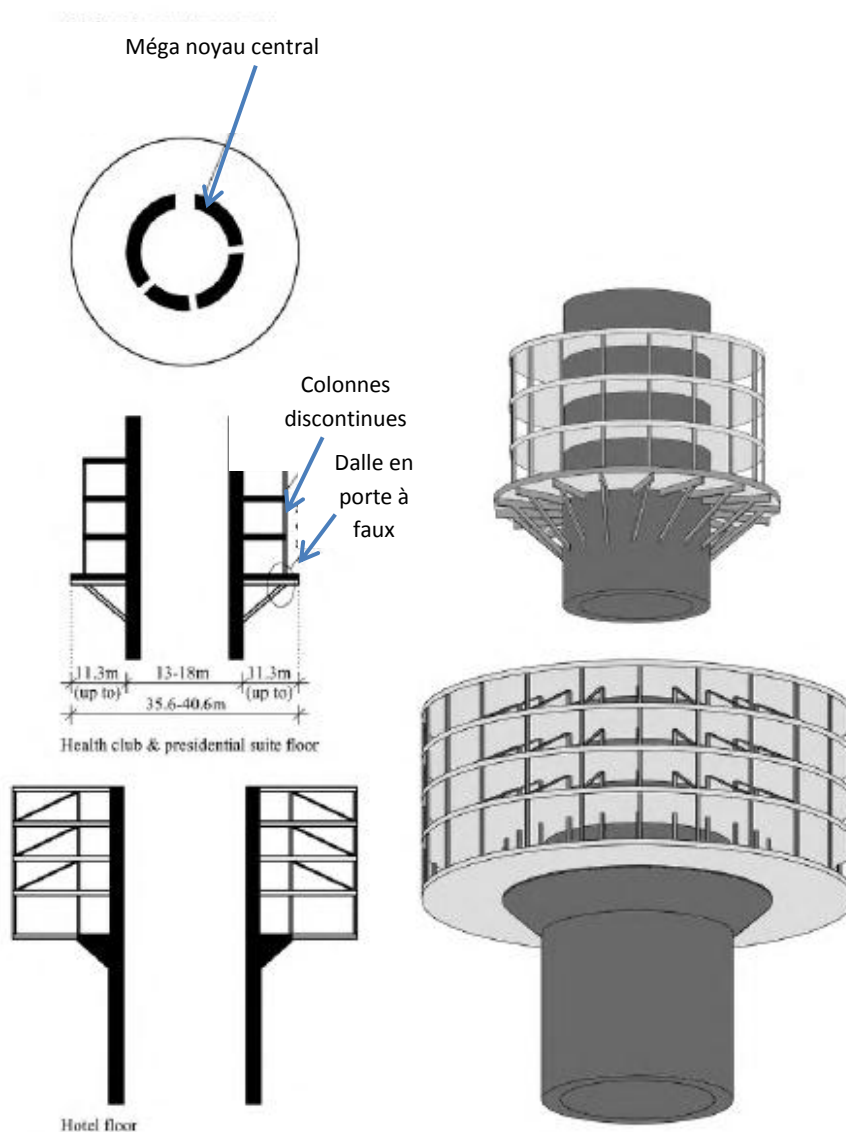


Figure 53 : Schématisation structurelle du méga noyau central de la tour

Structure intérieure**Méga colonne****Nombre d'étages : >40****Description :**

Constituée de colonnes ou des murs de contreventement avec des sections beaucoup plus grandes que la normale, elle fonctionne en continu tout au long de la hauteur du bâtiment pouvant résister à toutes les charges verticales et latérales. Ce sont des colonnes périphériques.

Les Méga- colonnes peuvent être utilisés uniquement pour fournir de grands espaces à l'entrée du bâtiment, comme une aide au système structurel principal pour les niveaux au-dessus de l'entrée, sans courir en continu sur toute la hauteur du bâtiment. Comme le nombre de méga colonnes à l'entrée est beaucoup plus faible que le nombre de colonnes sur les étages supérieurs, la transition structurelle entre eux est réalisée en utilisant des faisceaux de transfert profonds.

Les méga colonnes, dans le cas où ils fonctionnent en continu sur toute la hauteur du bâtiment, peuvent être utilisés avec un système de trame stabilisatrice et/ ou un système de tubes.

Comportement :

Dans les systèmes des méga colonnes, sous effets latéraux, les colonnes peuvent subir des flexions importantes et donc les connexions horizontales sont de première importance. Pour retenir les colonnes latéralement, des ceintures, des cadres de Vierendeel, et méga accolades sont utilisées. De cette façon, toutes les colonnes et / ou méga murs de contreventement extérieurs sont reliés entre eux pour participer à la rigidité latérale de la structure.



Figure 54 : Système de méga colonne

Exemple : Cheung Kong Centre, Hong Kong, Chine, 1999 **Nombre d'étages : 63**



Figure 55 : Cheung Kong Centre

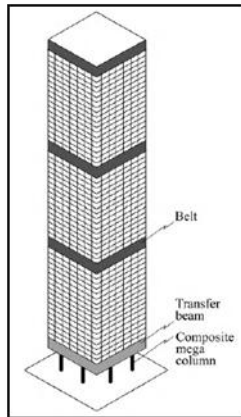


Figure 56 : Schématisation du système structurel de la tour

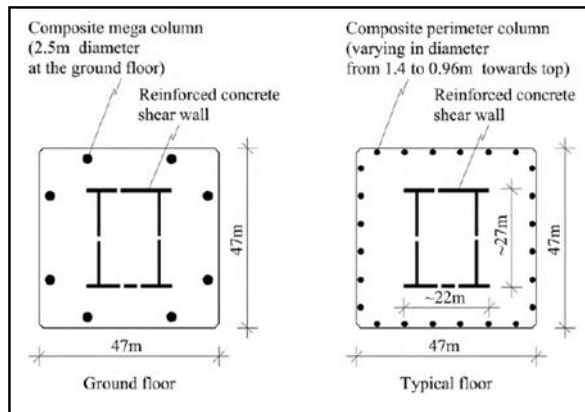


Figure 57 : Schématisation structurelle en plan

Fiche technique :

- hauteur : 300 m
- Architecte : Hsin Yieh.
- Matériaux : béton armé et acier
- Système structurel : composite se basant sur des colonnes périphériques en acier et noyau central en béton.

Descriptif :

Il y a 8 méga colonnes au rez-de-chaussée ainsi qu'au niveau des 3 premiers étages avec 2.5m de diamètre de section circulaire permettant une certaine liberté intérieure de l'espace. Les 39 étages qui suivent comportent des colonnes circulaires avec des sections plus petites variant de 1.4m à 0.96m. La transition structurelle entre eux est réalisée en utilisant des faisceaux de transfert profonds.

Exemple : Taipei 101, Taipei, Taiwan, 2004 **Nombre d'étages : 101**



Figure 58 : Taipei 101



Figure 59 : construction de la tour

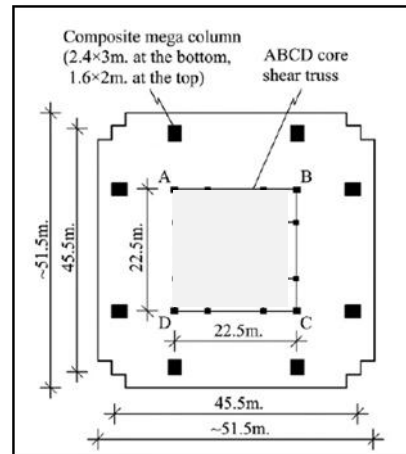


Figure 60 : Plan structurel

Fiche technique :

- Hauteur : 509 m
- Architecte : C.Y. Lee.
- Matériaux : béton armé et acier
- Système structurel : un noyau central et des mégas colonnes.

La tour dispose de 8 méga colonnes avec des sections transversales rectangulaires de 2,4 x 3 m.

Exemple : Commerzbank Tower, Frankfort, Allemagne, 1997**Nombre d'étages :** 56

Figure 61 : Commerzbank Tower

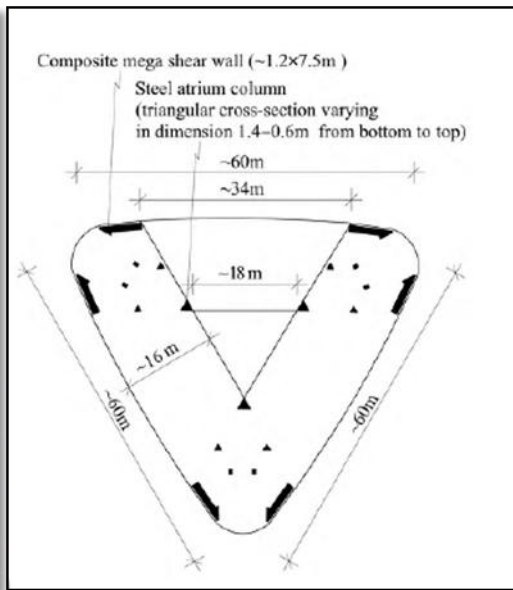


Figure 62 : Plan structurel

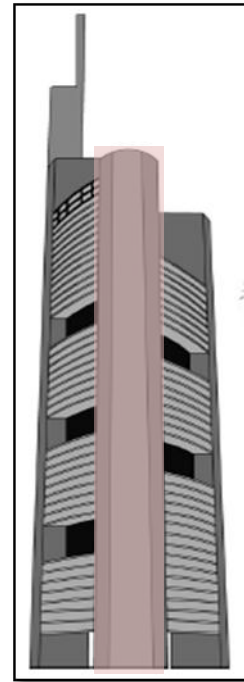


Figure 63: Méga murs de contreventement

Fiche technique :

-Hauteur : 259 m

-Matériaux : béton armé et acier

-Système structurel : 6 Méga murs de contreventement ayant des sections transversales d'environ 1,2 x 7,5 m qui fonctionnent en continu tout au long de la hauteur du bâtiment pour résister à toutes les charges verticales et latérales.

Système de trame stabilisatrice	Nombre d'étages : >40
Description :	
Système de trame stabilisatrice est développé par l'ajout de stabilisateurs de manière à coupler le noyau avec le périmètre (les colonnes extérieures) sur toute la hauteur du bâtiment de manière à rigidifier la structure.	
Un stabilisateur est constitué d'un treillis de contreventement horizontal ou d'un mur de contreventement qui est suffisamment rigide en flexion et au cisaillement. Dans les cas où le stabilisateur est utilisé à un seul niveau sur toute la hauteur du bâtiment, l'emplacement efficace est à 40 jusqu'à 60% de la hauteur du bâtiment.	
Puisque les stabilisateurs affectent l'espace intérieur, ils sont généralement situés dans les étages d'équipements mécaniques afin de ne pas entraver l'utilisation de planchers normaux.	
Comportement :	
Lorsque les stabilisateurs sont reliés de manière rigide sur le périmètre des colonnes (extérieure), ces colonnes sont soumises à des moments de flexion supplémentaires et les forces axiales transférées des stabilisateurs, et le système ne peut pas tout à fait profiter de la capacité du noyau central. D'autre part, lorsque les stabilisateurs sont reliés par des charnières « ceintures » aux colonnes de périmètre, en bloquant le transfert du moment de flexion des stabilisateurs aux colonnes, la capacité de charge axiale de la colonne est augmentée ainsi que la capacité du noyau central.	
Figure 64 : système de trame stabilisatrice	

Exemple : Zifeng Tower, Nanjing, China, 2010 <small>Op. cit. p.44-46</small>	Nombre d'étages : 66
--	-----------------------------



Figure 65 : Zifeng Tower

Fiche technique :

- Architecte : Skidmore, Owings et Merrill.
 - Hauteur : 450m
 - Matériaux : béton armé et acier
 - Système structurel : un noyau central et des colonnes sur le périmètre.
- Afin de rigidifier la structure les ingénieurs ont opté pour le système de trame stabilisatrice.

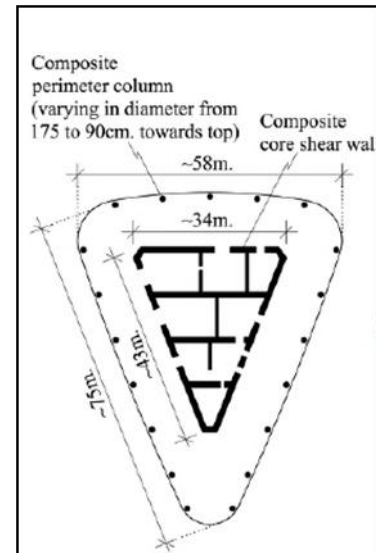


Figure 66 : Système structurel

c'est-à-dire l'ajout de stabilisateurs de manière à coupler le noyau central avec le périmètre colonnes (extérieur).

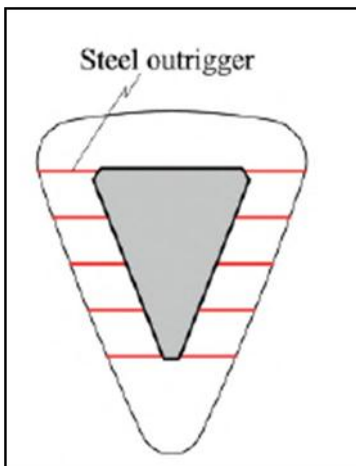


Figure 67 : Application de la trame stabilisatrice

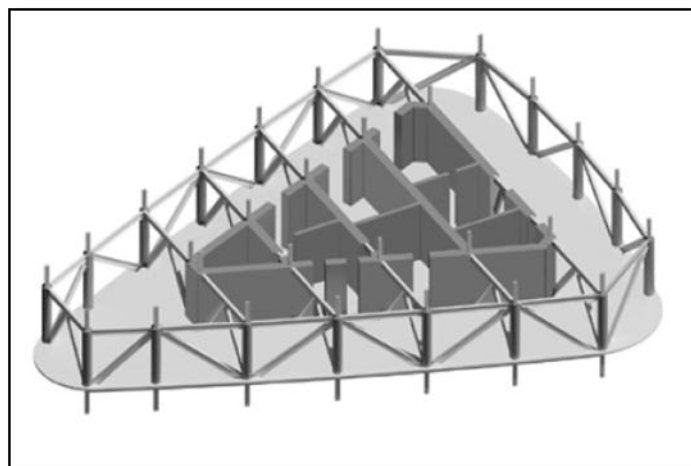


Figure 68 : Schématisation du système structurel

Structure extérieure

Système de tube

Description :

C'est un système avec une répartition des forces sur le périmètre extérieur permettant d'augmenter considérablement en hauteur. Dans la structure en tube, le rôle structurel dévolu au noyau est en partie reporté sur l'ossature extérieure de l'édifice : celle-ci n'a plus seulement un rôle d'isolant du milieu intérieur mais aussi celui de rigidifier. La façade peut donc supporter l'ensemble des forces verticales, c'est à dire la pression du vent, puis, elle transmet ces charges aux fondations. Ce système se dégage du système de cadre rigide et peut être définie comme un cadre rigide en trois dimensions ayant la capacité de résister à toutes les charges.¹⁵

Système de cadre tubulaire

Nombre d'étages : >40

Description :

Ce n'est autre que le système composé de cadres rigides mais avec des colonnes suffisamment rapprochées et des dalles assez rigides pour que l'effet cadre soit assuré et que le tout fonctionne comme un tube. Le périmètre est alors constitué de colonnes extérieures rapprochées, qui sont généralement espacées de 1,5 à 4,5 m, jointes par des poutres spandrels profondes au niveau du plancher.¹⁶

Comportement :

La dérive latérale due au déplacement axial de la colonne, provoquée par des déformations par cisaillement et par flexion des colonnes, peut être très importante en fonction de la géométrie du tube. Par exemple, si le rapport d'aspect du plan est important, il est probable qu'un renforcement latéral supplémentaire peut être nécessaire pour satisfaire les limitations de dérive. La totalité de la résistance latérale est fournie par des colonnes extérieures étroitement espacées et par des poutres en treillis profondes (poutre spandrels).

Lorsqu'elles sont soumises à une flexion, les colonnes des côtés opposés de l'axe neutre du tube sont soumises à des forces de traction et de compression. De plus, les cadres parallèles à la direction de la charge latérale sont soumis à la flexion dans le plan et aux forces de cisaillement associées à une action de cadre rigide indépendante.

En réalité sa réponse aux charges latérales est dans un mode combiné de flexion et de cisaillement. Le mode de flexion est dû au raccourcissement axial des colonnes, alors que le mode de cisaillement est dû à la flexion de colonnes individuelles et de spandrels.¹⁷

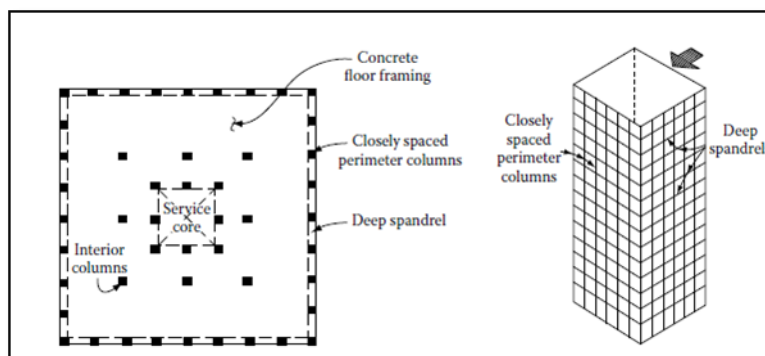


Figure 69 : système de cadre tubulaire

Exemple : World Trade Center, New York, USA, 1972

Nombre d'étages : 110

¹⁵ M. Gunel et H. Emre Elgin, Tall buildings structural systems and aerodynamic form, Routledge, P.72

¹⁶ IDEM, P.73

¹⁷Bungale S. Taranath, Reinforced concrete design of tall building, CRC Press, P.210



Figure 70 : World Trade Center

Fiche technique

- hauteur : 417m
- Architecte : Minrou Yamazaki.
- Matériaux : acier
- Système : cadre tubulaire.

Ce système est constitué de colonnes extérieures rapprochées qui servent à supporter toute la charge latérale et 40% de la charge verticale, tandis que le noyau central a été conçu pour supporter 60% de la charge verticale

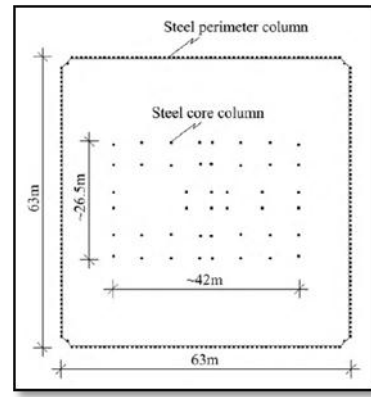


Figure 71 : Plan structurel

Les deux bâtiments avaient environ 63 × 63 m carrés sections transversales.

Les colonnes ont été espacées de 102cm à partie du centre avec une portée libre de 66cm.

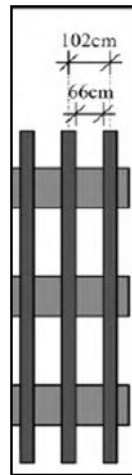


Figure 72 : Espacement entre les colonnes

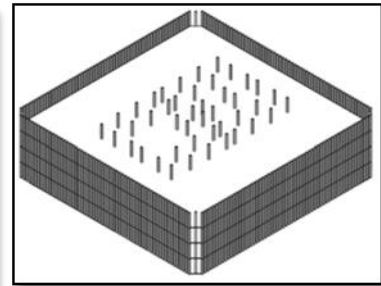
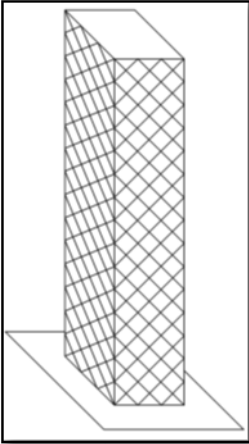


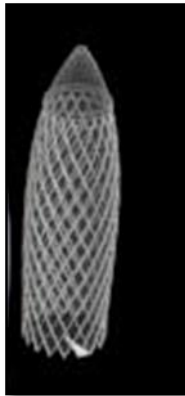


Figure 73 : Axonométrie structurelle

M. Gunel et H. Emre Elgin, Tall buildings structural systems and aerodynamic form, Routledge, P.134-135

Système de tube		
Système de grilles diagonales (Diagrid)	Nombre d'étages : >40	
<p>Description : Le système de grilles diagonales peut être formé en utilisant des entretoises diagonales étroitement espacées au lieu des colonnes verticales. La mise en place des éléments dans un modèle diagonale rapprochés procure une résistance suffisante contre les charges verticales et latérales.</p> <p>Comportement : Bien que les forces de cisaillement provoquées par des charges latérales soient retenues par la résistance à la flexion des colonnes et des poutres dans le système à cadre tubulaire, dans le système de trame tubulaire diagonale, ils sont pris en charge par la compression axiale et une résistance à la traction des entretoises diagonales.</p>		
		
Figure 74 : système de trame tubulaire diagonale		
Exemple : 30 st Mary Axe, Londres, Angleterre, 2004	Nombre d'étages : 41	
		
Figure 67 : 75 st Mary Axe	Figure 76 : les profilés tubulaires en acier	Figure 77 : la trame tubulaire diagonale
<p>Le système se compose d'intersection profilés tubulaires en acier qui suivent la courbure du bâtiment et fournissent un appui vertical au sol, donnant l'avantage supplémentaire de l'espace de bureau sans colonne.</p>		

Structure extérieure

Système de tube

Système de tube en treillis

Nombre d'étages : >40

Description :

Ce système permet d'augmenter l'espacement entre les colonnes sans inhiber le comportement tubulaire, reliant les colonnes de périmètre avec l'extérieur. Il peut être considéré comme une amélioration du cadre tubulaire, c'est une sorte de combinaison entre le système du cadre tubulaire et celui des grilles diagonales. C'est-à-dire l'ajout des accolades extérieures en plus des colonnes verticales.

Comportement :

le système de tube en treillis permet d'envisager d'augmenter la hauteur de la structure avec un espacement plus large entre les colonnes. Les accolades diagonales se comportent comme des colonnes inclinées, Les diagonales portent des forces de cisaillement latérales en compression et en tension axiales, éliminant ainsi la flexion dans les colonnes et les poutres. et elles transfèrent uniformément les contraintes aux colonnes verticales.

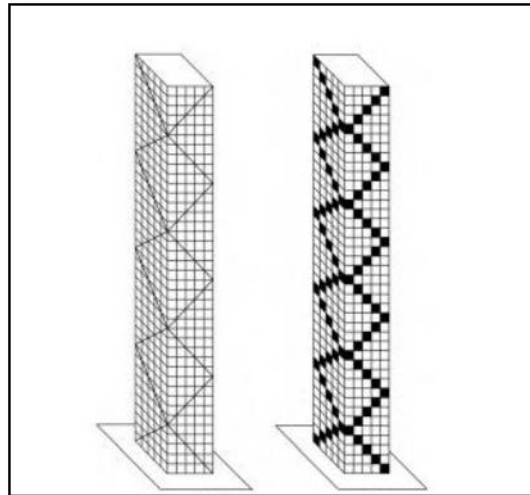


Figure 78 : schématisation système de tube en treillis

Exemple : John Hancock Center, Chicago, USA, 1969

Nombre d'étages : 100



Figure 79 : John Hancock Center

Fiche technique

- Hauteur : 344m
 - Matériaux : acier
 - Système structurel : tube en treillis.
- Les accolades X sur la façade conçue comme un élément en treillis avec 45° entre eux prennent en charge une partie des charges latérales induite par le vent aidant ainsi les colonnes verticales

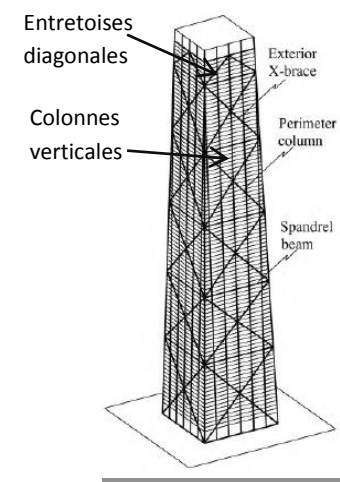


Figure 80 : Système structurel

Structure extérieure

Système de tube

Système de tube modulaire

Nombre d'étages : >40

Description :

Les systèmes de tube modulaire sont une combinaison de plus d'un tube (soit des tubes formés de diagonales extérieures (treillis) soit des tubes composés de cadres) agissant ensemble comme un seul tube.

Comme les hauteurs de bâtiments augmentent, en général, leurs rapports d'aspect augmentent également. L'augmentation du rapport d'aspect augmente la finesse et la flexibilité de la construction, et donc sa dérive latérale. Afin de garder le contrôle du rapport d'aspect, il est nécessaire d'augmenter les dimensions transversales de la base pour contrôler l'élanement du bâtiment en permettant de réduire les dimensions transversales des différents modules sur toute la hauteur du bâtiment.

Comportement :

Le but principal est de diminuer les effets de décalage du cisaillement. un certain nombre de tubes individuels interconnectés pour former un tube multicellulaire, dans lequel les cadres dans la direction de charge latérale résistent aux cisaillements, tandis que les cadres de flanc transportent la plupart des moments de retournement.

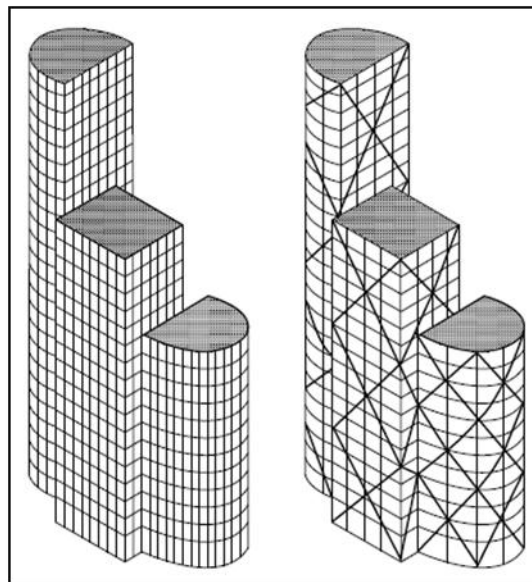


Figure 81 : schématisation système de tubes modulaires

Exemple : Willis Tower, Chicago, USA, 1974 **Nombre d'étages : 108**

fiche technique

-Architecte : Bruce Graham (SOM) et Fazlur Rahman Khan (SOM).

-Hauteur : 442

-Matériaux : acier

-

Figure 82 : Willis Tower

Sys
tèm
e :
tub
e
mo
dul
aire



Le
bâti

ment a une section carrée de $68,7 \times 68,7$ m

au niveau du sol et est formé à partir de 9

tubes rectangulaires avec $22,9 \times 22,9$ m des sections transversales carrées.

La forme de la Tour Willis commence avec 9 tubes à la base, et se terminant avec 2 tubes au sommet. Il s'agit d'une combinaison de tubes formés de cadre.

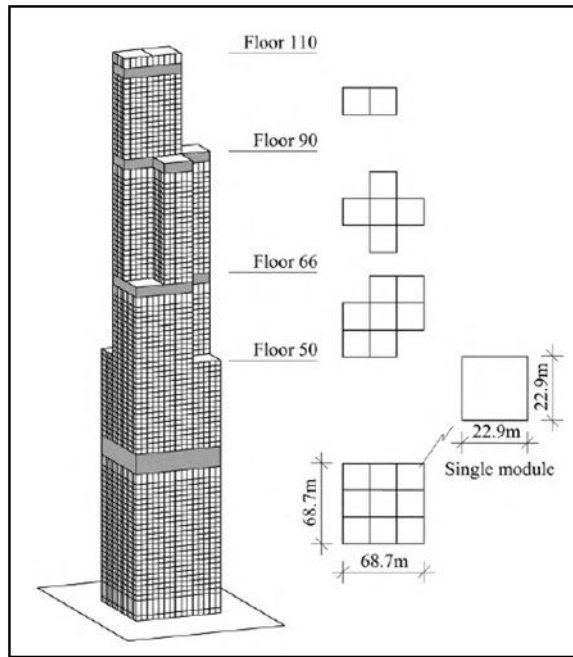


Figure 83 : axonométrie et plans schématiques

Op.cit. P.146-147

Structure extérieure

Exosquelette

Nombre d'étages : >40

Description :

Dans les structures exosquelette, les systèmes de résistance de charge latéraux sont placés en dehors des lignes de construction loin de leurs façades.

Ce principe structurel permet une flexibilité des espaces intérieurs qui garantit une exploitation programmatique et économique à long terme.

Comportement :

En raison des caractéristiques de composition du système, il agit comme un identificateur de bâtiment principal (l'un des principaux rôles de la construction de façades dans les cas généraux). Ce système porte les forces latérales et les transfère uniformément dans les éléments de l'exosquelette.



Figure 84 : conception en exosquelette

Exemple : Burdj Al arab, Dubaï, Émirats arabes unis, 1999

Nombre d'étages : 60



Figure 85 : Burdj Al arab

Fiche technique :

- Architecte : Tom Wright
- Hauteur 321m
- Matériaux : béton armé et acier
- Système structurel : exosquelette en acier qui rigidifie la structure et aide à transmettre les charges latérales.

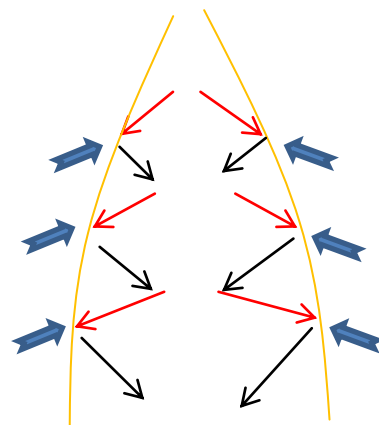


Figure 86 : Transmission des charges dans l'exosquelette

Op.cit. P92-94

8.2.4. Tableau comparatif des structures :

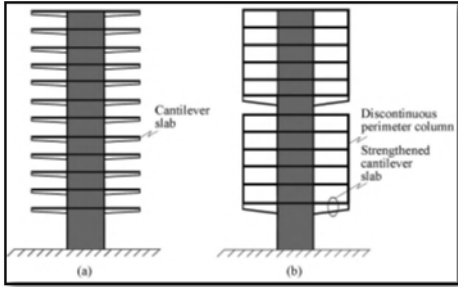

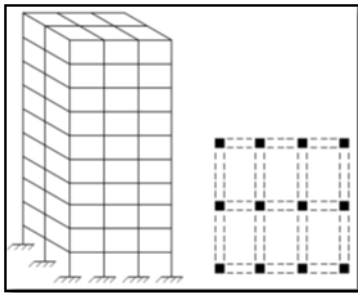
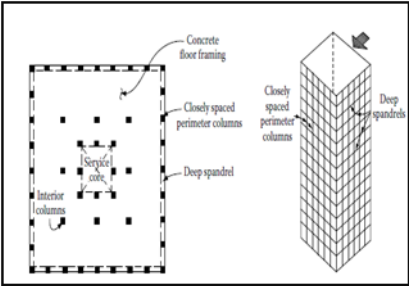
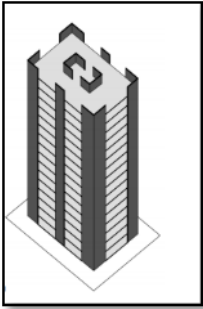
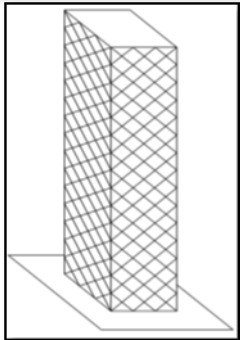
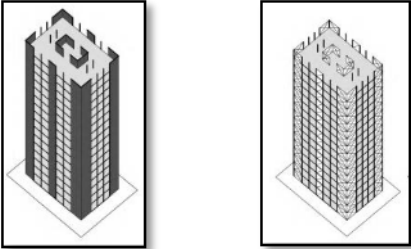
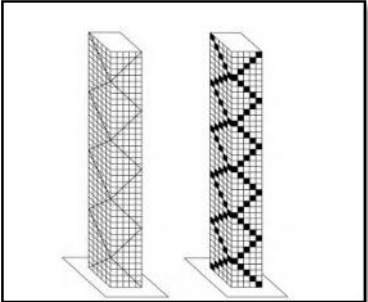
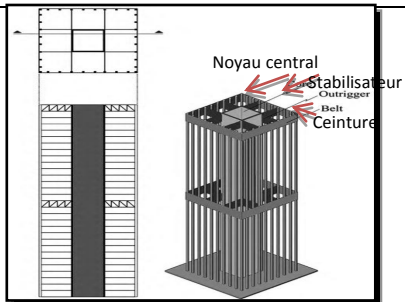
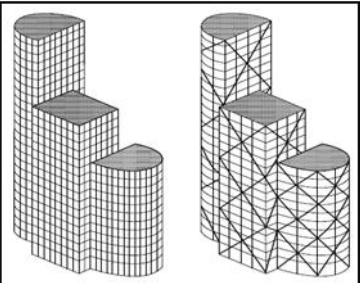
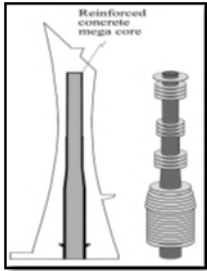
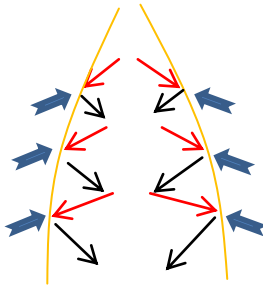
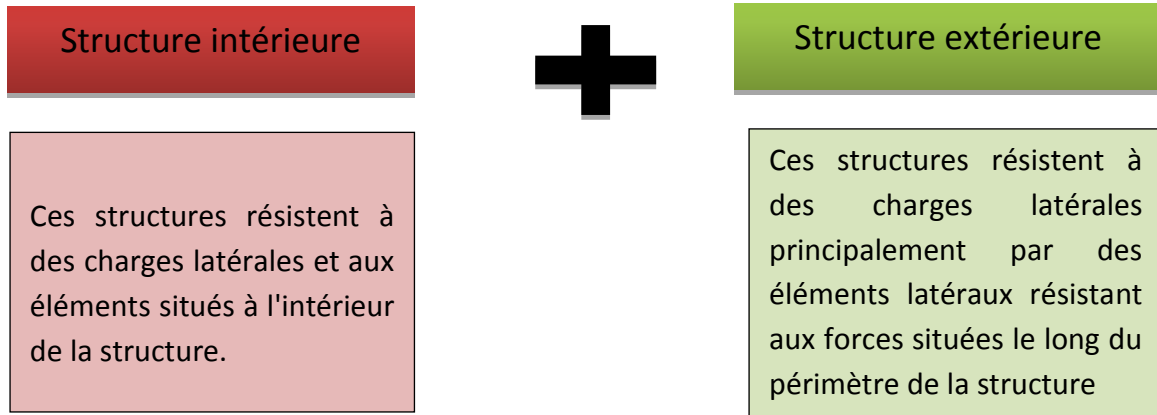
STRUCTURE INTERIEURE			
1 -Système de noyau central		7 -Méga colonne	
Nombre d'étages : 20		Nombre d'étages : >40	
Ce système consiste en l'existence d'un massif noyau de béton armé au cœur du bâtiment		Constituée de colonnes ou des murs de contreventement avec des sections beaucoup plus grandes que la normale se trouvant sur la périphérie.	
2 -Système de cadre rigide		STRUCTURE EXTERIEURE	
Nombre d'étages : 25		1 - Système de cadre tubulaire	
Ce système se compose de colonnes et de dalles rigidement liées		Nombre d'étages : >40	
	Ce n'est autre que le système composé de cadres rigides mais avec des colonnes suffisamment rapprochées.		
3 -Système de murs porteurs		2 - Système de grilles diagonales	
Nombre d'étages : 35		Nombre d'étages : >40	
Ce système se compose de murs de contreventement en béton armé		Il est formé en utilisant des entretoises diagonales étroitement espacées au lieu des colonnes verticales.	
4 -Système de trame contreventée		3 - Système de tube en treillis	
Nombre d'étages : 50		Nombre d'étages : >40	
Il consiste en une combinaison des deux systèmes (trame rigide et murs porteurs).		c'est une combinaison entre le système du cadre tubulaire et celui des grilles diagonales.	
5 -Système de trame stabilisatrice		4 - Système de tube modulaire	
Nombre d'étages : >40		Nombre d'étages : >40	
Ce système est développé par l'ajout de stabilisateurs de manière à coupler le noyau avec le périmètre.		Les systèmes de tube modulaire sont une combinaison de plusieurs tubes.	
6 -Méga noyaux centraux		5 -Exosquelette	
Nombre d'étages : >40		Nombre d'étages : >40	
Constitués de colonnes en béton armé avec des sections transversales beaucoup plus grandes que la normale située au cœur du bâtiment.		, les systèmes de résistance de charge latéraux sont placés en dehors des lignes de construction loin de leurs façades.	

Tableau 03 : Tableau synthétique des systèmes structurels

8.2.5. Synthèse :



Pour une résistance suffisante aux charges latérales, il y a toujours une combinaison entre structure intérieure et extérieure et entre les éléments structuraux.

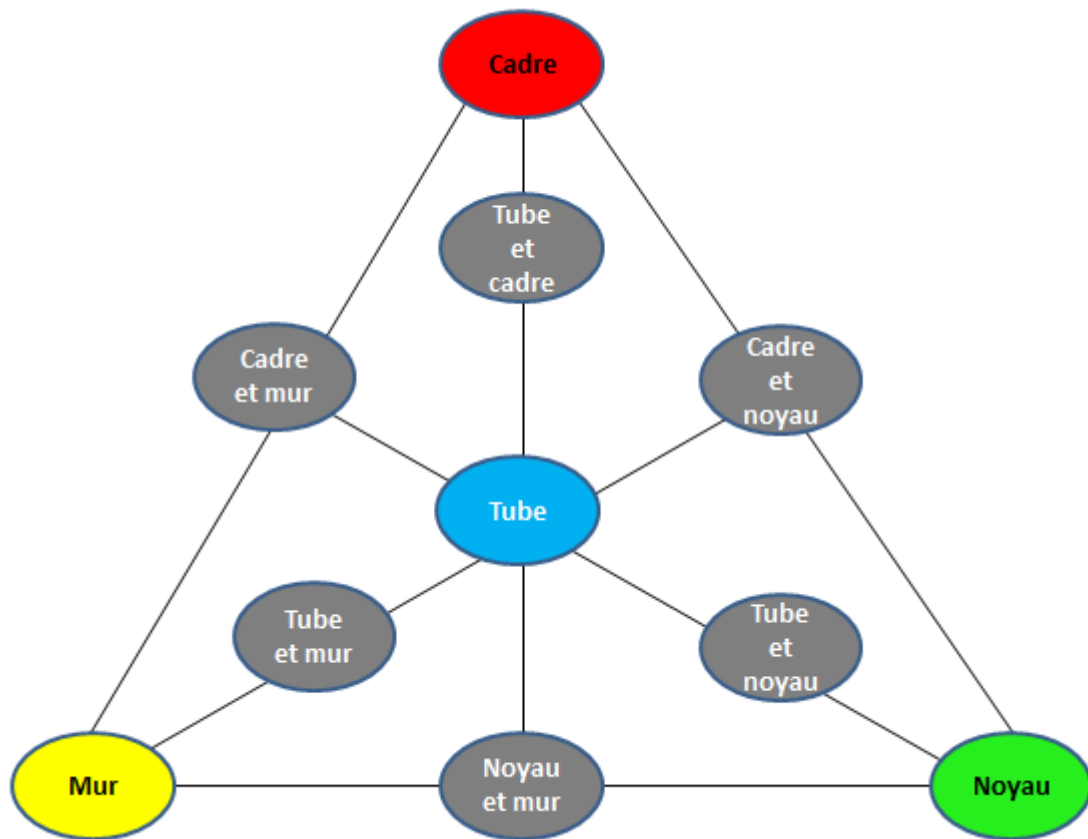


Figure 87 : Interaction entre les éléments de structure¹⁸

¹⁸ Andy Truby, Structural design of concret buildings up to 300m tall, mpa, P.44

9.3. Les éléments de la superstructure :**9.3.1. Les colonnes :**

-Le but principal des colonnes est de soutenir les planchers et de déplacer le chargement vertical vers le sol. Les colonnes sont généralement espacées à intervalles réguliers le long du périmètre de la structure.

-Les colonnes du noyau bénéficient du soutien d'une part plus importante du chargement vertical. Car cela aide à résister aux charges latérales. L'espacement des colonnes à partir du noyau doit donc être maximisé de manière indépendante. Le noyau peut typiquement supporter environ 60% du chargement vertical; Les colonnes supportant les 40% restants.

On a trois types de poteaux utilisés : les colonnes en béton armé ; métallique et mixte

Comparaison entre les formes des colonnes :



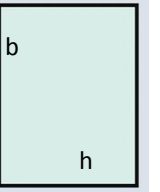
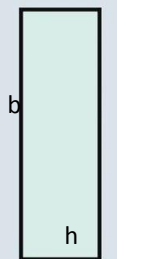
Forme de colonne	Faisabilité technique	Economique	Facilité de construction	Note générale	commentaires
 Circulaire	√√	√√	√√√	√√	Une forme régulière et compacte, pratique pour accommoder. Formage de la forme peut être plus coûteux.
 Carré	√√√	√√√	√√√	√√√	La forme la plus pertinente pour résister aux effets de flexion; Aussi le plus facile à construire. Une forme régulière et compacte avec très pratique pour accommoder.
 Rectangulaire : b/h < 3	√√	√√√	√√√	√√	Force influencée par l'élançement pour une plus petite dimension latérale. Une forme régulière et compacte qui est pratique pour accommoder.
 Rectangulaire: b/h > 3	√	√√√	√√	√√	Force influencée par l'élançement pour une plus petite dimension latérale. Peut attirer la dimension latérale. Il est probable qu'il attire le chargement latéral et peut donc avoir besoin d'être considéré comme une paroi de cisaillement. Peut-être pratique dans la structure où les murs transversaux s'adaptent à l'usage prévu.

Tableau 04 : Comparaison entre les formes des colonnes

9.3.2. Les planchers :

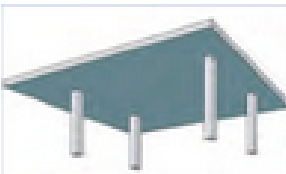
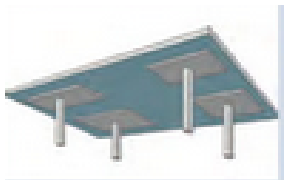

-Ce sont des ouvrages de charpente, menuiserie ou de maçonnerie formant une plate-forme horizontale au rez-de-chaussée ou une séparation entre les étages d'une construction, sa sous face est appelée plafond.

-Le but principal des planchers est de supporter les charges appliquées sur le sol et de répartir le chargement sur les murs et colonnes de support. En fonction du système de charpente appliqué, la structure du plancher peut également contribuer au système de transport de charge latéral (**Système de plaque**).

Les exigences de performance :

Les planchers sont soumis à des contraintes de flexion, de cisaillement et axiaux; Et nécessitent une résistance et une rigidité suffisantes pour résister à la charge appliquée tout en restant dans les limites de flèche et de vibration spécifiées. Tandis que tous les systèmes de plancher utilisés pour la construction de faible hauteur peuvent être adoptés pour les bâtiments de grande taille, un certain nombre de facteurs limitent le choix. Les principales considérations sont :

- La profondeur du plancher.
- E poids total.
- La vitesse de construction

Système de plaque					
Type de plaque	Profondeur du plancher	Poids total	Vitesse de construction	Note globale	commentaire
 <p>Système de plaque / dalle</p>	√√√	√√	√√√	√√√	Facile à former et rapide à construire. Offre une plaque de plancher mince, ce qui est bon pour la coordination avec les services de construction.
 <p>Dalle plate avec chapiteaux</p>	√√√	√√√	√√	√√	Structuralement efficace, mais plus lent à former et à construire. La profondeur globale peut être efficace si les services de construction et les panneaux tombés peuvent être coordonnés.
 <p>système à deux voies</p>	√√	√√√	√√	√√	Structuellement efficace mais plus lent à former et à construire. Poutres peut être utile lorsque le système de plancher est utilisé pour contribuer au système de stabilité latérale.





 plaque à gaufres	✓	✓✓✓	✓	✓	Structuellement efficace en termes de poids de matière, mais beaucoup plus lente à former et à construire. Produit également une grande profondeur globale et est donc rarement économique pour les grands bâtiments
 Dalle solide avec poutres	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	Structuellement efficace mais peut être plus lent à former et à construire. Des faisceaux peuvent être utiles lorsque le système de plancher est utilisé pour contribuer au système de stabilité latérale dans la direction des poutres.
 Dalle plate pleine avec poutres de bande	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	Structuellement efficace mais peut être plus lent à former et à construire. Il contribue à la stabilité latérale dans la direction des faisceaux.
 Dalle nervurée avec poutres	✓	✓✓✓	✓	✓	Structuellement efficace en termes de poids de matière, mais lent à former et à construire. Également produit une grande profondeur globale, il est donc rarement économique pour tous les bâtiments.
✓ Mauvais	✓✓ Bon		✓✓✓ Excellent		

Tableau 05 : Système de plaque et les exigences de performance

Autres types de planchers utilisés :**Planchers mixtes****Plancher collaborant****Définition**

C'est un plancher mixte béton-acier. Il est constitué de bacs acier en tôle mince nervurés utilisés en guise de coffrage, d'armatures et d'une dalle en béton coulée sur place. L'acier et le béton collaborent pour offrir une résistance et une capacité portante élevée. En effet, l'acier particulièrement ductile, offre une excellente résistance à la traction, tandis que le béton bénéficie d'une très bonne résistance à la compression.¹⁹

Il existe principalement **deux techniques** de planchers collaborant en acier :²⁰

- La première consiste à **connecter** des poutres métalliques (classiquement des IPE) à une dalle béton qui va alors travailler en compression, cette connexion se fait principalement à l'aide de **goujons**, des pièces empêchant le glissement d'un matériau sur l'autre et permettant la bonne transmission des charges.

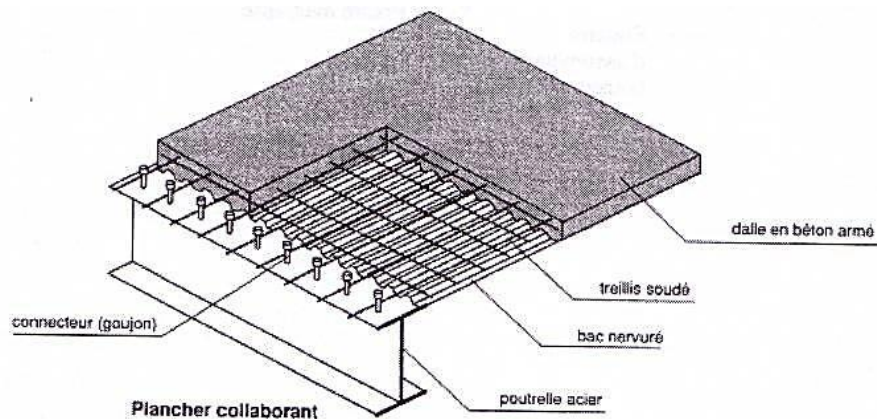


Figure 88 : schématisation plancher avec goujons

- la deuxième technique, certainement une des plus simples en matière de planchers, est celle du **bac acier**. Des bacs d'acier en tôle ondulée sont disposés sur toute la surface du futur plancher et en forment la sous-face. On vient alors disposer des armatures sur le dessus puis couler un béton ou un mortier pour former après talochage une dalle lisse.

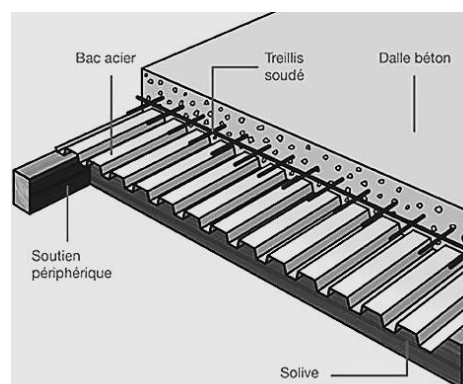


Figure 89 : schématisation plancher en bac acier

¹⁹ <https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/640405/plancher-collaborant>

²⁰ <http://www.guidebeton.com/plancher-collaborant>

Une couche d'isolant thermique et phonique peut être facilement mise en place sous le bac acier, rendant alors ce plancher optimal.

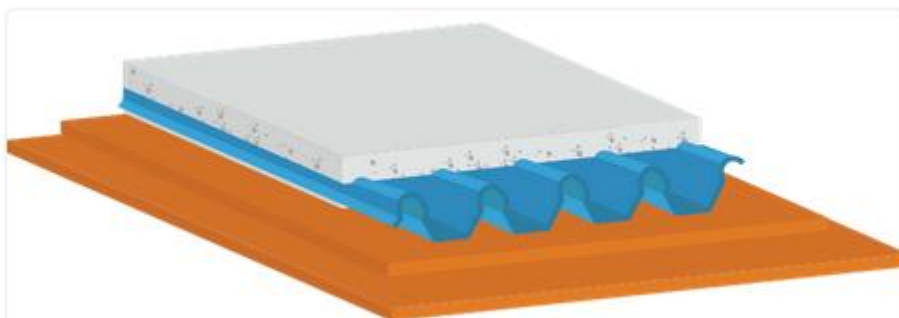


Figure 90 : schématisation dalle avec plafond coupe-feu

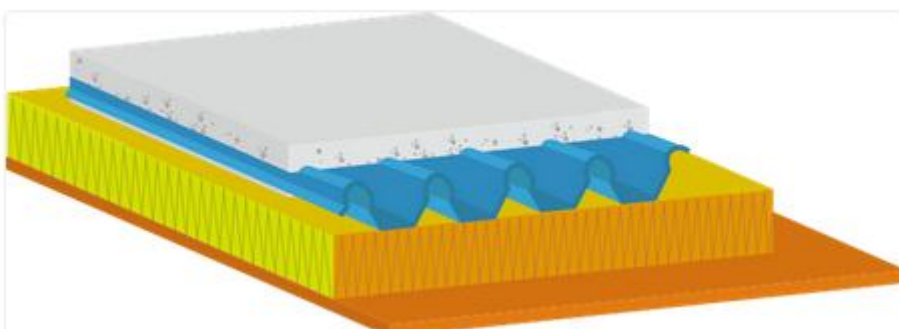


Figure 91 : schématisation dalle avec plafond coupe-feu et isolation

Utilisation

-Tout type de bâtiment

Avantages ²¹

- **Pratique** : Fini les charges lourdes à transporter avec des tôles de 30 kg qui couvrent une grande surface
- **Facile à transporter**: L'emboîtement des tôles permet un encombrement minimal qui facilite le transport
- **Rapide** : La réalisation de pose et de la fixation des tôles prend moins de temps que tout autre système de plancher
- **Économique**: Le coût global d'un tel plancher est plus faible que tous les autres systèmes grâce à une mise en œuvre rapide et un besoin limité en matériel

²¹ <http://www.bacacier.com/nos-produits/planchers/planchers-collaborant-pcb/>



10. Les nouvelles tendances :

L'architecture écologique ou architecture durable est un mode de conception et de réalisation ayant une préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie. Il existe de multiples facettes de l'architecture écologique, certaines s'intéressant surtout à la technologie, la gestion, ou d'autres privilégient la santé de l'homme, ou encore d'autre, plaçant le respect de la nature au centre de leurs préoccupations.

Dans cette tendance écologique s'inscrit les bâtiments à énergie positive et les bâtiments à basse consommation.

- Un bâtiment à basse consommation est un bâtiment, dont la consommation conventionnelle en énergie primaire, pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage est inférieure de 80% à la consommation normale réglementaire.
- Un bâtiment à énergie positive est un bâtiment qui produit plus d'énergie (électricité, chaleur) qu'il n'en consomme. Cette différence de consommation est généralement considérée sur une période lissée d'un an. Si la période est très courte on parle alors de *bâtiment autonome*.

-Les grattes ciel n'ont pas échappé à cette tendance, il existe désormais plusieurs tours écologiques équipés avec des éoliennes, des panneaux solaires ou des systèmes de récupération d'eau.

Exemple	Illustration	Innovations technologiques
Burdj Al-Taqa : tour d'énergie Situation : Emirats arabes uni		<ul style="list-style-type: none"> - Forme cylindrique pour offrir le mois de rayons solaire. - Vitrage isolant très performant. - Technique de ventilation naturelle arabe et persane. - Panneaux solaires disposés sur le toit
Tour 30st Mary axe : Situation : Londres- Angleterre		<ul style="list-style-type: none"> - Forme fluide canalise les mouvements d'air autour de l'immeuble. - Vitrage isolant très performant. - L'air sous pression du vent passe dans le bâtiment à travers un système de ventilation naturelle qui est incorporée par une double peau.

11. Conclusion :

De plus en plus sollicités grâce à leur rapidité de construction, facilité d'assemblage et surtout optimisation d'espace, les immeubles de grande hauteur symbole par excellence de puissance et prospérité économique sont désormais présents dans presque toutes les grandes métropoles du monde.

CHAPITRE II

Approche urbaine

1. Motivation choix de la ville :

Pourquoi Oran?

Les immeubles de grande hauteur se concentrant principalement dans les villes de grande et moyenne importance, Oran deuxième ville d’Algérie rassemblant des activités **socio-économiques et politique** d’une ampleur importante à l’échelle nationale semble être la candidate idéale pour recevoir ce type de projet synonyme de prestige et symbole de prospérité économique.

D’un autre côté ce projet de tour semble correspondre au **nouveau visage d’Oran** dont la tendance actuelle tend vers la construction en hauteur et ainsi garantit une **intégration au paysage urbain** de la ville.

2. Présentation de la ville :

2.1. Situation :

Oran se situe dans la partie Nord-Ouest de l’Algérie, à 432 km à l’ouest de la capitale Alger, elle surplombe le Golf méditerranéen qui constitue une façade internationale pour la ville et s’étend sur une superficie de 2.114 Km.



Figure 92 : Carte de situation Oran - Algérie



Figure 93 : Carte des limites territoriales Oran -Algérie

2.2. Aspect administratif :

La wilaya d’Oran est constituée administrativement de 26 communes et de 09 daïras.

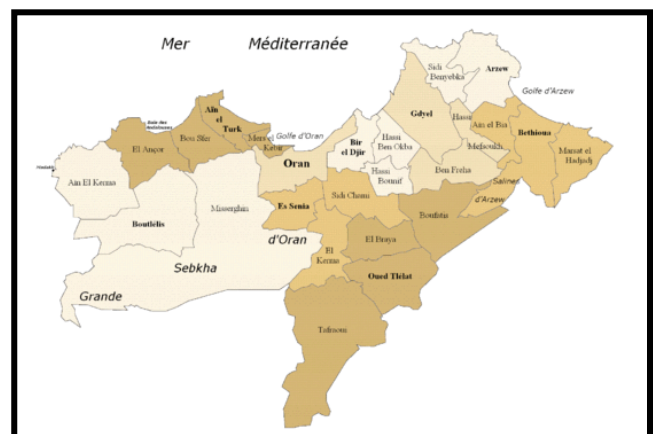


Figure 94: Carte des communes de la wilaya d’Oran - Algérie

2.3. Evolution de la ville :

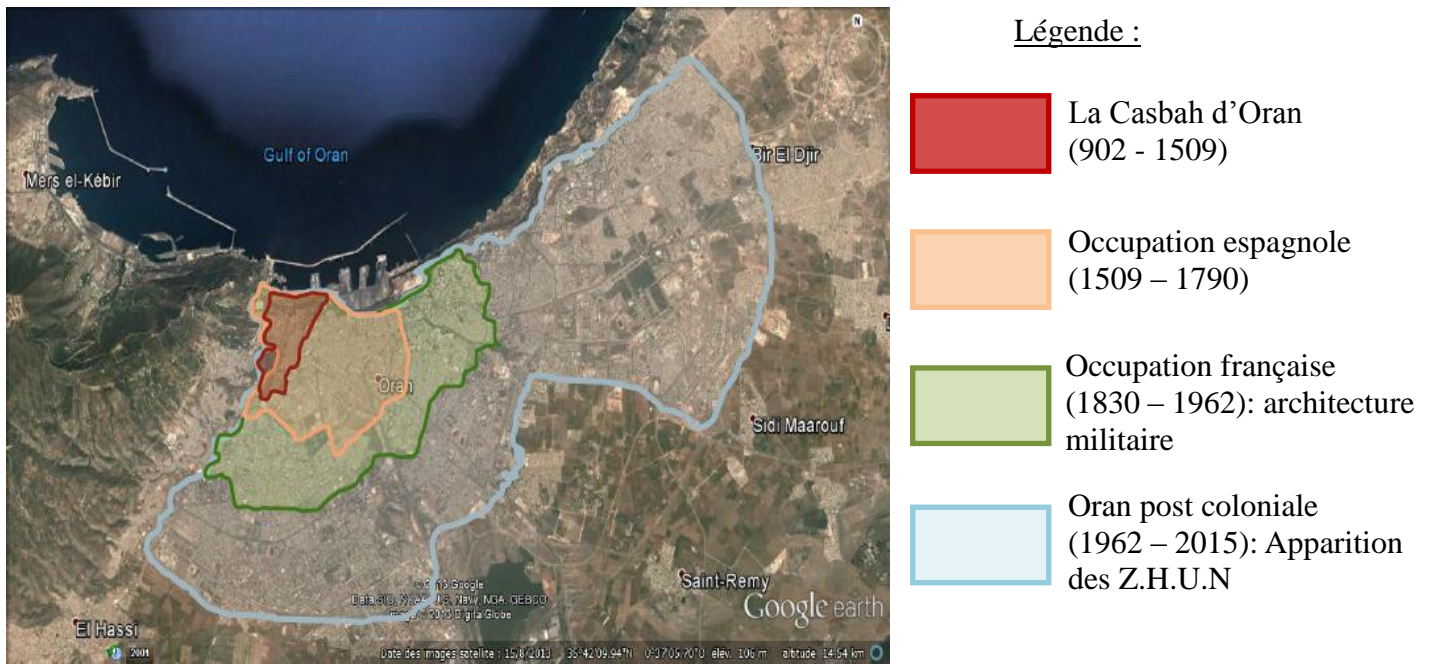


Figure 95 : Croquis traduisant les occupations passées par la ville d'Oran²²

2.4. Rayonnement de la ville: ²³

Carrefour d'échange, elle constitue un pôle d'attraction pour la Tunisie, le Maroc et l'Europe. La métropole d'Oran recèle de plusieurs atouts, de par sa situation portuaire; aéroportuaire ainsi que par les relations qu'elle génère tant vers l'Europe que vers le Maghreb.



Figure 96 : Carte de rayonnement de la ville d'Oran - Algérie

²² Mémoire : Ferme verticale dans la ville d'Oran – Allal Mohammed, Moulai Khatir Ahmed

²³ Agence Nationale de Développement de l'Investissement-ORAN p, 04

2.5. Climat:

Oran a un climat méditerranéen classique marqué par une sécheresse estivale, des hivers doux. Avec des précipitations de 326mm par an.

2.6. Topographie:

La ville est essentiellement construite sur un plateau calcaire, le niveau de la ville est comme suit: une fois passée la zone portuaire, le front de mer est construit à 40 m, au-dessus des flots, les falaises de Gambetta culminent à plus de 50 m. La ville monte en pente douce. Elle atteint 70 m sur le plateau de Kargentah, puis 90 m dans la proche banlieue d'Es Senia, et enfin le massif littoral de Murdjadjo qui culmine à 576m d'altitude²⁴



Figure 97 : Schéma de la topographie d'Oran²⁵

2.7. Aspect sociodémographique: ²⁶

La population totale de la wilaya est de **1 577 556** habitants, soit une densité de **746** habitants par Km².

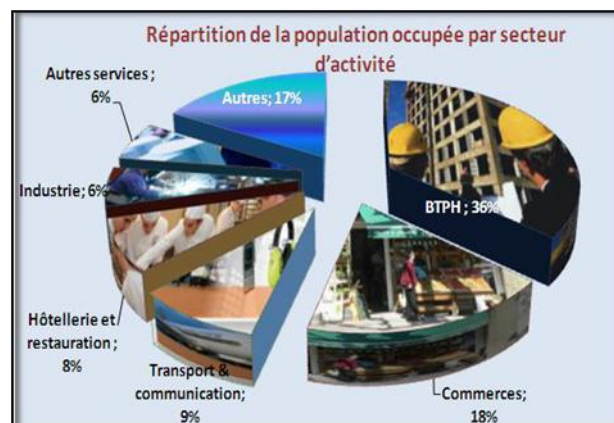


Figure 98 : Répartition de la population occupée par secteur d'activité

²⁴ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Oran#Climat> consulté le 26-10-2016

²⁵ Schéma réalisé par l'étudiante

²⁶ Agence Nationale de Développement de l'Investissement-ORAN p, 10,11

2.8. Infrastructure de base:²⁷

2.8.1. Transport :

-Réseau routier: Oran dispose de **187** routes nationales ; **592** chemins de wilaya et de **274** chemins communaux.



Figure 99 : carte du réseau routier

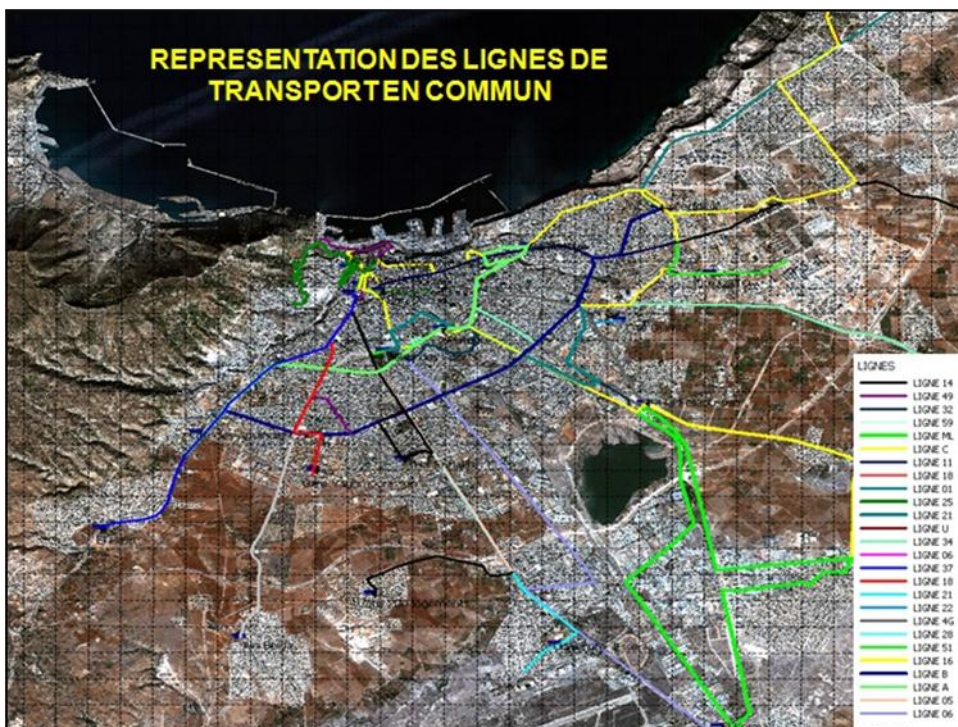


Figure 100 : carte des lignes de transport en commun

²⁷ Idem, p-08

- Réseau ferroviaire :²⁸

La wilaya compte un réseau ferroviaire d'une longueur de 95 kilomètres, trois gares ferroviaires (Oran, Es Senia et Oued Tlalat) par lesquelles transitent 2 millions de voyageurs/an et 3 millions de tonnes de marchandises/an.



Figure 101 : Train d'Oran

- Réseau de tramway :²⁹

La wilaya dispose d'une ligne de tramway de 18.7 km et 32 stations. Cette ligne dessert : Sidi Maarouf, Hai Sabah, le campus de l'université des sciences et de la technologie, le carrefour des trois cliniques, le palais de justice, Dar el Baida, le quartier plateau St-Michel, le centre-ville; Mdina Djadida, Es Senia.



Figure 102 : Tramway d'Oran

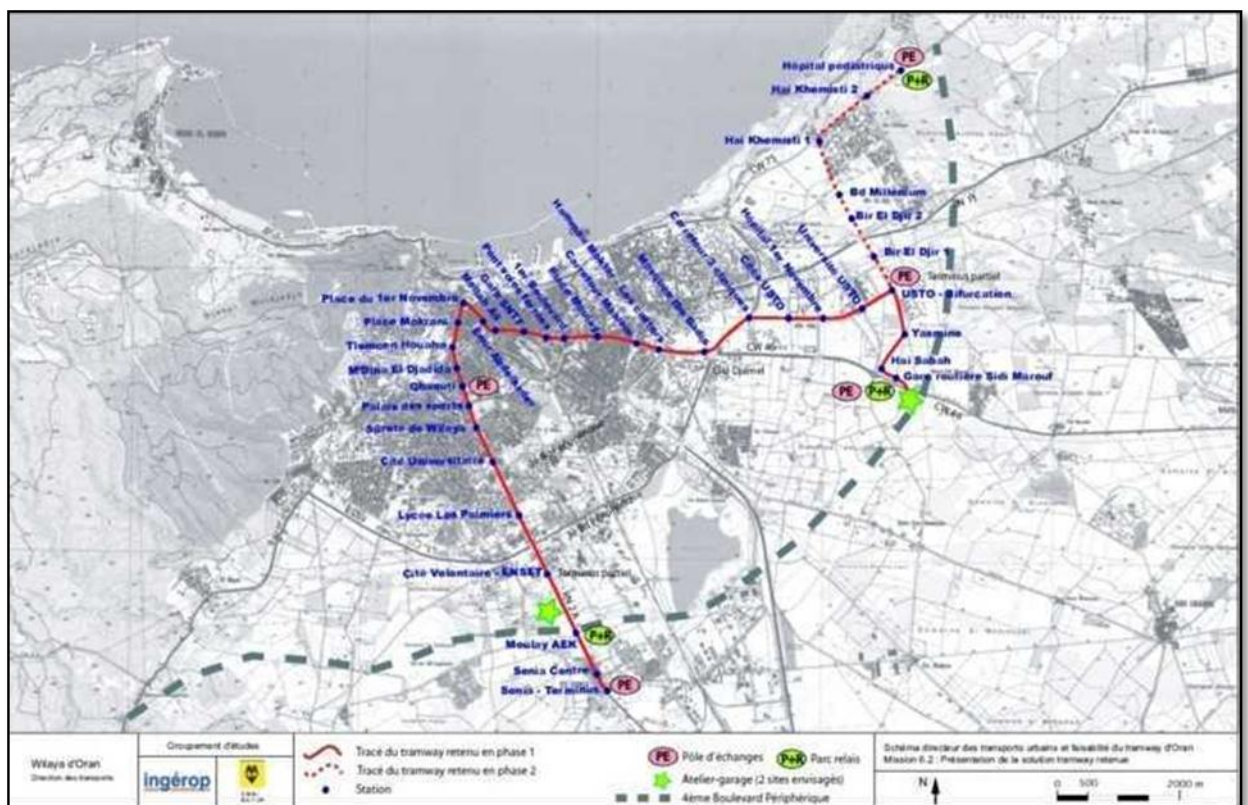


Figure 103: Plan du tramway d'Oran

²⁸ Idem, p-09

²⁹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Oran#Transports> consulté le 26-10-2016

-Réseau aéroportuaire:

La wilaya compte un aéroport « **Ahmed Ben Bella** » a Es Senia de classe international d'une capacité d'accueil de 3 millions de voyageurs par an.



Figure 104 : Aéroport Ahmed Ben Bella

-Réseau portuaire: La wilaya compte trois ports:

Figure 105 : Port d'Oran : 2ème Port commercial du pays



Figure 106 : Port d'Arzew : 1er Port pétrolier du pays.



Figure 107 : Port de Bethioua : Port pétrolier du pays.

2.8.2. Education et formation:

-Le secteur de l'éducation nationale est doté de **495** primaires, **148** CEM et **57** Lycées

-Le secteur de la formation professionnelle à l'échelle de la wilaya d'Oran, compte **20** établissements en fonctionnement répartis par type comme suite : **03** Instituts nationaux spécialisés de la formation professionnelle (INSFP) ; **16** centres de formation professionnelle (CFPA) + 01 CNEPD Oran).

La wilaya d'Oran compte un pôle universitaire important, avec l'université d'Oran-Es-Sénia et l'Université des Sciences et de la Technologies. Le pôle compte huit (**08**) facultés et un (**01**) institut



Figure 108 :L'Université des Sciences et de la Technologies



Figure 109 : Faculté de médecine

2.8.3 Infrastructures sanitaires:

Secteur publique: 5 hôpitaux, 14 hôpitaux spécialisés, 37 polycliniques, 05 Structures de Transfusion Sanguine, 06 Centres d'hémodialyses et 01 Maison des diabétiques.

Secteur privé: 1 établissement hospitalier de chirurgie traumatologique et de rééducation fonctionnelle CNAS, 20 établissements hospitaliers privés, 13 cliniques spécialisées et 6 salles de Soins.



Figure 110 : Centre hospitalo-universitaire

Figure 111 : Hôpital 1^{er} novembre

2.9. Potentiel économique :³⁰

L'économie occupe une place de choix dans la wilaya d'Oran car elle constitue en son sein, une de ses plus grandes vocations.

Le complexe pétrochimique d'Arzew constitue un potentiel productif très important et ce, même à l'échelle nationale.

- Nombre de zones d'activités et zones industrielles:

La wilaya dispose de 3 zones industrielles : Arzew, Hassi Ameer, Es Senia (I, II et III) et de 18 zones d'activités.

- Disponibilités au niveau des ZA :³¹

Localisation	Nombre de lots	Viabilité (ha)	Sup. Totale (ha)
Total Z.A	1926	419	502

Tableau 06 : disponibilités au niveau des ZA 2011

- Disponibilités au niveau des ZI :³²

Localisation	Nbr. lots	Sup. totale (ha)	Viabilisée (ha)	Attribuée (cessible) (ha)
Z.I Es Senia I	86	88	88	70
Z.I Es Senia II	108	157	157	127
Z.I Es Senia III	23	48	48	31
Z.I Hassi Ameer	189	315	230	270
Z.I Arzew	36	2610	2610	1130
Total Z.I.	424	3218	3133	1628

Tableau 07 : Disponibilités au niveau des ZI 2011

³⁰ Agence Nationale de Développement de l'Investissement-ORAN p, 12-15

³¹ L'Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF) 2011

³² Idem

Les entreprises inscrites au registre national du registre de commerce du 29-09-2011.³³

VILLE	SERVICE	BTPH	COMMERCE GROS	IMPORT / EXPORT	COMMERCE DETAIL	ARTISANAT	TOTAL	%
ORAN	3800	3322	1297	3156	537	42	12154	51
TLEMCEM	841	796	242	559	166	12	2616	11
SB ABBES	571	716	270	254	84	11	1906	8
TIARET	429	513	220	127	84	24	1397	6
MOSTAGANEM	415	478	138	180	76	4	1289	5
MASCARA	346	374	89	302	56	9	1176	5
RELIZANE	350	286	104	167	47	6	690	4
AIN-TEMOUCHENT	264	243	59	70	48	1	684	3
SAIDA	182	240	57	18	66	13	576	2
NAAMA	119	153	32	44	34	6	388	2
TISSEMSILT	127	142	39	7	21	4	340	1
EL-BAYDAH	94	78	38	19	20	1	250	1
S/TOTALE OUEST	7538	7341	2583	4903	1239	132	23736	100
AUTRES WILAYAS	41034	43151	14082	31066	8777	1461	139571	/
TOTAL ALGERIE	48572	50492	16665	35969	10016	1593	163307	/

Tableau 08 : entreprises inscrites au registre national de commerce 29-09-2011

Evolution du nombre de sociétés existantes (tous secteurs d'activités)³⁴

Ville	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	%	%
ORAN	5377	6291	6988	7531	8125	9144	10630	11523	12154	51	7.4
TLEMCEM	1239	1446	1594	1720	1810	1942	2336	2536	2616	11	1.6
SB ABBES	971	1091	1209	1320	1364	1403	1636	1777	1906	8	1.2
TIARET	733	847	933	1009	1084	1180	1310	1374	1397	6	0.9
MOSTAGANEM	574	659	767	846	931	1032	1160	1210	1289	5	0.8
MASCARA	864	1014	1068	1119	1150	1207	1250	1217	1176	5	0.7
RELIZANE	591	675	717	737	808	847	926	934	960	4	0.6
AIN-TEMOUCHENT	317	361	416	455	485	531	608	666	684	3	0.4
SAIDA	379	415	449	498	527	522	572	584	576	2	0.4
NAAMA	261	283	319	346	367	364	378	375	388	2	0.2
TISSEMSILT	279	296	321	323	350	325	358	347	340	1	0.2
EL-BAYDAH	156	177	194	205	206	219	237	234	250	1	0.2
TOTAL ALGERIE	79908	92930	103482	111869	118850	127723	147720	157173	163307	/	100

Tableau 09 : Evolution du nombre de sociétés existantes (tous secteurs d'activités)

³³ CNRC (centre national du registre de commerce 2012)

³⁴ Idem

Nombre de sociétés des secteurs des industries du TTPH existantes : ³⁵

VILLE	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2011	2012	%
ORAN	1501	1704	1897	2124	2325	2924	3177	3322	6.8
TLEMCCEN	470	513	548	607	639	762	787	796	1.6
SB ABBES	447	494	535	596	602	665	695	716	1.5
TIARET	278	318	352	398	432	500	516	513	1.1
MOSTAGANEM	230	264	300	332	360	437	457	784	1.0
MASCARA	263	293	306	339	364	380	372	374	0.8
RELIZANE	151	177	198	212	242	266	274	286	0.6
AIN-TEMOUCHENT	118	139	159	171	181	218	236	243	0.5
SAIDA	161	175	192	213	228	239	240	240	0.5
NAAMA	111	119	133	140	147	155	153	153	0.3
TISSEMSSILT	102	110	128	132	143	151	146	142	0.3
EL-BAYDAH	55	63	74	77	78	80	78	78	0.2
S/TOTALE OUEST	3887	4369	4822	5341	5741	6777	7131	7341	151
AUTRES WILAYAS	20128	22392	24583	27091	28830	33473	35884	35884	84.9
TOTAL ALGERIE	26711	29790	32737	36157	38569	45101	48572	48572	100

Tableau 10 : Nombre de sociétés des secteurs des industries du TTPH existantes

Les entreprises à travers les statistiques des 2011 : ³⁶

/	Nombre de PME		
	2009	2010	2011
PME privé			
Personnes morales	345902	369319	383319
Personnes physiques	241001	249296	254720
S/T PME privées	586903	618615	638039
PME publiques	591	557	599
Total	589494	619172	638638

Tableau 11 : Evolution du nombre de PME entre 2009 et 2011

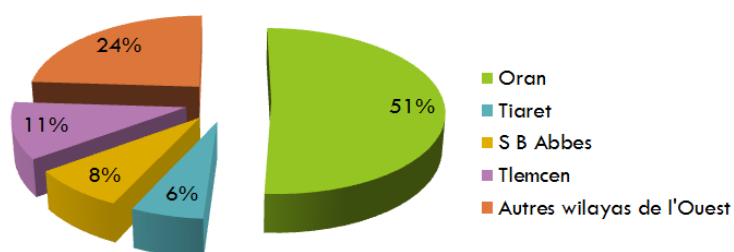


Figure 112 : Nombre de sociétés existantes (tous secteurs d'activités)

³⁵ Idem

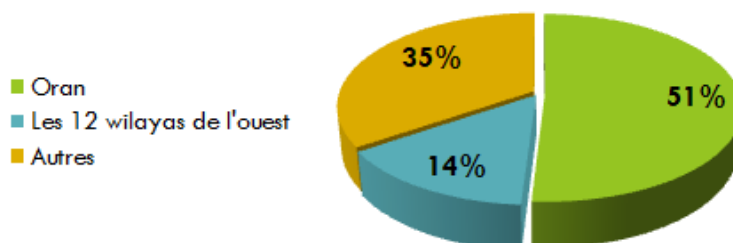
³⁶ MPME-A/MIPI (Mission Intégrée des Projets Internationaux)

		2009	2010	2011
PME privés	Salariés	908046	958515	983415
	Employeurs	586903	618515	642314
	S/Total	1494949	1577030	1625729
PME publiques		51635	48656	50467
Total		1546584	1625686	1676196

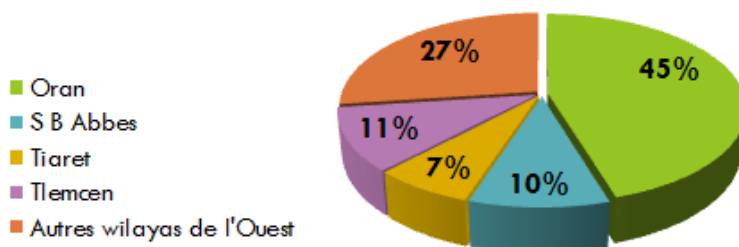
Tableau 12 : L'emploi dans les PME entre 2009 et 2011

/	2003	2011			Variation 2003-2011	
	Nombre	Nombre	%	%	Nombre	%
Oran	14474	17922	25.9	4.7	3448	24
Tlemcen	4540	7832	11.3	2.0	3292	73
S-B- Abbès	3309	6628	9.6	1.7	3319	100

Tableau 13 : Taux de croissance des PME privées (personnes morales) par wilaya



Les entreprises inscrites au registre national du registre de commerce du 29-09-2011



Nombre de sociétés des secteurs des industries du TTPH existantes

2.10. Potentiel touristique :

La wilaya d'Oran possède d'importantes potentialités touristiques : théâtre national, théâtre de verdure, musée, ancienne ville d'Oran, quartier de Sidi El Houari, jardin municipal, Médina Djedida avec ses produits artisanaux, la cathédrale, le Djebel Murdjadjo, et les stations balnéaires.



Figure 113 : Théâtre national



Figure 114: Théâtre de verdure



Figure 115 : Hôtel Sheraton

2.10.1. Parc hôtelier de la wilaya d'Oran (Direction de tourisme)

La wilaya dispose également de **123** hôtels dont : **67** hôtels classés et **56** hôtels non classés

Etablissement hôtelier 5* (Nombre : 02) :

Etablissement	Commune	Propriétaire	Capacité d'accueil		
			Nombre Chambres	Nombre lits	Nombre personne
Hôtel Royal	Oran	SARL hôtel Royal	112	228	219
Hôtel Sheraton	Oran	SPA SDH	321	46	615

Etablissement hôtelier 4* (Nombre : 04) :

Etablissement	Commune	Propriétaire	Capacité d'accueil		
			Nombre Chambres	Nombre lits	Nombre personne
Hôtel Eden Palace	Ain Turk	SARL Azur Cherif Othman	72	144	161
Hôtel El-Mouahidine	El Karma	Belhabib Abdelwahab	100	121	35
Hôtel Maghreb Arabi	Arzew	Houari Larbi	75	15	61
Hôtel Eden Phoenix	Es-Senia	SARL Phoenix	103	182	35

Etablissement hôtelier 3* (Nombre : 17) : nous citerons quelques un

Etablissement	Commune	Propriétaire	Capacité d'accueil		
			Nombre Chambres	Nombre lits	Nombre personne
Hôtel Timgad	Oran	SARL Siobaza	65	101	05
Hôtel Bélair	Oran	Drid Med Salah	23	46	09
Hôtel Adef	Oran	Adef Miloud	84	169	29
Hôtel Houna	Oran	Chibani Abd El Krim	30	60	11
Hôtel El Azhar	Oran	Mekroufi Amar	32	64	06

Etablissement hôtelier 2* (Nombre : 17) : nous citerons quelques un

Etablissement	Commune	Propriétaire	Capacité d'accueil		
			Nombre Chambres	Nombre lits	Nombre personne
Hôtel Obeid	Oran	Mustapha Haichour	23	37	08
Hôtel El Yamama	Ain Turk	SARL Sarah	46	74	18
Hôtel Mira	Oran	Brahami Younes	80	160	05
Hôtel Palace	Ain Turk	Aloula Samir	14	28	04
Hôtel El-Amel	Ain Turk	Belarbi Med	29	56	05

Etablissement hôtelier 1* (Nombre : 33) : nous citerons quelques un

Etablissement	Commune	Propriétaire	Capacité d'accueil		
			Nombre Chambres	Nombre lits	Nombre personne
Hôtel Continental	Oran	Abdelkader Tahar	60	120	03
Hôtel Mers El Kbir	Ain Turk	Belazoug Chabane	61	123	07
Hôtel Roufi	Oran	SARL Hôtel Roufi	30	55	12
Hôtel El Baraka	Oran	EURL Hôtel El Baraka	35	70	12
Hôtel Kamel	Oran	Alâchir Kamel	27	50	11

Etablissement hôtelier 0* (Nombre : 65) : nous citerons quelques un

Etablissement	Commune	Propriétaire	Capacité d'accueil		
			Nombre Chambres	Nombre lits	Nombre personne
Hôtel Plateau	Oran	Mouleh Rabel	60	120	03
Hôtel Mers El Kbir	Oran	Tabet Med	61	123	07
Hôtel Roufi	Oran	Aoumeur Ayad	30	55	12
Hôtel El Baraka	Arzew	Bouteflika Djamel	35	70	12
Hôtel Kamel	Oran	Haloui Med	27	50	11

2.10.2. Tourisme d'affaires à Oran :

La vocation touristique de la wilaya d'Oran ne fait que s'affirmer ces dernières années, avec un important volume d'investissements et des plans d'aménagement de ses neuf Zones d'extension touristique (ZET).

Il y a encore quelques années, la wilaya d'Oran jouissait d'un double statut, ceux de pôle industriel et pétrochimique, avec la zone industrielle d'Arzew particulier et pôle touristique. La tendance actuelle est de donner une importance particulière au secteur du tourisme, créateur de richesses et d'emploi, appelé à contribuer incontestablement à la croissance de la région. Le développement du tourisme d'affaires reste un créneau porteur, une formule qui semble intéressé des chefs d'établissements hôteliers ce qui semble être un bon signe de reprise économique pour le pays.³⁷

3. Conclusion :

Que ce soit en terme de nombre d'industries, de sociétés ou d'entreprises, Oran se dresse à la 1^{ère} place ce qui confirme son importance économique dans la région Ouest, Toutefois elle ne dispose pas d'une **structure de grande envergure** qui exprime cette **envie économique**. D'où notre choix de mettre en valeur cet aspect à travers une structure de grande hauteur et cela sous le thème du tourisme d'affaires.

³⁷ Article : K. REGUIEG-YSSAAD, « le tourisme d'affaire à Oran » L'Algérie profonde, 2015

CHAPITRE III

Approche thématique et programmatique

1. Motivation choix du projet :

L'ouverture économique et la mondialisation sont perçus aujourd'hui comme l'enjeu principal de la dernière décennie et particulièrement lorsqu'il est lié au monde des finances. Oran deuxième ville d'Algérie, lieu de **convergence de plusieurs flux d'échanges** et pôle d'attraction économique et un marché pour PME et PMI, s'est elle aussi engagée dans cette politique. Ce qui nous a incités à choisir comme projet une **tour d'affaire d'échange** permettant le renforcement de la dynamique urbaine et économique tout en favorisant la mixité sociale.

2. Définitions :

2.1. Qu'est-ce qu'une tour d'affaire? ³⁸

Ce sont des lieux d'activités prenant en charge les fonctions du secteur tertiaire.

2.2. Historique et évolution des centres d'affaires :³⁹

Les centres d'affaires ont vu leur origine dans les années 50 aux états unis à partir des centres d'appels des voyageurs de commerce. Depuis, le monde des affaires n'a cessé de chercher des structures qui facilitent la conquête des marchés nationaux et internationaux.

L'évolution des centres d'affaires est passée par 3 étapes :

1^{ère} étape « 1950-1960 » :

Les centres d'affaires se présentaient sous forme d'hôtels d'entreprises équipés de structure de location et de salles de réunion avec un système de prestation de base.

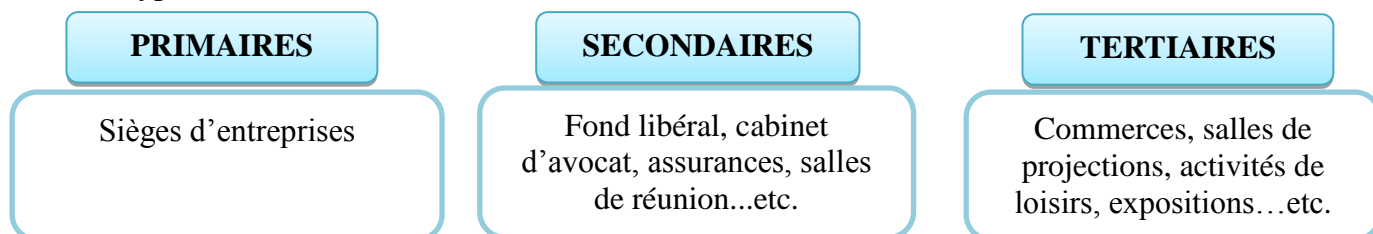
2^{ème} étape « 1960-1970 » :

Avec le temps les entreprises cherchaient à dépasser la simple location dont faisait l'objet les hôtels d'entreprises et à s'intéresser plus aux services fournis, c'est ainsi que les centres d'affaires sont devenus de véritables sites d'accueil pour les entreprises offrant divers services.

3^{ème} étape « à partir de 1980 » :

Les centres d'affaires sont devenus de véritables sièges d'entreprises s'installant dans les centres de métropoles offrant des structures d'accueil divers et des services de bureaux partagés ainsi que des prestations bureautiques...

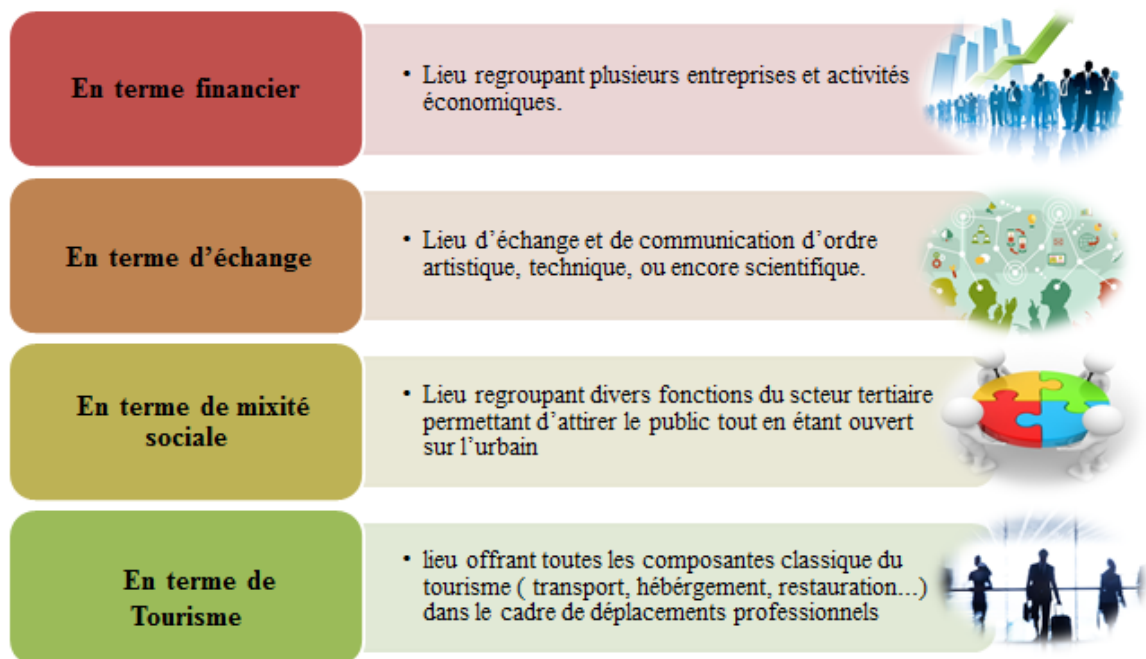
2.3. Les types d'activités :⁴⁰



³⁸ <https://www.boursedescredits.com/lexique-definition-centre-affaires-758.php>

³⁹ Commercial Property/Business Centers; Modern Office for Rent: Daily Rates

⁴⁰ Idem



2.4. Tourisme d'affaire :

C'est un type de tourisme qui se pratique en toute saison, il est à caractère professionnel et technique, il peut être aussi scientifique, administratif ou commercial ⁴¹

Selon une définition du ministère du tourisme en Algérie ; le tourisme d'affaire et de conférences est tout séjour temporaire des personnes hors de leurs domicile, effectué essentiellement au cours de la semaine et motivé par des raisons professionnels

2.5. La politique Algérienne concernant le tourisme d'affaire ⁴² :

A partir de 1990 une décision a été prise pour encourager les investissements des opérations publiques et privées, et la création de sociétés mixtes et des contrats d'aménagement avec ces opérateurs.

2.6. Différentes manifestations du tourisme d'affaires :

2.6.1. Les voyages d'affaires :

Ce sont des trajets réalisés de manière individuelle ou en petits groupes dans un but strictement professionnel, comme par exemple un rendez-vous d'affaire dans une autre ville, un déplacement pour rencontrer les interlocuteurs d'une entreprise cliente ou encore une réunion internationale entre plusieurs partenaires etc... ⁴³

⁴¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Tourisme_d%27affaires consulté le 16-11-2016

⁴² SDAT 2025, Livre 1 « Le diagnostic : audit du tourisme algérien ».

⁴³ Club Français du Tourisme d'Affaires Réceptif de Maison de la France

2.6.2. Les congrès :

C'est une réunion de personnes qui se rassemblent pour échanger leurs idées ou communiquer les résultats de leurs études⁴⁴.

2.6.3. Les conventions d'entreprise :

Le terme «convention» désigne l'ensemble des manifestations organisées par les entreprises et qui peuvent prendre des formes multiples : rassemblement des forces de vente, convention stratégique, convention de lancement de produit ou encore un road show.⁴⁵

2.6.4. Les foires et salons :

Les foires sont constituées par le regroupement périodique d'exposants dans le but de présenter aux acheteurs professionnels ou au grand public des échantillons de produits ou de services dans l'intention d'en faire connaître les qualités et d'en provoquer l'acquisition. Lorsque ces foires sont consacrées plus spécialement à une catégorie déterminée de marchandises, elles sont qualifiées de salons⁴⁶.

2.6.5. Les inventives ou voyages de stimulation :

Ce sont des voyages professionnels organisés pour les membres d'une même entreprise, ou pour des partenaires professionnels, dans le but de les récompenser lorsqu'ils ont réalisé leurs objectifs quantitatifs et qualitatifs.

Le côté touristique, la destination et le programme des activités proposées sont plus importants que dans les autres manifestations professionnelles car ici, le but recherché est de marquer les participants de manière très forte et très positive.⁴⁷

2.6.6. Les séminaires :

Il s'agit de groupes de travail, ouverts à des spécialistes d'une certaine discipline, organisés par des professionnels pour parfaire la formation spécifique des participants en développant le travail en équipe. Si on exclut les séminaires internes aux entreprises, ce genre de réunion est ouvert à tous les intéressés.⁴⁸

2.7. Classification des entreprises⁴⁹ :

L'entreprise est un concept socio-économique désignant un groupe humain qui a pour objectif la vente de sa production (biens ou services). Les entreprises peuvent être classées selon plusieurs critères.

2.7.1. En fonction de leur activité :

- **Entreprise artisanale** : Elle n'emploie pas plus de dix salariés et qui exerce une activité de production, de transformation, de répartition ou de prestation de services.

⁴⁴ J.O. 1992 Arrêté du 30/06/92 relatif à la terminologie du Tourisme NOR TOUR 9204540A

⁴⁵ Les congrès, Conventions et Salons - Conseil National du Tourisme, 2000

⁴⁶ Idem

⁴⁷ Idem

⁴⁸ France-Congrès, R. Costa de Beauregard – 1976

⁴⁹ http://www.memoireonline.com/08/08/1487/m_analyse-financiere-outil-indispensable-gestion-d-une-entreprise7.html

- **Entreprise commerciale** : Elle achète des biens qu'elle revend sans transformation.
- **Entreprise industrielle** : Elle transforme les matières premières et vend des produits finis (ou semi-finis), elle appartient au secteur secondaire, celui de la transformation.
- **Société de services** : Elle revend un travail sans fabrication d'objets physiques.

2.7.2. En fonction de leur secteur économique (déterminé par leur activité principale) :

- **Secteur primaire** (agriculture, sylviculture, pêche, parfois mines),
- **Secteur secondaire** (industrie, bâtiment et travaux publics),
- **Secteur tertiaire** (services)

A part cette classification classique, des auteurs distinguent le secteur quaternaire (recherche, développement et information).

2.7.3. En fonction de leur taille et de leur impact économique :

Selon la taille ou la dimension, on distingue la petite, la moyenne et la grande entreprise. Les critères de la taille retenus sont très nombreux : le chiffre d'affaire, l'effectif du personnel, le résultat net... Ainsi, est considérée comme :

- petite entreprise, celui qui emploi de 1 à 19 salariés ;
- moyenne entreprise, celle qui emploi un effectif de 20 à 49 salariés ;
- grande entreprise, celui qui emploie un effectif de 50 salariés et plus.

2.7.4. En fonction de leur statut juridique :

- Les entreprises capitalistes (propriété privé)
- Les entreprises publiques : gérées par l'Etat.

2.8. Besoins du tourisme d'affaire⁵⁰ :

Besoins classiques	Besoins spécifiques
Hébergement	Salles de travail
Restauration	Équipements audio-visuels
Transport	Personnel spécialisé
Moyens de distraction	Moyens de télécommunication

⁵⁰ Ihsan Chengaou, Mémoire de fin d'études, le tourisme d'affaire ;2006-2007, Univ Tlemcen

3. Concepts d'aménagement de l'espace de travail⁵¹ :

3.1. Bureaux cloisonnés :

Ce sont des bureaux délimités par des parois opaques et accessibles par une seule porte, desservis par un long couloir de circulation. Ils renforcent la qualité du travail individuel permettant une isolation acoustique et intimité visuelle, cependant ils présentent des obstacles matériels et psychologiques à la communication entre les employés



3.2. Bureaux paysagers (open space) :

Un **open space** ou *plateau ouvert*, est un espace de travail où les bureaux ne sont pas séparés par des cloisons. En conséquence, les personnes se voient et s'entendent et travaillent entre elles, afin d'accroître la circulation de l'information et la communication entre les employés



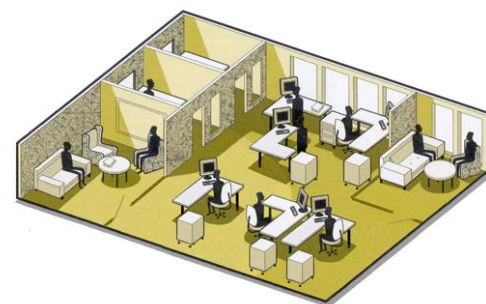
3.3. Bureaux semi-cloisonné :

Ce concept a été conçu pour synthétiser les avantages réceptifs des deux concepts précédents, il consiste à trouver les limites entre la privatisation et la flexibilité, ainsi que de faciliter l'ouverture vers l'extérieur tout en optimisant la protection de chacun, il fait appel à un système de panneaux de différentes hauteurs et volumes de rangements intégré.



3.4. Le combi-office :

Ce concept prend en considération l'organisation prévisible d'un bureau où les tâches vont devenir sans doute très spécialisées. Les fonctions différentes qui sont accomplies dans un même lieu pourraient s'organiser dans plusieurs salles ; dans le combi-office chacun dispose d'une cellule où s'isoler et se concentrer mais l'équipe est renforcée par plusieurs espaces.



3.5. La salle de réunion :

C'est un espace de réunion, de travail et de consultation des dossiers, c'est aussi un espace de regroupement et de coordination, nécessite généralement une table et des chaises comme mobilier.



3.6. Salle de conférence :

C'est un espace destiné à accueillir un certain nombre de personnes pour assister à des conférences, des colloques, des séminaires et des projections audiovisuelles.



²⁸ [https://fr.wikipedia.org/wiki/Aménagement-espace de travail](https://fr.wikipedia.org/wiki/Aménagement-espace_de_travail) consulté le 13-11-2016

4. Analyse des exemples :

Cette analyse aura pour but d’élaborer une base de données afin de déterminer les principes structurels et fonctionnels utilisé dans ce type de constructions, les besoins et les activités qui s’y déroulent pour nous orienter dans notre propre projet architectural.

4.1. Exemple 01 : The Shard / Londres- Royaume Uni :

Fiche technique
Architecte: Renzo Piano
Date d’inauguration : 2012
Type: tour mixte
Fonction : résidentiel/ hôtel / bureaux...
Hauteur : 309,6 m
Type de structure: noyau central / ossature métallique en treillis
Matériaux de construction : composite
Dimensions de base : 50mx50m
Nombre d’étages : 87
Capacité : 6000 personnes
Superficie : 127 489 m²

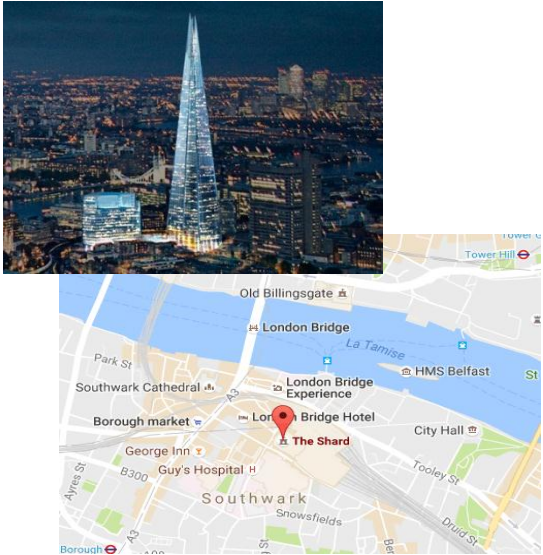


Figure 116 : Plan de situation The Shard - Londres

a. Situation :

Le Shard se situe dans l’arrondissement de Southwark, sur la rive Sud la Tamise, face à la City de Londres Bridge, elle est implantée à proximité d’une voie publique (Boulevard Liverpool) rendant ainsi son accessibilité facile

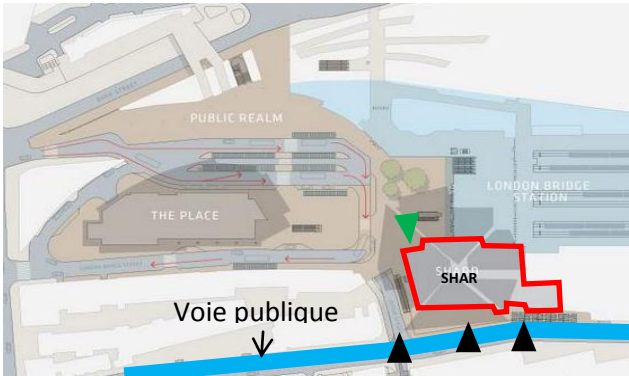


Figure 117 : Plan de masse The Shard

b. Accessibilité :

- ▶ Accès piéton
- ▶ Accès mécanique
- Voie publique

c. Aspect fonctionnel :

Dans cet exemple nous nous intéresserons particulièrement à la partie bureaux par rapport au reste des fonctions

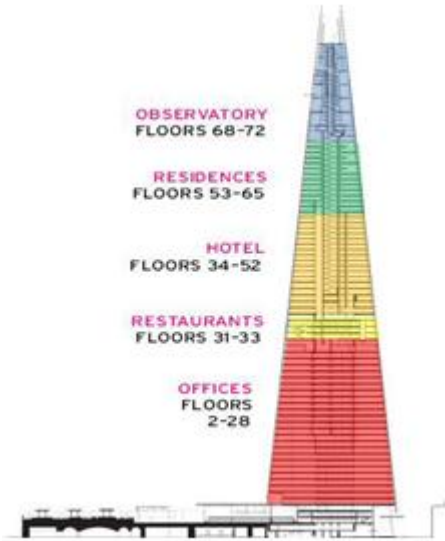


Figure 118 : Coupe schématique fonctionnelle

Partie de réception



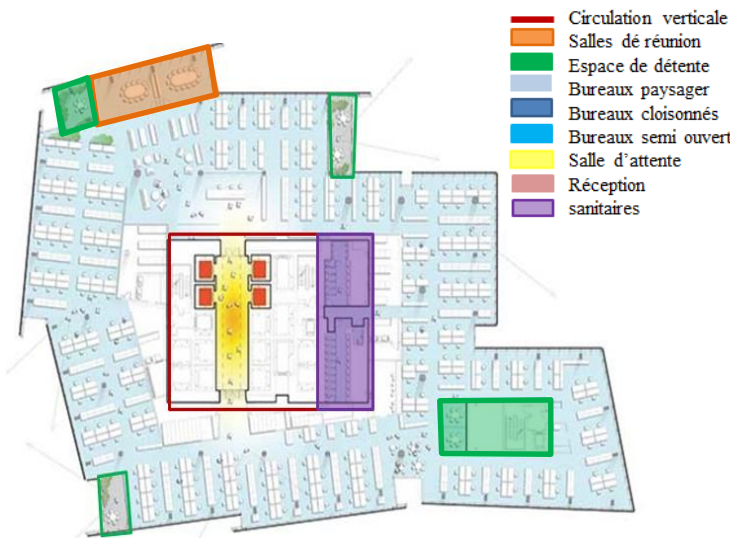
- 1 -Hall de réception
- 2-Cafée
- 3-Sanitaires
- 4-Commerce (vente de détail)
- █ Circulation verticale
- ▴ Accès mécanique
- ▴ Accès piéton

Plan de rez de chaussé

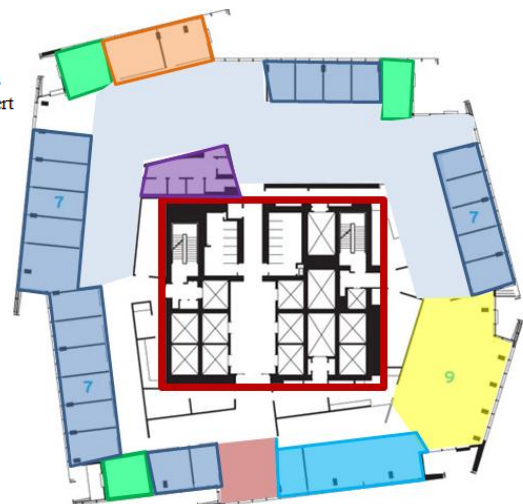
Partie bureaux

La partie office se répartie en 25 étages du (4^{ème} au 28^{ème} niveau)

Les 4 premiers niveaux ont la même surface : 2900m², tandis que pour les autres étages celle-ci diminue jusqu’au 28^{ème} étage où elle atteindra 1350m²



Plan de bureaux 8^{ème} niveau



Plan de bureaux 23^{ème} niveau

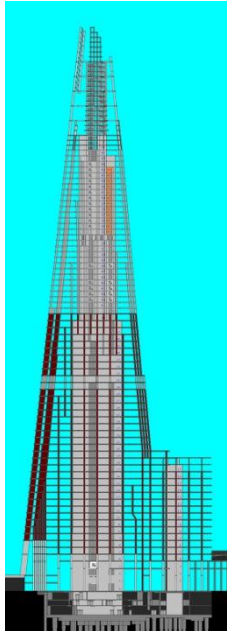
Programme type pour les offices

Espace	Sous espace	Nombre	Surface en m ²
Bureaux	Paysagé	30	642
	Cloisonné	12	48
	Semi-ouvert	76	684
S de réunion	/	7	292
Jardin	/	3	99
Détente	Café	/	231
Sanitaires	Homme/femme	16	9
circulation	/	/	670=20 %

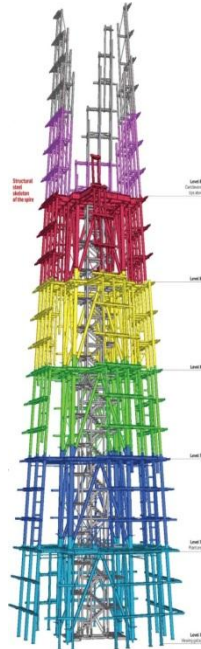
d. Aspect structurel

Superstructure

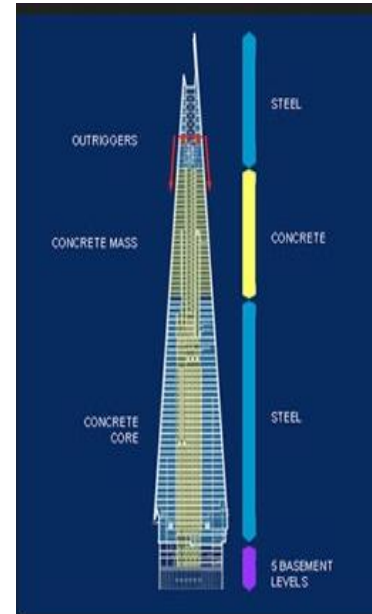
Cet immeuble utilise une combinaison entre un noyau central en béton armé et un système d'ossature métallique en treillis



Noyau central en béton armé



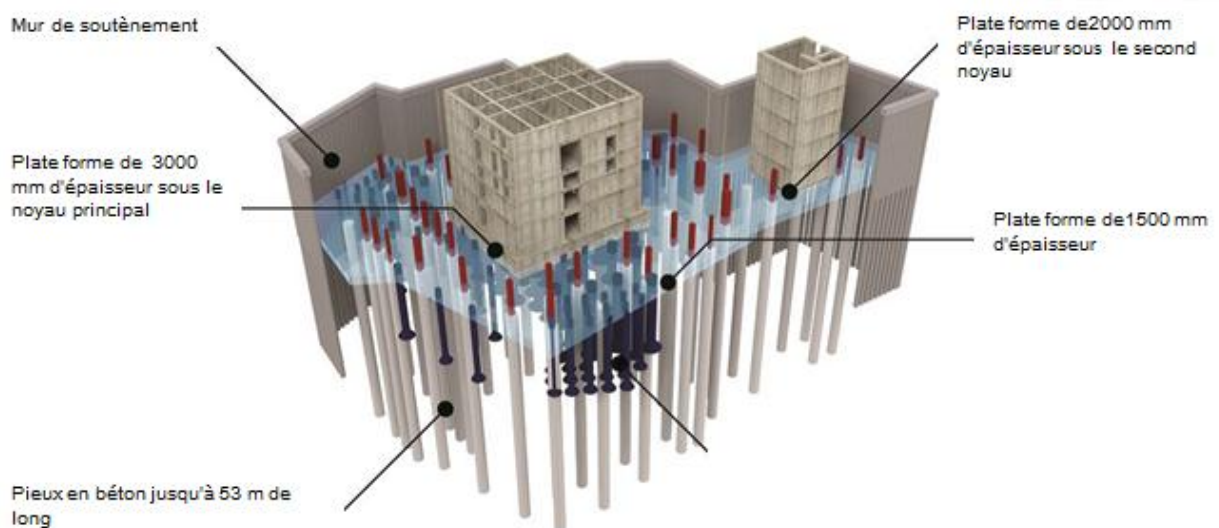
Ossature métallique en treillis



Coupe schématique de la combinaison des systèmes constructifs et matériaux

Infrastructure

Pour l'infrastructure le bâtiment fait usage de fondation sur pieux en béton allant jusqu'à 53 m de profondeur



Infrastructure de l'immeuble

<http://www.engineersjournal.ie/2016/01/26/engineering-the-shard/> consulté le 12-11-2016

4.2. Exemple 02 : World Financial Center / Shanghai / Chine

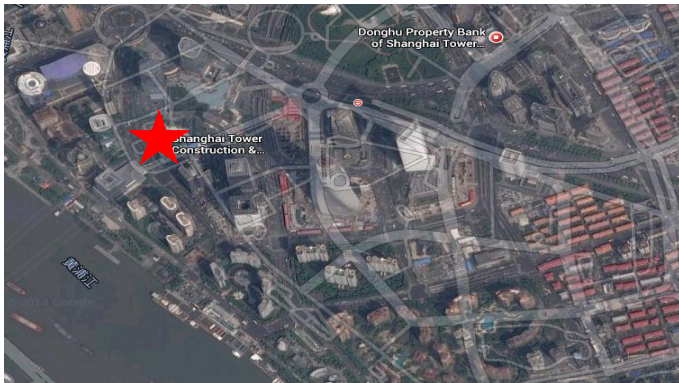


Figure 119 : Plan de situation Shanghai Tower- Chine

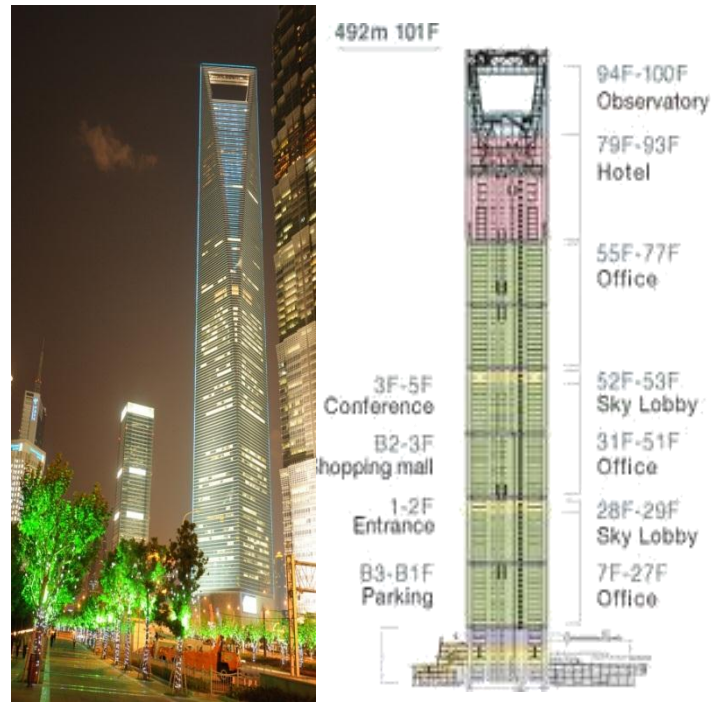





Figure 120 : Coupe schématique fonctionnelle

Fiche technique
Architecte : Kohn Pedersen Fox
Date d'ouverture : 2008
Type : tour mixte
Fonction : office/ hôtel / musée/observatoire / parking
Hauteur : 492 m
Nombre d'étages : 101
Style architectural : néo-futurisme
Matériaux de construction : béton armé / acier
Type de structure : système de structure tubulaire/ méga colonne /noyau central/trame stabilisatrice
Superficie totale : 381 600m²
Superficie du terrain : 35796 m²

a. Accessibilité :

-  Voie publique
-  Accès piéton
-  Accès mécanique

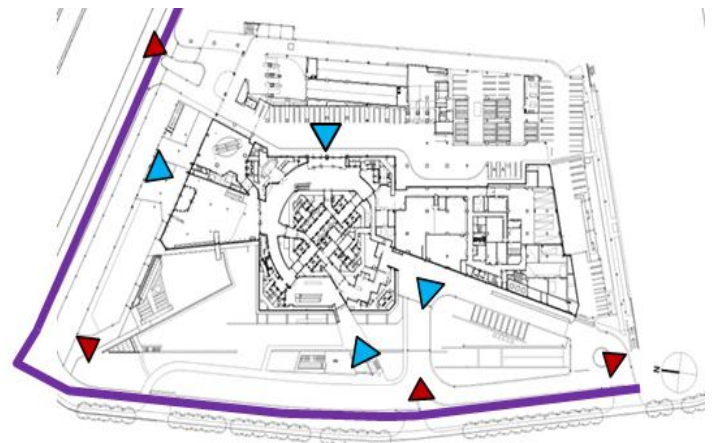


Figure 121 : Plan de masse

b. Aspect fonctionnel :



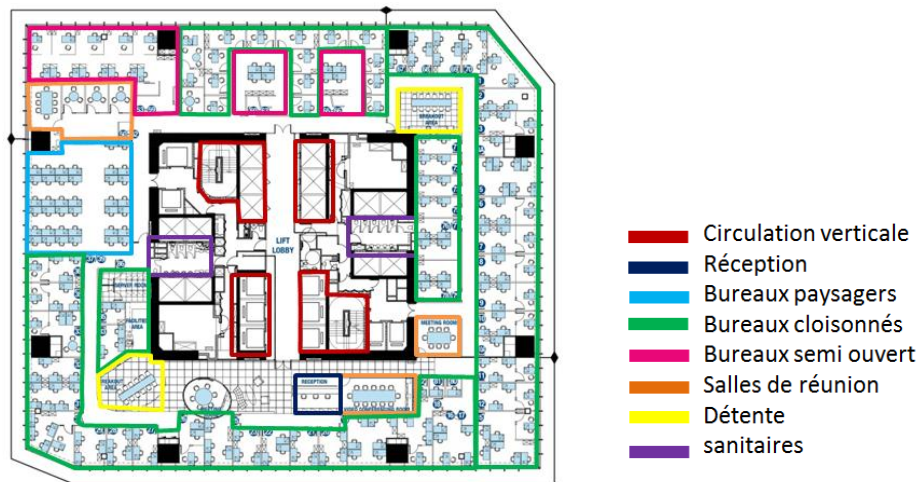
Typical plan at the lower floors



Typical plan at the lower floors



Hotel floor plan

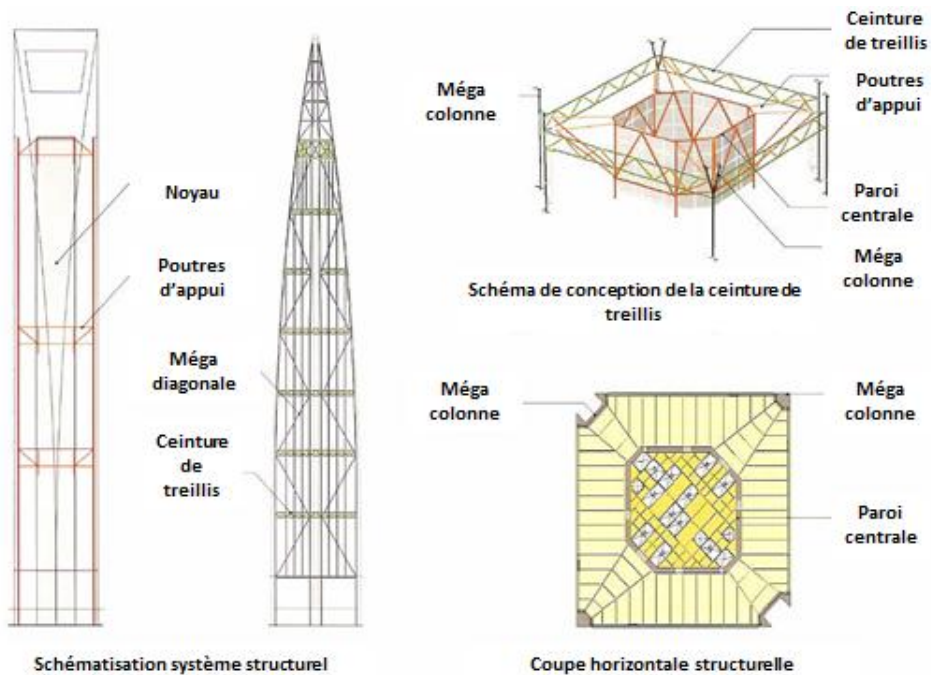


Plan type d'aménagement office

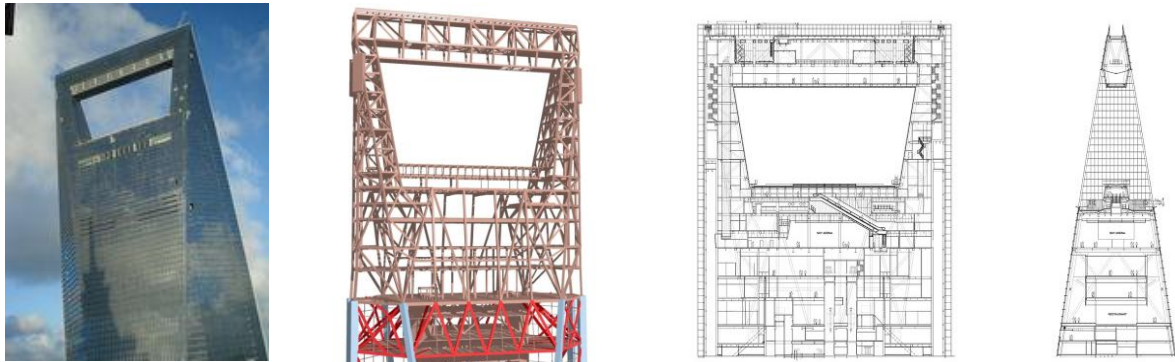
c. Aspect structurel :

Superstructure

La superstructure est composée d'un noyau en béton armé avec quatre méga colonnes aux coins, reliés entre eux par des ceintures en treillis et au noyau par des poutres d'appui permettant de raidir l'ensemble.



L'ouverture trapézoïdale de la tour est constituée d'acier et de béton armé.



Schématisation de l'ouverture trapézoïdale

Infrastructure

Le bâtiment est soutenu par la "paroi de fondation" en forme de treillis constituée d'une paroi extérieure et d'une paroi de noyau à la base de la tour, des "plaques résistant à la pression" de plus de 2 m d'épaisseur et environ 2 200 pieux de support en acier conduit jusqu'à 78 m dans le sol.

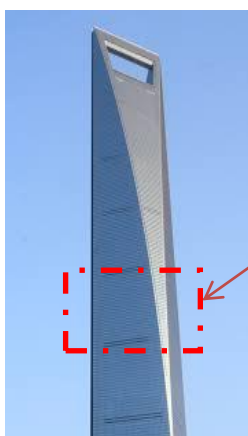


Paroi de fondations sur pieux en acier

d. Description de la façade :

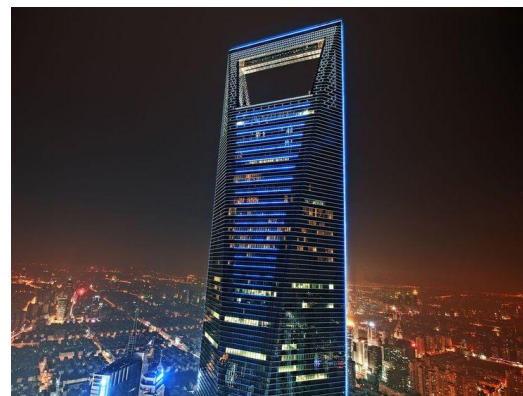
La façade du bâtiment ainsi que sa structure et systèmes mécaniques sont fortement intégré et organisés dans des modules qui se répètent tous les 13 étages, ce qui a considérablement facilité sa construction

Sa caractéristique principale est son ouverture trapézoïdale d'environ 50 m de large créée dans les étages les plus élevés afin de réduire la pression du vent
Des murs rideaux ont été utilisés en guise de revêtement



Module de façade

Schématisation du module de façade



Façade du SFWC

4.3. Exemple 03 : Tour Agbar / Barcelone, Espagne

Fiche technique

Architecte: Jean Nouvel
Date d'inauguration : 2005
Type: tour d'affaire
Fonction : Bureaux
Hauteur : 144 m
Type de structure: Noyau central / Système de cadre tubulaire
Matériaux de construction : composite
Nombre d'étages : 33
Surface plancher : 3000 m²
Superficie totale : 50 693 m²

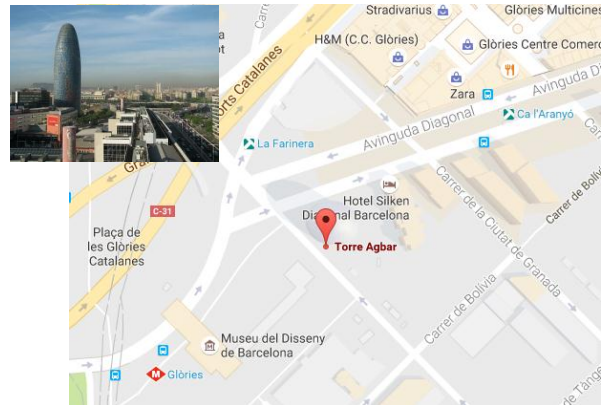


Figure 122 : Plan de situation The Tour Agbar

a. Situation :

La Tour Agbar se situe à proximité de l'hôtel Silken Diagonal Barcelona dans le quartier de Poblenou. Elle donne sur une voie publique importante (Avinguda Diagonal).

b. Accessibilité :

- Accès piéton
- Accès mécanique
- Voie publique

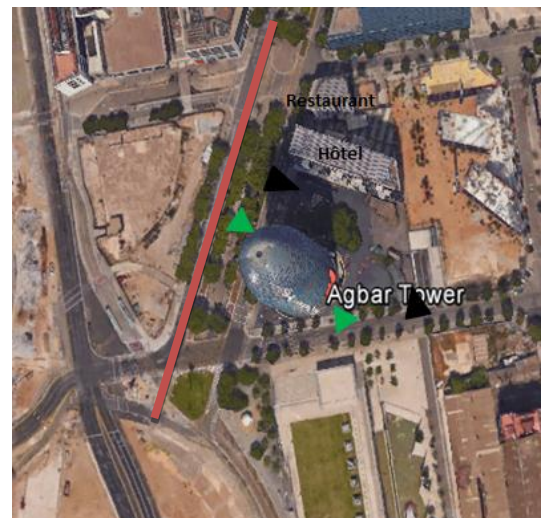
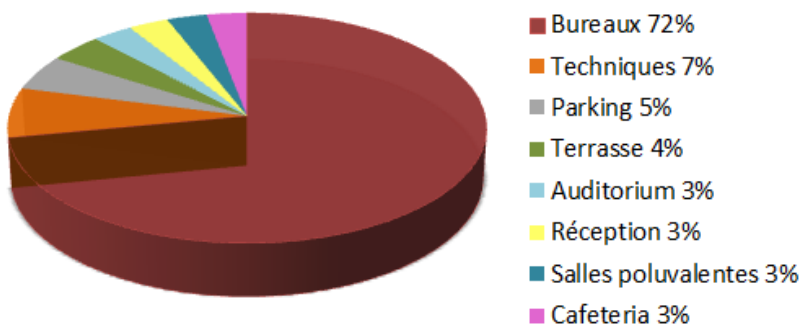


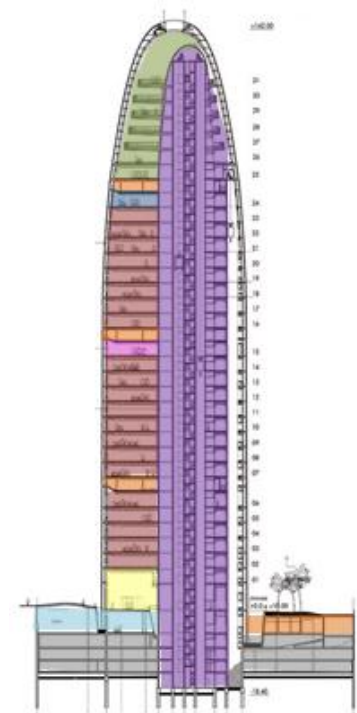
Figure 123 : Plan de masse de la tour Agbar

c. Aspect fonctionnel :

La tour offre 30 000 m² de bureaux, 3 210 m² pour les services techniques et 8 351 m² destinés à des fonctions diverses, avec notamment un auditorium de 300 places et des parkings au sous-sol, et des terrasses aux derniers étages pour une superficie totale de 50 693 m².

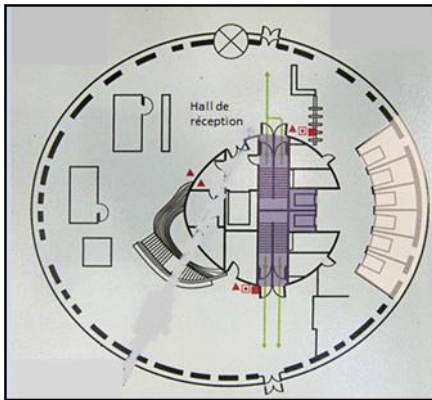


Répartition des fonctions

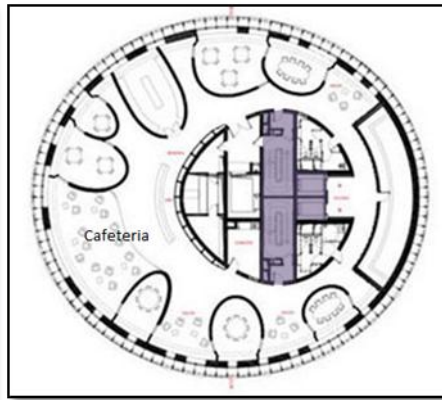


Coupe fonctionnelle

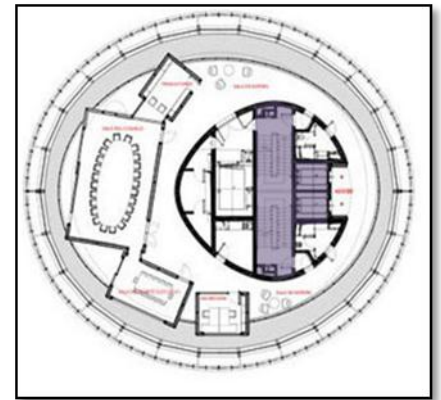
Les plans :



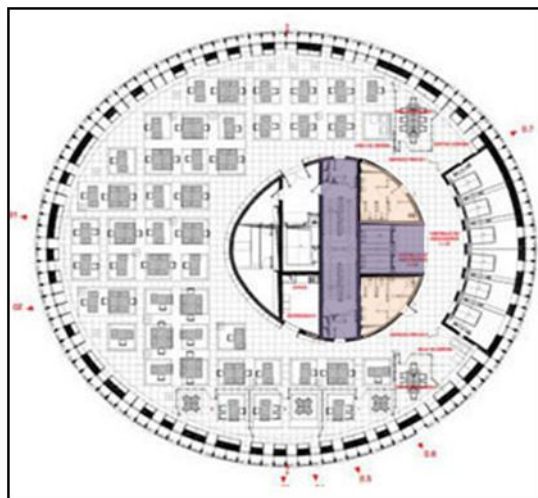
Plan du RDC



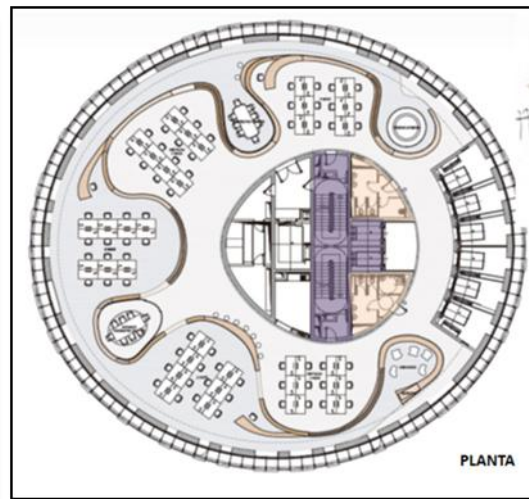
Plan du 15ème étage – cafeteria + salle de réunion



Plan du 27ème étage –salles polyvalentes

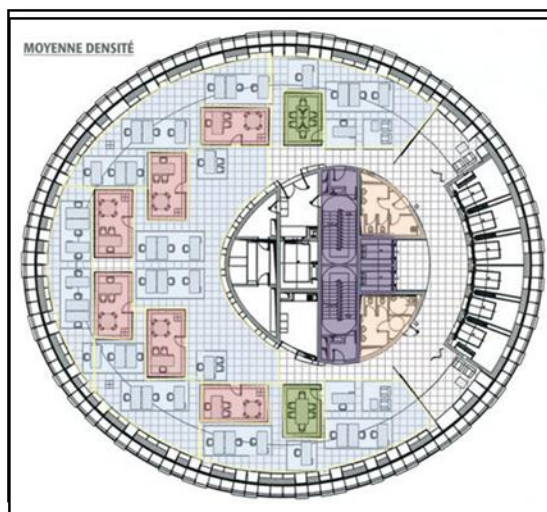


Plan de bureaux paysagers

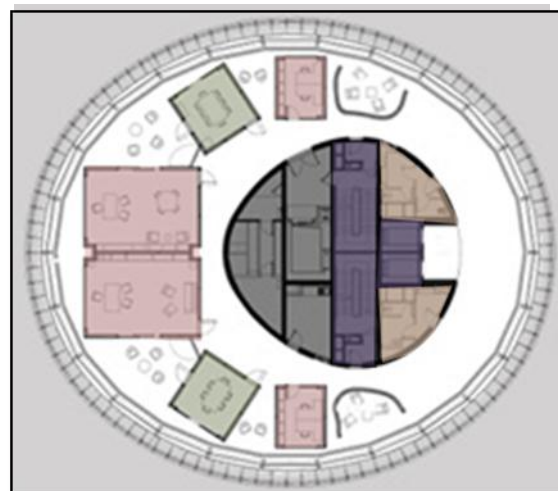


Plan de bureaux semi cloisonnés

- Circulation verticale
- Bureaux cloisonnés
- Salle de réunion
- Sanitaires



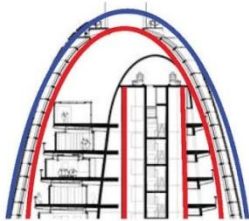
Plan de bureaux paysagers et cloisonnés



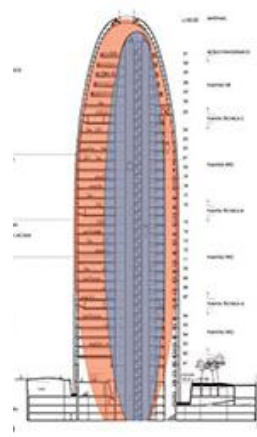
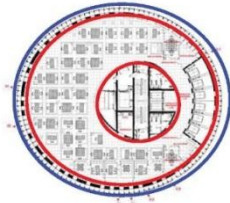
Plan de bureaux cloisonnés

L'organisation de chaque plateau varie suivant trois sortes de densité. La haute densité réunit 61 personnes dans des bureaux soit uniquement paysagers et ouverts ou bien semi cloisonnés, contenant chacun une seule unité ou plusieurs regroupées. La moyenne densité, qui accueille 47 personnes, mixe des bureaux paysagers destinés à un ou trois usagers et implantés surtout en façade, et des bureaux cloisonnés. Quant à la basse densité, elle loge 47 personnes, réparties dans des unités simples et occupant une bande de bureaux fermés.

d. Aspect structurel :



Système structurel



Schématisation Noyau central



Système de cadre tubulaire

la Tour Agbar est un bâtiment en béton composé de deux ellipses concentriques en béton. La plus petite ellipse étant le noyau central du bâtiment; Tandis que l'ellipse plus grande crée la paroi extérieure structurelle. Si ajoute à cela le système de cadre tubulaire.

e. Façade :

Bien que l'intérieur soit structurellement intéressant, c'est l'extérieur qui fascine les passants sur les autoroutes de Barcelone. La première peau qui recouvre la structure en béton est une couche d'aluminium polis dans les bleus, les verts et les gris. La seconde peau qui ajoute un éclat iridescent à la construction, est faite de 59 panneaux de verre transparent et translucide. Il y a 4400 fenêtres qui s'inclinent dans différentes directions pour bloquer la lumière du soleil.



Façade de la Tour Agbar

4.4. Exemple 04 : La tour Commerzbank/ Francfort sur le Main, Allemagne

Fiche technique

Architecte: Norman Foster

Date d'inauguration : 1997

Type: tour d'affaire

Fonction : Bureaux

Hauteur : 258 m

Type de structure: Méga murs de contreventement

Matériaux de construction : acier + béton armé

Nombre d'étages : 56

Superficie : 121 000 m²

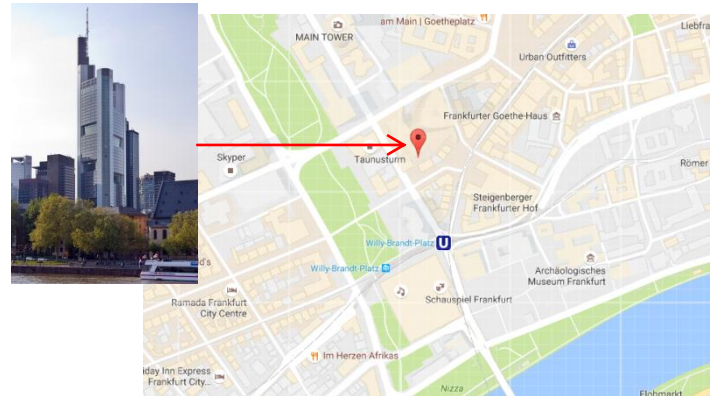


Figure 124 : Plan de situation de la tour Commerzbank

a. Situation :

La tour Commerzbank se situe à Francfort sur le Main à proximité de la rivière Main. La tour donne sur deux voies publiques importantes.

b. Accessibilité :




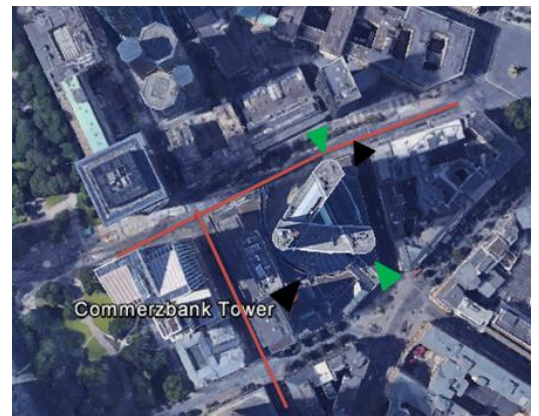
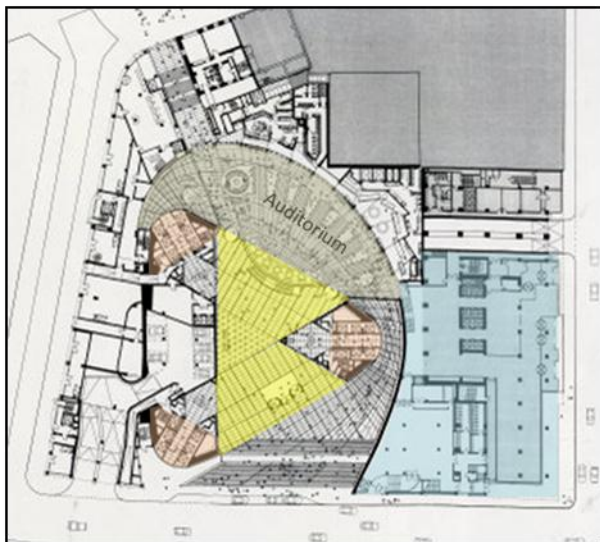
-  Accès piéton
-  Accès mécanique
-  Voie publique

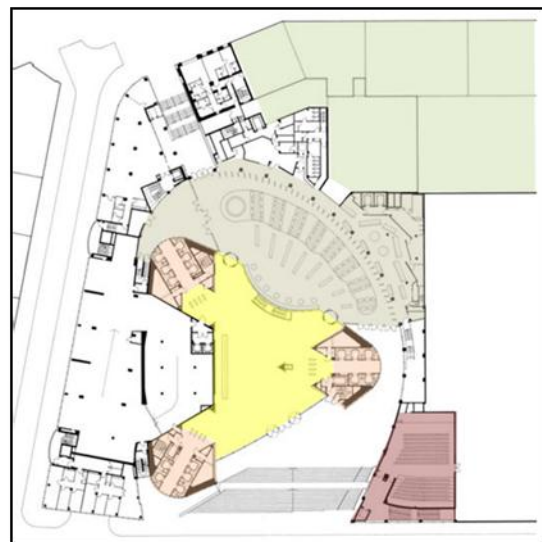
Figure 125 : Plan de masse de Commerzbank




c. Aspect fonctionnel :



Plan du RDC




Plan du 1er niveau

 Hall + réception

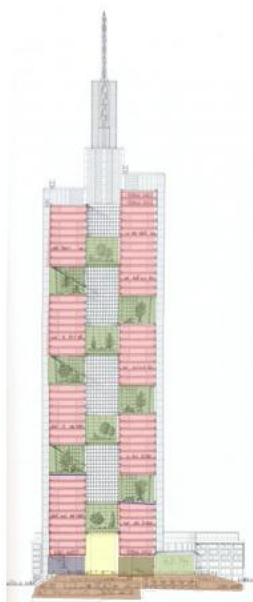
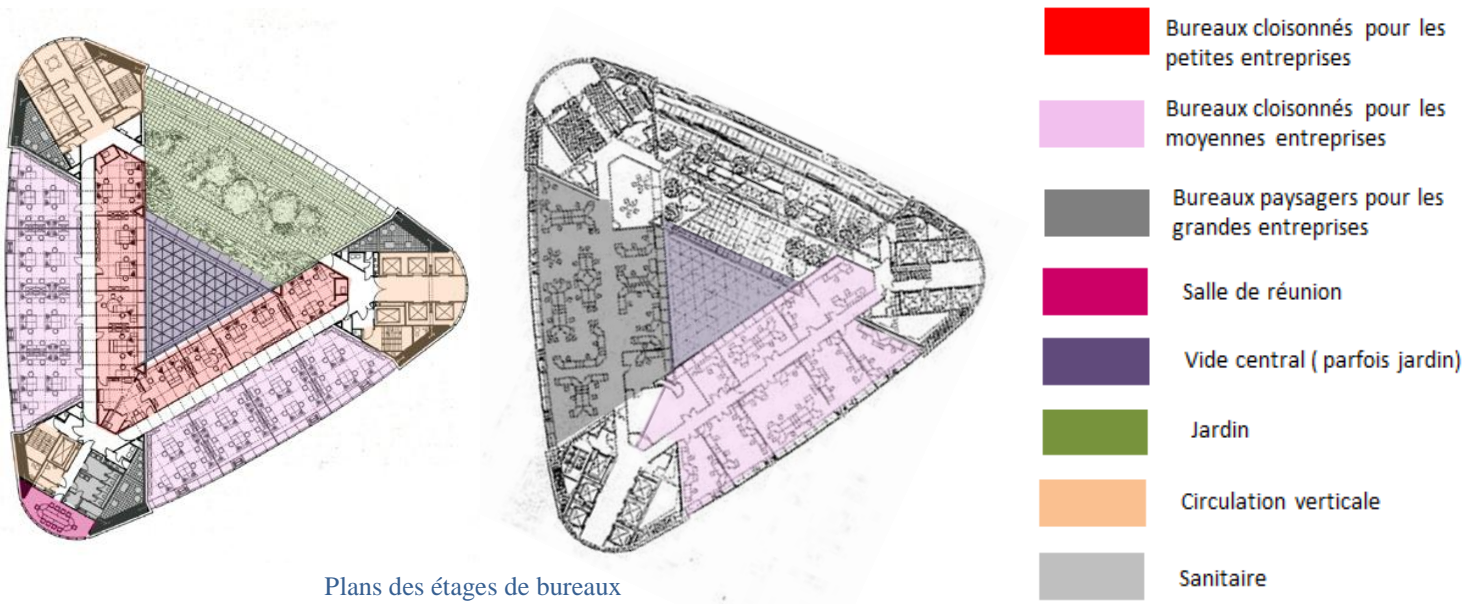
 Auditorium

 Hall

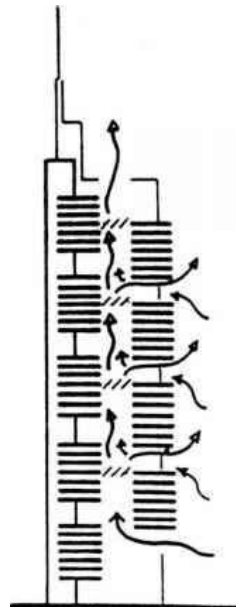
 Salle de conférence

 Circulation verticale+ sanitaire

 Espace commercial



Coupe fonctionnelle



Ventilation naturelle



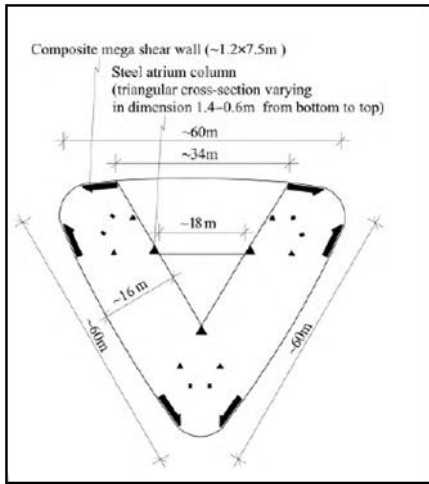
70% de la tour est consacré pour la fonction « affaire » avec des bureaux cloisonnés pour les petites et moyennes entreprises et des bureaux paysagers pour les grandes entreprises.

La tour compte aussi un parking en sous-sol, des espaces commerciaux, un auditorium, une salle de conférence, et des jardins favorisant l'aspect écologique ce sont des espaces de détente pour les employeurs.

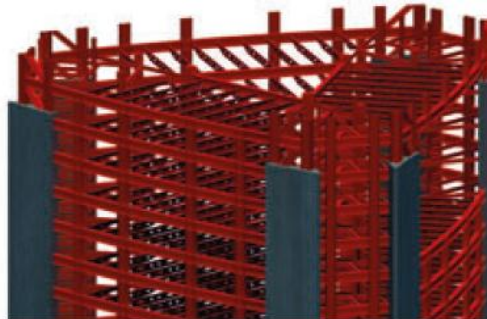
La ventilation naturelle entre par le haut des jardins passant dans le hall central. Il y a une ventilation croisée des jardins dans les 3 directions, la qualité de l'air est bonne, renforcée par la verdure.

d. Aspect structurel :

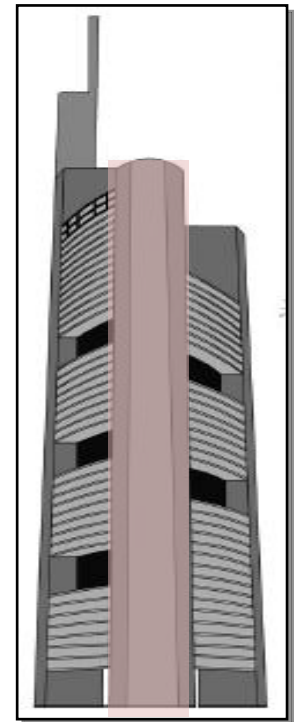
6 Méga murs de contreventement ayant des sections transversales d'environ 1,2 x 7,5 m qui fonctionnent en continu tout au long de la hauteur du bâtiment si ajoute à cela le système de cadre tubulaire.



Plan structurel (méga murs)



Système de cadre tubulaire



Méga murs de contreventement

e. Description de la façade :

La façade de la tour est un intervalle entre plein et vide, entre béton, aluminium, verre et verdure.

La façade est considéré comme climatique, elle se compose d'une peau extérieure en verre de 12 mm qui a été spécialement revêtu pour absorber les rayons solaires, tandis que le revêtement intérieur est un double vitrage. Les stores en aluminium motorisés dans la cavité fournissent l'ombrage solaire.



Façade de la tour Commerzbank

4.5. Exemple 05: Hearst Tower/New York, U.S.A

Fiche technique

Architecte: Norman Foster
Date d'inauguration : 2006
Type: tour d'affaire
Fonction : Bureaux
Hauteur : 182 m
Type de structure: Méga colonnes/ Système de grilles diagonales
Matériaux de construction : acier + béton armé
Nombre d'étages : 46
Superficie : 80 000 m²

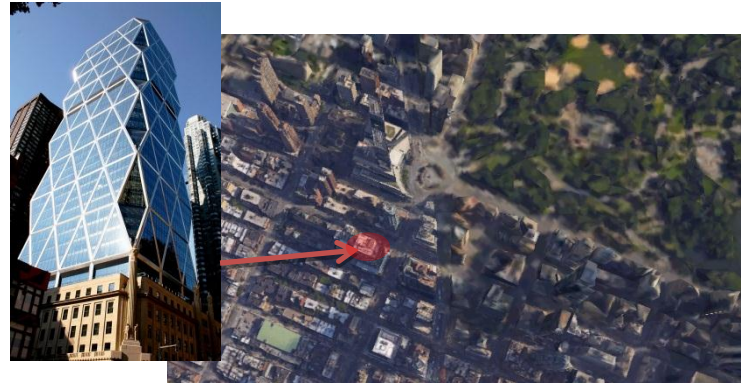






Figure 126 : Plan de situation de la tour Hearst

a. Situation :

La tour Hearst se situe à New York à proximité du central par cet du columbus circle, elle est accolé à New York Time Tower et donne sur deux voies publiques importantes.

b. Accessibilité :

-  Accès piéton
-  Accès mécanique
-  Voie publique
-  Hearst Tower

c. Aspect fonctionnel :

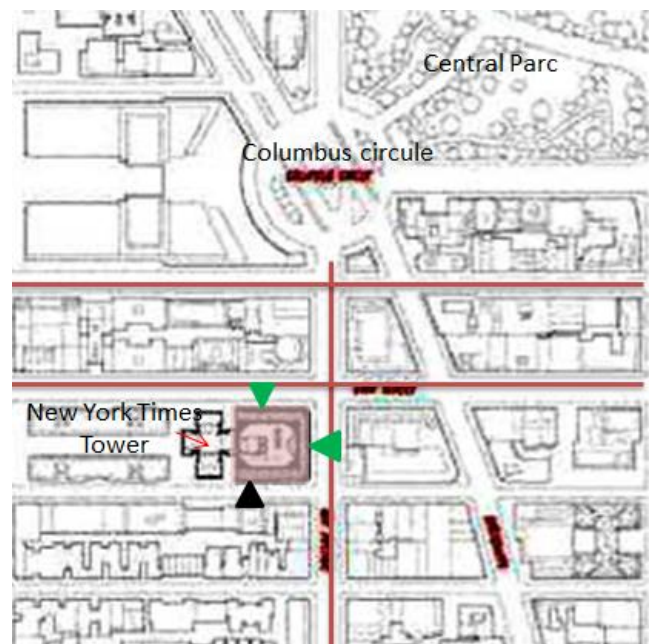
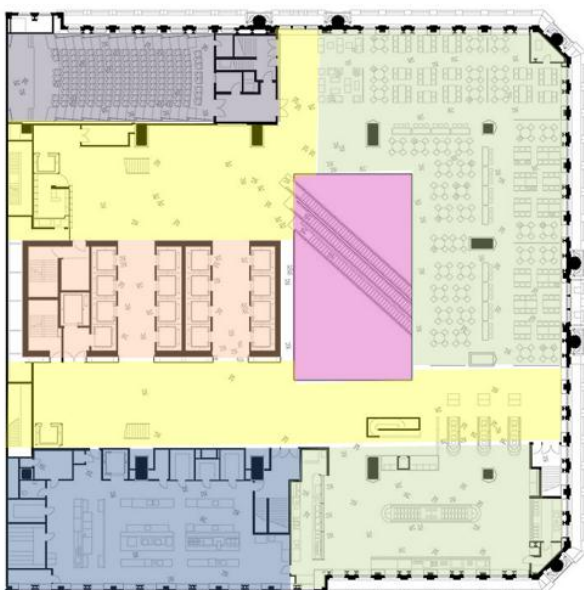


Figure 127 : Plan de masse de la tour Hearst



Plan du RDC



Plan des étages de bureaux

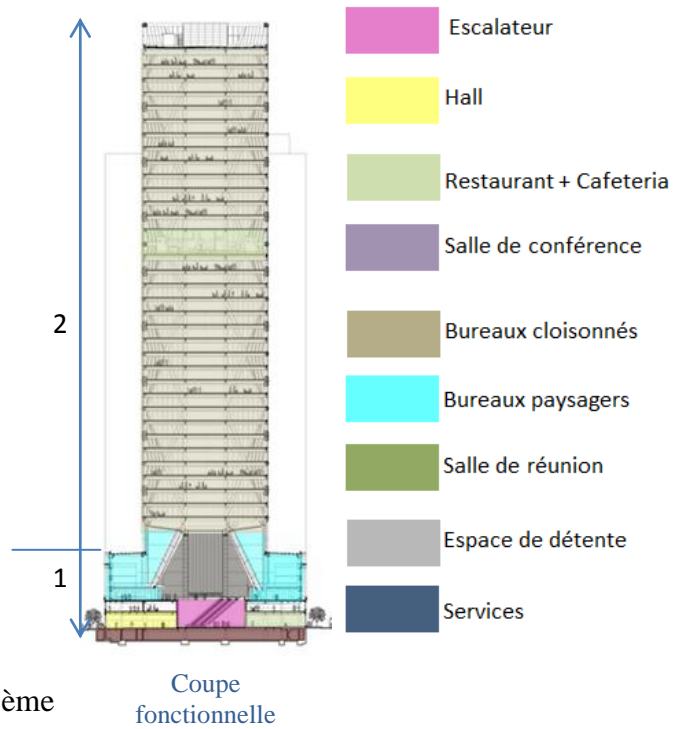
Hearst a commandé un bloc d'art déco de six étages sur la Huitième Avenue, formant la base pour une tour.

La nouvelle tour s'élève au-dessus de l'ancien bâtiment à une hauteur de quarante étages.

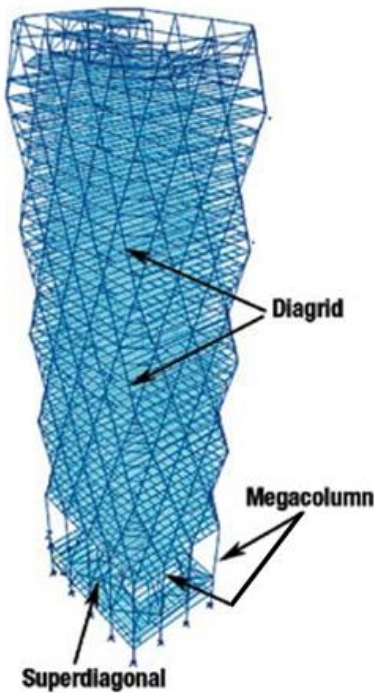
À la base de la tour, l'événement spatial principal est un hall qui occupe toute la plaque de plancher de l'ancien bâtiment et se lève sur six étages. Comme une place animée de la ville, cet espace spectaculaire donne accès à toutes les parties du bâtiment. Il comprend le hall principal de l'ascenseur, la cafétéria et l'auditorium du personnel de Hearst, ainsi que des niveaux de mezzanine pour les réunions et des bureaux.

Les 40 étages sont occupés par des bureaux soit paysagers ou bien cloisonnés, des salles de réunion ainsi que des espaces de détente. Au niveau du 27^{ème} étage on y trouve un restaurant.

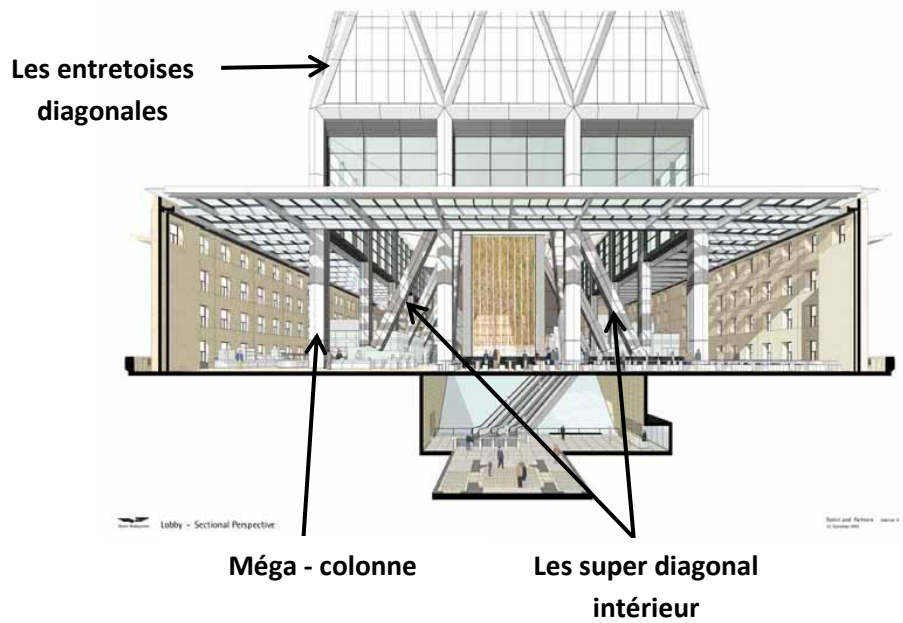
-Le bâtiment est important en termes environnementaux. Il a été construit en utilisant de l'acier recyclé à 85 pour cent, son équipement de chauffage et de climatisation utilise de l'air extérieur pour le refroidissement et la ventilation pendant neuf mois de l'année.



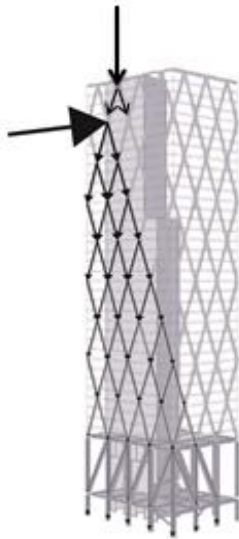
d. Aspect structurel :



Système structurel



Les éléments de structures – vue d'intérieur)



Transmission des charges



Système de grilles diagonales

Le système structural se constitue de Méga colonnes et du système de grilles diagonales qui résiste aux charges verticales et latérales.

e. Description de la façade :

La façade de Hearst Tower est un dialogue créatif entre l'ancien et le nouveau. Elle se constitue d'une base d'art déco. Et de la tour élancée à quarante étages en verre translucide et acier recyclé formant des grilles diagonales, une solution structurale efficace mais aussi elle crée une silhouette et un traitement complètement différent.



Façade de Hearst Tower

4.6. Exemple 06 : CCTV Headquarters / Pékin, Chine

Fiche technique
Architecte: Rem Kolhaas
Date d'inauguration : 2009
Usage : Bureaux
Hauteur : 234 m
Nombre d'étages : 51
Type de structure: Système de grilles diagonales
Matériaux de construction : Acier
Superficie totale : 380 000 m²

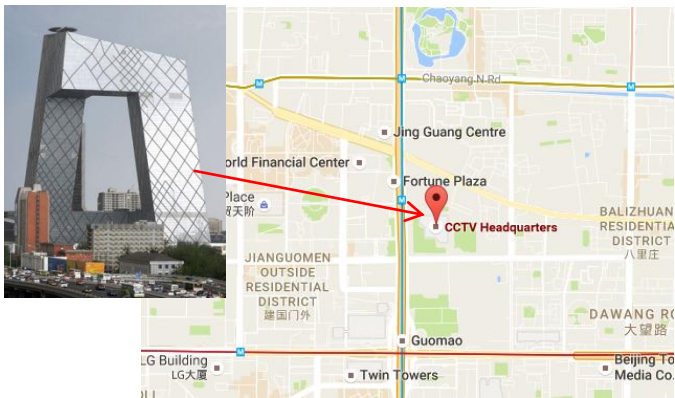


Figure 128 : Plan de situation de CCTV Headquarters

a.Situation :

CCTV Headquarters (siège de la télévision centrale chinoise) se situe dans le nouveau quartier d'affaire Beijing de l'est de Pékin. La tour donne sur une voie publique – E 3rd Ring Rd Middle-. Et se trouve à proximité de l'hôtel Full Tower.

b.Accessibilité :

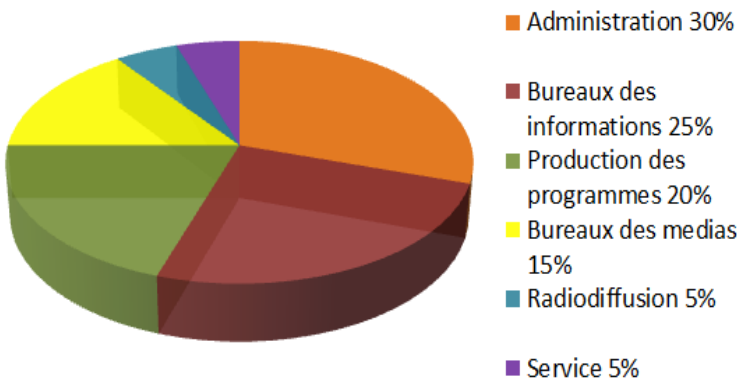
- ▶ Accès piéton
- ▶ Accès mécanique

c.Aspect fonctionnel :

La conception du bâtiment combine l'administration (la gestion de la télévision) et les bureaux des informations et des medias, la radiodiffusion, la production de programmes et les services.



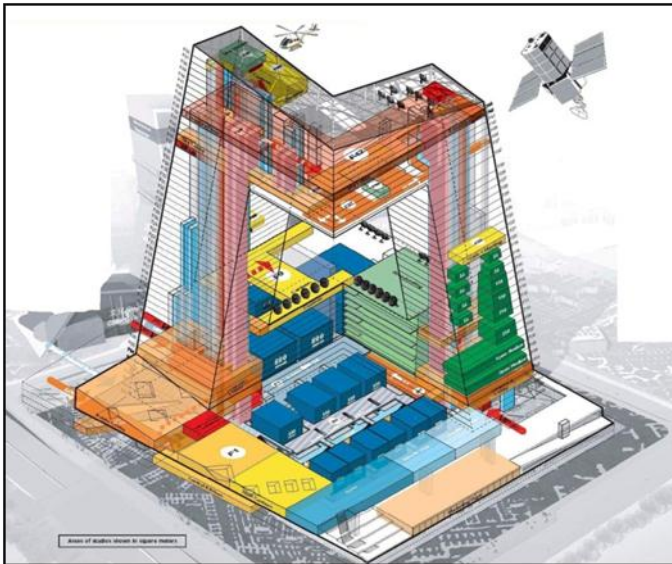
Figure 129 : Plan de masse de CCTV



Répartition des espaces











Figure : Schématisation fonctionnelle

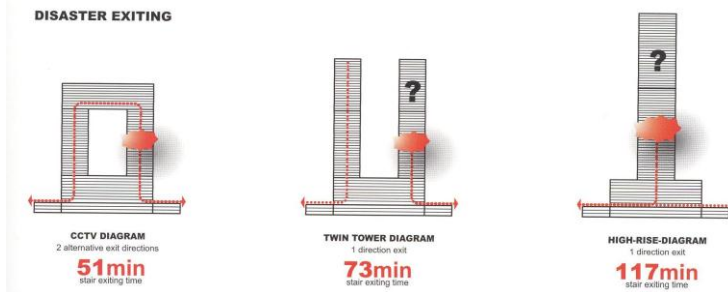


Coupe fonctionnelle

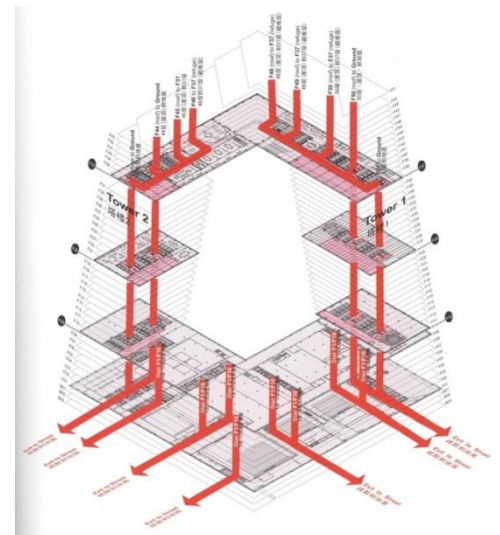


Plan du RDC

- | | | | |
|---|---------------------------|---|-----------------------|
|  | Restaurant - Cafeteria |  | Halls |
|  | Studios |  | Sport et récréation |
|  | Bureaux d'informations |  | Espace VIP |
|  | Bureaux de radiodiffusion |  | Circulation verticale |



Les Scénarios d'urgence



Circulation verticale

-La totalité du processus télévisuel est dans une seule boucle d'activités interconnectées autour des quatre éléments du bâtiment: La «base» de neuf étages, les deux tours inclinées qui penchent à 6 ° dans chaque direction, de 33 étages supportant 9 étages.

-La circulation en boucle non seulement favorise l'interaction sociale, mais offre également de multiples itinéraires de sortie dans les scénarios d'urgence.

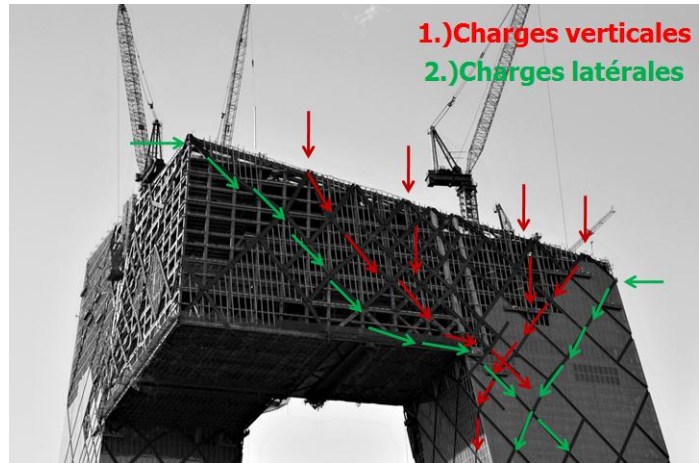
La conception de la CCTV vise alors à réinventer le grand bâtiment en créant une véritable expérience tridimensionnelle; La création d'une série continue d'espaces et d'activités permettra de promouvoir le bâtiment en tant que catalyseur social géant.

d. Aspect structurel :

Le système structurel adopté est celui du système de tube en treillis (des colonnes verticales + entretoises diagonales.), cela donnerait à la structure les plus grandes dimensions disponibles pour résister aux énormes forces de flexion générées par la forme inclinée ainsi que les charges du vent et des tremblements de terre extrêmes.



Le système structurel



Répartition des charges

e. Description de la façade :

Dès le début, il a été déterminé que la seule façon de livrer la forme architecturale souhaitée du bâtiment CCTV était d'engager toute la structure de la façade et donc elle est constituée des diagonales en acier et du verre translucide.










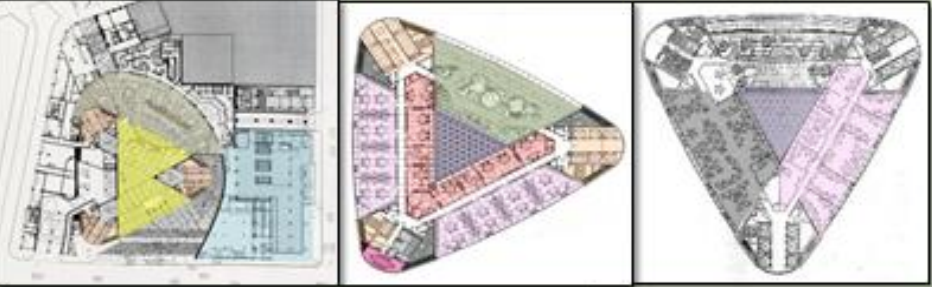

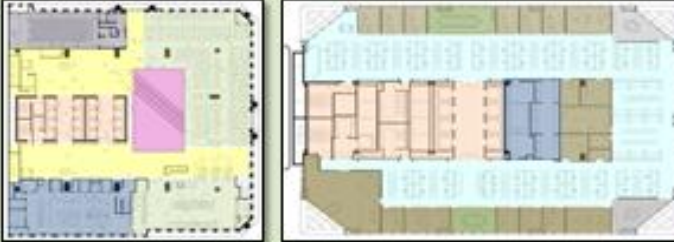
Façade de CCTV Headquarters











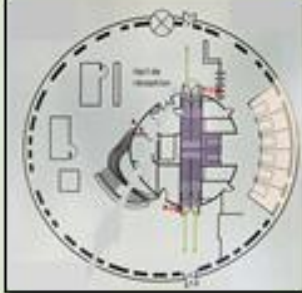
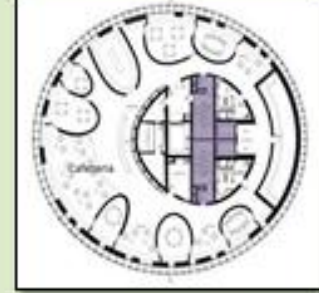

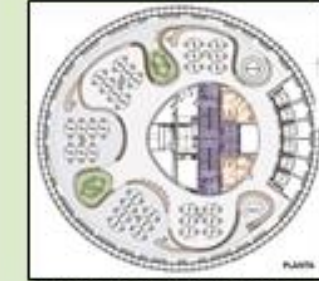


CCTV Headquarters en nuit

5. Tableau d'analyse comparative des exemples :

a. Architecture :

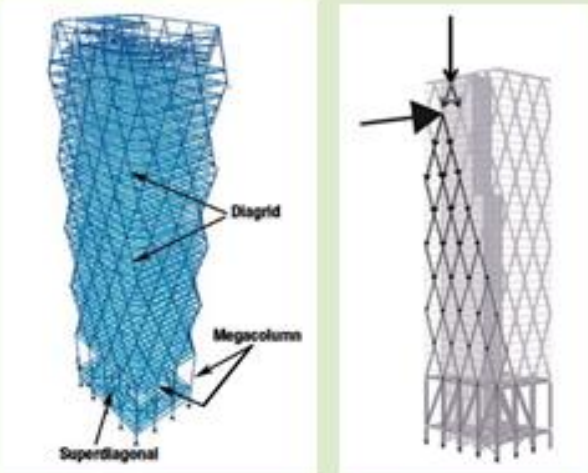
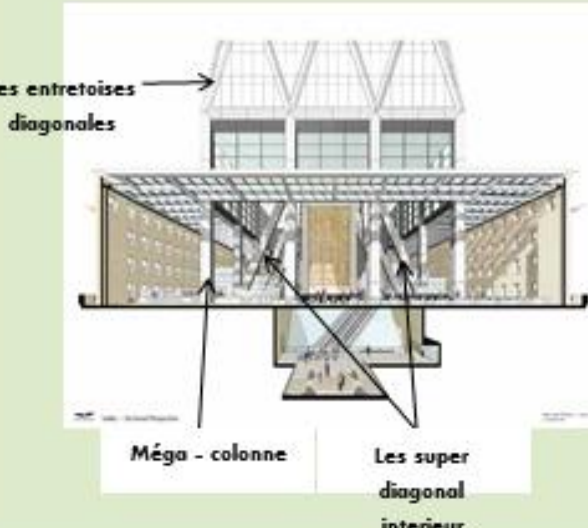
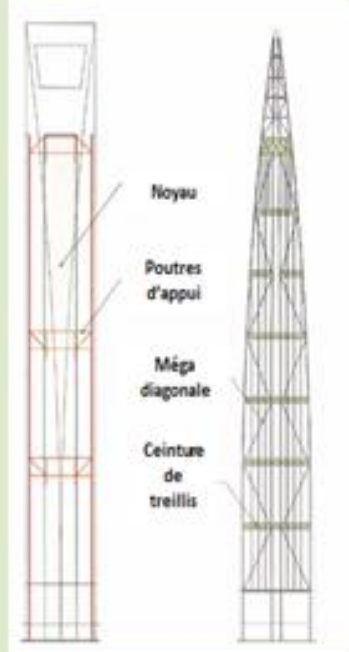
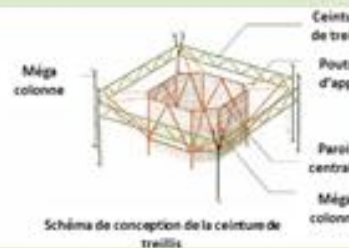
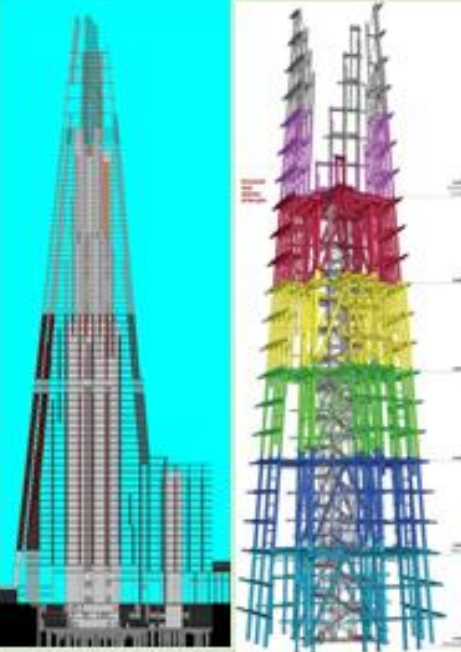
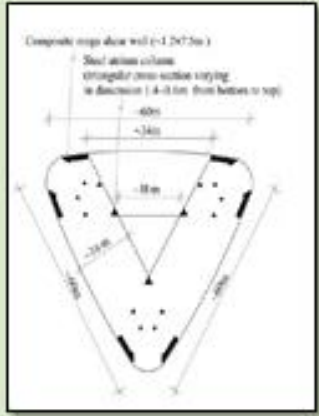

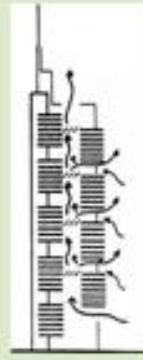
Architecture	CCTV Headquarters	La tour Commerzbank	Hearst Tower
Fiche technique	<p>Situation: Pékin, Chine Architecte: Rem Koolhaas Date d'inauguration : 2009 Nombre d'étages : 51 Hauteur : 234 m</p>	<p>Situation: Francfort sur le Main, Allemagne Architecte: Norman Foster Date d'inauguration : 1997 Nombre d'étages : 56 Hauteur : 258 m</p>	<p>Situation: New York, U.S.A Architecte: Norman Foster Date d'inauguration : 2006 Nombre d'étages : 46 Hauteur : 182 m</p>
Masse	 <p>▶ Accès piéton ▲ Accès mécanique</p>	 <p>▶ Accès piéton ▲ Accès mécanique — Voie publique</p>	 <p>▶ Accès piéton ▲ Accès mécanique — Voie publique ■ Hearst Tower</p>
Volumétrie	<p>Le volume résulte de l'assemblage de 4 éléments. La base de neuf étages, les deux tours inclinées qui penchent à 6° dans chaque direction, de 33 étages supportant 9 étages.</p> 	<p>Le volume de la tour résulte d'une extrusion verticale d'un triangle pour éviter une façade entière coté sud.</p> 	<p>Le volume de la tour exprime une simplicité de la forme, une base de style art déco de forme carré surplombé par la tour élancée de forme rectangulaire.</p> 
Façade	<p>la structure de la façade et donc elle est constituée des diagonales en acier et du verre translucide.</p>	<p>La façade est considéré comme climatique, elle se compose d'une peau extérieure en verre de 12 mm qui a été spécialement revêtu pour absorber les rayons solaires, tandis que le revêtement intérieur est un double vitrage. Les stores en aluminium motorisés dans la cavité fournissent l'ombrage solaire.</p>	<p>La façade de Hearst Tower est un dialogue créatif entre l'ancien et le nouveau. Elle se constitue d'une base d'art déco. Et de la tour élancée à quarante étages en verre translucide et acier recyclé formant des grilles diagonales.</p>
Aspect fonctionnel	 <p>Coupe fonctionnelle</p> <ul style="list-style-type: none"> Restaurant - Cafeteria Studios Bureaux d'informaticien Bureaux de radiodiffusion Halls Sport et récréation Espace VIP Circulation verticale 	 <p>Plan du RDC Plan étages bureaux</p> <ul style="list-style-type: none"> Bureaux Jardins Auditorium Parking Espace technique Bureaux cloisonnés pour les petites entreprises Bureaux cloisonnés pour les moyennes entreprises Bureaux paysagers pour les grandes entreprises Salle de réunion Vide central (parfois jardin) Jardin Circulation verticale Sanitaire 	 <p>Plan du RDC Plan étage bureaux</p> <ul style="list-style-type: none"> Escalateur Hall Restaurant + Cafeteria Salle de conférence Bureaux cloisonnés Bureaux paysagers Salle de réunion Espace de détente Services

Architecture	The Shard	World Financial Center	Tour Agbar	Synthèse
Fiche technique	<p>Situation: Londre / Royaume uni Architecte: Renzo Piano Date d'inauguration : 2012 Nombre d'étages : 87 Hauteur : 309,6 m</p>	<p>Situation: Shanghai / Chine Architecte :Kohn Pedersen Fox Date d'ouverture : 2008 Nombre d'étages : 101 Hauteur : 492 m</p>	<p>Situation : Barcelone / Espagne Architecte: Jean Nouvel Date d'inauguration : 2005 Nombre d'étages : 33 Hauteur : 144 m</p>	
Masse				<p>La tour donne principalement sur des voies publiques importantes et les accès piétons sont bien mis en évidence.</p>
Volumétrie	<p>Le volume de la tour est une simple pyramide élancée.</p> 	<p>Le volume a une base large qui s'amincit en allant en hauteur avec une ouverture trapézoïdale au sommet pour contrer l'effet du vent.</p> 	<p>Jean Nouvel s'est inspiré de l'orographie de Montserrat, où les formations rocheuses prennent une forme parabolique qui se projette vers le ciel pour créer la tour d'affaires Agbar.</p> 	<p>Le volume résulte de l'envie et la volonté du concepteur.</p>
Façade	<p>La façade de la tour est complètement transparente avec du verre à faible émissivité.</p>	<p>La façade du bâtiment ainsi que sa structure et systèmes mécaniques sont fortement intégrés et organisés dans des modules qui se répètent tous les 13 étages, ce qui a considérablement facilité sa construction. Des murs rideaux ont été utilisés en guise de revêtement.</p>	<p>La première peau qui recouvre la structure en béton est une couche d'aluminium polie dans les bleus, les verts et les gris. La seconde peau qui ajoute un éclat iridescent à la construction, est faite de 59 panneaux de verre transparent et translucide.</p>	<p>L'utilisation principalement du verre et de l'acier.</p>
Aspect fonctionnel	 <p>Plan du RDC</p> <ul style="list-style-type: none"> 1-Hall de réception 2-Café 3-Sanitaires 4-Commerce (vente de détail) Circulation verticale Accès mécanique Accès piéton  <p>Plan étage bureaux</p> <ul style="list-style-type: none"> Circulation verticale Salles de réunion Espace de détente Bureaux paysager Bureaux cloisonnés Bureaux semi ouvert Salle d'attente Réception sanitaires 	 <p>Plan type étage bureaux</p> <ul style="list-style-type: none"> Circulation verticale Réception Bureaux paysagers Bureaux cloisonnés Bureaux semi ouvert Salles de réunion Détente sanitaires  <p>Plan type de l'hôtel</p>	 <p>Plan RDC</p>  <p>Plan 15 eme étage, cafeteria</p>  <p>Plan B, paysagers+ cloisonnés</p>  <p>Plan B, semi cloisonnés</p> <ul style="list-style-type: none"> Circulation verticale B. cloisonnés Sanitaires Salle de réunion 	<p>Différentes façons d'organiser la disposition fonctionnelle. On constate principalement que le RDC et les 1^{er} niveaux sont des espaces ouverts au grand public, qu'il y a différentes dispositions des lieux de travail en plus des espaces de détente.</p>

b. Programme :

Programme	The Shard	World Financial Center	Tour Agbar	Commerzbank Tower	Synthèse
Emprise au sol	2900m ²	/	1536 m ²	/	/
Surface du terrain	/	35796 m ²	18500 m ²	28 940 m ²	/
Surface totale	127 489 m ²	381 600m ²	50 693 m ²	121 000 m ²	variante
Echelle d'appartenance	International	International	National	International	International
Capacité d'accueil	/	18 540/J	3 500/J	5 650/J	Variante
Fonction Accueil	-hall d'accueil -Banque de réception -Salle d'attente -hall d'accueil et réception de l'hôtel	-Hall d'accueil+ Réception -Espace d'attente -Salle de surveillance -Réception pour l'hôtel	-Hall d'accueil -Réception -Espace d'attente	-Hall d'accueil+ Réception -Espace d'attente -Salle de surveillance	Les fonctions:  <ul style="list-style-type: none"> Accueil 1% Administrative 1% Commerciale 4% Détente 10% Affaire et échange 75% Hôtellerie 5% Logistique 1% Stationnement 3%
Fonction Administrative	-Administration de gestion	-Administration de gestion	-Administration de gestion	-Administration de gestion	
Fonction Commerciale	-Locaux commerciaux -Cafétéria -Restaurant	-Locaux commerciaux -Restaurants -Cafétéria -Salon de thé	-Cafeteria	-Locaux commerciaux -Cafeteria	
Fonction Détente	-Cafétéria 231 m ² -3 Jardins 99 m ²	-Observatoire -Restaurant -160 Espace de détente 180 m ²	-Cafétéria -Terrasse -2 Salles de documentation	-Cafétéria -Restaurant -Jardins	
Affaire et échange	-30 bureaux paysagers 642 m ² (grandes et moyennes entreprises) -12 bureaux cloisonnés 48m ² (fonction libérale) -76 bureaux semi ouvert 684 m ² (Grandes entreprises) -7 salles de réunion 292m ² -Salle d'exposition -2salles de conférence	-80 bureaux paysagers 550m ² (Grandes entreprises) -640 bureaux cloisonnés 120m ² (petites entreprises+ des bureaux de fonction libérale) -240 bureaux semi cloisonnés 210 m ² (moyennes entreprises) -240 salles de réunion 160 m ² -240 m ² . -2 salles de conférence -4 Salles d'exposition	-30 000 m ² de bureaux: - 5 B. paysagers(836m ²) pour les grandes entreprises+10 salles de réunion. -20B. semi-cloisonnés(209 m ²) +10 salles de réunion pour les moyennes entreprises) -10 bureaux paysagers(416m ²) + 70 B. cloisonnés (60 m ²) + 20 salles de réunion pour les petites entreprises(47 personnes) -40 B. cloisonnés pour fonction libérale. -Auditorium 500 places -4 salles polyvalentes. -Salle d'exposition	-408Bureaux cloisonnés pour les petites entreprises, et pour fonction libérale -214 bureaux cloisonnés pour les moyennes entreprises -20 Bureaux paysagers pour les grandes entreprises. -52 Salles de réunion -Auditorium -2 salle d'exposition	
Hôtellerie	18 étages -Chambres+ salle de bal + cafeteria	25 étages -Chambres+ restaurant + cafeteria+ meeting space			
Logistique	-Locaux techniques	-Locaux techniques	-Locaux techniques	-Locaux techniques	
Stationnement	-Parking 3 niveaux	-Parking 4 niveaux	-Parking 2 niveaux + parking extérieur	-Parking 2 niveaux	

c. Nouvelles technologies :

Nouvelle technologie	Hearst Tower	World Financial Center	The Shard	Commerzbank Tower	Synthèse
<p>Structure</p>	 <p>Système de grilles diagonales / méga-colonnes</p>  <p>Les entretoises diagonales</p> <p>Méga - colonne</p> <p>Les super diagonal intérieur</p>	 <p>Noyau</p> <p>Poutres d'appui</p> <p>Méga diagonale</p> <p>Ceinture de treillis</p>  <p>Méga colonne</p> <p>Ceinture de treillis</p> <p>Poutres d'appui</p> <p>Paroi centrale</p> <p>Méga colonne</p> <p>Schéma de conception de la ceinture de treillis</p> <p>système de structure tubulaire / méga colonne / noyau central / trame stabilisatrice</p>	 <p>noyau central / ossature métallique en treillis</p>	<p>Méga murs de contreventement / système de cadre tubulaire</p>  <p>Plan structurel</p>  <p>Méga murs de contreventement</p> <p>Système de cadre tubulaire</p>	<p>Différents types de structure utilisés</p>
<p>Matériaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Béton - Acier recyclé - Verre à faible émissivité 	<ul style="list-style-type: none"> - Béton - Acier - verre à faible émissivité 	<ul style="list-style-type: none"> - Béton haute résistance - Acier - Verre à faible émissivité 	<ul style="list-style-type: none"> - Béton - Acier - Double vitrage - Aluminium 	<ul style="list-style-type: none"> - Béton - Acier - Verre
<p>Confort</p>	<ul style="list-style-type: none"> - son équipement de chauffage et de climatisation utilise de l'air extérieur pour le refroidissement et la ventilation pendant neuf mois de l'année. - Réseau anti incendie 	<ul style="list-style-type: none"> - Isolation thermique - Réseau anti incendie 	<ul style="list-style-type: none"> - Système de climatisation - Système de - Réseau anti incendie - Récupération des eaux grises pour le système de refroidissement 	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilation naturelle - Isolation thermique - Façade double peau - Climatisation : évapotranspiration des plante 	<ul style="list-style-type: none"> - Miser sur l'écologie avec ventilation naturelle et une bonne isolation thermique.

6. Approche programmatique :

Nous appelons programmation : La phase de clarification de l'énoncé du problème ; et élaboration du projet. La recherche aboutissant à une solution du problème.

On nomme « programme » l'énonciation des fonctions et des contraintes auxquelles l'architecture doit satisfaire pour remplir sa fonction, déterminer la surface et l'organisation du bâtiment.⁵³

Afin de déterminer les fonctions, nous abordons des questions simples aux quelles les réponses restent équivoques à un programme spécifique.

- **Quoi ?** : Notre projet consiste en une tour d'affaire et d'échange.

- **Pour qui ?** : Celle-ci nous mène à définir les usagers de ce type de projet et qui sont :

1-Les usagers permanent :

-Il s'agit des employés travaillant dans différents services tel que :

- Présentation d'entreprises
- Conseillers juridiques
- Experts en import/export
- Les agences bancaires et les assurances
- Les responsables de la gestion et maintenance

2-Les usagers temporaires :

-Il s'agit d'hommes d'affaires venant traiter des contrats avec différents organismes représenté dans la tour d'affaire ; ainsi que le grand public.

-**Où ?** : Confirmation du choix de la ville «Oran ».

-**Pourquoi ?** : Cette question tient à aborder nos objectifs qui sont :

- Exprimer l'envie économique de la ville d'Oran par une structure de grande envergure.
- Concevoir la tour comme lieu regroupant divers fonctions du secteur tertiaire permettant d'attirer le public tout en étant ouvert sur l'urbain.
- Création de lieu d'échange et de communication.



⁵³ Conan Michel, Concevoir un projet d'architecture, L'Harmattan, 1990, P.35

6.1. Programme de base :

Suite à l'analyse thématique ainsi que les différentes statistiques récoltées sur le secteur économique de la ville d'Oran, notre tour d'affaire aura un rayonnement à **l'échelle internationale** avec une capacité de **5000** personne divisé comme suit : **3000** pour les usagers permanent et **2000** pour les usagers temporaires.

-Les entreprises au sein du projet seront exclusivement dédiées au **secteur tertiaire**.

-Le programme de base est un modèle, un schéma de regroupement des fonctions et la hiérarchisation des espaces.⁵⁴

-Dans notre propre projet architectural, ces fonctions sont représentées selon 6 structures de base :

Fonction
Affaires et échanges
Hôtellerie
Détente
Service
Logistique
Stationnement

Figure 130 : fonctions annexés à notre projet⁵⁵

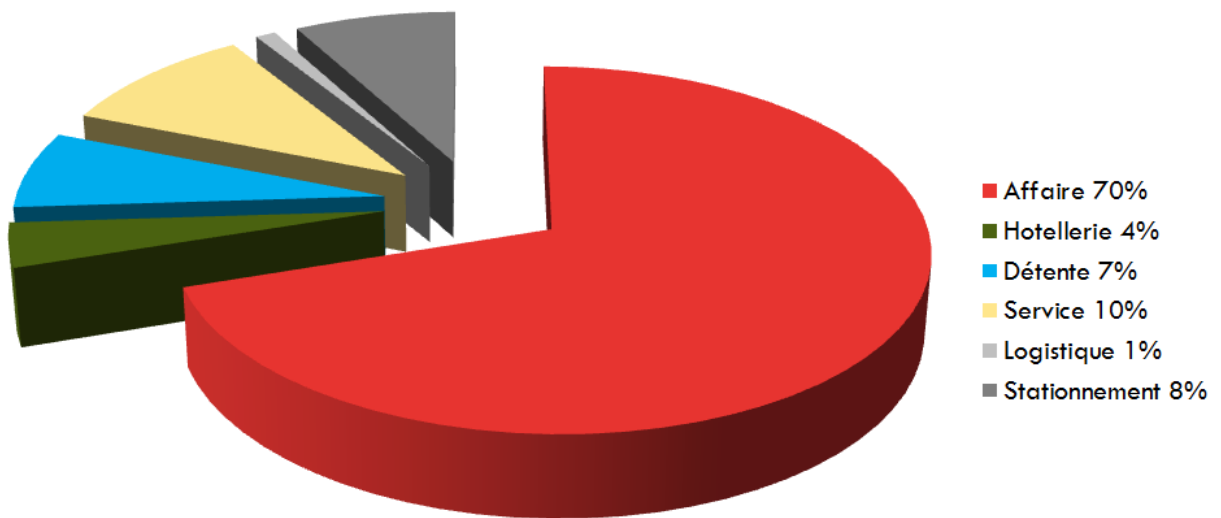
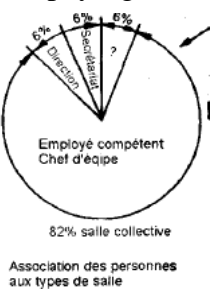
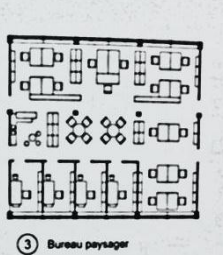
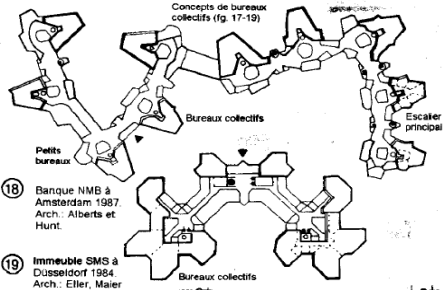
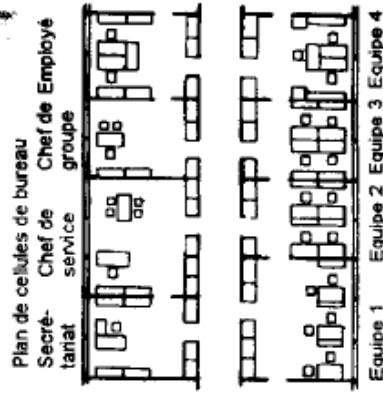
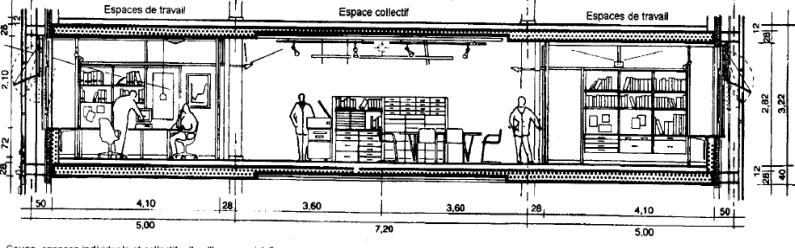
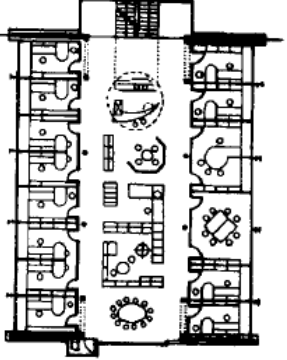
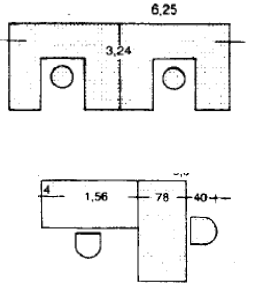
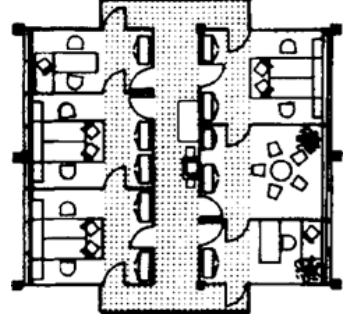


Figure 131 : Pourcentage attribué aux fonctions

⁵⁴ Op.cit.P.47

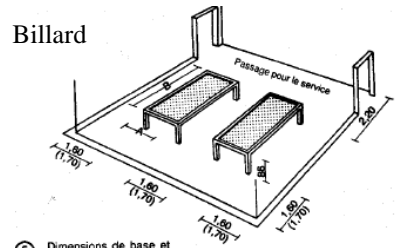
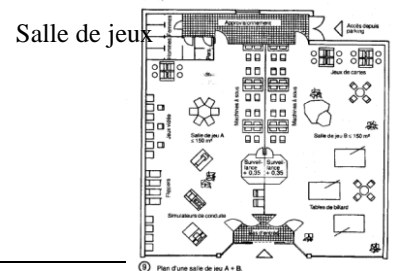
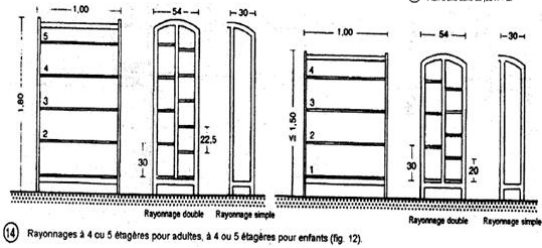
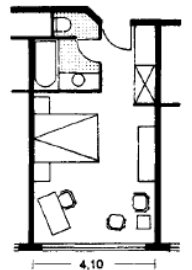
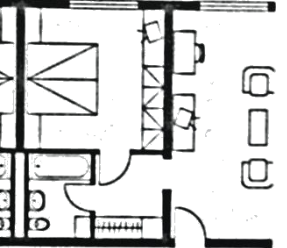
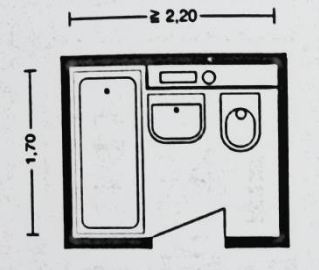
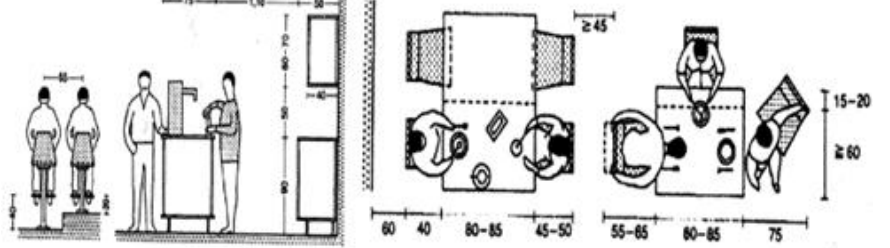
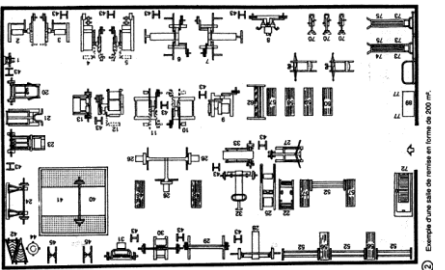
⁵⁵ Figure réalisée par l'étudiante.

SERVICE		Cafeteria	-Salle de consommation 100 personnes	130	1	160		
			-Comptoir	05	1			
			-Dépôt	25	1			
	Surface totale restauration : 1 020 m ²							
		SOIN	Infirmierie		80	1	80	<ul style="list-style-type: none"> ① Civière ② Zone de circulation (diamètre 3 m) ③ Lit (195 x 65) ④ Chaise de traitement ⑤ Table à pansements ⑥ Armoire à matériel ⑦ Armoire à médicaments ⑧ Mât de perfusion ⑨ Lavabo en hauteur avec cuvette ⑩ Éclairage de secours sur batteries ⑪ Paravent ⑫ Bureau (110 x 55) ⑬ Corbeille à papier ⑭ Déchets <p>④ Infirmierie conçue pour 1 000 salariés ou pour une évaluation de risques équivalente</p>
		CULTE	Mousalla (H/F)	-Salle de prière	80	1	100*2=200	
				-Salle d'ablution	15	1		
				-Sanitaire	5	1		
		ADMINISTRATION	Gestion du projet	-Bureau du directeur	40	1	285	<p>Dimensions possibles du petit espace d'un "bureau made" (Home-base)</p>
					-Bureau du sous-directeur	30		
				-Bureau du secrétaire	20	1		
				-Bureau des comptables	40	1		
				-Bureau du conseil financier	25	1		
				-Bureau de programmation des conférences	40	1		
				-Salle d'archive	20	1		
				-Salle de réunion	60	1		
				-Espace de détente	10	1		
			Gestion de l'hôtellerie	-Bureau du directeur	35	1	235	
			-Bureau du sous-directeur	30	1			
			-Bureau du secrétaire	20	1			
			-Bureau du comptable	25	1			
			-Bureau du conseil technique	25	1			
			-Bureau du conseil financier	25	1			
			-Salle de réunion	55	1			
			-Salle d'archives	20	1			
Surface totale administrative : 540 m ²								
Surface totale service : 5 365 m ²								

AFFAIRES ET ECHANGES	SIEGES D'ENTREPRISE	Grandes entreprises	Capacité 50 personnes -Bureau du directeur 30 1 -Bureau du sous-directeur 25 1 -Bureau de secrétariat 20 1 -Bureau du chef de l'équipe 25 1 -Espace d'attente+ Réception 40 1 -Bureaux de travail paysagers 300 1 Nota : il y a des entreprises avec espace de travail en duplex. -Salle de réunion 70 1 -pause-café 35 1	550*22= 12 100	Bureaux paysagers : Surface nécessaire à un employé : 6m ²   																	
						Moyennes entreprises	Capacité 40 personnes -Bureau du directeur 30 1 -Bureau du sous-directeur 25 1 -Bureau de secrétariat 20 1 -Bureau du chef de l'équipe 25 1 Espace d'attente+ Réception 40 1 -Bureaux de travail paysagers+ semi-cloisonnés 240 1 -Salle de réunion 65 1 -pause-café 35 1	480*10= 4 800	Bureaux semi cloisonnés :  													
										Capacité 30 personnes -Bureau du directeur 25 1 -Bureau du sous-directeur 20 1 -Bureau de secrétariat 18 1 -Bureau du chef de l'équipe 20 1 -Réception +Espace d'attente 35 1 -Bureaux de travail paysagers+ semi cloisonnés 180 1 -Salle de réunion 60 1	358*20= 7 160	Bureaux mixtes : 										
													Capacité 20 personnes -Bureau du directeur 25 1 -Bureau du sous-directeur 20 1 -Bureau de secrétariat 18 1 -Bureau du chef de l'équipe 20 1 -Réception + Espace d'attente 30 1 Type1 : -Bureaux cloisonnés 10-15 2 -Bureaux paysagers 95 1 Type2 : -Bureaux paysagers 120 1 -Salle de réunion 50 1	283*18= 5 094								
																Petites entreprises	Capacité 10 personnes -Bureau du directeur 20 1 -Bureau de secrétariat 15 1 -Bureau du chef de l'équipe 18 1 -Espace de réception 10 1 -Bureaux de travail cloisonnés 20 1 -Bureaux de travail semi cloisonne 30 1 -Salle de réunion 35 1	148*30= 4 440				
																				Nombre totale des entreprises : 100 entreprises Surface totale des entreprises : 33 594m ²		

AFFAIRES ET ECHANGES	FONCTIONS LIBERALES	Bureau d'architecture	-Salle d'accueil	30	1	240*2= 480	
			-Bureau de travail	95	1		
			-Bureau du chef de l'équipe	40	1		
			-Atelier maquette	50	1		
			-Salle d'archives	25	1		
		Bureau notaire	-Espace d'accueil + réception	30	1	80*2= 160	
			-Bureau de travail	35	1		
			-Salle d'archives	15	1		
		Bureau d'informatique	-Réception	30	1	115*2= 230	
			-Espace de travail	85	1		
		Bureau comptabilité	-Bureau comptable	50	1	105*2= 210	
			-Salle d'attente	30	1		
			- Archives	25	1		
		Bureau d'avocat	-Espace accueil	25	1	75*2= 150	
	-Bureau de travail		35	1			
	-Archive		15	1			
	Bureaux import- export	-Réception	35	1	235*2= 470		
		-Bureau du directeur	35	1			
		-Bureau de travail	85	1			
		-Bureau du comptable	25	1			
-Salle des archives		15	1				
Expert foncier		50	2	100			
Commissaire-priseur		50	2	100			
Expert agricole		50	2	100			
Expert forestier		50	2	100			
Bureaux de location divers		45-60	8	410			
Surface totale des fonctions libérales : 2 580 m²							
AGENCES	Agence d'assurance		45	2	90		
	Agence bancaire		90	2	180		
	Agence postale		90	2	180		
	Agence de voyage		45	4	180		
	Agence de transport		45	4	180		
	Agence touristique		45	2	90		
	Agence immobilière		45	4	180		
	Agence publicitaire		45	5	225		
	Agence de location de voiture		45	3	135		
Surface totale des agences : 1 430 m²							
Auditorium (250 places)	-Hall d'accueil		80	1	444		
	-Gradins + niveau scène		270	1			
	-Régie lumière et son		25	1			
	-Bureau de coordination		30	1			
	-Dépôt		25	1			
-Sanitaires		7	1				

AFFAIRE ET ECHANGE	Salle de conférence	-Gradins+ niveau scène	180	1	200	- Regroupement périodique d'exposants dans le but de présenter aux acheteurs professionnels ou au grand public des échantillons de produits ou de services.
		-SAS	10	2		
	Salle polyvalente	-Salle	300-320	1	355-375	
		-Bureau de programmation des évènements	30	1		
		-Salle des archives	25	1		
Salles de réunion		100	12	1 200		
Espace d'exposition		100	3	300		
Surface totale des affaires et de l'échange : 40 500 m ²						
DETENTE	Restaurant panoramique	-Salle de consommation (120 places)	450	1	685	
		-Prise de commande +caisse	20	1		
		-Cuisine de préparation	100	1		
		-Plonge	20	1		
		-Dépôt	45	1		
		-Chambre froide	30	1		
		-Vestiaire	10	1		
		-Dépôt ordure	10	1		
	Observatoire		845	1	845	
	Restaurant	- Salle de consommation (70 personnes)	200	1	330*2=660	
		- Prise de commandes+ caisse	10	1		
		-Cuisine de préparation	55	1		
		-Plonge	15	1		
		-Dépôt	20	1		
		-Chambre froide	15	1		
		-Vestiaire	10	1		
	-Dépôt ordure	05	1			
	Pizzeria	-Prise de commande + caisse	05	1	110*2=220	
		-Salle de consommation (40 personnes)	80	1		
		-espace de préparation + plonge	25	1		
Fast-food	-Prise de commande+ caisse	10	1	90*2=180		
	-Salle de consommation (40 personnes)	60	1			
	-Espace de préparation	20	1			
Cafeteria	-Salle de consommation (30 personnes)	85	1	130*2=260		
	-Espace de préparation+ plonge	35				
	- Prise de commande+ caisse	10	1			
Salon de thé	-Prise de commande+ caisse	10	1	130		
	-Salle de consommation (25 personnes)	85				
	-Espace de préparation+ plonge	35				
Pause-café	-Espace de consommation	90	1	100*10=1 000		
	-Comptoir	10	1			

DETENTE	Salle de jeux	-Ping Pong - baby foot et billard	170	1	370	 <p>Billard</p>	 <p>Salle de jeux</p>	
		Jeux de carte et jeux d'échec	100	2				
	Salle de documentation	-Hall d'accueil+ Banque de prêt	30	1	290	 <p>⑤ Dimensions de base et écartements du billard.</p> <p>⑥ Plan d'une salle de jeu A+B</p> <p>⑭ Rayonnages à 4 ou 5 étagères pour adultes, à 4 ou 5 étagères pour enfants (fig. 12)</p>		
		- Salle de lecture en duplex	160	1				
		-Rayonnement	65	1				
	-Local réserve	35	1					
Surface totale détente : 4 640 m ²								
HOTELLERIE	HEBERGEMENT	Hall + banque d'accueil+ Salon	100	1	100	  		
		Chambres simples	-Espace pour dormir -SDB	25	20		500	
	Chambres doubles	-Espace pour dormir -SDB	30	15	450			
	Suite de luxe	-Espace pour dormir	50	36	1 800			
		-Salon -SDB						
	Surface totale hébergement : 2 750 m ²							
	RESTAURATION	Cafeteria	-Salle de consommation (65 personnes)	115	1	150		
			-Prise de commandes+ caisse	15	1			
			-Espace de préparation et dépôt	20	1			
	Surface totale restauration : 150 m ²							
BIEN ETRE	M A	Salle de remise en forme	165	1	165			
		Salle d'aérobic	130	1	130			
		Institut de beauté	50	1	50			
		Coiffure homme	45	1	45			
	Local Room service	15	3	45				
Surface totale hôtellerie : 3 318 m ²								

LOGISTIQUE	Locaux techniques	-Local d'électricité groupe électrogènes	40	1	565	
		-Local de traitement d'air	20	2		
		-Local de chaufferie	40	1		
		-Local de gestion de la lumière artificielle	40	1		
		-Bâche à eau	100-200	6		
		-Local d'entretien et de réparation	40	2		
		-Local poubelles	15	2		
		-Dépôt matériel	55	1		
		-Local de contrôle et récolte d'information	30	3		
		-Blanchisserie	100	1		
	Dépôt et stockage	80	4	320		
	Ascenseurs	6	8	48		
	Monte-charge	10	2	20		
	Local concierge	15	70	1 050		
Surface totale logistique : 2 713m ²						
STATIONNEMENT	Parking de voitures		12.5	244	2 800	
	Parking pour camions		27	12	324	
	Places de stationnement pour les personnes à mobilité réduite		15	8	120	
	Surface totale de stationnement : 3 244m ²					
Surface totale des fonctions	60 727 m ²					
Circulation+ sanitaires	18 218 m ² (30% de la surface totale des fonctions)					
Surface totale	78 945 m ²					
Les espaces extérieurs	Parking	-Parking de voitures	12.5	120	1 500	
		-Places de stationnement pour les personnes à mobilité réduite	15	11	165	
		-Places de stationnement pour bus	42	9	378	
	Surface totale parking extérieur : 2 043 m ²					
	Espaces verts					
	Plans d'eau					
	Esplanades					
	Espace de détente					

7. Conclusion :

Après l'analyse des exemples, on a ressorti les critères qui nous ont permis d'élaborer le programme et de comprendre que l'espace de travail en tant que volume n'est pas neutre. Il est donc nécessaire de le modeler et de créer des hiérarchies spatiales avec un maximum de flexibilité en y intégrant des espaces de détente.

De plus un projet d'une telle envergure favorisant les échanges doit être considéré comme une citoyenne urbaine attirant le grand public par sa présence commerciale et offrant aux différents opérateurs économiques les composantes classiques du tourisme « hébergement et restauration ».

CHAPITRE IV

Approche architecturale

1. Introduction :

L'architecture est un domaine riche et complexe, concevoir en architecture est un savant mélange de pragmatisme, d'intuition, de sensibilité, de savoir-faire technique et de sens artistique.

Le choix du site qui va accueillir le projet est aussi un critère à prendre en considération, en effet chaque terrain est unique et le fait de choisir un site adéquat à ce genre de construction permet d'assurer son bon fonctionnement.

2. Choix du site d'implantation :

2.1. Processus décisionnel de la conception des tours :⁵⁶

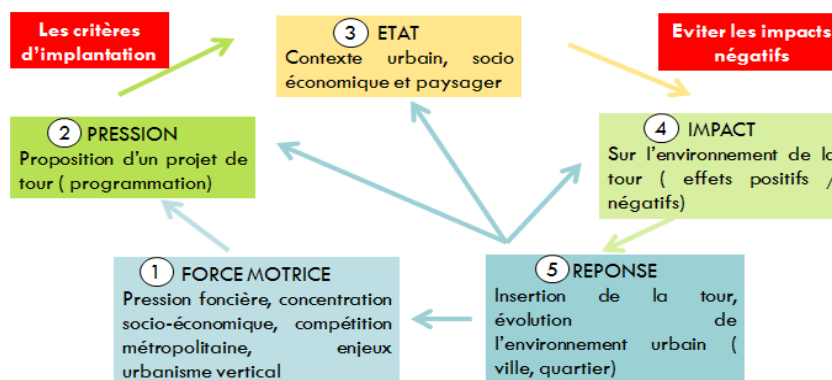


Figure 132: Processus DPSIR

2.2. Les critères d'implantation des tours :⁵⁷

Avant de choisir l'endroit qui accueillera une tour, certains critères incontournables doivent être pris en considération. Le fait d'hierarchiser ces critères nous permet de déterminer ceux qui jouent un rôle plus important pour atteindre la meilleure adéquation entre la tour et son contexte, et donc minimiser les impacts négatifs. Ce tri a été réalisé en analysant pour chaque critère leur pertinence d'utilisation pour l'implantation d'une tour.

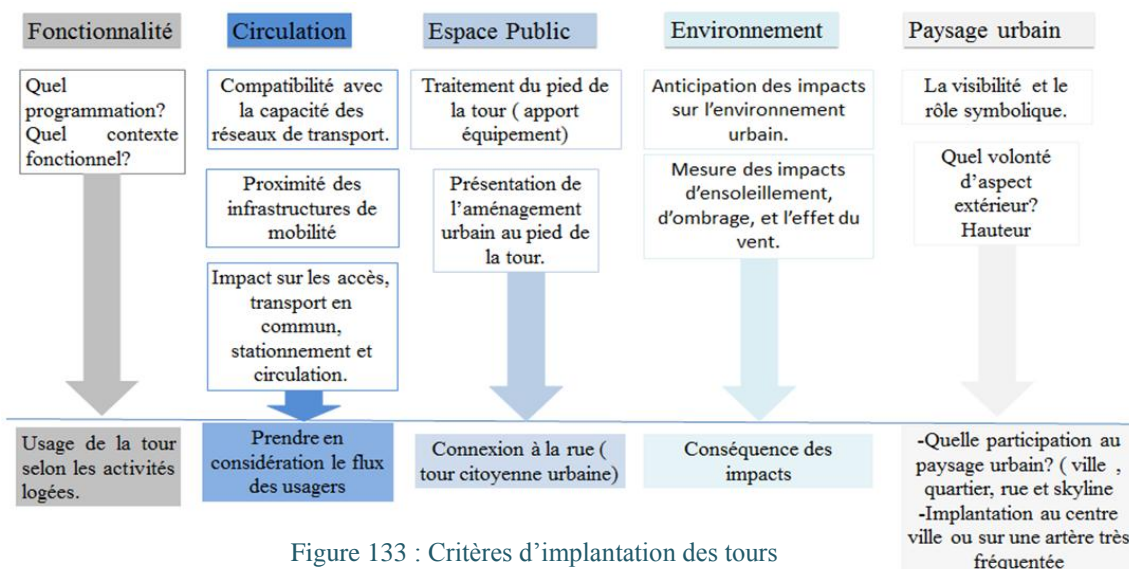


Figure 133 : Critères d'implantation des tours

⁵⁶ Vincent Blue, thèse: Une méthode d'implantation de tours pour favoriser leur insertion dans le tissu

⁵⁷ urbain, école des ingénieurs de la ville de Paris, 2013

2.3. Pourquoi la frange maritime d’Oran ? :

Les critères d’implantation des tours nous induisent a nous diriger vers la frange maritime permettant ainsi une bonne visibilité, une accessibilité au projet et surtout une meilleur intégration au paysage urbain de la ville.



Front de mer



Figure 134 : La frange maritime d’Oran

2.4. Analyse comparative des terrains :



Figure 135 : Plan de situation des différents terrains

Site 1 :

Situation: Le terrain se trouve sur la côte Est de la ville d'Oran à 7km du centre-ville dans le quartier de Akid Lotfi.



Figure 136 : Plan de situation du site 1



Figure 137 : Hôtel méridien

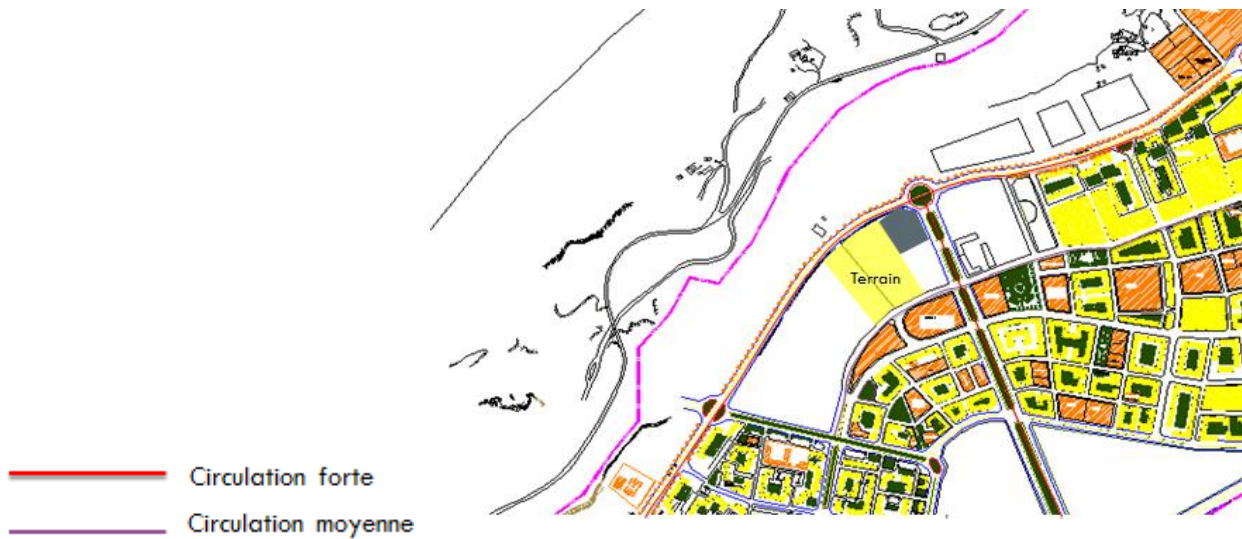


Figure 138: Plan de masse du site 1 –quartier Akid Lotfi

Site	01
Superficie	33 952 m ²
Accessibilité	Excellente
Hauteur	R+8, R+10
Avantages	-Favorable pour l'édification des immeubles de grande hauteur. -Donnant sur le boulevard principal du 19 mars. -Offre une vue époustouflante sur la méditerranée, le centre ville et Santa Cruz. Position limitrophe à un équipement structurant Hôtel et centre de convention méridien.
Inconvénients	-Proximité d'un flux mécanique fort
Recommandation du POS	- Construction centre d'affaires + d'habitat collectif + extension du parking

Site 2 :



Figure 139 : Plan de situation site2 –Rue du 19 mars



Figure 140 : Plan de masse site 2 –Rue 19 mars

Site	02
Superficie	16 951 m ²
Accessibilité	Bonne
Hauteur	Entre 6 et 12 m à l'exception de l'hôtel Sheraton 80m et l'hôtel Ibis 66m.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Proximité d'équipements structurants hôtel Ibis et Sheraton - Favorable pour l'édification des immeubles de grande hauteur.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> -Sa position n'est pas vraiment en continuité par rapport à l'axe du front de mer. -Le terrain est délimité au Nord par l'hôtel Ibis qui peut minimiser les vues panoramiques sur la mer.
Recommandation du POS	- Construction d'une tour d'habitat intégré

Site 3 :



Figure 141 : Plan de situation site3- quartier Ibn Rochde



Figure 142 : Plan de masse site 3 -quartier Ibn Rochde

Site	03
Superficie	11 612 m ²
Accessibilité	Excellente
Gabarit	R+ 20; R+30
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> -Favorable pour l'édification des immeubles de grande hauteur. -Position limitrophe à des immeubles de grande hauteur (Mobilart). -Donnant sur le boulevard principal du 19 mars. -Il se trouve dans une zone d'articulation entre le centre ville et l'extension Est. -Proximité d'espace vert (esplanade Sidi Mhamed) -Possibilité d'offrir une vue merveilleuse sur le port et Santa Cruz.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> -Se trouve à proximité de l'échangeur mécanique (rue du port). -Difficulté d'accessibilité -Terrain étroit rendant le recule difficile

2.5. Tableau comparatif des terrains :

Les critères	Site 1	Site2	Site 3
Accessibilité	+++	++	+++
Visibilité	+++	++	+++
Continuité du périmètre urbain	+++	+	+++
Présence d'équipement structurant	+++	+++	++
Surface	33 952 m ²	16 951 m ²	23 867 m ²
Degrés d'adéquation du projet	Bon	Mauvais	Moyen

Tableau 14 : Tableau comparatif entre les terrains

-Suivant les critères précédemment cités l'analyse comparative nous a induit à sélectionner le **site 01** au niveau du quartier Akid Lotfi pour recevoir notre projet.

3. Analyse du site :

3.1. Situation du site :

Le terrain se trouve sur la côte Est de la ville d’Oran à 7km du centre-ville dans le quartier de Akid Lotfi.



Figure 143 : Plan de situation du terrain – Oran



Figure 144 : Plan de situation du terrain – Quartier Akid Lotfi

3.2. Proposition du P.O.S pour le site :



Figure 145 : Proposition du P.O.S 22.3 de la Wilaya d’Oran

- Légende**
- 1- Centre d'affaires R+25
 - 2- Centre d'affaires R+16
 - 3- Centre multifonction R+12
 - 4- Habitat standing R+7
 - 5- Habitat collectif R+7
 - 6- Musée
 - 7- Polyclinique
 - 8- Habitat individuel

3.3 Limites et état de fait :



Figure 146: carte de l'état de fait et des limites du site

3.4. Accessibilité et flux de circulation :

3.4.1. Accessibilité :

Le terrain est accessible par plusieurs vies dont le 3^{ème} boulevard périphérique, boulevard 19 mars et la rocade qui convergent tous vers le CW 75.



Figure 147: plan d'accessibilité au terrain –Quartier Akid Lotfi⁵⁸

3.4.2. Flux mécanique :

Figures réalisés par les étudiantes
 PDAU Oran 2014

-Due à l'importance du flux mécanique du CW75 le flux piéton est très faible cependant, une passerelle piétonne permet l'accessibilité au site reliant ainsi les deux rives

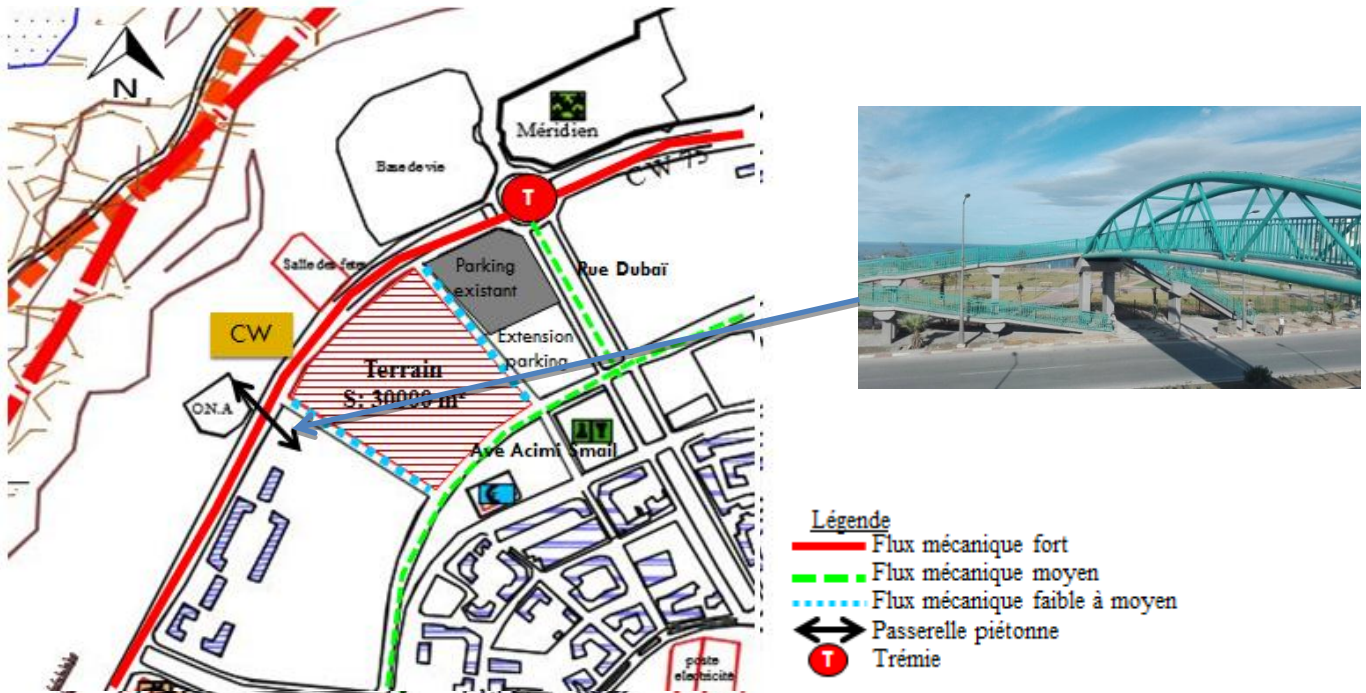


Figure 148: carte des flux mécaniques

3.5. Etat des hauteurs et visibilité :

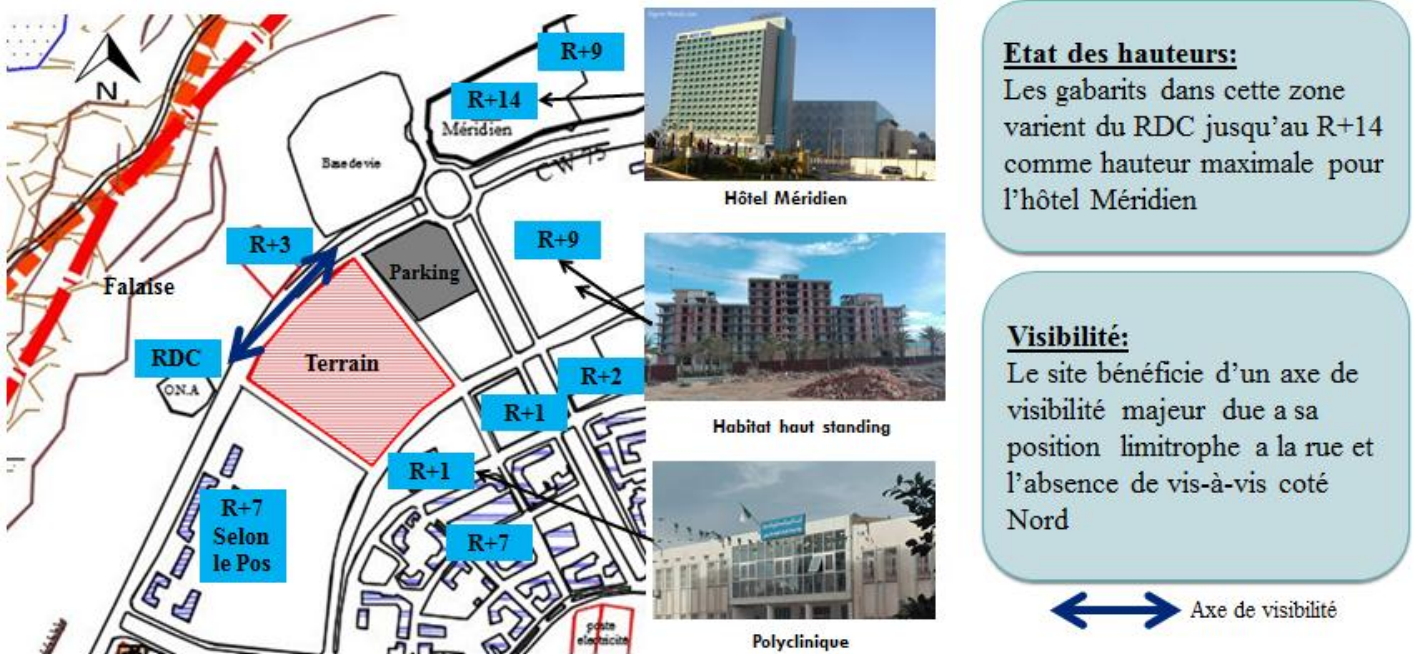


Figure 149 : carte de l'état des hauteurs et de la visibilité du site⁵⁹

3.6. Morphologie du terrain :

⁵⁹ Carte réalisée par les étudiantes

3.6.1. Topographie :

Le terrain présente une pente de 3% du Nord au Sud et une pente de 2% de l'Est à l'Ouest vers la moitié du terrain

3.6.2. Nature du sol :

Le sol est de nature meuble



Panorama du site



Figure 150 : Plan de bornage du site

site⁶⁰

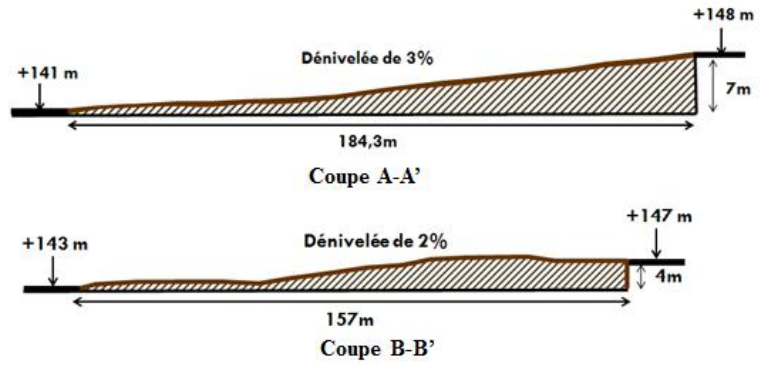


Figure 151 : Coupes topographiques du site

3.7. Orientation et vents dominants :



Figure 152 : Carte de l'orientation du site

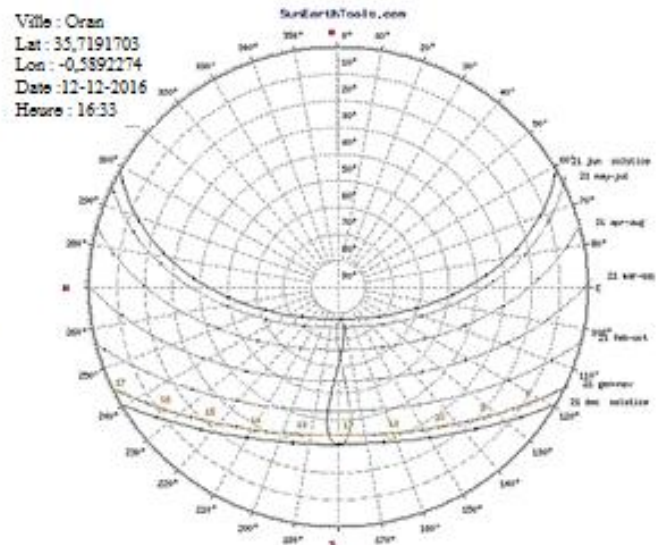


Figure 153: Diagramme solaire de la ville d'Oran⁶¹

3.7.1. Vents dominants :

-Le vent est un paramètre à prendre en considération pour la conception d'un immeuble de grande hauteur dans le cas d'Oran les vents dominants sont Nord-Ouest.

3.7.2. Ensoleillement :

⁶⁰ Google earth

⁶¹ <http://www.sunearthtools.com/> consulté le 12-12-2016

- Les données solaires avec la hauteur du projet permettront de déterminer le niveau de l'ombrage, dans le cas des IGH le plus souvent un recul vers le sud s'impose.
- La hauteur solaire maximale est de 30° en 21 décembre et de 78° en 21 Juin.
- L'azimut couvre 120° en 21 décembre et 240° en 21 Juin.

3.8. Architecture et Skyline :

3.8.1. Architecture :

Le site se situe dans une zone où l'architecture est répétitive et monotone vu la forte présence de logements collectifs, mis à part l'hôtel Méridien et le centre de convention qui se démarque du reste du paysage et constitue un point de repère pour le quartier et la ville.



Hôtel Méridien



Habitat collectif



Silhouette urbaine du quartier

3.8.2. Skyline :

L'intégration au paysage urbain est un critère primordial pour l'implantation d'un immeuble de grande hauteur, le skyline de la frange maritime montre en effet l'existence de gabarits de grande hauteur et ainsi garantit une continuité urbaine de notre projet.

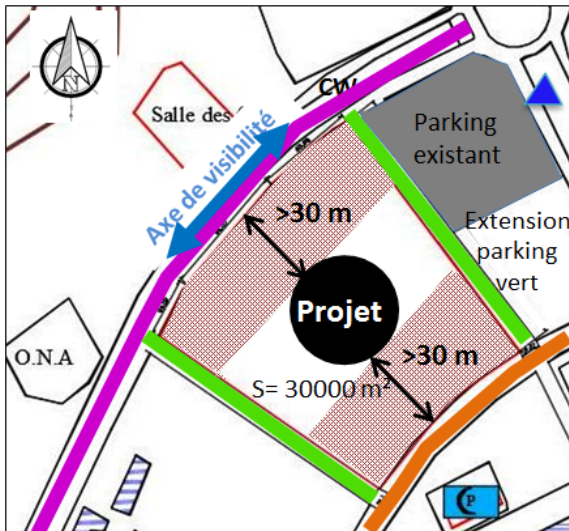


Figure 155 : vue sur la baie d'Oran

⁶² Figure réalisé par les étudiantes

4. Genèse du projet

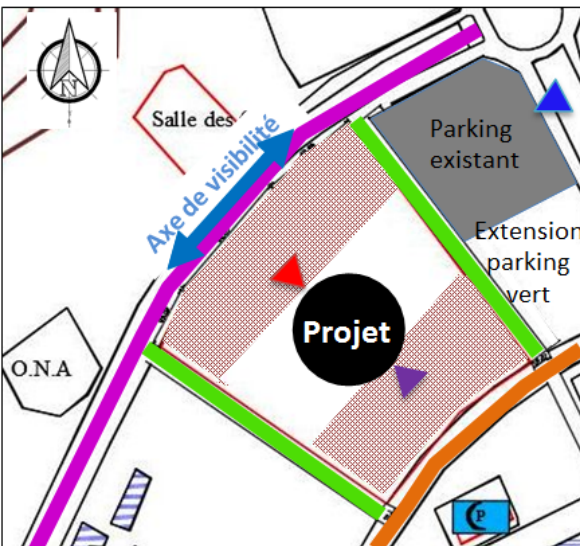
4.1. Schéma de principes



Etape 01 :

Implantation du projet par rapport a l'axe de visibilité du terrain avec un recul minimal de 30 m du chemin de wilaya

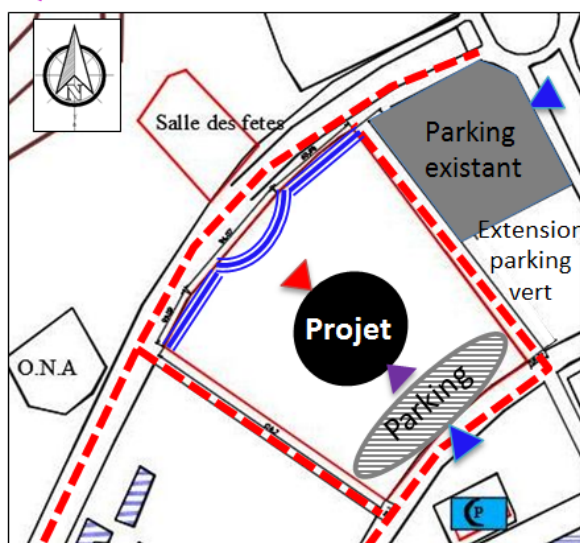
- Voie existante a forte circulation
- Voie existante à moyenne circulation
- Voie projetée éventuelle
- ▶ Accès parking existant
- Recul



Etape 02 :

-Positionnement des l'accès principal par rapport au grand boulevard (axe de visibilité majeur) pour des raison de visibilité et pour une meilleur animation du projet
 -Positionnement de l'accès de services par rapport à la voie secondaire

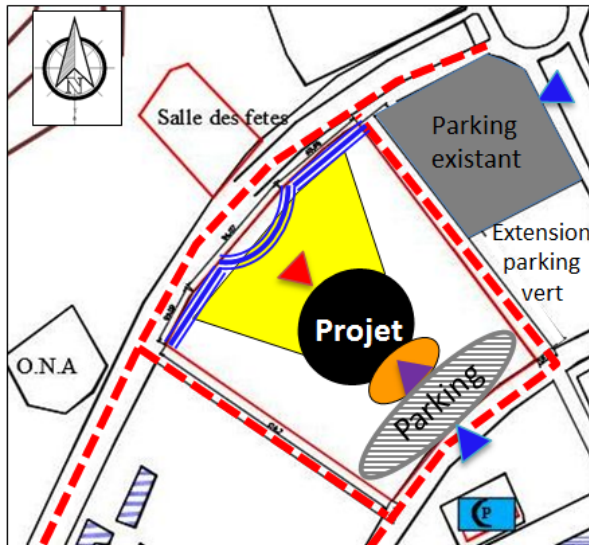
- ▶ Accès principal
- ▶ Accès secondaire
- Recul



Etape 03 :

-Positionnement du parking sur la partie arrière du terrain pour faciliter l'accès et éviter l'encombrement sur la façade principale, le parking existant dans ce cas pourra servir au projet en cas de surcharge
 -Création d'une voie de desserte en amont du projet servant de zone de dépose minute pour des raisons de sécurité routière

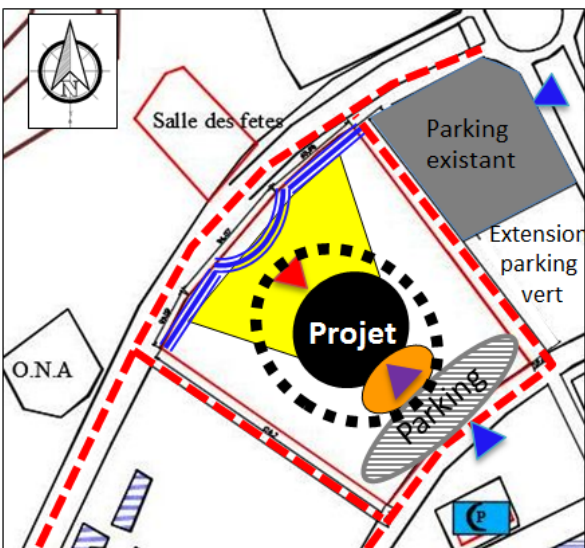
- ▶ Accès principal
- ▶ Accès secondaire
- ▶ Accès parking
- ⌋ Voie de desserte
- - - Circulation mécanique



Etape 04 :

Aménagement d'une esplanade au niveau de l'accès principal et prévoir un recul du côté de l'accès secondaire

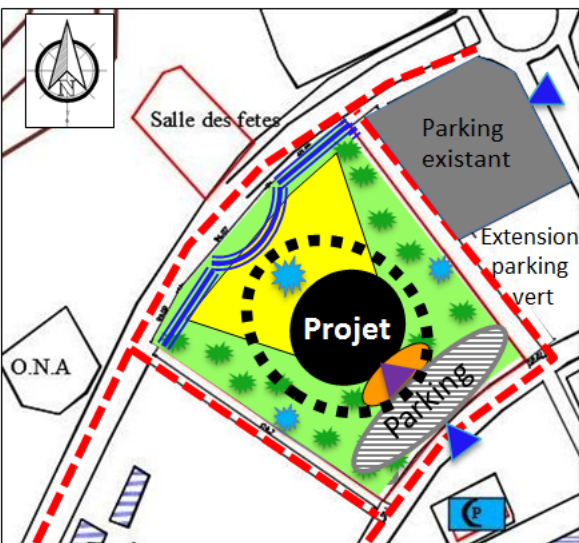
- Accès principal
- Accès secondaire
- Accès parking
- Voie de desserte
- Circulation mécanique
- Esplanade coté entrée principale
- Recul coté entrée services



Etape 05 :

Création des parcours piétons pour créer une liaison entre espace intérieur et espace extérieur du projet

- Accès principal
- Accès secondaire
- Accès parking
- Voie de desserte
- Circulation mécanique
- Circulation piétonne
- Esplanade coté entrée principale
- Recul coté entrée services



Etape 06 :

Aménagement des espaces extérieurs : jardins ,plans d'eau ,espaces de détente...

- Accès principal
- Accès secondaire
- Accès parking
- Voie de desserte
- Circulation mécanique
- Circulation piétonne éventuelle
- Espaces verts / détente
- Plans d'eau

4.2. Volumétrie

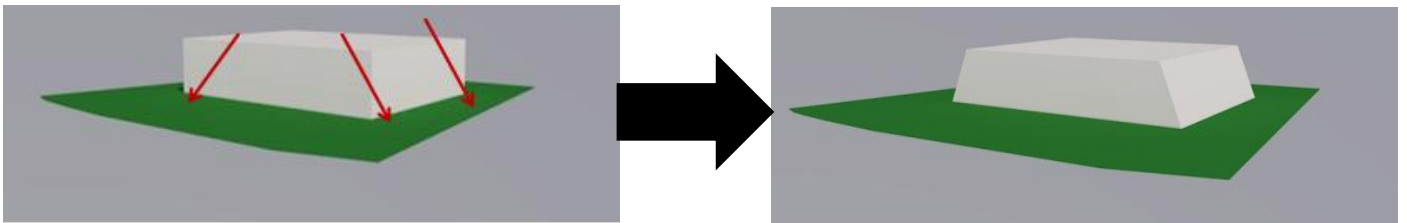
Un centre d'affaires doit être le reflet de la réussite et la prospérité économique de la ville ;pour matérialiser cela nous nous sommes inspiré de la forme d'un trophée symbole de victoire et de puissance que doivent dégager le projet.



Figure 156: Trophée symbole de réussite

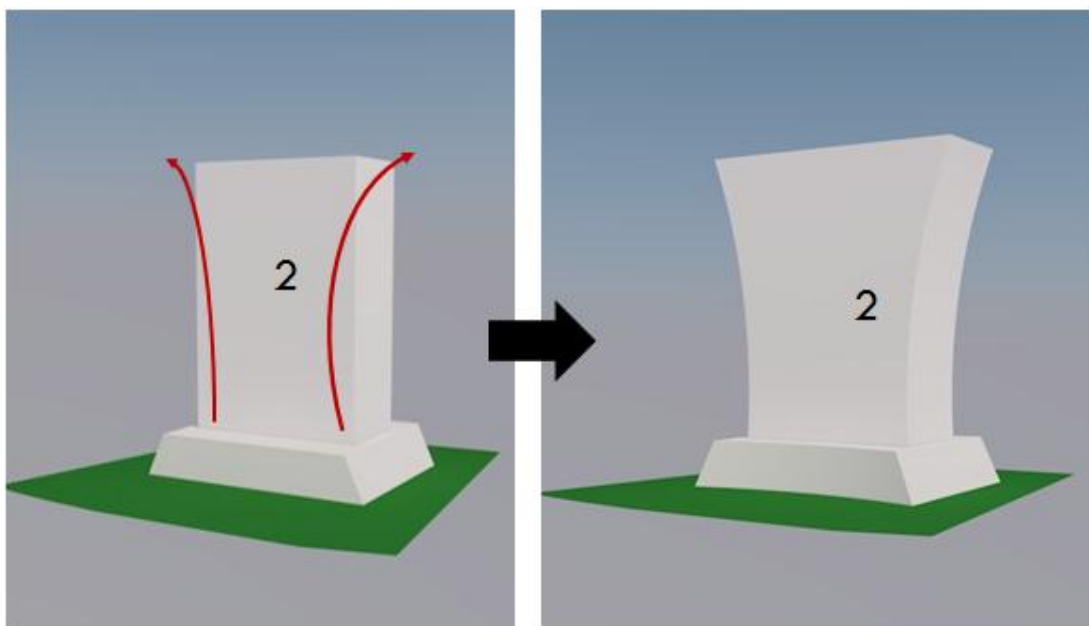
Etape 01 :

Nous avons entamés notre conception par une forme parallélépipédique que nous avons tronqué pour établir le podium de la tour servant a accueillir les fonctions attractives (accueil, commerces, restauration, services..).



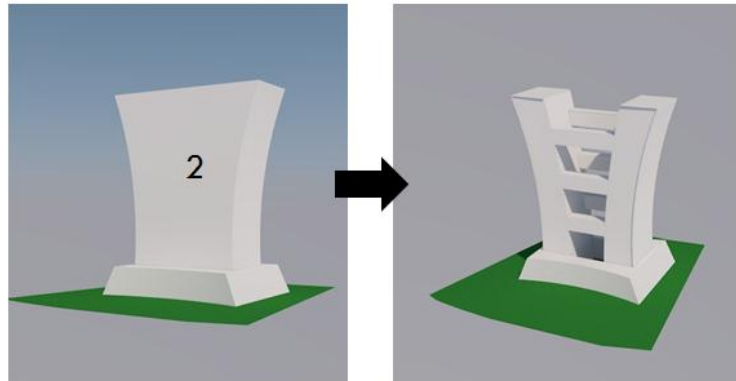
Etape 02 :

Pour la partie élancé du projet dédié principalement aux affaires nous avons ajouter un autre parallélépipède « 2 » que nous avons taillé afin d'obtenir la forme caractéristique du trophée c'est-à-dire une base étroite et un sommet élargie.

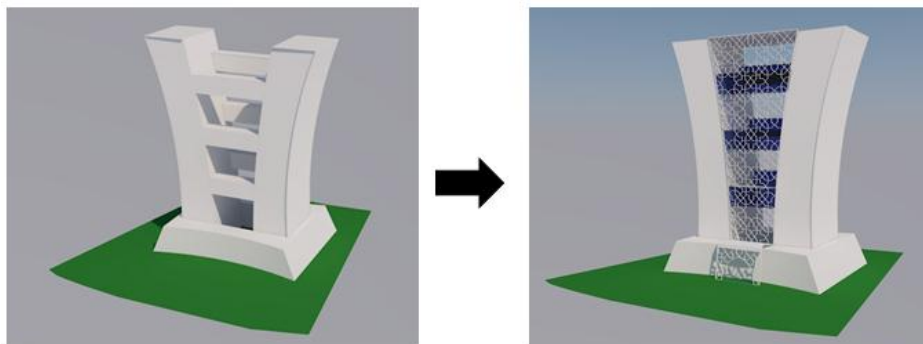


Etape 03 :

Pour éviter que le projet soit trop compacte nous avons perforé l'élément « 2 » afin d'alléger le volume et favoriser au mieux la ventilation et l'éclairage naturel.

**Etape 04 :**

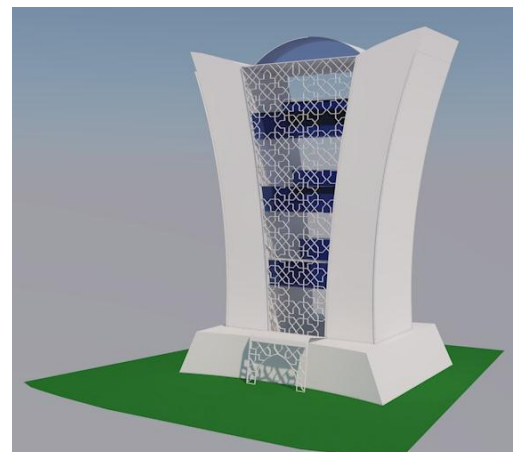
Ensuite nous avons recouvert la partie perforé de moucharabieh permettant ainsi d'unifier le volume et d'assurer une liaison entre la base et la tour tout en permettant la lumière naturelle à transparaître.

**Etape 05:**

Enfin en guise de clin d'œil à la prospérité économique à laquelle aspire le projet nous avons incliné les parties latérales de la tour et habiller le sommet d'un chapeau permettant ainsi de donner plus de visibilité au projet et d'accentuer la mise en évidence des accès.



Prospérité économique



4.4. Zoning fonctionnel :

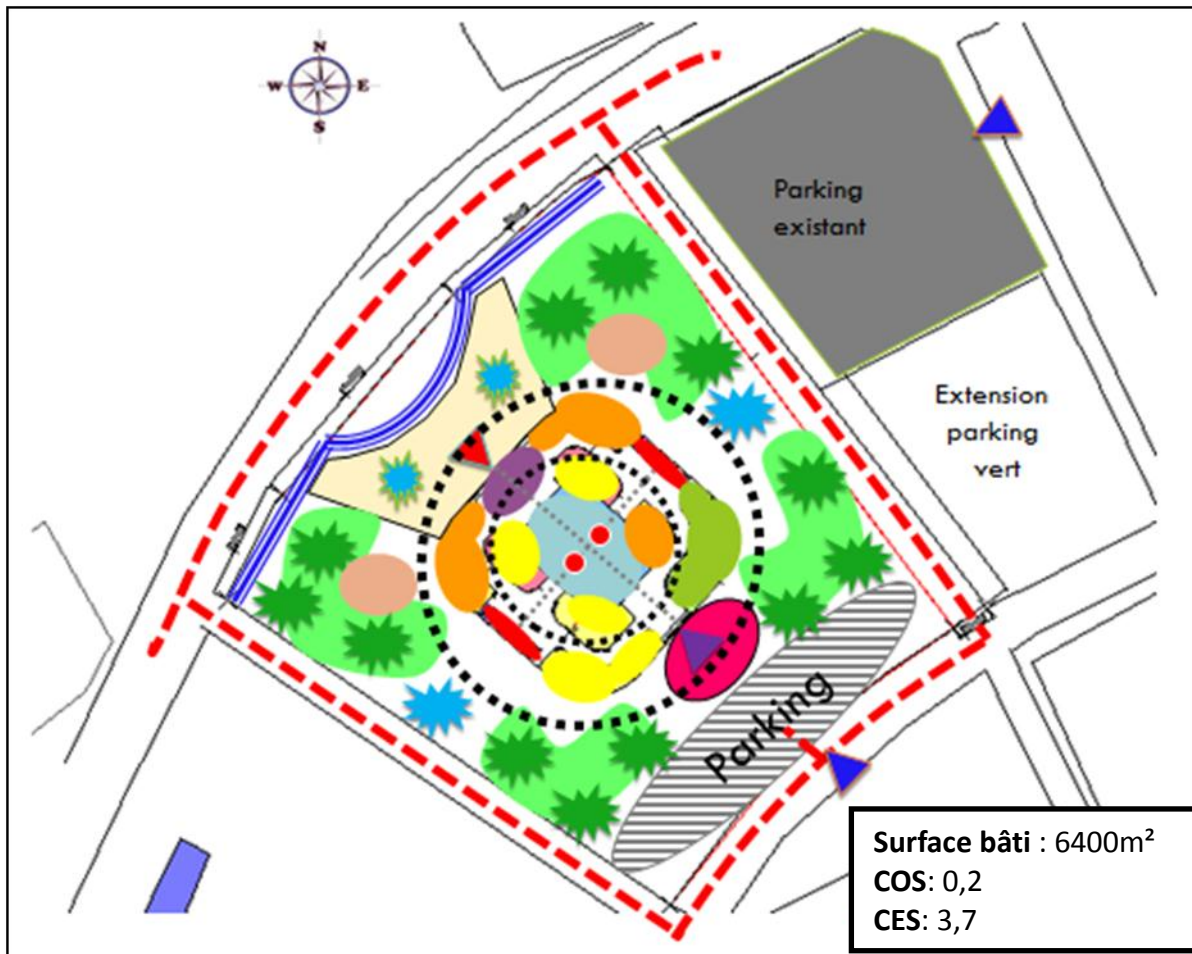


Figure 160 : Zoning fonctionnel

Légende

- ▶ Accès principal
 - ▶ Accès secondaire
 - ▶ Accès parking
 - ⤿ Voie de desserte
 - Circulation mécanique
 - Circulation piétonne éventuelle
 - Esplanade
 - Recul coté entrée secondaire
 - Espaces verts aménagés
 - ✪ Plans d'eau
 - Détente
- Les fonctions:
- Accueil
 - Restauration
 - Atrium
 - Auditorium
 - Commerce
 - Circulation horizontale
 - Circulation verticale

4.5. Coupes fonctionnelles :

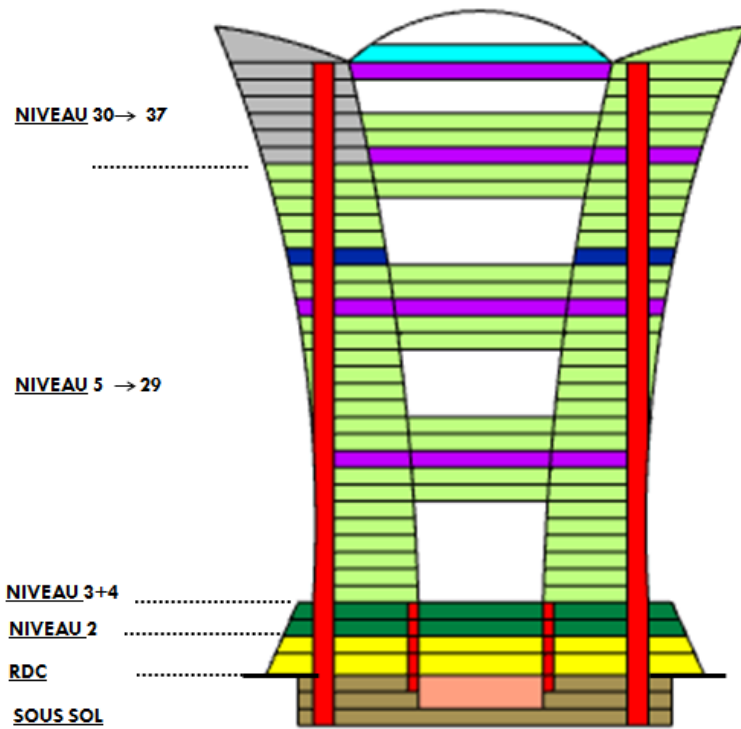


Figure 161 : Coupe sur façade principale

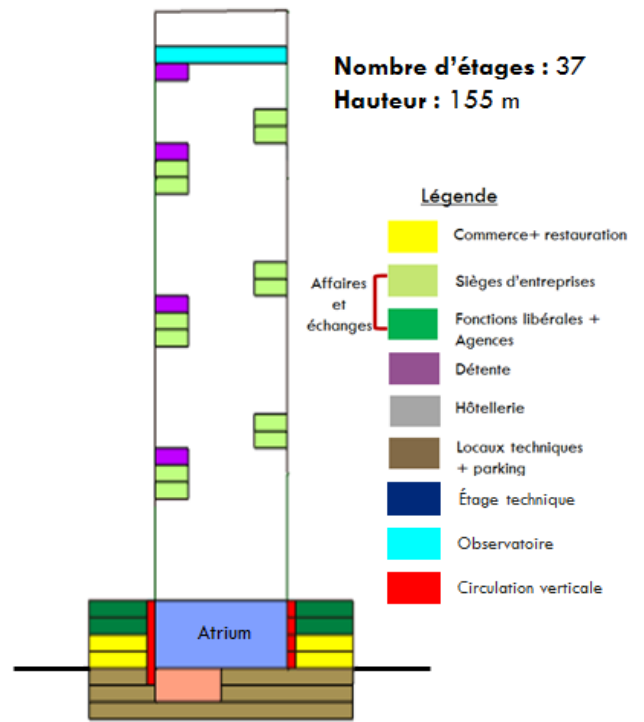


Figure 162 : Coupe de profil sur atrium

5. Représentation graphique :

- Plan de masse
- Les différents plans
- La façade principale
- Les coupes

6. Description du projet :

6.1. Description des plans :

-Le projet dispose de 40 niveaux dont trois sous-sols, pour une hauteur de 155m.

- Il se compose de deux parties distinctes : un podium et deux tours reliées entre elles par des passages fonctionnels donnant sur un atrium central, le tout recouvert d'un subtil motif de moucharabieh.

- Au niveau du plan de masse :

-Côté nord, On retrouve une voie de desserte en amont du projet pour des raisons de sécurité routière, ainsi qu'une esplanade dégagée avec des plans d'eau pour mettre en valeur l'accès principal, bordée par des aires de détente, et des haies de plantation en guise de clôture pour limiter les zones d'accès sans altérer le paysage urbain. Une promenade piétonne relie le recul prévu pour l'accès secondaire, les aires de détente et l'esplanade.

-Le parking est accessible par l'avenue Acimi Smail au sud il est couvert de panneaux solaires photovoltaïque et thermique afin de renforcer la production d'énergie. Ce parking inclue des aires de stationnement pour voiture, bus ainsi que les personnes à mobilité réduite.

-Les locaux techniques de chaufferie, groupe électrogène se trouve en dehors du projet à la face arrière du terrain pour des raisons de sécurité ainsi qu'un local d'entretien.

-Au niveau de l'entre sol :

On retrouve l'accès mécanique ainsi que des dépôts et locaux techniques d'un côté, et un auditorium en double hauteur et une cafétéria de l'autre côté bénéficiant d'un éclairage naturelle grâce des fenêtres hautes.

-Sous-sol 1 et 2 :

On retrouve principalement des stationnement et quelques dépôts et locaux techniques.

-Au niveau du podium :

- Niveau 1 (RDC) et 2 ; étages dédiés aux commerces et a la restauration

- RDC : on accède à un hall d'accueil ou on retrouve l'espace de réception et d'orientation, cet hall donne sur un atrium animé par des commerces et cafétéria, on y trouve également des escalators qui mènent au second niveau à des coursives toujours animés par des commerces, la coursive s'arrête à ce niveau.

-Niveau 3et 4 : réservés aux fonctions libérales, on y trouve des agences, bureaux d'avocats, d'architecture... le tout organisé autour du vide sur l'atrium.

- Au niveau des tours :

Les deux tours sont principalement réservés aux sièges d'entreprises, on y trouve également des étages de détente et de loisir (salle de jeux, documentation, cafétérias...) notamment au niveau des passages fonctionnels, on retrouvera également un étage technique sur les deux tours pour la gestion du projet.

Au niveau de l'une des tours nous retrouverons la partie hôtellerie (3 étoiles) sur six niveaux, un hôtel dédié surtout aux opérateurs économiques venus pour affaires.

Le projet dispose également d'un restaurant panoramique et d'un observatoire au niveau de la partie centrale du bâtiment, élément phare du projet étant donné la vue panoramique sur la mer méditerranée.

6.2. Schéma de circulation et accessibilité :

- Le projet dispose d'un accès principal et un accès secondaire surélevé au niveau du sol d'une hauteur de 1 m 20 et munies de rampes de 8% pour les personnes à mobilité réduite, il dispose également de quatre issues de secours placés de part et d'autres des cages d'escaliers. On y retrouve aussi des accès pour personnel notamment au niveau des restaurant et de la superette.
- Le parking extérieur dispose de deux accès, en plus d'une zone de dépose minute sur la partie nord du terrain.
- L'accès au stationnement sous terrain réservé au personnel se fait par le biais d'une rampe mécanique de 10%, idem pour la transition entre les deux autres sous-sols.

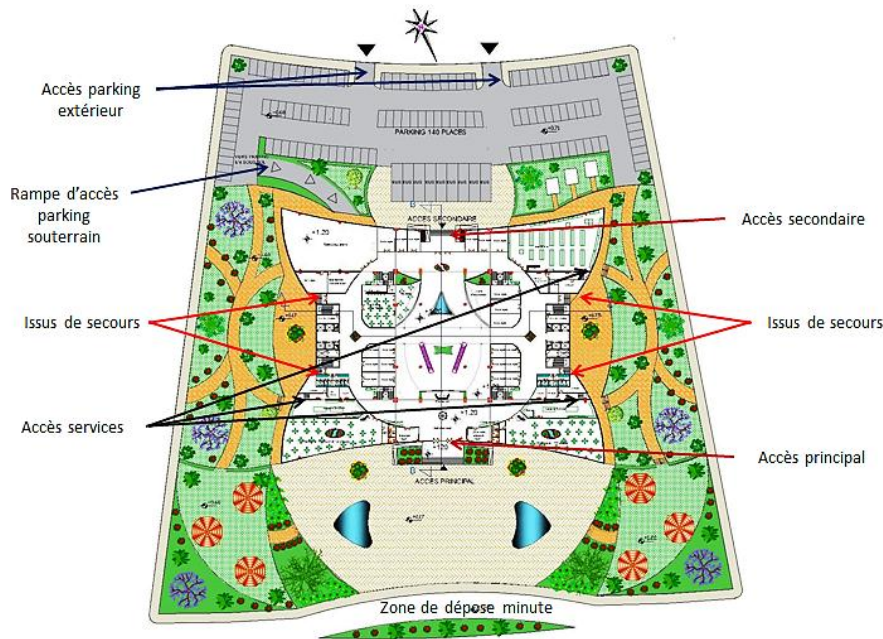


Figure 163 : plan d'accessibilité

-La circulation verticale se fait grâce aux deux noyaux (cages d'escalier et ascenseurs) qui relient les sous-sols aux sommets des tours, ainsi qu'à quatre cages d'escalier au niveau du podium qui permettent notamment un accès directe à l'auditorium à partir du RDC.

-Des escalators au niveau de l'atrium relient le 1^{er} niveau (RDC) au 2^{ème} niveau (étages commerciaux)

-Au niveau des passages fonctionnels on retrouve aussi des cages d'escaliers permettant de réduire la circulation horizontale en détournant les deux noyaux.

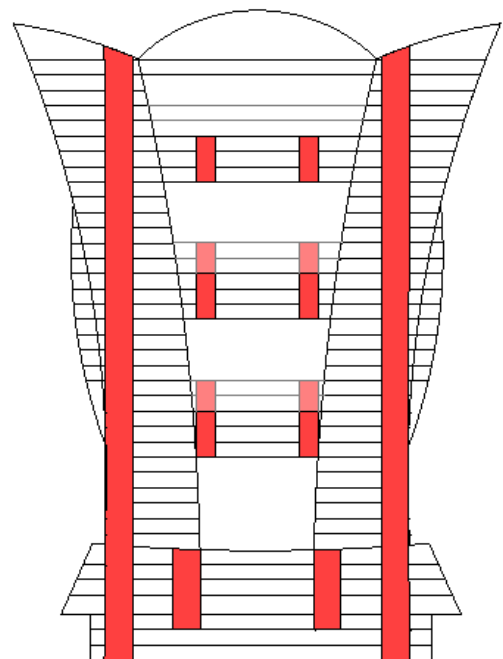


Figure 164 : Circulation verticale

6.3. Description de la façade :

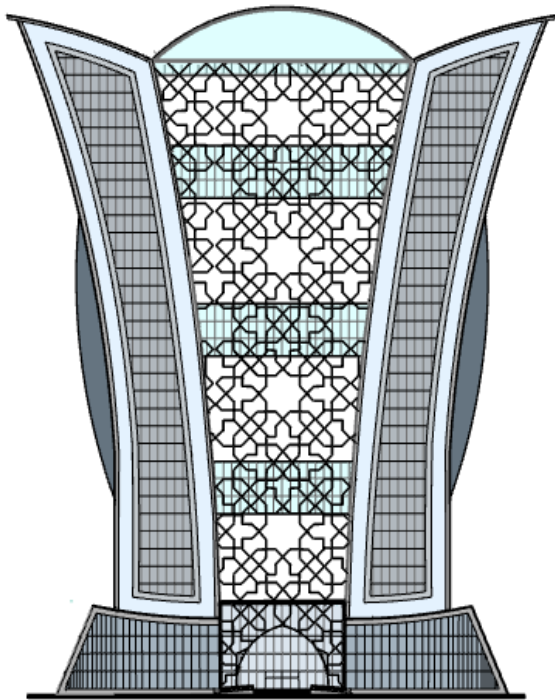
Notre façade ressort avant tout par sa volumétrie inspirée du trophée, et s'élance sur 155m

La base est recouverte de verre teinté foncé pour marquer le piédestal du trophée, les tours inclinées quand elles sont vêtues d'un subtil mélange de plein et de vide (maçonnerie et mur rideau) le tout agrémenté d'encadrements pour affirmer la silhouette du projet

La partie centrale de la façade ou on retrouve

Les passages fonctionnels reliant les deux tours dans la partie centrale du projet sont revêtus d'un vitrage clair pour garder cet effet de transparence et de légèreté.

Et enfin pour avoir une touche d'authenticité dans toute cette modernité nous nous sommes inspirés de quelques monuments emblématiques de la ville d'Oran notamment la grande mosquée et le centre de conférences Le Méridien que nous avons matérialisé au niveau du motif du moucharabieh recouvrant la partie centrale du bâtiment.



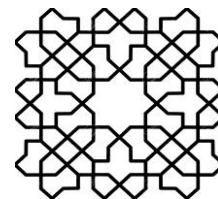
Façade du projet



Grande mosquée d'Oran

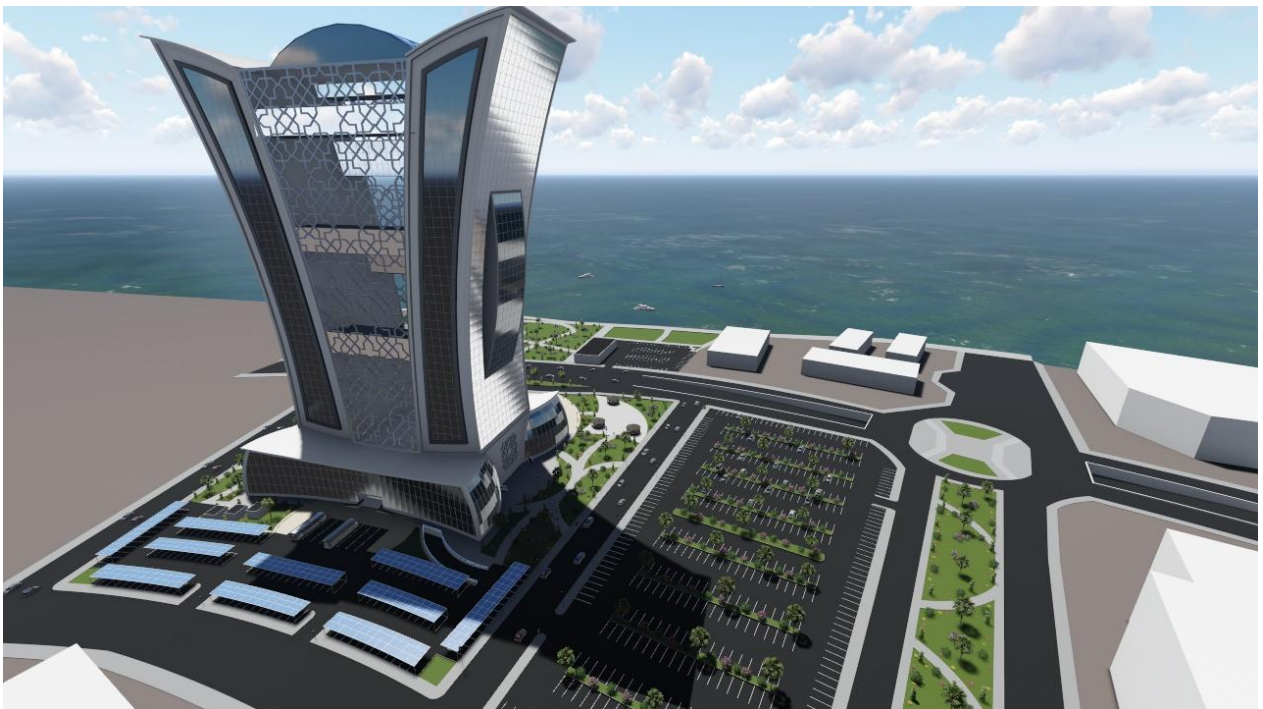


Centre de conférences méridien Oran

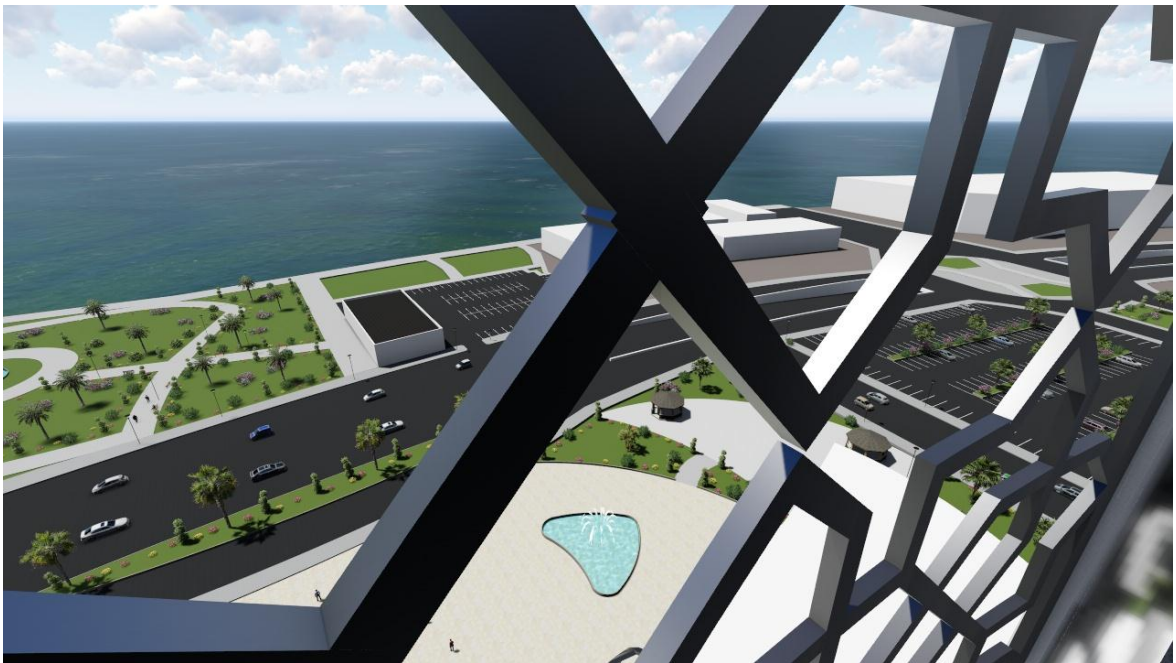


Motif de moucharabieh utilisé pour la façade

3D







CHAPITRE V

Approche technique
et technologique

Introduction :

La conception du projet architectural exige la coordination, entre l structure, la forme et la fonction, tout en assurant à l'utilisateur la stabilité et la solidité de l'ouvrage. Dans le cas de notre projet les nouvelles technologies viennent répondre aux besoins de ces exigences en y affectant des systèmes structurels spéciaux, des techniques constructives différentes et des matériaux adéquats afin d'assurer la longévité et la sécurité du bâtiment.

1. Structure :

-Suite aux informations précédemment récoltés et définis lors de l'approche structurelle des immeubles de grande hauteur, nous sommes parvenu à déterminer le système structurel convenable au projet.

1.1. Infrastructure⁶³ :

-Le choix du système de fondation dépend de la résistance du sol et du résultat de calcul de descente de charge. Il permet l'ancrage de la structure au terrain.

-Suite aux conseils des ingénieurs expérimentés, notre choix s'est porté sur une infrastructure en **radier sur pieux** jugée comme étant convenable pour les sols meubles. Il combine deux techniques de construction de fondation dans un design hybride à savoir le radier et les pieux.

-Prenant en considération l'importance des charges permanentes et d'exploitation, les pieux utilisés pour notre projet sont des **Pieux en béton forés vibro-foncés** injecté à haute pression.

-Une fois les pieux placés, on coule une base de béton appelée **radier** ou dalle précontrainte assurant la stabilité de la tour par un dispositif parasismique placés entre les fondations et la superstructure, ce sont des plots qui ont une déformabilité horizontale très importante pour pouvoir dissiper la déformation transmise au bâtiment.

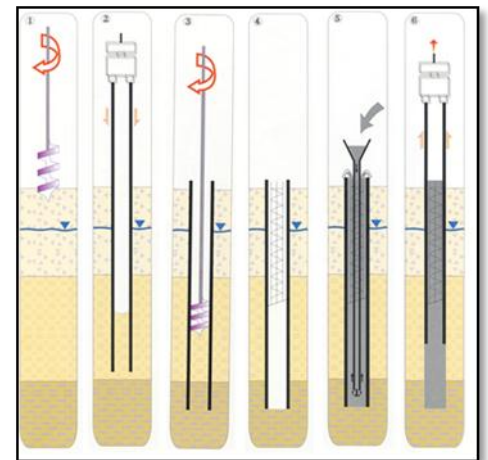


Figure 165 : Pieux forés vibro-foncés
1- Mise en fiche, réglage, perforage
2- Vibro-fonçage du tubage de travail
3- Forage et extraction des terres
4- Mise en place d'armatures
5- Bétonnage au tube plongeur
6- Extraction du tubage de travail

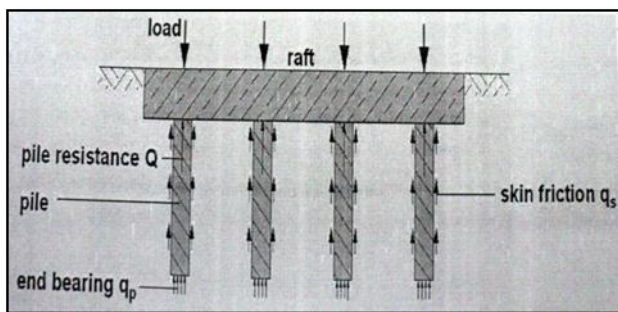


Figure 166: fondation en radier sur pieux



Figure 167: plot parasismique sur radier

⁶³ Harry G. Poulos, Article de conférence Foundation design for tall building, 2012.

-En ce qui concerne les murs voiles, nous avons des **voiles périphériques** qui sont exigés en raison de la présence des sous-sols ils doivent : résister à la poussée des terres et éviter les déplacements horizontaux. Ainsi que **des voiles des batteries de circulation verticale des tours.**⁶⁴



Figure 168 : coffrage d'un mur voile

1.2. Superstructure :

1.2.1. Ossature (Diagrid/ Noyau) :

-Suite à la forte inclinaison de la tour le système structurel choisis est celui d'un **noyau en béton armé** comme structure intérieure et du **diagrid (grilles diagonales)** comme structure extérieure. Ce choix était principalement déduit d'un exemple le Capitale Gate à Dubaï qui présente le caractère phare de notre tour, à savoir l'inclinaison.⁶⁵

-Afin d'aider l'ensemble structurel à résister aux charges latérales, des poteaux mixtes sont utilisés modérément.



Figure169: Capitale Gate « noyau+ Diagrid »

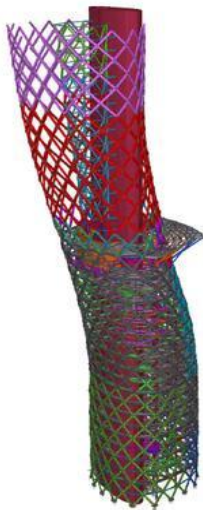


Figure 170: Poteaux intérieurs

⁶⁴ Milan Zacek, Construire parasismique, Edition Parenthèses, 1996, P.102

⁶⁵ <http://projets-architecte-urbanisme.fr/capital-gate-abu-dhabi-tour-penchee/> consulté le 20/05/2017

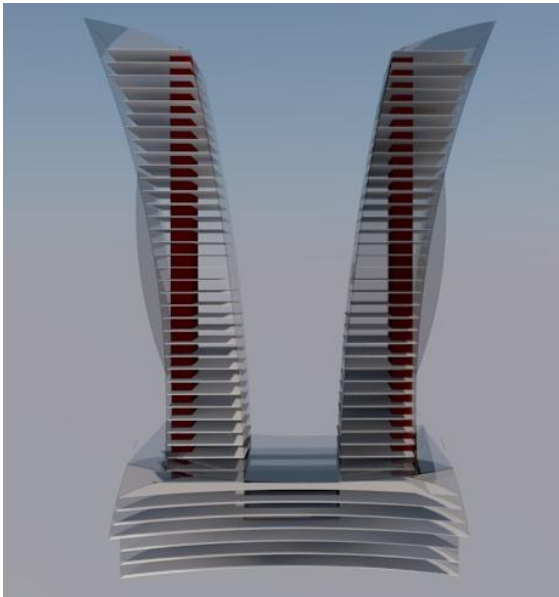


Figure171: Noyau du projet

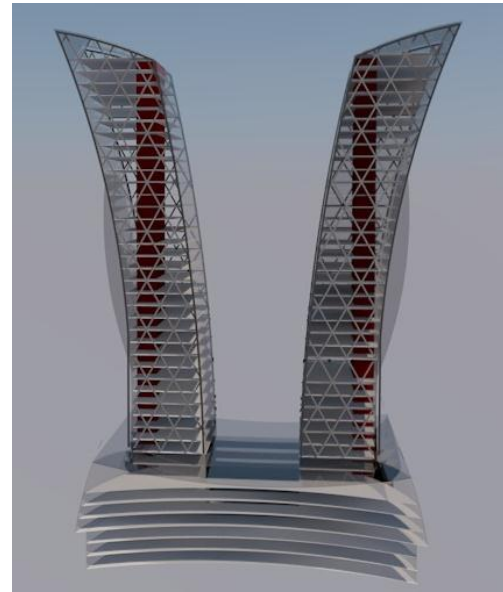


Figure172: Ossature- Digaird, noyau

-En raison de la présence d'un Podium sous la tour, la continuité des colonnes diagonales au niveau de la base aurait gêné le bon déroulement fonctionnel de celle-là, pour cela le diagrid repose sur des méga colonnes en acier verticales et inclinés au dernier niveau en se référant à la tour Hearst Tower, U.S.A.⁶⁶

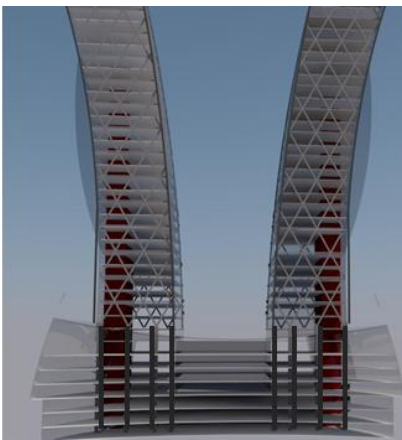


Figure173: les méga colonnes sous le diagrid

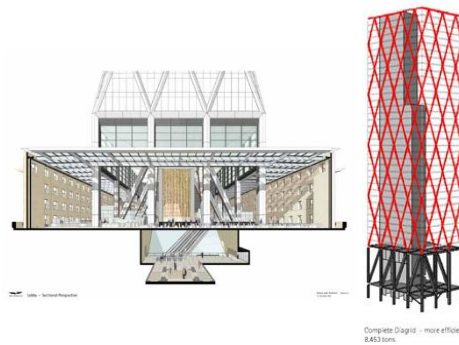


Figure 174: les méga colonnes sous le diagrid – Hearst Tower

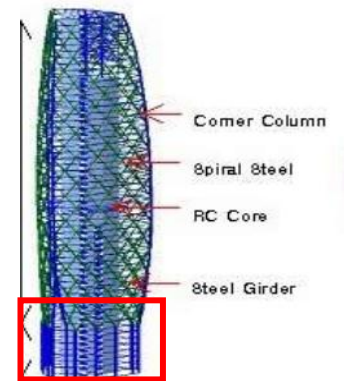


Figure 175: les méga colonnes mixtes sous le diagrid

-Entre les deux éléments inclinés de la tour, on retrouve des passages fonctionnels alternés, la distance de ces derniers s'agrandit étant donné l'inclinaison. Pour cela des poutres métalliques en treillis représentent eux même les passages tel le principe structurel des ponts s'accrochant au diagrid.

-En ce qui concerne le dernier niveau consacré à l'observatoire, les poutres sont liées directement au noyau supportant ainsi le plancher.

⁶⁶ www.arcspace.com/features/norman-foster--partners/hearst-tower/ consulté le 07/06/2017.

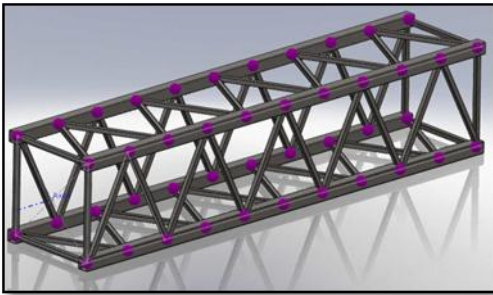


Figure 176: Schéma d'une poutre métallique en treillis

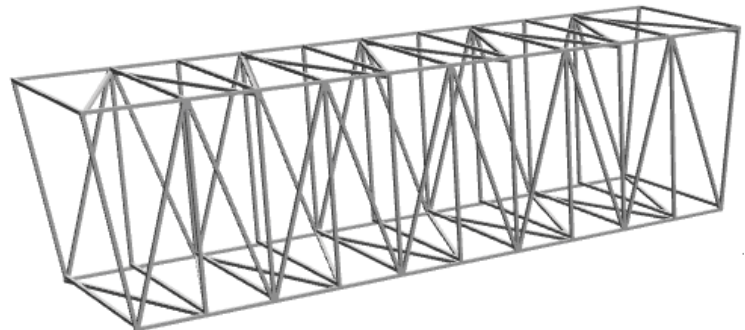


Figure 178: Poutre métallique en treillis des passages fonctionnels



Figure 177: Poutre métallique en treillis

1.2.1.1. Structure intérieure : Noyau en béton armé

Assurer une résistance à la compression, une rigidité au bâtiment ainsi qu'une bonne protection contre l'incendie, les noyaux dans les deux tours sont excentrés de telle sorte qu'ils soient continus sur tous les niveaux. Ils sont de section rectangulaire 20m * 7.5m selon la forme de la tour.

1.2.1.2. Structure extérieure : Diagrid

-Ce système se comporte comme une boîte tridimensionnelle résistant à la fois à la tension et à la compression, la colonne diagride transmet les charges de gravité et les charges latérales aux fondations.

-L'angle d'inclinaison des colonnes diagonales est de 60°.

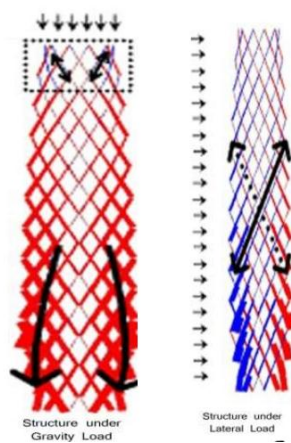


Figure 179: Le diagrid sous charge de gravité et charges latérales

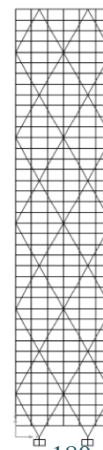


Figure 180 : angle d'inclinaison 60

1.2.2. Autres éléments de la superstructure :

a. Les poteaux⁶⁷ :

Utilisation des poteaux mixtes en raison des avantages qu'ils présentent :

- Une section transversale de faibles dimensions extérieures peut reprendre des charges très élevées.
 - L'acier sert aussi de coffrage perdu.
 - Gain de temps et de cout appréciable lors du montage (les poteaux mixtes peuvent être préfabriqués ou préparé dans un atelier).
 - Résistance plus élevée.
 - Satisfaire aux exigences relatives à la plus haute classe de protection contre l'incendie sans trop exiger de mesures complémentaires.
 - Les poteaux mixtes utilisés : section carré et tubulaire (Plan de structure).
 - Profilé HE « A/B/M »: c'est une gamme de profils caractéristique et économique. En forme de H, ils sont dotés d'ailes larges et offrent une bonne résistance au flambement dans les deux directions. Leur section est compacte inscrite dans un carré.
- Trois séries : HEA / HEB / HEM permettant une progression de la capacité portante par la variation des épaisseurs d'âme et d'aile.
- Après consultation avec un ingénieur en génie civil expérimenté, notre choix s'est porté sur le profilé HEB.

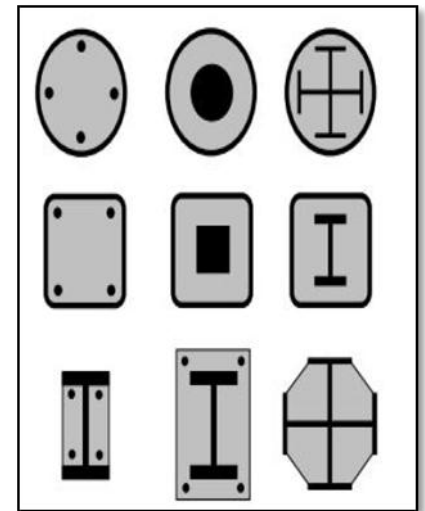


Figure 181 : Exemple de poteaux mixtes

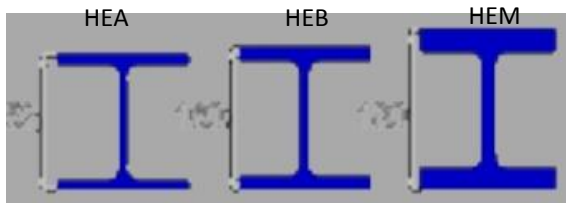


Figure 182 : Profilés HE

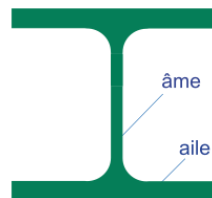


Figure 183 : principales composantes du poteau HE

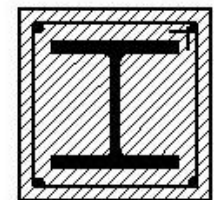


Figure 184 : Poteau mixte

b. Les poutres :

L'utilisation des **poutres alvéolaires (ACB)** vu qu'elle présentent de nombreux avantages :

- Des portées optimisées de 12 à 25 m.
- Augmentation la hauteur utilisable sous plafond grâce à l'optimisation de l'espace.
- Amélioration de la flexibilité, facilitant la distribution des tuyaux et des conduits à travers les ouvertures.⁶⁸



Figure 185 : Poutre alvéolaire

⁶⁷ Andy Truby, Structural design of concret buildings up to 300m tall, mpa, p. 39-42

⁶⁸ http://www.constructalia.com/francais/produits/structures/profiles_lamines_a_chaud/poutrelles_alveolaires/acb_poutrelles_alveolaires_a_ouvertures_circulaires#.WTcrU1GkLIU consulté le 07/06/2017

-La maîtrise de la construction mixte acier- béton sous ses différents aspects- Réalisation de la connexion, utilisation des bacs collaborant, plateaux libres, résistance au feu, confort des usagers et durabilité a largement contribué à l'avènement des poutrelles cellulaires ACB dans les planchers.

	Portée (m)					
	6	8	10	13	16	20
Dalle de béton armé à sous-face plane	■					
Poutres de plancher mince et dalle mixte de forte épaisseur	■	■				
Poutres intégrées avec dalles préfabriquées	■	■	■			
Poutres et dalles en béton armé		■	■	■		
Dalle à sous-face plane en béton précontraint			■	■		
Poutres et dalles mixtes		■	■	■	■	
Poutres PRS avec ouverture dans l'âme				■	■	■
Poutres mixtes alvéolaires				■	■	■
Treillis mixtes					■	■

Tableau 15 : les poutres et les portées à atteindre

Outils de calcul⁶⁹ :

Le développement d'un outil performant de calcul et de conception (logiciel ACB) disposant de méthodes basés sur l'exploitation des résultats d'essais de poutres à grandeur réelle et de nombreuses analyses numériques.

La hauteur de la poutrelle mixte ACB : Varie selon la portée L. $(L/40) H < 600$ mm

L'espacement et diamètre des alvéoles : guidé par les exigences relatives au passage des conduites. Dans les planchers de bureaux, un diamètre de 250 à 350 mm permet de répondre à la plupart des cas de figure.

-L'utilisation des **poutres en treillis** au niveau des passages fonctionnels, formée d'éléments articulés entre eux et formant une triangulation. Cette poutre comprend deux membrures reliées par des éléments verticaux et obliques (montants et diagonales).

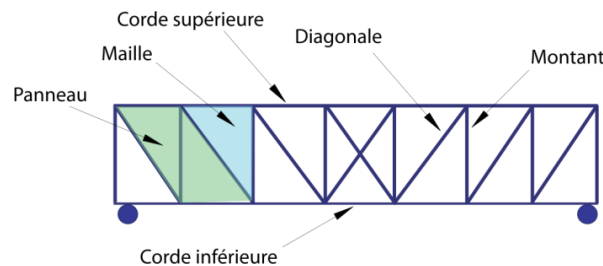


Figure 186 : les éléments composants d'une poutre en treillis

TYPES DE POUTRES EN TREILLIS ⁶⁵		
Poutre type Town	Poutre type Town double	Poutre en K
Poutre type Warren	Poutre type Warren avec montants	Poutre type Howe
Poutre en croix Saint-André	Poutre type Vierendeel	Poutre composée

Table

au 16 : Type de poutres en treillis

-Le type de poutre choisis est **la poutre type Warren avec montants**.

⁶⁹ <http://www.grunbauer.nl/frans/frameipe100.htm> consulté le 07/08/2017

c. Plancher⁷⁰ :

C'est un plancher mixte béton-acier. Il est constitué de bacs acier en tôle mince nervurés utilisés en guise de coffrage, d'armatures et d'une dalle en béton coulée sur place. L'acier et le béton collaborent pour offrir une résistance et une capacité portante élevée. En effet, l'acier particulièrement ductile, offre une excellente résistance à la traction, tandis que le béton bénéficie d'une très bonne résistance à la compression.

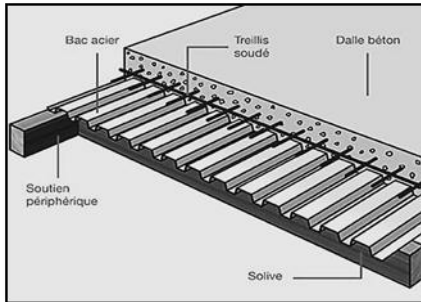


Figure 187 : Plancher collaborant avec bacs d'acier

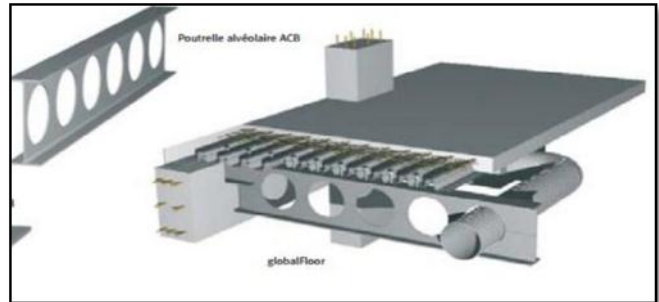


Figure 188 : Plancher collaborant mixte avec poutre alvéolaire

Articulation⁷¹ :

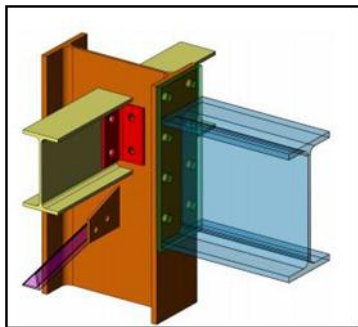


Figure 189 : Articulation entre le poteau et les poutres horizontales



Figure 190 : Nœud du diagrid

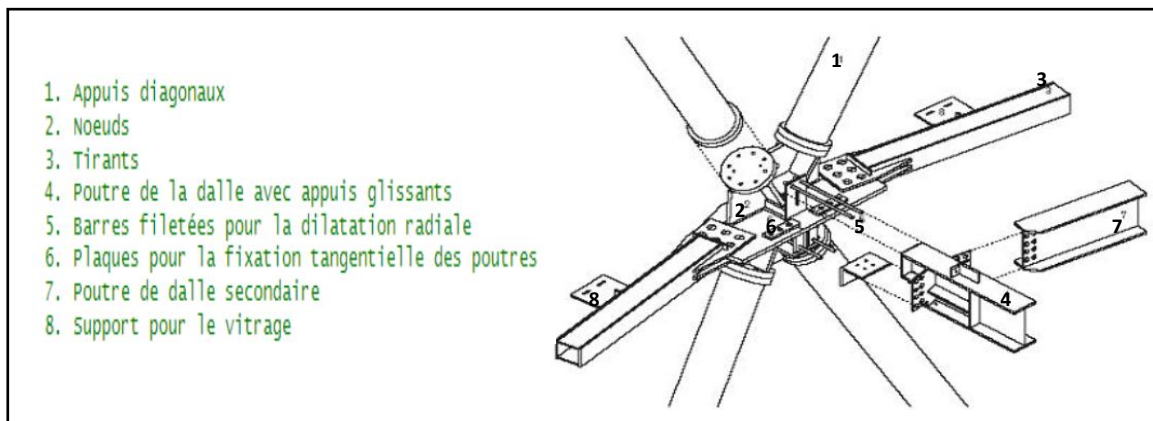


Figure 191 : Détails techniques du nœud du diagrid

⁷⁰ <http://www.guidebeton.com/plancher-collaborant> consulté le 07/06/2017

⁷¹ Harry G. Poulos, Article de conférence Foundation design for tall building, 2012.

d. Toiture :

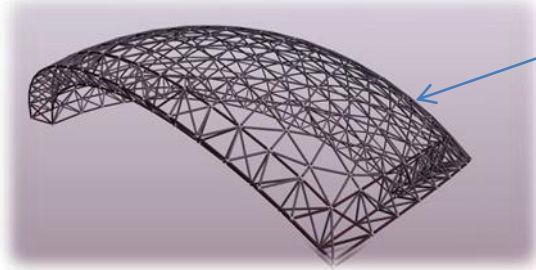


Figure 192 : Structure de la verrière

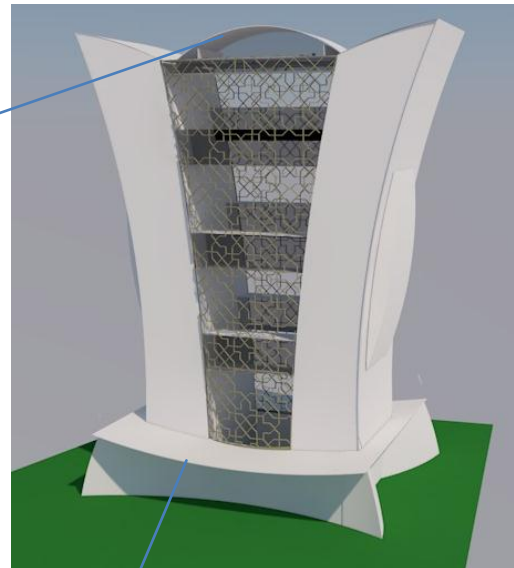


Figure 193 : types de structure des toitures

-La verrière ⁷²:

-La verrière est en structure tridimensionnelle qui est une solution architectonique efficace pour les bâtiments de grandes protégés.

Type	Continuité	Matériau	Classements
Coque		BA	Epaisseur de la coque L/300
Coque plissée		BA	Epaisseur de la coque L/250 - hauteur nervures L/20 à L/10
Nappe 3D		Acier	Hauteur de la nappe L/20 à L/30 - Eléments constitutifs d'épaisseur L/100

Tableau 17 : Typologie Structurelle des couvertures

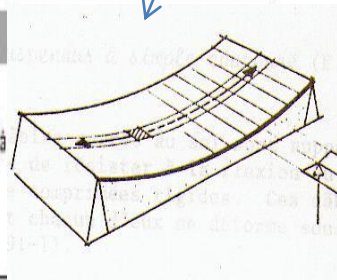


Figure 194 : Coque de la base

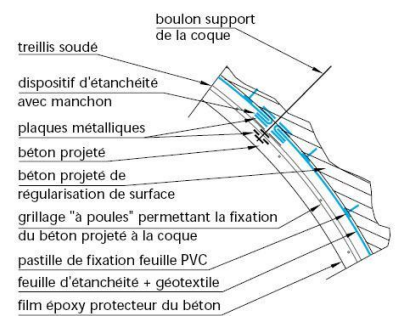


Figure 195 : Coque en béton armé

-Couverture de l'accès :

Le porche d'entrée est une couverture accroché à la base par des poutres en acier.

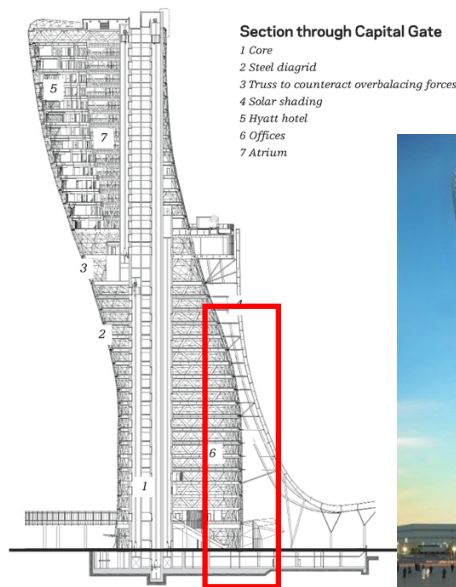
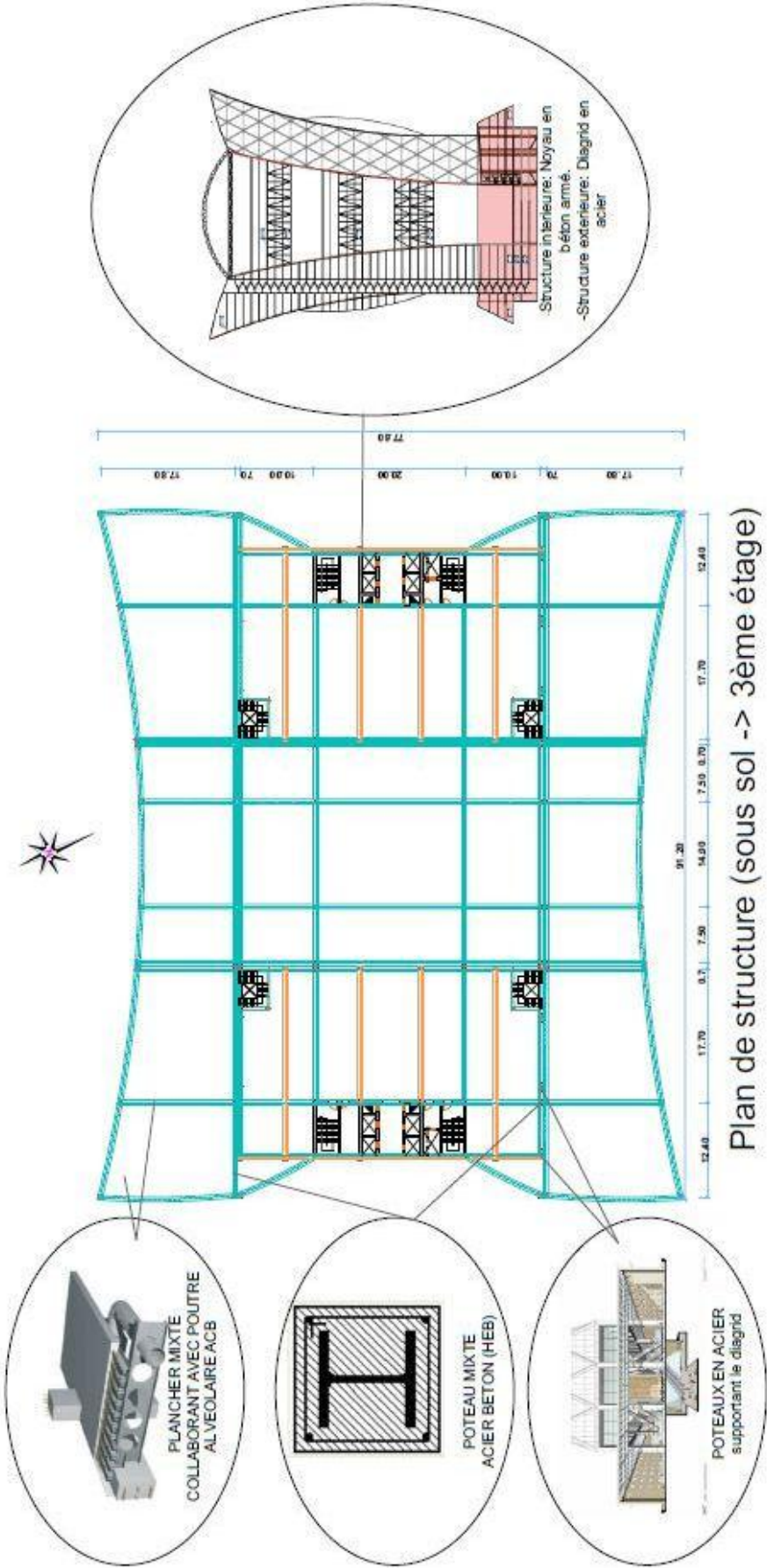


Figure 196 : poutres en acier qui assurent la stabilité de l'élément incliné

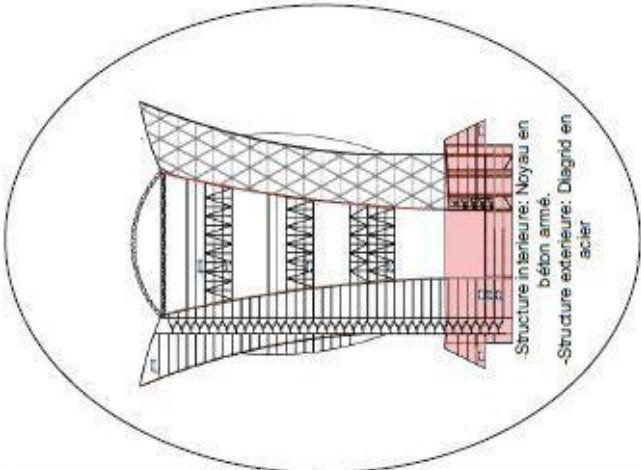


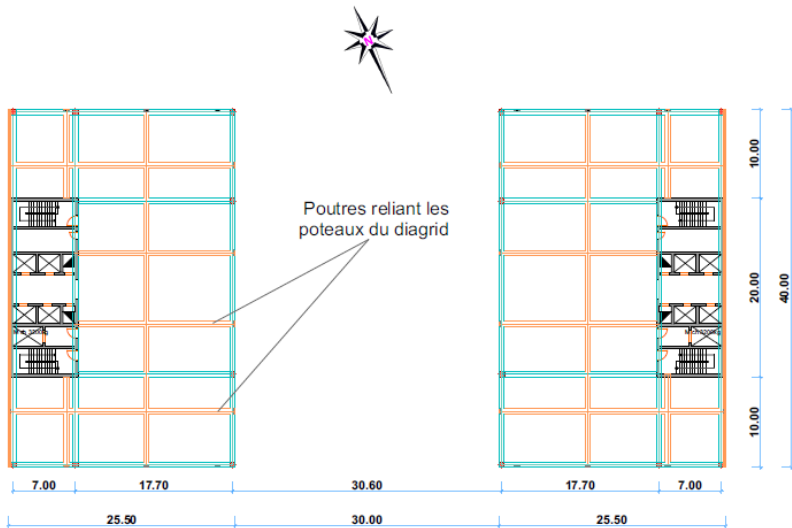
⁷² <http://www.lanik.com/fr/solutions/structures-tridimensionnelles/caracteristiques> consulté le 12/06/2017

Les plans de structure :

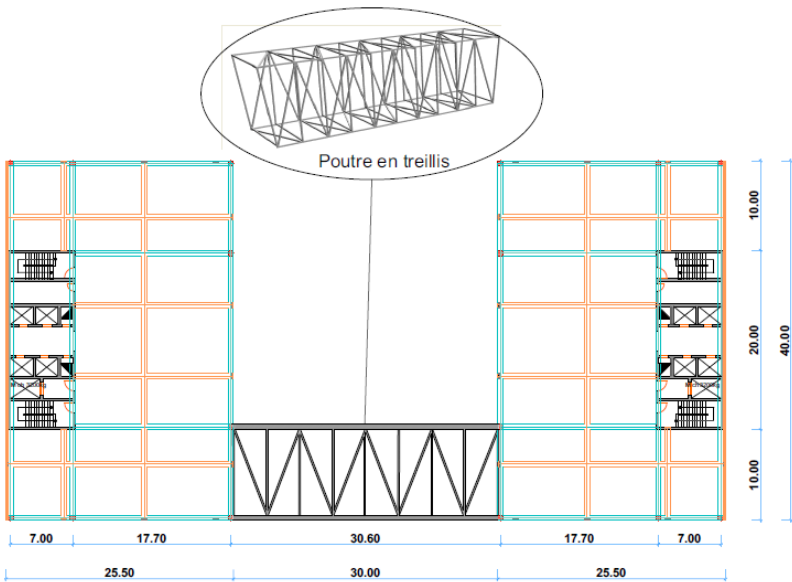
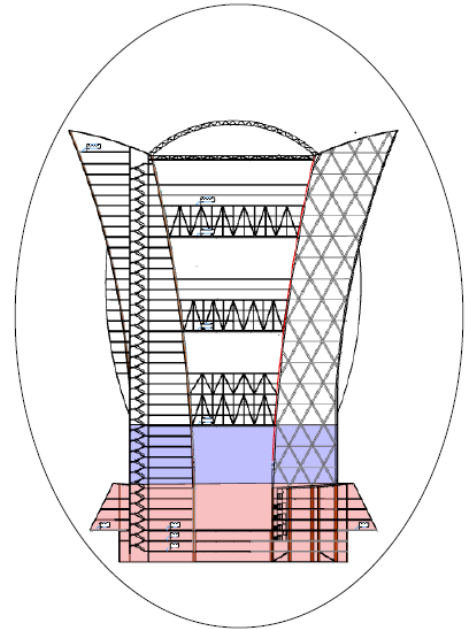


Plan de structure (sous sol -> 3ème étage)

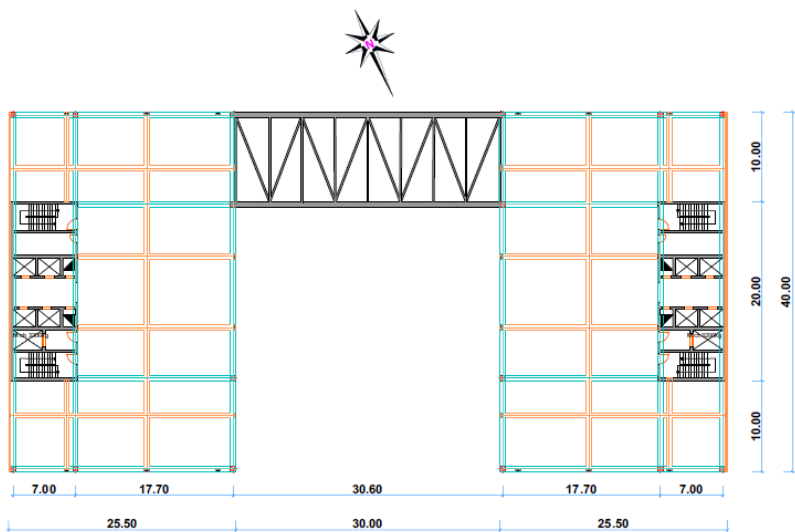
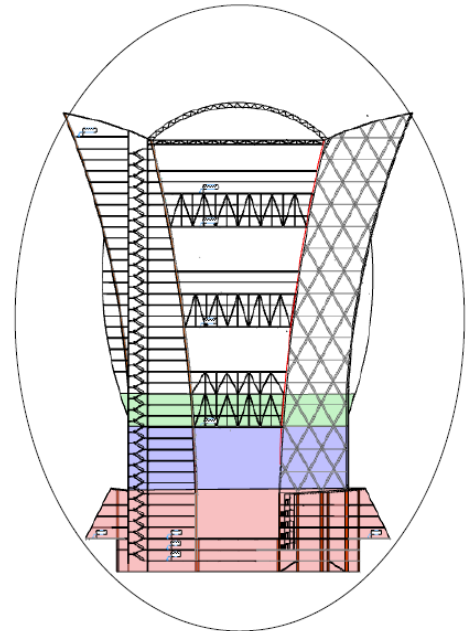




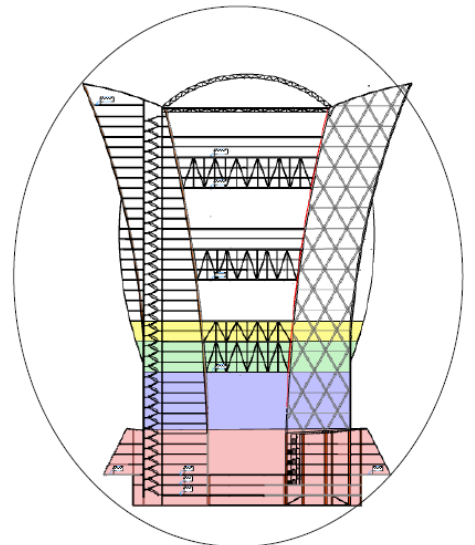
Plan de structure (4ème ->10ème étage)

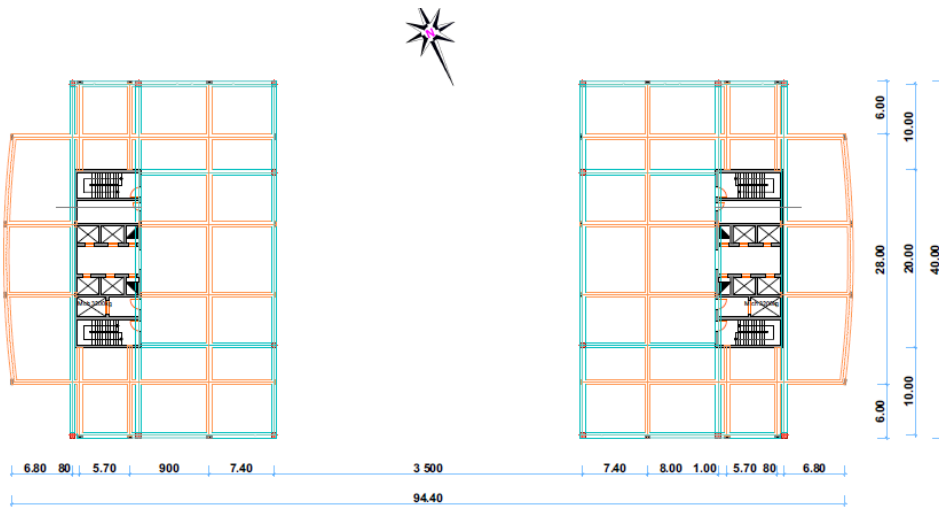


Plan de structure (11ème ->13ème étage)

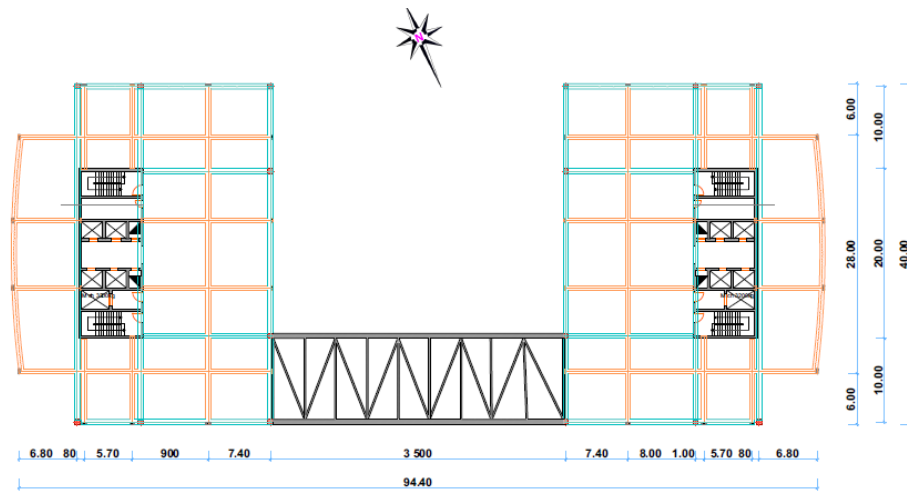
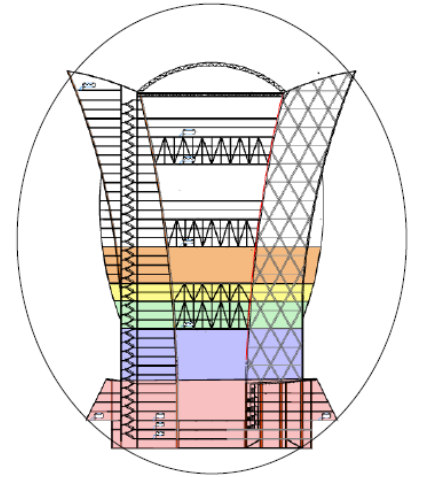


Plan de structure (14ème ->15ème étage)

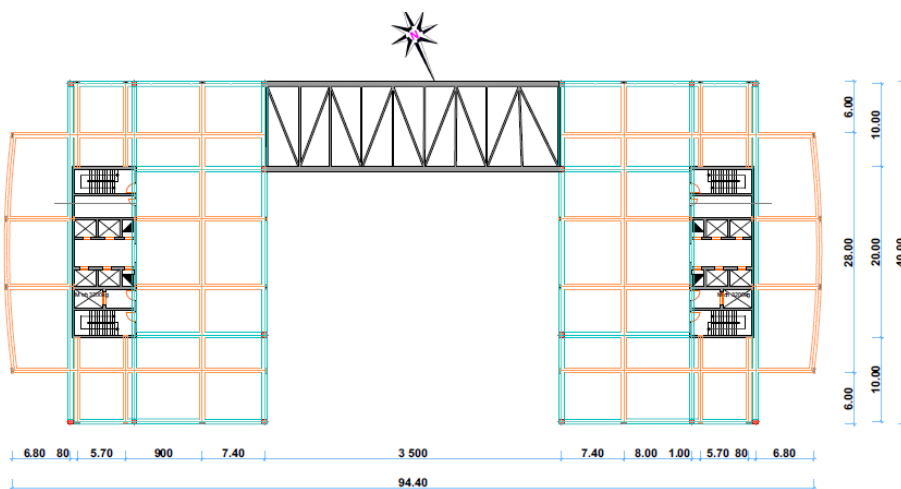
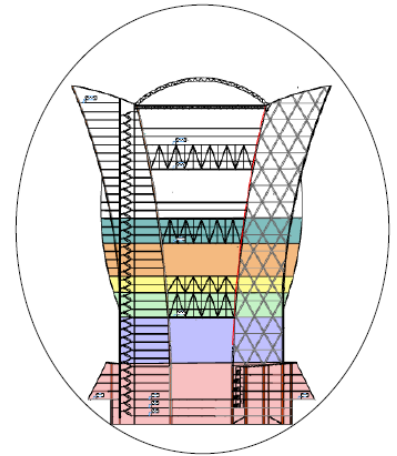




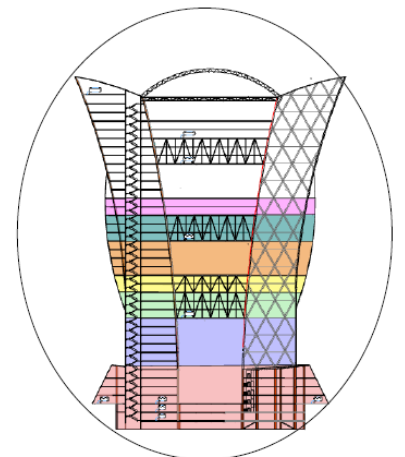
Plan de structure (15ème ->18ème étage)

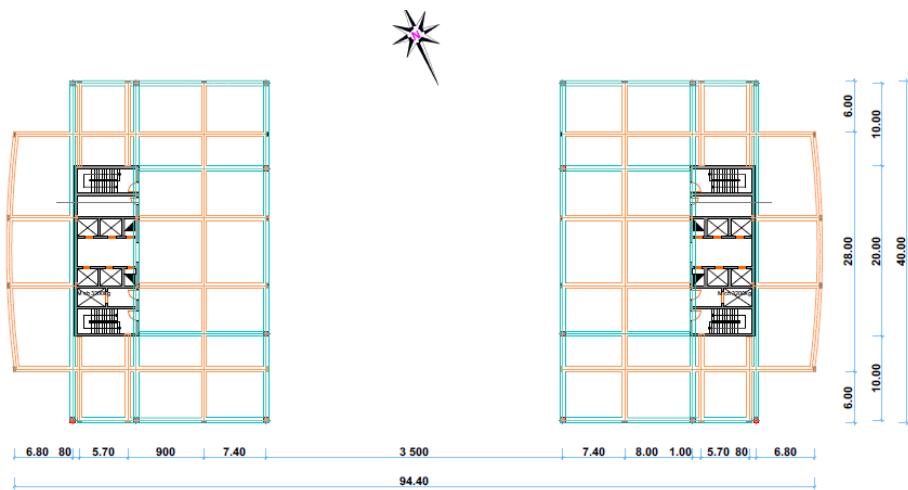


Plan de structure (19ème ->21ème étage)

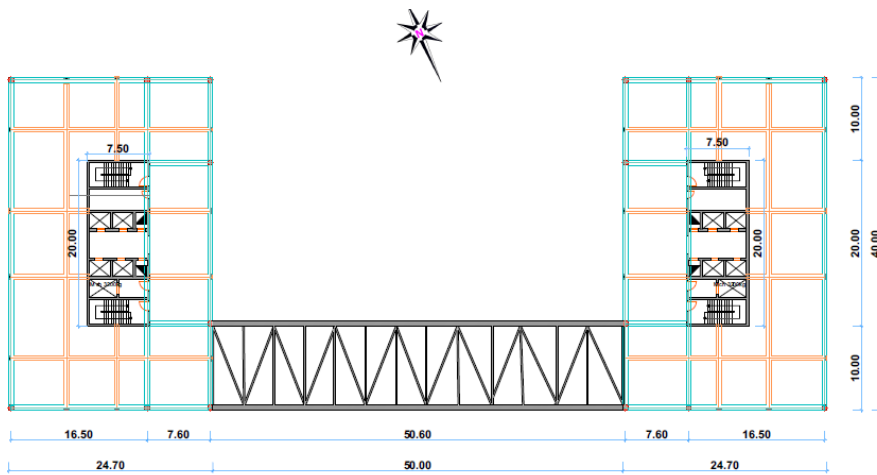
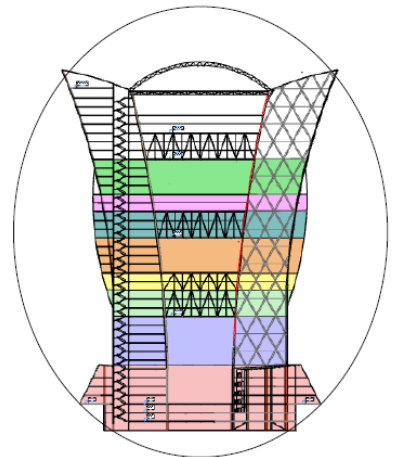


Plan de structure (22ème ->23ème étage)

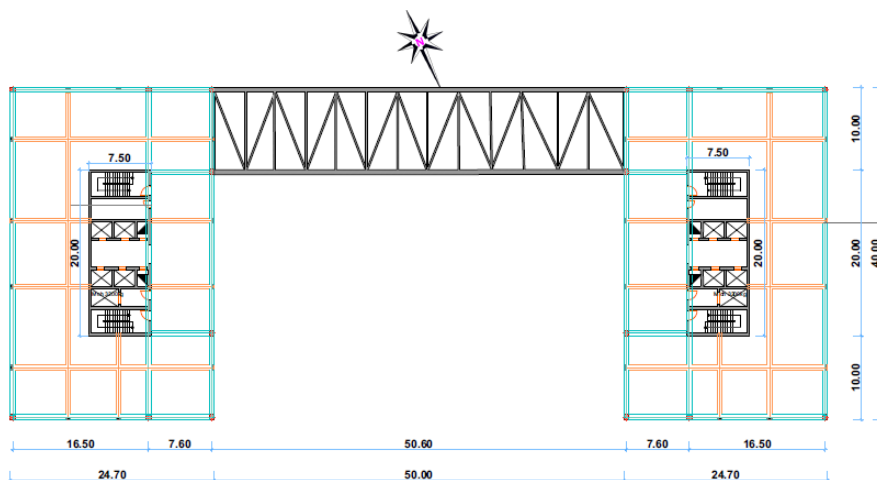
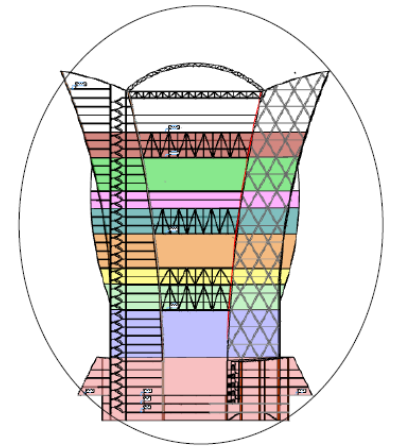




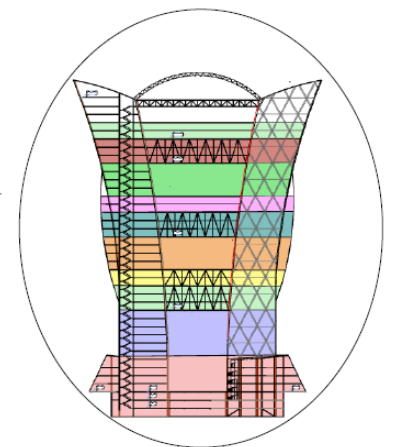
Plan de structure (24ème ->27ème étage)

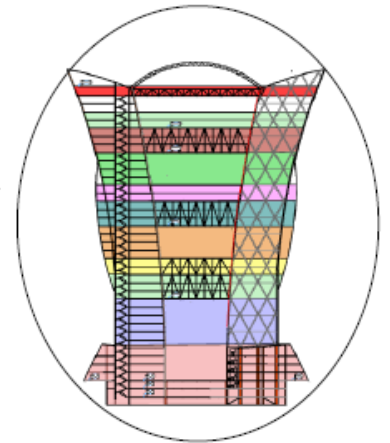
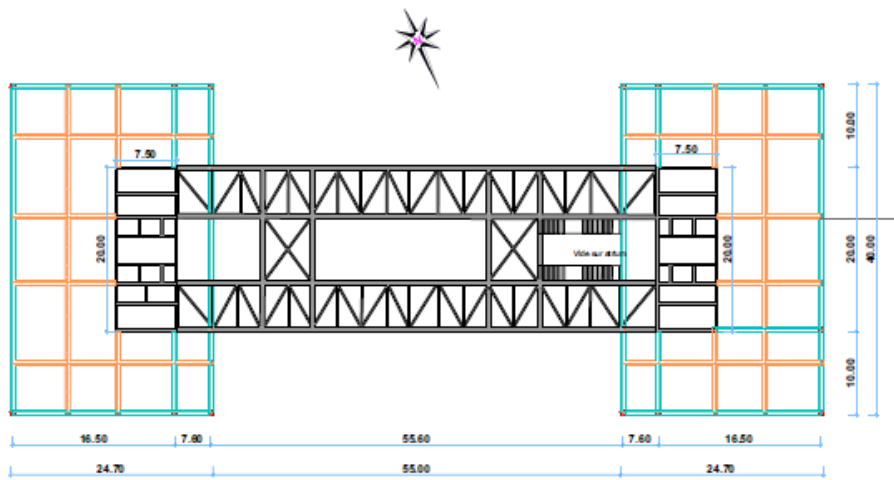


Plan de structure (28ème ->31ème étage)



Plan de structure (32ème ->33ème étage)





Plan de structure (observatoire)

2. Corps d'état secondaire et réseaux techniques :

2.1. Second œuvre :

2.1.1. Les cloisons :

Le choix des cloisons dépend de :

- La facilité de mise en œuvre
- Le confort
- La légèreté
- Les performances physiques, mécaniques et énergétiques

Ainsi en fonction des espaces envisagés on trouve :

- **Les cloisons intérieures :**

On prévoit :

- Des cloisons amovibles au niveau des bureaux et sièges d'entreprises afin de donner un maximum de flexibilité aux espaces disponible en bois ou en verre avec un montage sur ossature en aluminium avec des glaces de 6 ou 8 mm avec des stores vers la partie intérieur.⁷³



Figure 197 : exemple de parois amovibles

- Des cloisons en Placoplatre constitués de plaques de plâtre avec un isolant intermédiaire (chanvre, liège, polystyrène) fixés sur des rails et ancré au sol utilisé au niveau de la salle de conférence, l'auditorium pour une meilleure isolation acoustique.

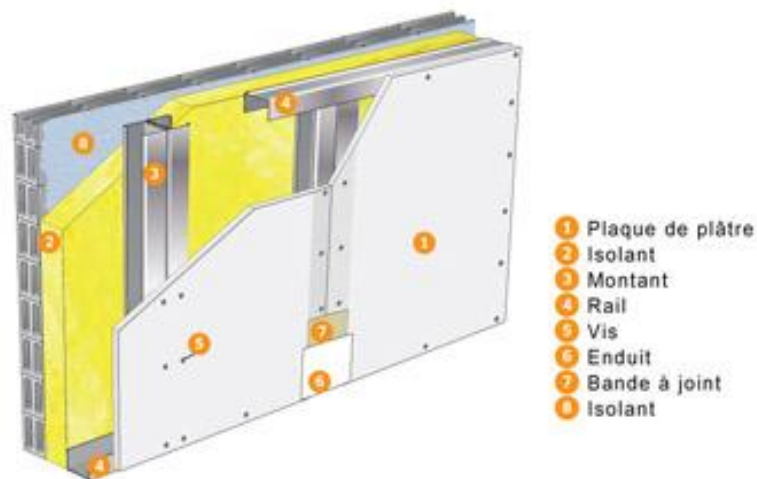


Figure 198 : composantes d'une paroi en Placoplatre avec isolant⁷⁴

Les espaces tels que l'auditorium nécessitent des corrections acoustiques, pour cela nous avons opté pour des résonateurs : plaques en bois perforés accroché aux murs internes de la salle qui absorbe les fréquences moyennes.

⁷³ <http://www.espace-cloisons-alu.fr/accueil/charte-qualite-performance/les-matieres-utilises-en-cloisons-amovibles/>

⁷⁴ <http://www.placo.fr/Solutions/Solutions-par-benefice/Isolation-thermique/Isolation-thermique-par-l-interieur>

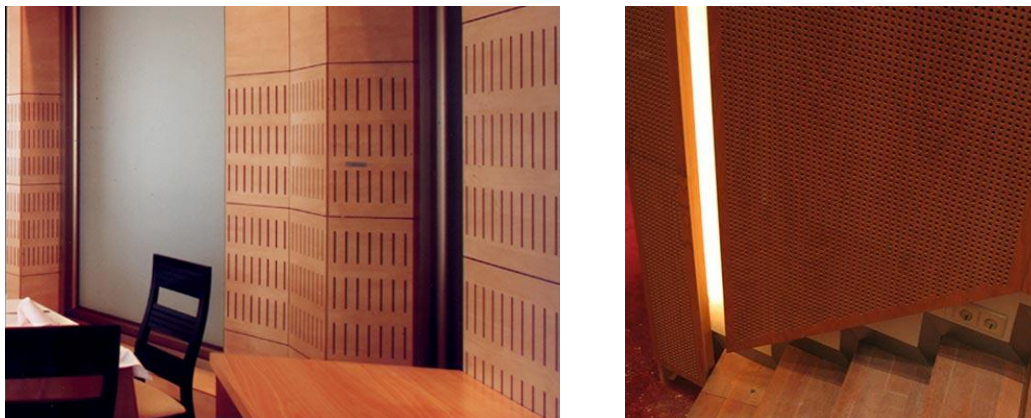


Figure 199 : exemple de plaque de bois perforé (résonateurs)

- Des cloisons (simple paroi) en brique de 10 cm pour la séparation des espaces intérieurs utilisé pour le reste du bâtiment, les espaces humides seront revêtus de carreaux de faïence.

- **Les cloisons extérieures**

Mur rideau :⁷⁵

-C'est un mur de façade qui assure la fermeture de l'enveloppe du bâtiment sans participer à sa stabilité (les charges étant transférées à la fondation principale par des raccordements aux planchers ou aux colonnes du bâtiment). Les panneaux sont donc appuyés, étage par étage, sur un squelette fixe.

-Nous avons opté pour la technologie du mur rideau monté en panneaux

-Il est réalisé à l'aide de panneaux de grande dimension, hauts d'un étage et fixés à l'ossature du bâtiment ou à une ossature secondaire. Ils sont entièrement préfabriqués en usine, juxtaposés sur chantier et fixés généralement par une ou deux attaches par panneau.⁷⁶

Sur le plan architectural, les murs à panneaux sont essentiellement marqués par des surfaces dégageant une impression d'unité, sans autre articulation que celle des joints entre panneaux. Ce système est rapide et donne plus de facilités au point de vue de la réalisation des étanchéités.



Figure 200 : exemple d'un mur rideau avec montage en panneaux

⁷⁵ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Mur-rideau> consulté le 08-06-2017

⁷⁶ <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10387#c1547+c1548+c1549> consulté le 08-06-2017

Façade double peau :

-Afin d'optimiser le rendement du projet on utilisera le principe de double peau.

-Le mur rideau peut être dédoublé par une deuxième façade vitrée. La distance entre les deux parois est généralement comprise entre 200 et 1 000 mm. On crée ainsi une lame d'air qui peut être utilisée de multiples façons

-La façade double-peau possède en outre de nombreux avantages : ⁷⁷

- Diminution des déperditions thermiques
- Protection contre les contraintes météorologiques (froid, vent ...)
- Stockage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau
- Évite les surchauffes d'été en limitant l'action du rayonnement direct du soleil
- Supprime l'effet de paroi froide en hiver
- Isolation phonique
- Économie d'énergie en limitant le recours à la climatisation et au chauffage
- Utilisation de l'éclairage naturel.
- Permet l'intégration des stores au niveau de la lame d'air

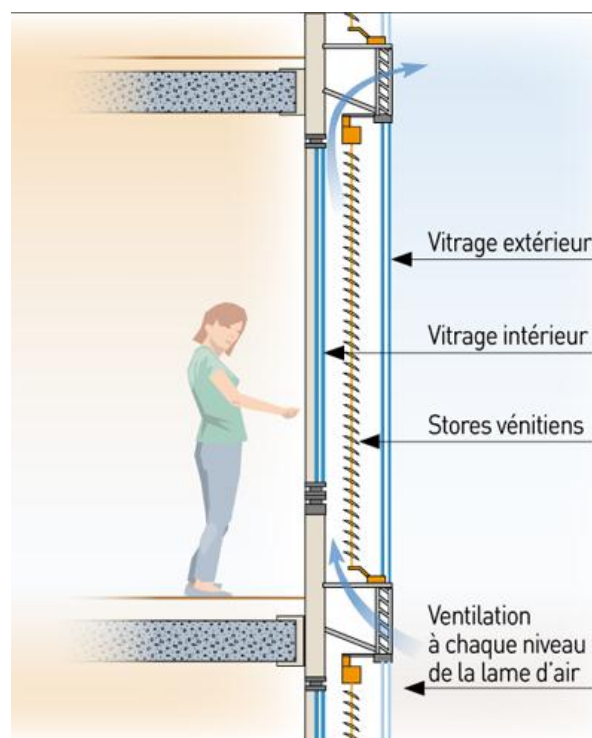


Figure 201 : composition d'une façade double peau

-Pour une performance accrue de la façade le choix du verre appliqué au projet est primordiale.

⁷⁷ <http://souchier-boullet.com/Facade-bioClimatique-Intelligente.html> consulté le 08-06-2017

Type de vitrage utilisé⁷⁸

- Nous avons opté pour l'utilisation d'un vitrage basse émissivité appelé aussi "Vitrage à Isolation Renforcée" (VIR). L'objectif est d'augmenter le pouvoir isolant du double vitrage, c.-à-d. de diminuer son coefficient de transmission thermique U, et ainsi éviter l'effet de serre.

- Contrairement aux vitrages standards qui ont une émissivité de 0.84 sur l'entièreté du spectre (84 % des rayons sont absorbé et seulement 16 % est réfléchi), les VIR émettent seulement 4 % de l'énergie solaire, autrement dit, ils réfléchiront 96 % du rayonnement infrarouge de grande longueur d'onde et absorberont seulement 4 % du rayonnement.

- La couche "basse émissivité" est, en général, une couche métallique, en argent par exemple, déposée sous vide et qui doit être placée à l'intérieur du double vitrage qui lui permet d'être plus isolant.

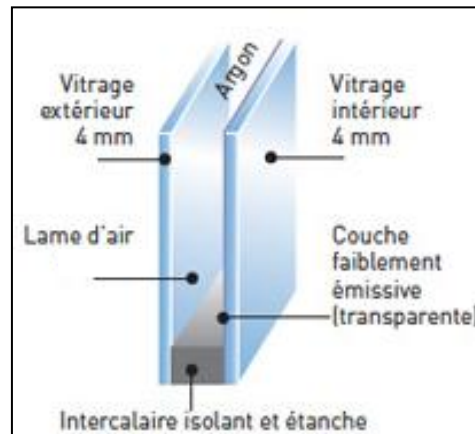


Figure 202 : Composantes d'un double vitrage basse émissivité

-Le facteur solaire FS du vitrage est influencé par la position de la couche.

<p>Si l'on cherche à laisser passer la chaleur solaire (FS élevé), la couche basse émissivité sera placée sur le verre intérieur du double vitrage (en face 3). La chaleur absorbée par la vitre sera réémise vers l'intérieur. Cas des façades orienté Nord</p>	<p>Si l'on cherche au contraire à diminuer la chaleur solaire entrante (FS faible), la couche basse émissivité sera placée en face 2, la chaleur absorbée par le vitrage étant alors essentiellement réémise vers l'extérieur. Dans ce cas, on peut adjoindre une couche réfléchissante à la couche basse émissivité pour diminuer encore FS. Cas des façades orienté Sud.</p>
<p>Extérieur 1 2 3 4 Intérieur</p>	<p>Extérieur 1 2 3 4 Intérieur</p>

⁷⁸ <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10397#c568> consulté le 09-06-2017

-Dans les bâtiments du secteur tertiaire, on demande souvent de minimiser les gains solaires tout en conservant une bonne transmission lumineuse et une bonne isolation. Ces vitrages doivent donc transmettre le rayonnement visible tout en arrêtant le rayonnement solaire correspondant aux infrarouges proches. Ces vitrages sont appelés "**vitrages à basse émissivité sélectifs**". Que nous utiliserons au niveau de la façade Sud

-Pour diminuer encore le facteur solaire, on peut enfin placer une couche basse émissivité sur un vitrage teinté foncé créant ainsi un produit ayant les propriétés isolantes d'un vitrage "basse émissivité", conjugué à un rejet des gains solaires, avec une certaine qualité de transmission lumineuse. Ces vitrages sont appelés "**vitrages à basse émissivité sélectifs et à basse transmission**".

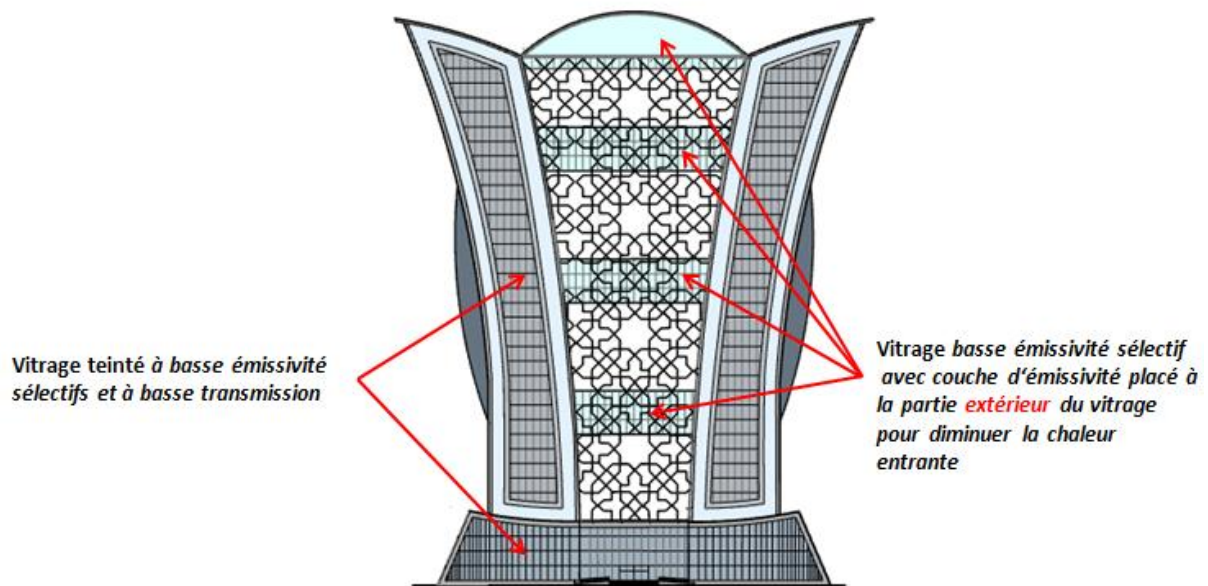


Figure 203 : répartition des vitrages sur la façade Sud

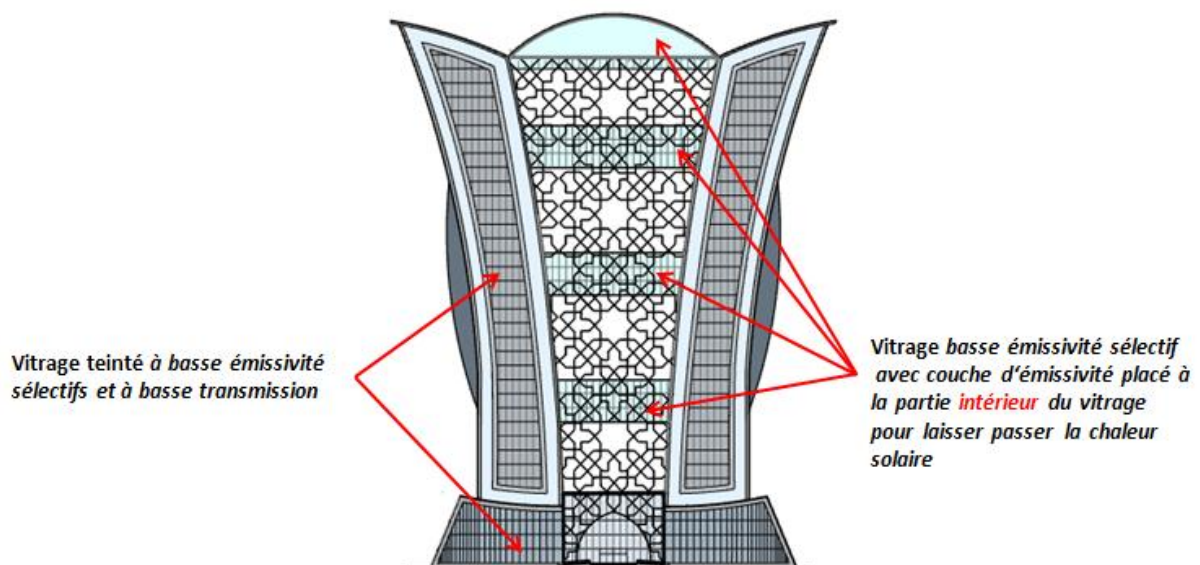


Figure 204 : répartition des vitrages sur la façade Nord

2.1.2. Revêtements de sol :

Elément de confort et de décor, leur variété permet la qualification des espaces et des activités, il a été prévu dans le projet :

- Des carreaux de marbre pour les espaces intérieurs et les espaces de circulation.
- Des carreaux de céramique avec motifs pour les boutiques, cafétérias, restaurants... etc
- Des carreaux antidérapants pour les blocs sanitaires.
- De la moquette pour l'auditorium et la salle de conférence.
- Des plaques de granits pour les escaliers de secours.
- Des plaques de marbre pour les escaliers publics.
- Du pavage pour les espaces extérieurs.



Figure 205 : exemple de quelques revêtements de sol (marbre, moquette, pavé)

2.1.3. Faux plafonds :

Nous avons opté pour un plafond suspendu qui en plus de son rôle esthétique permet :

- Le passage des gaines de climatisation et différents câbles.
- La fixation de lampes, détecteurs d'incendie, caméras de surveillance...
- Protection de la structure contre le feu
- Isolation acoustique

Ce type de faux plafond consiste en un ensemble de plaques de plâtres accrochés au plancher par un système de rail⁷⁹

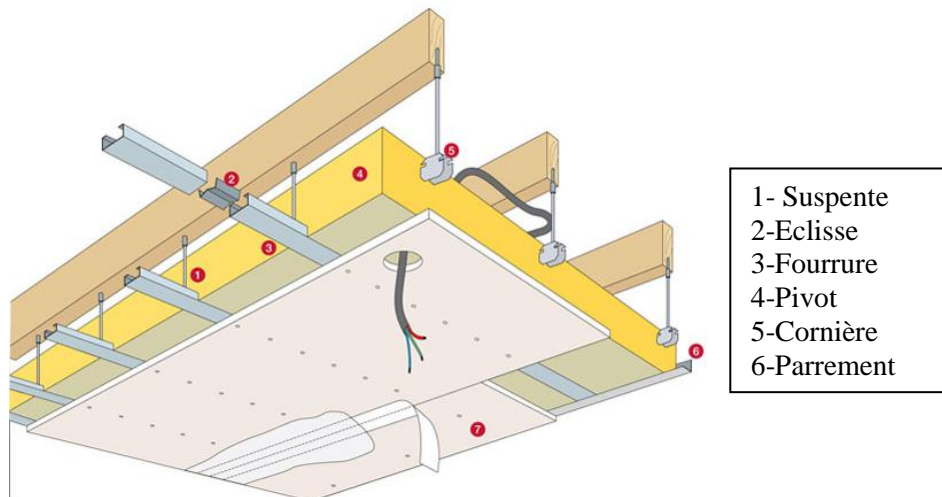


Figure 206 : composants d'un faux plafond suspendu

-Pour une meilleure diffusion du son , l'auditorium bénéficiera d'un traitement géométrique du plafond qui consiste en l'ajout de panneaux de stuc légèrement inclinés .

⁷⁹ www.systemed.fr consulté le 07-06-2017

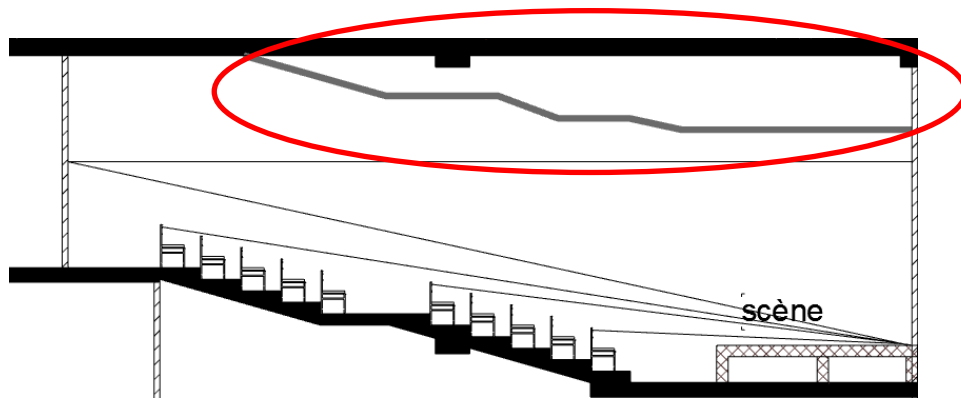


Figure 207 : traitement de plafond de l'auditorium

2.1.4. Plancher technique :

-C'est un plancher surélevé qui permet de faire passer des câbles techniques en dessous, il sera prévu au niveau des locaux et étages techniques pour faciliter l'accès aux câbles et la détection de panne.



Figure 208 : exemple d'un plancher technique

2.1.5. Menuiserie :

-Plusieurs types de portes sont prévus au niveau du projet en fonction de leur usage on trouve :

2.1.5.1. Porte tambour :⁸⁰

-Une porte tambour est une porte fonctionnant selon le principe du tourniquet. Ces portes sont constituées de plusieurs ailes, généralement quatre ailes vitrées, qui tournent dans le même sens au sein d'une cellule cylindrique circulaire. On en trouve souvent aux entrées 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.



Figure 209 : exemple d'une porte tambour

⁸⁰ https://fr.wikipedia.org/wiki/Porte_tambour consulté le 07-06-2017

2.1.5.2. Porte (acoustique) iso phonique :⁸¹

-Comme son nom l'indique, son rôle est de garantir l'isolation phonique, celles-ci seront installées dans les espaces exposés aux nuisances sonores (Auditorium, salles de conférence)



Figure 210 : exemple de porte acoustique

2.1.5.3. Porte coupe-feu :⁸²

-Une porte coupe-feu est un élément de construction utilisé pour lutter contre la propagation d'un incendie et protéger les personnes contre la propagation des fumées et des gaz toxiques. Le but étant de protéger les usagers pendant leur évacuation et de donner un délai aux services de secours pour arriver sur le site et maîtriser le feu.

- La durée de la résistance au feu est définie selon l'épaisseur de la porte :

- * une épaisseur de 40mm= résistance au feu de 30 min
- * une épaisseur de 50mm= résistance au feu d'une heure
- * une épaisseur de 15cm= résistance au feu de deux heures (fortement recommandé)

De ce fait, le projet sera muni de porte coupe-feu de deux heures au niveau des cages d'escaliers de secours

2.1.5.4. Porte avec module de control d'accès :

-Ce type de porte fonctionne grâce à une clé magnétique, son objectif est de restreindre l'accès à certains endroits notamment au niveau des chambres d'hôtel ainsi qu'au niveau des ascenseurs desservant la partie hôtellerie



Figure 211 : exemple de portes avec module de control d'accès⁸³

⁸¹ <http://www.lamy-expertise.fr/expertise-immobiliere/porte-technique/porte-acoustique.html> consulté le 07-06-2017

⁸² futura-sciences.com consulté le 07-06-2017

⁸³ <http://www.ng-portes-automatiques.com/interphone-videophone-51.php> consulté le 07-06-2017

2.1.6. Moucharabieh :

Le moucharabieh sera réalisé en panneaux de béton fibré ultra performant.

La porosité et la perméabilité de ces bétons améliorent par ailleurs la durabilité. Il en est de même pour la résistance aux agressions chimiques comme celles que peuvent subir les bétons en milieu marin ou en milieu agressif et la résistance au gel. La résistance aux agents agressifs (ions chlore, sulfates, eau de mer, acides ...), le faible risque de corrosion des armatures, la forte résistance au cycle gel-dégel et à l'écaillage ainsi que la faible perméabilité sont autant de propriétés qui qualifient ce béton comme étant durable⁸⁴

-Ces panneaux sont fixés à la structure par grâce à des suspentes métalliques.

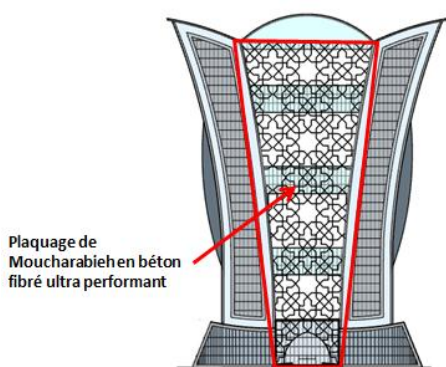


Figure 212 : Moucharabieh sur façade

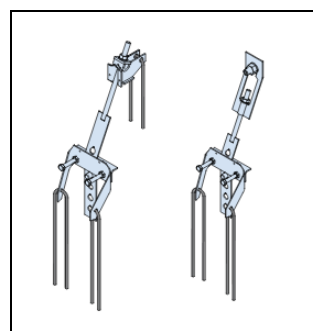


Figure 213 : exemple de suspentes⁸⁵

2.1.7. Couverture de verrière : ⁸⁶

Pour la verrière en nappe tridimensionnelle au-dessus de l'atrium nous avons opté pour une couverture en verre trempé à basse émissivité.

⁸⁴ Flore Brue, *Rôles de la température et de la composition sur le couplage thermo-hydro-mécanique des bétons*, 2009

⁸⁵ Systèmes d'ancrage HALFLEN pour façades en béton- guide technique

⁸⁶ <http://www.veranda-magazine.com/materiau/16-stores-integres/index.htm>

2.1.8. Les matériaux utilisés dans le projet :

Matériaux utilisés dans le projet			
Fonction	Matériau	Utilisation	Propriétés
Structure	Béton armé	- Noyau et voiles périphériques -Poteaux -Pieux -Poutres	- Rigidité
	Acier	- Diagrid - Poteaux - Poutres	- Légèreté - Grandes portés
Couvertures	Béton	- Coque (podium et tours)	- Maniabilité -Durabilité -Sécurité incendie
	-Acier -Verre trempé avec film faible émissivité	-Verrière au-dessus de l'atrium	- éclairage zénithal -limiter l'effet de serre
Remplissage	Brique perforé en argile	-Murs de séparation	- isolation acoustique
	-Bois -Verre - Plaques de plâtres	- Cloisons amovibles	- flexibilité
	-Aluminium -Verre faible émissivité clair et teinté	-Mur rideau	- Habillement de façade
Isolation	Laine de roche	-couvrir les chambres froides	- isolation thermique -Non combustible
	Polystyrène expansé	-Bureaux et chambres d'hôtel	-isolation thermique -Isolation acoustique
Revêtements	-Marbre -Moquette -Pavage -Céramique -Granits	Revêtements de sol	- Esthétique - Confort
	-Peinture simple et à effet -Mosaïque - Bois -Plâtre	Revêtement mural	- Esthétique
	Plâtre	Faux plafond	- Le passage des gaines de climatisation et différents câbles. - Protection de la structure contre le feu - Isolation acoustique
Autres	Béton fibré ultra performant	-Moucharabieh -Plaquage sur façade	- non corrosif - durable

2.2. Réseaux et locaux techniques:

Ce sont les systèmes de contrôle d'ambiance et du confort. Ceci inclue :

2.2.1. Chauffage :

La nouvelle tendance est d'inclure l'énergie solaire pour réchauffer l'eau chaude sanitaire : chauffe-eau solaire, mais aussi pour le chauffage mais ne satisfera pas plus de 30 à 60 % des besoins en chauffage du bâtiment.

Chauffage solaire⁸⁷ : Le principe de base du chauffage solaire : les capteurs ou panneaux solaires placés sur le toit ou dans le jardin contiennent de l'eau qui, une fois réchauffée, est diffusée dans le bâtiment.



Figure 214 : Panneaux solaires thermiques au parking

Dans notre cas les panneaux solaires thermiques sont installés au niveau du parking extérieur.

Ballon en série de votre chaudière : facile à installer

- C'est un système simple qui vient s'intégrer à l'installation de chauffage central existante.
- Le chauffe-eau solaire sert à préchauffer l'eau. L'eau modérément chaude est transmise à la chaudière qui achève de chauffer l'eau, à température élevée cette fois-ci.
- Ce système n'impose pas de changer de chaudière ni de radiateurs.



Figure 215 : Local chaufferie

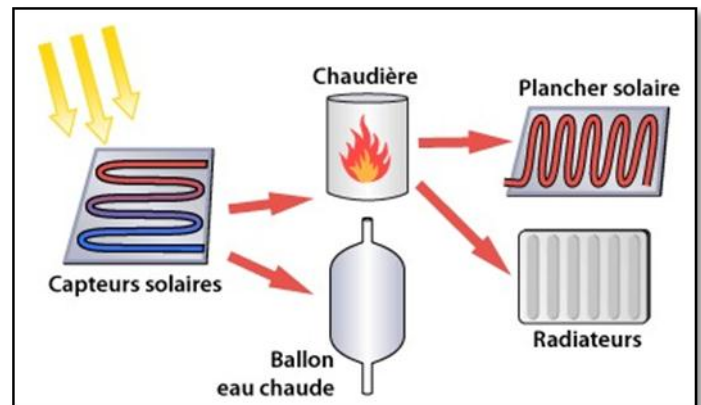


Figure 216 : Système de chauffage

Selon la réglementation des IGH, le local de chaufferie se trouve à l'extérieur du projet pour des raisons de sécurité. Des appareils de contrôle et de récolte d'information sur la température ambiante intérieure sont installés au niveau de chaque étage de la tour, une fois les données recueillies ; elles sont transmises au niveau d'un régulateur situé dans le local technique qui procède à la transmission de la quantité de chaleur nécessaire. Les conduites passent sous le pavée (revêtement du sol extérieur)⁸⁸.

⁸⁷ https://chauffage.ooreka.fr/comprendre/chauffage_solaire consulté le 08/06/2017

⁸⁸ Alain Libébard et André de Herbe, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*, 2005.

2.2.2. Climatisation :

L'utilisation de la climatisation réversible⁸⁹

Principe de fonctionnement : Le climatiseur met en œuvre des fluides particuliers dont l'exploitation va leur permettre de se transformer et de s'évaporer, tantôt avec absorption de chaleur, tantôt avec dégagement de chaleur. La caractéristique complémentaire, ajoutée aux systèmes de climatisation classiques, permet à notre appareil de devenir réversible et il peut ainsi, aussi bien fonctionner en climatiseur qu'en chauffage.

2.2.3. Groupe électrogène⁹⁰ :

Le groupe électrogène à démarrage automatique est d'abord un groupe électrogène démarrage électrique qui a reçu des dispositifs supplémentaires :

- Une détection de coupure secteur,
- Une commande de démarrage du démarreur électrique,
- Une conjonction du groupe électrogène à la distribution électrique.

Le temps que le groupe électrogène démarre et monte suffisamment en régime pour que l'alternateur fournisse un courant stabilisé, une série de batteries peut prendre le relais grâce à une conjonction et disjonction de ces batteries.

-Le local du groupe électrogène est situé en dehors du projet pour des raisons de sécurité.

2.2.4. Ventilation :

On a opté pour deux typologies de ventilation à savoir :

a. La ventilation naturelle :

- En utilisant la façade double peau, la différence de température entre les faces internes et externes de la peau extérieure génèrent des phénomènes de condensation. Pour cela, la lame d'air doit être ventilée par le vent et tirage thermique associé.
- L'effet de tirage du conduit vertical est renforcé par un extracteur qui crée une dépression supplémentaire en tournant sous l'impact du vent⁹¹.
- La ventilation naturelle est assurée aussi par l'atrium central.

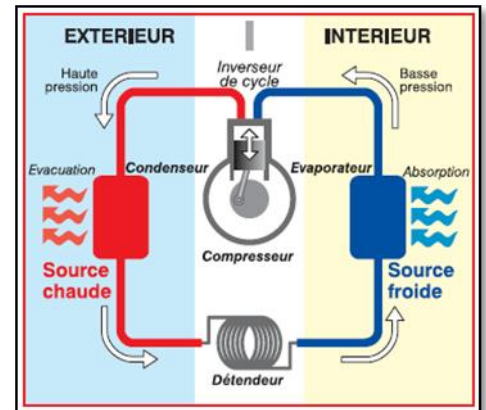


Figure 217 : Climatisation réversible

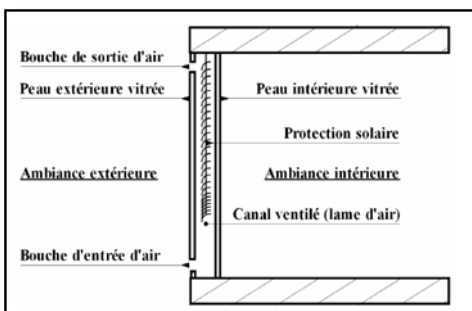


Figure 218 : Schéma explicatif de la façade double peau

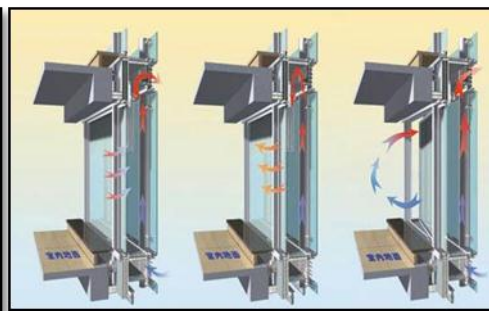


Figure 219 : ventilation par la façade double peau

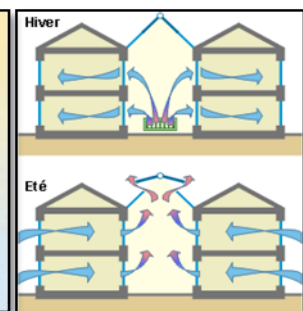


Figure 220 : Rôle de l'atrium dans la ventilation naturelle

⁸⁹ <http://www.climatisationreversible.net/principes-fonctionnalites-climatisation-reversible.htm> consulté le 08/06/2017

⁹⁰ <https://groupe-electrogene.ooreka.fr/comprendre/groupe-electrogene-demarrage-automatique> consulté le 11/06/2017

⁹¹ <https://vmc.ooreka.fr/comprendre/ventilation-naturelle> consulté le 08/06/2016

b. La ventilation mécanique contrôlée⁹² :

-La différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment engendre une différence de température entre l'entrée et la sortie de la conduite d'aération et cet écart crée un phénomène appelé « le triangle thermique » connu du grand public sous la formule « l'air chaud monte » ; une ventilation mécanique est alors nécessaire.

-Nous avons choisis la ventilation mécanique contrôlée thermodynamique auto-réglable en raison de ce qu'elle présente comme avantages :

- économie importante sur le coût du chauffage, meilleure récupération des calories qu'avec une VMC simple flux.
- confort : pas de sensation de courant d'air,
- meilleure répartition de la chaleur dans les pièces de vie,
- filtration de l'air : amélioration de la qualité de l'air entrant,
- isolation acoustique grâce à la suppression des entrées d'air vers l'extérieur,
- préchauffage ou rafraîchissement de l'air entrant.

-Principe de fonctionnement : Capter l'énergie contenue dans l'air extrait qui traverse un échangeur avant d'être rejeté vers l'extérieur. Et la transmettre à l'air neuf qui est amené à l'immeuble par un réseau de gaines.

-Cet ensemble VMC double flux comporte deux circuits d'air (air neuf et air vicié), équipé de ventilateurs centrifuges et d'un échangeur à plaques air/air entre les deux flux d'air.

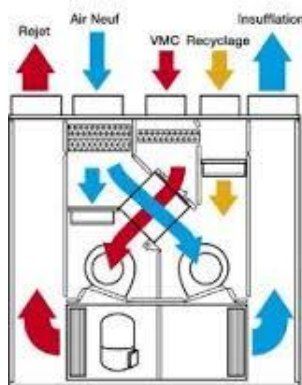


Figure 221 : Principe de la VMC

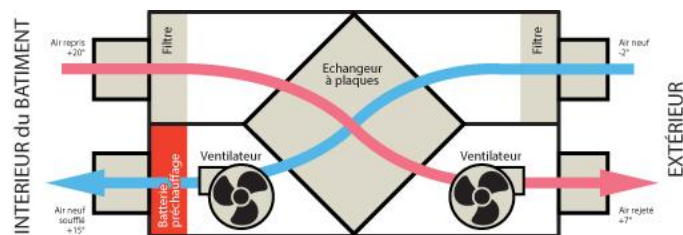


Figure 222 : circuit d'air à travers l'échangeur à plaque

2.2.5. Eclairage :

Eclairage solaire : Les panneaux solaires photovoltaïques installés au niveau du parking sont des producteurs nets de l'énergie pour l'éclairage. Ils convertissent l'énergie lumineuse en énergie électrique, c'est-à-dire qu'ils captent la lumière du soleil pendant la journée, ce qui permet de produire de l'électricité qui est stockée dans des batteries, puis restituée la nuit pour l'éclairage⁹³.

-Utiliser aussi des lampadaires solaires autonomes alimentés par

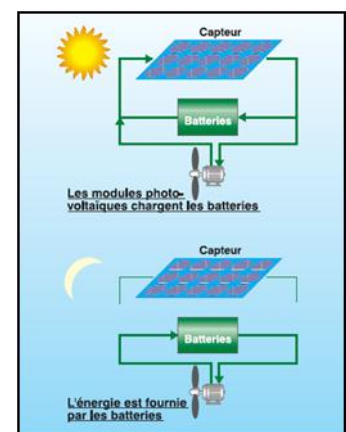


Figure 223 : Système solaire photovoltaïque

⁹² <https://vmc.ooreka.fr/comprendre/vmc-double-flux> consulté le 08/06/2017

⁹³ Alain Liébard et André de Herde, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, 2005

l'énergie solaire permettant la conversion de la lumière du soleil à l'électricité.

-Eclairage artificiel⁹⁴ : Permettant d'émettre la lumière grâce à la conversion d'électricité en lumière (Utilisation principalement des lampes LED, ayant comme avantage une durée de vie très importante, une faible consommation et une durée d'allumage rapide.

-Eclairage zénithal⁹⁵ : Sous le soleil exactement ! L'éclairage zénithal est ainsi appelé parce qu'il n'a qu'une source d'énergie : la lumière du jour (et du soleil à son zénith) et que de surcroît il suppose une ouverture plus ou moins large sur le toit de votre maison.

-Il est obtenu le plus souvent grâce à un puits de lumière aménagé dans la toiture. La lumière naturelle entre à flots dans la maison et, si les ouvertures sont bien réparties, éclaire toute la surface de la pièce.

-Plusieurs systèmes existent pour créer un apport de lumière zénithale : les fenêtres de toits, les verrières et les puits de lumière. Dans notre projet nous avons utilisé une verrière.

-Eclairage latéral : Assurer par les murs rideaux sur les façades.

-Eclairage décoratif⁹⁶ : Utilisation des spots qui produisent des lumières avec différentes couleurs permettant d'avoir un jeu de lumière sur la façade et la mettre en valeur pendant la nuit. (Application sur le moucharabieh.

2.2.6. Gestion d'eau :

2.2.6.1. Evacuation des eaux de pluie⁹⁷ :

-Les eaux de pluie sur les deux éléments inclinés de la tour et le chapeau sont récupérées. Après filtration, les eaux de pluie sont réutilisées pour les équipements sanitaires des bureaux. Les eaux de pluie sont collectées (à travers des avaloirs), pompées puis stockées dans des bâches à eau situées au niveau du sous-sol et l'étage technique.

-Les eaux de pluie sur la coque de la base sont évacuées sans récupération.



Figure 224 :
Lampadaire solaire

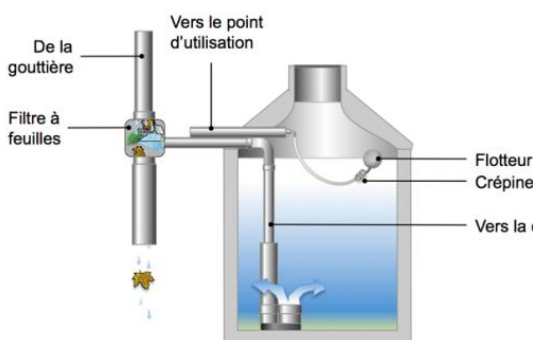


Figure 225 : Filtration des eaux de pluie

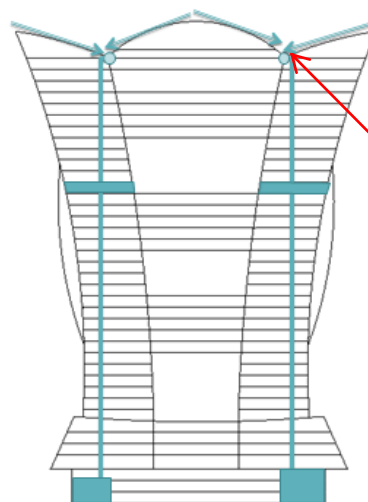


Figure 226 : Système de raccordement



Figure 227 : Avaloir

⁹⁴ Roger Narboni, Lumière et ambiance (concevoir des éclairages pour l'architecture et la ville), édition le moniteur, 2006, P.38-40

⁹⁵ <http://www.achatdesign.com/magazine/quest-ce-que-la-lumiere-zenithale/> consulté le 08/06/2017

⁹⁶ Idem. P.67

⁹⁷ <http://www.ecohabitation.com/guide/fiches/systeme-recuperation-eau-pluie-4-traitement> consulté le 12/06/2017

2.2.6.2. Alimentation en eau :

-Dans les immeubles de grande hauteur ou de grande surface, l'installation est fractionnée en deux stations réparties au sous-sol et au niveau de l'étage technique, afin d'éviter de trop grandes pressions.⁹⁸

2.2.6.3. Evacuation des eaux usées⁹⁹ :

-Les parois intérieures de tous les ouvrages appelés à recevoir des eaux et matières usées avec ou sans mélange de tous autres liquides doivent être lisses et imperméables. Les tuyaux seront constitués par des matériaux présentant des garanties de résistance tant au point de vue mécanique qu'au point de vue chimique. Ces ouvrages sont proportionnés au débit des matières solides et liquides à recevoir et établis de manière à assurer la bonne évacuation de ces effluents sans qu'ils puissent contaminer les sources, nappes souterraines ou superficielles, puits et citernes.

-Aucun obstacle ne doit s'opposer à la circulation de l'air entre l'égout public ou le dispositif de traitement des eaux usées et l'atmosphère extérieure, au travers des canalisations et descentes d'eaux usées des immeubles notamment lorsque le raccordement nécessite l'installation d'un poste de relevage.

2.2.7. L'évacuation des ordures¹⁰⁰ :

-L'évacuation des ordures ménagères dans notre projet se fait par deux vides ordures (un conduit de chute aboutissant à un local d'ordure).

-Ces vides se trouvent aux noyaux qui traversent l'ensemble des deux tours.

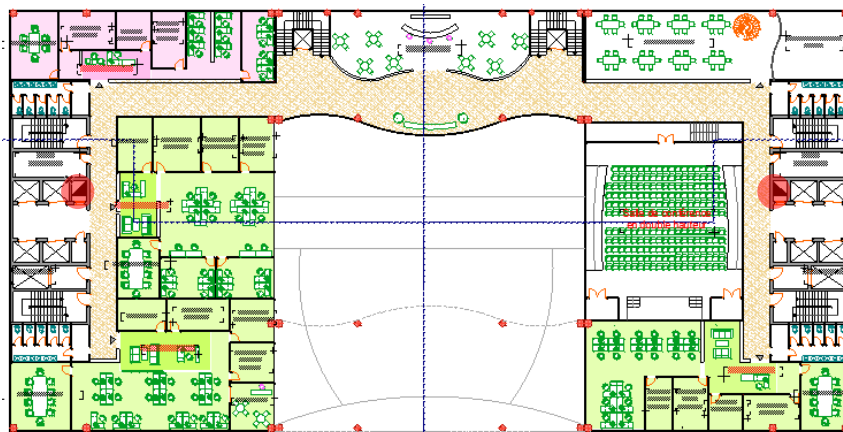


Figure 228 : Emplacement des vides ordures

⁹⁸ Agence Régionale de Santé Paca Santé Environnement - Les eaux destinées à la consommation humaine Complété par le décret n° 2001- 1220 du 20 décembre 2001. P.7

⁹⁹ Règlement sanitaire départemental, Arrêté préfectoral du 26 Mars 1980 modifié le 7 décembre 1990, P.36

¹⁰⁰ Arrêté du 14 juin 1969 fixant les règles relatives à l'établissement des vide-ordures dans les immeubles d'habitation (J.O. du 24 juin 1969)

2.2.8. Gaine technique¹⁰¹ :

-Un local aéré est un local muni d'au moins une baie d'une surface ouvrante d'au moins 0,4 m² ouvrant directement sur l'extérieur ou sur une courette intérieure non couverte dont la plus petite dimension est au moins égale à 1 m.

-Un local ventilé est un local dont l'air ambiant est renouvelé par l'introduction d'air et évacuation d'air vicié.(utilisé dans notre projet).

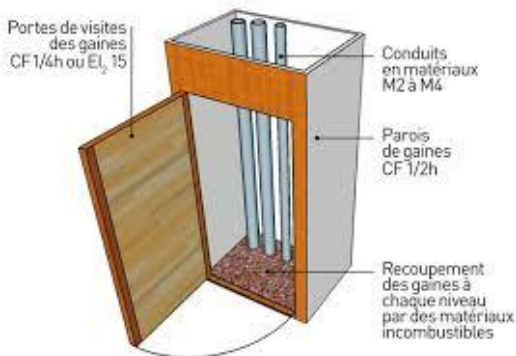


Figure 229 : Gaine technique

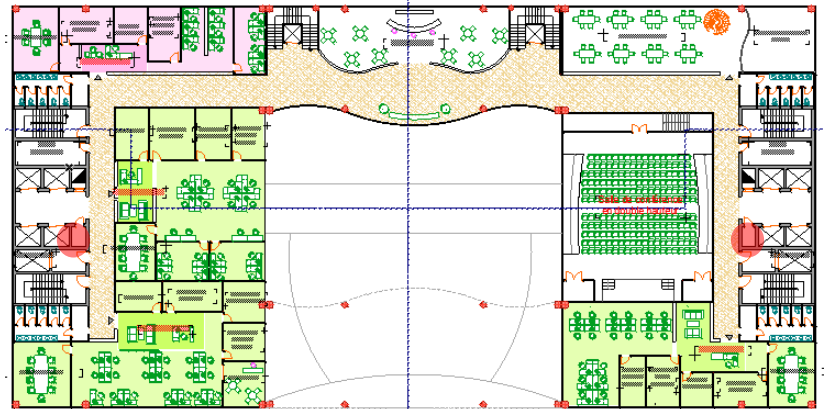


Figure 230 : Emplacement de la gaine technique

2.2.9. Ascenseurs et escalator :

-Les ascenseurs utilisés dans notre projet sont des ascenseurs à traction avec une technologie de motorisation sans réducteur. Cela permet une performance énergétique et minimise l'encombrement des équipements sans salle de machine au sommet de la gaine.

-Le dimensionnement de l'installation dépendant surtout de la charge et de la vitesse à atteindre, la gamme disponible sur le marché est assez large pour satisfaire l'ensemble des performances souhaitées.

-Le cas des moteurs à traction avec réducteur de vitesse, par rapport à la même motorisation sans réducteur, montre que les intermédiaires occasionnent des pertes et, par conséquent, réduisent la puissance mécanique disponible à la roue de traction pour une même puissance électrique absorbée.¹⁰²

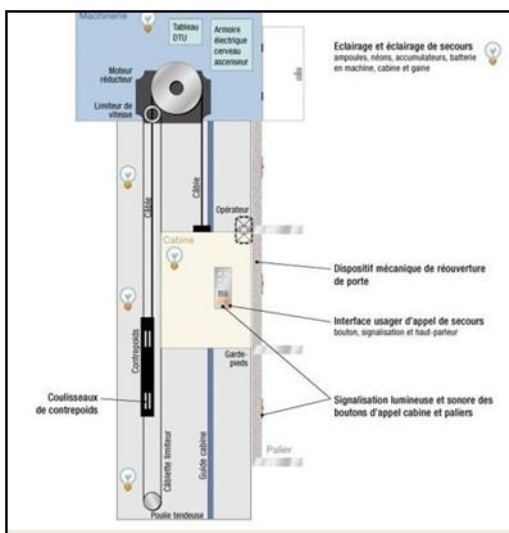


Figure 231 : Ascenseur à traction avec réducteur

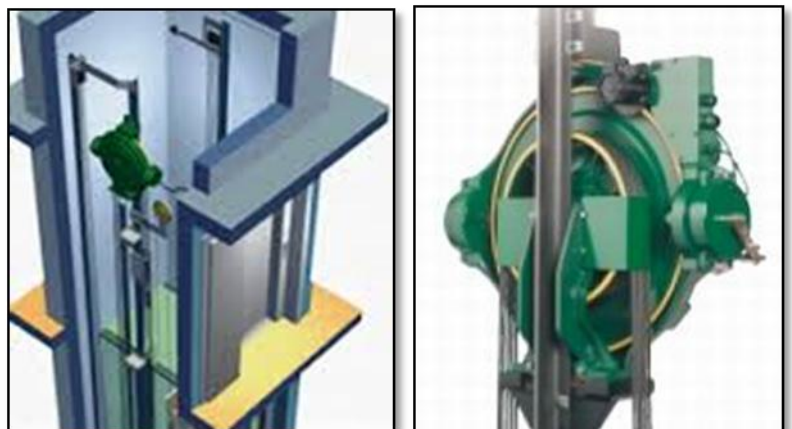


Figure 232 : Ascenseur à traction sans réducteur

¹⁰¹ <https://cegibat.grdf.fr/reglementation-gaz/conduite-immeuble-conduite-montante-gaz> consulté le 08/06/2017

¹⁰² <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11527#c5567> consulté le 08/06/2017

-Les escalators (escaliers mécaniques) sont constitués d'une chaîne continue de marches entraînée par une machine au moyen de deux chaînes à mailles, une de chaque côté. Les marches sont guidées par des galets sur des rails qui permettent à la surface de foulée de rester horizontale sur la partie utilisable.

-Leur mise en place et raccordement avec le plancher s'effectue après la réalisation du plancher, de telle sorte que ce dernier puisse être assemblé par pièces standardisé ramener directement de l'usine.¹⁰³

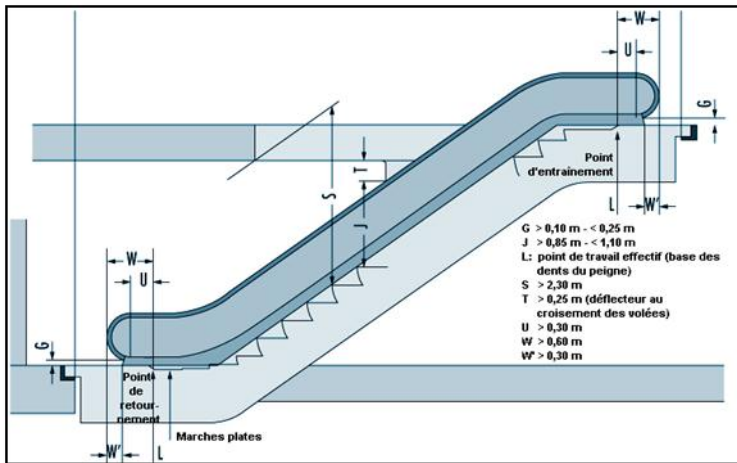


Figure233 : Escalator

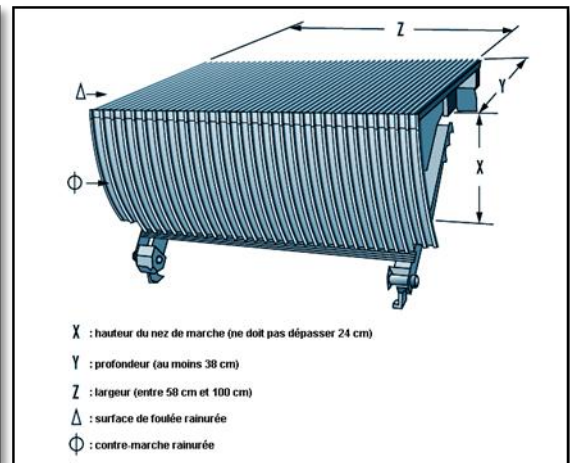


Figure 234 : marche d'escalator

3. Gestion du projet¹⁰⁴ :

-Un bâtiment intelligent c'est un bâtiment qui réduit ses impacts et ses besoins. Pour réduire ses besoins, il doit être bien orienté, posséder une enveloppe performante et ensuite des équipements intelligents.

-Il peut produire, récupérer, réguler et stocker son énergie.

-Cette nouvelle gestion supportée par les nouvelles technologies est appelée GTB (Gestion technique des bâtiments) ou GTC (Gestion technique centralisée).

-Le renouveau de la domotique, essentielle au bâtiment intelligent.

-Gérer intelligemment toutes les fonctions électriques du bâtiment ; du chauffage.

-Programmation, communication et intégration sont les maitres mots de cette gestion intelligente.

-Equipements et les systèmes de surveillance.

-Utilisation de la domotique e du multimédia pour constituer un réseau numérique intelligent.

¹⁰³ <http://www.ilocis.org/fr/documents/ilo093.htm> consulté le 08/06/2017

¹⁰⁴ http://www.greenindustry.eu/media/docs/2012/04/Etude_opticsvalleyBatiment_intelligent_.pdf consulté le 08/06/2016

Exemples de périphériques:	
Systèmes de contrôle d'accès	Contact de porte Carte Accès Biométrie
Systèmes de surveillance	Caméra de surveillance Reconnaissance visuelle
Systèmes de détection d'entrée	Détection de mouvement Détection pour fenêtre Contrôle de porte Détection pour périmètre
Systèmes d'alarme et système de détection de feu.	Détecteur de fumée Détecteur de chaleur Détecteur de fumée pour conduit d'air Détecteur de flamme Détecteur de gaz Poste d'activation d'alarme Dispositif de surveillance Alarme (audible, visible, intelligent)
Systèmes de contrôle de l'environnement	Contrôle d'air Contrôle des thermostats Contrôle de l'éclairage
Systèmes spéciaux	Système d'appel pour infirmier (ère) Système d'identification sur fréquence radio (RFID)

Tableau 18 : exemple des domaines d'utilisation¹⁰⁵-Sécurité et contrôle d'accès au sein du projet :

-Le projet dispose d'un centre de sécurité au niveau de l'entrée ainsi qu'une salle de télésurveillance.
L'entrée est aussi contrôlée grâce à une porte de scanner pour renforcer la sécurité.



Figure 235 : porte de scanner de corps

¹⁰⁵Op.cit. consulté le 08/06/2017

-Le parking extérieur est muni de barrières automatiques pour un control optimal des accès.



Figure 236 : porte de scanner de corps

4. Protection contre l'incendie :

4.1. Alarmes, alertes et moyens de lutte contre l'incendie :¹⁰⁶

-Le projet dispose d'un système d'alarme et de détecteur d'incendie pour prévenir les occupants du bâtiment

- L'immeuble doit comporter un système d'alarme efficace, ainsi que des moyens de lutte contre l'incendie à la disposition des services publics et des occupants.
- Les extincteurs doivent être visibles et accessibles en permanence.
- Un éclairage de sécurité sera prévu dans l'ensemble des espaces publics, de circulation et des parkings, il permet :
 - Orienter vers les issues de secours
 - Signalisation des incendies.



Figure 237 : signalisation lumineuse des issues de secours

4.2. Scénario d'évacuation :

En cas d'incendie, le projet dispose d'un système d'alarme et de détecteur d'incendie pour prévenir les occupants du bâtiment, l'évacuation se fait grâce aux quatre cages d'escalier de secours au niveau des deux noyaux pourvu de système d'évacuation de fumées et de portes coupes feu de 2heures qui mènent à quatre issues de secours en plus de l'entrée principale et secondaire, afin d'orienter les gens lors de l'évacuation un éclairage d'urgence est prévu pour cela. Le podium dispose en plus des quatre escaliers de secours de quatre autres cages d'escalier qui permettent de réduire le flux d'évacuation. La présence de sprinklers, des arroseurs automatiques situés dans le plafond, permettent de contenir l'incendie.

¹⁰⁶ Op .cit. P. 399

Pour l'organisation de l'évacuation, on évitera l'évacuation simultanée des occupants qui crée beaucoup d'encombrement on parlera alors de :

Evacuation progressive : la priorité est donnée aux personnes les plus en danger.¹⁰⁷

-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.

-Les occupants à distance sont avisés du danger afin qu'ils puissent se préparer à évacuer, ou ils ne sont pas informés de l'incendie du tout.

-Une fois que les occupants en danger sont hors du risque d'incendie, les occupants les plus proches commencent à évacuer ainsi de suite à travers l'ensemble du bâtiment.

Afin de gérer au mieux l'évacuation il est utile de prendre en conscience les phases de cette opération que nous avons schématisées ci-dessous.

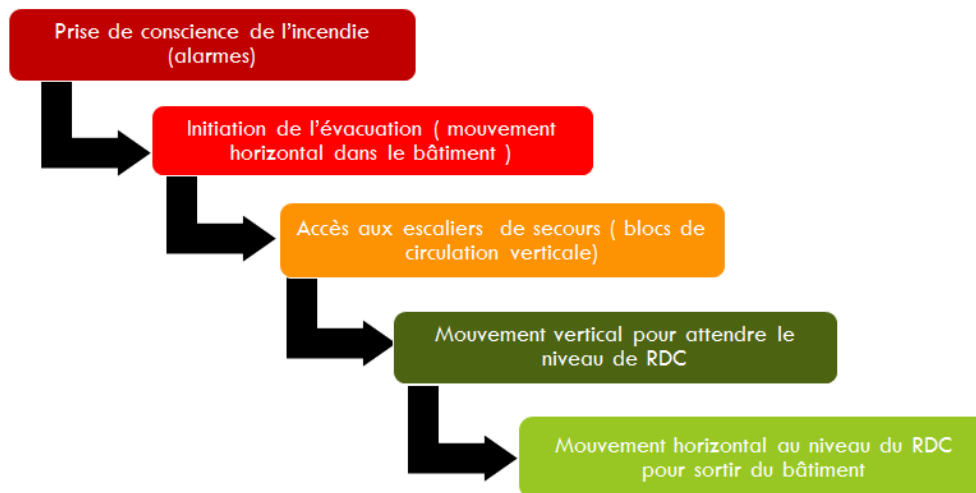


Figure 238 : phases d'évacuation du bâtiment ¹⁰⁸

-la durée maximale pour une évacuation progressive dans un bâtiment de moins de 50 niveaux est de 60 min ¹⁰⁹.

Conclusion :

Tout au long du projet nous avons combiné technologie et efficacité énergétique et structurelle ; les différentes technologies utilisées nécessitent des techniciens, ingénieurs et professionnels du bâtiment afin d'aboutir au résultat souhaité.

¹⁰⁷ Dave Parker, A. W. (2013). The Tall Buildings Reference Book, Routledge. Page 295 traité par les étudiantes

¹⁰⁸ Schéma réalisé par l'étudiante

¹⁰⁹ Alternative evacuation design solutions for high-rise building ; the structural design of tall and special buildings. P 491

Conclusion générale :

Plus qu'un simple bâtiment, la tour s'est imposée comme symbole de la technique et de la technologie et fait désormais partie intégrante de la plus part des paysages urbains, un phénomène qui concerne particulièrement la ville d'Oran qui a connu un engouement ces dernières années pour la construction en hauteur ; s'intégrant parfaitement avec ce nouveau visage, ce projet de tour d'affaire vise à redorer le blason de la ville d'un point de vue économique et urbanistique, le fait d'avoir étudié les différents systèmes structurels, et les technologies disponibles sur le marché ainsi que les différents matériaux et leurs propriétés nous a permis une application judicieuse au projet architectural qui allie technologie, et savoir-faire doit assurer confort et sécurité aux occupants.

A travers ce mémoire nous souhaitons avoir aussi démontré que la notion de tour ne se limite pas à une simple extrusion verticale, mais au contraire permet une liberté et une originalité de la forme et ce malgré des contraintes de résistance élevée grâce aux innovations structurelles et aux nouveaux procédés techniques qu'a connus le domaine de la construction.

ANNEXE

Mise en œuvre des tours¹¹⁰ :

Les fondations :

Un gratte-ciel pesant plusieurs tonnes réparties sur une petite surface au sol. ces fondations doivent pouvoir le soutenir et lui permettre de résister au vent et aux tremblements de terre. Ainsi la nature du terrain joue un rôle essentiel, le bâtiment doit avoir un point d'ancrage solide.

En fonction de la nature du terrain, il peut être nécessaire de chercher en profondeur des couches solides aptes à soutenir le bâtiment, les fondations pouvant alors atteindre les 100m de profondeur.

La Structure :

La structure des immeubles à grande hauteur diffère considérablement de celle des bâtiments standards. Les bâtiments d'environ 4 étages ne sont soutenus que par leurs murs contrairement aux gratte-ciel qui doivent adopter une armature squelettique, les murs étant alors fixés dessus.

Les bâtiments de plus de 40 étages doivent en plus adopter une configuration leur permettant de résister au vent, qui peut exercer une force importante sur la structure. Tous les gratte-ciel ne sont pas semblables, leur structure pouvant être très différente de l'un à l'autre. Les matériaux sont de plus choisis en fonction des disponibilités dans le pays de construction, et les méthodes de fabrication ont beaucoup évoluées avec le temps: la découverte de nouveaux matériaux et de nouvelles techniques permettant de construire toujours plus haut.

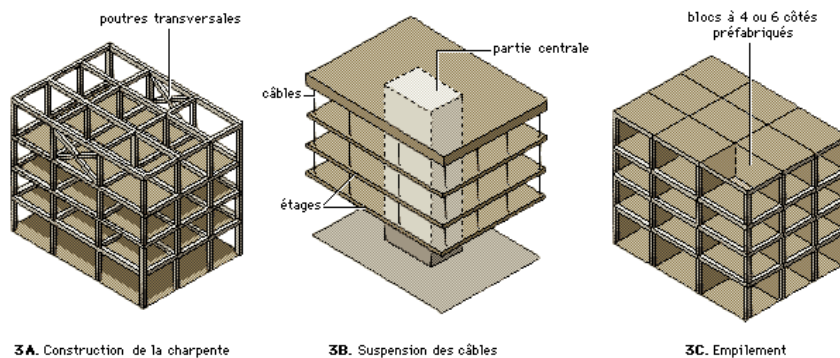


Figure : structure de gratte-ciel

La Construction

Les techniques de construction d'un gratte-ciel ne sont pas les mêmes que celles utilisées pour des bâtiments plus modestes: le matériel est fixé sur le bâtiment et monte avec lui, ainsi le chantier se déplace en hauteur. De ce fait les grues sont fixées soit sur le noyau central, soit à l'extérieur sur des échafaudages. De plus les matériaux de construction doivent être acheminés en haut du bâtiment au fur et à mesure.



Tour en cour d'exécution en Chine

¹¹⁰ <http://tempsreel.nouvelobs.com/video/20150311.OBS4379/chine-comment-construire-un-gratte-ciel-de-57-etages-en-19-jours.html> consulté le 13-10-2016

Entretien ¹¹¹

Les dimensions extrêmes des gratte-ciel imposent des dispositifs hors norme pour le moindre système d'entretien. Ainsi le nettoyage des vitres est de plus en plus réalisé par des systèmes automatiques, bien que les nettoyeurs humains existent encore.



Nettoyage de vitre

-Liste des Gratte-ciel d'Oran en 2017¹¹²

- Sherazade Tower, 245 m, 47 étages
- Les Galets Tower 1, 180 m, 30 étages
- Benabed Tower, 179 m, 32 étages
- Bahia Center Tower 1, 175 m, 31 étages
- Bahia Center Tower 2, 175 m, 31 étages
- Bahia Center Tower 3, 175 m, 31 étages
- Bahia Center Tower 4, 174 m, 31 étages
- Odeon Tower, 160 m, 28 étages
- Lez Galets Tower 2, 160 m, 25 étages
- Les Galets Tower 3, 154 m, 22 étages
- Bellazoug Tower 1, 150 m, 20 étages
- Bellazoug Tower 2, 150 m, 20 étages

¹¹¹ <https://fr.dreamstime.com/image-stock-fen%C3%A4tre-et-mur-de-gratte-ciel-de-nettoyage-de-plate-forme-de-prise-d-air-image30625011>

¹¹² https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_gratte-ciel_d%27Oran

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

- M. Gunel et H. Emre Elgin, Tall buildings structural systems and aerodynamic form, Edition Routledge.
- Bungale S. Taranath, Reinforced concrete design of tall building, CRC Press.
- Andy Truby, Structural design of concret buildings up to 300m tall, mpa.
- Elisabeth Pélegrin- Genel, 25 espaces de bureaux, amc le moniteur 2003.
- Conan Michel, Concevoir un projet d'architecture, L'Harmattan, 1990.
- Règlement de sécurité incendie commenté des IGH volume 1, Edition le moniteur, 2012
- Milan Zacek, Construire parasismique, Edition Parenthèses, 1996,
- Flore Brue, Rôles de la température et de la composition sur le couplage thermo-hydro-mécanique des bétons, Lille, École centrale de Lille, 2009
- Roger Narboni, Lumière et ambiance (concevoir des éclairages pour l'architecture et la ville), edition le moniteur, 2006

Articles

- Article R122-2 du code de la construction et de l'habitation français.
- Harry G. Poulos, Article de conférence Foundation design for tall building, 2012.
- K. Reguig-Yssaad, « le tourisme d'affaire à Oran » L'Algérie profonde, 2015.
- Règlement sanitaire départemental, Arrêté préfectoral du 26 Mars 1980 modifié le 7 décembre 1990,
- Arrêté du 14 juin 1969 fixant les règles relatives à l'établissement des vide-ordures dans les immeubles d'habitation (J.O. du 24 juin 1969)

Thèse

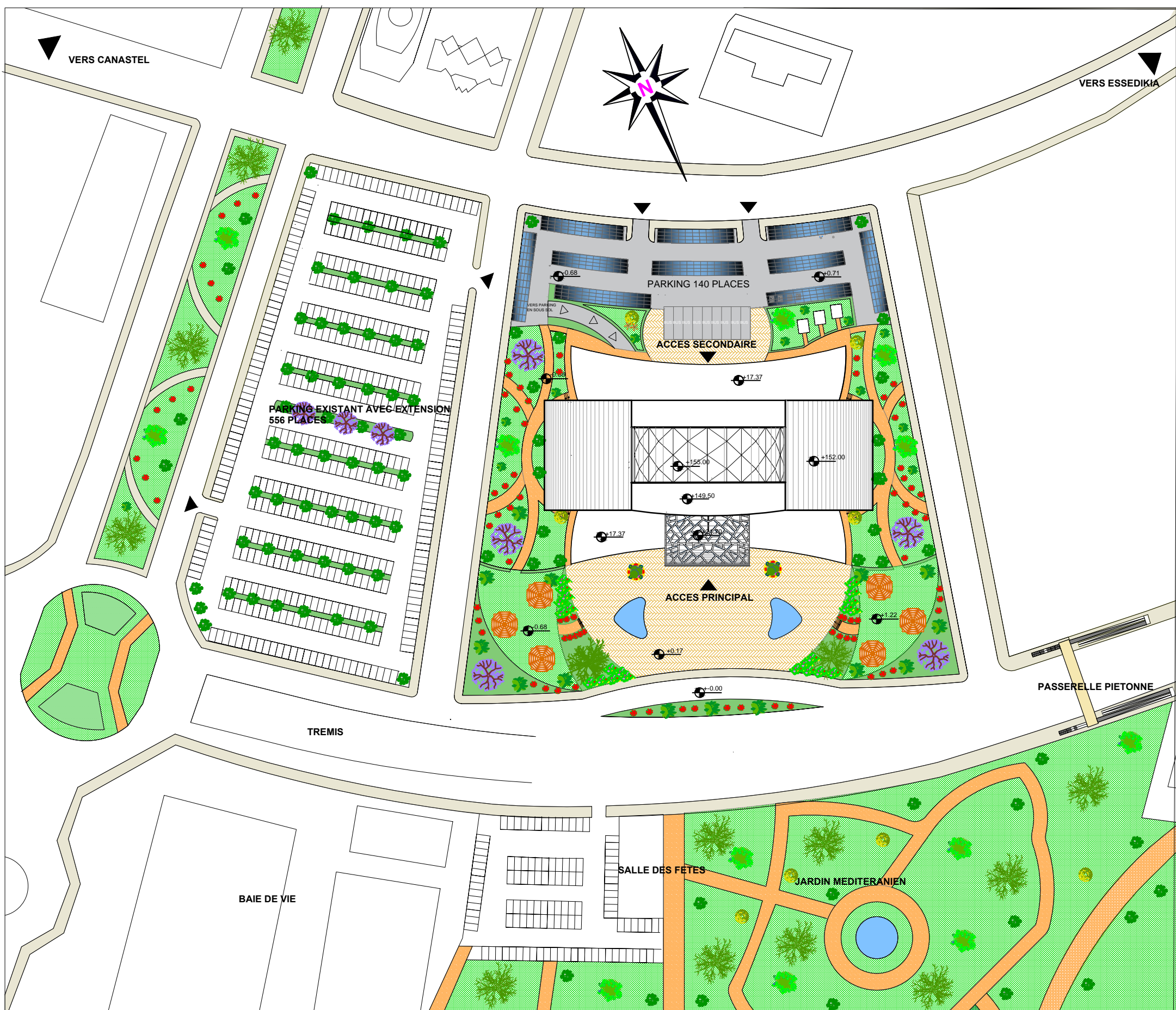
- Vincent Blue, thèse: Une méthode d'implantation de tours pour favoriser leur insertion dans le tissu urbain, école des ingénieurs de la ville de Paris, 2013.

Sites web

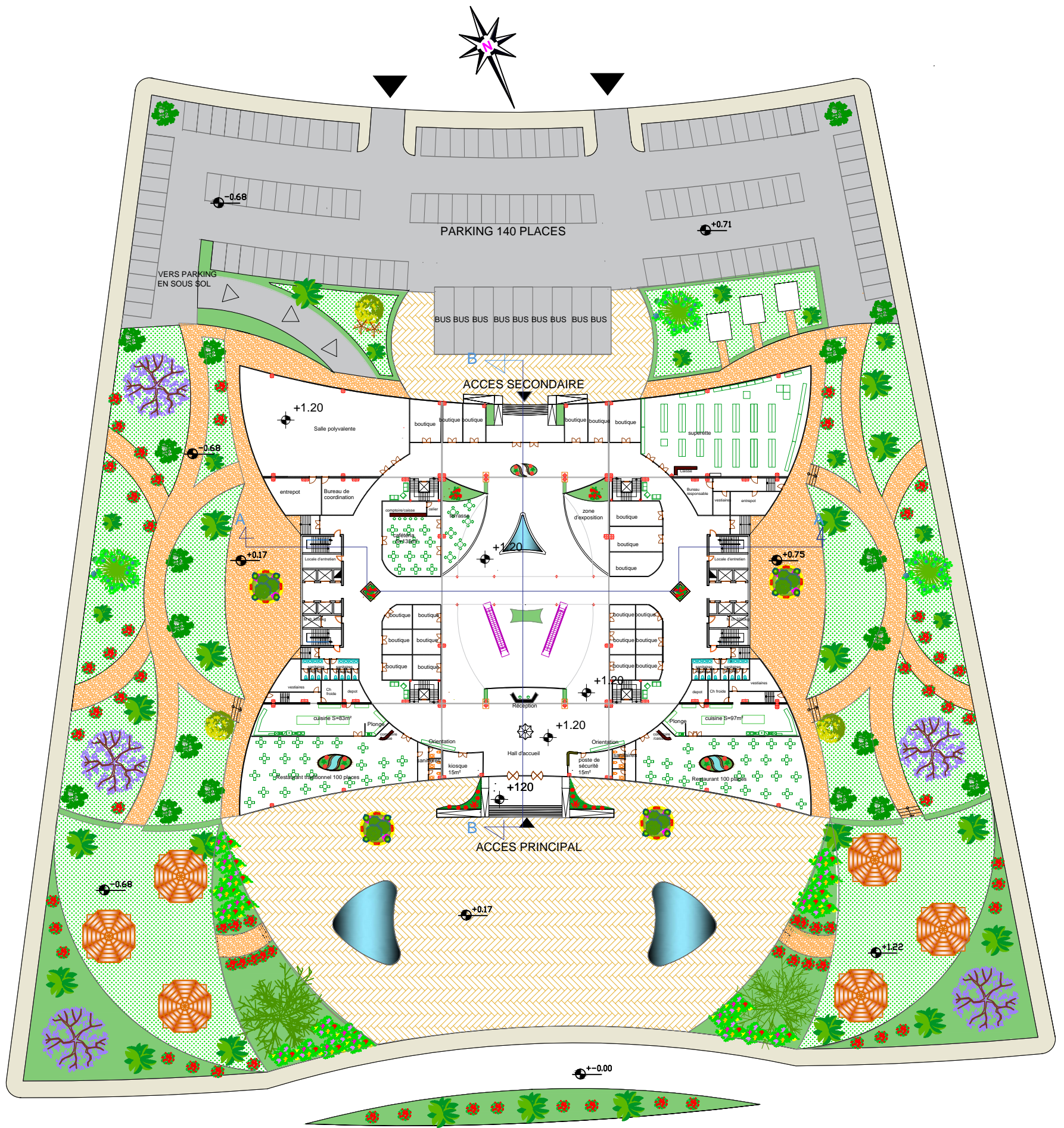
- Encyclopédie, Larousse.com
- <http://tempsrell.nouvelobs.com>
- <http://gratte-ciels.e-monsite.com/pages/les-grattes-ciel/i-presentation-des-grattes-ciel/>
- <http://skyscrapercenter.com/building/>
- <http://www.architecte-batiments.fr/architecture-ecologique/>
- <http://www.espace-cloisons-alu.fr/accueil/charte-qualite-performance/les-materiaux-utilises-en-cloisons-amovibles/>
- <http://souchier-boulet.com/Facade-bioClimatique-Intelligente.html>
- <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10387#c1547+c1548+c1549>
- futura-sciences.com
- www.arcspace.com/features/norman-foster--partners/hearst-tower/

Autres

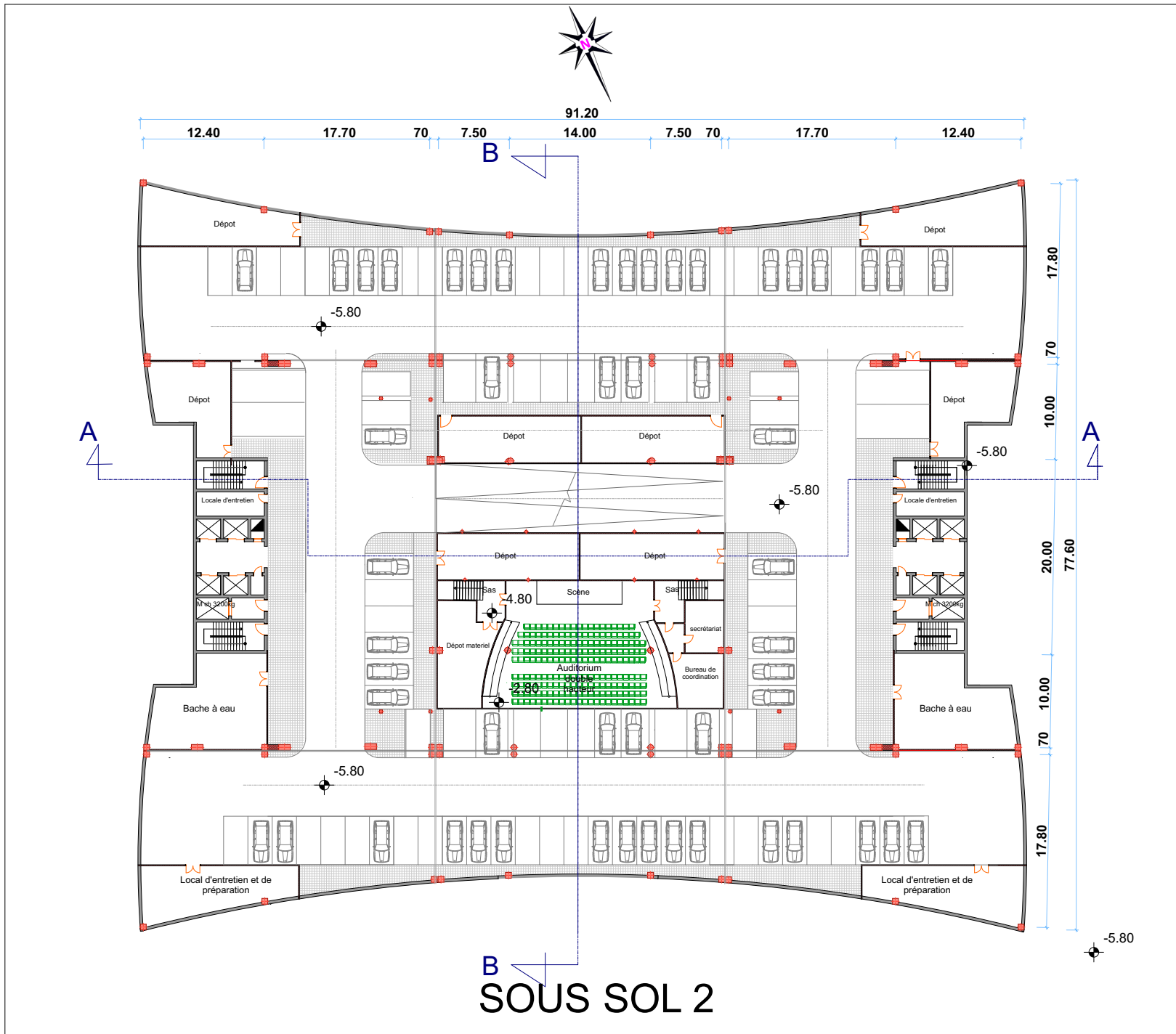
- CNRC (centre national du registre de commerce)
- Direction du tourisme
- L'Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF) 2011
- Agence Régionale de Santé Paca Santé Environnement - Les eaux destinées à la consommation humaine Complété par le décret n° 2001- 1220 du 20 décembre 2001
- ANDI : Agence nationale de développement et d'investissement, Oran
- PDAU Oran
- Google Earth 2016



PLAN DE MASSE

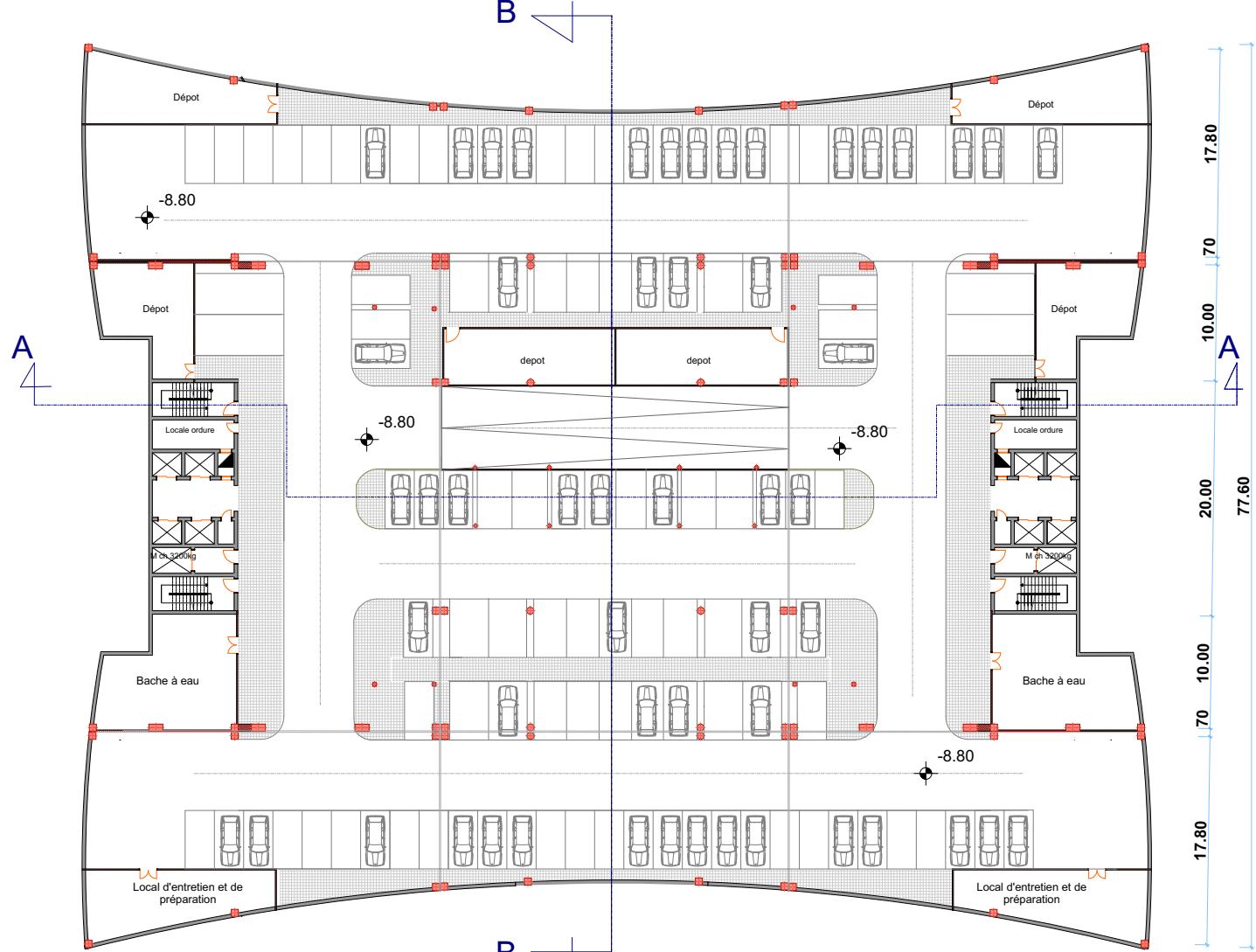
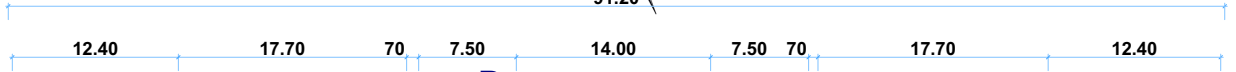


REZ DE CHAUSSEE AMENAGE ECH:1/300

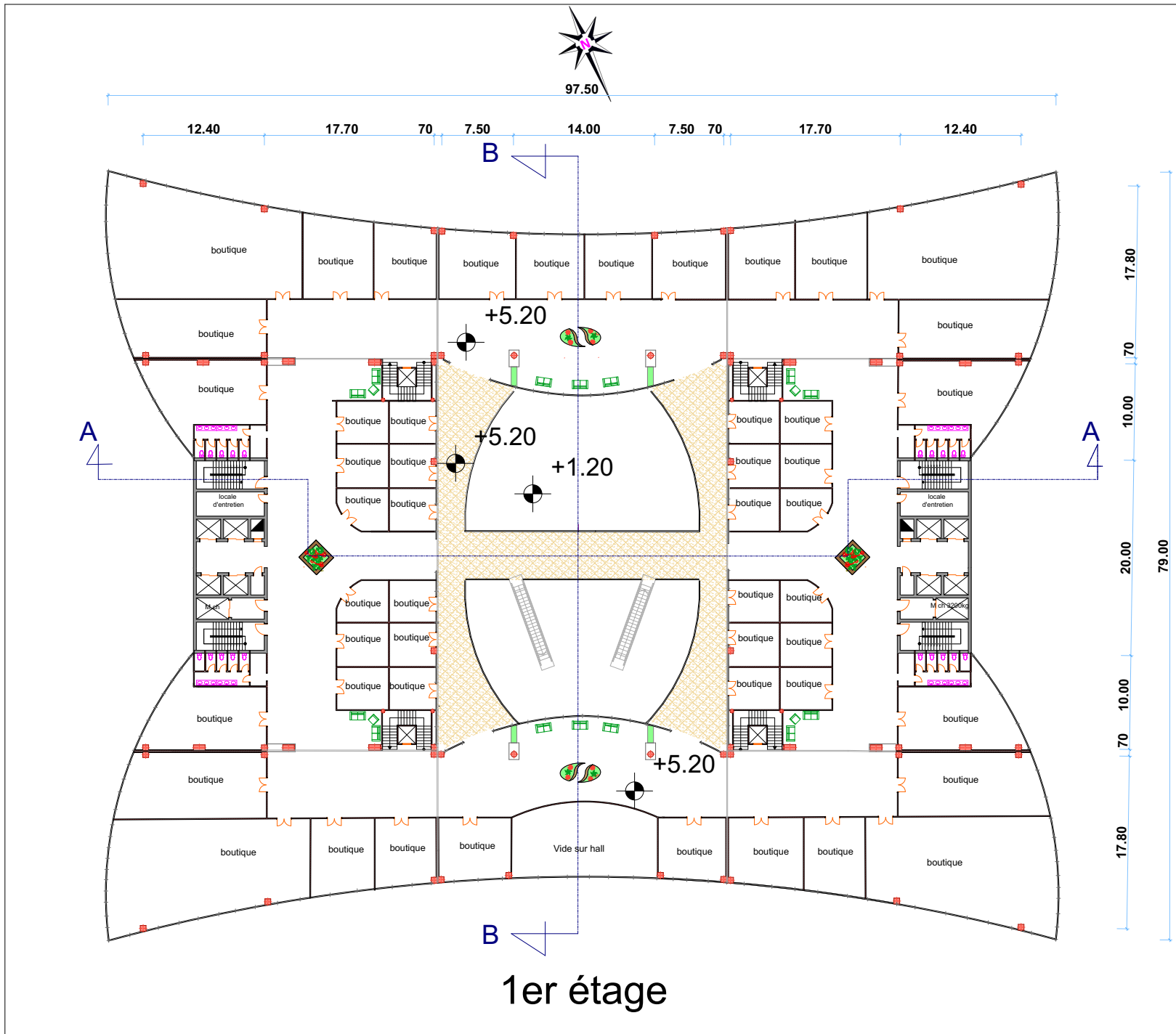


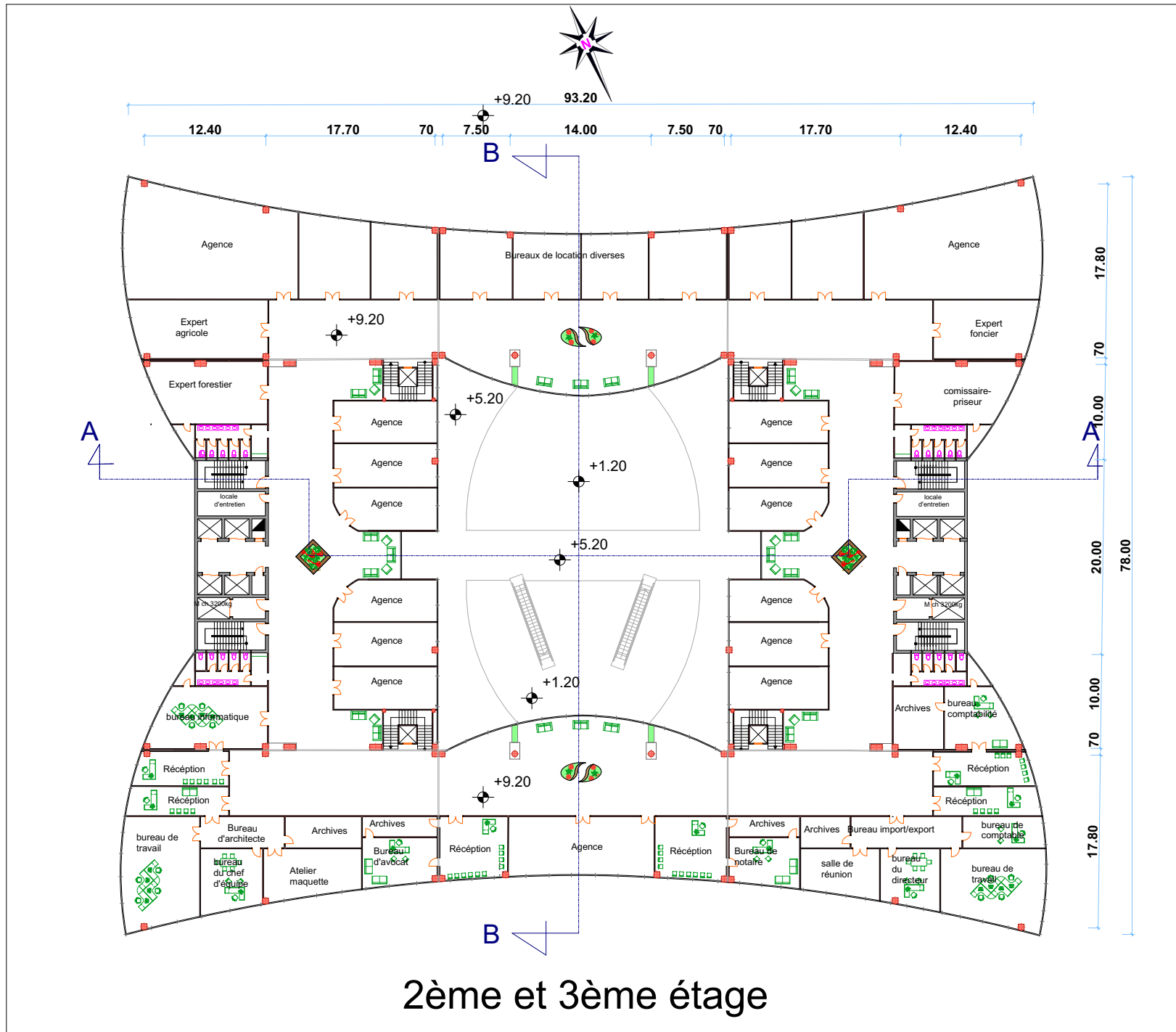


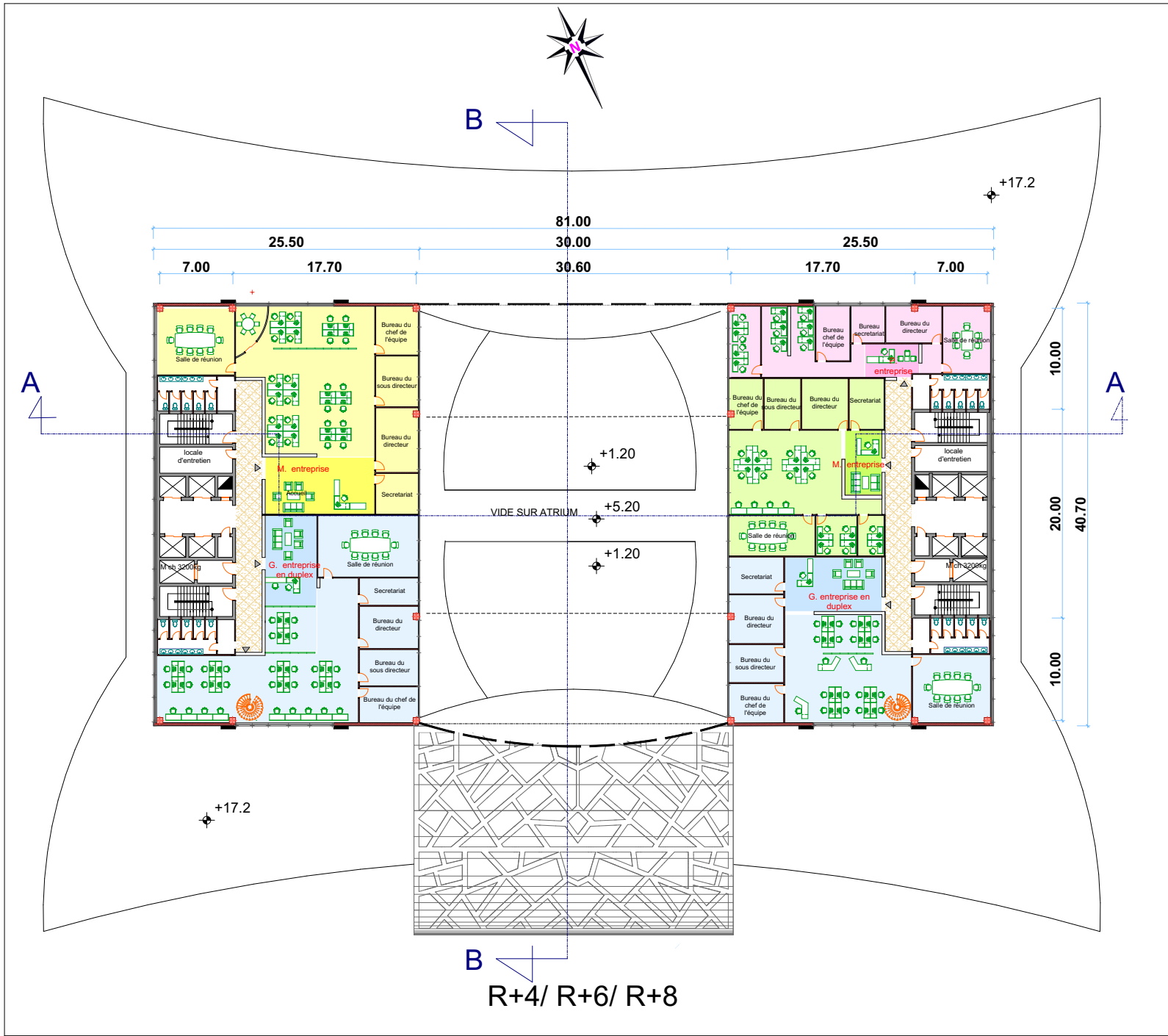
91.20



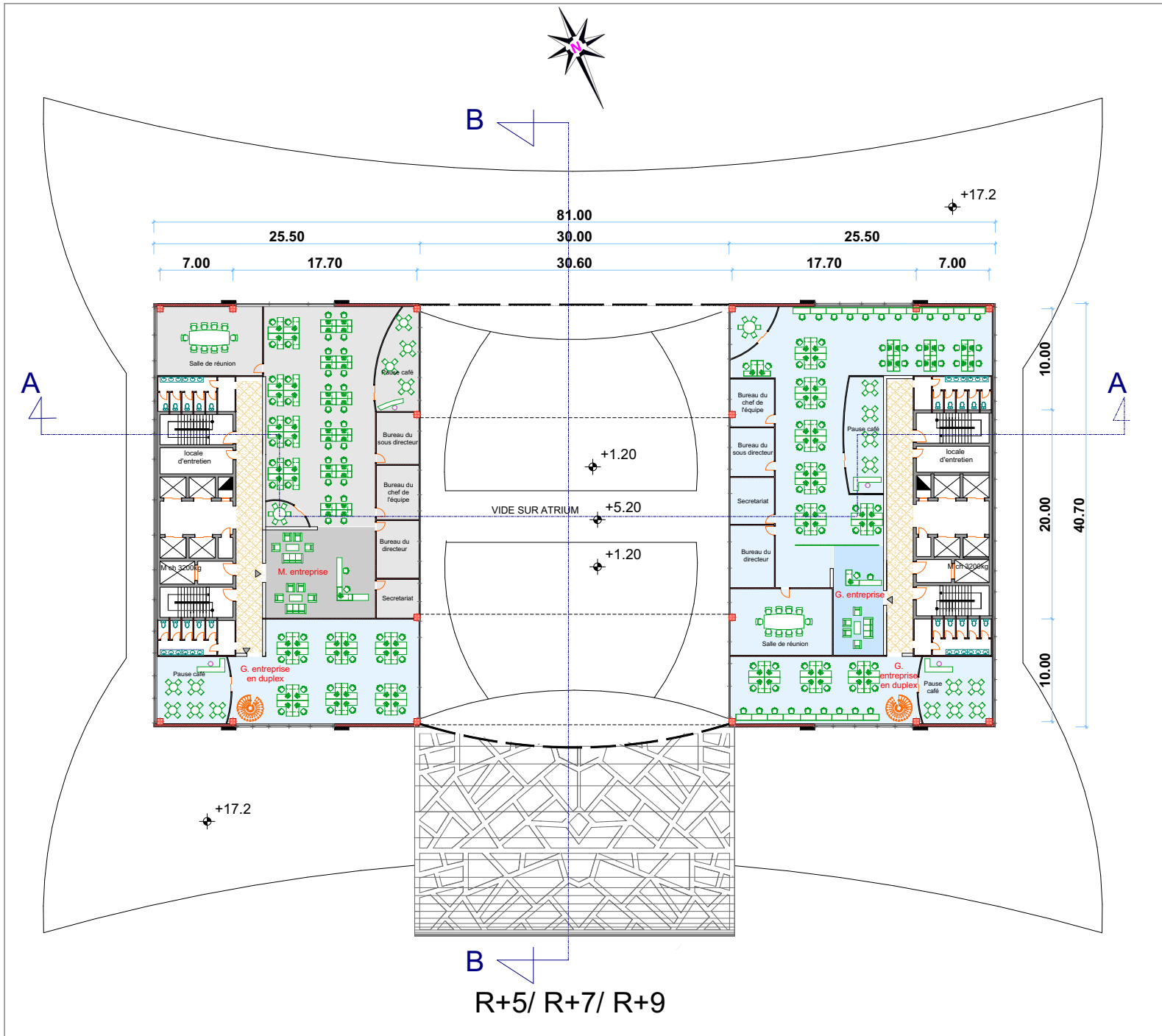
SOUS SOL 3

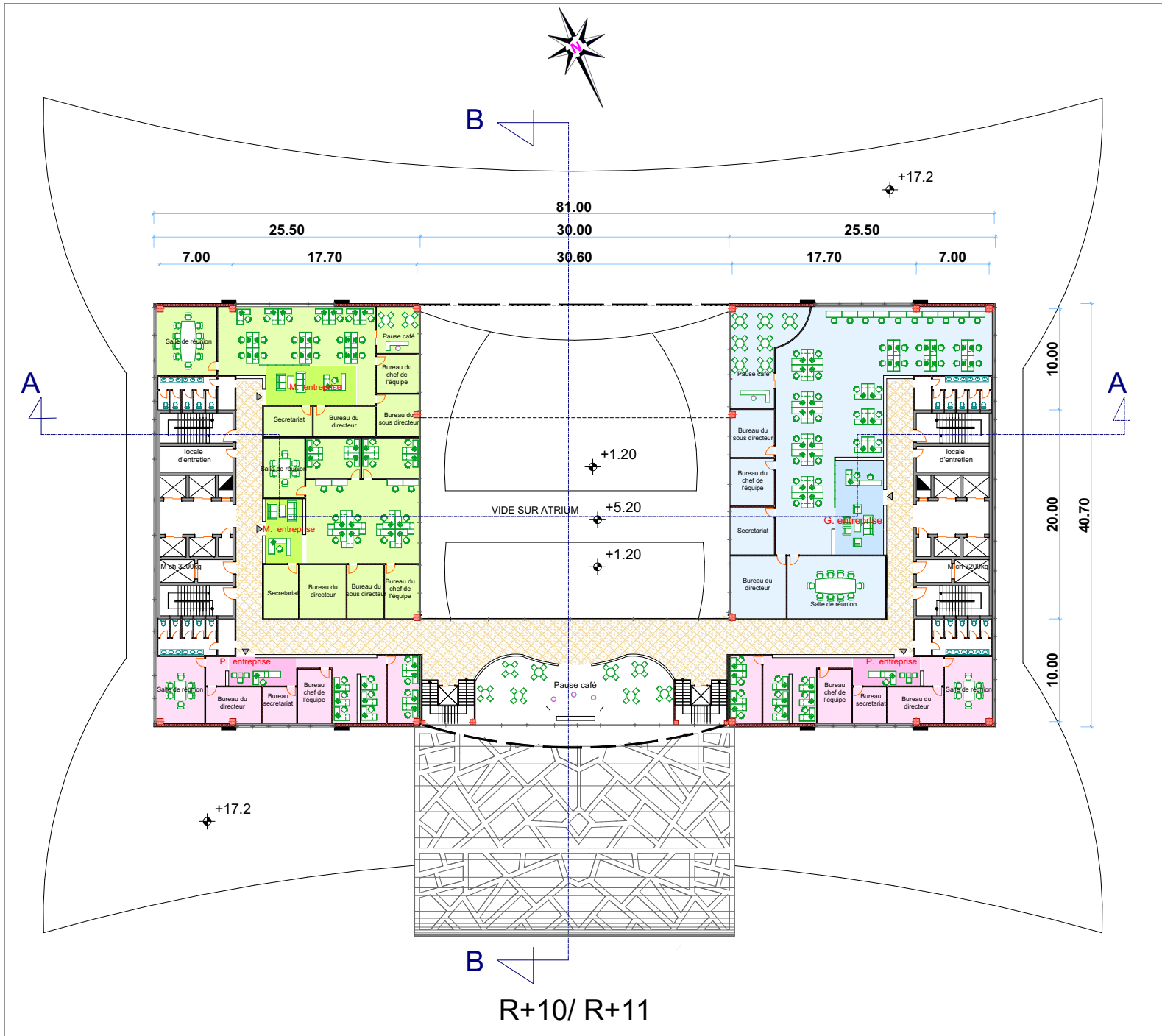


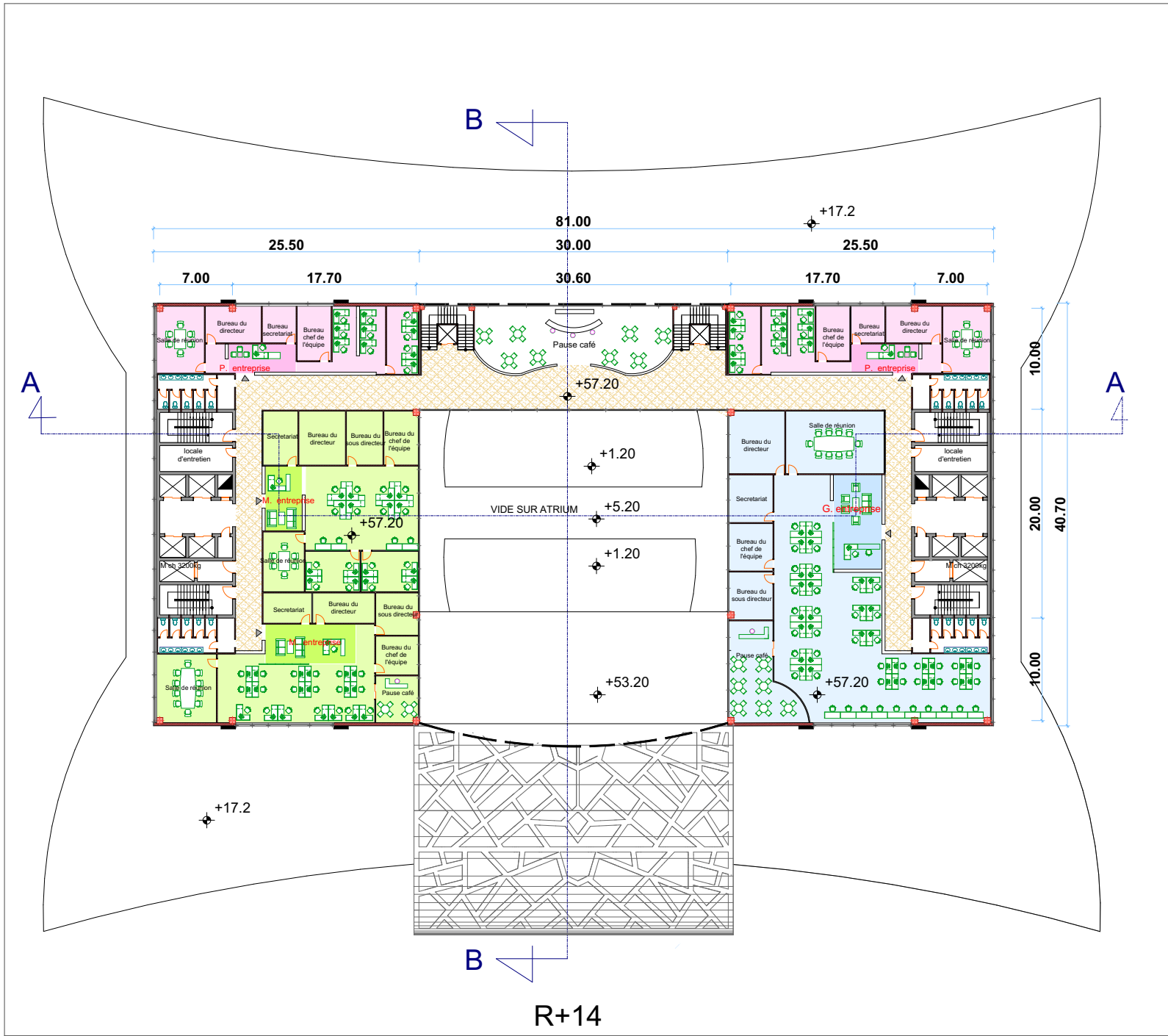


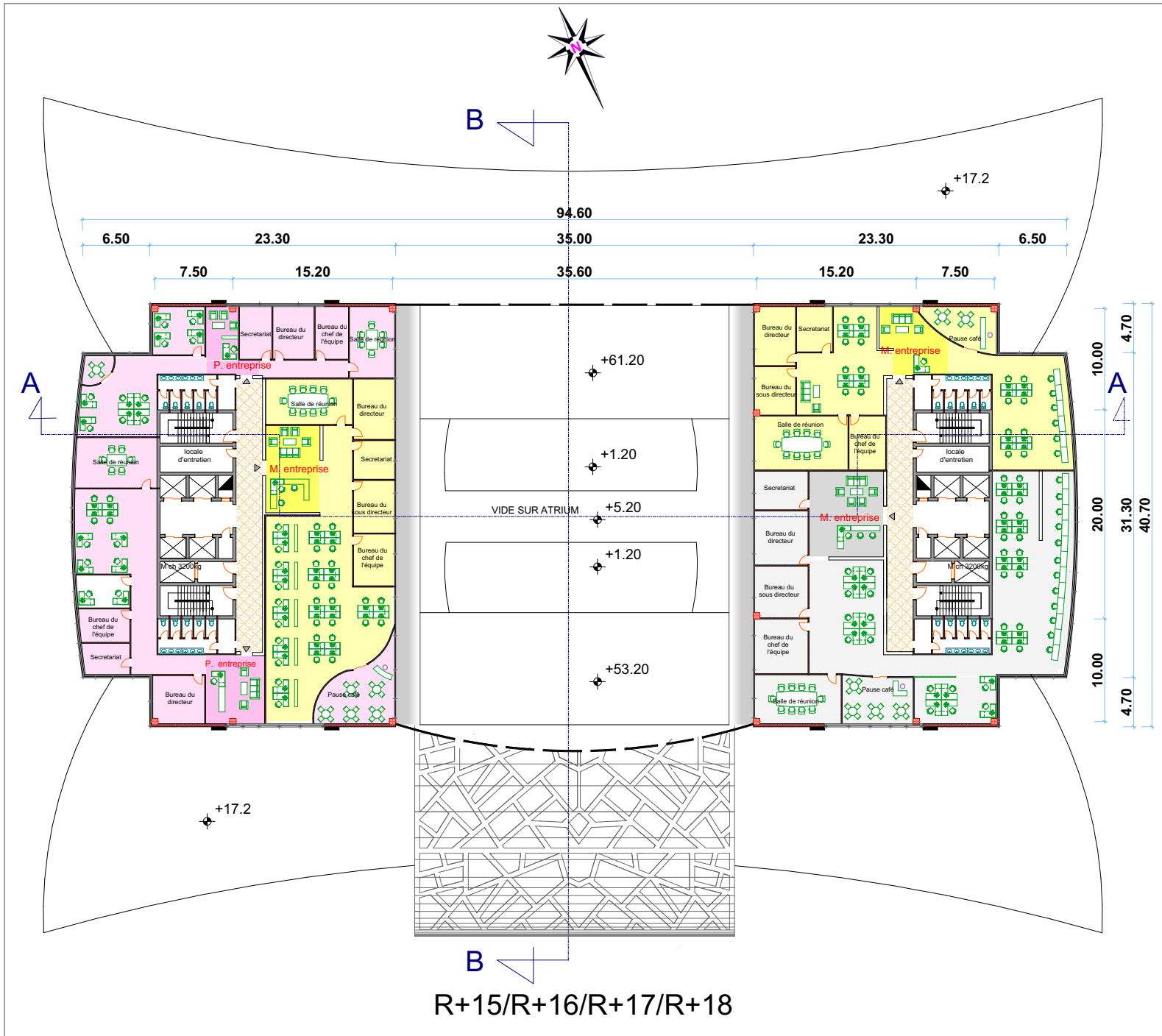


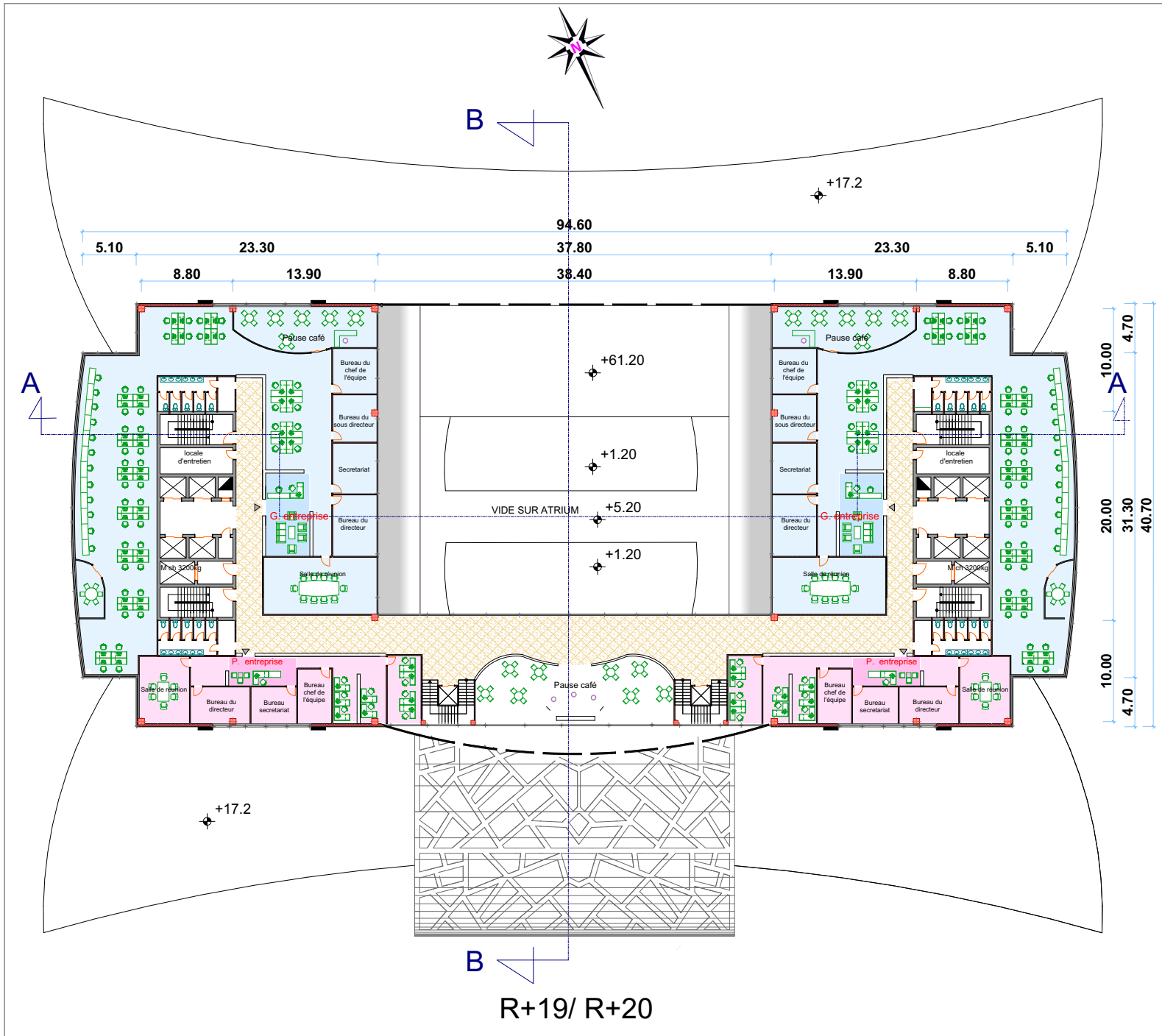
R+4/ R+6/ R+8



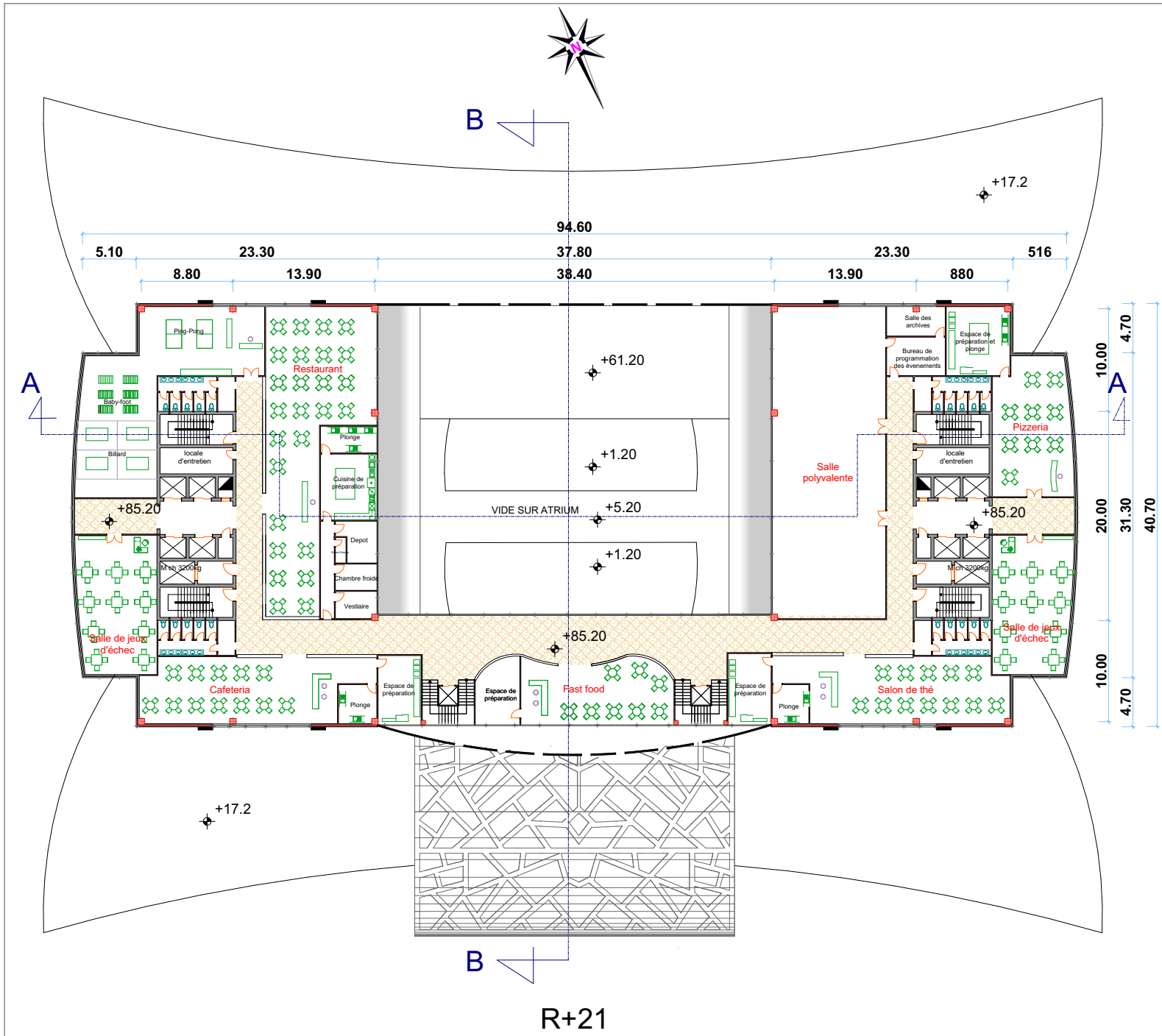


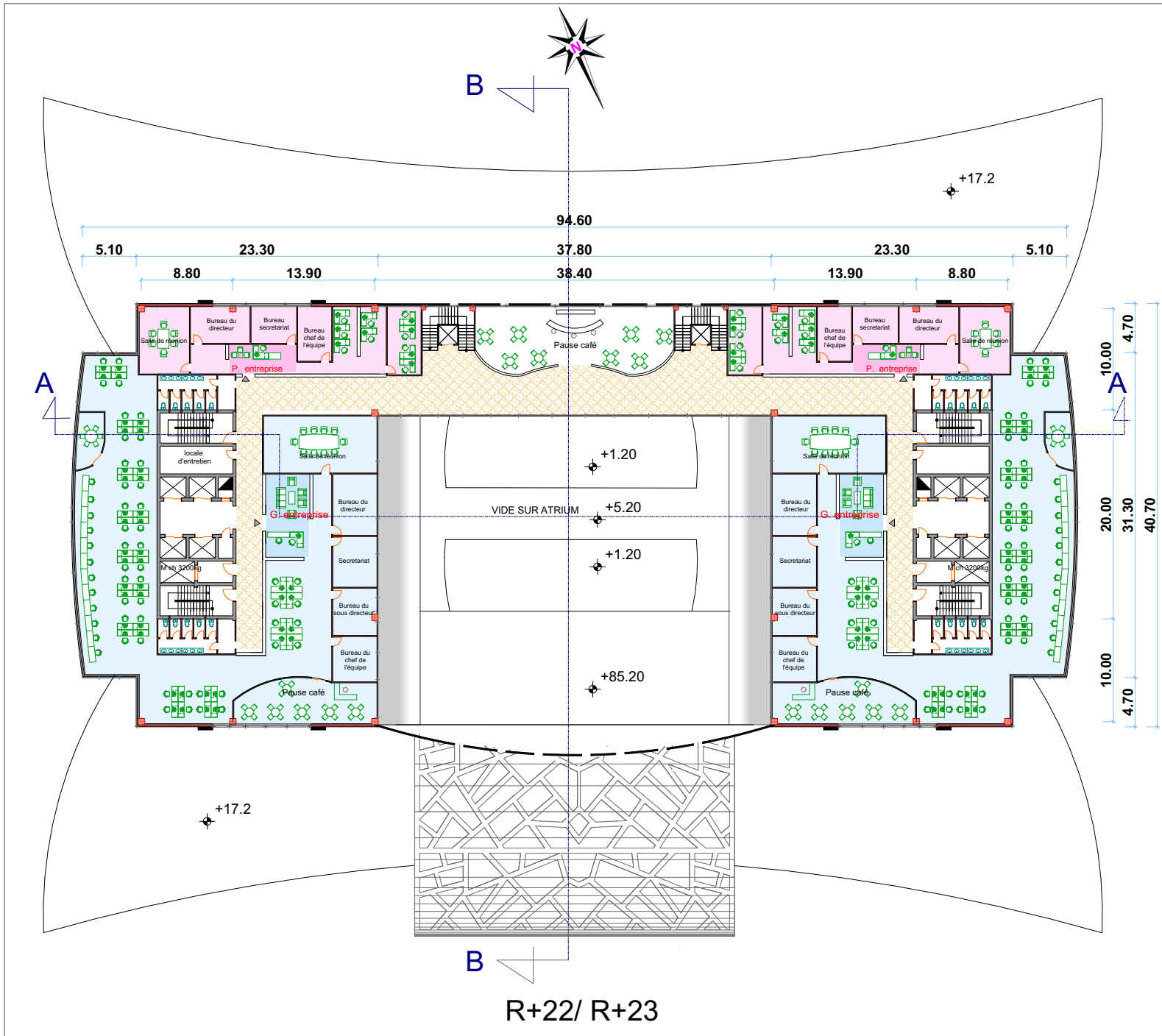


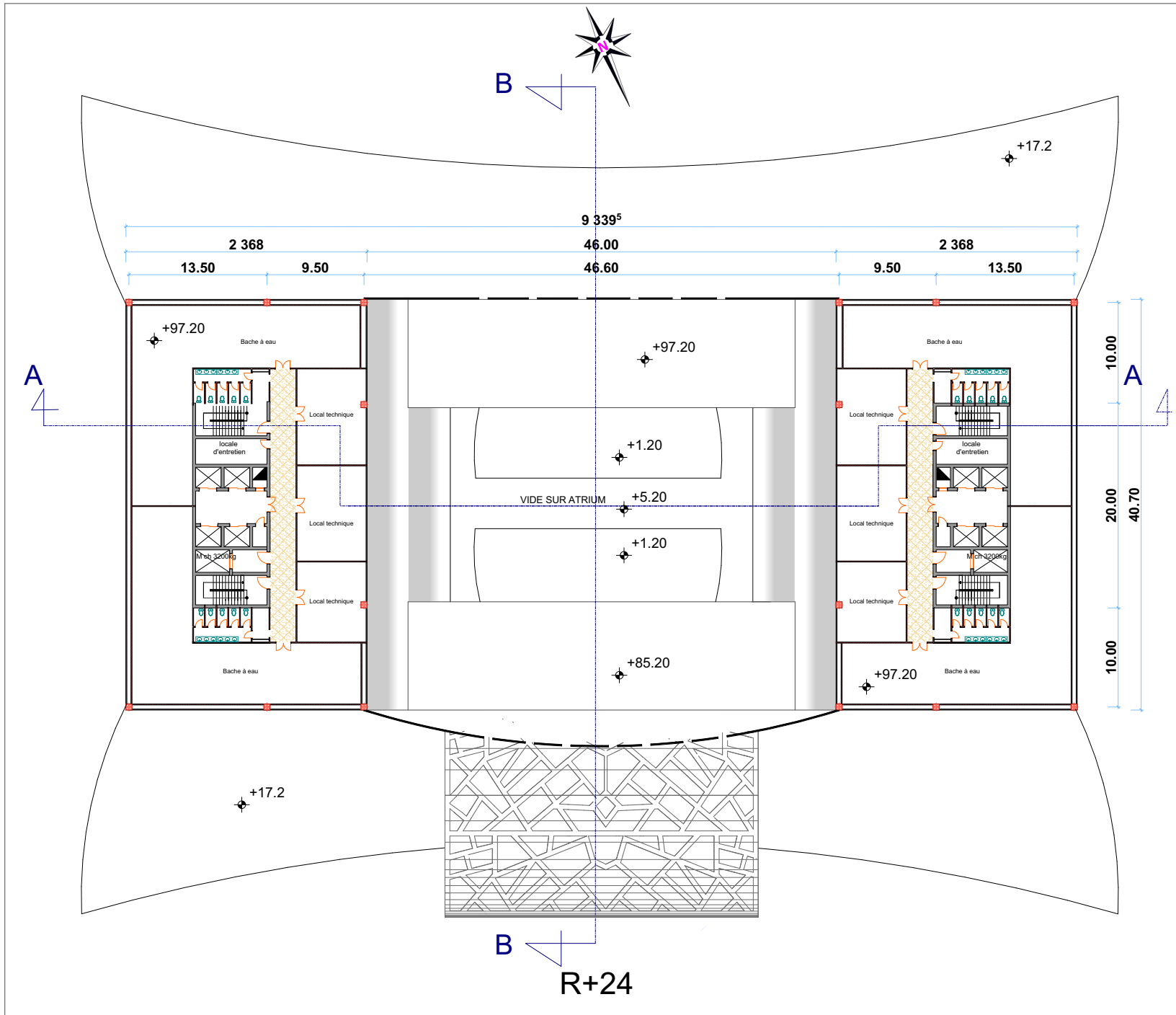


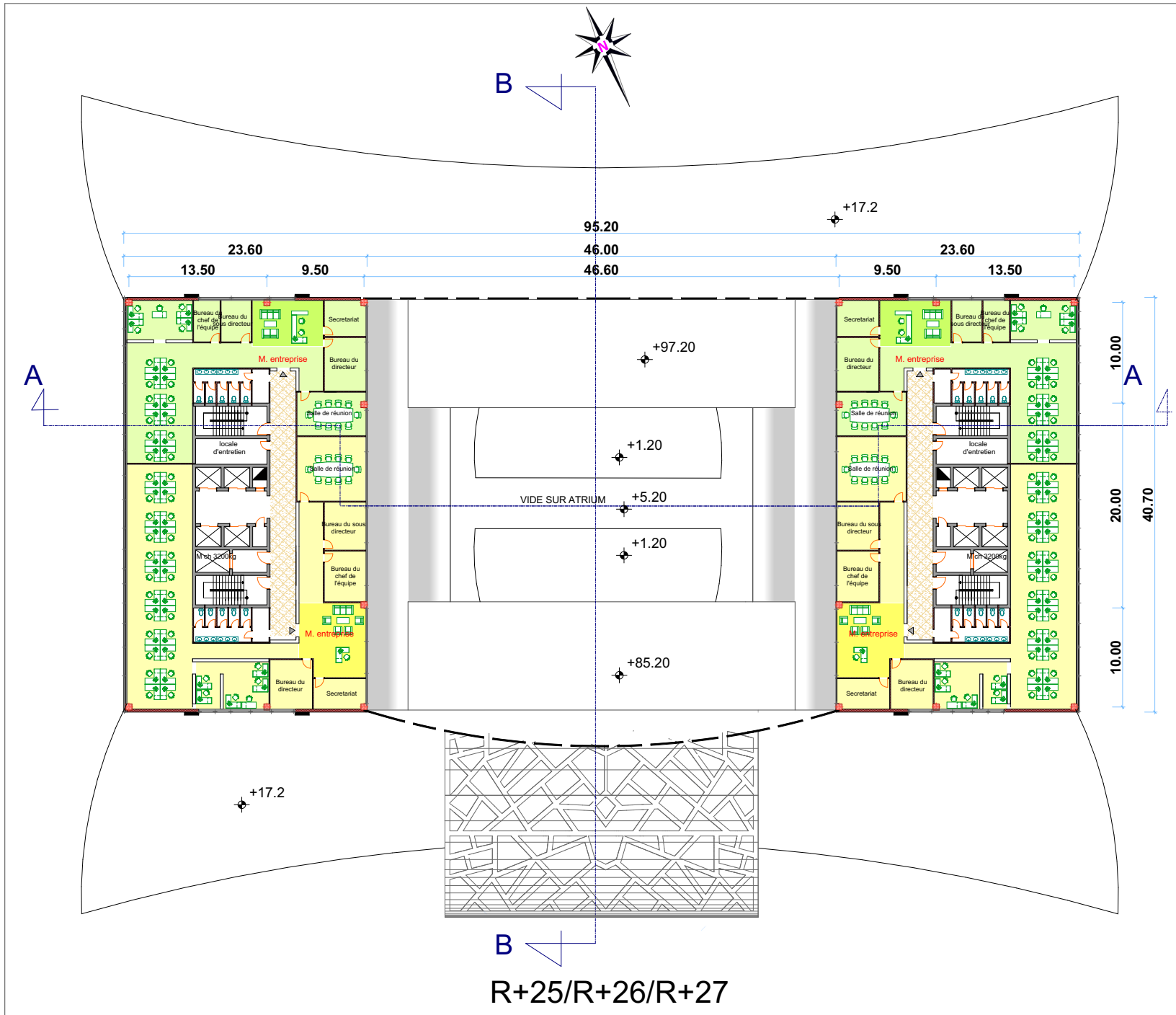


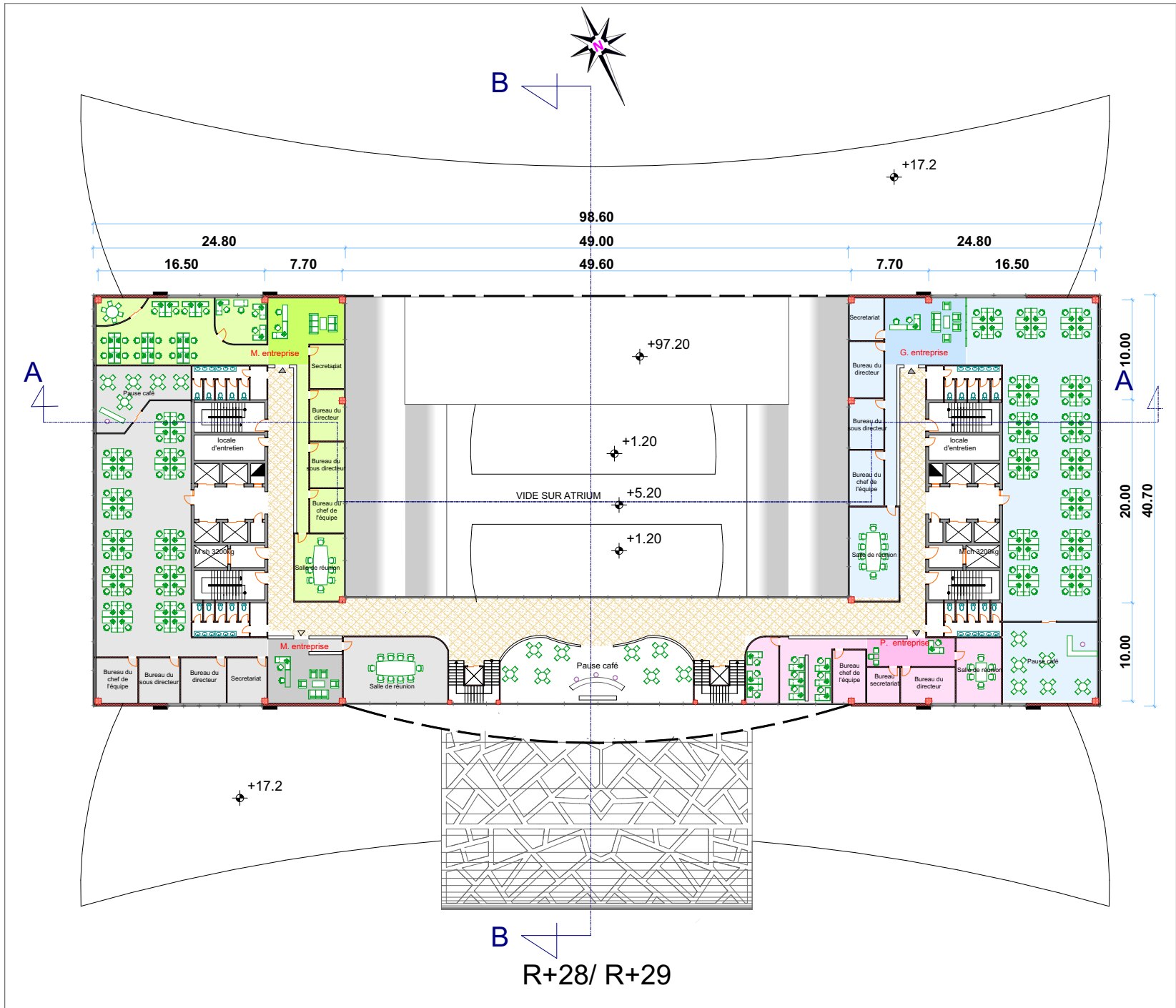
R+19/ R+20

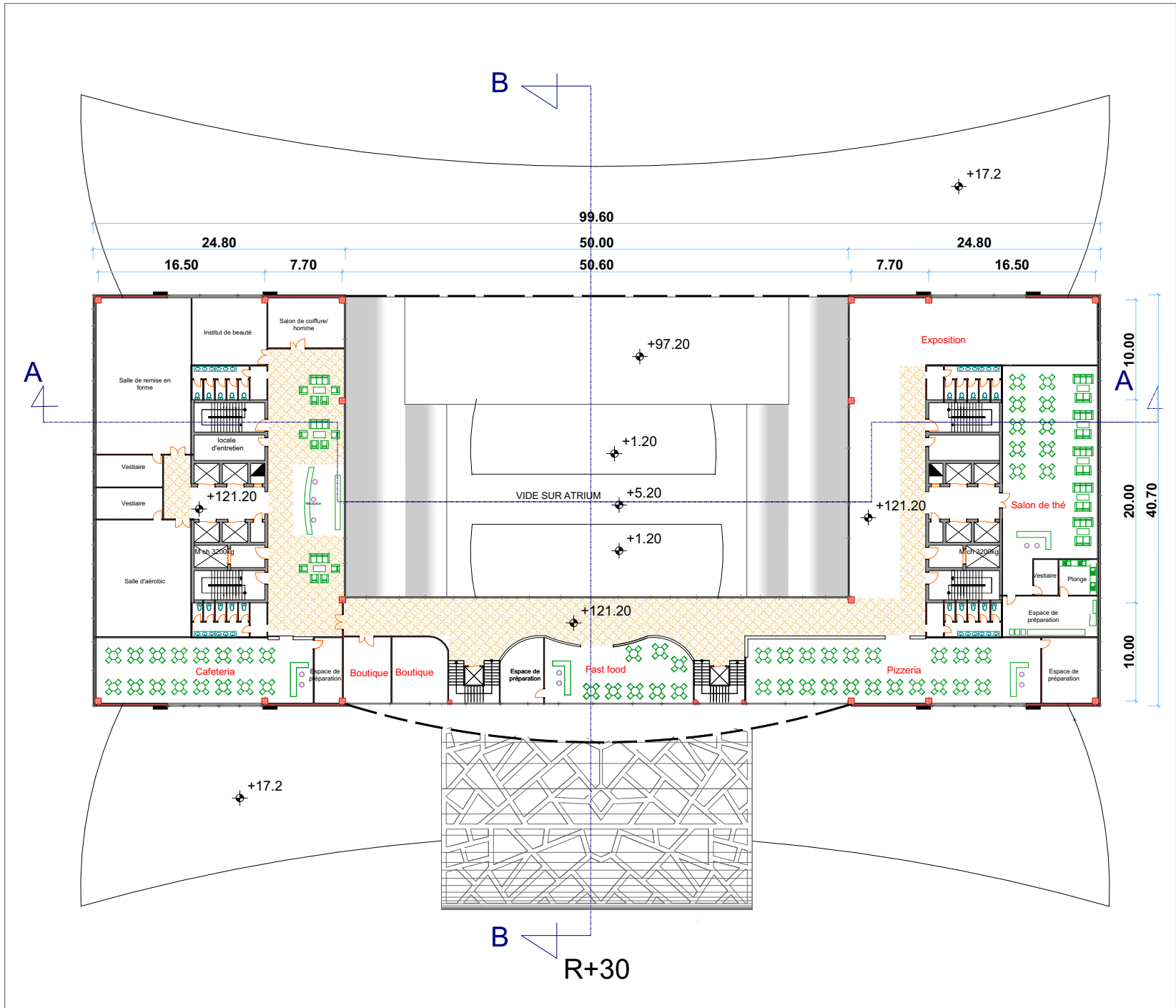


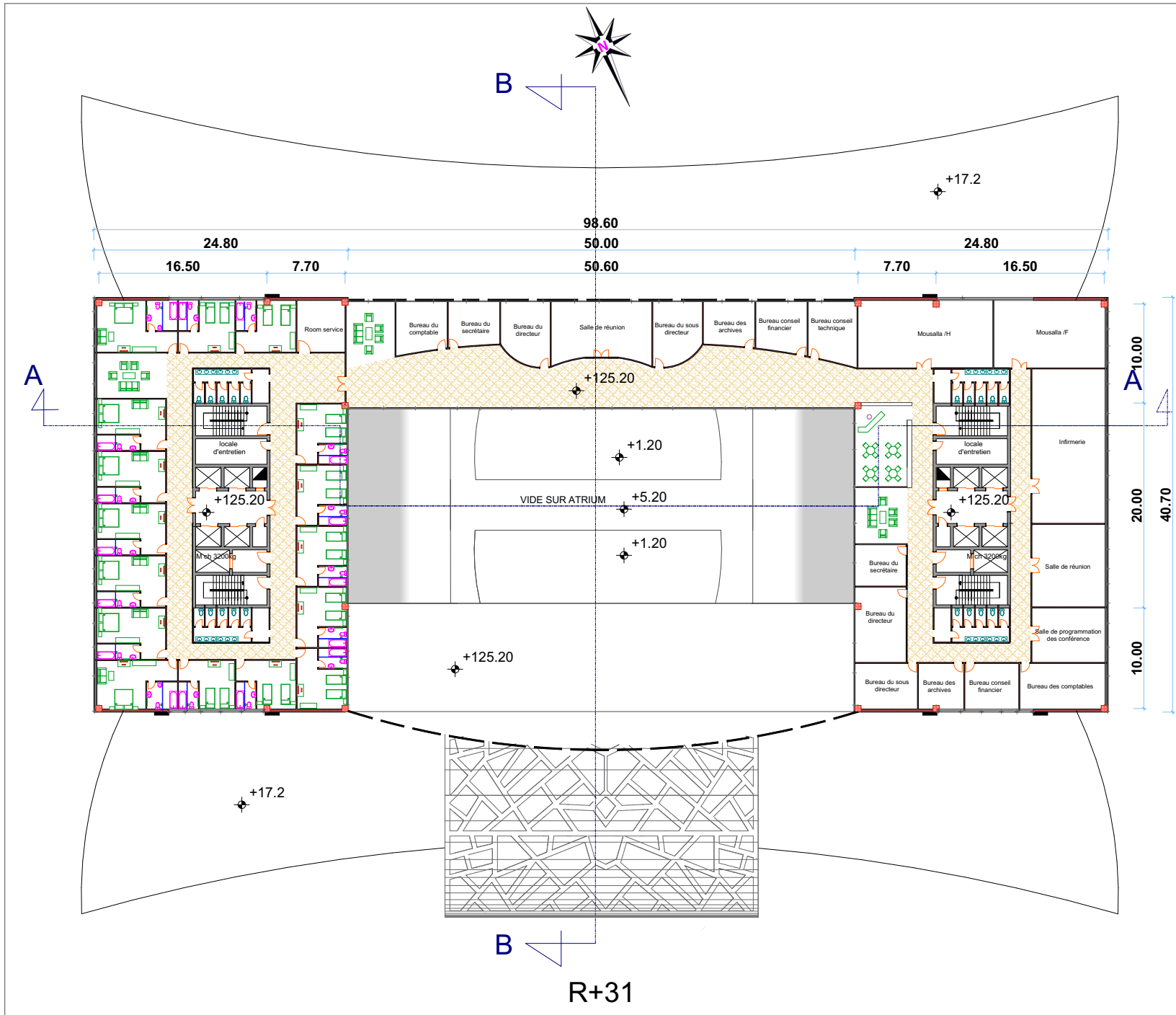


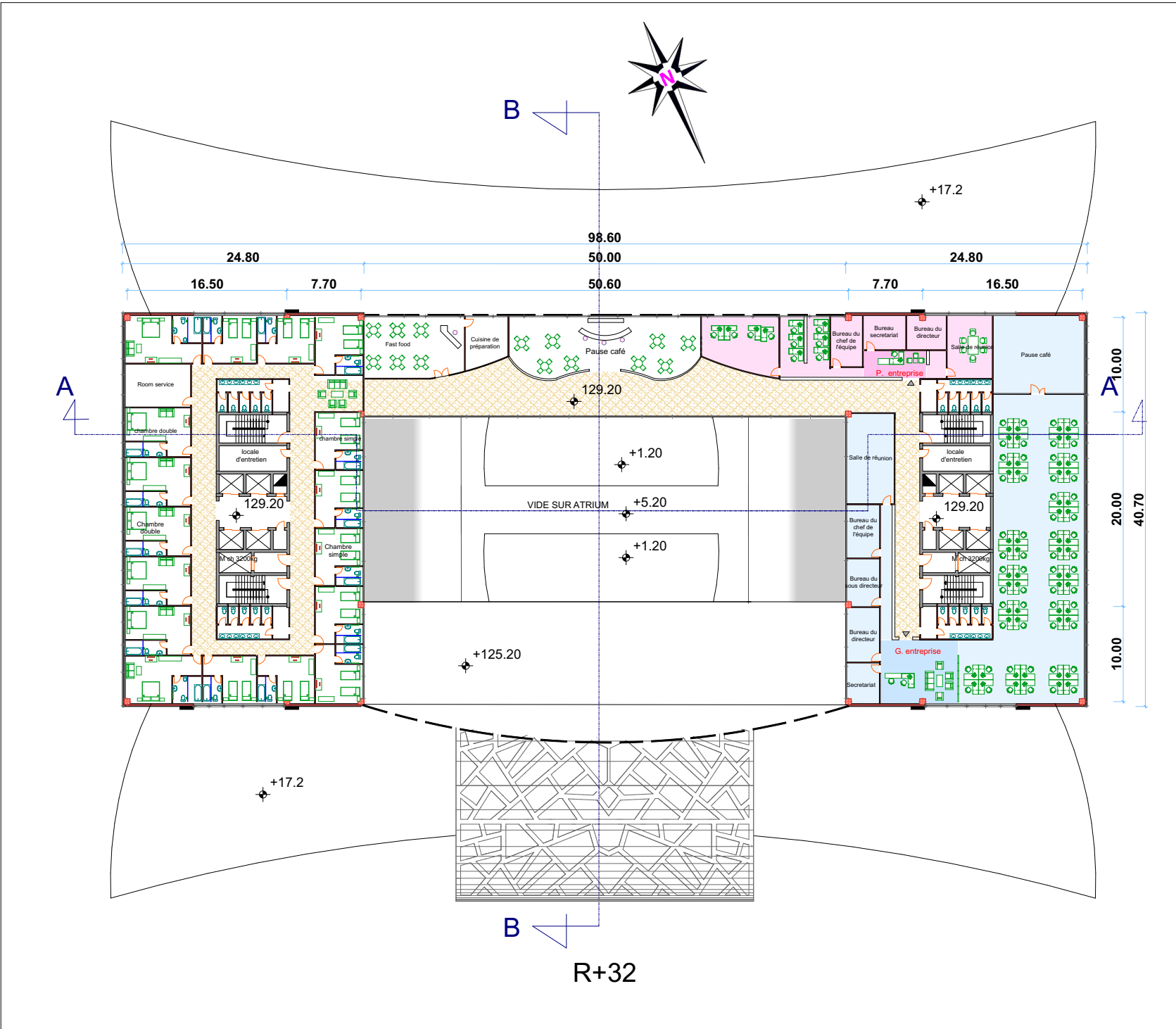






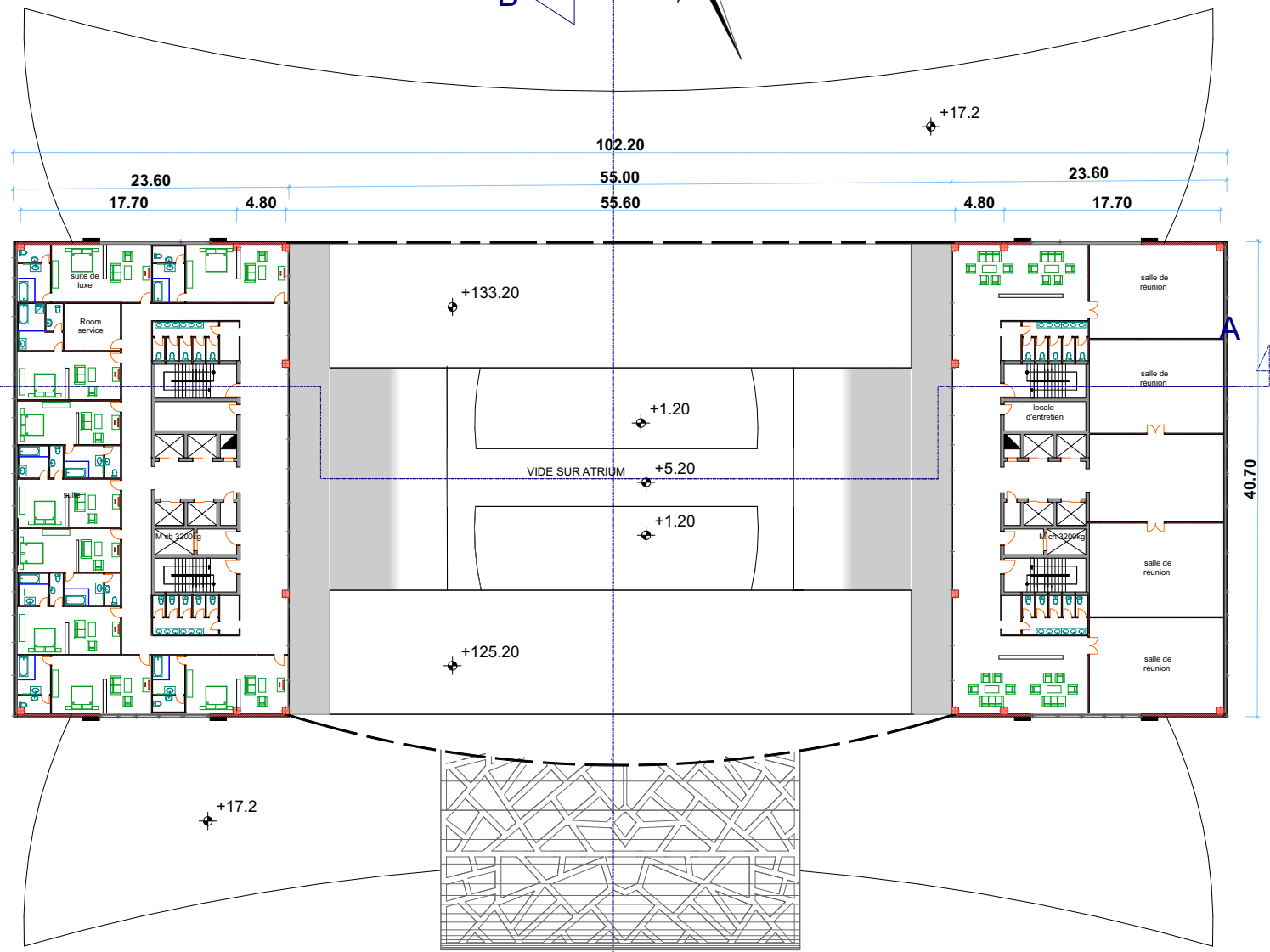








B

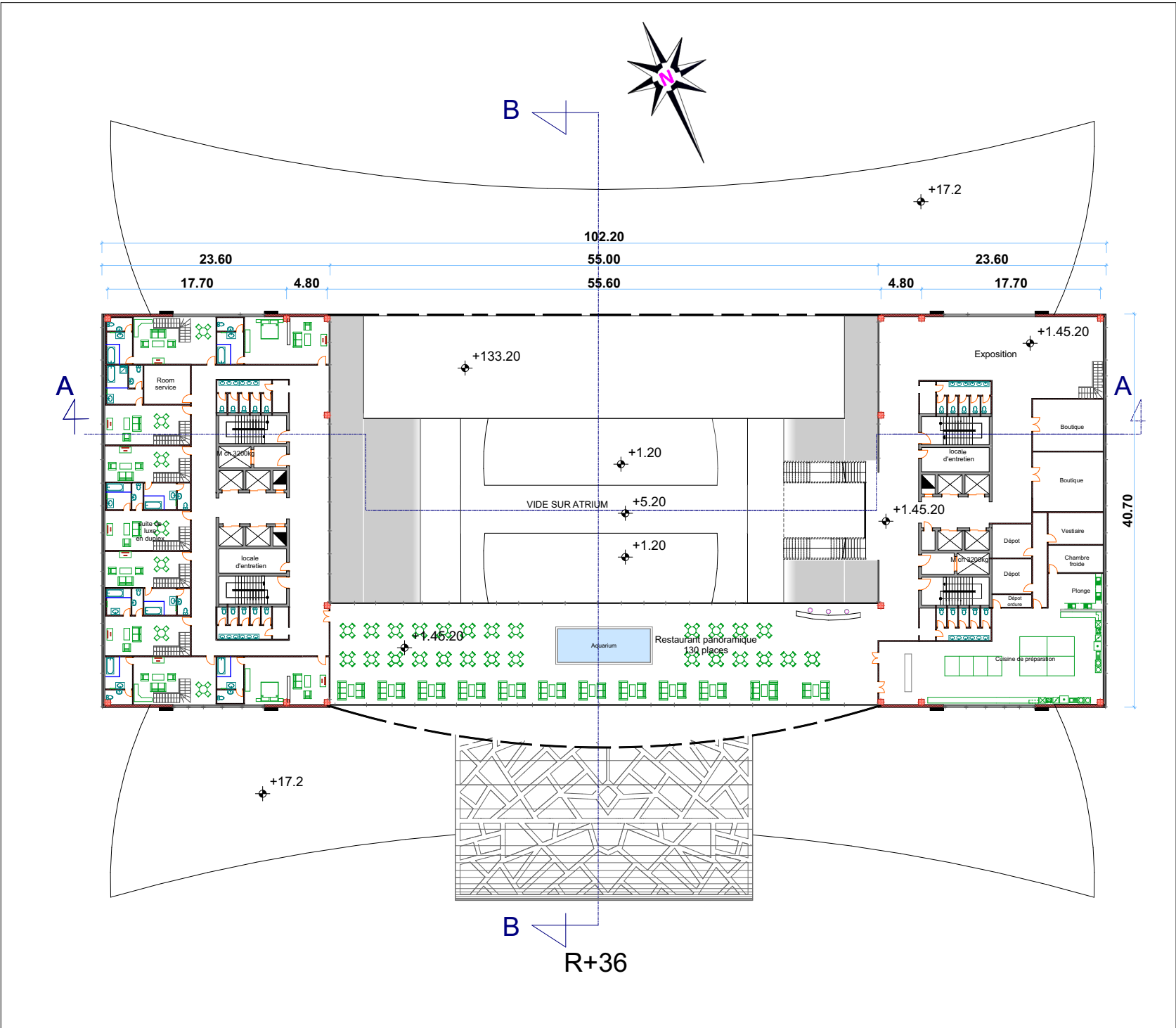


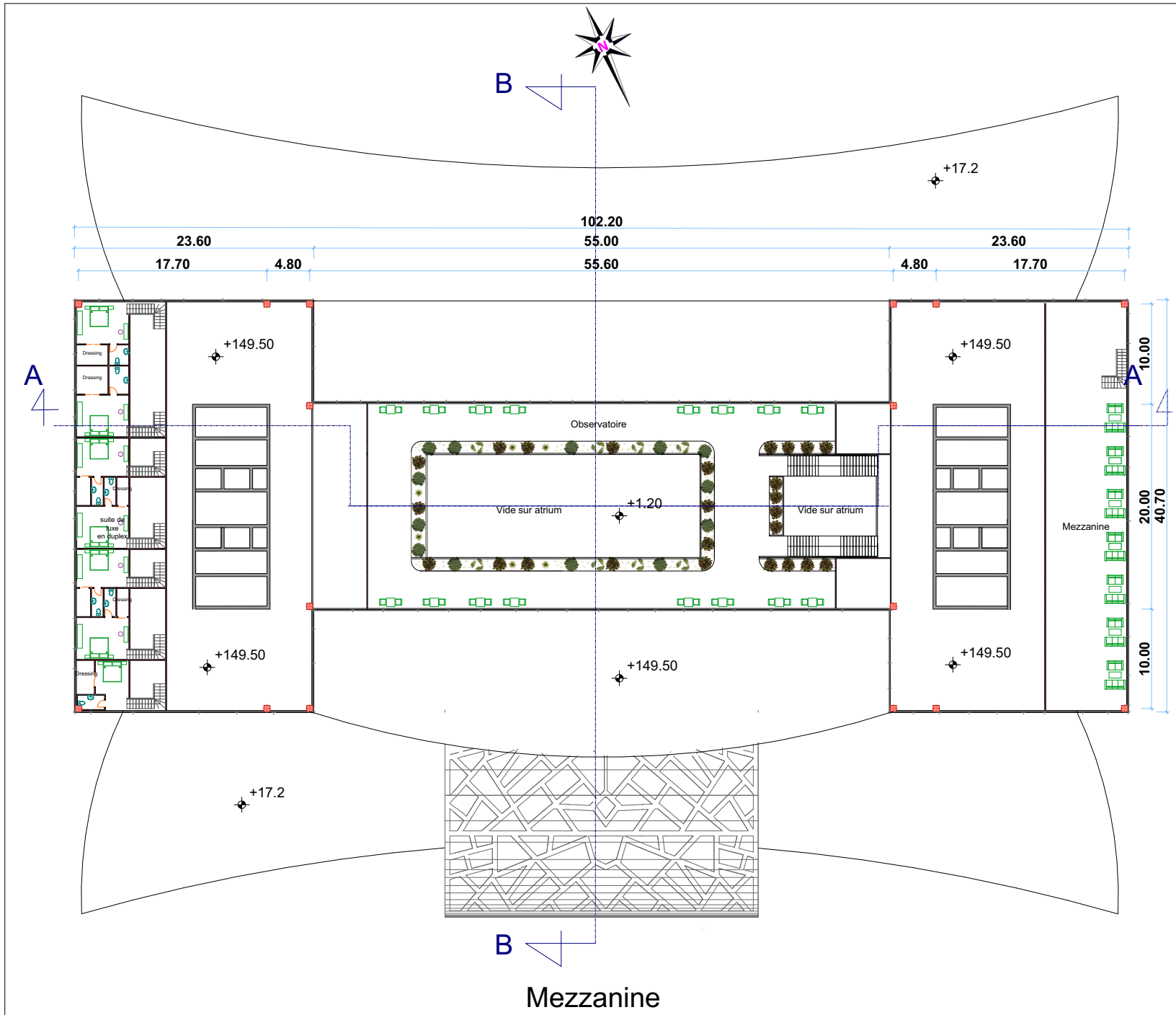
A

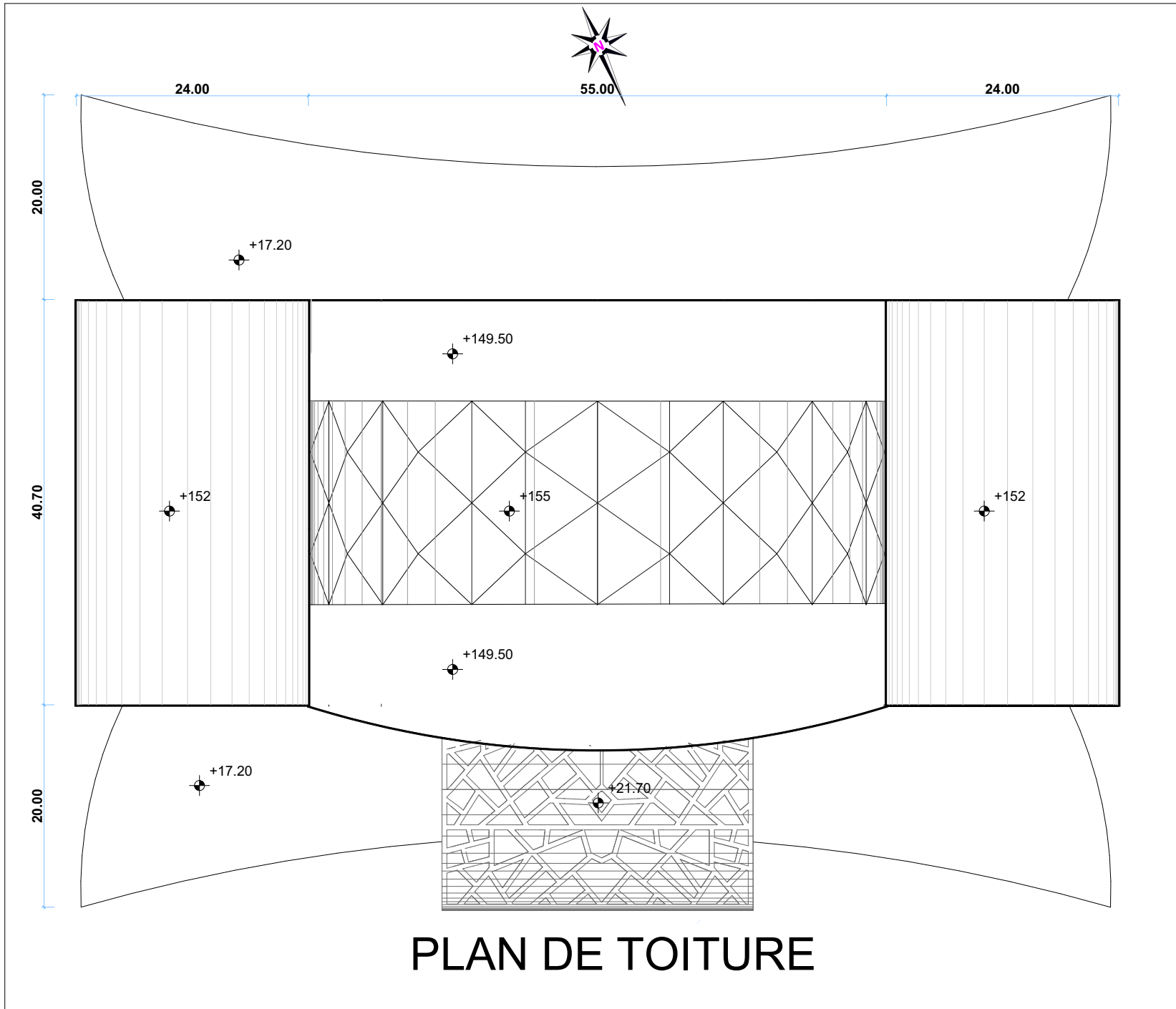
A

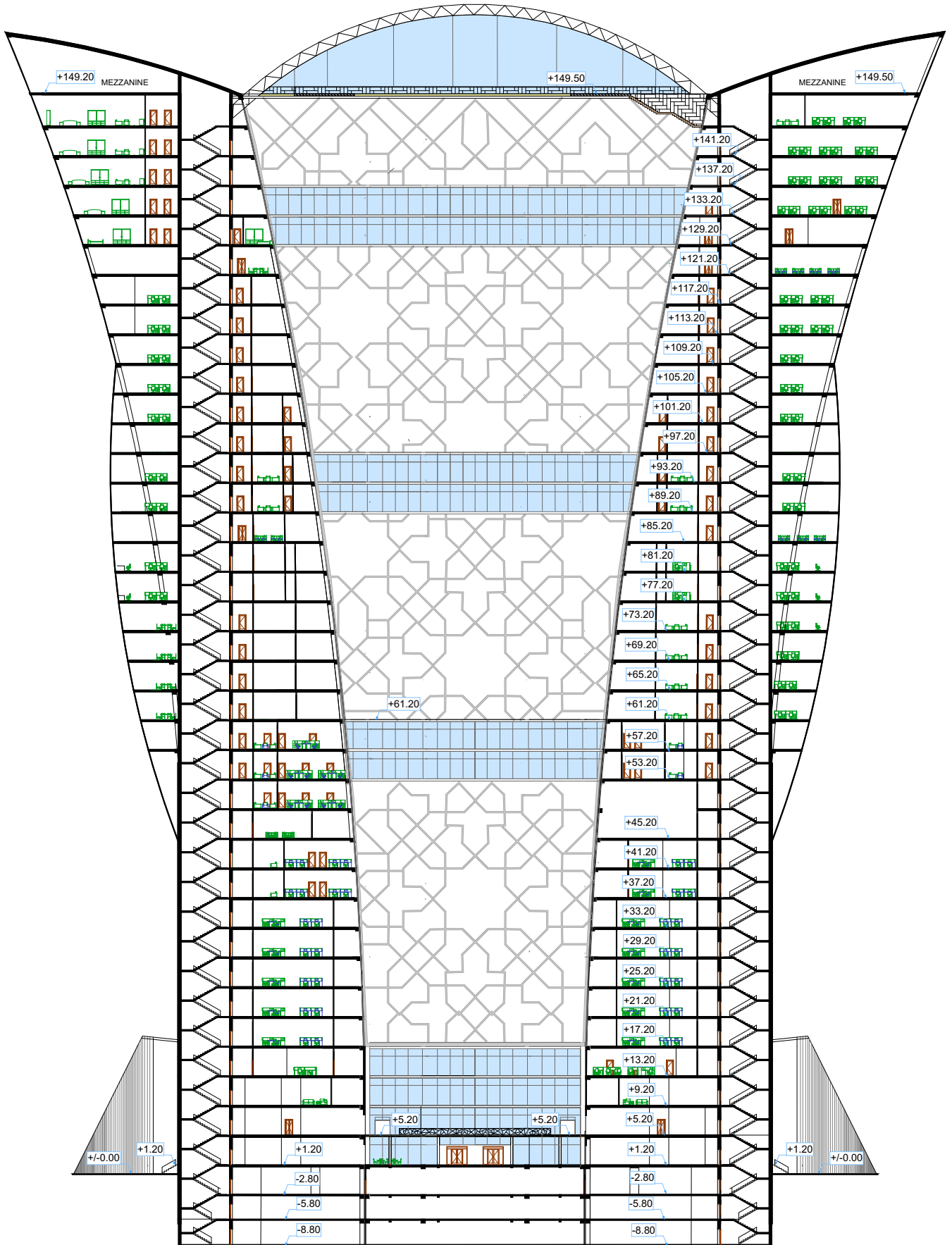
B

R+33/ R+34/R+35

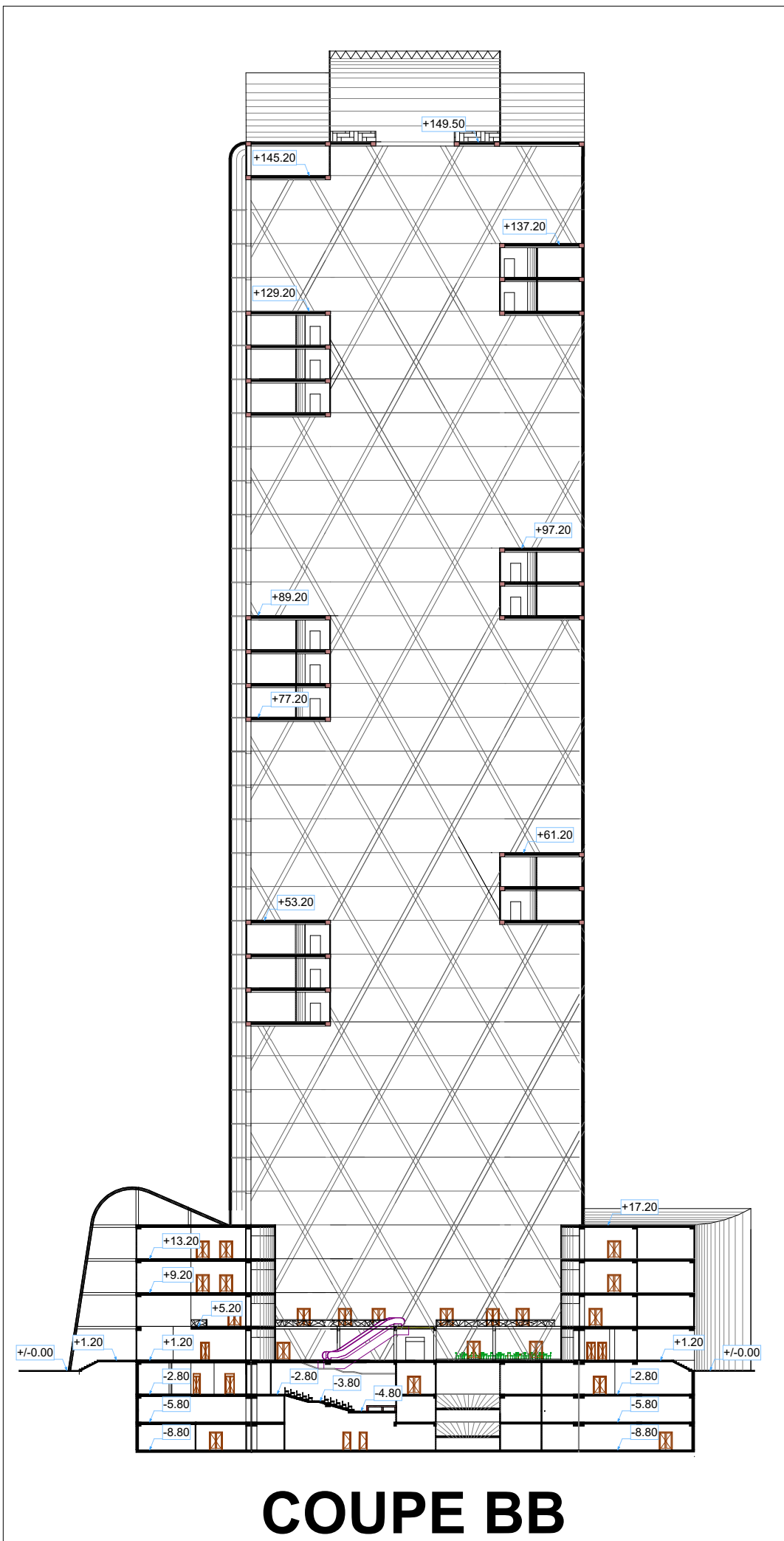




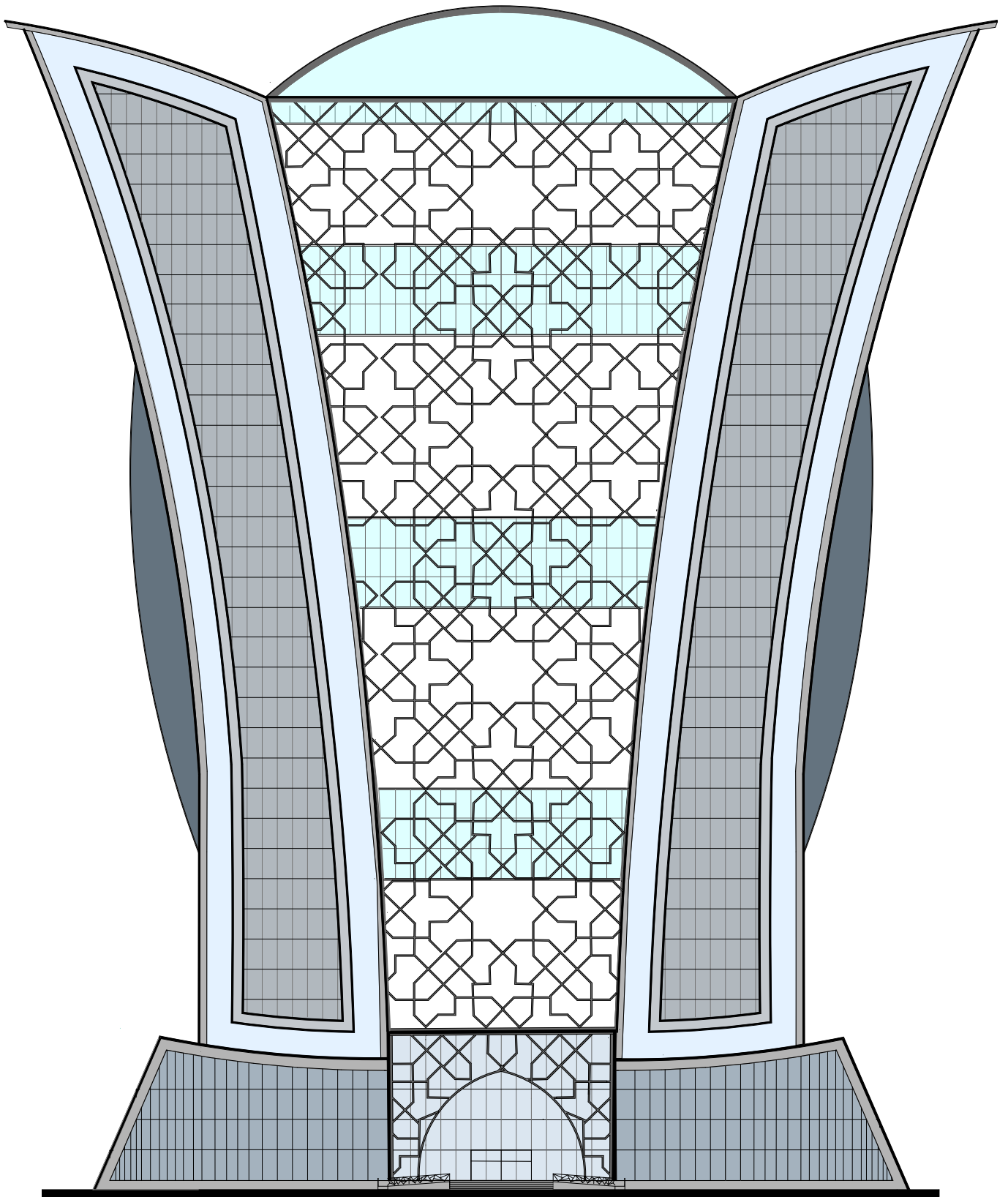




COUPE AA



COUPE BB



ELEVATION