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

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

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

OPTION : Architecture et Technologie

LA NOUVELLE MOSQUEE A TLEMCEN

Soutenue le 13 juin 2016 devant le jury :

Président :	A. ALILI	MCB	UABT Tlemcen
Examinateur :	M. BEKHTAOUI	MAA	UABT Tlemcen
Examinateur :	K. YOUCEF TANI	MAB	UABT Tlemcen
Encadreur :	HADJ AHMED BABA HAMED	MAA	UABT Tlemcen

Présenté par : AMIRA SARI 11/15036A
SIHAM TRIGUI 11/15122A

Année académique : 2015-2016

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur Mr. HADJ AHMED BABA HAMED, pour tout le temps qu'il nous a consacré, ses directives précieuses, et pour ses conseils, son aide et son dévouement infini à ses étudiants.

Nous remercions également nos enseignants ainsi que les membres du jury qui ont bien accepté de juger notre travail.

Mr ALILI A, président du jury

Mme YOUCEF TENI K, examinatrice

Mr BEKHETAOUI M, examinateur

Nous remercions également tous nos professeurs qui nous ont suivi et encadré durant notre cursus.

DEDICACES

Au nom de dieu le tout puissant qui m'a donné la force, la patience et le courage de venir à bout de mes études d'architecture.

Je dédie tout d'abord ce travail à mes parents qui ont réussi à m'inculquer la valeur des études, qui m'ont soutenue, encouragé et poussé toujours loin dans la persévérance. Sans vous je n'aurai été là.

A mon cher frère, merci pour tes conseils « constructifs » et ton intérêt à mes études, a sa femme Manel, tu es la sœur que je n'ai pas eue.

A mon futur mari Idriss ROSTANE, ton soutient, ton aide et tes encouragements ont faits que je réussisse cette longue année. Merci pour tout.

A mes grands-parents maternelle et paternelle votre estime et votre fierté m'ont toujours poussé à persévérer.

A toute ma famille oncles, tantes cousins et cousines, merci pour votre affection.

A mes amies Imene, Ibtissem et ces belles années passées avec vous.

A ma meilleure amie Nahida, pour ta présence dans tous les moments importants.

Et enfin à mon binôme TRIQUI Siham, cette longue année nous a unis d'avantage, merci pour ton soutient dans les moments les plus difficiles.

SARI Amira

DEDICACES

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu de m'avoir donné la volonté et la patience de finir mes études.

Je voudrais dédier mon travail à mes chers parents, qui mon toujours soutenue, encourager et aider à concrétiser mes ambitions dans la voie que je me suis tracé.

A mon frère et ma sœur ***Hadi*** *et* ***Chahinez,*** *pour leurs encouragements.*

A mes amies, de la promotion.

Enfin à mon binôme, et amie ***Sari Amira****, pour cette année inoubliable passée ensemble.*

TRIQUI SIHAM

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....

DEDICACES .....

SOMMAIRE……

TABLE DES ILLUSTRATIONS……..

INTRODUCTION **1**

1- Introduction générale..... 1

2- Choix du thème 1

3- Problématique..... 2

4- Hypothèse..... 2

5- Objectifs 2

6- Méthodologie d'approche..... 3

1- CHAPITRE I : LES NOUVELLES TECHNOLOGIES EN ARCHITECTURE **4**

INTRODUCTION **5**

1-1 STRUCTURES **5**

1-1-1 Introduction..... **5**

1-1-2 Types de structures..... **5**

1-1-3 Tableaux récapitulatif : 11

1-1-4 La Structure des bâtiments a grande hauteurs..... 12

1-2-MATERIAUX **15**

INTRODUCTION **15**

1-2-1 Les matériaux intelligents 15

1-2-2 Autres Matériaux 16

1-2-3 Les matériaux à haute performance 18

1-3 LES ENERGIES RENOUVELABLES **22**

Introduction 22

1-3-1 Type d'énergie renouvelable..... 22

1-4 CONFORT 30

Introduction 30

1-4-1 Confort acoustique 30

1-4-2 Confort thermique 31

1-4-3 Confort visuelle « éclairage » 33

1-4-4 Ventilation 33

CONCLUSION 34

2- CHAPITRE II : DEFINITIONS SEMANTIQUES LIEES A LA MOSQUEE ET THEMATIQUE 39

Introduction 40

2-1 INTRODUCTION A L'ARCHITECTURE ISLAMIQUE 40

2-2 CLASSIFICATION DES MOSQUEES 42

2-3 DEFINITION ET CARACTERISTIQUES DE LA MOSQUEE 42

2-1 CARACTERISTIQUES DE LA MOSQUEE 45

2-2 L'ORGANISATION SPATIALE DES MOSQUEES 61

2-3 LA TYPOLOGIE DES MOSQUEES 67

2-4 LE REPERTOIRE DE FORME DES MOSQUEES 69

2-5 LES MEDERSAS 76

2-6 L'ART ISLAMIQUE 80

2-10 DEFINITION LIEES AU THEME 82

2-11- ANALYSE DES EXEMPLES 86

3- CHAPITRE III : APPROCHE PROGRAMMATIQUE 98

Introduction 99

3-1 DEFINITION DES ENJEUX 99

3-2 PREPROGRAMME : « PROGRAMME DE BASE » 100

3-3 PROGRAMME SURFACIQUE 105

4- CHAPITRE IV : APPROCHE ARCHITECTURALE 124

INTRODUCTION 125

4-1 CHOIX DU PROJET 125

4-2 OBJECTIFS 125

4-3 CHOIX DE LA VILLE 125

4-4 ANALYSE URBAINE 128

4-5 ANALYSE DU SITE 130

4-6 GENESE DU PROJET 140

4-7 REFERENCES ARCHITECTURALES 151

4-8 REFERENCES STYLISTIQUES 152

4-9 DESCRIPTION DU PROJET 159

5- CHAPITRE V : APPROCHE TECHNIQUE 163

INTRODUCTION 164

5-2 LE CHOIX DE LA STRUCTURE 166

5-3 CHOIX DU PLANCHER 168

5-9LES MATERIAUX DE FAÇADES : 185

5-10 INTERIEUR 195

5-14 L'ECLAIRAGE 202

5-15 LES SYSTEMES ENERGETIQUES : 204

CONCLUSION GENERALE 221

RESUME 222

ملخص 222

SUMMARY ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

BIBLIOGRAPHIE 224

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 « Il Cielo », le nouveau siège……...5
Figure 2. Station de service 5
Figure 3. Stade du roi Fahd Riyad, Arabie Saoudite. 6
Figure 4. Cube d'eau, centre national de……6
Figure 5. Ark Nova salle de concert 6
Figure 6. Structures à membrane et……6
Figure 7. Structures à membrane 6
Figure 8 : Structures à membrane……..7
Figure 9 : Structures à membrane 7
Figure 10 : Structure à membrane supportée……7
Figure 11 : Structure à membrane 7
Figure 12 : Structure à membrane supportée par câble 7
Figure 13 : Tablier du viaduc de desserte de *l*'aéroport de Toulouse France……8
Figure 14 Chapelle de St-Loup Lausanne Suisse ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 15 Pavillon du Futuroscope Chasseneuil France 8
Figure 16 Maison individuelle Tokyo Japon 9
Figure 17 Centre aquatique Londres Zaha Hadid 9
Figure 18 Opéra de Sydney Australie 9
Figure 19 Structure pour un bâtiment 10
Figure 20 Structure pour des tribunes 10
Figure 21 Usine de semi-conducteur ……...10
Figure 22 Centre de technologie Richard 10
Figure 23 Poutre et piliers a structure mixte acier/béton 11
Figure 24 Centre culturel à Bakou……...11
Figure 25 Musée Guggenheim de 11

Figure 26 Mesures règlementaires pour la circulation 13

Figure 27 Types de coupe-feu 14

Figure 28 Les sources de la biomasse 22

Figure 29 Le cycle de transformation de la biomasse 23

Figure 30. Fonctionnement d'un capteur solaire 24

Figure 31 Système de production d'électricité photovoltaïque 24

Figure 32 Production d'électricité par concentration d'énergie solaire 25

Figure 33 Système de production de combustible solaire 25

Figure 34 Système de production d'énergie thermique 26

Figure 35 La géothermie à basse énergie 26

Figure 36 La géothermie à très basse énergie 26

Figure 37 Système de fonctionnement d'un puits canadien 27

Figure 38 Système de fonctionnement d'une pompe à chaleur air-air 27

Figure 39 Schéma hydroélectrique d'un barrage 28

Figure 40. Schéma de production d'énergie marine 29

Figure 41 Concepts de fondation pour éoliennes au large des côtes 29

Figure 42 Echelle du bruit 30

Figure 43 Utilisation de la lumière naturelle 33

Figure 44 VMC simple flux 34

Figure 45 VMC double flux 34

Figure 46 Ventilation mécanique répartie 34

Figure 47 Masjid El Haram la Mecque 43

Figure 48 La mosquée Al-Aqsa à Jérusalem 44

Figure 49 La mosquée de Quba à Médine 44

Figure 50 El Masjid Nabawi à Médine 44

Figure 51.la maison du prophète à Médine 45

Figure 52 Schéma des composantes de la mosquée 46

Figure 53 Plan de la grande mosquée de Tlemcen……...47
Figure 54 Salle de prière de la grande mosquée de Tlemcen 47
Figure 55 Mihrab de la mosquée de Kairouan Tunisie 47
Figure 56 Minbar de la grande mosquée de Tlemcen……..47
Figure 57 le minbar de la Kuttubiya à Cordoue 48
Figure 58 Minbar de la mosquée Kairouan en Tunisie 48
Figure 59 La maqsura de la grande mosquée de Kairouan Tunisie 49
Figure 60 Plan de la grande mosquée des omeyades Damas 49
Figure 61 Plan de la mosquée Ibn Tûlûn Caire 50
Figure 62 Typologie de minaret 50
Figure 63 Typologie de minaret 51
Figure 64 Minaret de la grande mosquée de Séeville.……52
Figure 65 Minaret de la grande mosquée de Tlemcen 52
Figure 66 Minaret de la mosquée bleue……...52
Figure 67 Minaret de la mosquée jumeirah 52
Figure 68 La nef de la grande mosquée de Tlemcen……56
Figure 69 Nef et travée de la grande mosquée de Tlemcen 56
Figure 70 Iwan de la grande mosquée d'Ispahan, Iran 56
Figure 71 Typologie d'arcs 57
Figure 72 Typologie d'arcs de la grande mosquée de Tlemcen 58
Figure 73 Les arcs de la mosquée de Kairouan en Tunisie……..58
Figure 74 Les arcs de la mosquée de cordoue en Espagne 58
Figure 75 Les coupoles turquoise d'Asie centrale 59
Figure 76 Les coupoles de la mosquée bleue Istanbul……59
Figure 77 la coupole du Taj Mahal 59
Figure 78 Les colonnes de la mosquée de Kairouan en Tunisie……..60
Figure 79 les colonnes de la grande mosquée de Tlemcen 60

Figure 80 Voûte de la mosquée de Kairouan…. ……60
Figure 81 La mosquée Nasir El Molk à Shiraz en Iran 60
Figure 82 Vue de l'ensemble de la mosquée de Kairouan 62
Figure 83 Plan de la Grande Mosquée de Kairouan (Tunisie) 62
Figure 84 : plan de la moquée de **l**a mosquée de Sidi Boumédienne……..……63
Figure 85 : vue sur la mosquée à..... 63
Figure 86 Iwan sud de la mosquée d'Isfahan Iran..... 63
Figure 87 Plan de la mosquée Shah Abbas Isfahan Iran 64
Figure 88. Vue sur la mosquée à partir du Maidan 64
Figure 89. La mosquée suleymeniye Isatanbul Turquie..... 65
Figure 90 Plan de la mosquée suleymeniye 66
Figure 91 Plan de la mosquée Badshahi Lahore Pakistan..... 66
Figure 92 La mosquée Badshahi Lahore Pakistan 67
Figure 93 La mosquée de Mansourah Tlemcen 67
Figure 94 Mosquée à iwans du Shah en Iran, le sahn est centrale 68
Figure 95 La mosquée Sinan Pacha Prizren Kosovo 68
Figure 96. La mosquée suleymeniye Istanbul Turquie 69
Figure 97. La mosquée du sultan à Singapore..... 70
Figure 98 La mosquée de Samarra Irak..... 70
Figure 99 La mosquée Hassan II à Casablanca..... 70
Figure 100 La mosquée de Niono et de Djenné au Mali 71
Figure 101 La mosquée Aspire Qatar……..71
Figure 102 La mosquée cristal 71
Figure 103 Mosquée du roi Fayçal - Islamabad Pakistan. 72
Figure 104 La mosquée du roi Séoud à Djedda. 72
Figure 105 La mosquée du roi Abdel Allah à Amman 72
Figure 106 Le complexe islamique de Rome Italie Paolo Portoghesi 73

Figure 107 La mosquée Penzberg en Allemagne 74

Figure 108 La mosquée flottante de Dubaï……..74

Figure 109 Mosquée Sakirin 74

Figure 110 Mosquée de Tirana Albanie 75

Figure 111 Mosquée Ray of light concours 2015 Dubai..... 75

Figure 112 Plan de la medersa Ben Youssef Marrakech Maroc 77

Figure 113 Medersa Ben YoussEF Marrakech Maroc 77

Figure 114 Medersa Bouananiya Fès……...78

Figure 115 Medersa Bouananiya..... 78

Figure 116 : complexe de sidi Boumediene Tlemcen 78

Figure 117 : plan de la medersa de sidi Boumédienne……79

Figure 118 : la medersa de Sidi Boumediene..... 79

Figure 119 : La medersa miri arab à Boukhara 79

Figure 120 : la Medersa d'Ulugh Begh Samarkand 80

Figure 121 *:* Détail du lambris en zelliges de la Médersa Ben Youssef à Marrakech, ... 81

Figure 122 : Représentation des différents utilisateurs 99

Figure 123 : Représentation des différents usagers..... 100

Figure 124 : Programme de base..... 101

Figure 125 : hall d'accueil de l'administration de l'hôtel de la ville de Puteaux..... 102

Figure 126 : modèle d'une salle d'ablution..... 102

Figure 127 : intérieur de la Stuttgart City Library – Stuttgart, Germany..... 103

Figure 128 : intérieur du musée Pierre Soulages à Rodez..... 103

Figure 129 : salle de projection du cinéma Mazarin Never France 104

Figure 130 : intérieur d'un restaurant..... 104

Figure 131 : Organigramme fonctionnel..... 105

Figure 132 : schéma d'une personne lors de la prière..... 106

Figure 133 : norme de conception d'une salle d'ablution..... 106

Figure 134 : norme de conception de douche et sanitaire dans une mosquée..... 107

Figure 135 : schéma de fonctionnement d'une bibliothèque moyenne..... 107

Figure 136 : surface de rayonnage en secteur de consultation..... 108

Figure 137 : poste de consultation d'un catalogue à microfiches 108

Figure 138 : type de schéma de fonctionnel d'un musée 109

Figure 139 : coupe longitudinale d'une salle de projection 110

Figure 140 : schéma optimale d'une salle de projection..... 110

Figure 141 : schéma de proportion d'un amphithéâtre 111

Figure 142 : schéma fonctionnel d'une cuisine de restaurant..... 112

Figure 143 : cuisine de restaurant de 150 à 200 couverts 113

Figure 144 : exemple d'un café-restaurant 113

Figure 145 : exemple de plan d'un appartement type T5..... 114

Figure 146 : exemple de SDB avec lavabos séparé 114

Figure 147 : exemple d'une blanchisserie dans deux pièces séparées..... 116

Figure 148 : exemple de disposition de bureau avec dimensions normalisées..... 117

Figure 149 : exemple de casiers pour dossiers..... 117

Figure 150 : exemple de parking pour voiture particulière..... 118

Figure 151 : exemple de place de stationnement pour PMR 119

Figure 152 : Organigramme spatial R.D.C mosquée 121

Figure 153 : Organigramme spatial 1er niveau mosquée..... 121

Figure 154 : Organigramme spatial 2ème niveau mosquée 122

Figure 155 : Organigramme spatial 3ème niveau mosquée 122

Figure 156 : Organigramme spatial R.D.C Pôle culturel..... 122

Figure 157 : Organigramme spatiale 1er niveau Pôle culturel..... 123

Figure 158 : Organigramme spatial 2ème niveau Pôle culturel 123

Figure 159 : Situation géographique de la ville de Tlemcen 126

Figure 160 : Stratification des périodes historiques à Tlemcen 128

Figure 161 : Cartes des mosquées et centres culturels et éducatifs à Tlemcen 129

Figure 162 : . Situation du terrain par rapport à la ville 135

Figure 163 : Carte représentant l'environnement du terrain d'intervention. 135

Figure 164 : Carte représentant les contraintes sur le site 137

Figure 165 : Carte représentant les limites du terrain d'intervention 138

Figure 166 : Carte représentant l'accessibilité au terrain 138

Figure 167 : Carte représentant l'analyse climatique 139

Figure 168 : Carte représentant la morphologie du terrain 139

Figure 169 : Coupes topographique du terrain 139

Figure 170 : Contraintes du terrain 140

Figure 171 : Carte représentant l'accessibilité au terrain 141

Figure 172 : Principe d'organisation de la ville de Tlemcen 142

Figure 173 : Principe d'organisation du projet 143

Figure 174 : Carte d'implantation des fonctions 143

Figure 175 : Carte d'implantation des fonctions 144

Figure 176 : Positionnement du minaret 145

Figure 177 : Zoning du projet 145

Figure 178 : Plates-formes du terrain 146

Figure 179 : Schéma montrant la circulation au niveau du projet 147

Figure 180 : Schéma montrant l'orientation des blocs 148

Figure 181 : Schéma montrant la jonction mosquée équipement 149

Figure 182 : Schéma montrant les différents niveaux de l'équipement. 149

Figure 183 : Schéma montrant l'utilisation des porches et des patios. 150

Figure 184 : Maison à patio arabe 149

Figure 185 : patio projeté 150

Figure 186 : porche sidi Boumediene……150
Figure 187 : porche projeté 151
Figure 188 rempart de Mansourah, Tlemcen 151
Figure 189 Réinterprétation des tours au niveau du projet 151
Figure 190 : Moucharabieh……151
Figure 191 claustra de la grande mosquée……151
Figure 192 : Mosaique 152
Figure 193 utilisation des claustra……151
Figure 194 moucharabieh utilisé du porche d'entrée avec motifs de la Techfinia..... 152
Figure 195 : Calligraphie de la medersa Techfinia 153
Figure 196 : Calligraphie projetée……152
Figure 197 : Calligraphie utilisé au niveau des 153
Figure 198 : Arabesque au niveau du palais d'El Mechouar Tlemcen……..153
Figure 199 arabesque mur de la mosquée 154
Figure 200 : Porche de la mosquée de sidi Boumediene……...153
Figure 201 porche projété..... 154
Figure 202 : Coupole de la grande mosquée……..154
Figure 203 : Coupole projeté..... 155
Figure 204 : Arc de la grande mosquée de Tlemcen……..154
Figure 205 arcs projeté 155
Figure 206 : Galerie de la mosquée de Sidi Boumédienne……155
Figure 207 galerie projetée..... 156
Figure 208 mihrab de la la grande mosquée de Tlemcen……...155
Figure 209 mihrab projeté 156
Figure 210 minaret de la grande mosquée de Tlemcen……156
Figure 211 minaret projeté 157
Figure 212 : les 3 boules du minaret de la mosquée de Sidi Boumédienne à Tlemcen…….157
Figure 213 lanternon projeté 158
Figure 214 : Minaret projeté..... 158

Figure 215 : La grande mosquée de Tlemcen 159

Figure 216 : Types de fondation 164

Figure 217 : Schéma de différenciation entre une fondation superficielle et profonde 165

Figure 218 : Colonnes de 32m de hauteur en béton centrifugé de la grande mosquée d'Alger 167

Figure 219 : la mosquée en fer Malaisie, construite en acier recyclé à 70%, mais aussi pour sa durée de vie illimitée et son faible coût d'entretien 167

Figure 220 : Plancher en bois 169

Figure 221 : Composition d'un plancher en béton 169

Figure 222 : Composition d'un plancher collaborant……169

Figure 223 : Composition d'un plancher sandwiche 170

Figure 224 : Section du plancher nervuré 172

Figure 225 : Schématisation d'une dalle nervurée ……171

Figure 226 : Elément de plancher dalle nervurée en B.A 172

Figure 227 : Principe des planchers à caissons 173

Figure 228 : Plancher à caissons de la mosquée Ibn Badis Oran Algérie 173

Figure 229 : Plancher à caisson de la grande mosquée d'Alger 173

Figure 230 : Exemple d'un plancher champignon 174

Figure 231 : Schéma d'un plancher champignon 174

Figure 232 : Tôle TN40……175

Figure 233 : Tôle TR35 176

Figure 234 : Plancher mixte collaborant avec dalle en béton armé sur coffrage perdu 176

Figure 235 : Le plancher mixte collaborant sur bac d'acier HI BOND 177

Figure 236 : Détails plancher caissons de la mosquée 178

Figure 237 : Détails plancher à caissons du pôle culturel 179

Figure 238 : Isolation d'un plancher terrasse 179

Figure 239 : Poteaux type HEA 180

Figure 240 : Exemple d'IPN 180

Figure 241 : Assemblage poteau/poutre..... 181

Figure 242 : Plancher mixte collaborant sur bac d'acier HI BOND 181

Figure 243 : Plancher terrasse sur bac d'acier..... 182

Figure 244 : Positionnement des voiles en béton armé du minaret..... 182

Figure 245 : Coupole en tridimensionnelle entièrement vitrée du siège du parlement Macédonien 183

Figure 246 : Typologie des structures tridimensionnelles 183

Figure 247 : Les coupoles du nouveau siège du parlement Algérien 184

Figure 248 : Coupole à coque sphérique du pavillon du Futuroscope Chasseneuil France 184

Figure 249 : Coque elliptique de……183

Figure 250 : Coque à formes libre du la..... 184

Figure 251 : Application dans le projet..... 185

Figure 252 : Panneaux décoratif en BFUP..... 186

Figure 253 : Façade en BFUP du nouveau siège du parlement Algérien Alger 186

Figure 254 : Double peau en BFUP (Lafarge) de l'aéroport de Rabat-Salé Maroc..... 186

Figure 255 : Tableau des domaines d'application du BFUP..... 187

Figure 256 : Système de fixation ……..186

Figure 257 : Système de fixation pour 187

Figure 258 : Détail de fixation d'un panneau en BFUP..... 187

Figure 259 : Application dans le projet..... 188

Figure 260 : Pavillon italien de l'Exposition universelle de Shanghai2010, façade constituée de panneaux fabriqué à partir d'une résine polymère intégrer à une matrice cimentaire 188

Figure 261 : Béton translucide 189

Figure 262 : Application du béton translucide dans le projet 189

Figure 263 : Mur rideau avec cadre fixe……189
Figure 264 : Ouvrant caché à l'italienne 190
Figure 265 : Murs rideau de la façade nord de l'institut du monde arabe ……....190
Figure 266 : Mur rideau de la façade sud de l'IMA, avec panneaux de moucharabiehs en acier 191
Figure 267 : Schéma de principe d'un double vitrage simple..... 192
Figure 268 : Fenêtre avec vitrage solaire 193
Figure 269 : Application du double vitrage solaire dans le projet 193
Figure 270 : Principe du verre……...…193
Figure 271 : Exemple d'application du sage glass..... 194
Figure 272 : Application du verre éléctrochrome « sage glass » 194
Figure 273 : Exemple de cloison amovible vitrée et de stores vénitiens 195
Figure 274 : Plaque de plâtre anti choc et antipollution..... 195
Figure 275 : Faux plafond acoustique en dalle de bois perforé 196
Figure 276 : Système de fixation d'un faux plafond..... 196
Figure 277 : Isolation acoustique et absorption acoustique 197
Figure 278 : Auditorium avec panneaux acoustique absorbant 197
Figure 279 : Panneau acoustique en bois / pour agencement intérieur 197
Figure 280 : panneaux de MELLOWALLTRAP sur murs et plafonds 198
Figure 281 : salle de restaurant avec panneaux LIGHTWALLTRAP 198
Figure 282 : Schéma de fonctionnement des pergolas bioclimatiques 199
Figure 283 : Exemple de pergola bioclimatique 200
Figure 284 : Principe technique……199
Figure 285 : Les dalles de béton dépolluant..... 200
Figure 286 : Revêtement de sol en marbre..... 201
Figure 287 : Moquette écologique 201

Figure 288 : Couvre joint d'angle en aluminium……...201
Figure 289 : Couvre joint à plat en Aluminium 202
Figure 290 : Exemple de porte coupe-feu……..201
Figure 291 : Exemple de porte 202
Figure 292 : Lampadaire solaire autonome Donnefort, Agen..... 203
Figure 293 : Lampes LED..... 203
Figure 294 : Panneaux photovoltaïque..... 205
Figure 295 : Schéma de production de l'électricité photovoltaïque 205
Figure 296 : Schéma de fonctionnement d'un puits canadien 207
Figure 297 : Entrée d'air neuf d'un puits canadien 207
Figure 298 : Schéma de ventilation pour puits canadien 208
Figure 299 : Schéma de fonctionnement d'une VMC double flux 208
Figure 300 : Schéma de fonctionnement d'une VMC double flux 209
Figure 301 : Positionnement du réseaux……208
Figure 302 : Système de régulation..... 209
Figure 303 : la règlementation acoustique 210
Figure 304 : Schéma de fonctionnement d'une pompe à chaleur réversible 211
Figure 305 : Principes d'un système domotique..... 212
Figure 306 : Façade double peau en moucharabiehs du nouveau siège du parlement Algérien..... 212
Figure 307 : Principe d'une façade ventilée..... 213
Figure 308 : Schéma d'une façade ventilée à joint ouvert..... 213
Figure 309 : Principe de ventilation d'une façade double peau sur plusieurs niveaux. 214
Figure 310 : Application de la double peau dans le minaret..... 215
Figure 311 : Pieux géothermique……...213
Figure 312 : La Main Tower à Frankfurt 215
Figure 313 : Schéma d'un pieu géothermique 216

Figure 314 : Schéma de récupération des eaux de pluies..... 217

Figure 315 : extincteur mobile..... 218

Figure 316 : Extincteur automatique..... 218

Figure 317 : Kit alarme incendie..... 219

TABLEAUX

Tableau 1 Tableau récapitulatif des structures..... 12

Tableau 2 Tableau des types de structure de bâtiments à grande hauteur..... 14

Tableau 3 Tableau récapitulatif des types de matériaux intelligents..... 16

Tableau 4 Tableau des caractéristiques des matériaux..... 31

Tableau 5 Tableau des températures idéales pour l'isolation thermique..... 31

Tableau 6 Tableau confort hiver/été « isolation thermique »..... 32

Tableau 7 Tableau des types de matériaux isolants..... 32

Tableau 8 Tableau des systèmes de ventilation..... 33

Tableau 9 Types de lieux de cultes..... 41

Tableau 10 classification des mosquées..... 42

Tableau 11 Les Types de minarets à Tlemcen..... 55

Tableau 12 Exemple de mosquée dans le monde..... 84

Tableau 13 Liste des plus grandes mosquées du monde..... 85

Tableau 14 : Programme surfacique du projet..... 120

Tableau 15 : Tableau représentant la superficie de la ville..... 126

Tableau 16 : Tableau représentant un sondage des lieux de culte à Tlemcen..... 128

Tableau 17 : Tableau représentant le nombre de mosquées dans les communes..... 129

Tableau 18 : Analyse du site 01..... 131

Tableau 19 : Analyse du site 03..... 132

Tableau 20 : Analyse du site 03..... 133

Tableau 21 : Tableau comparatif des trois terrains..... 134

Tableau 22 : Tableau représentant les équipements entourant le terrain d'intervention..... 136

Tableau 23: Tableau représentant les différents types de fondation..... 166

Tableau 24 : Tableau comparatif des types de structures..... 168

Tableau 25 : Tableau comparatif des types de planchers 170

Tableau 26 : Tableau comparatif des types de planchers en B.A 175

Tableau 27 : Tableau comparatif des types de planchers mixte collaborant 177

Tableau 28 : Tableau comparatif des différentes structures envisageable pour coupoles 185

Tableau 29 : Description des bâtiments basse consommation 205

INTRODUCTION

1- Introduction générale

Le monde islamique s'est étendu sur les quatre coins de la planète et a connu différentes civilisations et de ce fait l'architecture s'illustre par une grande richesse et diversité, du Maghreb à l'Asie, de l'Espagne à l'Afrique profonde.

Cependant la mosquée fait partie des invariantes qui sont le symbole des cités musulmanes, elle occupe une place centrale, un point de repère et de foi qui dépasse souvent sa fonction cultuelle, on y intègre des approches sociales, culturelles, éducatives voir même attractives, la mosquée est dans ce sens un lieu de vie structurant la vie sociale où tout le monde se côtoient.

Outre les équipements particuliers, l'architecture islamique se caractérise par des traits distinctifs bien spécifiques et un style propre aux valeurs et aux principes religieux qui ont fait la splendeur de cet art, et c'est dans cette optique qu'on doit préserver les principales caractéristiques de cette architecture. Et sans pour autant dénaturer ces fondements, on y adaptant les technologies actuelles, car les besoins de l'homme ont évolué et avec eux sa manière de construire, et on voit apparaitre de nouveaux procédés ainsi que de nouvelles techniques qui révolutionnent sa façon de vivre ,et dans une vision d'innovation et d'évolution notre architecture doit s'adapter et se confronter à l'actualité.

2- Choix du thème

L'histoire a une place prépondérante dans la ville de Tlemcen. La culture y est inculquée de façon naturelle, d'autant plus depuis qu'elle a été « Capitale de la culture islamique en 2011, la ville multiplie les manifestations, les plans de restauration mais elle a également fait naître le goût de transmettre au monde entier cette culture arabo-musulmane, et le patrimoine devient l'atout majeur de cette ville,

Cependant Le passé est en défit continu avec le présent, l'ouverture sur le monde à travers les grandes voies de communication font que la rupture entre passé et présent est de plus en plus visible et souvent cette modernisation est mal encadrée, l'apparition des nouvelles tendances culturelles qui touchent en grande partie une population jeune, nous pousse à perdre nos repères architecturaux égarés entre architecture traditionnelle et architecture contemporaine.

Outre l'aspect patrimonial, Tlemcen présente un déficit en matière d'infrastructure publique un lieu où toutes générations confondues pourraient se rencontrer, un endroit cultuel, culturel et de loisir.

De ce fait, en complémentarité à son importance patrimoniale et architecturale et en réponse aux besoins sociaux, la construction d'une mosquée à Tlemcen serait un symbole qui lierai architecture musulmane et architecture actuelle et un lieu de repère pour toute la société qui regroupera l'histoire l'actualité et l'évolution de la ville de Tlemcen.

3- Problématique

Dans l'architecture du bassin méditerranéen, malgré la différence ethnique, religieuse ou culturelle, on retrouve presque les mêmes interprétations architecturales dans les édifices religieux.

Ce qui conforte l'idée que l'architecture naisse d'abord d'un besoin lié à un contexte spécifique et que les données culturelles viennent agrémenter et apporter les variations et les différences

Ce besoin qui est à l'origine de l'architecture évolue avec le temps et on ne peut proposer une architecture traditionnelle passéiste ou une architecture qui sort de notre culture.

Et pour répondre à un besoin actuel, il faudrait mettre en œuvre des moyens, des techniques et des technologies actuelles tout en comprenant et en réinterprétant, les éléments majeurs qui ont fait la richesse de l`architecture musulmane.

Comment réaliser une mosquée qui répond aux exigences du présent « nouvelles technologique » tout en respectant les principales caractéristiques « traditionnels » de cette dernière ?

4- Hypothèse

La réinterprétation des principales caractéristiques qui rentrent dans la conception et l'utilisation des mosquées en intégrant les dernières technologies en architecture.

5- Objectifs

Ainsi notre rôle entant qu'architecte est de donner une image actuelle de l'architecture arabo-musulmane :

➔La mise en valeur de notre identité culturelle et cultuelle.

➔Création d'un lieu structurant la ville de Tlemcen.

➔La création d'une centralité, un espace où toute la société peut se retrouver.

➔La création d'un endroit idéal pour le partage du savoir et de la connaissance.

➔Répondre aux besoins religieux et socio-culturels de la communauté dans le présent et le futur.

➔Une architecture riche et variée adaptée au monde d'aujourd'hui.

➔L’utilisation de la technologie et de l’innovation, la mosquée étant l’image de notre évolution.

➔Montrer au monde extérieur que l’islam s’adapte à toute l’époque à travers une architecture actuelle et un volet touristique

➔Adapter les nouvelles technologies pour une meilleure réponse architecturale fonctionnelle, moderne et esthétique.

6- Méthodologie d’approche

Approche technologique

Cette première partie portera sur les différentes technologies qu’on peut inclure dans une construction, leur intégration, leur fonctionnement, ainsi que leur utilisation en passant de la structure du bâtiment jusqu’à son confort.

Approche théorique

Cette approche consiste à comprendre les principes fondamentaux dans l’édification d’une mosquée, son évolution, sa construction, ses composantes, ainsi que les éléments majeurs qui font la symbolique de cette dernière.

Approche thématique

Pour cette approche on analysera différents exemples de mosquées à travers le monde ce qui nous permettra de comprendre et d’approfondir nos connaissances sur leur bon fonctionnement.

Approche programmatique

Après l’analyse thématique, l’objectif de cette approche est d’établir un programme qui englobera le maximum de fonctions utiles et complémentaires à une mosquée et qui intègrera à bon escient les technologies actuelles.

Approche architecturale

Après des approches documentaires et analytiques, celle-ci consiste à parler de formalisation du projet en allant de la genèse jusqu’aux plans finis.

Approche technique

Pour finir cette approche traite d’une façon détaillée les parties techniques du projet, de la structure jusqu’aux différentes technologies utilisées.

1-Chapitre I : Les nouvelles technologies en architecture

Introduction

Le 21éme siècle a été le siècle des grandes mutations, des avancées et des innovations en matière de technologie. Aujourd'hui la technologie fait partie intégrante de notre vie, on la ressent de plus en plus et on en devient de plus en plus dépendant, et parmi les domaines les plus affectés on retrouve l'architecture.

En quelques années nos repères architecturaux ont complètement changé, on est passé des formes quadrangulaires à des formes sculpturales, des matériaux traditionnels à des matériaux dit intelligents, ou carrément des constructions intelligentes. Tout ceci dans l'intérêt d'apporter à l'homme un confort optimal dans sa manière de vivre.

1-1 Structures

1-1-1 Introduction

La conception d'une structure est le processus qui, inscrit dans une démarche de projet d'architecture, vise la production d'un schéma structurel qui conduit à une construction stable, peu déformable, résistante, et aussi réalisable.

Il s'agit d'une activité de l'esprit par laquelle on forme des projets, on connait actuellement une grande variété de structures, que ce soit en forme, en matériaux, en résistance et surtout, adapté à chaque fonction .cette variété nous permet d'ouvrir l'esprit vers de nouvelle construction toujours plus surprenante.

1-1-2 Types de structures

a- <u>Structure tridimensionnelle</u>

Permettent de réaliser tous types de géométries, régulières ou non, à modulation carrée, rectangulaire, triangulaire ou autres, en suivant des faisceaux ou des fermes formés avec des barres

Figure 1 « Il Cielo », le nouveau siège d'IGuzzini Espagne[1]

Figure 2. Station de service Aveyron[2]

[1] [1] (office et culture,2016,20 janvier http://www.office-et-culture.fr/architecture/showroom/-il-cielo--le-nouveau-siege-d-iguzzini-espana, s.d.)

[2] (l'innovation,2015.13 novembre,http://www.a-bn.com/?path=catalogue.domaines.details.7, s.d.)

b- Structure à membrane (parois)

Structures architecturales dont la forme est déterminée par la membrane de couverture qui est tendue entre plusieurs points prédéfinis.
Elle se divise en :

- **Structure tendue**

Figure 3. Stade du roi Fahd Riyad, Arabie Saoudite.[3]

- **Structures pneumatiques « gonflable »**

Figure 4. Cube d'eau, centre national de natation PEKIN[4]

Figure 5. Ark Nova salle de concert Pneumatique déplaçable japon[5]

D'autres exemples :

Figure 6. Structures à membrane et tenségrité[6]

Figure 7. Structures à membrane Supportées par treillis[7]

[3] (structura,2015.octobre 16.http://structurae.info/ouvrages/stade-international-du-roi-fahd, s.d.)
[4] (visitbeijin.com,2015,20novembre,http://french.visitbeijing.com.cn/play/sites/n214826191.shtml, s.d.)
[5] (le hiffington post.2015,20novembre,http://www.huffingtonpost.fr/2013/10/01/ark-nova-salle-concert-gonflable_n_4021356.html, s.d.)
[6] (structura,2015,novembre 20,http://structurae.info/ouvrages/batiments-immeubles/structures-a-membrane, s.d.)
[7] (structura,2015,novembre 20,http://structurae.info/ouvrages/batiments-immeubles/structures-a-membrane, s.d.)

Figure 8 : Structures à membrane gonflée supportées par air[8]

Figure 9 : Structures à membrane Supportées par arc(s)[9]

Figure 10 : Structure à membrane supportée supportée par mats[10]

Figure 11 : Structure à membrane par ossature[11]

Figure 12 : Structure à membrane supportée par câble[12]

Dans ce type de structure les membranes travaillent ensembles avec des câbles, des colonnes et d'autres éléments de construction pour trouver une forme.

c- <u>Structure réticulée /plissée</u>

Constitués de parois minces pliées, en règle générales on utilise des éléments plans qui se coupent suivant des arêtes rectilignes.

[8] (structura,2015,novembre 20,http://structurae.info/ouvrages/batiments-immeubles/structures-a-membrane, s.d.)
[9] (structura,2015,novembre 20,http://structurae.info/ouvrages/batiments-immeubles/structures-a-membrane, s.d.)
[10] (structura,2015,novembre 20,http://structurae.info/ouvrages/batiments-immeubles/structures-a-membrane, s.d.)
[11] (structura,2015,novembre 20,http://structurae.info/ouvrages/batiments-immeubles/structures-a-membrane, s.d.)
[12] http://www.lemoniteur.fr/article/l-aeroport-de-toulouse-s-offre-un-origami-de-beton-blanc-6362463

Le but du plissage est de rigidifier la structure dans la direction des arêtes, ce qui permettra par la suite de couvrir de grandes surfaces sans appuis intermédiaires, avec des matériaux tels que le bois, l'acier, l'aluminium ou le béton armé.

Figure 13 : Tablier du viaduc de desserte de l'aéroport de Toulouse France[13]

Figure 14 Chapelle de St-Loup Lausanne Suisse[14]

d- <u>Structure à coque</u>

Tout système porteur déployant une surface à simple ou double courbure formé d'un matériau résistant, ces coques se caractérisent par leurs minceurs par rapport à l'étendue de leurs surfaces et leur résistance vient de leur forme.

Types de coques :

- **Coques sphériques** : engendrées par la rotation d'une courbe plane autour d'un axe vertical donnant ainsi la couverture d'une surface circulaire.

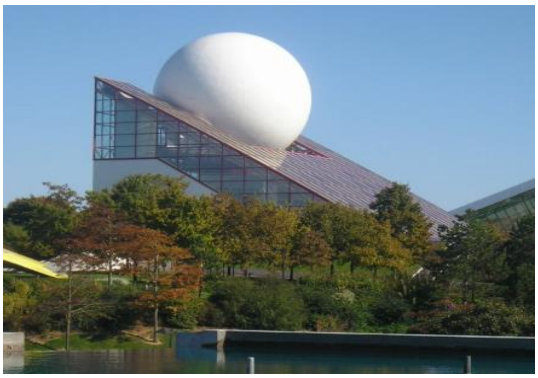


Figure 15 Pavillon du Futuroscope Chasseneuil France[15]

- **Coques elliptiques** : sont rectiligne avec une légère brisure d'alignement

[13] (le moniteur.fr,2015,decembre 2,http://www.lemoniteur.fr/article/l-aeroport-de-toulouse-s-offre-un-origami-de-beton-blanc-6362463, s.d.)
[14] (localarchitecture,2015.decembre 2.http://localarchitecture.ch/fr/projects/chapelle-de-st-loup/, s.d.)
[15] (skyrock,2015,decembre 2,http://futuroscophile.skyrock.com/2.html, s.d.)

Figure 16 Maison individuelle Tokyo Japon[16]

- **Coques à formes libres :** la dorme dépend de la structure, sa conception relève plus du sens de l'intuitif que d'une approche méthodique qui ne correspond à aucune approche géométrique usuelle. Elle se caractérise par une forme aux courbes différentes.

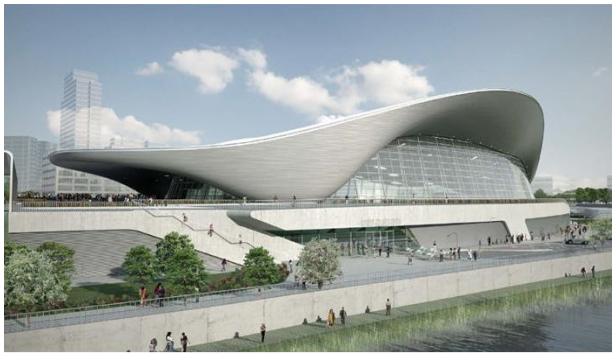


Figure 17 Centre aquatique Londres Zaha Hadid[17]

- **Coques à formes complexes** : ensemble de plusieurs formes combinées de façon quelconque.

Figure 18 Opéra de Sydney Australie[18]

[16] (vintage factory,2015,decembre 20,http://vintagefactoryblog.blogspot.com/p/architecture.html, s.d.)
[17] (londre calling,2015,decembre 2.http://londrescalling.canalblog.com/archives/2010/10/03/19224899.html, s.d.)
[18] (unesco,2015,decembre 2,http://whc.unesco.org/fr/list/166/, s.d.)

e- Structure à câble

Câbles d'acier à haute résistance, utilisés pour les structures de toit. La structure est alors suspendue par des câbles en acier.

Les éléments de suspension sont toujours en tension ➔poids du toit.

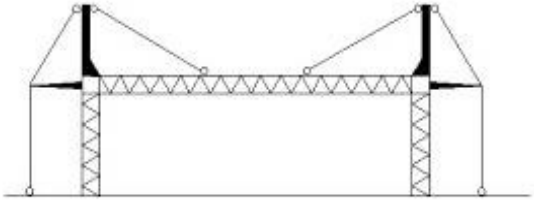


Figure 19 Structure pour un bâtiment[19]

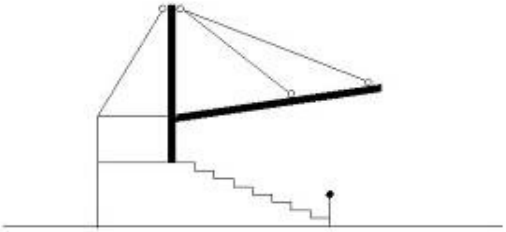


Figure 20 Structure pour des tribunes[20]

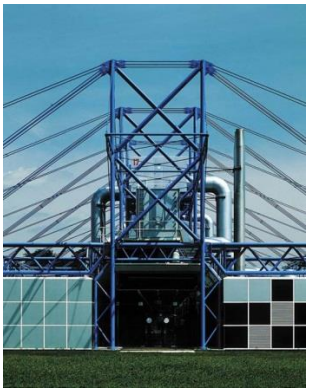


Figure 21 Usine de semi-conducteur Richard Rogers[21]

Figure 22 Centre de technologie Richard Rogers[22]

f- Structure mixte

Une structure mixte doit sa capacité portante à la collaboration structurale entre deux matériaux, et qui exploite les caractéristiques favorables respectives de ces matériaux de façon optimale.

[19] (the constructor,2015,decembre 2,http://theconstructor.org/structural-engg/cable-and-tension-structures-2/419/, s.d.)
[20] Idem
[21] (notey,2015,decembre 2,http://www.notey.com/blogs/richard-rogers, s.d.)
[22] Idem

Figure 23 Poutre et piliers a structure mixte acier/béton[23]

g- Structure courbée

Présente des formes très variées souvent complexes qui peuvent confondre tous les éléments principaux d'une construction, on parle alors d'architecture blob ou liquide.

Figure 24 Centre culturel à Bakou Azerbaïdjan[24]

Figure 25 Musée Guggenheim de Frank Gehry[25]

1-1-3 Tableaux récapitulatif :

Type de structure	définition	Caractéristiques	Sollicitations
Structure tridimensionnelle	Combinaison de plusieurs membres linéaires droits qui aboutit à une forme voulue.	Grande résistance Grandes portées Formes très variées	Compression Traction
Structure à membrane	Couverture tendue entre plusieurs points définis.	Légère Flexibilité des formes Modulable Facilité d'exécution	Traction
Structure réticulée	Parois minces pliées en règle générale on utilise des éléments plans qui se coupent	Résistance par la forme Auto-stable Portée jusqu'à 30 m	Effort de compression,

[23] (archiproducts,2015,decembre 2,http://www.archiproducts.com/fr/produits/9281/poutre-et-pilier-a-structure-mixte-acier-beton-trave-reticolare-ser-sicilferro-torrenovese.html, s.d.)
[24] (lumieres,2015,decembre 2,http://www.lumieresdelaville.net/2014/04/04/azerbaidjian-une-architecture-futuriste-tout-en-courbes-pour-le-nouveau-centre-culturel-de-bakou/, s.d.)
[25] (routard.com,2015,decembre 2,http://www.routard.com/mag_dossiers/id_dm/77/ordre/13.htm, s.d.)

	suivant des arêtes rectilignes.		découle du poids propre
Structure à coque	Surface à simple ou double courbure se caractérise par une forme funiculaire	Mince auto stable➔ Résistance par la forme Portée jusqu'à 60 m	
Structure à câble	Câbles d'acier à haute résistance, utilisées pour les structures de toit. La structure est alors suspendue par des câbles en acier.	Résistance élevé Grande portée	Traction
Structure mixte	collaboration structurale entre deux matériaux	Profiter des avantages de chaque matériau Permettent de nombreuses variations architecturales Temps de construction réduit	
Structure courbée	Construction à forme diverses	Liberté des formes Résistance élevée Grandes portées	Compression Traction

Tableau 1 Tableau récapitulatif des structures

1-1-4 La Structure des bâtiments a grande hauteurs

a- Définition

Constitue un Immeuble de Grande Hauteur, tout corps de bâtiment dont le plancher bas du dernier niveau (PBDN) est situé par rapport au niveau du sol:
À plus de 50 mètres ➔ les immeubles à usage d'habitation
À plus de 28 mètres ➔ les autres immeubles.
Plusieurs classes d'I.G.H. sont répertoriées, ce sont les suivantes :

- 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 dépôts d'archives
- G.H.U. : immeubles à usage sanitaire
- G.H.W.1. : Immeubles à usage de bureaux 28 m < PBDN ≤ 50 m

- G.H.W.2. : Immeubles à usage de bureaux PBDN > 50 m.

Un I.G.H. doit répondre à un ensemble de règles de construction et d'équipement visant à :

- Limiter le plus possible la propagation d'un feu d'un étage à l'autre
- Permettre l'évacuation des occupants.

b- Les mesures règlementaires

La construction

- Isolement entre entité ERP et IGH
- Stabilité du bâtiment (structure et façade)
- Création de compartiments en IGH

Les dégagements

- Création d'escaliers supplémentaires
- Création de SAS entre les compartiments
- Création d'un SAS accès escaliers
- Création de circulations horizontales, communes et protégées
- Création d'issues supplémentaires

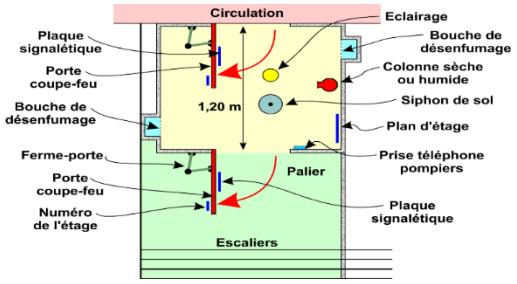


Figure 26 Mesures règlementaires pour la circulation[26]

Le désenfumage

Les installations techniques et d'éclairage

Les moyens de secours

Les mesures de sécurité

Vaincre le feu avant qu'il n'ait atteint une dangereuse extension

- L'IGH doit être divisé en compartiments définis par l'article R.122-10, les parois ne doivent pas permettre le passage du feu en moins de deux heures
- Les matériaux susceptibles de propager le feu sont interdits
- Les matériaux combustibles se trouvant dans chaque compartiment sont limités par la règlementation

[26] Idem

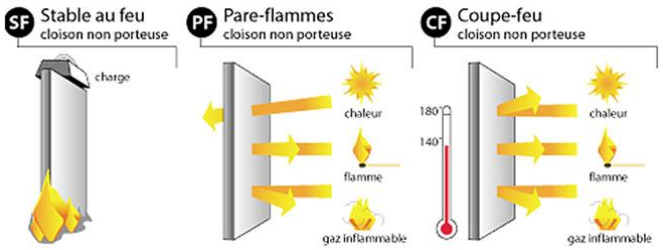


Figure 27 Types de coupe-feu[27]

L'évacuation des occupants

Assurée au moyen de deux escaliers au moins par compartiment

c- Types de structure des bâtiments à grande hauteur

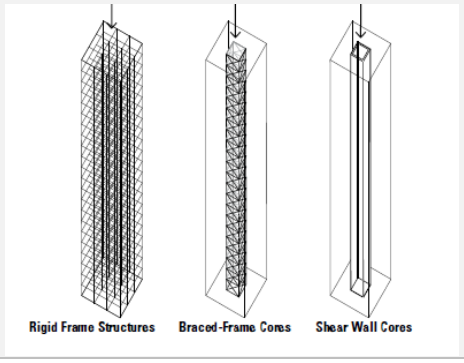
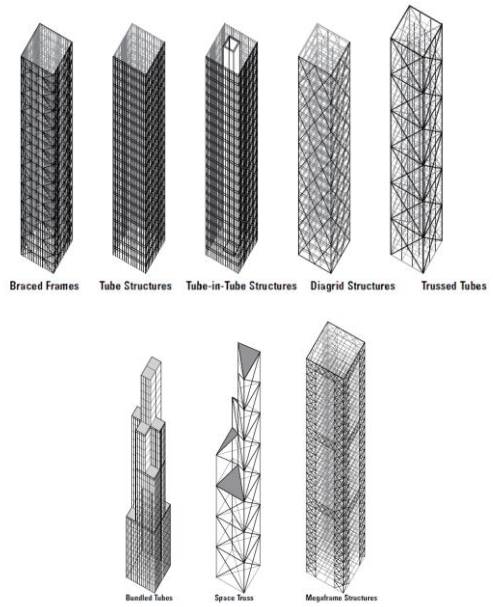
La structure des bâtiments a grande hauteur		
Les structures intérieures	Les structures en trame rigide	
	Noyau central contreventé	
	Noyau central non contreventé	
Les structures extérieures	Système de cadre contreventé	
	Structure en tube	
	Structure tube dans le tube	
	Structure diagrid	
	Structure tubulaire en treillis	
	Tubes groupés	
	Treillis spatiales	
	Megaframe	

Tableau 2 Tableau des types de structure de bâtiments à grande hauteur

[27] Idem

1-2- Matériaux [28]

Introduction

La relation entre l'architecture et les matériaux avait été assez simple jusqu'à la Révolution industrielle. Les matériaux ont été choisis soit pragmatiquement, pour leur utilité et disponibilité, ou pour leurs apparences et qualités ornementales. Mais au court du 19éme siècle cette utilisation a été subordonnée à la fonction et à la forme. Grâce aux avancées en technologies, et matériaux d'ingénierie ces derniers ont progressivement émergé comme fournissant une représentation appropriée d'un bâtiment, à la fois intérieur et extérieur.

1-2-1 Les matériaux intelligents

Un matériau intelligent est sensible, adaptatif et évolutif. Il possède des fonctions qui lui permettent de se comporter comme un capteur, un actionneur ou parfois comme un processeur. Il est capable de modifier spontanément ses propriétés physiques, en réponse à des excitations naturelles ou provoquées venant de l'extérieur ou de l'intérieur du matériau.

a- Types de matériaux intelligents[29]

[28] smart matérials and new technologies for architecture and design professions . (2004, Novembre). (1st Edition). Michelle Addington & Daniel Schodek: Architectural Press,. Consulté le novembre 12, 2015, sur https://bintian.files.wordpress.com/2013/01/smart-materials-new-technologies-for-the-architecture-design-professions.pdf, pp 30

[29] Idem pp 14 à 26

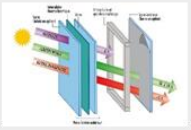
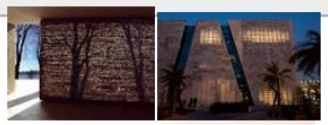
Les matériaux intelligents		
Les matériaux à changement de phase	Le verre photochrome : ses propriétés changent en fonction de la température	
	Le verre thermo chrome : change de couleur lorsqu'il est exposé au soleil	
	Le verre électro chrome : ce vitrage passe d'un état opalin à un état transparent lorsqu'il est polarisé	
Autres matériaux	Béton translucide	
	Aérogel de silice	
	Revêtement régulateur de chaleur	

Tableau 3 Tableau récapitulatif des types de matériaux intelligents

1-2-2 Autres Matériaux

a- Le bois[30]

Le bois est un matériau que les industries de première transformation modifient et amènent sous de multiples formes: bois sciés, lamellés collés, panneaux, ..., il s'emploie soit directement comme matière première, soit pour la réalisation de matériaux dérivés tels que les contreplaqués. Il permet de nombreuses utilisations dans de multiples répertoires.

L'association du bois avec d'autres matériaux[31]

Cette association a de multiple avantage parmi elle l'optimisation technique et économique de la conception tout en lui prodiguant des qualités esthétiques, associées à d'autres matériaux comme :

[30] *l*e site en bois, Le matériau bois "4. Les principaux emplois du bois". (s.d.). Consulté le Novembre 15, 2015, sur le site en bois.net: http://www.site-en-bois.net/fr/dec/bois-ch4.phtml

[31] Intervale architecture bois et nature "Bois et autres matériaux". (2014). Consulté le novembre 15, 2015, sur archi-intervale.fr: http://www.archi-intervale.fr/index.php?id=62

- Le béton qui lui apporte la massivité qui manque parfois aux constructions
- Le métal qui renforce ses caractéristiques mécaniques

Il peut aussi être utilisé comme :

- Ecran acoustique
- Isolant thermique
- Elément de coupe-feu

b- La pierre[32]

La pierre est une ressource minérale naturelle qui a permis de fournir un large panel de matériaux. Chaque gisement de pierre correspond à un volume limité de matériau, répondant à des critères de rentabilité, d'exploitabilité et d'aptitude aux usages pour la construction.

La pierre répond à ces différentes cibles :

- Elle s'inscrit naturellement dans le paysage
- C'est un bon isolant hygrothermique et acoustique
- Elle favorise l'utilisation d'énergies renouvelables et évite l'utilisation de climatiseurs
- Elle nécessite peut d'entretien
- Elle assure un habitat sain et une pérennité du bâtiment
- La pierre et ses déchets sont sans cesse réutilisables
- Les déchets de pierre sont très peu polluants
- Elle est écologique. Elle répond aux nouvelles idées du développement durable. Les différentes étapes de transformation la rendent peu énergivore

c- La brique[33]

La brique de construction est le matériau le plus ancien. Faite de terre argileuse séchée à l'air ou bien cuite au four, la brique peut être pleine ou bien creuse.

Caractéristiques de la brique

Elle assure :

- Une bonne isolation thermique en hiver et préserve la chaleur
- Assure une climatisation naturelle de l'habitat en été.
- Elle régule l'humidité naturelle.
- Ses propriétés deviennent intéressantes si l'on utilise la brique Mono mur

---

[32] David Dessandier, S. S. (2009, Decembre). La revue du BRGM pour une Terre Durable"ville et géologie urbaine". *Geoscience*(10), pp. 8-15. Consulté le Novembre 15, 2015, sur http://www.brgm.fr/sites/default/brgm/publications/revue_geosciences10/files/assets/downloads/revue_geosciences10.pdf

[33] VIDON, X. (s.d.). Déco travaux "Pourquoi choisir la brique comme matériau de construction ?". Consulté le Novembre 16, 2015, sur deco-travaux.com: http://www.deco-travaux.com/maison-individuelle/brique-materiau-construction.html

1-2-3 Les matériaux à haute performance

a- L'Aluminium[34]

L'aluminium est un métal blanc léger et malléable. Recyclable à 100%, l'aluminium est utilisé dans de nombreuses industries telles que des emballages rigides ou souples. Il est beaucoup utilisé dans l'industrie aérospatiale et est très importants pour les secteurs du transport et de la construction où sa faible densité, sa longévité et sa résistance sont nécessaires.

Définition selon batiweb http://www.batiweb.com/dictionnaire/definition/aluminium-127.html

Caractéristique de l'aluminium[35]

- Légèreté
- Résistance mécanique
- Résistance à la corrosion
- Ductilité malléabilité
- Conductivité thermique et électrique
- Recyclable
- Imperméabilité, effet barrière
- Propriétés réfléchissantes

Types d'aluminium [36]

- Inox
- Alliage
- Titane
- Aluminium

b- L'acier[37]

Alliage de fer et de carbone contenant moins de 1,8 % de carbone, susceptible d'acquérir, par traitement mécanique et thermique des propriétés très variées.

Définition selon le Larousse

Caractéristique de l'acier[38]

[34] *batiweb "dictionnaire du Bâtiment et du BTP "*. (s.d.). Consulté le Novembre 15, 2015, sur batiweb.com: http://www.batiweb.com/dictionnaire/definition/aluminium-127.html

[35] *aluminium "Ses propriétés" Découvertes Gallimard. (2003). Consulté le Novembre 15, 2015, sur aluminium.fr: http://www.aluminium.fr/aluminium/proprietes-aluminium*

[36] *classification des alliages d'aluminium "Notice d'information sur l'aluminium 2ème partie". (s.d.). Consulté le Novembre 15, 2015, sur bilibs.be:http://www.bilibs.be/sites/default/files/publicaties/200304_49a11_fiche_dinfo_aluminium_p2_classification.pdf*

[37] *Larousse. (s.d.). Consulté le Novembre 15, 2015, sur Larousse.fr: http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/acier/751*

[38] *Construiracier "ENVIRONNEMENT". (s.d.). Consulté le novembre 15, 2015, sur construiracier.fr: http://www.construiracier.fr/construire-responsable/environnement/*

- Matériau de l'éco-construction

❖ Economie de la ressource, performances environnementales
❖ Evolutivité, déconstruction propre, réhabilitation

- Les propriétés physiques

❖ Résistance à la corrosion
❖ Conductibilité thermique
❖ Conductibilité électrique

- Les propriétés mécaniques

❖ La ténacité
❖ L'élasticité
❖ La malléabilité ou
❖ La ductilité

Types d'acier

- Acier haute résistance à la corrosion
- Acier résistant au feu
- Acier haute performance
-

c- Le plastique[39]

Matière obtenue par association de produits organiques ou synthétiques.

Définition selon l'internaute

Un polymère ou matière plastique est un matériau d'origine organique ou semi-organique. Le plastique est composé d'une répétition d'unités moléculaires simples
Le produit de base de toutes les matières plastiques est principalement le pétrole et ses dérivés. C'est une matière qui peut se déformer sous l'action de la chaleur et/ou de la pression.

Caractéristique du plastique[40]

Les plastiques ont un certain nombre de propriétés vitales qui, exploitées isolément ou ensemble, apportent une contribution notable et croissante à nos besoins en bâtiments et en constructions.

- Durabilité et résistance à la corrosion
- Isolation.
- Faible coût

---

construiracier "LES PROPRIÉTÉS DE L'ACIER". (s.d.). Consulté le Novembre 15, 2015, sur construiracier.fr: http://www.construiracier.fr/tout-sur-lacier/les-proprietes-de-lacier/

[39] *linternaute.com*. (s.d.). Consulté le Novembre 15, 2015, sur linternaute: http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/plastique/

futura-sciences "Plastique". (s.d.). Consulté le Novembre 15, 2015, sur futura-sciences.com: http://www.futura-sciences.com/magazines/matiere/infos/dico/d/chimie-plastique-13438/

[40] *plasticseurope "Bâtiment et construction"*. (s.d.). Consulté le Novembre 15, 2015, sur plasticseurope.fr: http://www.plasticseurope.fr/utilisation-du-plastique/batiment-et-construction.aspx

- Maintenance minimum.
- Hygiène et propreté.
- Ecologie

❖ Faible coût de production,
❖ Leur facilité d'installation
❖ Longue durée de vie.

Types de plastique

- Epoxy
- Polymères
- PVC
- Matières synthétiques

d- Le béton[41]

Le béton est un mélange, en proportions diverses, de granulats de ciment, d'eau, d'additions minérales, souvent d'adjuvants et parfois de fibres.
Il existe deux grandes filières de réalisation des bétons :
Le béton coulé en place, qui provient soit de centrales de béton prêt à l'emploi (B.P.E)
Les produits en béton préfabriqué, éléments composant les structures, poutres, poteaux, éléments de façade, dalles de plancher, les réseaux d'assainissement, etc., qui peuvent être fabriqués de manière industrialisée.

Encyclopédie Universalis

Caractéristique du béton[42]

C'est le matériau de construction le plus utilisé au monde. Ce succès est dû à plusieurs facteurs c'est un matériau :

- Économique, fabriqué à partir de ressources le plus souvent locales
- Résistant
- Durable
- Isolant thermique et phonique
- Mise en œuvre facile
- Propriétés physiques

❖ Poids volumique
❖ Imperméabilité
❖ Résistance aux agents agressifs
❖ Durabilité

[41] Jean-Michel TORRENTI, « BÉTON », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 18 janvier 2016. URL : http://www.universalis.fr/encyclopedie/beton
[42] Jean-Michel TORRENTI, « BÉTON », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 18 janvier 2016. URL : http://www.universalis.fr/encyclopedie/beton/
Pliskin, L. (s.d.). Le béton. Consulté le novembre 15, 2015, sur http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/32774/C%26T_1992_26_58.pdf?sequence=1

- Propriétés mécaniques

❖ Résistance à la compression
❖ Résistance à la traction
❖ Le retrait et le fluage

Types de béton

- Le béton auto plaçant
- Le béton haute performance
- Le béton fibré, ultra haute performance
- Le béton précontraint
- Le béton haute résistance à polymère
- Le béton pouzzolane
- Le béton translucide
- Le béton armé
- Le béton léger

e- Le verre[43]

Le verre est composé de matières premières inorganiques naturelles. Sa surface étant homogène et lisse, c'est un matériau polyvalent, qui satisfait aujourd'hui les exigences de sécurité.
Il peut être utilisé, pratiquement sans restrictions, comme cloison intérieure ou extérieure.

Caractéristique du verre

Matériau fonctionnel, le verre est également un élément de style dans l'architecture. Il amène transparence et lumière dans les bâtiments.

- Facile d'entretien.
- Protège contre les intempéries, de la lumière naturelle ou encore de la chaleur.
- Résistance thermique et mécanique élevée

Le verre doit répondre à deux critères de sécurité:

- Prévenir les blessures en cas de bris
- Assurer la protection contre les chutes depuis les fenêtres, balcons, terrasses, escaliers, etc. situés en hauteur.

Types de verre

- Verre flotté, verre coulé
- Verre armé
- Verre de sécurité trempé (VT)
- Verre de sécurité feuilleté (VF)

[43] *Glastroesch "3 Le verre, matériau de construction"*. (s.d.). Consulté le novembre 15, 2015, sur glastroesch.ch: https://www.glastroesch.ch/fileadmin/content/images/service/glas-und-praxis/glas-und-praxis_fr_kapitel-03.pdf
Brochure technique "Le verre dans l'architecture". (2010). Berne. Consulté le novembre 20, 2015, sur http://www.bfu.ch/sites/assets/Shop/bfu_2.006.02_Le%20verre%20dans%20l'architecture.pdf

- Verre partiellement précontraint (VPP)
- Briques en verre
- Verre chimiquement précontraint
- Vitrages sur lesquels on peut marcher
- Les escaliers

1-3 Les énergies renouvelables [44]

Introduction

Toutes les sociétés ont besoins de services énergétiques pour répondre aux besoins fondamentaux de l'homme (éclairage, confort, cuisson des aliments, mobilité, communication, etc.), dans le but d'un développement durable et d'une prestation énergétique sans impact sur l'environnement, par l'utilisation de solution répondant à la demande mondiale telles que la conservation de l'énergie et l'amélioration du rendement énergétique, tout en contribuant au développement économique et social, et à l'accès sûr et peu coûteux à l'énergie.

1-3-1 Type d'énergie renouvelable

a- <u>La bioénergie</u>

Appliquée aux énergies, la biomasse correspond à la totalité des masses de matières organiques d'origine vivante à visée énergétique.

Grâce à divers procédés, ces matières premières peuvent être utilisées directement pour produire de l'électricité ou de la chaleur ou indirectement pour obtenir des combustibles gazeux, liquides ou solides.

Figure 28 Les sources de la biomasse[45]

[44] Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement climatique (PIK), 2. G. (2011). SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE. (M. M. Stock, Éd.) Consulté le novembre 20, 2015, sur https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_fr.pdf

[45] Kostaraki, A. (2013, mars 26). Bio-ressources : le blog "La renaissance de la filière de la biomasse en France: La double valorisation du biométhane et le nouvel outil de GRT-gaz". Consulté le novembre 21, 2015, sur http://blog.bio-ressources.com/: http://blog.bio-ressources.com/energies/renouvelables/la-renaissance-de-la-filiere-de-la-biomasse-en-france-la-double-valorisation-du-biomethane-et-le-nouvel-outil-de-grt-gaz/

Caractéristiques de la bioénergie

La biomasse traditionnelle à faible efficacité telle que le bois, la paille, les déjections animales et le fumier est utilisée pour la cuisson des aliments, l'éclairage et le chauffage. Cette biomasse est surtout brûlée, ce qui a des incidences très néfastes sur la santé et les conditions de vie.

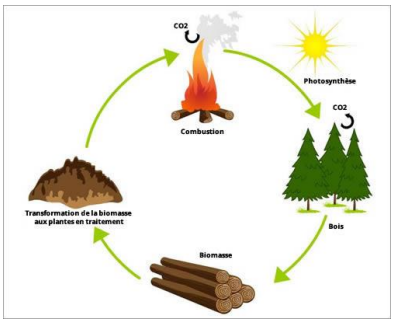


Figure 29 Le cycle de transformation de la biomasse[46]

La bioénergie moderne à haute efficacité elle a recourt à des solides, des liquides, et des gaz(dérivés de la biomasse et surtout le méthane) plus commodes comme vecteurs d'énergie secondaire en vue de produire de la chaleur, de l'électricité, et des carburants pour divers secteurs. Comme exemple le système de chauffage urbain.

Les technologies bioénergétiques

- Les chaudières de petite ou grande capacité
- Les systèmes de chauffage domestique à base de granulés
- La production d'éthanol à partir de sucre ou d'amidon.

} Technologies disponibles dans le commerce et dont la technique est au

- Les modernes centrales intégrées gazéification/cycle mixte à biomasse
- Les carburants à base de lignocellulose

} Technologies encore au stade pré-commercial.

- Les biocombustibles liquides à partir d'algues et certaines autres techniques de transformation biologique.

} Technologies au stade de la recherche-développement.

Ces technologies ont des applications dans des cadres centralisés ou décentralisés.

[46] *docenariosostenible "les énergies renouvelables"*. (s.d.). Consulté le novembre 21, 2015, sur docenariosostenible.com: http://www.docenariosostenible.com/energias.htm

La biomasse traditionnelle est l'application actuelle la plus répandue

b- Énergie solaire directe

L'expression «énergie solaire directe» fait référence aux technologies ÉR qui tirent directement leur énergie du soleil. Certaines technologies renouvelables, telles que l'énergie éolienne et l'énergie thermique des océans, qui utilisent l'énergie solaire après qu'elle ait été absorbée sur la Terre et convertie en d'autres formes d'énergie.

Caractéristiques de l'énergie solaire directe

Solaire thermique la principale composante d'un système solaire thermique actif est le capteur solaire.

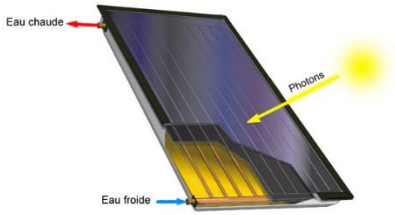


Figure 30. Fonctionnement d'un capteur solaire[47]

Production d'électricité photovoltaïque par conversion directe de la lumière solaire en électricité à l'aide de piles photovoltaïques

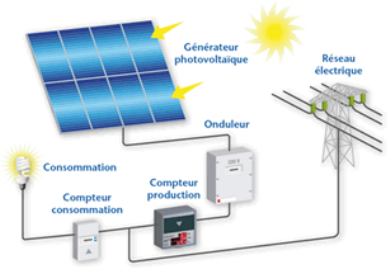


Figure 31 Système de production d'électricité photovoltaïque[48]

Production d'électricité par concentration d'énergie solaire (CES) ou solaire Thermodynamique, qui fait appel à la concentration, afin d'alimenter des moteurs thermiques et des générateurs électriques.

[47] *arkitekto "EXPERTISE SOLAIRE"*. (s.d.). Consulté le novembre 21, 2015, sur arkitekto.net: http://www.arkitekto.net/P2_solaire.htm

[48] g*roupe-balas "La production d'énergie photovoltaïque en toiture"*. (s.d.). Consulté le novembre 21, 2015, sur groupe-balas.com: http://www.groupe-balas.com/plomberie-salles-de-bains/dossier-eau-chaude-sanitaire-solaire/la-production-d-energie-photovoltaique-en-toiture-M374-D4.html

Figure 32 Production d'électricité par concentration d'énergie solaire[49]

Production de combustibles solaires qui utilisent l'énergie solaire pour produire des combustibles utiles

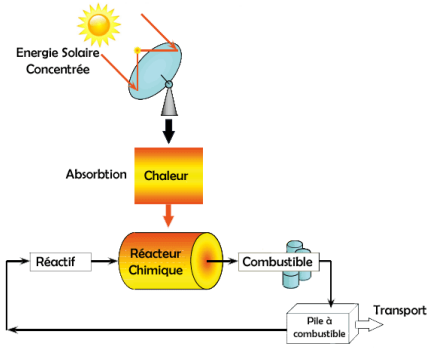


Figure 33 Système de production de combustible solaire[50]

Les technologies solaires directes

- le chauffage actif
- le chauffage passif des bâtiments,
- la production d'eau chaude solaire à des fins domestiques et commerciales,
- le chauffage des piscines
- la production de chaleur à usage Industriel
- Production d'eau chaude sanitaire
- Système de chauffage par plancher solaire directe
- Panneaux photovoltaïques
- des systèmes énergétiques centralisés ou décentralisés
- le solaire photovoltaïque à base de plaquettes de silicium.

c- Énergie géothermique

Les ressources géothermiques consistent en l'énergie thermique provenant de l'intérieur de la Terre et stockée dans les roches, dans la vapeur piégée ou l'eau liquide.

[49] *la-clau "La centrale thermodynamique de Llo sera-t-elle utile ?"*. (2015, novembre 09). Consulté le novembre 21, 2015, sur la-clau.net: http://www.la-clau.net/info/la-centrale-thermodynamique-de-llo-sera-t-elle-inutile-11101

[50] *plateformeco "L'Energie Solaire Thermique et Solaire Thermodynamique"*. (s.d.). Consulté le novembre 21, 2015, sur plateformeco.com: http://plateformeco.com/?page_id=1172

Elles sont utilisées pour produire de l'énergie électrique dans des centrales thermiques ou pour d'autres applications domestiques et agro-industrielles nécessitant de la chaleur ainsi que pour la production combinée de chaleur et d'électricité (cogénération).

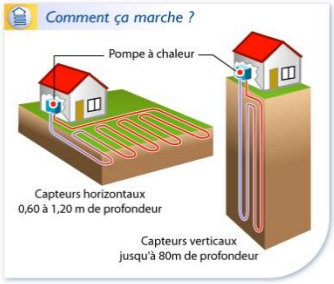


Figure 34 Système de production d'énergie thermique[51]

Caractéristiques de l'énergie géothermique

La géothermie à basse énergie: elle utilise directement la chaleur du sous-sol, et permet d'alimenter des systèmes de chauffage, soit de maisons individuelles, d'immeubles …

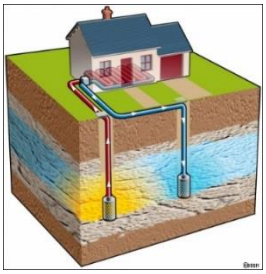


Figure 35 La géothermie à basse énergie[52]

La géothermie à très basse énergie: elle est utilisée dans de petites installations, qui peuvent être mises en place au niveau d'un quartier ou d'une maison individuelle.

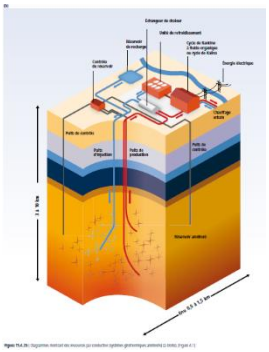


Figure 36 La géothermie à très basse énergie[53]

[51] Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement climatique (PIK), 2. G. (2011). SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE. (M. M. Stock, Éd.) Consulté le novembre 20, 2015, sur https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_fr.pdf pp 75

[52] devis-plus "Une nouvelle dynamique pour les pompes à chaleur de type géothermie". (2015, juillet 12). Consulté le novembre 20, 2015, sur http://les-cles-de-la-maison.devis-plus.com/: http://les-cles-de-la-maison.devis-plus.com/nouvelle-dynamique-geothermie/

[53] *valchauffage "Aérothermie et géothermie"*. (s.d.). Consulté le novembre 21, 2015, sur valchauffage.fr:

La géothermie à haute énergie elle est utilisée dans des centrales spécifiques pour produire de l'électricité.

Technologies géothermiques

- Le puits canadien
- Le puits provençal

} Le chauffage

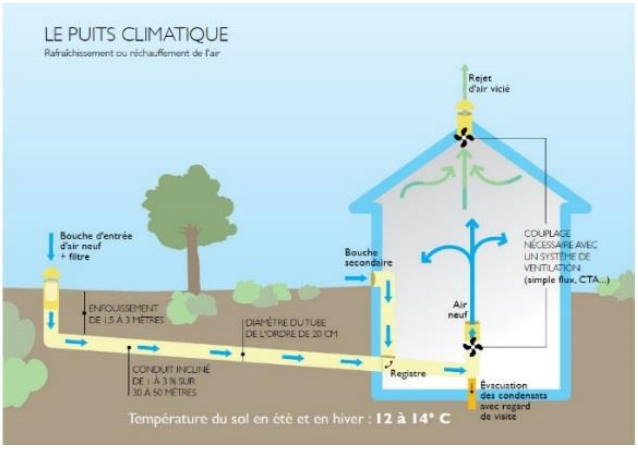


Figure 37 Système de fonctionnement d'un puits canadien[54]

- Les pompes à chaleurs

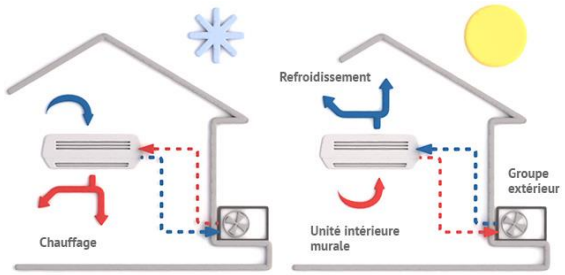


Figure 38 Système de fonctionnement d'une pompe à chaleur air-air[55]

http://www.valchauffage.fr/installation-aerothermie-geothermie-torcy-montevrain/

[54] *vmc-france "Le puits canadien"*. (s.d.). Consulté le novembre 21, 2015, sur vmc-france.com: http://www.vmc-france.com/puits-canadien/

[55] *ecosol "Pompes à chaleur"*. (s.d.). Consulté le novembre 21, 2015, sur ecosol93.fr: http://www.ecosol93.fr/pompes_chaleur.php

- Les capteurs thermiques
- Les Centrales géothermiques en zone volcanique

} L'électricité

d- Énergie hydroélectrique

L'énergie hydroélectrique est une énergie renouvelable où la puissance provient de l'énergie de l'eau. Il s'agit d'une technique maîtrisée, prévisible et compétitive sur le plan des coûts. Qui permet la production d'électricité de façon centralisée.

Caractéristique de l'hydroélectrique

- les centrales d'éclusées ou au fil de l'eau
- les centrales à réservoir
- les centrales à réserve pompée

Technologie hydroélectrique

- Barrage hydroélectrique

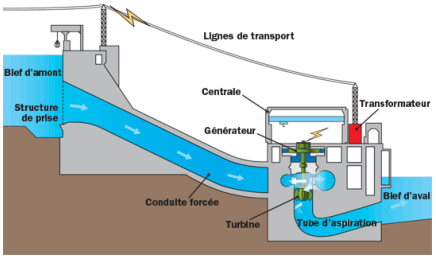


Figure 39 Schéma hydroélectrique d'un barrage[56]

e- Énergie marine

Provient de l'énergie potentielle, cinétique, thermique et chimique de l'eau de mer, qui peut servir à produire de l'électricité, de l'énergie thermique ou de l'eau potable.

Caractéristique de l'énergie marine

- Énergie des vagues
- Amplitude de marée (hauteur de la marée)
- Courants de marée
- Courants océaniques
- Énergie thermique des mers (ETM)
- Gradients de salinité (énergie osmotique)

[56] *lenergiehydraulique "Comment se forme-t-elle ?"*. (s.d.). Consulté le novembre 21, 2015, sur lenergiehydraulique.e-monsite.com: http://lenergiehydraulique.e-monsite.com/pages/comment-se-forme-t-elle.html

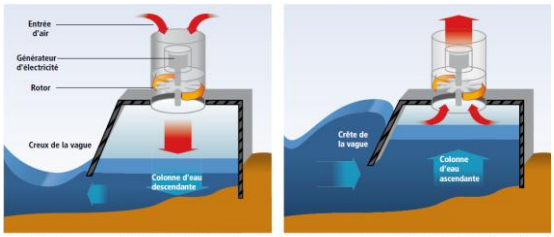


Figure TS.6.2a/b | Type de convertisseur d'énergie des vagues et son mode de fonctionnement: système à colonne d'eau oscillante: [Figure 6.6] (conception du National Renewable Energy Laboratory (NREL)).

Figure 40. Schéma de production d'énergie marine[57]

Technologies marines

- Les centrales marémotrices
- Les turbines sous-marines
- Les échangeurs de chaleur

- Les technologies océaniques

} Sont au stade de la démonstration et de projet pilote

f- Énergie éolienne

L'énergie éolienne est utilisée depuis des millénaires dans une vaste gamme d'applications pour la produire d'électricité, et l'atténuation des changements climatiques. À partir de grandes éoliennes raccordées au réseau, mises en place soit à terre, soit sur l'eau en mer ou en eau douce.

Caractéristiques de l'énergie éolienne

- Éolienne à axe horizontale
- Éolienne à axe verticale

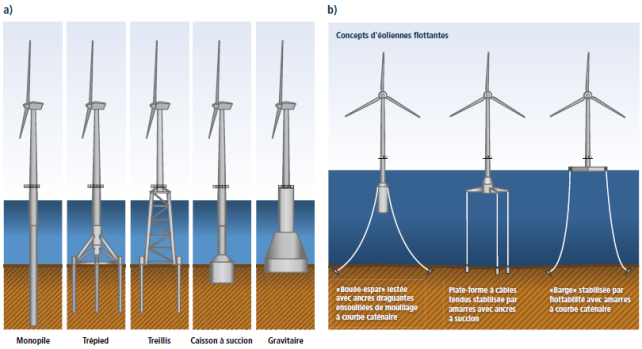


Figure TS.7.4 | Concepts de fondations pour éoliennes au large des côtes: a) concepts à court terme et b) concepts d'éoliennes flottantes au large des côtes. [Figure 7.19]

Figure 41 Concepts de fondation pour éoliennes au large des côtes[58]

[57] Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement climatique (PIK), 2. G. (2011). SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE. (M. M. Stock, Éd.) Consulté le novembre 20, 2015, sur https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_fr.pdf , pp90

[58] Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement climatique (PIK), 2. G. (2011). SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE. (M. M. Stock, Éd.) Consulté le novembre 20, 2015, sur https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_fr.pdf pp 101

1-4 Confort[59]

Introduction

Les constructions actuelles ont beaucoup évoluées et les principes fondamentaux ont suivis, même si l'aspect d'un bâtiment est important, son confort l'est encore d'avantage, on s'intéresse alors à l'acoustique, la thermique ou encore au visuel, tous ses paramètre qui assurent le bon fonctionnement d'un bâtiment seront le fer lance de la dynamique architecturale.

1-4-1 Confort acoustique

a- <u>Isolation acoustique :</u> a pour but d'empêcher le bruit de passer à travers une paroi en minimisant l'énergie transmise.

b- <u>Echelle du bruit « normes »</u>

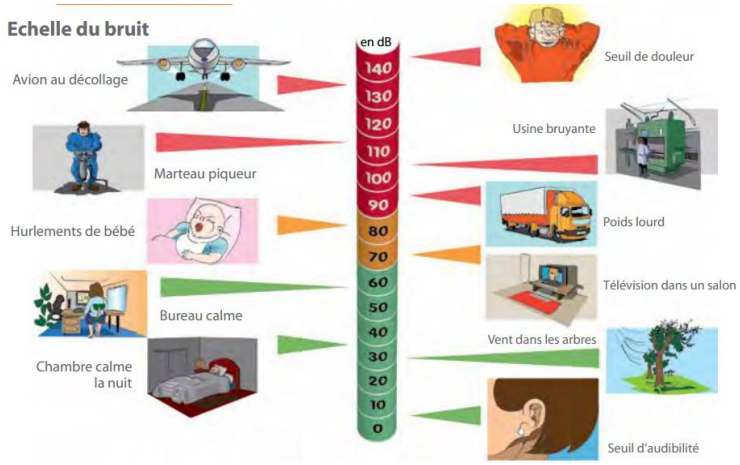


Figure 42 Echelle du bruit

c- <u>Les principes de l'isolation acoustique</u>

Trois principes de base sont applicables en matière d'isolation acoustique :
Principe de masse : Plus le matériau est lourd, mieux le logement est isolé.
Principe masse-ressort-masse : Pour alléger la paroi, on peut combiner certains matériaux. Dans ce cas, deux masses (deux demi-parois) sont séparées par un ressort (un espace intermédiaire, air ou un matériau absorbant).
Principe d'étanchéité : Là où l'air passe, le bruit passe. En l'occurrence, les enjeux de l'isolation acoustique sont ceux de l'isolation thermique.

d- <u>Correction acoustique</u>

- Matériau Absorbant
- Panneau fléchissant

[59] (bruxelle environnement,info fiche batiment durable,juillet 2010)

- Résonateur

e- <u>Tableau caractéristiques des matériaux</u>

Type de matériaux	Matériaux isolants
Matériaux de maçonnerie	Bloc de béton cellulaire Bloc de silico calcaire
Matériaux de parachèvement	Plaques de fibre de bois Plaque de fibro-platre Plaque en carton plâtre
Matériaux d'isolation	Laine de verre, roche, de mouton, de plume. Laine de chanvre et lin Polyester Cellulose soufflée Panneau de fibre en bois
Matériaux résilients	Plaque de liège aggloméré Feutre de cellulose lin Feutre de chanvre Panneaux poreux en cellulose Perlite expansée Mousse en caoutchouc Mousse synthétique
Matériaux d'absorption acoustique	Plaque en liège aggloméré Panneau poreux en cellulose

Tableau 4 Tableau des caractéristiques des matériaux

1-4-2 Confort thermique

1. **<u>Isolation thermique :</u>** a pour but d'assurer un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique.
2. **<u>Températures idéales « normes »</u>**

Type de bâtiment ou d'espace	Température opérative	
	chauffage « hiver »	rafraichissement « été »
Lieux de vie	20°C	26°C
Lieux secondaires « circulation rangement,… »	16°C	16°C

Tableau 5 Tableau des températures idéales pour l'isolation thermique

3. **<u>Confort été/hiver</u>**

Confort thermique en été		Confort thermique en hiver	
Limiter les apports solaires	-vitrage a contrôle solaire -Protections solaires	Niveau d'humidité de l'air	-d'humidité relative : 40 à 60% pour un confort optimal
Limiter les apports internes	-Limiter les apports thermiques dus à l'éclairage artificiel -Limiter les apports thermiques dus à la bureautique	Vitesse et T° de l'air	-Choix des bouches de ventilation
Assurer un refroidissement par ventilation naturelle	-fenêtres - grilles - ventelles	Paroi froide	matériaux Isolants double vitrage

Tableau 6 Tableau confort hiver/été « isolation thermique »

4. Matériaux isolants

Matériaux	Utilisation
Laine de bois **Laine de chanvre** **Laine de roche** **Laine de verre** **Lin** **Liège** **Mousse de polyuréthane** **Ouate de cellulose** **Polyester expansé /extrudé**	Plancher, murs et toiture
Verre cellulaire	Murs, toiture et fondation
Ouate de polyester	Toiture
Laine de mouton	Plancher et toiture
Fibre de bois	murs et toiture
Laine de coton	Plancher et mur
Verre associé au gel de silice	Fenêtre

Tableau 7 Tableau des types de matériaux isolants

1-4-3 Confort visuelle « éclairage »

Sensation de satisfaction et de bien-être par rapport à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière

a- Stratégies du confort visuel

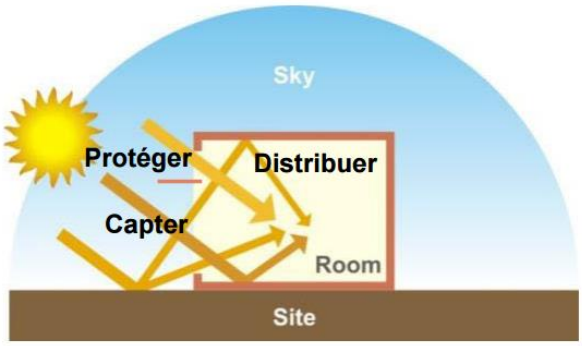


Figure 43 Utilisation de la lumière naturelle

1-4-4 Ventilation

En s'appuyant sur tous ces principes d'isolation le renouvellement de l'air devient très complexe, et c'est pour cela qu'une solution en matière de ventilation est inévitable, les solutions disponibles en matière de ventilation ont considérablement évolué, pour aboutir aujourd'hui à différentes techniques de ventilation

a- Systèmes de ventilation

	Types		Utilisations	Avantages
La ventilation	La ventilation mécanique contrôlée	Simple flux	Contrôler l'extraction OU introduction de l'air de façon mécanique	Débit d'air contrôlé L'air filtré
		Double flux	Contrôler l'extraction ET introduction de l'air de façon mécanique Toutes les conduites donnent vers une seule sortie d'aire	-limite les déperditions de chaleur. -En hiver récupère les calories pour préchauffer l'air entrant a partir de l'air extrait, et inversement l'été -Economie de chauffage -Confort thermique
	La ventilation mécanique répartie VMR		Chaque pièce a une sortie d'air	Le circuit d'extraction est plus court➔ Economie d'énergie

Tableau 8 Tableau des systèmes de ventilation

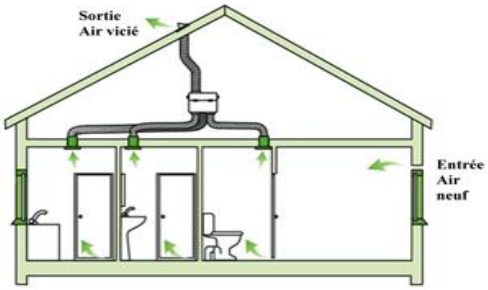


Figure 44 VMC simple flux

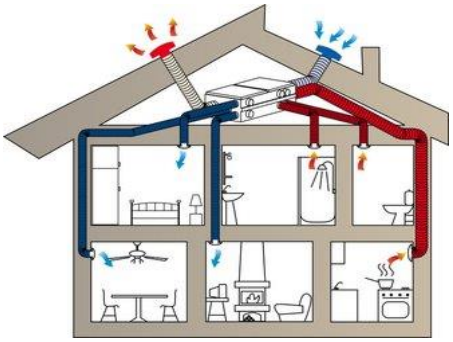


Figure 45 VMC double flux

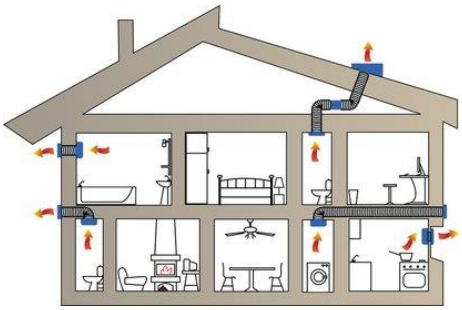


Figure 46 Ventilation mécanique répartie

Conclusion

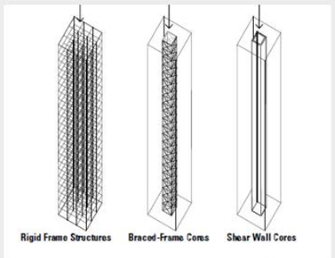
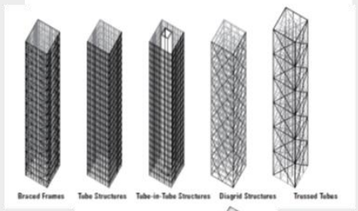
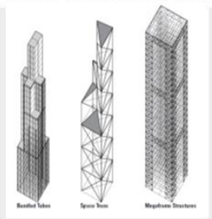
Après avoir étudié les avancées technologiques dans le bâtiment et montré leurs importances, on remarque que ces dernières deviennent indispensable à nos constructions et sont des éléments à part entière dans l'édification architecturale, d'où la nécessité d'une utilisation efficiente et intelligente dans notre quotidien.

Tableau récapitulatif des différents types de technologies en architecture

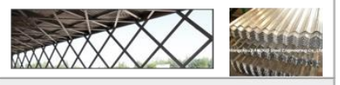
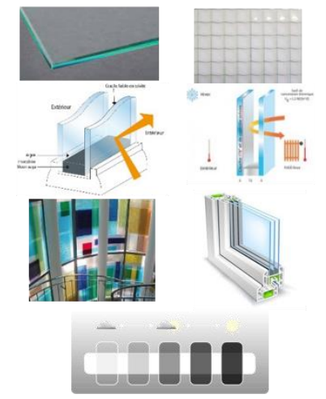
Les structures

	Type de structure		Caractéristiques	Illustrations
	Les structures à fermes	Structure tridimensionnelle	15-120 m	
		Structure à ferme courbe	Jusqu'à 130 m	
	Les structures tendues	Structure a membrane	Jusqu'à 200 m	
		Structure à câble	Jusqu'à 500 m	
	Structure réticulée (plissée)		Portée jusqu'à 30 m	
	Les structures a coque	Structure a coque sphérique	Jusqu'à 150 m	
		Structure à coque elliptique		
		À forme libre, ou complexe		
	Structure mixte			
	Structure courbée			

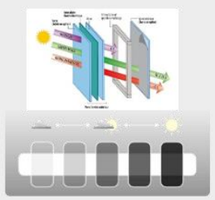
La structure des bâtiments a grande hauteur

Les structures intérieures	Les structures en trame rigide	
	Noyau centrale contreventé	
	Noyau centrale non contreventé	
Les structures extérieures	Système de cadre contreventé	
	Structure en tube	
	Structure tube dans le tube	
	Structure diagrid	
	Structure tubulaire en treillis	
	Tubes groupés	
	Treillis spatiales	
	Megaframe	

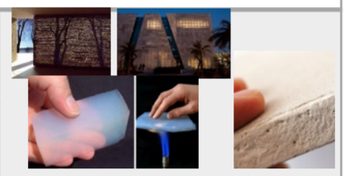
Les matériaux à hautes performances

Types		Illustration
L'aluminium	L'Inox	
	Alliage	
	Titanium	
	L'aluminium	
Les aciers	L'acier résistant à la corrosion	
	L'acier résistant au feu	
	L'acier à haute performance	
Le plastique	L'epoxy	
	Les polymères	
	Le PVC	
	Les matériaux synthétiques	
Le béton	Le béton auto plaçant	
	Le béton haute performance	
	Le béton fibré, ultra haute performance	
	Le béton précontraint	
	Le béton haute résistance a polymère	
	Le béton pouzzolane	
	le béton translucide	
Le verre	Le verre flotté	
	Le verre décoratif armé	
	Le verre céramique	
	Le verre feuilleté	
	Le verre a faible émissivité	
	Le verre réfléchissant	
	Le verre teinté	
	Le double triple vitrage	
	Le verre photochromique	
	Le verre de sécurité	

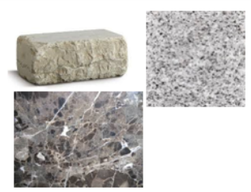
Les matériaux intelligents

Les matériaux à changement de phase	Le verre photochrome : ses propriétés changent en fonction de la température	
	Le verre thermo chrome : change de couleur lorsqu'il est exposé au soleil	
	Le verre électro chrome : ce vitrage passe d'un état opalin à un état transparent lorsqu'il est polarisé	

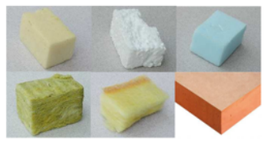
Les matériaux intelligents

Autres matériaux intelligents	Béton translucide	
	Aérogel de silice	
	Revêtement régulateur de chaleur	

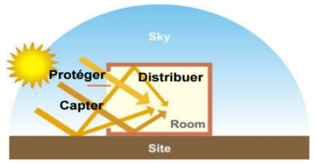
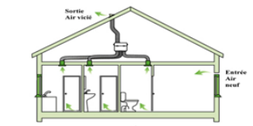
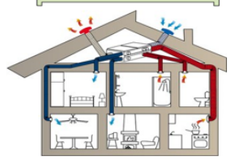
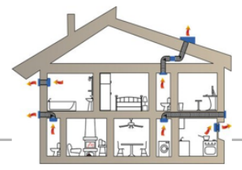
Autres Matériaux

Types			Illustrations
	Les panneaux en bois massifs	Panneau en bois laminé	
		panneau en bois massif	
		Poutre en bois bombées	
		Panneau en bois acoustique	
		Les panneaux sandwichs	
		Les panneaux de grandes particules orientées	
		Les panneaux de particule de bois orientés	
	Les contreplaqués	Panneau en bois mélaminé	
		Panneau contreplaqué	
	Aggloméré, MDF	Panneau en bois ignifugé	
		Panneau en fibre de bois	
		Panneau en bois MDF	
	Le marbre		
	L'ardoise		
	Bloque de pierre naturelle		
	Granit		
	Bloc de pierre naturelle		
	La brique perforée		
	La brique pleine		
	La brique de forme		
	La brique murale		
	La brique isolante mono mur		

Le confort

	Matériaux	Types	Illustrations
Le confort acoustique	Matériaux de maçonnerie	Bloc en béton cellulaire	
		Bloc silico-calcaire	
	Matériaux de parachèvement	Plaque de fibre en bois	
		Plaque en fibro-plâtre	
		Plaque en carton plâtre	
	Matériaux d'isolation	Laine de verre, roche, de mouton, de plume.	
		Laine de chanvre et lin	
		Polyptère	
		Cellulose soufflé	
		Panneau de fibre en bois	
	Matériaux résilients	Plaque de liège aggloméré	
		Feutre de cellulose lin	
		Feutre de chanvre	
		Panneaux poreux en cellulose	
		Perlite expansée	
		Mousse en caoutchouc, mousse synthétique	
	Matériaux d'absorption acoustique	Plaque en liège aggloméré	
		Panneaux poreux en cellulose	
Le confort thermique	Laine de bois Laine de chanvre Laine de roche Laine de verre Lin Liège Mousse de polyuréthane Ouate de cellulose Polyester expansé /extrudé	Plancher, mur, et toiture	
	Verre cellulaire	Murs, toiture et fondation	
	Ouate de polyester	Toiture	
	Laine de mouton	Plancher et toiture	
	Fibre de bois	murs et toiture	
	Laine de coton	Plancher et mur	
	Verre associé au gel de silice	Fenêtre	

Le confort

Le confort visuel	Paramètres influençant la répartition de la lumière				Illustration
	Site	Masques	Éléments naturels	Elément naturels	
			Bâtiments environnants		
	Bâtiment	Ouvertures	Taille	Dépendent de l'apport en lumière souhaité	
			Forme		
			Position des ouvertures		
			Protection	Protection extérieur • Eléments architecturaux • Les brise-soleil • Stores • Lamelles	
				Protection intérieur Stores	
				Protection intégré au vitrage Films	
		Forme		La forme du bâtiment y est pour beaucoup dans l'apporte de lumière extérieur	
	Types		Utilisations	Avantages	Illustrations
La ventilation	La ventilation mécanique contrôlée	Simple flux	Contrôler l'extraction OU introduction de l'air de façon mécanique	Débit d'air contrôlé L'air filtré	
		Double flux	Contrôler l'extraction ET introduction de l'air de façon mécanique Toutes les conduites donnent vers une seule sortie d'aire	-limite les déperditions de chaleur. -En hiver récupère les calories pour préchauffer l'air entrant a partir de l'air extrait, et inversement l'été -Economie de chauffage -Confort thermique	
	La ventilation mécanique répartie VMR		Chaque pièce a une sortie d'air	Le circuit d'extraction est plus court➔ Economie d'énergie	

Technologie des énergies renouvelables

Type d'énergie	Types	Exemples de technologies
bioénergie	La biomasse traditionnelle à faible efficacité La bioénergie moderne à haute efficacité recourt à des solides des liquides et des gaz	Les technologies bioénergétiques • Les chaudières de petite ou grande capacité • Les systèmes de chauffage domestique à base de granulés • La production d'éthanol à partir de sucre ou d'amidon. • Les modernes centrales intégrées gazéification/cycle mixte à biomasse • Les carburants à base de lignocellulose • Les biocombustibles liquides à partir d'algues et certaines autres techniques de transformation biologique.
Énergie solaire directe	Solaire thermique Production d'électricité photovoltaïque Production d'électricité par concentration d'énergie solaire (CES) ou solaire Thermodynamique , Production de combustibles solaires	• le chauffage actif • le chauffage passif des bâtiments, • la production d'eau chaude solaire à des fins domestiques et commerciales, • le chauffage des piscines • la production de chaleur à usage Industriel • Production d'eau chaude sanitaire • Système de chauffage par plancher solaire directe • Panneaux photovoltaïques • des systèmes énergétiques centralisés ou décentralisés • le solaire photovoltaïque à base de plaquettes de silicium
Énergie éolienne	Éolienne a axe horizontale Éolienne a axe verticale	
Énergie hydroélectri-que	les centrales d'éclusées ou au fil de l'eau les centrales à réservoir les centrales à réserve pompée	• Barrage hydroélectrique

Technologie des énergies renouvelables		
Type d'énergie	Types	Exemples de technologies
Énergie marine	Énergie des vagues Amplitude de marée (hauteur de la marée) Courants de marée Courants océaniques Énergie thermique des mers (ETM) Gradients de salinité (énergie osmotique)	• Les centrales marémotrices • Les turbines sous marines • Les échangeurs de chaleur • Les technologies océaniques
Énergie géothermique	La géothermie à basse énergie la géothermie à très basse énergie: la géothermie à haute énergie	• Le puits canadien • Le puits provençal • Les pompes a chaleurs • Les capteurs thermiques • Les Centrales géothermiques en zone volcanique

Technologie des énergies renouvelables					
Électricité		Chauffage		Carburants	
	1.Cocombustion 2. Production combinée à petite échelle de chaleur et d'électricité (moteur à combustion interne alimenté par gazéification) 3. Chargeur direct spécialisé et production combinée 4. Production combinée à petite échelle de chaleur et d'électricité (turbine à vapeur) 5. Production combinée à petite échelle de chaleur et d'électricité (cycle organique de Rankine)		1. Production combinée de chaleur et d'électricité à partir de déchets urbains solides 2. Production combinée de chaleur et d'électricité par digestion anaérobie 3. Production combinée de chaleur et d'électricité par turbine à vapeur 4. Système de chauffage par granulés		1. Éthanol de maïs 2. Bio gazole de soja 3. Éthanol de blé 4. Éthanol de canne à sucre 5. Bio gazole d'huile de palme
	1. Solaire thermodynamique 2. Système photovoltaïque à fins commerciales (un seul axe et panneaux fixes) 3. Système photovoltaïque commercial pour toiture 4. Système photovoltaïque résidentiel pour toiture		1. Systèmes de production d'eau chaude dans les foyers chinois 2. Chauffage de l'eau et des espaces		
	1. Centrale flash à condensation 2. Centrale à cycle binaire		1. Serres 2. Bassins d'aquaculture non couverts 3. Chauffage urbain 4. Pompes à chaleur géothermiques 5. Chauffage géothermique d'immeubles		
	1. Tous types				
	1. Usine marémotrice				
	1. Terrestre 2. Au large des côtes				

2- CHAPITRE II : DEFINITIONS SEMANTIQUES LIEES A LA MOSQUEE ET THEMATIQUE

Introduction

« L'architecture islamique est, de par le monde, la « trace indéniable et indélébile » de la grandeur de la civilisation musulmane »[60]

Djaâfar Abdeslam, secrétaire général de la Ligue des universités islamique,

Parmi les différentes civilisations qu'a connues le monde, La civilisation islamique fait partie de celle qui s'illustre par une architecture très riche et diversifiée. Du Maghreb à l'Asie, de l'Espagne à l'Afrique. Cette architecture a permis la construction de mosquée comme espace de rassemblement et de réunion de tous les croyants appelés à prier.[61]

2-1 Introduction à l'architecture islamique

Comme la plupart des religions du monde, l'évolution de l'islam a eu un impact significatif sur les différentes civilisations islamiques, qui le considéraient comme une religion et une institution sociale.
L'islam est apparu en Arabie au VIIème siècle, avec l'apparition du prophète Mahomet SAW, et s'est propagé à travers l'ancien monde. Ou tous les pays conquis ont reçu la même foi et ont vu fleurir une civilisation et un art islamique. Qui se caractérise par un style propre aux valeurs et aux principes religieux, et des composantes distinctifs bien spécifiques.[62]III-Types de lieux de cultes

La mosquée	Une mosquée est un lieu de culte où se rassemblent les musulmans pour les prières communes
La medersa	Médersa, ou madrassa, est le terme arabe désignant une école, qu'elle soit laïque ou religieuse. Elle désigne aussi une université théologique musulmane, cependant, c'est principalement un lieu où l'on étudie : ➢ le droit, basé sur la Charia. ➢ Elles enseignent un ou plusieurs des quatre rites orthodoxes (hanafite, chaféite, malékite et hanbalite). ➢ Philologie, la linguistique arabe.

[60] *Djaâfar Abdeslam, secrétaire général de la Ligue des universités islamique,* Rédaction. (10/06/2014). l'architecture islamique . *lumières de la ville* . http://www.lumieresdelaville.net/2014/06/10/larchitecture-islamique

[61] islam, f. (s.d.). *fleurislam "Introduction à l'Architecture Islamique"*. Consulté le Octobre 12, 2015, sur fleurislam.net: http://www.fleurislam.net/media/doc/arts/txt_archi.html

[62] *larousse "mosquée" édifice cultuel de l'islam*. (s.d.). Consulté le Octobre 15, 2015, sur larousse.fr: http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/mosquée/71586

	➢ La science (sauf la médecine, qui est enseignée dans des écoles spécialisées). Souvent, la madrasa sert de mosquée de quartier, et vice versa. Elles sont toujours administrées en waqf (fondation pieuse)
Les lieux de retraite	Il existe trois grands types de lieux de retraites : **les Ribat, les Khanqah** et **les Zawiya.** ➢ **Ribat** : édifice à la fois religieux et militaire, construit généralement dans une zone frontalière ou sur un axe de communication important (littoral, route). Il contient généralement une mosquée, et peut servir d'hôtellerie, notamment pour accueillir un gouverneur ou un dirigeant. Le ribat de Sousse est l'un des plus connus et des plus anciens. ➢ **Khanqah ou Khanaqa :** lieu de vie de mystiques musulmans, mais aussi un lieu de retraite temporaire pour des personnages « civils ». Elle peut se trouver en ville ou en rase campagne, comporte généralement une ou plusieurs mosquées et des cellules. Elle peut également abriter une école et sert souvent de lieu funéraire pour son fondateur. ➢ **Zawiya :** comme une khanqah, c'est un bâtiment abritant des sufis et un tombeau (celui du fondateur, en général). Elle diffère de la khanqah par sa taille, plus imposante, et le rôle d'enseignement qui lui est dévolu.
Les complexes islamiques	Les complexes sont des regroupements de plusieurs bâtiments. On trouve généralement dans un complexe : ➢ Une mosquée ➢ Une ou plusieurs madrasas, ➢ Le tombeau du fondateur et de sa famille ➢ Des institutions à caractère charitable (soupes populaires, hospices) et/ou médical (maristan, asile, école de médecine). Un complexe est généralement administré en waqf. Il arrive également que des ateliers d'artistes s'y trouvent, notamment pour les fondations sultaniennes. Les mamelouks ont construit nombre de complexes, mais les plus impressionnants sont dus aux Ottomans.

Tableau 9 Types de lieux de cultes[63]

[63] Abdelaziz Benabdallah, « L'architecture islamique dans les mosquées maghrébines », *Al-Qods : revue arabo-islamique*, Rabat, Dar al-Aqça, nº 3, 1985 IN wikipédia "Architecture islamique". (s.d.). Consulté le Octobre 15, 2015, sur wikipedia.org: https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_islamique

2-2 Classification des mosquées

La mosquée du vendredi ou grande mosquée	La ville musulmane contient un nombre important de différente mosquée, mais une seule occupe la place principale, cette mosquée se trouve généralement au centre de la ville, c'est ce qu'on appelle « grande mosquée » ou la « mosquée cathédrale » dans laquelle est célébrée la prière du vendredi Cette mosquée cathédrale fut appelée « al masdjid, al jâmi », qui veut dire mosquée qui réunit les fidèles pour la prière du vendredi**,** elle est généralement entourée d'une zone commerciale, le souk, les édifices de pouvoirs, et l'administration sont aussi le plus souvent située dans le voisinage de la mosquée.
La mosquée de quartier « el masjid »	C'est une mosquée destiné au quartier pour les prières quotidienne. Cette mosquée ne comprend pas la prière du vendredi.
Musala	C'est un lieu de prière en plein air, une place entourée de murs percés de porte, généralement situé en dehors de la ville. On s'en sert souvent lors des grandes fêtes religieuses.

Tableau 10 classification des mosquées[64]

2-3 Définition et caractéristiques de la mosquée

2-3-1 Définition de la mosquée

Les différents vocables la désignant en langue arabe laissent deviner déjà les multiples rôles que la mosquée remplit. Le sens étymologique du mot masjid (qui a donné le terme français mosquée) renvoie au lieu où l'on se prosterne, c'est-à-dire à un temple d'adoration, ce qui explique son acception générique pour désigner tout lieu où s'accomplit la prière.

Une mosquée est un lieu de culte où se rassemblent les musulmans pour les prières communes. L'ensemble architectural est le plus souvent entouré d'une ou plusieurs tours, ou minarets, dont

[64]Abdelaziz Benabdallah, « L'architecture islamique dans les mosquées maghrébines », Al-Qods : revue arabo-islamique, Rabat, Dar al-Aqça, no 3, ,.1985 Henri Stierlin, L'Architecture islamique, Paris, Presses universitaires de France, coll. « Que sais-je ? » (no 2745), ,1993
127 p. (ISBN 2130453457 et 9782130453451,OCLC 299443270) IN
wikipédia "Architecture islamique". (s.d.). Consulté le Octobre 15, 2015, sur wikipedia.org: https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_islamique

Belkacem, T. (2014, Decembre 21). *in slideshare "l'architecture islamique" partie 01*. Consulté le Octobre 25, 2015, sur slideshare.net: http://fr.slideshare.net/tbelkacem/architecture-islamique-1-cours

le nombre n'est pas limité. Le toit est souvent en forme de dôme. C'est du haut d'un des minarets que le muezzin (mouadh-dhan) appelle à la prière au cours de l'adhan.

Une mosquée est plus qu'un lieu de culte ; elle sert d'institution sociale, éducative, elle peut, ainsi, être accompagnée d'une medersa, d'un centre de formation, voire d'une université. C'est dans et autour de la mosquée que continue à se construire l'idéal unitaire du monde musulman. Lieu de prière, elle est également espace de vie et noyau central des cités de l'islam dont l'importance se mesure souvent au nombre et à la somptuosité de leurs mosquées.

La mosquée est le symbole même de la foi, de l'identité et de la civilisation islamique[65]

2-3-2 L'apparition de la mosquée[66]

Selon un hadith (ensemble de propos attribués au prophète saw), « toute la terre est une mosquée sauf les cimetières et les lieux d'aisance », et un autre dit : « là ou t'atteint l'heure de la prière, tu dois l'exécuter et cela est un masjid ». Cela explique pourquoi le coran ne contient aucun détail concernant la forme que doit avoir un masjid islamique.

Selon la croyance islamique, la première mosquée au monde était masjid al-Haram,

(figure 47), connue également sous le nom de Kaaba à La Mecque, qui aurait été édifiée par Adam, puis reconstruite par Abraham et son premier fils Ismaël sur un ordre de Dieu.

Figure 47 Masjid El Haram la Mecque[67]

La deuxième mosquée la plus ancienne est la mosquée al-Aqsa **(figure 48).** Selon la tradition musulmane, elle aurait été construite 40 ans plus tard par Abraham ; lors du voyage nocturne de Mahomet saw, celui-ci aurait été conduit d'abord de la mosquée sacrée de La Mecque jusqu'à celle d'al-Aqsa de Jérusalem. Elle était également la première en direction de la qibla.

[65] Moussaoui, F. A. (2009, Juillet). Les mosquées. Espaces, institutions et pratiques. *Revue des mondes musulmans et de la méditérranée* , pp. 1-2. https://remmm.revues.org/6157

[66] Marianne BARRUCAND, « MOSQUÉE », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 25 décembre 2015. URL : http://www.universalis.fr/encyclopedie/mosquee/

[67] (Al Haram Mosque Masjid HD Fresh Wallpaper, 2015)

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Masjid_al-Haram_1.jpg

Figure 48 La mosquée Al-Aqsa à Jérusalem[68]

La première construite pendant le règne de l'islam serait la mosquée de Quba à Médine. Elle aurait été édifiée lors de l'hégire, migration de Mahomet et ses compagnons de la Mecque à Médine. Quelques jours après avoir commencé sa construction, Mahomet aurait entamé la construction d'une deuxième mosquée à Médine, connue aujourd'hui sous le nom de masjid al-Nabawi, ou « mosquée du prophète » (**figure 49 et 50),.** D'après la tradition, son emplacement serait celui de la première prière de vendredi effectuée à Médine.

Figure 49 La mosquée de Quba à Médine[69]

Figure 50 El Masjid Nabawi à Médine[70]

2-3-3 La maison du prophète[71]

Après avoir quitté La Mecque lors de l'hégire (622), Mahomet a établi sa maison **(figure 51)** à Yathrib, la future Médine. La maison du Prophète saw, édifice médinois modeste.

---

[68] *wikimédia "Israel-2013-Jerusalem-Temple Mount-Al-Aqsa Mosque"*. (2013, Novembre 14). Consulté le Octobre 11, 2015, sur commons.wikimedia.org: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Israel-2013-Jerusalem-Temple_Mount-Al-Aqsa_Mosque_(NE_exposure).jpg

[69] *message de l'islam "Arabie Saoudite : Des aménagements prévus pour la mosquée de Qoba"*. (2012, Février 26). Consulté le Octobre 12, 2015, sur francais.islammessage.com/: http://francais.islammessage.com/Article.aspx?i=1358

[70] *mosqueesomeyyades.wordpress "LA MOSQUÉE DE MÉDINE : AL-MASJID AL-NABAWI SOUS LES OMEYYADES"*. (2015, Avril 27). Consulté le Octobre 19, 2015, sur mosqueesomeyyades.wordpress.com: https://mosqueesomeyyades.wordpress.com/2015/04/27/la-mosquee-de-medine-al-masjid-al-nabawi-sous-les-omeyyades/

[71] Marianne BARRUCAND, « MOSQUÉE », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 25 décembre 2015. URL : http://www.universalis.fr/encyclopedie/mosquee/

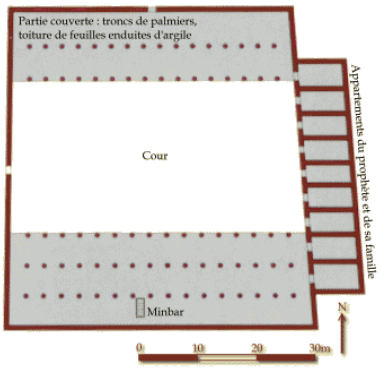


Figure 51.la maison du prophète à Médine[72]

La maison est simple, et est entourée de murs de pierre et de brique d'argile, abritant une grande cour de sable. D'une surface approximative de 2500 m². Côté Nord et Sud de cette cour, de larges auvents couverts de feuilles de palmier enduites d'argile et soutenus par des troncs de palmiers prodiguaient de l'ombre. A l'Est, les appartements du prophète.
C'est dans la cour que le prophète Mahomet recevait les délégations, traitait les affaires du jeune Etat musulman, et prononçait des sermons. On y célébrait la prière collective et les compagnons les plus pauvres y logeaient.

La demeure du prophète était bien plus qu'une simple maison, servant parfois de caravansérails aux nomades, de lieu de culte, et de salle communautaire. Elle est surtout devenue le premier lieu de prières de l'islam, la première mosquée orientée pour la prière, d'abord dans la direction (qibla) de Jérusalem, puis en direction de La Mecque, la ville d'origine de Mahomet. Elle fût ainsi un modèle idéal de la mosquée, réunissant les aspects communautaires et cultuels de la société musulmane.
Sa structure servira par la suite de modèle pour les mosquées, avec sa cour et ses galeries à colonnes, l'orientation "barlongue" de la salle de prière (c'est à dire perpendiculaire à la direction de la prière).

Si de nos jours cette demeure n'existe plus, c'est parce qu'elle est couverte par la grande mosquée de Médine.

2-1Caractéristiques de la mosquée[73]

[72] fleurislam. (s.d.). fleurislam " La maison du prophète ("Sur lui la bénédiction et la paix") à Médine". Consulté le Octobre 12, 2015, sur fleurislam.net: http://www.fleurislam.net/media/doc/txt_mosmed.html

[73] adliadli. (2013, Janvier 19). *Islam "Architecture d'une mosquée"*. Consulté le Octobre 12, 2015, sur wordpress.com: https://adliadli.wordpress.com/2013/01/19/le-musulman-et-la-mosquee/
larousse "mosquée" édifice cultuel de l'islam. (s.d.). Consulté le Octobre 15, 2015, sur larousse.fr: http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/mosquée/71586

Les éléments caractéristiques des mosquées sont très divers de par leurs tailles et leurs styles architectural, ces différents éléments ont évolués à travers le temps, avec l'évolution de l'architecture qui a été influencé par le passage de différentes civilisations, chaque région se caractérise par une architecture de mosquée qu'il lui est propre.

2-4-1 Les composantes de la mosquée

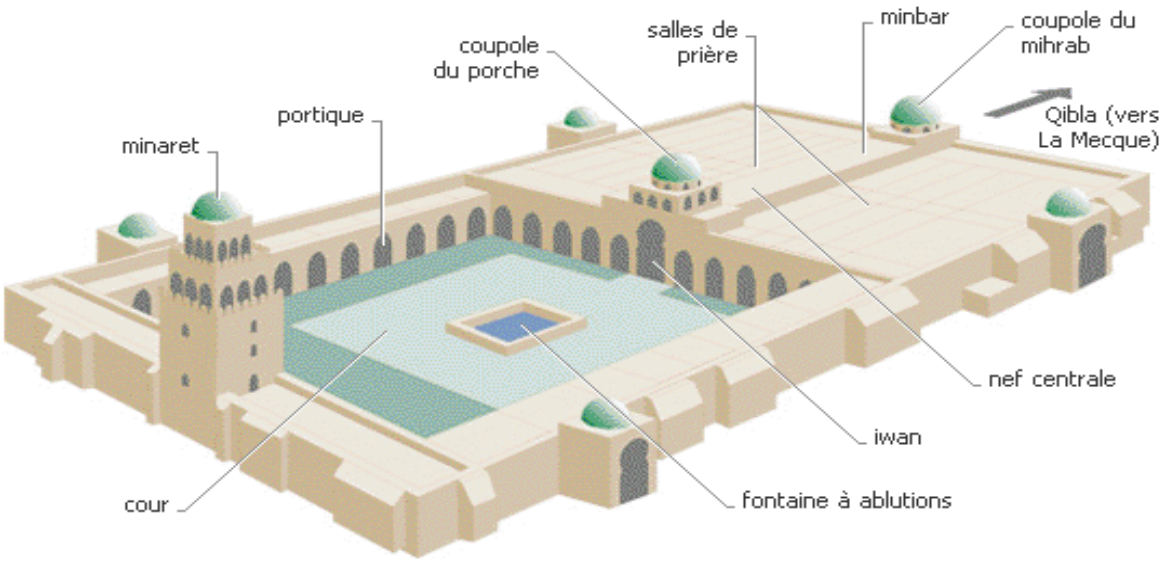


Figure 52 Schéma des composantes de la mosquée[74]

2-4-1 Les éléments de la mosquée

a- Eléments constants

-La salle de prière (El Harem) : Sa forme varie selon les styles, elle peut être plus profonde que large comme celle de Médine ou Kairouan, ou plus large que profonde comme en Espagne, Maroc, ou en Algérie.
Elle est généralement de forme hypostyle (soutenue par des colonnes ou des piliers), ou hypostyle basilicale avec abside (Damas, El Aqsa, Médine).
Le monde maghrébin va rester fidèle à ce type mais en forme de T, la travée axiale ou la nef centrale est plus large, plus haute est somptueusement décorée, accentuée par le Mihrab et la Maqsura.

[74] coorporation, M. (s.d.). *antiquites-paies "EXTERIEUR D'UNE MOSQUEE"*. Consulté le Octobre 11, 2015, sur antiquites-paies.com: http://www.antiquites-paies.com/documentation1/edifice_2.html

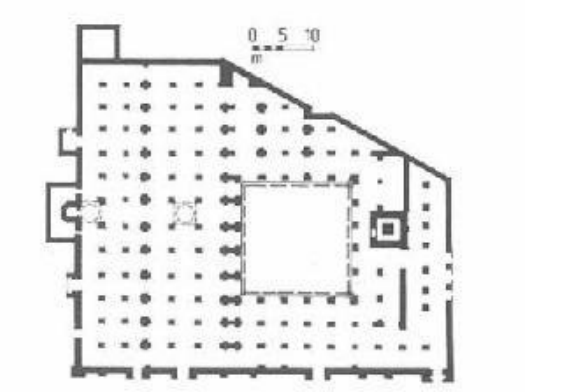


Figure 53 Plan de la grande mosquée de Tlemcen[75]

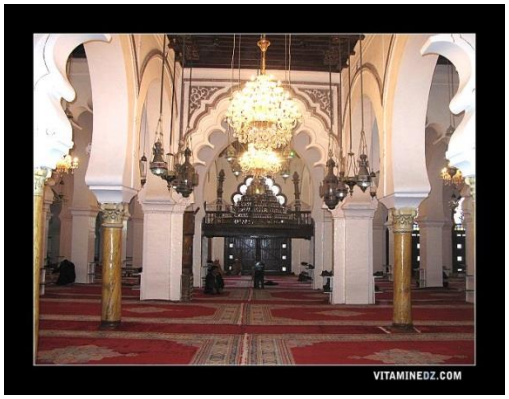


Figure 54 Salle de prière de la grande mosquée de Tlemcen[76]

-Le mihrab: Le mihrab est un renforcement, généralement semi circulaire formant une simple niche concave, creusée dans le mur de la qibla, généralement au milieu pour indiquer celle-ci. Il construit avec le même matériau que le mur mais il est richement décoré, il peut être de forme polygonale ou curviligne.

Le premier mihrab est construit sous le règne d'El Walid par le gouverneur « Omar Ben Abd El Aziz » entre 88 et 91 de l'hégire (706-710).

Il se caractérise par des dimensions réduites qui le distinguent nettement de l'abside chrétienne. Cependant ses formes et son décor varient selon les régions.

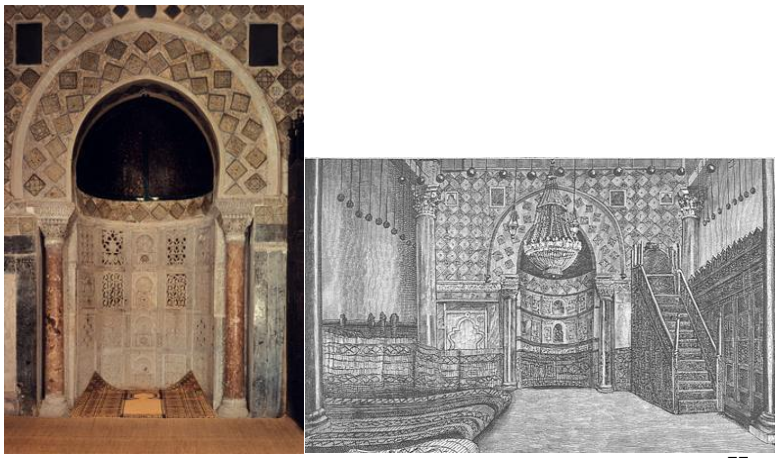


Figure 55 Mihrab de la mosquée de Kairouan Tunisie[77]

[75] vitaminech "plan de la grande mosquée de Tlemcen". (2006, Decembre 26). Consulté le Octobre 10, 2015, sur vitaminech.com: http://www.vitaminech.com/annuaire/plan-de-la-grande-mosquee/Photos_680_192_13_1.html

[76] Ressam, M. (2010, Aout 30). vitaminech "Yaghmoracen architecte de la grande mosquée de Tlemcen". Consulté le Octobre 11, 2015, sur vitaminech.com: http://www.vitaminech.com/annuaire/yaghmoracen-architecte-de-la-grande-mosquee-de-tlemcen/Photos_680_17685_13_1.html

[77] mgarcade "Great Mosque Of Kairouan Mihrab". (s.d.). Consulté le Octobre 06, 2015, sur mgarcade.com:

-Le minbar : Le minbar est une petite plateforme carrée où se tient le prédicateur pour le prêche du vendredi.

Il permet la transmission orale (enseignement au sens large) du discours du vendredi. Il est situé à droite du mihrab et il est composé de trois à quatre marches, aujourd'hui il est composé de plusieurs marches ce qui explique la présence d'un garde-corps. Il peut être en bois ou en marbre.

Figure 56 Minbar de la grande mosquée de Tlemcen[78]

Figure 57 le minbar de la Kutubiyya Cordoue Espagne[79]

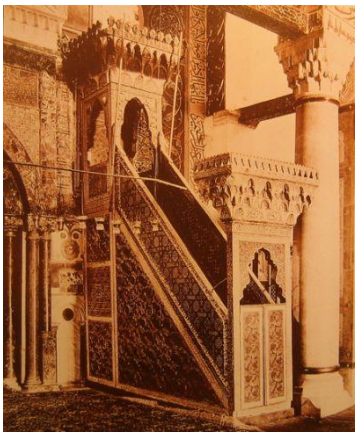


Figure 58 Minbar de la mosquée El-Aqsa à Jérusalem[80]

Symbole de la victoire islamique, pièce maîtresse et chef-d'œuvre de l'art islamique, le minbar dit de Saladin, avait été construit à Alep au XIIème siècle.

Constitué de milliers de pièces de bois précieux sculptées s'imbriquant les unes dans les autres, elles formaient un ensemble homogène tenant sans colle ni clous.

---

http://imgarcade.com/1/great-mosque-of-kairouan-mihrab/

Myriam Bacha, « Henri Saladin (1851-1923). Un architecte « Beaux-Arts » promoteur de l'art islamique tunisien », in Nabila Oulebsir and Mercedes Volait (dir.), *L'Orientalisme architectural entre imaginaires et savoirs*, Paris, Picard (« Collection D'une rive l'autre »), 2009, [Online], Online since 25 March 2014, connection on 22 December 2015 URL : http://inha.revues.org/4916

[78] (Minbar de la grande mosquée de Tlemcen , 2005)

[79] *qantara patrimoine méditerranéen "Minbar de la mosquée Kutubiyya"*. (2008). Consulté le Octobre 10, 2015, sur qantara-med.org: http://www.qantara-med.org/qantara4/public/show_document.php?do_id=306

[80] *olbenzaken.vip-blog "Le minbar de la mosquée al-Aqsa à Jérusalem (avant 1969-photo)". (2011, Février 04). Consulté le Octobre 10, 2015, sur olbenzaken.vip-blog.com: http://rolbenzaken.vip-*

-La maqsura : Cette, une balustrade ou une cloison ajourée à l'intérieur de la salle de prière délimitant la partie de la mosquée réservée aux femmes, comme elle marquait autrefois l'emplacement où le souverain pouvait se tenir en toute sécurité.

Figure 59 La maqsura de la grande mosquée de Kairouan Tunisie[81]

-La cour (sahn): L'islam est né dans un climat chaud où la pluie est très rare, d'où la possibilité de prier en plein air, ce qui explique l'évolution de la galerie (Riwak) généralisée pour un maximum d'ombre. Les cours furent d'abord recouvertes de cailloux, puis de dalles (en marbre). Un bassin au milieu avec un cadran solaire. La mosquée peut servir de refuge de nuit pour les voyageurs.

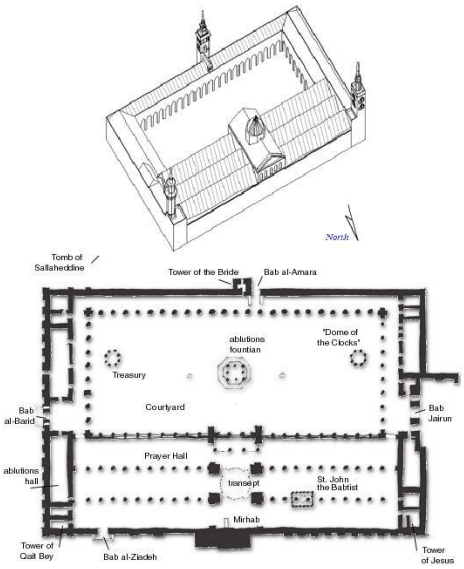


Figure 60 Plan de la grande mosquée des omeyades Damas[82]

blog.com/vip/articles/5209103.html

[81] *wikimedia "Maqsura, prayer hall of the Great Mosque of Kairouan"*. (2013, Octobre 19). Consulté le Octobre 18, 2015, sur commons.wikimedia.org:

[82] *Al-Jaraki, A. A. (s.d.). muslim heritage "When Ridhwan al-Sa'ati Anteceded Big Ben by More than Six Centuries". Consulté le Octobre 22, 2015, sur muslimheritage.com: http://www.muslimheritage.com/article/when-ridhwan-al-sa'ati-anteceded-big-ben-more-six-centuries*

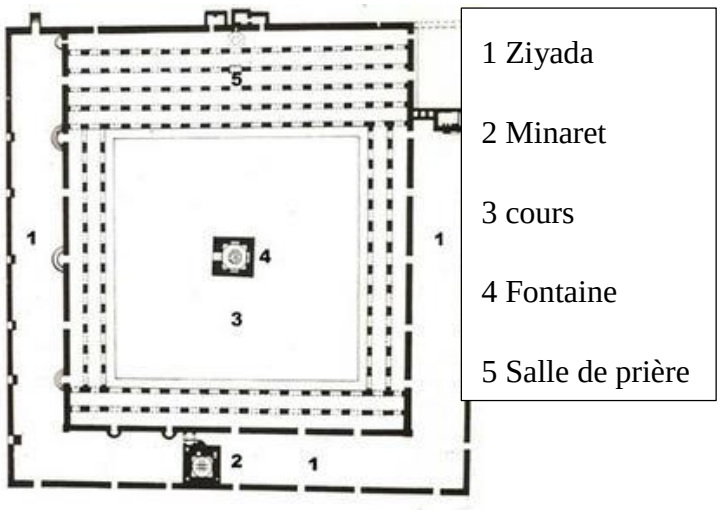


Figure 61 Plan de la mosquée Ibn Tûlûn Caire[83]

-Le minaret : Le minaret est généralement une tour élevée dépassant tous les autres bâtiments. Son but est de fournir un point élevé au muezzin pour l'appel à la prière (adhan), mais aussi de donner l'aspect grandiose qu'avaient les églises avec leur clocher.
Le minaret est postérieur à l'islam, les premiers minarets sont apparus dans le premier siècle de l'hégire. Les minarets sont une constante de presque toutes les mosquées.
Le nombre de minarets par mosquée n'était pas figé, à l'origine il n'était édifié qu'un seul minaret par édifice, puis le constructeur en érigea plusieurs. Les raisons tiennent de l'esthétique, de la symétrie, de la volonté de ponctuer un élément fort, mais aussi d'assurer la stabilité de l'ouvrage.
La forme et la hauteur des minarets, leurs décors, leurs emplacements varient selon les régions et les époques

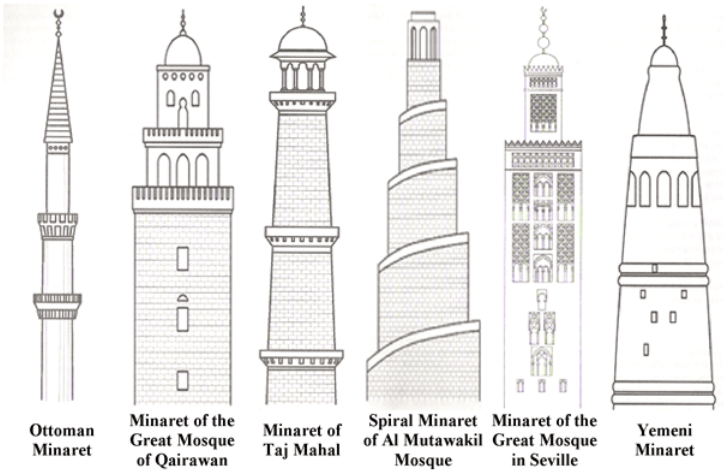


Figure 62 Typologie de minaret[84]

[83] *overblog "Le Caire - La mosquée d'ibn Tûlûn, un joyau d'architecture islamique"*. (2006, Octobre 11). Consulté le Octobre 22, 2015, sur over-blog.com: http://nefred.over-blog.com/article-4125246.html

[84] *imgbuddy "types-of-minarets"*. (s.d.). Consulté le Octobre 22, 2015, sur imgbuddy.com:

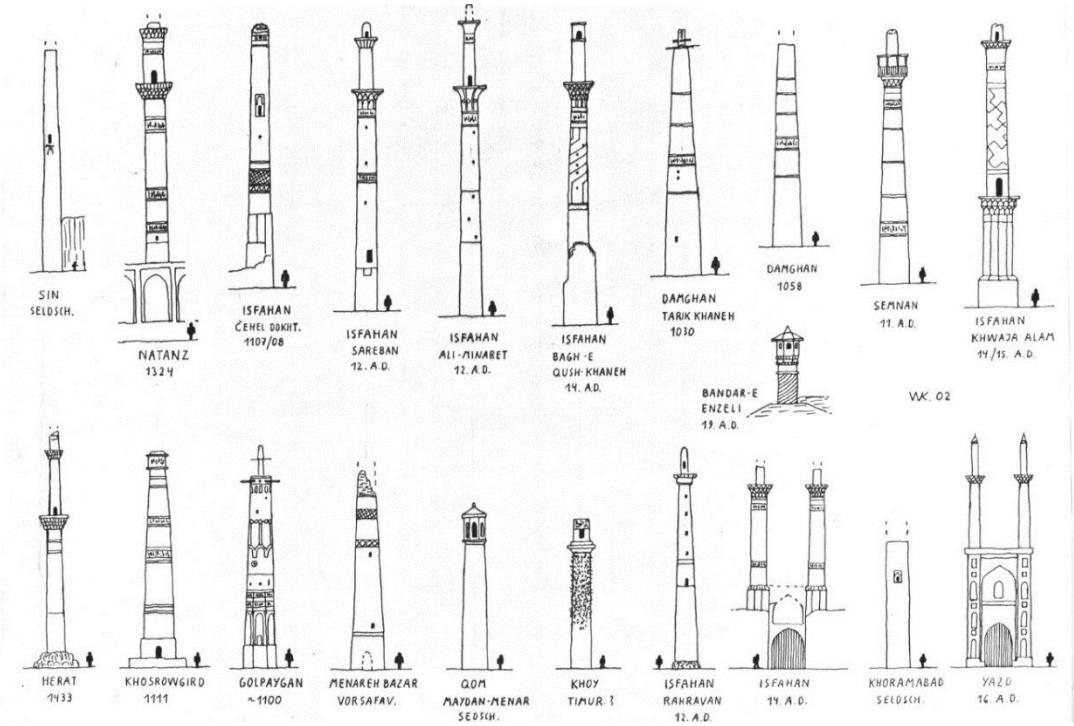
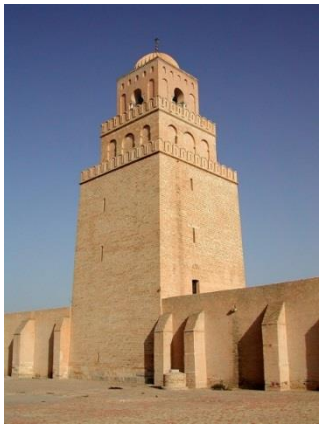


Figure 63 Typologie de minaret[85]



Le minaret de la Grande Mosquée de Kairouan datant du VIIIe-IXe siècle est le plus ancien minaret du monde musulman encore conservé de nos jours, Kairouan, Tunisie

Figure 63. Le minaret de la mosquée de Kairouan Tunisie[86]

http://imgbuddy.com/types-of-minarets.asp

[85] (encyclopédia iranica "MINARET", 2010)

[86] *wikimedia commons "minaret de la grande mosquée de Kairouan"*. (2010, Janvier 22). Consulté le Octobre 14, 2015, sur commons.wikimedia.org: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tower_of_the_Great_Mosque_of_Kairouan.JPG

Figure 64 Minaret de la grande mosquée De Séville[87]

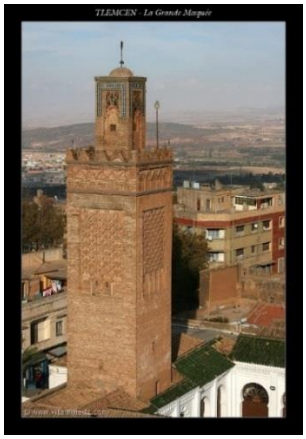


Figure 65 Minaret de la grande mosquée de Tlemcen[88]

Figure 66 Minaret de la mosquée bleue Istanbul[89]

Figure 67 Minaret de la mosquée jumeirah Dubaï[90]

Minaret de Tlemcen

Les minarets de Tlemcen sont caractérisés par :

[87] *Giralda de Sevilla 5*. (2007, Mai 19). Consulté le Octobre 14, 2015, sur https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giralda_de_Sevilla_5.jpg

[88] *Vitamine dz "minaret-de-la-grande-mosquee-de-tlemcen"*. (2006, Decembre 04). Consulté le Octobre 22, 2015, sur vitaminech.com: http://www.vitaminech.com/annuaire/minaret-de-la-grande-mosquee-de-tlemcen/Photos_680_153_13_1.html

[89] Dall'Orto, G. (2006, Mai 29). wikimédia "Istanbul - La Moschea Blu - Minareti". Consulté le Octobre 20, .2015, sur commons.wikimedia.org: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DSC04737_Istanbul_-_La_Moschea_Blu_-_Minareti_-_Foto_G._Dall%27Orto_29-5-2006.jpg

[90] mountains oftravel "Jumeirah Mosque Tour". (2009, Février). Consulté le Octobre 18, 2015, sur mountainsoftravelphotos.com: http://www.mountainsoftravelphotos.com/Dubai/Main.html

- L’utilisation de motifs géométriques par l'ornementation, notamment les panneaux losangés avec leur diversité, d'un minaret à un autre et d'une face à une autre tel que le minaret de la mosquée de Sidi Abou Médiane.
- Les motifs végétaux sont rares, on les trouve dans :

La façade principale de Mansourah

Dans les lanternons des deux autres mosquées mérinides (Sidi Abou Médiane et Sidi El Haloui).

- Les inscriptions calligraphiques sont rares, on les observe sur les minarets de la Grande Mosquée de Tlemcen, de Mechouar, de Mansourah et de Sidi Abou Médiane.

Ces éléments décoratifs ne visaient pas uniquement l'ornementation mais ils constituaient des outils qui transmettaient le message de la foi. L'artisan/ artiste essayait de matérialiser la réalité de sa compréhension de la religion et de la vie par les formes et les couleurs.

Période	Minaret de la mosquée	Date d’édification	Illustration	Spécificités
Zianide	Agadir	1236		-Proportion par rapport à la grandeur de la mosquée - Base carré -Escalier à l'intérieur, tourne autour d'un noyau central plein. -Influence Almohades à travers : -Décors -L'utilisation des merlons à redans -La mosaïque qui orne le lanternon -l'utilisation des panneaux losangés dans la majorité des minarets, sauf le minaret du Mechouar.
	La grande mosquée	1236		
	Mechouar	1282		

	Sidi Belahcen				
	Sidi Brahim				
Mérinide	Mansourah	1302		Minaret très haut ➔objectif militaire de surveillance. - un noyau central creux (des chambres -utilisation d'une rampe pour monter en haut, - La partie basse de ce minaret contient l'entrée principale de la mosquée -Contient des éléments décoratifs végétaux gravés sur les pierres des façades, et de zellige avec plusieurs couleurs qui ornent les losanges. -utilisation des muqarnas dans son	-Sommet du développement du minaret à Tlemcen. -Influences Zianides à travers -la forme -la structure -Le décor -l'ornementation -l'utilisation pour la première fois de la mosaïque avec des motifs géométriques compliqués en plusieurs couleurs. -motifs végétaux.

	Sidi Boumediene	1339		
	Sidi el Haloui			

Tableau 11 Les Types de minarets à Tlemcen

Symbolique des formes :

Le cercle Symbole de perfection de la Création divine et de l'existence, puisque l'individu, au terme de sa vie, revient au point initial d'où il est parti.
Le carré Donne des rapports équitables et complémentaires par rapport au centre, c'est la forme idéale d'équilibre et de stabilité. Le carré représente aussi les quatre forces naturelles, l'air, la terre, le feu, l'eau
Croissant (Hilal) La plus importante fonction du croissant de lune (Hilal), symbole de l'Islam, de résurrection, de la coupe ouverte, signe du début de ramadhan
L'octogone Le résultat de la combinaison de deux carrés, le premier représente les quatre éléments comme cité auparavant, le deuxième carré représente les quatre orientations (Nord, Est, Sud, Ouest

-Nefs et travées : Les nefs sont des allées profondes ou le regard est dégagé, allées bordées d'arcades ou de colonnades couvertes soit de charpente et de toit bâtière (omeyades de Syrie, et d'Espagne), de terrasse (Kairouan, Zaytouna,..), ou des berceaux (Sousse et Monastir).
Les travées sont caractérisées par la succession d'arc perpendiculaire au regard ce qui donne parfois l'illusion de voûte. Elles sont plus basses que les nefs.

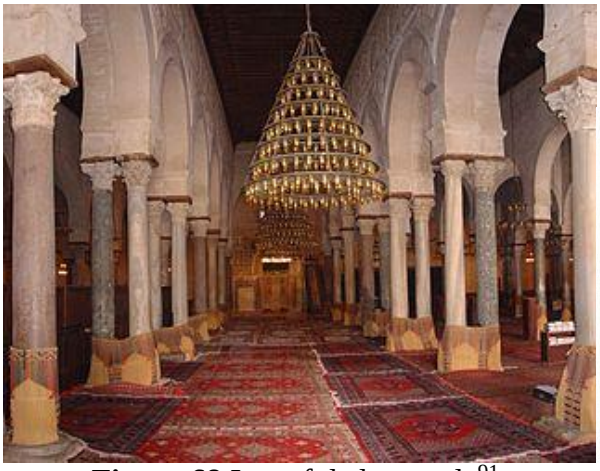


Figure 68 La nef de la grande[91] mosquée de Kairouan

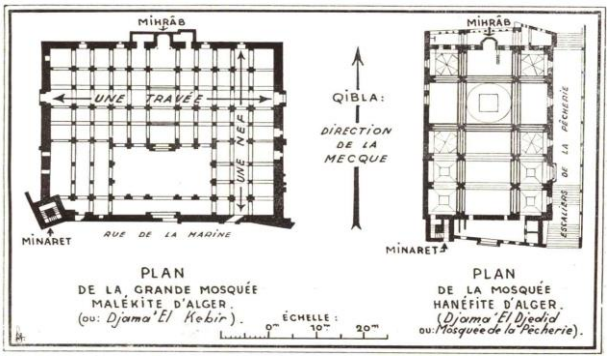


Figure 69 Nef et travée de la grande mosquée Malékite d'Alger[92]

-Iwans : Les iwans sont nés dans le monde Iranien bien avant l'arrivée de l'islam, sans doute sous la dynastie sassanide. Il s'agit d'un hall vouté avec une façade rectangulaire ouverte par un grand arc.

Combiné avec le plan carré des palais achéménides ça a donné le modèle du plan dit « Iranien », quatre iwans disposés en croix et s'ouvrant sur une cour appelée sahn, au centre de cette cour se trouve parfois des fontaines à ablutions. Ils servent de pièces de séjour et permettent aux fidèles de chercher le soleil soit de se mettre à l'abri selon les saisons et les heures.

On retrouve par la suite les iwans dans le plan moghol influencé par le plan iranien.

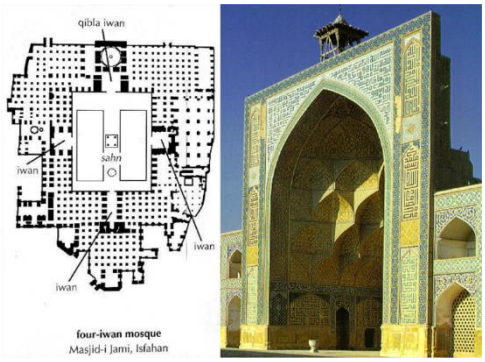


Figure 70 Iwan de la grande mosquée d'Ispahan, Iran[93]

[91] calameo " salle de priére de la grande mosquée de Kairouan". (s.d.). Consulté l'Octobre 20, 2015, sur calameo.com : http://fr.calameo.com/read/000899869258ade061691

[92] jean-pierre.bartolini. (2010, Février 01). Les Bords de la SEYBOUSE à HIPPONE. Consulté le Octobre 16, 2015, sur seybouse.info: http://www.seybouse.info/seybouse/infos_diverses/mise_a_jour/maj92.html

[93] studyblue. (s.d.). Consulté le Octobre 17, 2015, sur studyblue.com: https://www.studyblue.com/notes/note/n/lecture-16-islamic-architecture-i-geometry-and-ornament/deck/6539944

b- Les éléments de structure

-Les arcs : En architecture, un arc est tout assemblage de pierre, de moellon, ou de brique destiné à franchir un espace plus au moins grand au moyen d'une courbe.
Ils sont utilisés dans l'architecture religieuse et civile islamique, et pour la première fois dans la mosquée du dôme du rocher (arc en plein cintre légèrement brisé à la clef), nous distinguons différents types d'arc, en plein cintre (romain), surbaissé, surhaussé, outrepassé, en ogive, brisé outre passé (maghrébin),….etc.

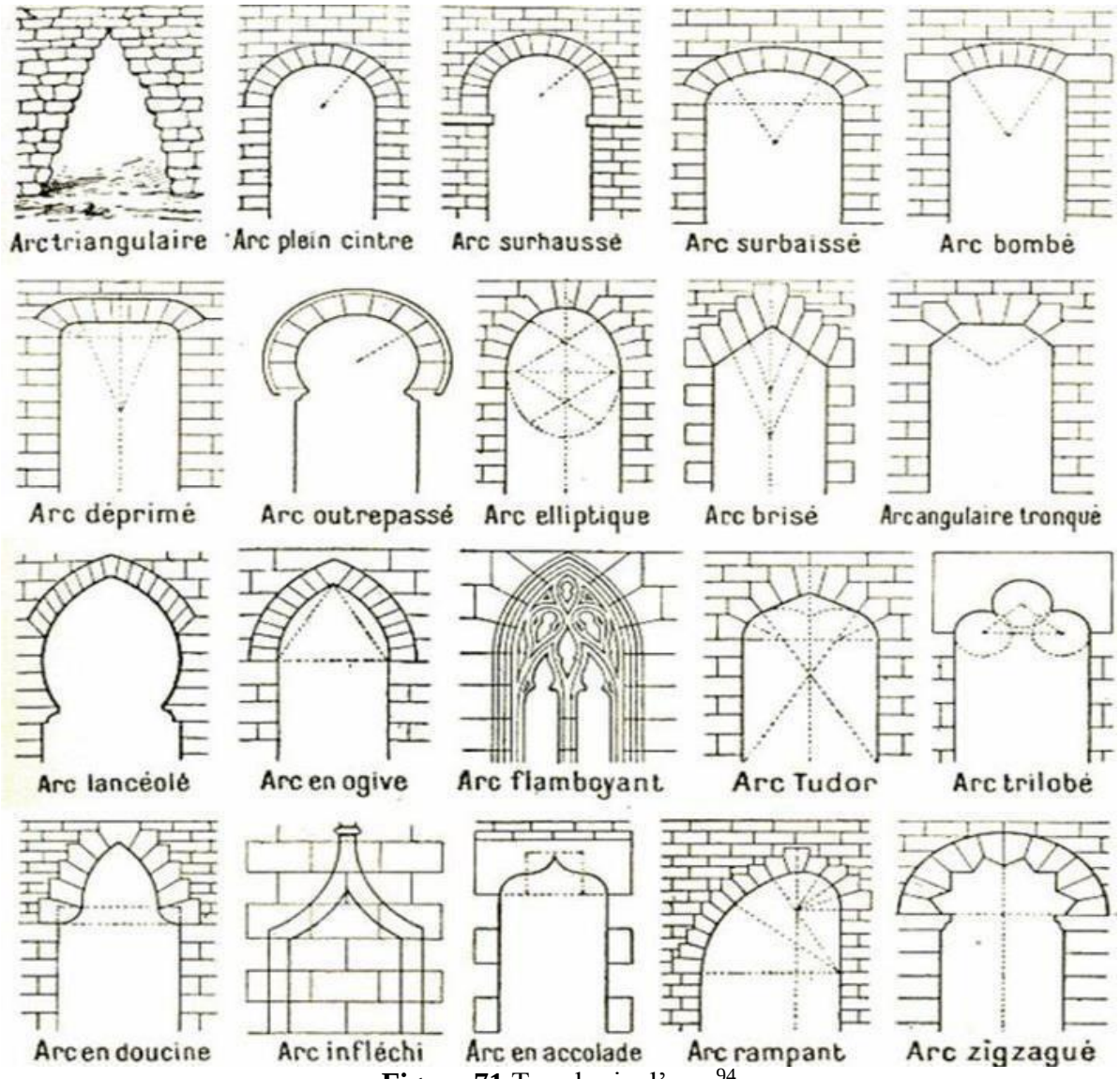


Figure 71 Typologie d'arcs[94]

[94] Mutlaq, S. (2014). pinterest "types of minaret ". Consulté le Octobre 17, 2015, sur pinterest.com: https://www.pinterest.com/pin/461548661783705932/

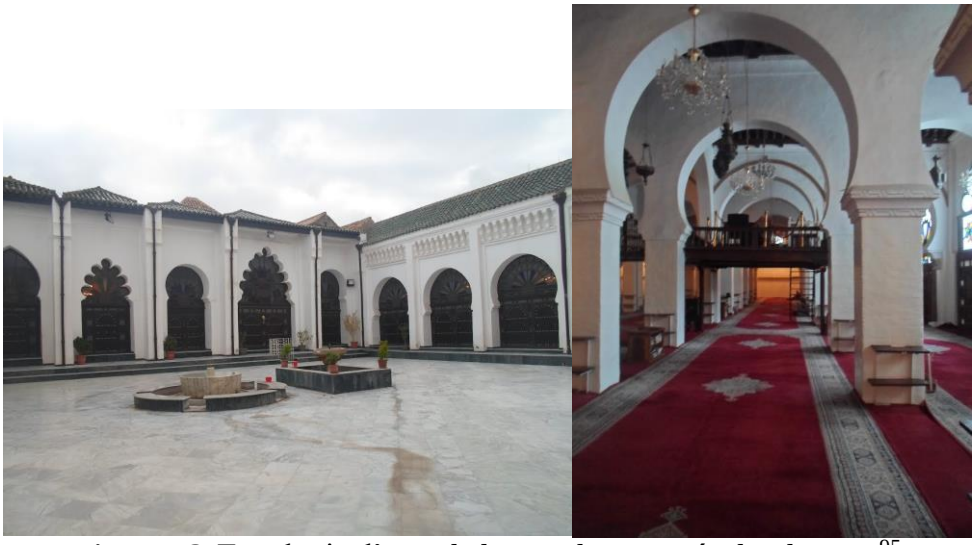


Figure 72 Typologie d'arcs de la grande mosquée de Tlemcen[95]

Figure 73 Les arcs de la mosquée de Kairouan Tunisie[96]

Figure 74 Les arcs de la mosquée de Cordoue Espagne[97]

-Les coupoles : C'est un mode couvrement hémisphérique, qui repose sur une zone de transition octogonale le plus souvent elle-même repose sur quatre piliers, ou sur pendentifs,. Les nervures et les muquarnas qui remplissent souvent les coupoles n'ont pas de véritable fonction architectonique.

[95] (Panoramio "la cour de la grande mosquée de Tlemcen", s.d.)

(Panoramio "la salle de prière de la grande mosquée de Tlemcen", s.d.)

[96] la librairie de l'ombre du soleil "Voûtes, arcs et baies". (2015, Mars 01). Consulté le Octobre 22, 2015, sur nariel-limbaear.blogspot.com: http://nariel-limbaear.blogspot.com/2015/03/voutes-arcs-et-baies.html

[97] allo prof. (s.d.). Consulté le Octobre 18, 2015, sur alloprof.qc.ca: http://www.alloprof.qc.ca/ImagesDesFiches/bv3/h1046i4.jpg

A partir du XVème siècle, les coupoles sont très souvent doubles. Cette technique permet de réaliser des monuments plus hauts, ainsi la coupole couvre de grands espaces de par sa grandeur permet l'éclairage intérieur et la canalisation de l'air chaud.
La forme de la coupole est simple (sphérique), bulbeuse (outrepassé en perse), conique, octogonale ou cannelée.

Figure 75 Les coupoles turquoise d'Asie centrale[98]

Figure 76 Les coupoles de la mosquée Bleue Istanbul Turquie[99]

Figure 77 la coupole du Taj Mahal en Inde[100]

-Les colonnes (sariya) : en architecture, une colonne est un élément vertical de soutient, de forme cylindrique.

Elle est composée d'une base, d'un fût, et d'un chapiteau. Dans l'architecture classique, les proportions et les ornements de ces éléments sont régis par des ordres architecturaux.
Elles sont disposées parallèlement au mur de la qibla dans la majorité des mosquées. Les arcades des portiques extérieurs ainsi que les voûtes intérieures sont soutenues par des colonnes.
En marbre avec arabesque ou nervurées, elles sont simples, doublées, triplées, cannelées, torsadées (en hélice) alors que les fûts peuvent être brisés, torsadés ou noués.

[98] karavan-travel "Les coupoles turquoises de l'Asie Centrale". (s.d.). Consulté le Octobre 18, 2015, sur karavan-travel.com: http://www.karavan-travel.com/fr/les-coupoles-turquoises-de-lasie-centrale/

[99] (Nanou82, 2010)
[100] 123rf "Coupole blanc du Taj Mahal en Inde". (s.d.). Consulté le Octobre 22, 2015, sur 123rf.com: http://fr.123rf.com/photo_25224040_coupole-blanc-du-taj-mahal-en-inde.html

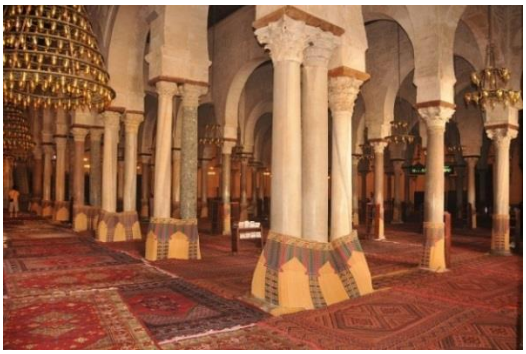


Figure 78 Les colonnes de la mosquée de Kairouan Tunisie[101]

Figure 79 les colonnes de la grande mosquée de Cordoue en Espagne[102]

-Les piliers : Les piliers sont les organes de support, ils contribuent également à la décoration intérieure.

Contrairement à la colonne le pilier est un élément maçonné. Il peut être de base carrée, cylindrique non maçonnée, fasciculé à colonnettes ou à grosses colonnes engagées comportant cependant des fûts en apparence.

La forme des piliers et le nombre de colonnes dépendent de l'orientation des nefs.

-Les voûtes : C'est un arc se déplaçant perpendiculairement à son diamètre, son utilisation était moins importante que les arcs et les coupoles.

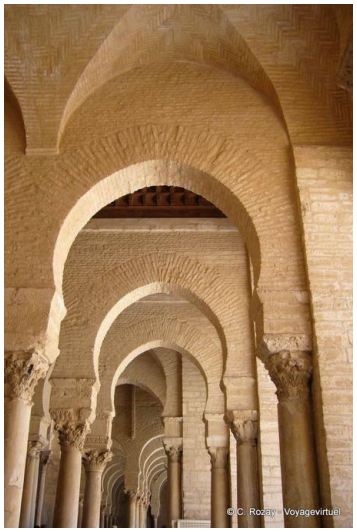


Figure 80 Voûte de la mosquée de Kairouan[103]

Figure 81 La mosquée Nasir El Molk à Chiraz Iran[104]

[101] wikimédia "SallePriereGrandeMosqueKairouan 2". (2010, Mars 24). Consulté le Octobre 22, 2015, sur commons.wikimedia.org: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SallePriereGrandeMosqueKairouan_2.JPG

[102] Gautier, T. (2011, Avril 20). LANKAART "La Grande Mosquée de Cordoue". Consulté le Octobre 22, 2015, sur lankaart.org: http://www.lankaart.org/article-theophile-gautier-la-grande-mosquee-de-cordoue-72046806.html

[103] *voyage virtuel "Voûte et colonnes du portique occidental, Mosquée Oqba Ibn Nafaa, Kairouan - Tunisie".* (s.d.). Consulté le Octobre 22, 2015, sur voyagevirtuel.info: http://www.voyagevirtuel.info/tunisie/photo/kairouan-jamaa-sidi-oqba-023.php

[104] dynamosquito. (2008, Avril 14). wikimedia "Nasr ol Molk mosque inside colorful". Consulté le Octobre 22,

c- Les bâtiments annexes

- Salles réservées à la prière des femmes
- Salles d'ablution
- La mosquée siège du tribunal
- Salles réservées spécialement à la prière des morts
- Salles réservées à l'enseignement
- Les bibliothèques.

2-2 L'organisation spatiale des mosquées[105]

-Introduction

Les mosquées sont très divers de par leurs taille et style architecturale, néanmoins cette architecture a été influencée par des circonstances et des facteurs différents clairement marqué par l'environnement, le temps et l'espace ou chaque espace a pris un caractère particulier, selon sa situation géographique et les différentes civilisations qui l'ont marqué.

2-5-1 Le plan arabe : C'est le premier plan conçu. Il se base sur un modèle plus ou moins mythique : la maison du prophète à Médine, qui serait actuellement située sous la grande mosquée de Médine.

Le plan arabe, ou plan hypostyle, est un plan de forme carrée ou rectangulaire qui se compose d'une cour à portique et d'une salle de prière à colonnes, les nefs étant dirigées parallèlement ou perpendiculairement à la qibla (direction de La Mecque). On le trouve dans tout le monde islamique, depuis la Syrie jusqu'au Maghreb, en passant par l'Espagne et l'Irak. Les mosquées de plan arabe ont été construites sous le règne des Abbassides et Omeyyades.

a- <u>Exemple : la mosquée de Kairouan Tunisie[106]</u>

Fondée en même temps que la ville de Kairouan par les conquérants (ghuzât) musulmans, en l'an 50 de l'Hégire (670 ap. J-C.), la Grande Mosquée de Kairouan (al-Jama' al-kabîr) est le plus ancien lieu de culte de l'Occident musulman. Par sa monumentalité architecturale et par son prestige religieux et historique, la Grande Mosquée de Kairouan occupe encore aujourd'hui une place de choix dans l'espace urbain et dans l'imaginaire des Musulmans. Elle fut le foyer d'expansion de l'Islam sunnite malikite dans l'ensemble du Maghreb.

2015, sur commons.wikimedia.org/:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nasr_ol_Molk_mosque_inside_colorful.jpg

[105]Aelezig. (2014, Avril 30). *Architecture, patrimoine et habitat.* Consulté le Octobre 06, 2015, sur archieturbanisme.canalblog.com: http://archieturbanisme.canalblog.com/archives/2014/04/30/28424261.html

[106] Mohamed Kerrou, « La Grande Mosquée de Kairouan », *Revue des mondes musulmans et de la Méditerranée* [En ligne], 125 | juillet 2009, mis en ligne le 05 janvier 2012, consulté le 24 décembre 2015. URL : http://remmm.revues.org/6237 (Kerrou, 2009)

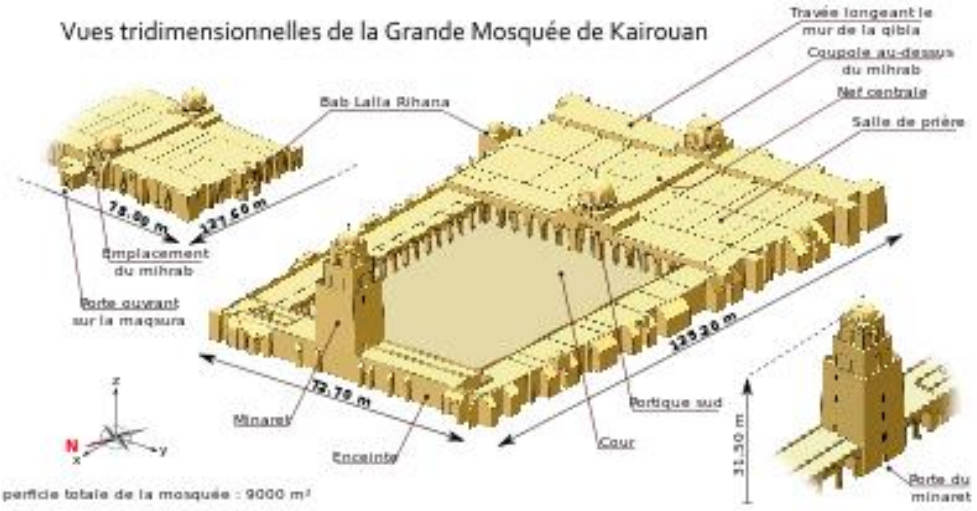


Figure 82 Vue de l'ensemble de la mosquée de Kairouan[107]

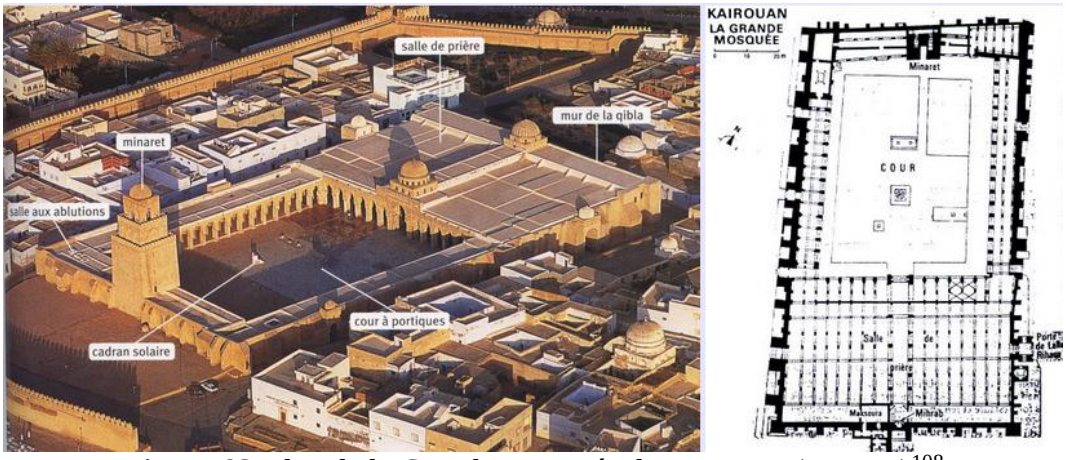


Figure 83 Plan de la Grande Mosquée de Kairouan (Tunisie)[108]

b- La mosquée de Sidi Boumediene Tlemcen Algérie[109]

La mosquée Sidi Boumediene est une mosquée située dans le quartier d'El Eubbad à Tlemcen, faisant partie d'un complexe, elle a été construite en 1339 (739 de l'Hégire) par le sultan mérinide Abou l'Hassan Ali (dit le sultan noir) comme annexe au tombeau de Sidi Boumediene. La mosquée a été édifiée selon un plan rectangulaire de 30 x 18 m. parfaitement symétrique, plus profond que large.

[107]Tachymètre. (2010, janvier 06). Wikimédia. Consulté le Octobre 07, 2015, à 18h00 sur commons.wikimedia.org/: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3D_computer_modeling_of_the_Great_mosquee_of_Kairouan-fr.svg

[108] daget, j. (s.d.). L'architecture islamique. Consulté le Octobre 07, 2015, sur juliendaget.perso.sfr.fr: http://juliendaget.perso.sfr.fr/Clem/5201Kairouan.html

[109] (Database "El-Eubad (mosquée, madrasa et tombeau de Sidi Boumediène)", s.d.)

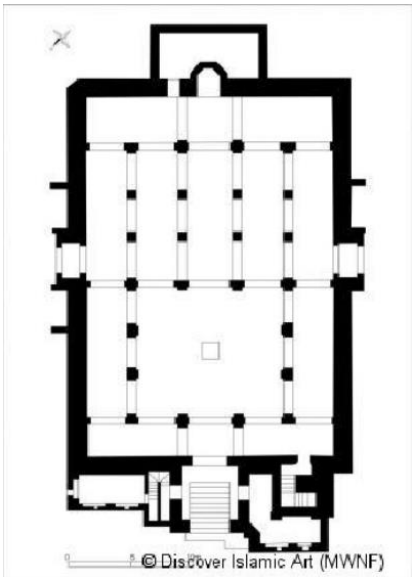


Figure 84 : plan de la moquée de Sidi Boumediene Tlemcen[110]

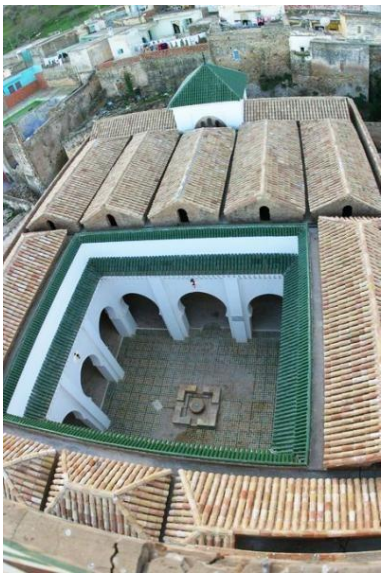


Figure 85 : vue sur la mosquée à partir de son minaret[111]

2-5-2 Le plan iranien : Comme son nom l'indique, ce plan se retrouve quasiment exclusivement dans le Grand Iran, c'est-à-dire dans une région comprenant l'Iran, une partie de l'Afghanistan et du Pakistan et une partie de l'Irak. C'était également le plan utilisé en Inde avant la dynastie moghole.

Il apparaît au Xe siècle avec la dynastie seldjoukide et se caractérise par l'emploi d'iwans (porches ouverts en arc), souvent sur les quatre côtés d'une cour centrale ; une vaste entrée s'orne d'un pishtak (portail formant une avancée, souvent surmonté de deux minarets et ouvert par un grand arc) ; la cour est prolongée par une salle de prière sous coupole.

Figure 86 Iwan sud de la mosquée d'Isfahan Iran[112]

[110] (Lafer, Database,museum with no frontiers "El-Eubad (mosquée, madrasa et tombeau de Sidi Boumediène)", s.d.)
[111] (Pinterest "Mosquée Sidi Boumediene", s.d.)
[112] Shirshekar, S. (2009). *CHINESE ISLAMIC ARCHITECTURE.* Consulté le Octobre 08, 2015, à 16h10 sur sinificationarchitecture.wordpress.com: https://sinificationarchitecture.wordpress.com/persian-architecture/

a- Exemple : la mosquée du Shah Abbas Ispahan Iran[113]

Édifiée par Shāh 'Abbās entre 1611 et 1628, et achevée sous le règne de son successeur Shāh Safi vers 1630, cette mosquée constitue l'élément majeur du Maydān-i Shāh, la place monumentale (512 mètres × 159 mètres) d'Isfahan (Ispahan).

Symbole de pouvoir à la fois royal et spirituel, cette mosquée séduit par son raffinement : iwans (salles dont un côté est totalement ouvert), salles voûtées et cours ornées de bassins flanquent l'axe principal orienté vers la Mecque ; l'iwan d'entrée est installé en oblique par rapport à cet axe, étant, lui, aligné sur la façade sud de la place royale. Cette mosquée dotée de colonnes, avec un pavillon à coupole devant le mihrab et une cour à quatre iwans, appartient au type le plus courant du monde irano-turc depuis le XIIe siècle, mais par son jeu d'axes et son intégration dans le Maydān-i Shāh elle est en même temps un élément essentiel de l'urbanisme royal mis en œuvre par Shāh 'Abbās.

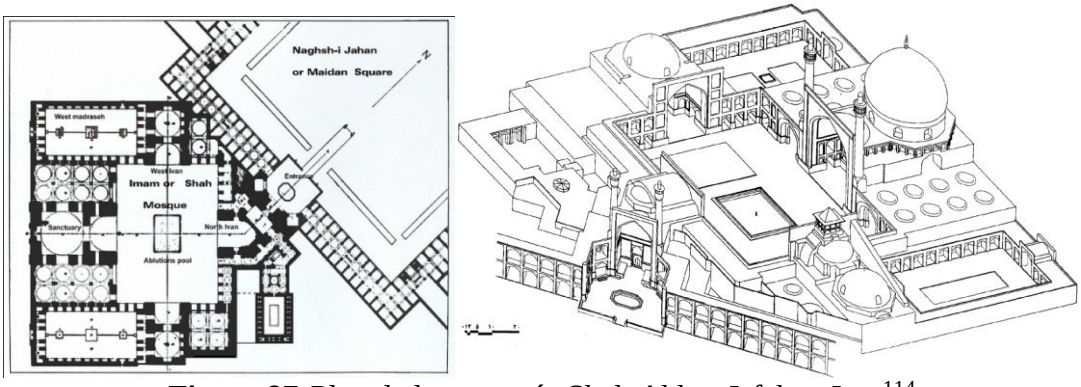


Figure 87 Plan de la mosquée Shah Abbas Isfahan Iran[114]

Figure 88. Vue sur la mosquée à partir du Maidan[115]

[113]Marianne BARRUCAND, « MOSQUÉE DU SHĀH, Ispahan (Iran) », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 25 décembre 2015. URL : http://www.universalis.fr/encyclopedie/mosquee-du-shah/
Haug), S. B. (2007, Decembre 15). *Isfahan x. Monuments (3) Mosques.* Consulté le Octobre 08, 2015, sur Encyclopeadia Iranica: http://www.iranicaonline.org/articles/isfahan-x3-mosques

[114] effettobeaubourg. (2012, Avril 28). *EffettoBeaubourg.* Consulté le Octobre 09, 2015, à 13h50 sur effettobeaubourg.tumblr.com: http://effettobeaubourg.tumblr.com/post/21969515703/imam-or-shah-abbas-mosque-plan-maidan-shah
Haug, S. B. (2007, Decembre 15). *Isfahan x. Monuments (3) Mosques.* Consulté le Octobre 09, 2015, à 14h15 sur encyclopeadia iranica: http://www.iranicaonline.org/articles/isfahan-x3-mosques

[115] *archhistdaily.* (2012, janvier 27). Consulté le Octobre 09, 2015, à 14h40 sur archhistdaily.wordpress.com: https://archhistdaily.wordpress.com/tag/shah-abbas/

2-5-3 Le plan ottoman : Ce plan se trouve en Turquie principalement, et fut mis au point, après la Prise de Constantinople en 1453, par l'architecte Sinan, le plus grand bâtisseur de mosquées turques à qui on attribue plus de 300 édifices, dont la mosquée Süleymaniye à Istanbul.
Il se compose d'une salle de prière sous une immense coupole cantonnée de demi-coupoles et de coupolettes, même où la prière n'est pas effectuée. Souvent, les mosquées de type ottoman font partie de grands complexes. On peut déceler une influence byzantine.

a- <u>Exemple : la mosquée Suleymeniye Istanbul Turquie[116]</u>

La mosquée Souleymane (Süleymaniye Camii en turc) a été construite pour Soliman le Magnifique, entre 1550 et 1557 par l'architecte Sinan, sur une colline nommée la corne d'or.
La mosquée Soliman est l'un des plus belles mosquées de la ville d'Istanbul. Elle fait partie des mosquées dites « selatin », mosquées à plusieurs minarets édifiées par les sultans ou leur famille.
C'est une des plus belles réussites de l'architecte aucun détail n'a été négligé : proportions harmonieuses, dôme en cascade, intérieur très lumineux, fontaine …. Au centre de la cour intérieure se trouve une fontaine pour les ablutions.
La mosquée comporte 4 minarets à 10 balcons. Le nombre de minarets correspond au fait que Soliman était le 4ème sultan ottoman de la ville Istanbul. Quant à 10 balcons, cela correspond à la place de Soliman au sein de la dynastie ottomane.
La mosquée Süleymaniye et son environnement forment une large organisation urbaine : école coranique, hôpital, hospice, collèges religieux, magasins, bain public ou hammam, mausolées,

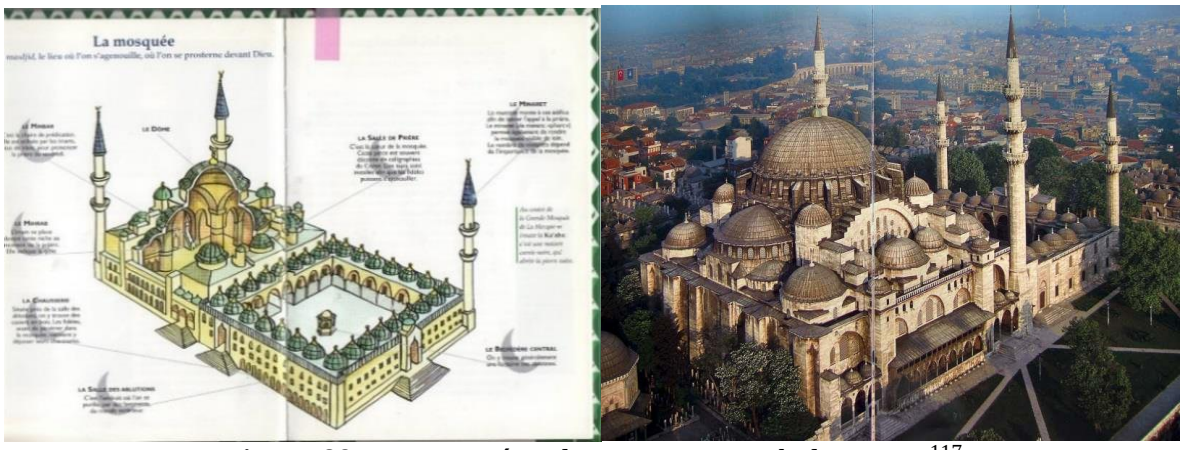


Figure 89. La mosquée suleymeniye Isatanbul Turquie[117]

[116] http://www.turquiewebguide.com/turkeyinformation-fr/fra/istanbul_5.htm
[117] Artist, S. (2012). pinterest. Consulté le Octobre 17, 2015, à 10h00 sur pinterest.com: https://www.pinterest.com/pin/251779435388080560/

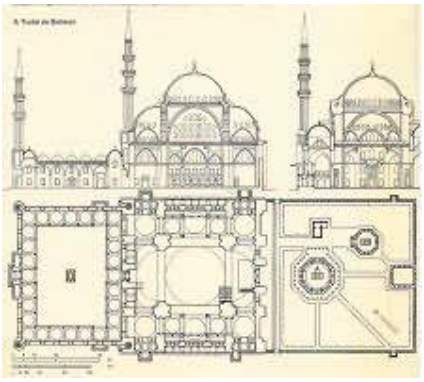


Figure 90 Plan de la mosquée suleymeniye[118]

2-5-4 Le plan moghol : Ce plan se trouve exclusivement en Inde à partir du XVIe siècle, et est influencé par le plan iranien. Il se caractérise par une immense cour à quatre iwans, dont un ouvre sur une salle de prière étroite et rectangulaire, couronnée par trois ou cinq coupoles bulbeuses.

a- <u>Exemple : la mosquée Badshahi Lahore Pakistan</u> [119]

Le XVIIe siècle a vu se concevoir la plus grande mosquée du monde après la Mecque, avec une capacité de 110 000 fidèles entre l'intérieur et l'extérieur pendant près de trois siècles. A présent placée cinquième

La mosquée Badshahi à Lahore reste un symbole de l'empire Moghole. Son style architectural s'inspire des mosquées persanes. Le plan de cette mosquée du Pakistan est constitué d'une enceinte carré, elle reprend la structure quaternaire de la cour, avec ses quatre minarets de 53,75 mètres, ils entrent en écho avec ceux délimitant la salle de prières. La cour quadrangulaire constitue, en quelque sorte, la salle dont la voûte céleste serait la coupole naturelle.

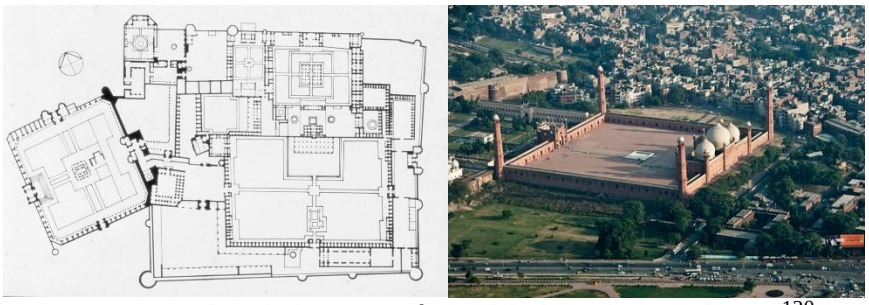


Figure 91 Plan de la mosquée Badshahi Lahore Pakistan[120]

[118] les grands séljoukides et les caravanserails. (2005, Decembre 07). Consulté le Octobre 16, 2015, à 10h10 sur seldjoukidecaravanserail.skynetblogs.be: http://seldjoukidecaravanserail.skynetblogs.be/archive/2005/12/07/plan-de-la-mosquee-suleymaniye.html

[119] Architecture, A. H. (2011). *Asian Historical Architecture.* Consulté le Octobre 10, 2015, à 15h40 sur orientalarchitecture.com: http://www.orientalarchitecture.com/pakistan/lahore/badshahi.php
Destinations, S. (2015). *sacred destinations.* Consulté le Octobre 10, 2015, à 14h45 sur sacred-destinations.com: http://www.sacred-destinations.com/pakistan/lahore-badshahi-

[120] Turner, K. (2010, Avril 01). *MIT Libraries Dome.* Consulté le Octobre 10, 2015, à 10h00 sur dome.mit.edu: http://dome.mit.edu/handle/1721.3/50294
jzakariya. (2010, Mai 16). *thepeopleofpakistan.* Consulté le Octobre 10, 2015, à 10h45 sur wordpress.com: https://thepeopleofpakistan.wordpress.com/tag/lahore/

Figure 92 La mosquée Badshahi Lahore Pakistan[121]

2-3 La typologie des mosquées

2-6-1 Mosquée a système ouvert[122]

a- La mosquée à portique

C'est la mosquée emblématique de l'Arabie, l'Afrique du nord, jusqu'au Maghreb qui prend pour modèle la première mosquée du prophète.
Elle se caractérise par la simplicité de sa forme et la relation très importante entre la salle de prière et la cours « Sahn » pour des raisons climatiques, parfois le mur de séparation n'existe pas.

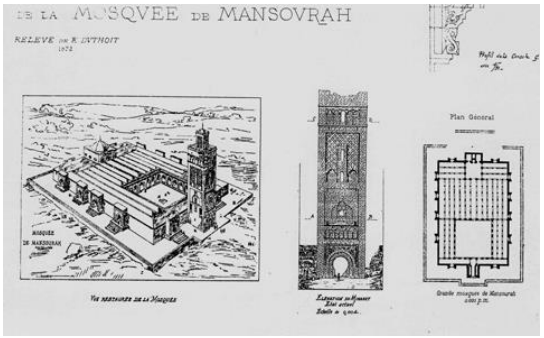


Figure 93 La mosquée de Mansourah Tlemcen[123]

b- La mosquée à iwans

C'est une mosquée Persane ou Iranienne. Ce sont des complexes monumentaux, qui se caractérisent par l'application d'un nouveau système d'organisation des espaces intérieurs (mosquée a quatre iwans) comme la mosquée du Shah en Iran.

---

[121] *Qureshi, S. (2015, Aout 25). hello. Consulté le Octobre 10, 2015, à 11h00 sur hello.com: http://hello.com.pk/pakistans-most-beautiful-historical-places/*

[122]

[123] Marie-Laure Crosnier Leconte, « Oriental ou colonial ? Questions de styles dans les concours de l'École des beaux-arts au xixe siècle », in Nabila Oulebsir et Mercedes Volait (dir.), *L'Orientalisme architectural entre imaginaires et savoirs*, Paris, Picard (« Collection D'une rive l'autre »), 2009, [En ligne], mis en ligne le 25 mars 2014, consulté le 24 décembre 2015. URL : http://inha.revues.org/4918

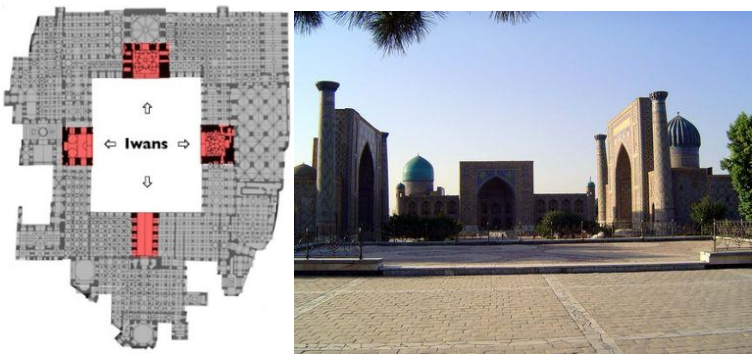


Figure 94 Mosquée à iwans du Shah en Iran, le sahn est centrale[124]

2-6-2 Mosquée a système fermé[125]

Ces mosquées sont emblématiques en Turquie et dans les pays qui étaient sous l'empire Ottoman.

a- La mosquée fermée sans cours

Ce sont des mosquées à cube unique, surmontée d'une coupole hémisphérique (sur pendentifs). On trouve ce type de mosquée dans les pays froid d'où l'élimination de la cour, et l'accès directe à la salle de prière.

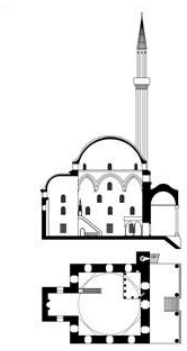


Figure 95 La mosquée Sinan Pacha Prizren Kosovo[126]

b- La mosquée fermée avec cours

Ce type de mosquée est typique en Turquie, dans ces mosquées la relation entre la salle de prière et la cours est moins importante cette relation est caractérisée par une séparation très marquée. Elles sont caractérisées par :

---

[124]Weisbin, K. (2013). *khanacademy "art of islam"*. Consulté le Octobre 29, 2015, à 22h00 sur khanacademy.org: https://www.khanacademy.org/humanities/art-islam/beginners-guide-islamic/a/common-types-of-mosque-architecture

[125]

[126]exhibition, l. b. (2014). *kosovo architecture*. Consulté le Octobre 17, 2015, à 18h00 sur kosovoarchitecture.org: http://www.kosovoarchitecture.org/architecture_monuments.html
Wanderer, T. V. (2012, Novembre 28). *The Vacation Wanderer*. Consulté le Octobre 17, 2015, à 18h15 sur thevacationwanderer.com: http://www.thevacationwanderer.com/2012/11/28/prizren-kosovo/

L’utilisation de grandes coupoles entourées par d’autres coupoles plus petites flanquées dans des demi-coupoles.
L’utilisation de plusieurs minarets de grandes hauteurs de formes cylindrique, ce qui donne un équilibre au volume, et une certaine esthétique et précision géométrique.

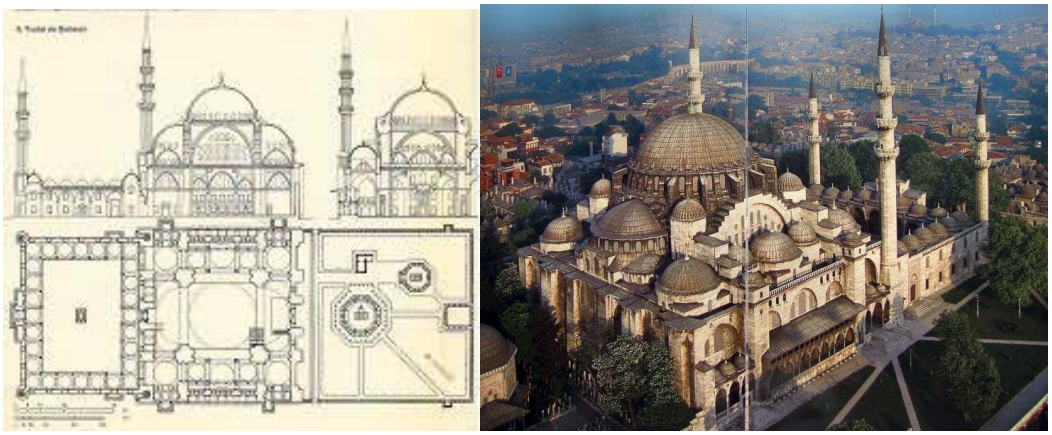


Figure 96. La mosquée suleymeniye Istanbul Turquie[127]

2-4 Le répertoire de forme des mosquées[128]

Depuis le début du XXème siècle, l’évolution formelle de la mosquée est marquée par deux tendances majeures : l’étude de la tradition locale et la forte influence du langage formel international de l’époque moderne.
L'architecture des mosquées est un riche patrimoine dans le quel prospère la diversité des formes d'expression et de beauté. La beauté de la foi et de la pensée architecturale. Cependant, L'évolution technique accélérée, dans une époque changeante, permet de réaliser des mosquées ou la tendance architecturale future adopte de nouveaux matériaux et procédés de construction.

2-7-1 La tendance traditionnelle « classique »

C’est une tendance ou la relation entre l’ouvrage et la tradition reste intacte par l’utilisation de détails, formes, décorations, tout en gardant les éléments classiques qui composent une mosquée.

[127] Artist, S. (2012). pinterest. Consulté le Octobre 17, 2015, à 10h00 sur pinterest.com: https://www.pinterest.com/pin/251779435388080560/
les grands séljoukides et les caravanserails. (2005, Decembre 07). Consulté le Octobre 16, 2015, à 10h10 sur seldjoukidecaravanserail.skynetblogs.be: http://seldjoukidecaravanserail.skynetblogs.be/archive/2005/12/07/plan-de-la-mosquee-suleymaniye.html

[128] Casablanca, C. (2015). *Casablanca.* Consulté le Octobre 15, 2015, à 11h20 sur visitcasablanca.ma: http://www.visitcasablanca.ma/presentation/la-mosquee-hassan-ii.html

Figure 97. La mosquée du sultan à Singapore (1924-1928) rappel de l'architecture Moghol, du XVI au XIXème siècle[129]

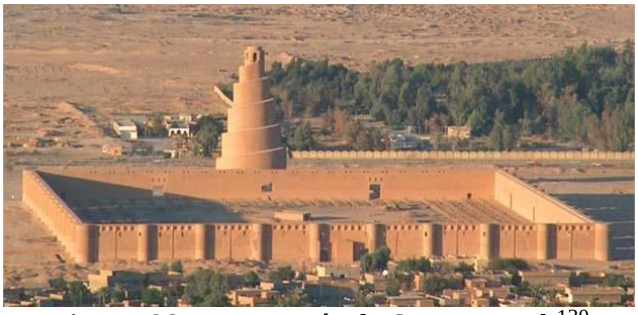


Figure 98 La mosquée de Samarra Irak[130]

Figure 99 La mosquée Hassan II à Casablanca reprend les éléments architecturaux classiques des mosquées d'Afrique du nord.[131]

[129]Jacetan. (s.d.). *dreamstime*. Consulté le Octobre 15, 2015, à 17h 45 sur dreamstime.com: http://fr.dreamstime.com/image-stock-mosqu-e-de-sultan-singapour-image14613531
Soo, E. (2012, Octobre 26). *wikimedia commons*. Consulté le Octobre 15, 2015, à 17h40 sur commons.wikimedia.org: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sultan_Mosque_at_Kampong_Glam,_Singapore_(8124307795).jpg

[130] trouvetamosquee. (2012, Decembre 10). Consulté le Octobre 15, 2015, sur trouvetamosquee.fr: http://www.trouvetamosquee.fr/9la-grande-mosquee-de-samarra17/

[131] Mehdi, M. (2012, Février 22). over blog. Consulté le Octobre 15, 2015, à 17h 15 sur mariage-franco-marocain.net: http://a136.idata.over-blog.com/2/25/98/74/01-aout/mosquee-hassan-II-a-casablanca.jpg
Casablanca, C. (2015). Casablanca. Consulté le Octobre 15, 2015, à 17h20 sur visitcasablanca.ma: http://www.visitcasablanca.ma/presentation/la-mosquee-hassan-ii.html

Figure 100 La mosquée de Niono et de Djenné au Mali ont été construites à plus de cent ans d'intervalle, grâce à des techniques et à des matériaux de construction analogues, et avec des éléments formels identiques.[132]

2-7-2 La tendance moderne

Les mosquées de cette tendance se caractérisent par un conflit d'influences entre les formes, les matériaux modernes, et les formes architecturales traditionnelles.
Cette tendance est caractérisée par :

- l'emploi, de forme et de techniques résolument moderne comme des coupoles en forme de prisme, des poutres en lamellées collées des voûtes perforées…., tout en les associant à des éléments traditionnels de décoration.

Le modernisme dans les mosquées a pour but de crée une image harmonieuse entre traditions, vision moderne de l'architecture et les idées religieuses.
Un grand nombre de conceptions extrêmement novatrices virent le jour principalement au Bangladesh, au Pakistan et en Arabie Saoudite, pays qui s'évertuent à trouver leur propre style en matière d'architecture islamique.

Figure 101 La mosquée Aspire Qatar[133]

Figure 102 La mosquée cristal Kuala Terengganu Malaisie [134]

[132] go mali, m. c. (2011, Février 14). trouvetamosquee. Consulté le Octobre 15, 2015, à 18h00 sur trouvetamosquee.fr: http://www.trouvetamosquee.fr/la-grande-mosquee-de-djenne-mali/
Publishers, L. M. (2010). *Aga Khan Award for Architecture*. Consulté le Octobre 15, 2015, à 18h10 sur akdn.org: http://www.akdn.org/architecture/project.asp?id=303

[133] badubai. (2013, janvier 11). *trouvetamosquee*. Consulté le Octobre 05, 2015, à 08h30 sur trouvetamosquee.fr: http://www.trouvetamosquee.fr/la-mosquee-aspire-son-vendredi/
[134] bighugelabs, s. (2010, Decembre 20). *trouvetamosquee*. Consulté le Octobre 05, 2015, à 09h00 sur trouvetamosquee.fr: http://www.trouvetamosquee.fr/la-mosquee-de-crystal/

Figure 103 Mosquée du roi Fayçal - Islamabad Pakistan reprend les formes classiques, en les adaptant aux techniques et aux formes modernes. L'architecte Vedat Delakoy métamorphosa ainsi la grande coupole en un toit aux plis pareils à ceux d'une tente, la façade extérieure laisse apparaître les structures du béton. Tout l'effet architectural provient de la construction et de ses structures apparentes, et non pas d'un revêtement décoratif.[135]

Figure 104 La mosquée du roi Séoud à Djedda Reprend certains éléments de l'architecture islamique classique et les transposer dans un langage formel actualisé, avec des matériaux modernes. Tout l'effet architectural est produit par la sobriété des formes cubiques et le dépouillement des surfaces, parfaitement lisse.[136]

Figure 105 La mosquée du roi Abdel Allah à Amman s'inspire de l'architecture moderne en béton d'Europe et des Etat Unis tout en gardant les formes fondamentales de la coupole et du minaret.[137]

---

[135] Metreya. (2007, Mars 10). *blog lemonde*. Consulté le Octobre 07, 2015, sur blog.lemonde.fr: http://metreya.blog.lemonde.fr/2007/03/10/la-mosquee-faisal-shah-a-islamabad/

[136] Harb, Z. (2004, Septembre 04). *Base de données internationale du patrimoine du génie civil*. Consulté le Octobre 03, 2015, à 18h00 sur structurae.info: http://structurae.info/ouvrages/mosquee-du-roi-saoud/photos

Rahman, K. (2015, janvier). *google map*. Consulté le Octobre 03, 2015, à 18h10 sur google map/uv: https://www.google.fr/maps/uv?hl=fr&pb=!1s0x15c3cfc6fd6387d1:0xc5cd1f8dc0f62b4f!2m5!2m2!1i80!2i80!3m1!2i100!3m1!7e1!4shttps://ssl.panoramio.com/photo/101890104!5sla+mosquée+du+roi+saoud+à+djeddah+-+Recherche+Google&sa=X&ved=0CGkQoiowDmoVChMIzd6v6YL5yAIVir

[137] Andersastphoto. (s.d.). *Andersastphoto*. Consulté le Octobre 05, 2015, à 18h15 sur Andersastphoto.com: http://fr.dreamstime.com/photos-libres-de-droits-mosquée-du-roi-abdullah-à-amman-jordanie-image38297118

2-7-3 Tendance post-moderne

Entre 1970 et 1980, des architectes modernes se sont mis à rechercher des rapports avec la tradition architecturale, dans le but de pensée l'histoire comme une continuité rompue par le mouvement moderne. La tendance actuelle est au néo-classique, néo-impressionnisme, néo-vernaculaire, néo-constructivisme, néo-brutalisme, architecture écologique, bioclimatique…
Tous reviennent à l'identité culturelle en intégrant l'image technologique d'où une parfaite collaboration de l'architecte et de l'ingénieur.
Cette tendance se caractérise par :

- L'utilisation du fer et sa souplesse dans l'utilisation.
- Le béton est employé avec délicatesse.
- l'utilisation de nouveaux signes comme; l'intériorité du patio, les éléments de décor, polygone, étoile et cercle inscrit dans le carré.
- L'emploi de grille d'aluminium sur les façades Sud fait référence aux moucharabiehs,
- les jeux de lumière par le pare-soleil qui bouge avec des fibres optiques sensibles aux modifications d'ensoleillement (diaphragmes).

Des pionniers du post-moderne, on cite Aldo Rossi, Antonio Gaudi, Robert Venturi, Renzo

Piano, Richard Meier, Charles Moore, Christian de Portzamparc, Jorn Utzon, Jean Nouvel, Louis Khan, Zaha Hadid, Paolo Portoghesi. Ce dernier avec la mosquée de Rome en 1975, introduit dans la ville éternelle le « renouvellement de l'architecture dans le sein de l'histoire», il combine dans son monument la Rome baroque et les principes décoratifs prévalant à la Mecque. La mosquée s'insère sans difficulté dans la riche histoire architecturale de la ville. Alors que Zaha Hadid, propose, dans une architecture futuriste, la grande mosquée de Strasbourg en France.

Figure 106 Le complexe islamique de Rome Italie Paolo Portoghesi[138]

[138] *le message de l'islam*. (2012, avril 24). Consulté le Octobre 04, 2015, sur: http://francais.islammessage.com/Article.aspx?i=1878

Le complexe islamique de Rome Italie Paolo Portoghesi Consulté le Octobre, 06, 2015, à 15h00, sur :https://www.google.com/search?q=le+complexe+islamique+de+rome&client=opera&hs=g4P&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiB9rK71u_JAhWFWxQKHcR7DQ0Q_AUICSgD&biw=1260&bih=622#imgrc=j3gJSUyhZJWvBM%3A

Figure 107 La mosquée Penzberg en Allemagne[139]

2-7-4 Nouvelles orientations « tendance contemporaine »[140]

En ce XXIème siècle les innovations technologique repoussent les limites des possibilités architecturales

L'architecture contemporaine n'est pas un courant architectural. Les courants architecturaux, comme le baroque, le futurisme ou le modernisme, sont toujours liés à une période historique précis de cette société.

L'architecture contemporaine peut proposer de multiples choix architecturaux dans la mesure évidemment qu'ils se démarquent de ce qui se fait habituellement. Par contre, cette variété n'exclut pas certains traits communs que l'on retrouve dans l'architecture contemporaine. Elle se caractérise par :

La forme, en utilisant d'avantage la ligne courbe

La volumétrie, par la création de volumétrie et d'espaces intérieurs distincts.

Les nouveaux matériaux utilisés à l'intérieur comme à l'extérieur, comme le vert le bois la brique et les métaux, les végétaux

La fenestration l'une des caractéristique les plus importante, elle permet des vues spectaculaire, tout en profitant pleinement de l'ensoleillement.

L'animation du bâtiment dans le but de le rendre plus vivant et son pourtour plus animé par de l'éclairage extérieur sophistiqué, projection sur façade,…ect

Figure 108 La mosquée flottante de Dubaï[141]

Figure 109 Mosquée Sakirin Turquie[142]

---

[139] rifi, z. (2008, Aout 22). *skyrock*. Consulté le Octobre 25, 2015, à 16h00sur skyrock.com: http://zakariarifi.skyrock.com/2071356039-dima-islam.html

[140] structure, b. (2015). *bonestructure*. Consulté le Octobre 28, 2015, à 15h20 sur bonestructure.ca: http://bonestructure.ca/fr/7-choses-a-connaitre-sur-architecture-contemporaine/

[141] trouvetamosque. (2010, Octobre 16). Consulté le Octobre 08, 2015, sur trouvetamosque.fr: http://www.trouvetamosquee.fr/tag/dubai/page/3/

[142] designboom. (2014, Decembre 03). *designboom*. Consulté le Octobre 08, 2015, sur designboom.com: http://www.designboom.com/architecture/interview-zeynep-fadillioglu-female-architect-turkey-mosque-12-03-2014/

Figure 110 Mosquée de Tirana Albanie[143]

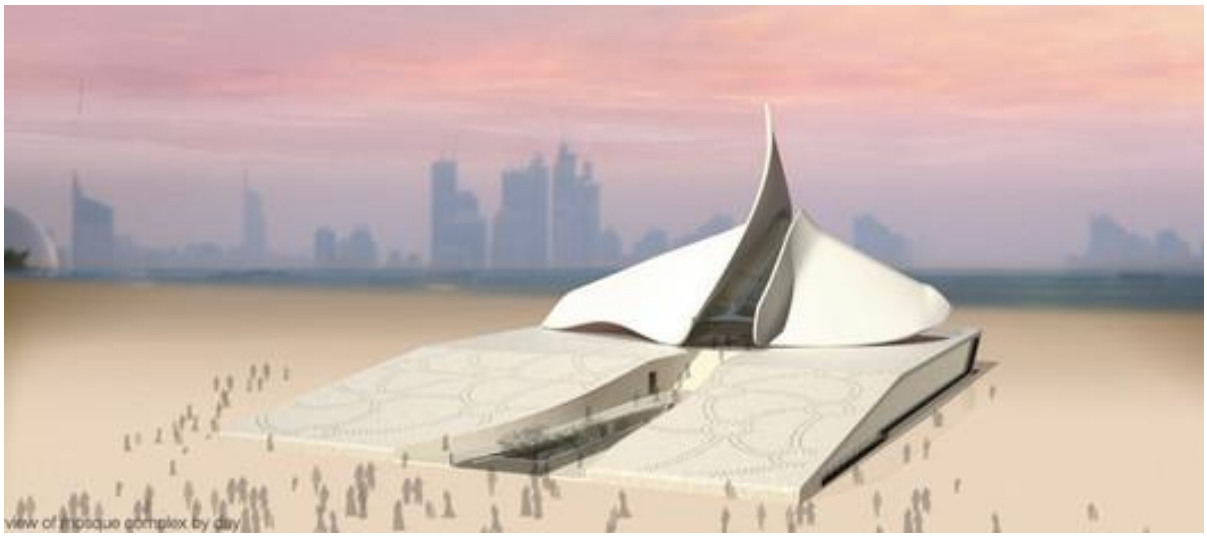


Figure 111 Mosquée Ray of light concours 2015 Dubai[144]

CONCLUSION

Le meilleur exemple en architecture islamique, c'est la mosquée ou on note l'évolution architecturale et technologique tout en fondant les grands principes de conception architecturale des mosquées.

[143] trouvetamosquee. (2012, juin 12). Consulté le Octobre 11, 2015, à 15h00 sur trouvetamosquee.fr: http://www.trouvetamosquee.fr/7la-future-mosquee-istanbul-aura-un-style-contemporain67/

[144] Jordana, S. (2010, Octobre 10). *archdaily*. Consulté le Octobre 11, 2015, à 10h00 sur archdaily.com: http://www.archdaily.com/81209/ray-of-light-mosque-zest-architecture

2-5 Les medersas

2-8-1 Définition[145]

La medersa est un établissement destiné à l'enseignement et à l'hébergement, le nom de medersa vient du terme darassa qui signifie enseigner. Or en terre d'islam le premier centre d'enseignement était et demeure la mosquée, qui a conservé son rôle éducatif. La medersa englobée toutes les disciplines que le développement scientifique de l'islam permettait de transmettre sans préjudicier aux fondements de la religion, ainsi furent enseignées la philosophie, la médecine, l'astronomie, les mathématiques, et l'adab qui tenait une place importante.

La madrasa sert souvent de mosquée de quartier, et vice versa. Elles sont toujours administrées en waqf (fondation pieuse)

2-8-2 L'apparition des medersas[146]

L'expansion dynamique que connurent les medersas remonte aux rivalités du Xème siècle, ces rivalités étaient d'ordre politique et religieux qui opposer le bloc des pays sunnite à celui des shiite.

Les premiers établissements de ce type apparurent en Egypte Fatimide sous le nom de Dar el ilm centre de propagande de la science shiite.

Un siècle plus tard XIème siècle et plus à l'est en Iraq, Iran et Syrie les medersas ont été créée, l'initiateur est Nizam El Mulk le vizir des sultans Seldjoukides, la première mosquée de ce type est celle de la Nizamiya à Bagdad en 1067 dont l'objectif était d'assurée le fondement du Sunnisme par une institution destinée à diffuser l'enseignement des quatre rites orthodoxe. Ce programme ce traduit par l'existence dans ces medersas d'orient, de quatre iwans (salle couverte) ou se tiennent les séances de cours propre à chaque rite.

La diffusion des medersas s'est effectuée très rapidement. Le mouvement s'étend avec les Ayyoubides qui fondèrent de nombreuse medersas afin d'extirper le chiisme après la disparition des Fatimides en Egypte, Salah Eddine « Saladin » en est un fervent bâtisseur, notamment au Caire et en Syrie, comme la medersa Firdaws à Alep(1243).

A l'époque des Mameloukes étaient liées aux grands complexes sultaniens, c'est dans celui de Qala'un que se trouve la première medersa Mamelouke.

---

[145] Hamid Triki, A. D. (1999). Medersa de Marrakech (éd. Eddif, 1999). Pampelune: les presses d'I.G. Castuera S.A. Consulté le Decembre 23, 2015,à 15h20, ISBN: 9981896020, 9789981896024, pp: 27 sur https://books.google.dz/books?id=nevxRGuVMnkC&pg=PA27&lpg=PA27&dq=les+premières+medersas&source=bl&ots=7vj6RVx4JE&sig=R9p1rl-fvzgTn5wJb-zx-KpTtM4&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=les%20premi%C3%A8res%20medersas&f=false

[146] Hamid Triki, A. D. (1999). Medersa de Marrakech (éd. Eddif, 1999). Pampelune: les presses d'I.G. Castuera S.A. Consulté le Decembre 23, 2015,à 15h20, ISBN: 9981896020, 9789981896024, pp: 27-29 sur https://books.google.dz/books?id=nevxRGuVMnkC&pg=PA27&lpg=PA27&dq=les+premières+medersas&source=bl&ots=7vj6RVx4JE&sig=R9p1rl-fvzgTn5wJb-zx-KpTtM4&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=les%20premi%C3%A8res%20medersas&f=false

Charles JANIER. (2010, juin). CDHA , mémoire vive . *Les Médersas algériennes de 1850 à 1960(46)*. Consulté le Novembre 11, 2015, à 16h00 sur http://www.cdha.fr/les-medersas-algeriennes-de-1850-1960

L'apparition des medersas au Maghreb est tardive, elle a lieu dans un contexte de soufisme vivace. De rite principalement malikite, on en trouve de nombreux exemples comme celle de la Bu'inaniyya au Maroc.
En Espagne l'enseignement avait principalement lieu dans les mosquées, on en connait qu'une seule dans cette région c'est celle de Yusuf Ier à Grenade d'influence Mérinide.

2-8-3 La typologie des medersas[147]

a- La medersa à système ouvert

On trouve généralement ce type de medersa en Egypte sous les Mameloukes et au Maghreb à partir des Mérinides.

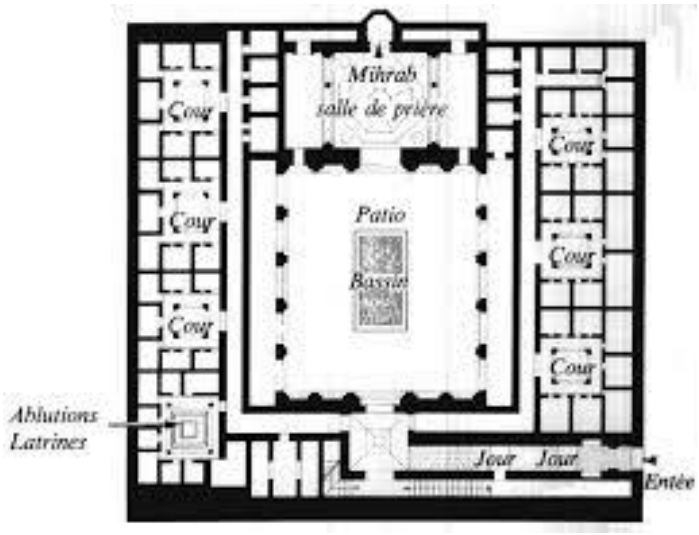


Figure 112 Plan de la medersa Ben Youssef Marrakech Maroc[148]

Figure 113 Medersa Ben YoussEF Marrakech Maroc[149]

147

148 *ARCHNET*. (2015, decembre 23). consulté le Novembre,11, 2015 à 18h30 Récupéré sur http://archnet.org/sites/2160/media_contents/5717

149 *wikimapia* . (2011). Consulté le Novembre 12, 2015,à 19h00 sur wikimapia http://wikimapia.org/10510392/fr/Medersa-Ben-Youssef#/photo/2193584

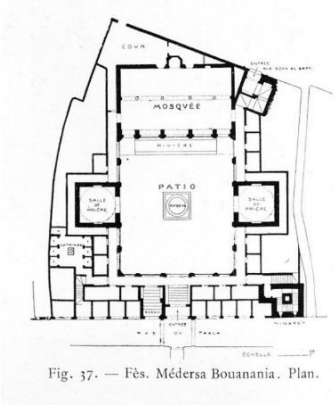


Fig. 37. — Fès. Médersa Bouanania. Plan.

Figure 114 Medersa Bouananiya Fès Maroc [150]

Figure 115 Medersa Bouananiya Fès Maroc[151]

Exemple : la medersa de Sidi Boumediene Tlemcen Algérie[152]

Après avoir connu la succession de plusieurs dynasties, Tlemcen ville des lumières s'était dotée de cinq medersas, trois d'entre elles dispensaient un enseignement supérieur dont la medersa de Sidi Boumediene qui enseignée les sciences et la théologie, elle a été construite en 1347 par le sultan Abou El Hassan, et fait partie d'un complexe qui comprend également une mosquée construite en 1339, un petit palais (Dar es Sultân) aujourd'hui en ruine, une zaouïa aujourd'hui demeure d'el Oukil, un hammam et des latrines.

Shrine complex of Sidi Boumediène, village of 'Ubbâd near Tlemcen

Figure 116 : complexe de sidi Boumediene Tlemcen[153]

La madrasa s'organise autour d'une cour carrée entourée de galeries. La plus grande pièce sert de salle de prière et de classe. Au moment où les troupes françaises entrèrent à Tlemcen, la Médersa était dans un état d'extrême délabrement, et elle ne fut restaurée que lors de

[150] *MIT libraries Dome.* (2011, juin 07). Consulté le Novembre 12, 2015,à 20h15 sur Fez (Fès province, Morocco): http://dome.mit.edu/bitstream/handle/1721.3/65816/154569_cp.jpg?sequence=1

[151] Wassila. (2009, Mai 02). Consulté le Novembre 12, 2015,à 20h30 sur Wassila.ma je clic je trouve:http://www.wassila.ma/bons-plans/monuments/monuments-fes/medersa-bou-lnania-c12-s526-ss534 d443.html

[152] Georges Marçais, L'architecture musulmane d'occident, Tunisie, Algérie, Espagne et Sicile, Paris, Arts et Métiers Graphiques, 1954, p.276 consulté le 14 Janvier 2016 à 16h00 IN Wilipédia sur https://fr.wikipedia.org/wiki/Mosquée_Sidi_Boumediene

[153] (hippowallpapers, s.d.)

l'évènement « Tlemcen capitale de la culture islamique » en 2011, par le service des Monuments historiques.

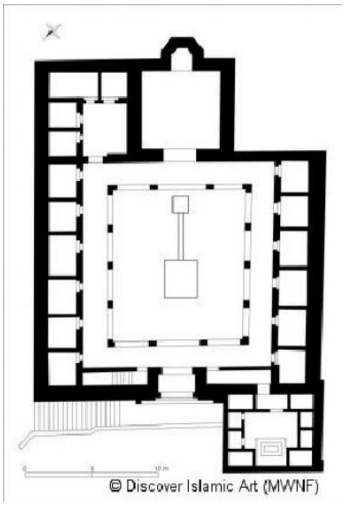


Figure 117 : plan de la medersa de Sidi Boumediene Tlemcen[154]

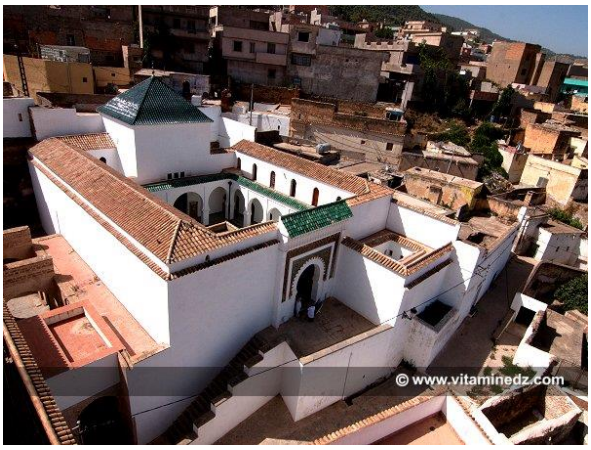


Figure 118 : la medersa de Sidi Boumediene Tlemcen[155]

b- La medersa à système fermé

On trouve généralement ce type de medersa en Iran, en Anatolie sous les Seldjoukides puis sous les Ottomans, et en Syrie et Egypte sous les Ayyoubides**.**

Figure 119 : La medersa miri arab à Boukhara a été construite par le cheik Abdullah au XVIe siècle, cette médersa fait face à la mosquée Kalom et dialogue avec elle. Cet édifice dédié à l'enseignement est composé d'une centaine de cellule et renferme également le mausolée du cheik[156]**.**

[154] (Lafer, s.d.)
[155] (tlemcen2011, 2011)
[156] Ouzbekistan sur mesure. (2015). Consulté le Novembre 14, 2015, à 22h15sur Boukhara: http://www.ouzbekistan-surmesure.com/boukhara/
Overblog. (2014, mais 18). Consulté le Novembre 14, 2015, à 22h00sur LANKAART: http://www.lankaart.org/article-boukhara-medersa-miri-arab-50065910.htm

Figure 120 : la Medersa d'Ulugh Begh Samarkand[157]

2-6 L'art islamique[158]

Introduction

Pour rester conforme aux principes de l'Islam, l'art musulman, qu'il soit décoratif, profane ou religieux, présente une esthétique qui se veut éloigner de toute représentation figurée de l'être humain ou des êtres vivants dans la nature.

L'art musulman résulte de l'influence de la théologie et de la philosophie religieuses sur la technique des divers artistes. Né essentiellement de préoccupation religieuses, l'art musulman créé véritablement une Nouvelle esthétique. Les sources d'inspiration historique sont Byzance, (Constantinople) dont l'empire est progressivement occupé par les musulmans puis, dans un deuxième temps l'Inde (XIII ème siècle) et enfin la Perse (Chiraz, Tabriz, art de l'enluminure) à partir du XIVème siècle. Mais des influences syriaques, chaldéennes, indiennes, égyptiennes, chinoises ou mongoles vont, selon les régions du monde musulman manifester leur empreinte.

2-9-1 Les caractéristiques de l'art islamique

- Traduire le message et les valeurs du Coran : universel, cosmique, permanent. Le caractère éminemment abstrait de l'art musulman se veut spiritualiste par l'harmonie des lignes et la beauté des formes.
- Il assure une fonction inductive de la foi vers la prière, l'absolu et la méditation sur l'infini. La répétition des motifs géométriques et des entrelacs doit captiver l'attention et susciter l'admiration du spectateur.

2-9-2 les aspects de l'art islamique

a- La Mosaïque (le Zellij, al Fusayfisa) : Elle a pour origine l'imitation des fresques byzantines grecques ou romaines que des artistes syriens composèrent selon des traditions anciennes, avec des matériaux traditionnels, en écartant toute représentation

[157] Patrickringgenberg. (2006). *wikimedia*. Consulté le Novembre 15, 2015, sur wikimedia.org: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Samarkand_madrasa_Ulugh_Beg.JPG

Lelard, B. (2009). CONFÉRENCE INTERNATIONALE EN HOMMAGE À L'ASTRONOME OUZBEK MIRZO ULUGH BEG. Paris. Consulté le Novembre 14, 2015, à 23h00sur http://www.planetastronomy.com/special/2010-special/26nov09/ulugh-beg-saf-iap.htm

[158] (BOUBAKEUR, 2014)

humaine ou animale. Le pavage des sols des vestibules, des couloirs, des salles de prière, des sahn et des salles d'ablutions et latrines, Mais aussi comme carrelage des marches d'escaliers de minarets ou comme lambris des murs, des piliers des galeries du sahn, des minarets, des fontaines murales. Les coupoles et panneaux, sont revêtus d'assemblages de petits cubes ou fragments de pierre, verre, ou émail de différentes couleurs afin de former des figures et assemblages d'allure géométrique et d'entrelacs à motifs polychromes.

-La Technique du Zellij : cette technique consiste à rassembler en mosaïque des pièces de faïences découpées dans des carreaux de céramique de différentes couleurs constituant essentiellement des motifs géométriques. Des formes courbes, arquées permettent également de figurer des figures décoratives sinueuses, courbes ou circulaires ou à lignes sinueuses.

Figure 121 *:* Détail du lambris en zelliges de la Médersa Ben Youssef à Marrakech, Maroc, XIVe s.[159]

-Technique de la Mosaïque : L'art de la mosaïque est une prouesse technique. Les artisans arabes (notamment à Baghdad) découvrent le secret de la céramique émaillée qu'ils vont utiliser pour la fabrication de carreaux monochromes d'argile cuite. L'autre prouesse technique résulte du découpage et de l'assemblage des diverses pièces à agencer.

-Jeux mathématiques : La représentation d'êtres humains, voire d'animaux, a souvent été interdite dans les arts de l'Islam. Cela explique le développement de cet art décoratif gouverné par la géométrie. Des figures géométriques de base telles que carrés, losanges, triangles, étoiles, croix, et autres polygones, sont combinées entre elles selon des schémas rigoureusement mathématiques. Grâce à leur complémentarité, elles forment des motifs qui s'entrecroisent et se répètent à l'infini.

b- L'Arabesque L'arabesque (TAWRIQ en arabe, ATAURIQUE en Espagne) :

Il s'agit d'un ornement décoratif géométrique ou floral, qui jouit d'une place de choix dans les édifices religieux. Les droites rectilignes créent des encadrements rectangulaires et carrés, qui circonscrivent les portes et les fenêtres, et divisent les espaces à décorer en panneaux. Ou constitué de feuilles, de fleurs, de pampres, et de lignes sinueuses irrégulières s'adornant d'ébauches stylisées florales, d'acanthes de feuilles de vigne de lierre etc. Ainsi, Arabesques et

[159] (Zellige marocain "Histoire du Zellige marocain", s.d.)

entrelacs tendent à représenter les états multiples et divers de la création : unité, expansion dans toutes les directions, puis retour à l'unité centrale.
Le mot TAWRIQ a pour étymologie : WARAQA : feuille, en arabe.

c- La Calligraphie

L'écriture arabe est la plus noble des expressions plastiques de l'art musulman qui ne doit rien aux civilisations antérieures.
L'Ecriture calligraphique arabe se manifeste en divers styles classiques :

- Le KOUFI en coufique (de la ville de KUFA) de style droit et anguleux, carré, style coranique
- Le NASKHI : Lettres + formes élégantes, souples, cursives
- Le THULUTH (inclinaison au tiers de la lettre)
- Le TA'LIQ : impression de "suspension" de l'écriture
- Le NESTA'LIQ : combinaison de Ta'liq et de Naskhi
- Les diverses écritures des empires musulmans, exemple. Le DIWANI (fin du XVI° siècle) style de la Turquie Ottomane, Les trompes des lettres sont peu accentuées et ornées de nombreuses boucles.

La calligraphie est destinée dans l'art religieux à reproduire des versets coraniques, à rappeler des paroles du Prophète (hadiths) ou de ses compagnons.

2-9-3 Autres formes de l'art islamique

a- Les Céramiques : Elles illustreront des carreaux de faïence pour recouvrir les murs des mosquées, palais et mausolées.

b- Le bois sculpté : il jouit d'une place de choix dans la construction aussi bien que dans la décoration comme le moucharabieh d'abord géométrique (étoiles, entrelacs, polygones, lignes brisées etc…), les sculptures sur bois précieux (ébène, bois de roses, espèces rares et exotiques) vont s'enrichir d'incrustations de nacre, d'ivoire, de fils de métaux précieux et constituer une marqueterie très élaborée (coffres, coffrets, boites, sièges etc…)

c- Le verre émaillé : constitutif des lampes des mosquées, le verre est orné de calligraphies, d'arabesques. Les flacons et vases vont voir pousser très loin la décoration.

d- L'Ivoire : moins développé dans l'art musulman, son travail consiste essentiellement à orner les boiseries.

e- Tapis, tissus Tissage : travail de la laine et de la soie vont servir de support aux mêmes règles de l'esthétique islamique. Arcs, arabesques, écriture coranique ou décors stylisés constituent les éléments des splendides tapis de soie.

2-10 Définition liées au thème

2-10-1 Complexe islamique

Un complexe islamique, est une mosquée qui offre à ses fidèles des activités culturelles, de loisirs d'hébergement ou éducatives en plus de son activité cultuelle. Ces activités peuvent être de nature culturelle ou sportive. Le complexe islamique doit alors posséder des espaces communautaire, ou encore sociaux.

2-10-2 Exemples de complexe islamique dans le monde

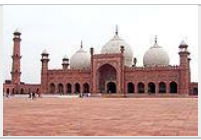
En Afrique :	la grande mosquée de Kairouan Tunisie	La mosquée Hassan II Casablanca Maroc	La grande mosquée d'Alger Algérie	Le complexe islamique Nizamiye Afrique du sud
En Europe	Le complexe islamique de Rome Italie	Le centre islamique de Genève Suisse	La grande mosquée de Londres Angleterre	La mosquée centrale de Moscou Russie
En Asie:	Le complexe islamique de Khodja Ouzbékistan	la mosquée Baitul Mukarram Dhaka Bengladesh	La mosquée Istiqlal Jakarta Indonésie	La mosquée Badshahi Lahore Pakistan
				
En Eurasie	Le complexe islamique d'Orhan Gazi 1339-1340	La mosquée bleue Istanbul Turquie	Le complexe islamique de Muradiye 1425-1426	Le complexe islamique de Soliman 1550-1557
En Asie mineure	Masjid al-Haram la Mecque Arabie Saoudite	Masjid al-Nabawi à Médine Arabie Saoudite	La mosquée sheikh zayed Abou Dhabi Dubai	la mosquée du sultan Quabous Mascate Oman

Tableau 12 Exemple de mosquée dans le monde[160]

2-10-3 La liste des plus grandes mosquées du monde

Classement des grandes mosquées du monde	Illustration	Capacité	Surface	Ville	Pays	Année de construction
1. Masjid al-Haram, Mecca, Arabie saoudite		820 000	400 800m²	La mecque	Arabie Saoudite	638
2. Al-Masjid al-Nabawi		730 000	400 500m²	Médine	Arabie Saoudite	622
3.Djamaâ el Djazaïr		120 000	440 000m²	Alger	Algérie	2016
4. Mosquée Istiqlal		120 000	95 000m²	Jakarta	Indonésie	1978
5. La mosquée Badshahi, Lahore, Pakistan		110 000		Lahore	Pakistan	1673
6. la mosquée Hassan II Casablanca		105 000	48 800m²	Casablanca	Maroc	1993
7. Mosquée Faisal, Islamabad, Pakistan		100 000	54 000m²	Islamabad	Pakistan	1993
8. la mosquée Ben Badis		55 000	27 000m²	Oran	Algérie	2015
9. Mosquée Cheikh Zayed		40 000		Abu Dhabi	Émirats arabes unis	2007

[160] *hapatchan*. (2011, Avril 24). Consulté le Octobre 27, 2015, à 10h00 sur hapatchan blog: http://hapatchan.blogspot.com/2011/04/top-20-des-plus-grandes-mosquees-du.html
Kifndir. (s.d.). Consulté le Octobre 27, 2015, à 10h10 sur kifndir.com ma sélection de tendances orientales: http://www.kifndir.com/themes/halal/642-les-10-plus-grandes-mosquees-dans-le-monde.html

10. Jama Masjid, Delhi, India		40 000		Delhi	Inde	1656
11. Baitul Mukarram, Bangladesh		40 000		Dhaka	Bengladesh	1960
12. Sultan Qaboos Grand Mosque, Oman		40 000	40 000m²	Mascate	Oman	2001
13. Mosquée Id Kah, China		20 000	16 800m²	Kachgar	Chine	1442
14. Masjid Negara, Malaysia		15 000	53 000m²	Kuala Lumpur	Malaisie	1965
15. Masjid-e-Aqsa Rabwah, Pakistan		12 000		Rabwah	Pakistan	1972
16. Baitul Futuh Mosque, Angleterre		10 000	21 000m²	Morden	Angleterre	2003
17. Grozny Central Dome Mosque, Russie		10 000		Tchétchénie	Russie	2008
18. La Mosquée du Sultan Ahmed, Istanbul		10 000		Istanbul	Turquie	1616
19. Al Fateh Mosque (Bahrain Grand Mosque)		7 000	6 500m²	Manama	Bahreïn	1988
20. Masjid e Tooba (Gol Masjid), Karachi, Pakistan		5 000		Karachi	Pakistan	1969

Tableau 13 Liste des plus grandes mosquées du monde[161]

[161] *hapatchan*. (2011, Avril 24). Consulté le Octobre 27, 2015, à 10h00 sur hapatchan blog: http://hapatchan.blogspot.com/2011/04/top-20-des-plus-grandes-mosquees-du.html
Kifndir. (s.d.). Consulté le Octobre 27, 2015, à 10h10 sur kifndir.com ma sélection de tendances orientales: http://www.kifndir.com/themes/halal/642-les-10-plus-grandes-mosquees-dans-le-monde.html

-11- Analyse des exemples

Les mosquées de par le monde sont entrains de prendre de nouvelles dimensions en matières, d'espace, de dimension, mais aussi en termes de technologie, celle qui respectent l'environnement entre autre.

Cependant l'interrogation se pose par rapport à leurs intégrations lors de la conception, sans pour autant dénaturer les fondements et principes de ces dernières. Pour cela l'analyse des exemples nous permettra, l'identification architecturale et fonctionnelle du projet, à partir de l'établissement d'une base de données, faisant appel à un ensemble de références diverses qui conditionneront la formalisation du projet.

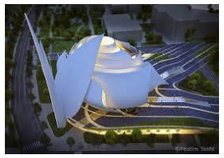
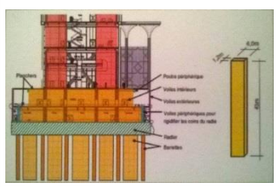
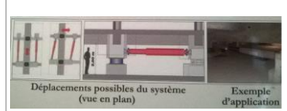
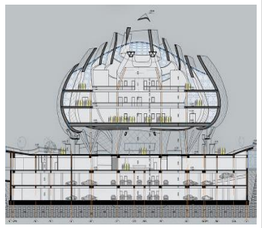
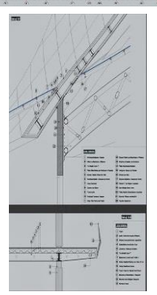
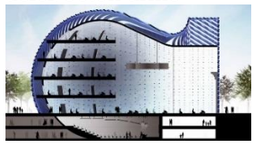
2-11-1 Tableau comparatif des exemples Programmatique

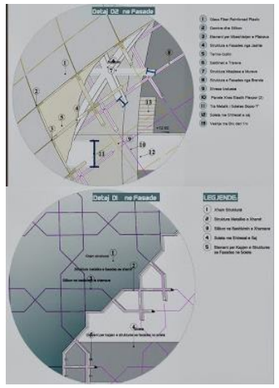
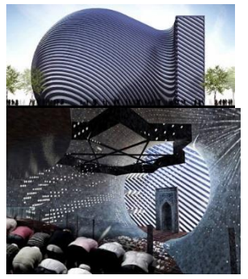
Exemples	La grande mosquée d'Alger ALGERIE	Le complexe islamique de Rome ITALIE	La mosquée Hassan II CasablancaMAROC	La mosquée Camlica Istanbul TURQUIE	Le centre islamique Ennour Mulhouse France	la mosquée du sultan Quabous Mascate Oman	la mosquée centrale de Pristina Kosovo	La mosquée El Ansar Singapore	Synthèse des programmes
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Date de réalisation/ architecte	2012-2016 KSP Engel und Zimmermann, Frankfurt am Main	1974-1995 Paolo Portoghesi, Vittorio Gigliotti, et Sami Mousawi	1986-1993 Michel Pinseau	Concours 2013 Süleyman Akkaş, Nihal Şenkaya Akkaş	2010- 2015 L'association AMAL	1995-2001 cabinet Architectes International, Mohamed Makiya	Concours 2013 Victora istotskya,Raof Abdelnby,Kamel Loqman	Construite 1981 Rénové: 2012-2015 Kurjanto Slamet	
Illustration									Chois d'exemples internationaux (Maroc, Italie, Turquie,..) et un exemple national à Alger
Echelle d'apparten-ance	INTERNATIONALE	NATIONALE	INTERNATIONALE	NATIONALE	REGIONALE /NATIONALE	INTERNATIONALE	REGIONALE /NATIONALE	NATIONALE	L'échelle d'appartenance varie selon les exemples (local, régionale, nationale et internationale)
Capacité d'accueil	120 000 personnes Surface total : 440 000 m²	65 000 personnes Surface total : 30 000 m² La surface de la forme en H est de 13 800 m²	105 000personnes Surface total : 48 800 m²	30 000personnes Surface total : 43 506 m²	16 000 personnes Surface total : 7754 m²	90 000 personnes Surface total : 416 000 m²	18 000 personnes Surface total : 8103 m²	5000 personnes Surface total : 6 000 m²	La capacité varie selon l'échelle d'appartenance des mosquées **De 5000 à 120 000 personnes**
Programme	**Espace cultuel** **25 000 fidèles** -Salle de prière H **20 000 m²** -Salle de prière F **3500 m²** -Minaret 265 **m** de hauteur -Ablution H -Ablution F	**Espace cultuel** **12 000 fidèles** -Salle de prière H **2400m²** -Salle de prière F -Minaret -Ablution H -Ablution F	**Espace cultuel** **25 000 fidèles** -Salle de prière H **20 000 m²** -Salle de prière F **3550m²** en galerie -Minaret 200 **m** de hauteur Ablution H **18 800m²** Ablution F **sous-sol** Hammam H 6000 **m²** Hammam F 1600 **pers**	**Espace cultuel** **13 000 fidèles** -Salle de prière H **11 500m²** -Salle de prière F -Minaret -Ablution H -Ablution F	**Espace cultuel** **2300 fidèles** -Salle de prière H **1700m²** -Salle de prière F **350 m²** -Minaret -Ablution H -Ablution F -Hammam H -Hammam F	**Espace cultuel** -Salle de prière H **20 000m²** -Salle de prière F -Minaret *4 -Ablution H -Ablution F	**Espace cultuel** -Salle de prière H **2600 m²** -Salle de prière F **1300 m²** -Minaret *2 -Ablution H -Ablution F	**Espace cultuel** **5000 m²** -Salle de prière H -Salle de prière F -Minaret -Ablution H -Ablution F	**Espace cultuelle** -Salle de prière H **2400m² à 20 000m²** -Salle de prière F **350m² à 3550m²** -Minaret de **200 à 265m (1à4)** -Ablution H -Ablution F -Hammam H -Hammam F
	Espace culturel **8000 m²** -pôle d'informatique -Un hall d'exposition	**Espace culturel** -Un Centre culturel -Un espace d'exposition	**Espace culturel** **24 800m²** -Une académie des arts traditionnels	**Espace culturel** -Un hall d'exposition **750 m²**	**Espace culturel** **830 m²** -Une salle informatique -Un espace exposition	**Espace culturel** -Centre d'information islamique	**Espace culturel** -Salle d'informatique	**Espace culturel**	**Espace culturel** **de 8000 à 24800 m²** -pôle d'informatique -Centre d'information islamique

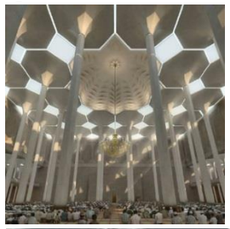
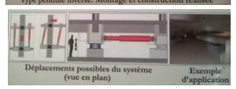
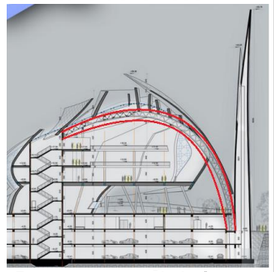
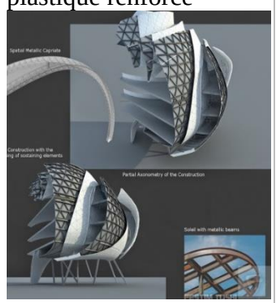
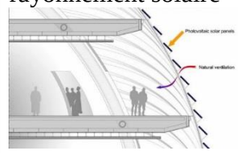
Programme	-Médiathèque. -Vidéothèque. -Filmothèque. -02 amphithéâtres. -une salle polyvalente de **1500 places** modulable, avec salle de projection. -Un cinéma -Un musée **(300m²/étage sur 5 niveaux)** -Une bibliothèque **(1 millions de livre, 2000 places)** -Une plate-forme d'observation. -Une cafétéria. -Un restaurant	-Un auditorium -Une salle de conférence -Un musée -Une bibliothèque	-Une médiathèque -Des salles de conférence -Un musée -Une bibliothèque	-Un auditorium**500m²** -Une salle de conférence **300 m²** -Une bibliothèque **300 m²** -Un réfectoire **1450 m²**	-Une médiathèque -Une ludothèque -Une salle polyvalente -Une salle de réception	-Salle de conférence **(300 pers)** -Salle de réunion -Une bibliothèque **(20 000 livres)** -Un Restaurant	-Une ludothèque -un amphithéâtre. **750m²** -Salle de conférence **(1850 m²)** -Une bibliothèque **(690 m²)** -Un observatoire **200m²** -Une Cafétéria **300 m²** -Restaurant **515 m²**	-Un Auditorium -Une Salle polyvalente -Cafétéria en plein air	-Un hall d'exposition -Médiathèque. -Vidéothèque. -Filmothèque. -Une ludothèque -02 amphithéâtres **.1500places** -une salle polyvalente de **1500 places** modulable, avec salle de projection. -Une salle de réception -Un auditorium **500m²** -Une salle de **conférence 300à 1850m²** -Un cinéma -Un musée **(300m²/ 5 niveaux)** -Une bibliothèque (**20000à 1millions de livre)** -Une académie des arts traditionnels -Une plate-forme d'observation. **200 m²** -Une cafétéria.**300 m²** -Un restaurant **515 m²** -Un réfectoire **1450 m²**
	Espace pédagogique: Dar el coran: (école doctorale 300 (post-graduant) 8000m² -Une salle de conférence -Des salles pédagogiques -Une bibliothèque -Un réfectoire -Bureaux d'administration -Centre de Recherche en histoire	**Espace pédagogique:** -salles de cours	**Espace pédagogique: 3000 m²** -Une école coranique -Des salles de réunion -Des salles de cours	**Espace pédagogique** -Des salles des cours ***5 365 m²**	**Espace pédagogique 1300 m²** -Institut coranique -Institut de langue arabe -Institut de formation religieuse -salles de cours ***10** -Bureaux d'administration		**Espace pédagogique 375 m²** -Salle de cours	**Espace pédagogique** -Centre éducatif -Salles de cours -Salle d'activités	**Espace pédagogique 375 à 8000 m²** -Institut coranique**3000 m²** -Institut de langue arabe -Institut de formation religieuse -salles de cours **5à10** -Administration -Centre éducatif -Une école doctorale **300 (post-graduant)** --Centre de Recherche en histoire -Une bibliothèque -Un réfectoire

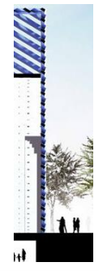
Programme	**Commerces** **6000 m²** -Ateliers -Commerces d'artisanat				**Commerces** **1006 m²**		**Commerces**		**Commerces**
					Espace sport et bien-être **1088 m²** -Salle de sport -Piscine -Sauna -Jacuzzi				**Espace sport et bien-être** -Salle de sport -Piscine -Sauna -Jacuzzi
	Hébergement -Logements d'astreintes -Pension pour étudiants de 300 lits (chambre double)	**Hébergement** -Quartiers résidentiels (imam/visiteurs)	**Hébergement** -Un appartement royal				**Hébergement** -Logement imam **240 m²**		**Hébergement** -Quartiers résidentiels (imam/visiteurs) -Caravansérail -Hospice Logements d'astreintes -Pension pour étudiants de 300 lits (chambre double)
	Administration -Administration générale -Salle de réunion Bureaux, bibliothèque et salon d'honneur pour l'imam)	**Administration** -Salle de réunion -Bureaux	**Administration** -Salle de réunion -Bureaux	**Administration** -Salle de réunion -Bureaux	**Administration** -Salle de réunion -Bureaux		**Administration** **540 m²** -Salle de réunion -Bureaux	**Administration** -Salle de réunion -Bureaux	Administration -Administration générale -Salle de réunion -Bureaux -Bureaux, bibliothèque et salon d'honneur pour l'imam)
	Parking sous-sol **(6000 véhicules, 2000/niveau)**	**Parking sous-sol**	**Parking sous-sol** **(1100 véhicules)** **38 000 m²**	**Parking sous-sol** **(435 véhicules)** **15 000 m²**	**Parking sous-sol**	**Parking sous-sol**	**Parking sous-sol** **7800 m²**	**Parking sous-sol**	**Parking** **-De 435 à 4000 véhicules**
	Sanitaire H/F	**Sanitaire H/F**	**Sanitaire H/F**	**Sanitaire H/F**	**Sanitaire H/F**	**Sanitaire H/F**	**Sanitaire H/F**	**Sanitaire H/F**	**Sanitaire H/F**
	Locaux techniques -La centrale technique -La centrale de sécurité	**Locaux techniques**	**Locaux techniques**	**Locaux techniques**	**Locaux techniques**	**Locaux techniques**	**Locaux techniques**	**Locaux techniques**	**Locaux techniques** -La centrale technique -La centrale de sécurité
	Espaces extérieurs -Esplanade **20000 fidèles** -Cours -Parc, **2000m²** -Jardins **1000m²** -Parking	**Espaces extérieurs** -Sahn **5000 fidèles** -Bassins d'eau -Jardin	**Espaces extérieurs** -Esplanade **(80 000 fidèles)**	**Espaces extérieurs** -Esplanade **(8620m²)** -Bassins d'eau	**Espaces extérieurs** **1835 m²** -Cour intérieur -Jardin	**Espaces extérieurs** -Cours Int -Jardins	**Espaces extérieurs** -Esplanade	**Espaces extérieurs** -Esplanade -Jardins -Toit jardin	**Espaces extérieurs** -Esplanade **5000 à 20000 fidèles** -Jardins Cours int -toit jardin

2-11-2 Tableau comparatif des exemples Nouvelles technologies

Exemples	La grande mosquée d'Alger	Mosquée la rose blanche Albanie	Masjid en-nabawi	Eco –mosquée Abu-dhabi	Eco-mosquée Dubai	Mosquée shikh zayed Abu dhabi	Mosquée solaire	Synthèse des nouvelles technologies
Date de réalisation/ architecte	2012-2016 KSP Engel und Zimmermann, Frankfurt am Main	1990		cadre du projet de durabilité d' « Abu Dhabi 2030 ».	2013	2007	Concour 2013	
Illustration								
Capacité d'accueil	**120 000**	**3 000**	**730 000**		**3 500**	**40 000**		
Nouvelles technologies	**Structure** -Utilisation d'une structure mixte (acier/béton) -Utilisation de béton centrifugé pour les colonnes -Fondation parasismique (amortisseurs/ isolateurs) ➔permettent les déplacements -Fondation profondes en barrettes, radier, voile et poutres périphériques  	**Structure** -Une structure mixte en acier sous-tendus/béton -Des colonnes métalliques qui supportent le bâtiment  	**Structure** -Structure ancienne ➔pierre et brique d'argile -La nouvelle structure ➔ en béton armé	**Structure** -Structure en béton armé -Utilisation du système de structure en coque	**Structure** -Utilisation d'une structure mixte traditionnelle (poteaux, poutres)/ mur voile	**Structure** -Structure en béton armé -Fondations: 6000 piliers de 27 m de profondeur en béton armée -Coline de 9m de haut a été érigée -Dôme auto portant haut de 70 m constitué à partir de l'assemblage de segment de béton -poutre circulaire 35m D en béton➔ qui supporte le dôme -Dispositif anti sismique	**Structure** -Utilisation d'une structure mixte acier/béton armé 	**Structure** -Utilisation d'une structure mixte (acier/béton) -Utilisation de béton centrifugé pour les colonnes -Fondation parasismique (amortisseurs/ isolateurs) ➔permettent les déplacements Fondation profondes en barrettes, radier, voile et poutres périphériques -Une structure mixte en acier sous-tendus/béton -Des colonnes métalliques qui supportent le bâtiment -Structure ancienne ➔pierre et brique d'argile -La nouvelle structure ➔ en béton armé -Utilisation du système de structure en coque -Utilisation d'une structure mixte traditionnelle (poteaux, poutres)/ mur voile -Dôme auto portant haut de 70 m constitué à partir de l'assemblage de segment de béton -poutre circulaire 35m D en béton➔ qui supporte le dôme -Dispositif anti sismique

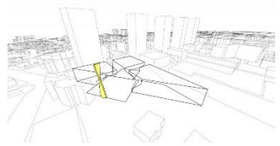
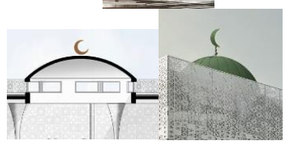
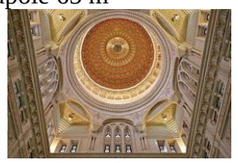
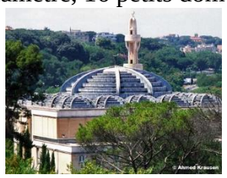
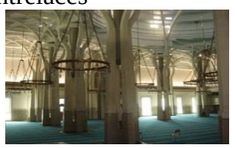
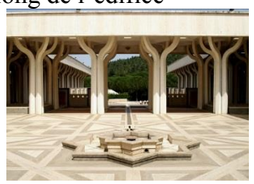
Nouvelles technologies	**Matériaux de façade** -Verre structurel à motif islamique -Acier structurel à motif islamique -Utilisation de moucharabieh au niveau du riwaq 	**Matériaux de façade** -Utilisation de plastique renforcé en fibre de verre -Verre structurel à motif islamique 	**Matériaux de façade** -Façade constituée d'arc en ogive et voussoir -Utilisation de marbre et pierre Polychrome et de marbre blanc ➔ nouvelle construction. -Utilisation de chapiteau en laiton. utilisation de -décoration colorée➔ la partie ancienne. 	**Matériaux de façade** -Utilisation du CORIAN un matériau, polymère en partie translucide qui permet l'introduction de la lumière tout en réduisant la pénétration de la chaleur 	**Matériaux de façade** -Utilisation de matériaux qui résistent à l'usure	**Matériaux de façade** -Utilisation de différents types de marbre Blanc ➔ édifice entièrement revêtu de marbre blanc par l'assemblage de plusieurs pièces. -Marbre de couleur ➔ pour les motifs floraux. -Motifs floraux constitués de TCL taillé à la main. -Décoration sculpté -Utilisation de pierres précieuses sculptées et incrustées dans les plaques en marbre -Décoration en gypse	**Matériaux de façade** -Façade recouverte de film photovoltaïque mince qui récolte l'énergie pour la mosquée 	**Matériaux de façade** -Verre structurel à motif islamique -Acier structurel à motif islamique -Utilisation de moucharabieh au niveau du riwaq -Utilisation de plastique renforcé en fibre de verre -Façade constituée d'arc en ogive et voussoir -Utilisation de marbre et pierre Polychrome et de marbre➔ nouvelle construction. -Utilisation de chapiteau en laiton. -Utilisation de décoration colorée➔ la partie ancienne. -Utilisation du CORIAN un matériau polymère -Utilisation d'un béton à motif islamique -Utilisation de matériaux qui résistent à l'usure Utilisation de différents types de marbre -Motifs floraux constitués de TCL taillé à la main. -Décoration sculpté -Utilisation de pierres précieuses sculptées et incrustées dans les plaques en marbre -Décoration en gypse renforcé en fibre de verre -Façade recouverte de film photovoltaïque mince qui récolte l'énergie pour la mosquée
				isolation thermique -Toiture végétalisée 		**isolation thermique** -Jardin sur le toit -Couleur réfléchissant la chaleur au niveau du toit		**isolation thermique** -Jardin sur le toit -Couleur réfléchissant la chaleur au niveau du toit -Système de régulation de température
	Système d'économie -récupération et économie d'eau. 			**Système d'économie** -Traitement des eaux usées pour l'arrosage	**Système d'économie** -Traitement des eaux usées pour l'arrosage	**Système d'économie** -Utilisation de diode électroluminescente pour l'économie d'électricité		**Système d'économie** -Récupération et économie d'eau. -Traitement des eaux usées pour l'arrosage -Utilisation de diode électroluminescente pour l'économie d'électricité

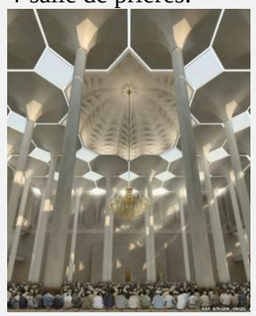
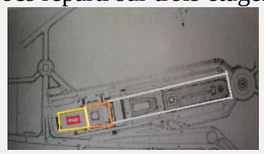
Nouvelles technologies	Innovation architecturale	Innovation architecturale	Innovation architecturale	Innovation architecturale	Innovation architecturale	Innovation architecturale	Innovation architecturale	Innovation technologiques
	-Coupole qui présente une double enveloppe (coupole intérieure ➔réinterprétation moderne de la coupole à stalactite traditionnelle, la coupole extérieure ➔réinterprétation de la face intérieure) -(amortisseurs/ isolateurs) ➔permettent les déplacements  -Fondation profondes en barrettes, radier, voile et poutres périphériques -Système de canalisation intégrer à l'intérieur des principales colonnes du complexe  	-Poutre principale en acier qui supporte l'ensemble de la structure de la rose  -La structure divisée en trois niveaux le premier est composée d'une structure mixte acier/béton, la deuxième partie ouverte constituée de poutres métalliques qui supportent le troisième niveau de «la rose blanche » est constituée de d'une structure en acier et d'un revêtement en plastique renforcé  	-Toit surmonté de 27 dômes coulissant sur des rails métalliques ➔créé des puits de lumière -Parasols fixés à des colonnes autoportantes /parasols rétractables 	-conception contemporaine ➔ volumes en forme de bulbe, de type organique, qui s'éloigne grandement des codes architecturaux traditionnels 	-Système de régulation de la température intérieure -Emplois de lampe économe en énergie -Intégration d'un système d'éclairage automatique -Favoriser l'éclairage naturel par la sélection de couleurs favorisant la lumière	-Utilisation d'un béton dont la porosité et la perméabilité est min. -Utilisation d'agent anticorrosion incorporer dans le béton traité avec des fibres polypropylène afin de réduire le nombre de fissures recouvert d'un fin film en plastique superficielles qui augmente la durée de vie des piliers. -Dôme indépendant de la salle de prière ➔ équipé de dispositif antisismique -Coupole ➔ utilisation de gypse renforcé en verre pour les moulures -Utilisation d'un système d'éclairage spéciale (jour/nuit) qui tient compte du lien entre le cycle lunaire et le calendrier islamique	-Des panneaux inclinés évitent le passage de la lumière solaire directe la création d'un éclairage indirect -Forme incurvé qui garantit une surface parfaitement orientée vers le soleil ➔ afin d'optimiser le rayonnement solaire  	-Coupole à double enveloppe (coupole intérieure -(amortisseurs/ isolateurs) -Système de canalisation intégrer à l'intérieur des principales colonnes du complexe -Poutre principale en acier qui supporte l'ensemble de la structure de la rose La structure divisée en trois niveaux Toit surmonté de 27 dômes coulissant sur des rails métalliques ➔créé des puits de lumière Parasols fixés à des colonnes autoportantes /parasols rétractables conception contemporaine ➔ volumes en forme de bulbe, de type organique. qui s'éloignent grandement des codes architecturaux traditionnels Utilisation d'une verrière à la place de la coupole qui permet le passage de la lumière à l'intérieur de la salle de prière -lampe économe en énergie et système d'éclairage automatique -Utilisation d'un béton dont la porosité et la perméabilité est min. -Utilisation d'agent anticorrosion incorporer dans le béton traité avec des fibres polypropylène afin de réduire le nombre de fissures recouvert d'un fin film en plastique superficielles qui augmente la durée de vie des piliers. -dôme indépendant de la salle de prière ➔ équipé de dispositif antisismique -utilisation de gypse renforcé en verre pour les moulures -Des panneaux inclinés évitent le passage de la lumière solaire directe la création d'un éclairage indirect -Forme incurvé qui garantit une surface parfaitement orientée.

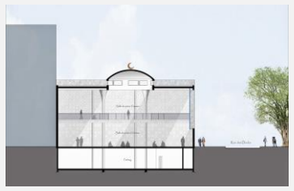
	Ventilation -Système de ventilation hybride.		**Ventilation** -Socles de colonnes équipées de grilles de ventilation. 	**Ventilation** -Système de ventilation hybride	**Ventilation** -Système de purification d'air -Ventilateur avec unité de récupération de l'énergie et de la lumière naturelle	**Ventilation** -Système de climatisation centralisée ➔ système gainé (plus esthétique) consomme moins d'énergie	**Ventilation** -Utilisation d'un système de ventilation mécanique	**Ventilation** -Utilisation d'un système de ventilation mécanique -Système de climatisation centralisée ➔ système gainé (plus esthétique) consomme moins d'énergie -Système de purification d'air -Ventilateur avec unité de récupération de l'énergie et de la lumière naturelle -Socles de colonnes équipées de grilles de ventilation -Système de ventilation hybride.
	Énergie renouvelable -La production de l'énergie électrique à partir de panneau photovoltaïque.			**Énergie renouvelable** -Réduction des besoins en éclairage supplémentaire -Réduction des besoins d'air conditionné -Utilisation de panneaux solaire pour la production d'électricité	**Énergie renouvelable** -Chauffer l'eau à partir des panneaux photovoltaïque. -Utilisation de panneaux solaire pour la production de l'électricité		**Énergie renouvelable** -Panneaux photovoltaïque. -Parement du mur de la qibla utilisé comme élément à effet de serre serre 	**Energie renouvelable** -Panneaux photovoltaïque. -Parement du mur de la qibla utilisé comme élément à effet de serre -les minarets sont munis d'ailettes qui produisent de l'électricité à partir du vent. -Réduction des besoins en éclairage supplémentaire -Réduction des besoins d'air conditionné -La production de l'énergie électrique à partir de panneau photovoltaïque

2-11-2 Tableau comparatif des exemples Architecturale

Exemples	La grande mosquée d'Alger	Mosquée de Tirana, Albanie	Mosquée Essalem St Ouen, France	Université des S.I Constantine, Algérie	La grande mosquée de Rome, Italie	La grande mosquée de Tlemcen, Algérie	Synthèse des nouvelles technologies
Date de réalisation	2012-2016	2013	2013-2016	1994	1974-1995	1136	
Illustration							
Capacité d'accueil	120 00	1 000	3 000	12 000	5 000	2000	

Interprétation architecturale	-Le minaret divisé en 5 blocs d'une hauteur de 276 m symbolise les 5 piliers de l'islam -Le lanternon traditionnel est remplacé par un lanternon contemporain en verre. -La coupole présente une double enveloppe: intérieure qui est une réinterprétation moderne des muqarnas - extérieur faite en moucharabieh décoratif 	-Minaret purement symbolique, qui est une réinterprétation des minarets traditionnels mais d'une façon moderne ➔construit en béton armé. 3 blocs indépendants reliés par des passages étroits créent une balade architecturale autour de la mosquée  	-Minaret symbolique Coupole 7 m de diamètre  -Utilisation du moucharabieh à travers l'architecture paramétrique Système de nettoyage des vitres 	-Deux minarets de 110 m de hauteur, coupole 65 m  Galerie (arcade, portique) Utilisation d'arcs et de colonnes Utilisation d'éléments d'ornementation et du vitrailles Moucharabieh Symétrie 	-Minaret de 40 m de hauteur -Coupole a gradin en béton 21.6m de diamètre, 16 petits dômes  Utilisation d'arcs entrelacés  Symétrie Un bassin traverse le long de l'édifice 	-Minaret de 30 m h, lanternon de 7.6 m h -Deux coupoles surmontent l'édifice la coupole est entaillée de cannelures à 16 pans reposant sur une corniche carrée, par le biais de 4 trompes à muqarnas. -Utilisation d'arcs plein cintre, brisés ou polylobés -Mihrab avec un décor floral 	

Fonctionnement	-Plan de masse de djamaa El Djazair -Divisée en 2 blocs principaux le premier qui comporte la salle de prière, et son extension 4-salle de prières.  -le deuxième qui comporte l'espace culture 1-salles de projection, et des magasins 2-l'Esplanade 3-Le Minaret s'élançant sur 265 m. est composé d'un musée, un centre de recherche pour l'art et histoire islamique. Quatre « sky-lobbies », Une plateforme panoramique 5-centre culturel 6-La bibliothèque	Se compose de -la salle de prière - l'esplanade -le centre islamique -le musée 	L'édifice se compose de deux ensembles Une liaison qui fait office de patio relie l'espace culturel et l'espace cultuel. -Sous-sol : ablutions, parking **Plan RDC** Salle de prière homme Commerce **Plan 1 er étage** Salle de prière femme Salle de cours **Coupe**	-Elle Se compose de deux blocs réparti sur trois étages  **Plan de masse** -Espace université -La mosquée -Le patio -L'esplanade			

	7-Dar El Coran « école du coran ». 8-Hébergement pour les étudiants et les professeurs, le centre de sécurité 9-L'administration 10-Le poste avancé de la protection civile 11-Les logements d'astreinte 12-La centrale technique 13-Les espaces verts		 				

Conclusion :

L'analyse comparative de ces exemples qu'ils soient nationaux ou internationaux, nous a permis d'établir une base de donnée, et de faire ressortir un ensemble de nouvelles technologies déjà utiliser et qu'on pourra par la suite intégrer dans notre projet. Des principes constructifs, fonctionnels, décoratifs ou encore dit classique, en termes de style architecturale. Et enfin ils nous ont permis d'avoir une idée sur leurs dimensions spatiales, leurs rôles et potentialités, qui nous serviront par la suite comme références dans l'établissement de notre programme.

3- CHAPITRE III : APPROCHE PROGRAMMATIQUE

Introduction

La programmation a pour rôle de préparer qualitativement et quantitativement la réalisation du projet.
On définira la taille de l'équipement, son rôle, sa capacité d'accueil, les grandes fonctions retenues, ainsi que le programme qualitatif et quantitatif, ce qui implique :
La définition précise des fonctions qui doivent être assurées dans chaque partie du terrain choisi, et la définition des locaux et des espaces qui doivent être occupés par ces fonctions.

3-1 Définition des enjeux [162]

Afin de définir le programme, il faut tout d'abord répondre à certaines questions :

Quoi ? Construction d'une grande mosquée en y intégrant les nouvelles technologies et en réinterprétant les différents éléments de la mosquée.

Pour qui ?[163] Elle sera destinée aux différents utilisateurs (fidèles, enfants, étudiants, conférenciers,…), et usagers (imam, muezzin, directeur, personnels de bureaux, techniciens, personnels d'entretiens,…), mais aussi aux différentes tranches d'âge. Et sera gérer par la direction des affaires religieuses et des waqfs.

Figure 122 : Représentation des différents utilisateurs

[162] (Maritime)
[163] (.123rf, s.d.) traité par l'auteur

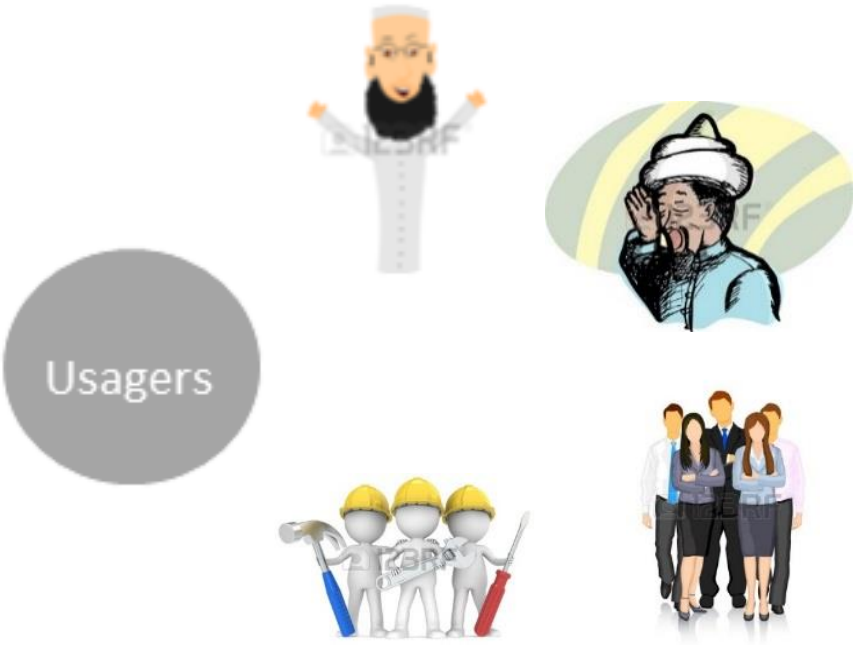


Figure 123 : Représentation des différents usagers

Pourquoi ? En dépit de la croissance de la population de la ville de Tlemcen, l'augmentation du nombre de touristes qui visitent la ville et ce depuis l'évènement 'Tlemcen capitale de la culture islamique », et vu la faible capacité d'accueil des différentes mosquées de la ville, nous avons opté pour la réalisation d'une grande mosquée à une échelle régionale, d'une capacité totale de 15 000 personnes. Afin de créer un lieu qui structure la ville, en générant une centralité qui sera le lieu de rencontre de diverse classe sociale d'une part, et d'autre part cet équipement sera un élément de repère par lequel la ville s'identifiera dans le future.
Où ? Le projet sera construit sur un terrain se trouvant au carrefour des deux voies principales à l'entrée de la ville de Tlemcen.

3-2 Préprogramme : « programme de base »

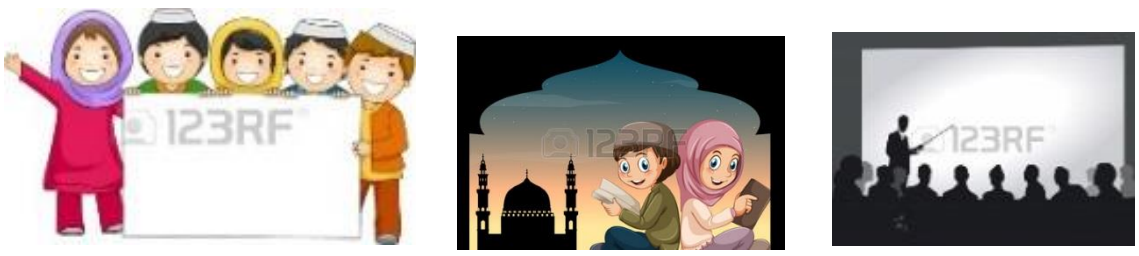
Le programme de la grande mosquée est établi selon la synthèse du programme des différents exemples analysés précédemment. Il est basé sur la diversité des fonctions dont le but de créer un espace destiné à une multitude de personnes.

Fonctions

Cultuelle

Culturelle

Enseignement



Services

Hébergement

Administration générale

Annexes

Figure 124 : Programme de base[164]

[164] (.123rf, s.d.) Traité par l'auteur

Une grande mosquée doit comporter, au minimum et selon sa spécificité, les unités fonctionnelles suivantes :

- Une unité cultuelle
- Une unité d'enseignement
- Une unité culturelle
- Administration
- Services techniques

➢ **L'Accès**

Les accès sont déterminants dans un établissement recevant du publique. Le niveau d'accès principal à chaque bâtiment où le public est admis doit être accessible en continuité avec le cheminement extérieur accessible, et les entrées principales du bâtiment doivent être facilement repérables ainsi que l'orientation vers les différents espaces du bâtiment.

➢ **L'Accueil**

Les espaces majeurs auront chacun un accueil propre à eux organisé dans un hall central spacieux desservant tous les espaces liés au bâtiment pouvant servir aussi d'un espace de rassemblements des usagers.

Figure 125 : hall d'accueil de l'administration de l'hôtel de la ville de Puteaux[165]

➢ **La Mosquée**

Lieu sacré pour les musulmans, ou les fidèles se rassembleront pour effectuer les prières communes. Elle sera également un espace de vie et le noyau central de l'ensemble du complexe.

Figure 126 : modèle d'une salle d'ablution[166]

[165] (architectes, 2013) (Trouvetamosquee, 2010)

[166] *Trouvetamosquee*. (2010, Novembre 03). Consulté le Decembre 25, 2015, sur Trouvetamosquee.fr: http://www.trouvetamosquee.fr/une-salle-de-priere-dans-une-universite/

- **La bibliothèque**

Cette bibliothèque propose de la littérature générale et d'autres supports médiatiques (revues, périodiques, brochures, …) en accès libre. Le publique se compose d'enfants, de jeunes, et d'adultes. Elle sera un lieu de communication pour la population.

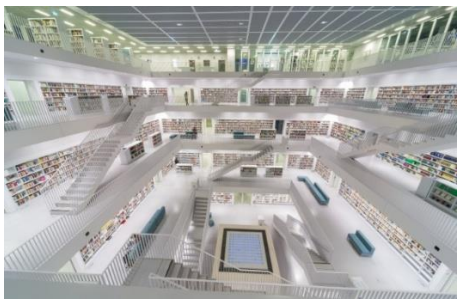


Figure 127 : intérieur de la Stuttgart City Library – Stuttgart, Germany[167]

- **Le musée**

« C'est une institution permanente sans but lucratif au service de la société et de son développement ouverte au public, qui acquiert, conserve, étudie, expose et transmet le patrimoine matériel et immatériel de l'humanité et de son environnement à des fins d'études, d'éducation et de délectation. »[168]

Statuts de l'ICOM art.3 §.1 [archive]

Figure 128 : intérieur du musée Pierre Soulages à Rodez[169]

- **La salle de projection**

[167] (Momendo, s.d.)

[168] *ICOM. (2007, Aout 24). La communauté muséale mondiale "Les musées, les professionels des musées, le label d'excellence". Consulté le Decembre 28, 2015, sur http://icom.museum: vision/definition-du-musee/L/2/*

[169] (arts, 2014)

Cette salle sera composée d'un espace pouvant accueillir des projections de films, de documentaires, ou utilisée par des associations ou organisme pour divers représentations.

- **L'auditorium**

Figure 129 : salle de projection du cinéma Mazarin Never France[170]

- **L'institut de formation religieuse**

Cet institut remplacera la traditionnelle medersa qu'on trouve dans les anciennes mosquées, il servira de lieu de formation et d'enseignement proposant une initiation à l'étude de l'islam et du monde musulman, autour de diverse thématiques : les écrits fondateurs ; la diversité religieuse du monde musulman ; la place de l'image ; la gestion publique de l'islam

- **La restauration**

C'est un établissement ou l'on sert des repas pour différentes circonstances, et à différentes personnes (utilisateurs, usagers,…)

Figure 130 : intérieur d'un restaurant[171]

- **L'Hébergement**

C'est une installation composée des trois types de logement, réguliers ou occasionnels assurant l'hébergement des différents usagers ou utilisateurs de l'établissement,

[170] (nanolight, 2013)
[171] (ikedahayato, s.d.)

- **L'administration**

Cette dernière a pour but de satisfaire l'intérêt général, en veillant au bon fonctionnement, à la bonne gestion, et à la coordination entre les diverses fonctions de l'établissement.

- **L'infirmerie**

Lieu nécessaire dans un équipement recevant un nombre important des personnes, en cas d'accident superficiel ou de premiers secours.

3-2-1 organigramme fonctionnel

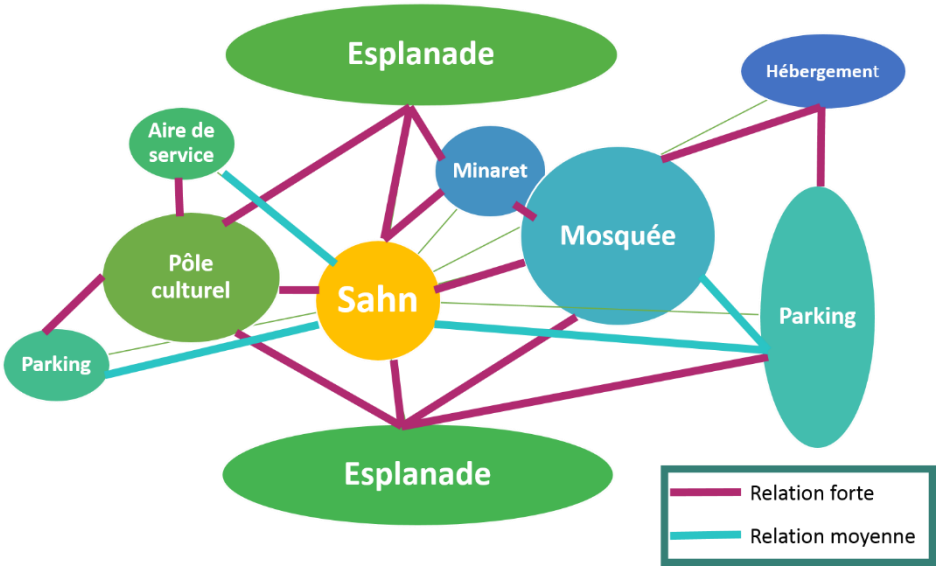


Figure 131 : Organigramme fonctionnel

3-3 Programme surfacique

Le programme surfacique a été établi à partir d'une étude effectuée en nous référant à des exemples thématique, et a une prospection de terrain concernant les différentes mosquées de la ville, et les établissements similaire à ceux composant notre programme. Mais aussi en tenant compte de normes instaurées dans l'ouvrage spécialisé qui est le NEUFERT.

3-3-1 Calcul des surfaces

- **La mosquée**[172]

La capacité de la mosquée a été établie à partir de celle de la mosquée qui était prévue à Tlemcen par l'état, cette dernière faisait partie du programme de construction de 700 mosquées à travers

[172] (Neufert, Neufert 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) P 336

le territoire Algérien. Mais aussi à partir d'une moyenne établie selon la synthèse de l'analyse des exemples thématiques.

La surface nécessaire est de 0.85m² par personne dans une salle de prière.

La salle de prière➔ (le nombre de fidèle × surface nécessaire) + 20% circulation.

Salle de prière homme : 10 000 personnes➔ (10 000 × 0.85) + 20% m² = 10 200m²

Salle de prière femme : 2000 personnes ➔ (2000 × 0.85) + 20% m² = 2 050 m²

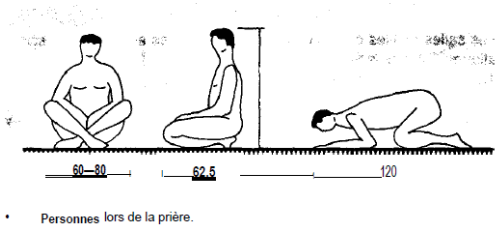


Figure 132 : schéma d'une personne lors de la prière[173]

Salle d'ablution➔ la surface nécessaire est de 0.82 m² par personne (on dimensionne pour une fréquentation à 25%)

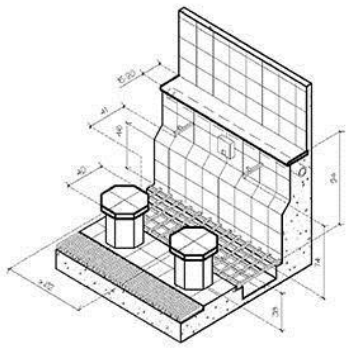


Figure 133 : norme de conception d'une salle d'ablution[174]

Salle d'ablution➔ (le nombre de fidèle × surface nécessaire) + 20% circulation

Salle d'ablution homme : 300personnes ➔(300× 0.82) + 20% m² = 300 m²

Salle d'ablution femme : 150 personnes ➔(150 × 0.82) + 20% m² = 150 m²

Douches/ sanitaires :

Homme➔Sanitaires : 300 personnes➔ (11 WC, 10 urinoirs, 5 lave-mains) ➔surface= 57m²

Femme➔ Sanitaires : 150 personnes➔ (6 WC, 3 lave-mains) ➔surface= 27m²

[173] (Neufert, Neufert 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 336

[174] (hichemmhb, 2014)

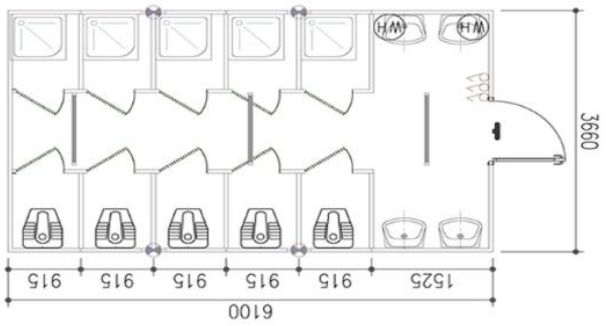


Figure 134 : norme de conception de douche et sanitaire dans une mosquée[175]

- **Bibliothèque[176]**

La bibliothèque sera une bibliothèque publique, en libre accès, elle comprendra 100 000 ouvrages dont la littérature, ainsi que d'autre support médiatique, elle pourra accueillir 300 personnes. La capacité et le nombre d'ouvrage ont été déterminés à partir des exemples thématiques et de celle de la ville de Tlemcen

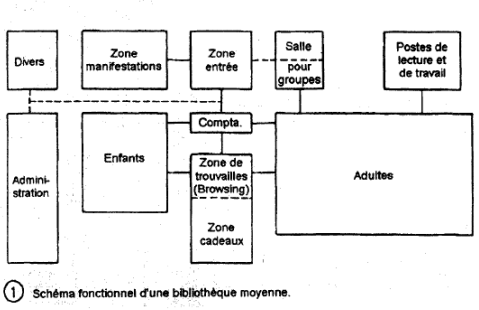


Figure 135 : schéma de fonctionnement d'une bibliothèque moyenne[177]

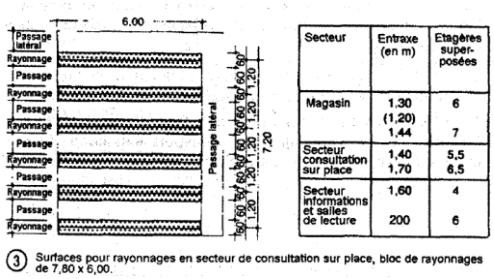
$F_1 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{e \times n_1 \times l}{n2 \times n3}\right) \times \left(1 + \frac{N\%}{100}\right)$[178]

F_1 : surface nécessaire y compris surface de mouvement (en m²)
e : entraxe de rayonnage double en m
n_1 : nombre de volume à disposer
n2 : nombre de volume par m d'étagère
n3 : nombre d'étagère superposée
l : longueur de rayonnage
N % : pourcentage de passage latéraux.

[175] (alwaha-international, s.d.)

[176] (Neufert, Neufert 10ème édition "les éléments des projets de costriction", Août 2010) p 294-297
[177] (Neufert, Neufert 08ème édition "les élément des projets de construction", 2002) p 347
[178] (Neufert, Neufert 08ème édition "les élément des projets de construction", 2002) p 343-345

$F_1 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{0.6 \times 100\,000 \times 6}{50 \times 6}\right) \times \left(1 + \frac{40}{100}\right) = 840\ m^2$



Secteur	Entraxe (en m)	Etagères superposées
Magasin	1,30 (1,20) 1,44	6 7
Secteur consultation sur place	1,40 1,70	5,5 6,5
Secteur informations et salles de lecture	1,60 200	4 6

③ Surfaces pour rayonnages en secteur de consultation sur place, bloc de rayonnages de 7,80 x 6,00.

Figure 136 : surface de rayonnage en secteur de consultation[179]

La bibliothèque comportera les zones suivantes :
Une salle de lecture : on dimensionnera cette dernière pour une utilisation à 75% soit 175 personnes.
La surface utile pour une personne est de 2.5 m²
La surface de la salle de lecture = (nombre de personne × la surface utile)

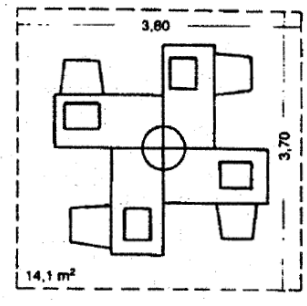
⇨ (2.5 × 175) = 435 m²

Salle internet : on dimensionnera cette dernière pour une utilisation à 10% soit 24 personnes
La surface utile pour une personne est de 3.4 m²
La surface de travail en groupe = (nombre de personne × la surface utile)

⇨ (3.4 × 24) = 82 m²

Une médiathèque on dimensionnera cette dernière pour une utilisation à 15% soit 32 personnes.
La surface utile pour une personne est 3.4 m²
La surface de travail en groupe = (nombre de personne × la surface utile)

⇨ (3.4 × 32) = 112 m²
⇨ La surface total = 1469 m²



⑤ 4 postes de consultation d'un catalogue à microfiches.

Figure 137 : poste de consultation d'un catalogue à microfiches[180]

[179] (Neufert, Neufert 10ème édition "les éléments des projets de costriction", Août 2010) p 294
[180] (Neufert, Neufert 08ème édition "les élément des projets de construction", 2002) p 345

- **Musée**[181]

Le Musée sera un musée de l'art islamique, il a été dimensionné sur la base de la surface des musées existant à Tlemcen, et sur celui de la nouvelle grande mosquée d'Alger « Djamaa El Djazair ». Il se compose de trois espaces :

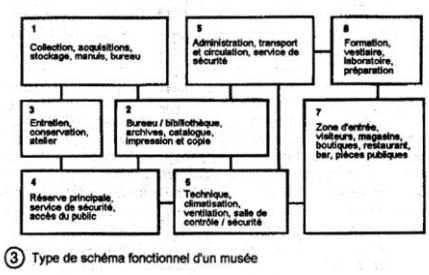


Figure 138 : type de schéma de fonctionnel d'un musée[182]

Un espace publique 40 % de la surface total ➔ Une salle d'exposition permanente de 870 m² répartie sur 6 niveaux de 145 m².

La surface utile est de :

- ⇨ 6 m² pour un objet
- ⇨ 3 m² pour un tableau

Un espace interdit au publique : 60% de la surface total

- ⇨ Archive➔70m²
- ⇨ Administration ➔90 m²
- ⇨ Bibliothèque➔65 m²
- ⇨ Dépôt ➔125 m²
- ⇨ Restauration ➔ 100 m²

- **Salle de projection**[183]

La salle de projection contiendra 540 personnes
On supposant que les nombre de siège (0.5×0.6 m) par rangée est de 38
Le passage entre chaque rangée est de 0.45 m
Les passages latéraux de 1.2 m
La distance entre la première rangée est l'écran : 75% de la hauteur sous plafond.
La distance entre la dernière rangée et la porte est 3 m
La surface de la salle sera de :
➔[(38 × 0.5) + 2.4] × [(15 × (0.6+0.45)) + 8] = 508.25 m²

[181] (Neufert E. , Neufert 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010)p 252-253
(Neufert E. , Neufert, 08ème édition "les éléments des projets de construction", 2002)p 605
[182] (Neufert E. , Neufert, 08ème édition "les éléments des projets de construction", 2002) p 605
[183] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010)p269-271

La distance du mur par rapport à l'écran 1.2m -1.5m
La surface nécessaire dans un hall d'accueil est de 1m² pour 4 personnes
➔ La surface du hall : (540/4) = 135 m²

La cabine de projection :
Dimension minimale pour cet espace est de 6.5×2.8×2.8 m, (largeur, profondeur, hauteur).
La fenêtre de projection environ 150/250 ×50cm, (pour 1 à 2 appareils de projection).
Le niveau sonore doit être atténué à 30 dB, et la température ne devra pas excédée les 22°c pour la protection des copies de films.

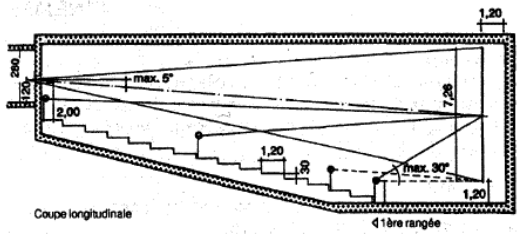


Figure 139 : coupe longitudinale d'une salle de projection[184]

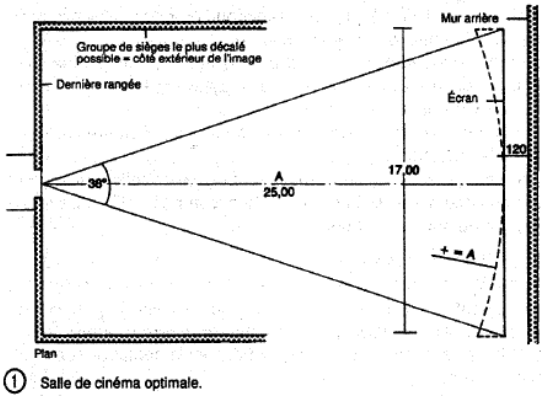


Figure 140 : schéma optimale d'une salle de projection[185]

- **Institut de formation religieuse**

Sa capacité est de 710 personnes.
Il se compose de deux espaces :
Institut coranique composé de
6 salles de cours[186]
➔Surface nécessaire est de 2 à 2,2 m² par étudiant
Surface de la salle = (nombre d'étudiant x surface nécessaire) + 20 ٪ circulation
Surface de la salle = (16 x 2.2) + 20 ٪ circulation = 46 m² ….*4
Surface de la salle = (22 x 2.2) + 20 ٪ circulation = 66 m² ….*6
Surface de la salle = (24x 2.2) + 20 ٪ circulation = 60 m² ….*3

[184] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 269
[185] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 269
[186] (Neufert E. , Neufert, 08ème édition "les éléments des projets de construction", 2002)p 333

2 ateliers[187]

➔Surface nécessaire est de 3.5 à 4.5 m² par étudiant
Surface de l'atelier = (nombre d'étudiant x surface nécessaire) + 20 ٪ circulation
Surface de l'atelier = (15 x 3.5) + 20 ٪ circulation = 65 m²

Surface de l'atelier = (17 x 3.5) + 20 ٪ circulation = 75 m²

Amphithéâtre[188]

L'amphithéâtre contiendra 300 places *2
➔Surface nécessaire est de 0,80 à 0,95 m² par étudiant
Surface de L'amphithéâtre = (nombre d'étudiant x surface nécessaire) + 20 ٪ circulation
Surface de L'amphithéâtre = (300 x 0.95) + 20 ٪ circulation= 342 m²

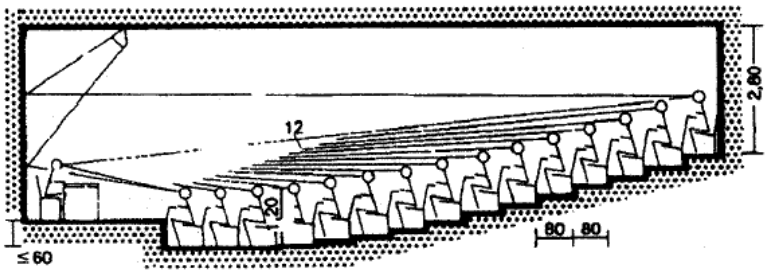


Figure 141 : schéma de proportion d'un amphithéâtre[189]

L'auditorium[190]

L'auditorium contiendra 540places

➔Surface nécessaire est de 0,80 à 0,95 m² par personne.
Surface de l'auditorium = (nombre de personne x surface nécessaire) + 20 ٪ circulation
Surface de l'auditorium = (540 x 0.95) + 20 ٪ circulation= 615 m²

L'administration[191] :

Salle faisant fonction à la fois de salle de travail et de documentation pour les professeurs 100-105 m²
Une salle des professeurs 80-85 m²
Un bureau pour les directeurs 20-25 m²

Un bureau pour le secrétariat 15-20 m²
Une infirmerie 20-25 m²
Loge pour le gardien 20-25 m²

- **Restauration**

[187] Idem p 324
[188] Idem p 321
[189] (Neufert E. , Neufert, 08ème édition "les éléments des projets de construction", 2002) p 331
[190] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p
[191] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010)p 241

Restaurant[192] ➔ il pourra accueillir 375 personnes

- ⇨ La surface nécessaire pour une table de quatre personnes est de 5.39m²
- ⇨ Pour 125 personnes soit 47%

La surface de la salle par client = $(\frac{le\ nombre\ de\ client}{4})$ × la surface nécessaire

La surface de la salle par client = $(\frac{125}{4})$ × 5.39 =168.4 m²

- ⇨ La surface nécessaire pour une table de six personnes est de 6.72 m²
- ⇨ Pour 100 personnes soit 27%

La surface de la salle par client = $(\frac{le\ nombre\ de\ client}{6})$ × la surface nécessaire

La surface de la salle par client = $(\frac{100}{6})$ × 6.72 = 112 m²

- ⇨ La surface nécessaire pour une table de deux personnes est de 1.33m²
- ⇨ Pour 50 personnes soit 20%

La surface de la salle par client = $(\frac{le\ nombre\ de\ client}{2})$ × la surface nécessaire

La surface de la salle par client = $(\frac{50}{2})$ × 1.33 = 33.25 m²

La surface totale de la salle pour les clients = 450 m²

- ⇨ Supplément de 80 % pour locaux personnels, entrepôts, sanitaires➔ 360m²
- ⇨ Sanitaire selon le nombre de client

Cuisine[193]

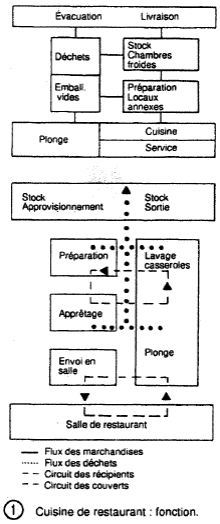


Figure 142 : schéma fonctionnel d'une cuisine de restaurant[194]

[192] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 220
[193] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 225
[194] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 224

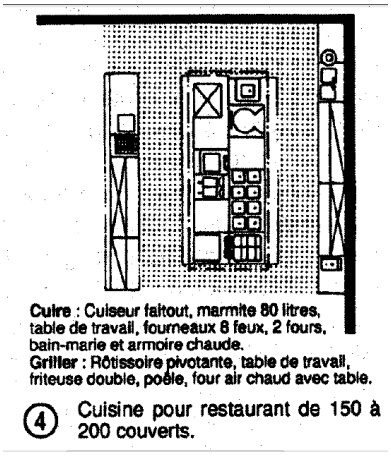


Figure 143 : cuisine de restaurant de 150 à 200 couverts[195]

Cafétéria[196] ➔ elle pourra accueillir 245 personnes

- ⇨ La surface nécessaire pour une table de quatre personnes est de 5.39m²
- ⇨ Pour 175 personnes soit 71 %

La surface de la salle par client = $(\frac{le\ nombre\ de\ client}{4})$ × la surface nécessaire

La surface de la salle par client = $(\frac{175}{4})$ × 5.39 =235.8 m²

- ⇨ La surface nécessaire pour une table de deux personnes est de 1.33 m²
- ⇨ Pour 70 personnes soit 29 %

La surface de la salle par client = $(\frac{le\ nombre\ de\ client}{4})$ × la surface nécessaire

La surface de la salle par client = $(\frac{70}{2})$ × 1.33 =46.5 m²

La surface totale de la salle pour clients est de 280 m²

- ⇨ Supplément de 80 % pour locaux personnels, entrepôts, sanitaires➔ 224 m²
- ⇨ Le nombre de sanitaire selon l'espace

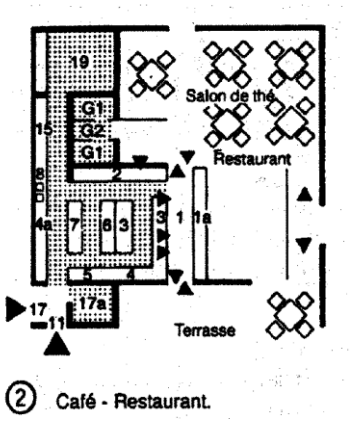


Figure 144 : exemple d'un café-restaurant [197]

[195] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 225
[196] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 220
[197] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 223

- **Hébergement**

L'hébergement comprend :

Logements d'astreinte de type T5 d'une surface globale comprise entre (120– 160) m² +20% circulation.[198]

Figure 145 : exemple de plan d'un appartement type T5[199]

Surfaces des différents espaces[200]

- ⇨ Salon/ séjour 30 - 36m²
- ⇨ Cuisine min 10 m²
- ⇨ Chambre 12 – 18 m²
- ⇨ Salle de bain 3.5 – 6 m²
- ⇨ WC 1.9 – 2.1 m²
- ⇨ Lingerie surface min 3.8 m²
- ⇨ Rangement 1.12 – 5.5 m²
- ⇨ Terrasse 20 m²

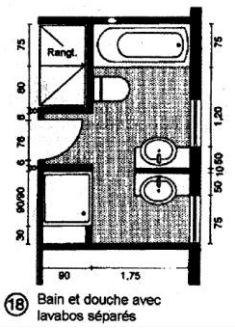


Figure 146 : exemple de SDB avec lavabos séparé[201]

Ces logements sont répartis comme suit :

- Un logement pour l'imam

[198] (france-asie, s.d.)
[199] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 195-207
[200] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 195 - 207
[201] (Neufert E. , Neufert, 08ème édition "les éléments des projets de construction", 2002) p 273

- Un logement pour le muezzin
- Un logement pour le directeur général

Un hébergement pour les étudiants de l'institut composer de 56 chambres dont :

- **Internat garçons 34 chambres :**
- ⇨ 10 chambres individuelles
- ⇨ 6 chambres doubles
- ⇨ 8 chambres triples
- ⇨ Supplément de 80 % pour locaux personnels, entrepôts, sanitaires➔ 230 m²
- **Internat filles 22 chambres :**
- ⇨ 13 chambres doubles
- ⇨ 9 chambres triples

Salle commune de 120 m² surface nécessaire est de 1.5 m² / personne
La surface de la salle = (la surface nécessaire × le nombre d'étudiants) + 20% circulation La surface de la salle = (1.5 × 66) + 20% circulation = 120 m²
Blanchisserie[202]
La pension pour étudiant est de 116 personnes
Calcul de la capacité de lavage :
Pour une personne, on compte au moins une machine pleine par semaine, soit quatre lessive par jour.

- ⇨ Pour le foyer cela correspond ➔ 4 × 116 = 464 lessives/mois
- ⇨ L'expérience montre que dans un foyer l'utilisation est de 60% ➔ 0.6×464= 278.4 lessives/mois ou 278.4 ÷ 30 = 10 lessives/ jours

Besoins en machines : 40 m² contenant trois machines à laver, et deux sèche-linges
A cause de leurs horaires de cours les étudiants ne disposent que d'un laps de temps pour effectuer leurs lessives entre 16h – 20h, soit 4 heures.

- ⇨ On estime à environ 1h, le temps pour faire une lessive, y compris le temps de déchargement de la machine
- ⇨ Pour 10 lessives/jour soit 10 heures de lessives/jour➔10 ÷ 4 = 3 machine à laver.

Sont donc nécessaire 3 machines à laver et deux sèche-linges.

[202] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 328-329

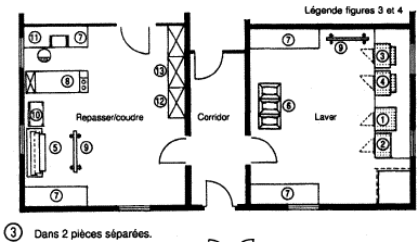


Figure 147 : exemple d'une blanchisserie dans deux pièces séparées[203]

Un hébergement de 15 chambres pour les visiteurs qui se compose de

- ⇨ Accueil

La surface nécessaire est de 1m²/pour 4 personnes

La surface de l'accueil = $\frac{le\ nombre\ de\ visiteur}{4}$

La surface de l'accueil = $\frac{15}{4}$ = 3.75 m²

- ⇨ Chambre de 16m²
- ⇨ Coin salon avec bureau 18 m²
- ⇨ Salle de bain de 5m²
- ⇨ Rangement de 1.12 – 5.5 m²

- ➢ **Administration[204]**

Les dernières directives relatives aux lieux de travail n'indiquent plus de dimensions minimales pour les postes de travail ➔ mais il existe des dimensions à respecter de par les exigences professionnelles et le fait que tous les postes sont munis d'écran d'ordinateur.

Le projet contient une direction générale au niveau du pôle culturel, ainsi qu'une direction des affaires religieuses et des waqfs au niveau du minaret répartie sur 7 niveaux.

Surface de base nécessaire table (1.40*0.7m)

- ⇨ Employé recevant du publique 2.5 m²
- ⇨ Employé de bureau 2.3 m²

[203] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 328
[204] (Neufert E. , Neufert, 08ème édition "les éléments des projets de construction", 2002) p 356

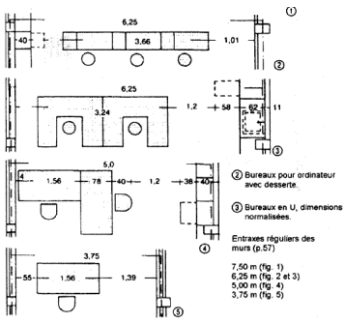


Figure 148 : exemple de disposition de bureau avec dimensions normalisées[205]

Surface nécessaire y compris les appareils et leurs surfaces de manipulation.

- ⇨ Secrétaire ≥10.00m²
- ⇨ Employé seul 6.00-9.00m²
- ⇨ Employé dans un bureau collectif 5.00m²
- ⇨ Employé dans une salle travail commune 3.80-4.80m²
- ⇨ Chef de service ne recevant pas du publique 15.00-25.00m²

Salle des archives[206]

L'emplacement de la salle doit être central

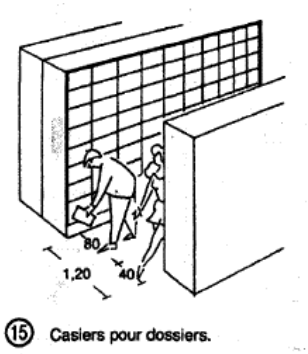


Figure 149 : exemple de casiers pour dossiers[207]

- ➢ **Annexes**

Parking[208] :
Appartements➔ 2 places par logements
On a 3 appartement ➔ **6 places**

Hébergement visiteurs ➔ 1 places par chambre

[205] (Neufert E. , Neufert, 08ème édition "les éléments des projets de construction", 2002) p 356
[206] (Neufert E. , Neufert, 08ème édition "les éléments des projets de construction", 2002) p 360
[207] (Neufert E. , Neufert, 08ème édition "les éléments des projets de construction", 2002) p 359
[208] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 437-439

⇨ **On a 15 chambres ➔ 15 places**

Foyer pour étudiant ➔ 1 place par lit

⇨ **On a 99 lits ➔ 99 places**

Salle de conférence ou auditorium➔ 0.7 par place assise
On a 540 places assise

⇨ **Le nombre de place= 600×0.7= 378 places**

La bibliothèque➔ 1 place pour 40 m²
On a 1300 m²

⇨ **Le nombre de place= 1300÷40 = 33 places**

Lieux de travail « administration »➔0.3 par place de travail
On a 50 personnes

⇨ **Le nombre de place= 50×0.3 = 15 places**

Lieux de réunion d'une importance plus que local ➔ 1 pour 20 places
On a 12 000 personnes

⇨ Le nombre de place = 10 000 ÷ 20 = 500 places

Restauration ➔ 1 pour 7 places assise
On a 620 places

⇨ **Le nombre de place = 620÷ 7 = 88 places**

Autres lieus de réunion ➔ 1 pour 7 places
Musée 300 personnes

⇨ **Le nombre de place = 300 ÷7= 43 places**

Le nombre de places de parking après addition = **1077 places**

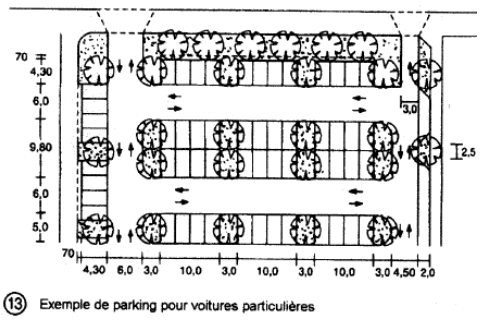


Figure 150 : exemple de parking pour voiture particulière[209]

[209] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 439

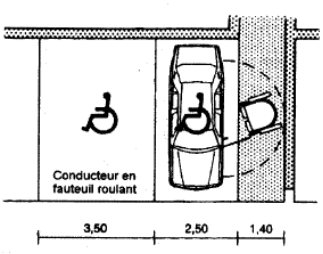


Figure 151 : exemple de place de stationnement pour PMR[210]

Les espaces extérieurs :

La superficie de l'esplanade doit être ≤ la surface de la salle de prière

Les espaces verts ➔ 40 % du terrain vont être aménagés en espace vert.

Parking extérieur ➔ 550 places d'une surface 8250 m²

- **Sanitaires[211]**

Les sanitaires 50 m² par niveau

Pour les hommes➔ 10 WC, 10 urinoirs, 2 WC pour PMR, et 3 lavabos

Pour les femmes ➔ 10 WC, 2 WC pour PMR, et lavabos

Surface totale : 50 000 m²

[210] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 439
[211] (Neufert E. , Neufert, 10ème édition "les éléments des projets de construction", Août 2010) p 317

3-3-2 Programme surfacique

Niveau		Fonction	Espaces	Surface
R.D.C	Mosquée	Cultuelle	S de prière H Mezzanine F S d'honneur Bureaux Ch. Funéraire	10 315 m² 1950 m² 104 m² 35.6 m² *2 37 m²
1er étage			Bibliothèque	266 m²
2ème étage			Ecole coranique	266 m²
3ème étage			Dar el ifta'e	266 m²
Entre-sol			Ablution H Sanitaire H Ablution F Sanitaire F	410 m² 231 m² 346.9 m² 436 m²
				Total : 14 663.5 m²
R.D.C	Pôle culturel	Culturelle	Accueil Bureau d'orientation	560 m² 17 m²
			S. de projection Auditorium Amphis S. polyvalente Expo temporaire	720.8 m² (540 places) 745.5 m²(540 places) 430 m² *2 (300places) 930 m² 680 m²
		Commerciale	Magasins Restaurant Cafétéria	108 m² *2 814.5 m² 433 m²
		Administrative	Scolarité Administration générale	118 m² 606 m²
		Services	Salon d'honneur Sanitaire H/F/handicapés	34.85 m² *2 54.7 m² *2 53.8 m² *2
				Total : 6987.5 m²
1er étage	Pôle culturel	Enseignement	Hall d'accueil Ateliers Salles S. polyvalente Administration Sanitaire (h/F/handicapé)	400 m² 69 m² *6 64 m² *2 75 m² *2 60 m² *3 66.6 m² *6 46.5 m² *4 196 m² 252.15 m² 95.6 m²
		Culturelle	Bibliothèque : S. de lecture Rayonnage Périodique S. internet Médiathèque Bureaux Recherche	 435 m² 534 m² 162 m² 86 m² 112 m² 88.83 m² 50 m²
		Hébergement visiteurs	Chambres Espace détente	43 m² *6 52 m² *2 36.5 m² *3 32 m² *4 54 m²
				Total : 3869.2 m²
2ème étage		Hébergement garçons	Ch. Indi Ch. Double Ch. Triple S. commune Sanitaire/douches/vesti	20.5 m² *10 25 à 28 m² *16 35.8 m² *8 122 m² 122 m²
		Hébergement filles	Ch. Double Ch. Triple S. commune Sanitaire/douches/vesti	28.5 à 34 m²*13 45 m² * 8 122 m² 140 m²
				Total : 2195 m²
Sous-sol -1		Annexe	Parking Blanchisserie Loge gardien Dépôt Locaux techniques	7880.9 m² (282places) 588.8 m² 17 m² *2 106- 145.8 m² *2 25 à 45.5 m² *8
				Total : 9040.5 m²

Niveau		Fonction	Espaces	Surface
Sous-sol -2	Pôle culturel		Parking Locaux techniques	10 368.1m² (366 places) 37 m² *4
				Total : 10 516.1 m²
Extérieur		Technique	L.T électricité L.T groupe électrogène L.T chaufferie L.T climatisation L. poubelle	25 m² 25 m² 25 m² 25 m² 25 m²
				Total : 125 m²
		Hébergement	Logement T5	155 m² *3
Extérieur			Esplanade Sahn Espace vert Parking Aire de service Parking administration	28 227.3 m² 6542 m² 11 660 m² 8780.5 m² (550 places) 3128.3 m² 733 m²
				Total : 59 070.8 m²
				Total bâti :47 864.8 m²

Tableau 14 : Programme surfacique du projet

3-3-3 Organigrammes spatial :

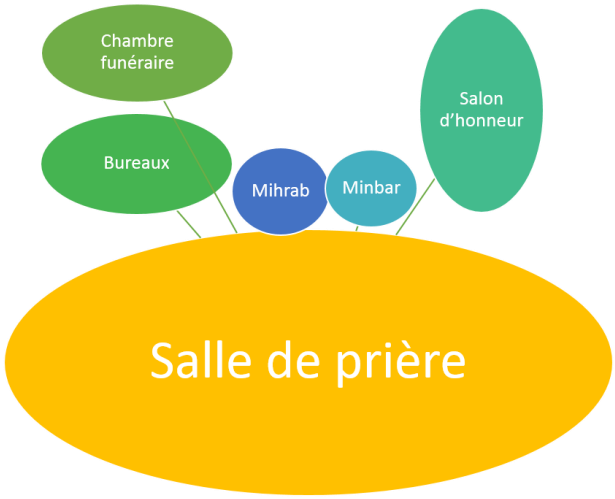


Figure 152 : Organigramme spatial R.D.C mosquée

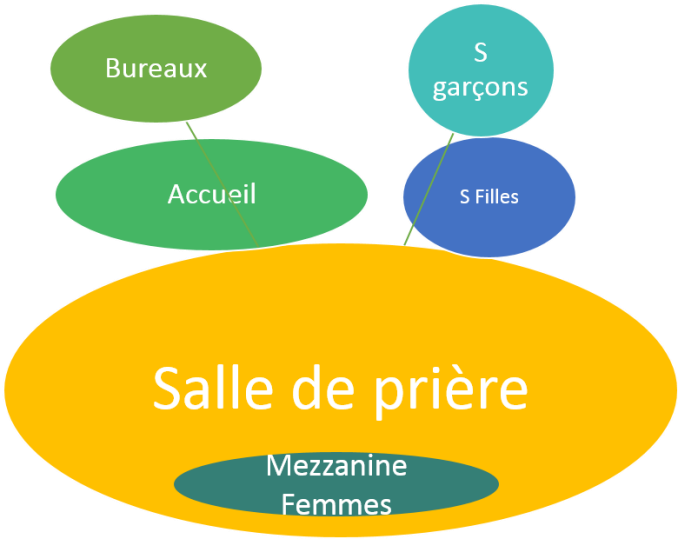


Figure 153 : Organigramme spatial 1er niveau mosquée

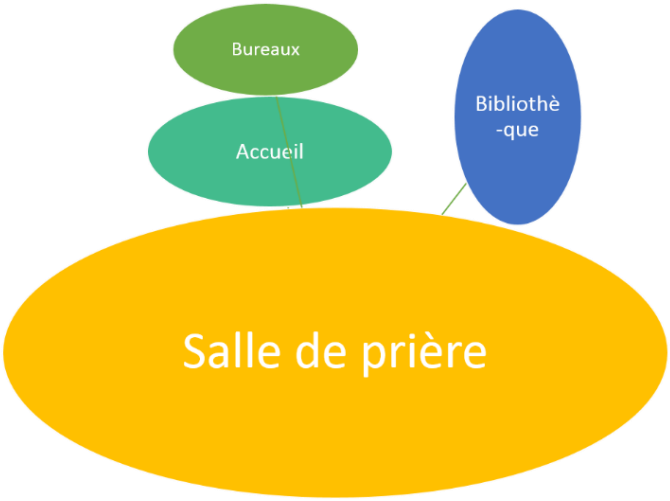


Figure 154 : Organigramme spatial 2ème niveau mosquée

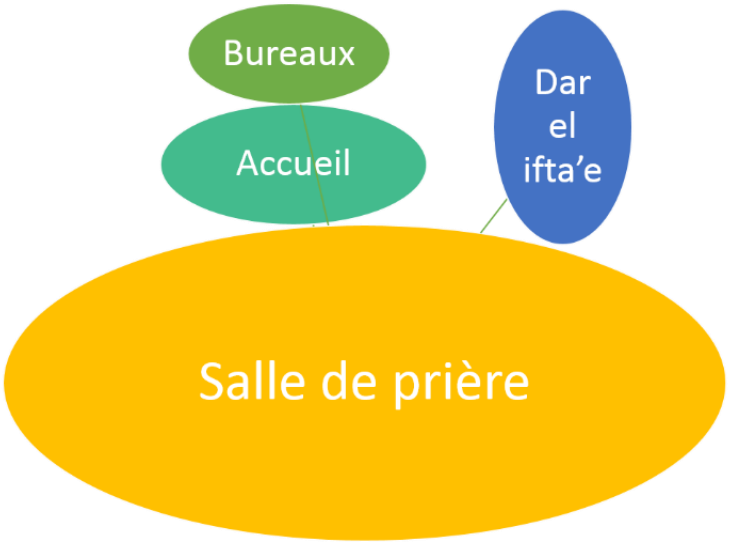


Figure 155 : Organigramme spatial 3ème niveau mosquée

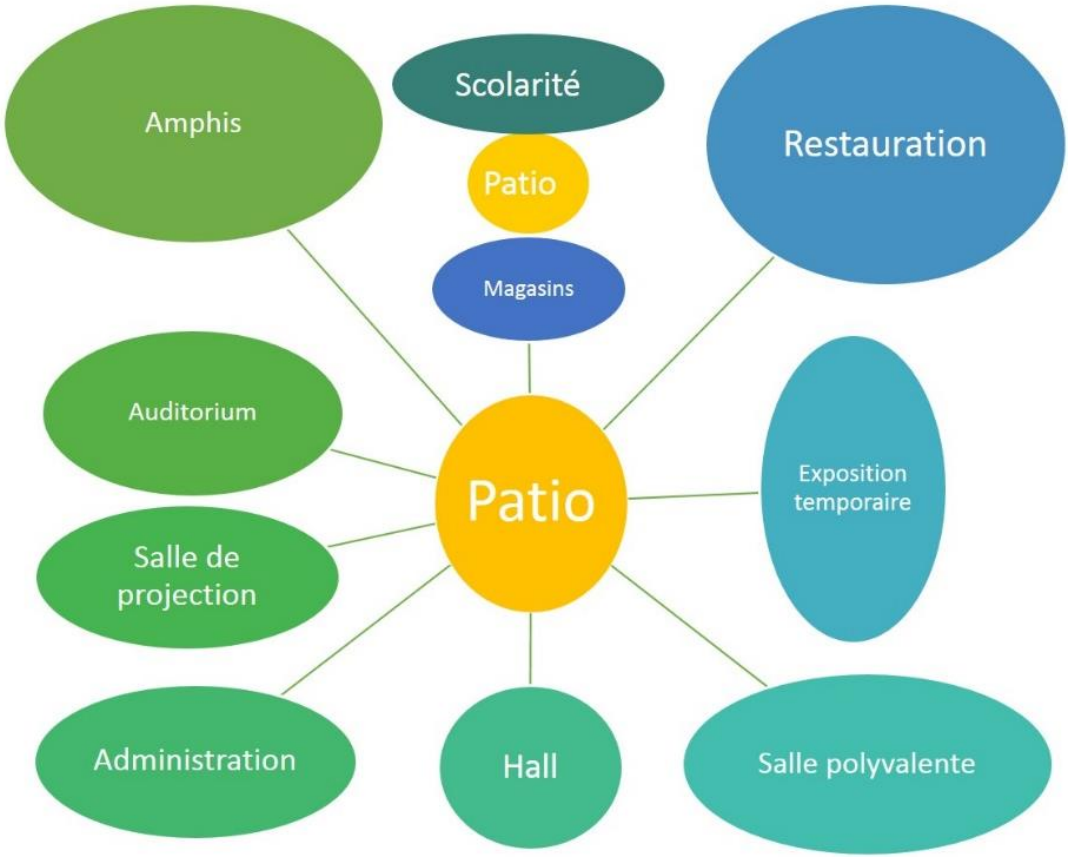


Figure 156 : Organigramme spatial R.D.C Pôle culturel

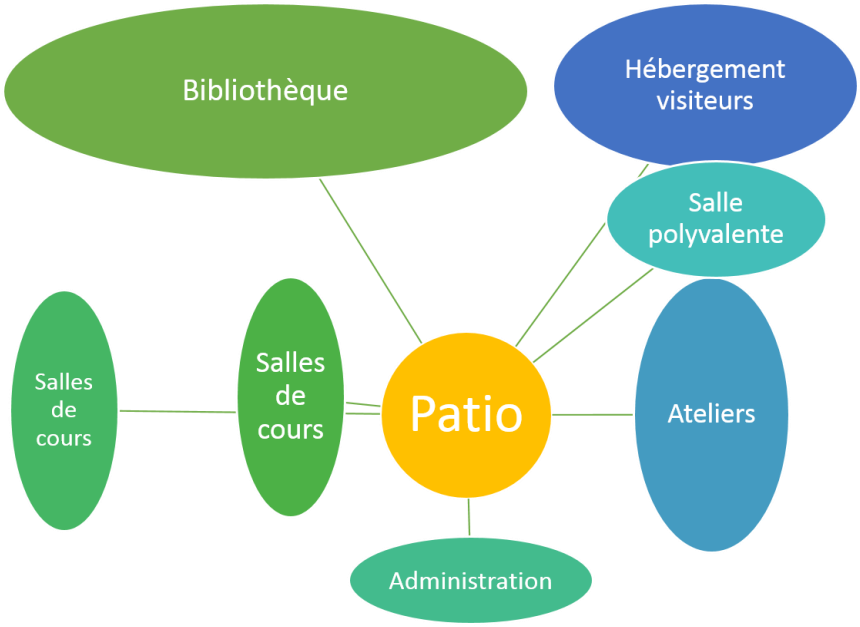


Figure 157 : Organigramme spatiale 1er niveau Pôle culturel

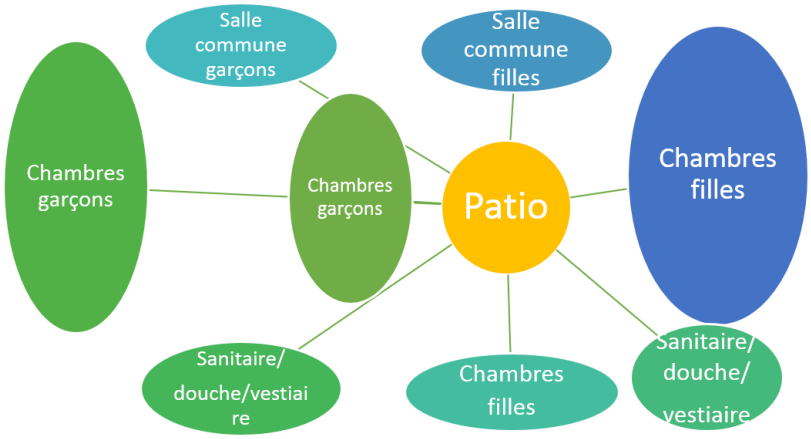


Figure 158 : Organigramme spatial 2ème niveau Pôle culturel

Conclusion

L'analyse programmatique nous a permis une identification fonctionnelle du projet, et la détermination des différentes surfaces et capacités des espaces composant notre projet, dans le but de conditionner la formalisation de ce dernier.

4- CHAPITRE IV : APPROCHE ARCHITECTURALE

Introduction

La conception architecturale doit répondre à des contraintes de départ précises. Dès lors, l'architecte s'inscrit dans un processus de conception créative, à la recherche d'un scénario, en manipulant de larges connaissances issues de domaines différents, aussi bien dans des domaines techniques (nombreuses et diverses techniques du bâtiment) qu'artistiques, historiques ou socioculturels.

Dans ce chapitre, on essayera de donner des dimensions spatiales aux données théoriques recueillies, tout en répondant aux contraintes de départ, tout cela s'effectuera en passant par plusieurs étapes.

4-1 Choix du projet

La mosquée est la création la plus originale de l'architecture islamique mêlant dimensions symboliques et considérations pratiques c'est dans ce contexte que la réalisation d'une mosquée actuelle, adaptée aux technologies d'aujourd'hui est une nécessité.

4-2 Objectifs

- Adapter les technologies en architecture en termes de structure et de matériaux nouveaux.
- Création d'une mosquée respectueuse de l'environnement et des valeurs culturelles architecturales traditionnelles.
- Participer à la protection de l'environnement en concevant un bâtiment minimisant les impacts négatifs.
- Un projet du 21ème siècle qui répond aux exigences actuelles de sécurité de confort et de technologie.

4-3 Choix de la ville

4-3-1 Pourquoi Tlemcen ?

- L'histoire et la vocation du lieu.
- Patrimoine architectural et culturel.
- Potentiel démographique « population majoritairement jeune ».
- L'attractivité de la ville « capitale de la culture islamique ».
- Une nette progression en matière de nombre d'étudiants inscrits depuis la création de l'université de Tlemcen.
- Un nombre important en matière d'équipements éducatifs.

Outre l'aspect positif, Tlemcen présente :

- Déficit en matière d'équipements culturels.
- Capacité insuffisante dans les équipements existants.
- Accessible à une population limitée.
- Un nombre important de mosquées sans infrastructures d'accompagnement.
- Absence d'un complexe islamique qui regrouperait plusieurs fonctions.
- Absence d'une centralité dans la ville.

4-3-2 Présentation de la ville

Tlemcen se situe au nord-ouest de l'Algérie à 520 Km à l'ouest d'Alger et 140 Km à l'ouest d'Oran, ancienne capitale du Maghreb, la ville mêle influence berbère, arabe, hispano-mauresque et occidentale, c'est dans ce contexte que la ville de Tlemcen est une ville historique très riche en patrimoine avec une diversité culturelle architecturale très riche.

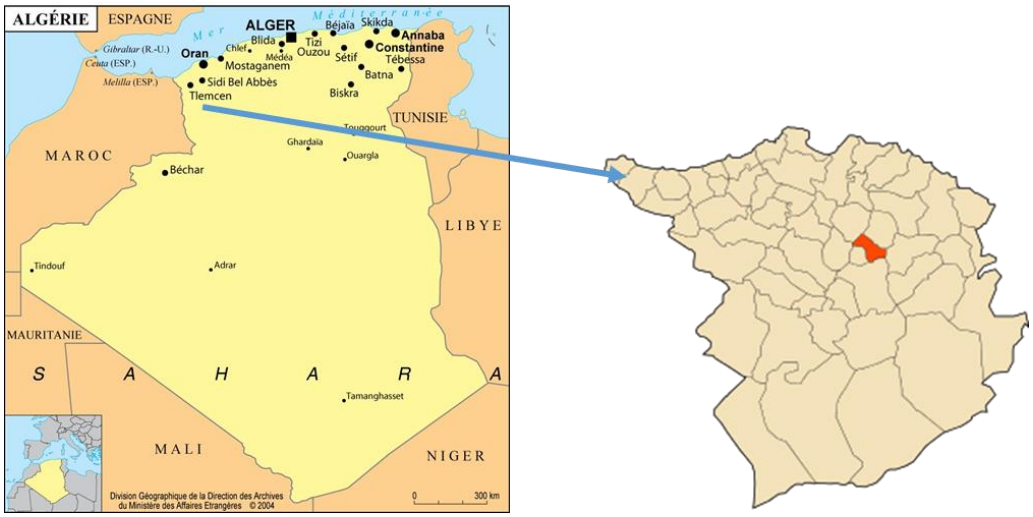


Figure 159 : Situation géographique de la ville de Tlemcen[212]

Superficie	**9061 Km²**
Nombre de communes	53
Daïra	9

Tableau 15 : Tableau représentant la superficie de la ville[213]

212

213

4-3-3 Etymologie du nom

Le nom de Tlemcen vient du berbère « tala imsen » qui veut dire la source tarie, nommée aussi « la perle du Maghreb ».

4-3-4 Le transport

- Tlemcen est desservie par :
- L'aéroport internationale de Zenata « Messali el Hadj »
- Un téléphérique qui relie les quartiers ouest au plateau de Lella Setti
- La ville est relier à l'auto route est-ouest
- Le transport ferroviaire facilite largement les déplacements en termes d'économie et de population.

4-3-5 Le climat

Tlemcen profite d'un climat méditerranéen avec des hivers doux et des étés chauds et secs, une température minimale moyenne de 5° et maximale moyenne de 35°

4-3-6 La population

La ville de Tlemcen dispose d'une population principalement jeune qui a largement évolué ces dernières années.

4-3-7 Histoire de Tlemcen

Tlemcen de par son passé présente un riche capital historique hérité des différentes dynasties qui s'y sont succédées.

A la période **ROMAINE➔** Tlemcen fût une ville connue par ses fortifications défensives, son commerce florissant et son innovation, grâce à une parfaite maîtrise de l'eau.

XII siècle les **IDRISSIDES➔** ils font de Tlemcen une ville islamique et construisent **la première mosquée** de la ville mais aussi d'Algérie, cependant la ville préserve toujours son caractère défensive.

A la période **ALMORAVIDE ➔** l'extension urbaine se fait vers l'ouest, et la ville connue la construction de ses plus grandes mosquées parmi eux « La grande mosquée de Tlemcen », ce dévouement à l'architecture religieuse se poursuit durant la période **ZIANIDE.**

A la période Zianides ➔Tlemcen devient la capital du royaume ou l'architecture religieuse prospère, on vit alors la construction de la mosquée de sidi Belahcen et du minaret d'Agadir

À la période **OTTOMANE➔** construction de plusieurs autres mosquées.

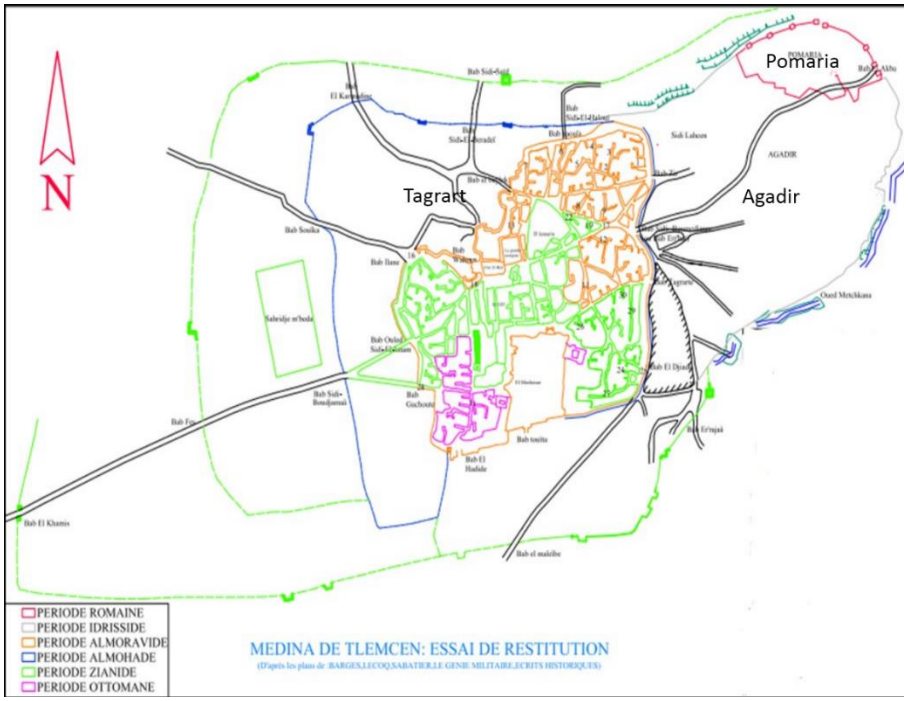


Figure 160 : Stratification des périodes historiques à Tlemcen

4-3-8 Organisation de la ville de Tlemcen :

La ville de Tlemcen connait un mode d'organisation de forme radioconcentrique typique des villes arabo-musulmanes, sa structure morphologique se caractérise par l'existence d'un noyau central et d'éléments primaires tout autour tel que les mosquées, les medersas, les souks et les placettes qui structurent la ville.

4-4 Analyse urbaine

4-4-1 Les mosquées et les centres culturels à Tlemcen

En matière de mosquées Tlemcen dispose d'un riche patrimoine construit, en comptant les mosquées réparties au niveau de toute la wilaya, cependant avec une capacité totale trop juste pour la population selon les données recueillies de la direction des affaires religieuses et des wakfs.

Indication	Nombre
Nombre de mosquées /Wilaya	708
Capacité totale des mosquées	416 571
Nombre des centres culturels	01
Nombre d'écoles coraniques	480
Capacité des écoles coraniques	18 223

Tableau 16 : Tableau représentant un sondage des lieux de culte à Tlemcen

commune	**tlemcen**	**mansourah**	**chetouane**	**Ouled-mimoune**	**Ain defla**	**Ben sekrane**	**ghazaouet**	**Baba el assa**
Nbr	64	32	43	27	12	13	88	35
commune	Morsa ben M'hidi	nedroma	fellaoucen	Maghnia	Beni bousseide	Sabra	Sebdou	Benis snous
Nbr	24	77	41	63	15	19	28	16
commune	Honaine	Hnifa	Remchi					
Nbr	29	18	58					

Tableau 17 : Tableau représentant le nombre de mosquées dans les communes

Pour ce qui est de l'aspect culturel, on relève un manque au niveau de la wilaya de Tlemcen avec seulement une bibliothèque centrale destinée à la catégorie estudiantine

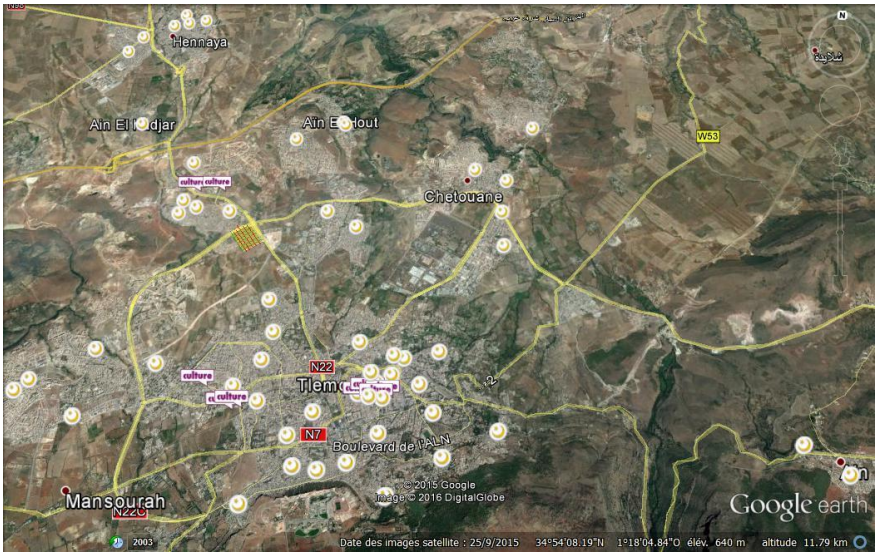


Figure 161 : Cartes des mosquées et centres culturels et éducatifs à Tlemcen

4-5 Analyse du site

Tout projet doit être pensé dans son contexte, organisé par rapport à des exigences, et s'inscrit dans une théorie, c'est dans ce principe que l'analyse du site est une étape importante dans l'élaboration d'un projet architectural.

4-5-1 Critères principaux de choix du site

- Bonne visibilité et lisibilité du projet
- Facilement accessible aux personnes arrivant de l'extérieur
- Surface importante

Pour ceci le choix s'est fait après analyse de trois terrains différents qui sont :

a- Site 01 :

Le site se trouve au niveau de Koudia et présente ainsi une excellente visibilité de par son emplacement stratégique. À l'entrée de la ville.

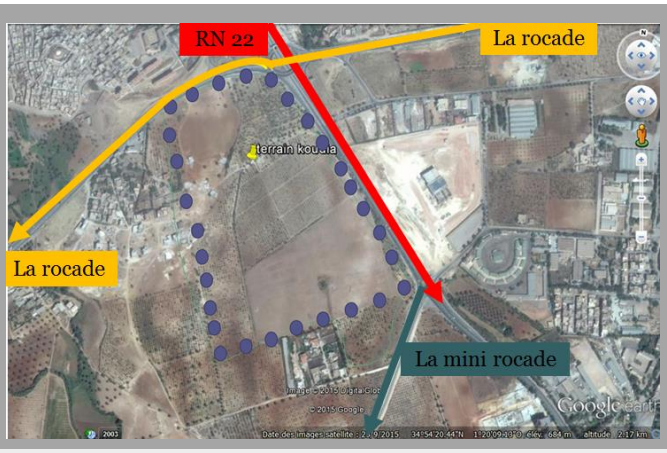
TERRAIN	
Situation	Algérie, Tlemcen Koudia
Superficie	16 hectares
Topographie	Pente légère
Ensoleillement	Excellent
Visibilité	Excellente
Accessibilité	Bonne
Gabarit prédominant	R+4
Avantages	- Situation stratégique, se trouve entre Tlemcen ville et les nouvelles extensions - situé à l'entrée de la ville - surface importante - Favorable pour l'édification d'un projet de grande envergure - Facilement accessible par la nouvelle gare routière - Se trouve à la jonction de deux axes de la ville très important la RN 22 et la Rocade - Proximité d'habitation « koudia » - Une bonne lisibilité du site
Inconvénients	- Limité par des voies à flux très fort - Manque d'équipement public environnant

Tableau 18 : Analyse du site 01

b- Site 02 :

Situé au niveau d'Imama le terrain est actuellement utilisé par une caserne militaire ancienne amené à être désaffecté.

TERRAIN	
Situation	Algérie, Tlemcen Imama
Superficie	20 hectares
Topographie	Pente légère
Ensoleillement	bon
Visibilité	Moyenne
Accessibilité	Moyenne
Gabarit prédominant	R+5
	- Bon emplacement - Proximité d'équipement structurant Université de la rocade ainsi que ses hébergements. - Facilement accessible par les arrêts de bus de proximité - Proximité d'équipements culturels - Grande surface - Blocs résidentiels au Sud du site Habitat individuels « Bouhennak »
Inconvénients	- Terrain excentré par rapport à la voie principale - La façade principale donne sur une voie secondaire - Mauvaise visibilité à partir de l'entrée de la ville

Tableau 19 : Analyse du site 03

c- Site 03 :

Situé au niveau de la commune de Mansourah, le terrain présente un emplacement important de par la proximité du site historique de Mansourah et ses remparts.

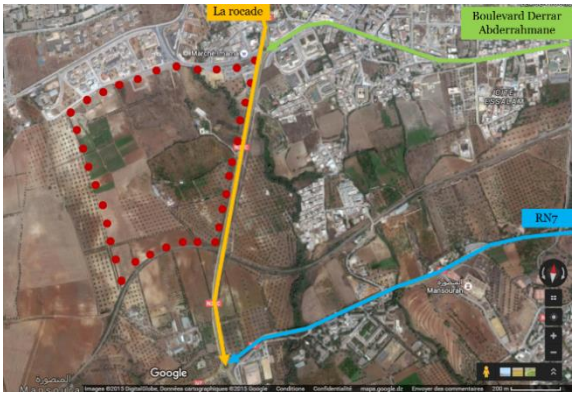
TERRAIN	
Situation	Algérie, Tlemcen Mansourah
Superficie	8 hectares
Topographie	Pente légère
Ensoleillement	Excellent
Visibilité	moyenne
Accessibilité	bonne
Gabarit prédominant	R+6
Avantages	- Donnant sur une voie importante « la Rocade » - Proximité de différents équipements culturels sécuritaires et de justice - Existences d'habitat « Bouhennak » - Proximité de la cité administrative - Bon emplacement
Inconvénient	- Surface insuffisante - Non favorable à l'édification d'un grand projet - Mauvaise accessibilité piétonnière - Non visible à partir de l'entrée de la ville - Excentré par rapport à la voie principale à flux fort

Tableau 20 : Analyse du site 03

Tableau comparatif des trois terrains

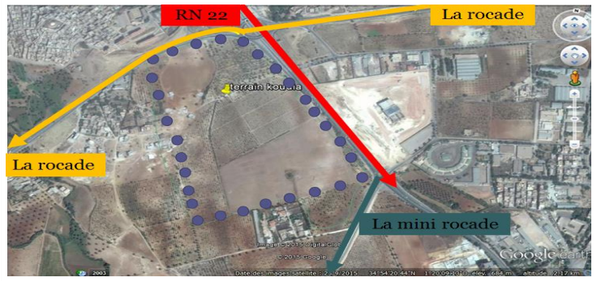
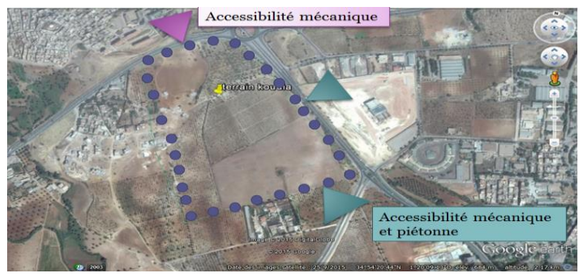
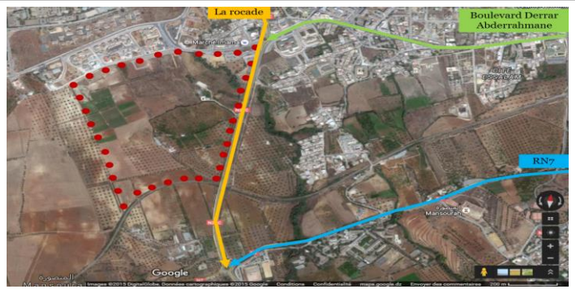
	Accessibilité	Accessibilité au site	Topographie	Emplacement stratégique	Equipement de proximité	lisibilité	visibilité	Synthèse
Terrain 1	 ☺☺☺	 ☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺
Terrain 2	☺☺☺	☺☺	☺☺☺	☺	☺☺	☺	☺	☺☺
Terrain 3	 ☺☺	☺☺	☺☺☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺☺

Tableau 21 : Tableau comparatif des trois terrains

Synthèse : après avoir analyser les trois terrains ainsi que le tableau synthétique le choix se porte sur le premier terrain qui répond aux principaux critères que nécessite le projet.

4-5-2 Situation du terrain

Le terrain se situe au nord-ouest de la ville de Tlemcen à 2.6 Km du centre-ville à vol d'oiseau.

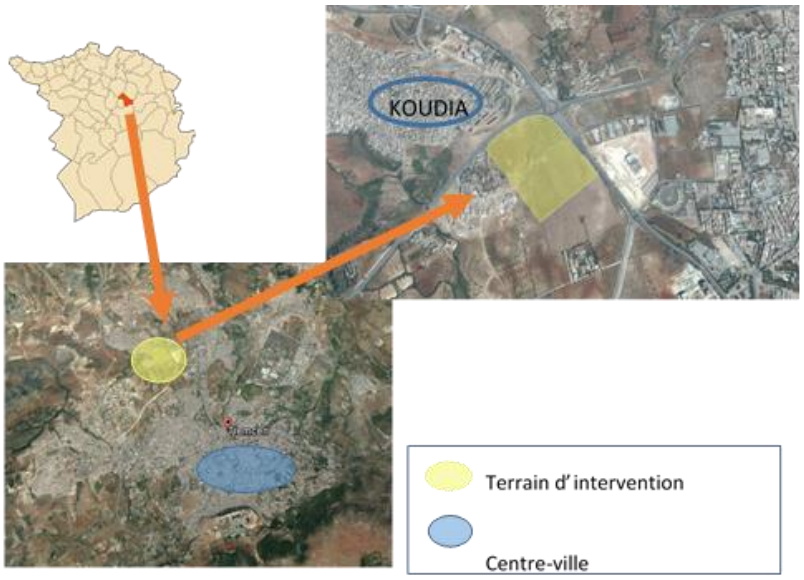


Figure 162 : . Situation du terrain par rapport à la ville

4-5-3 Environnement du terrain

L'environnement du terrain, présente différentes infrastructures très variées allant de maisons individuelles aux équipements culturels, en passant par des structures de correspondance

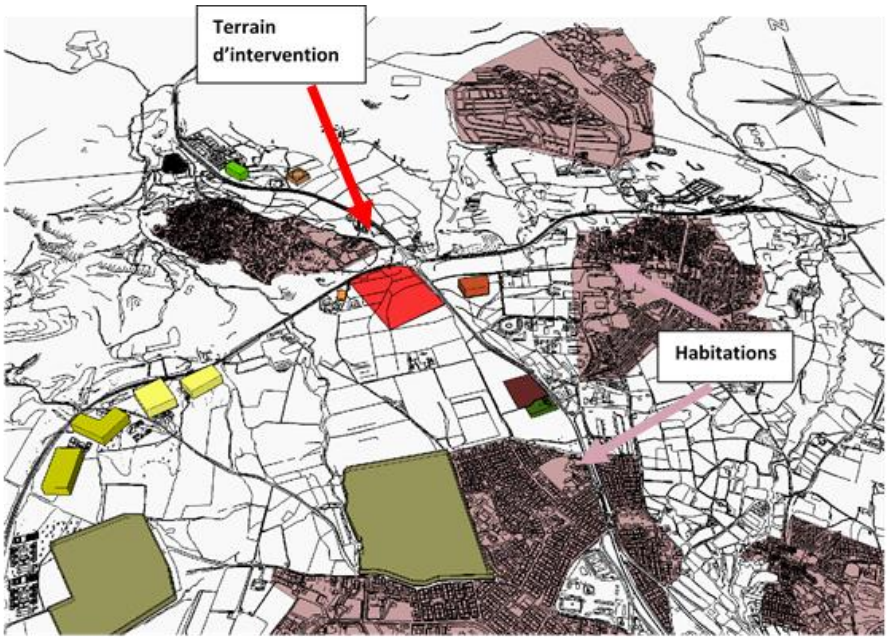


Figure 163 : Carte représentant l'environnement du terrain d'intervention.

		Nouvelle gare routière			Palais des expositions
		Maisons mitoyennes			Théâtre des verdures
		Cité universitaire			Parcs
		Cimetière			Caserne militaire
		Habitat			Université de la rocade

Tableau 22 : Tableau représentant les équipements entourant le terrain d'intervention

4-5-4 Gabarit et architecture environnante

Le gabarit maximum est de R+4 au niveau des équipements de proximité

Le système constructif des équipements environnants est le système classique poteau-poutre

Le style architectural des équipements environnants varis d'une architecture arabo-mauresque a une architecture plus ou moins moderne, ainsi que l'intégration du moucharabieh et des murs rideaux.

4-5-5 Contraintes du site

Le site est limité au côté sud par des servitudes telles que la ligne de gaz ainsi que les lignes électriques.

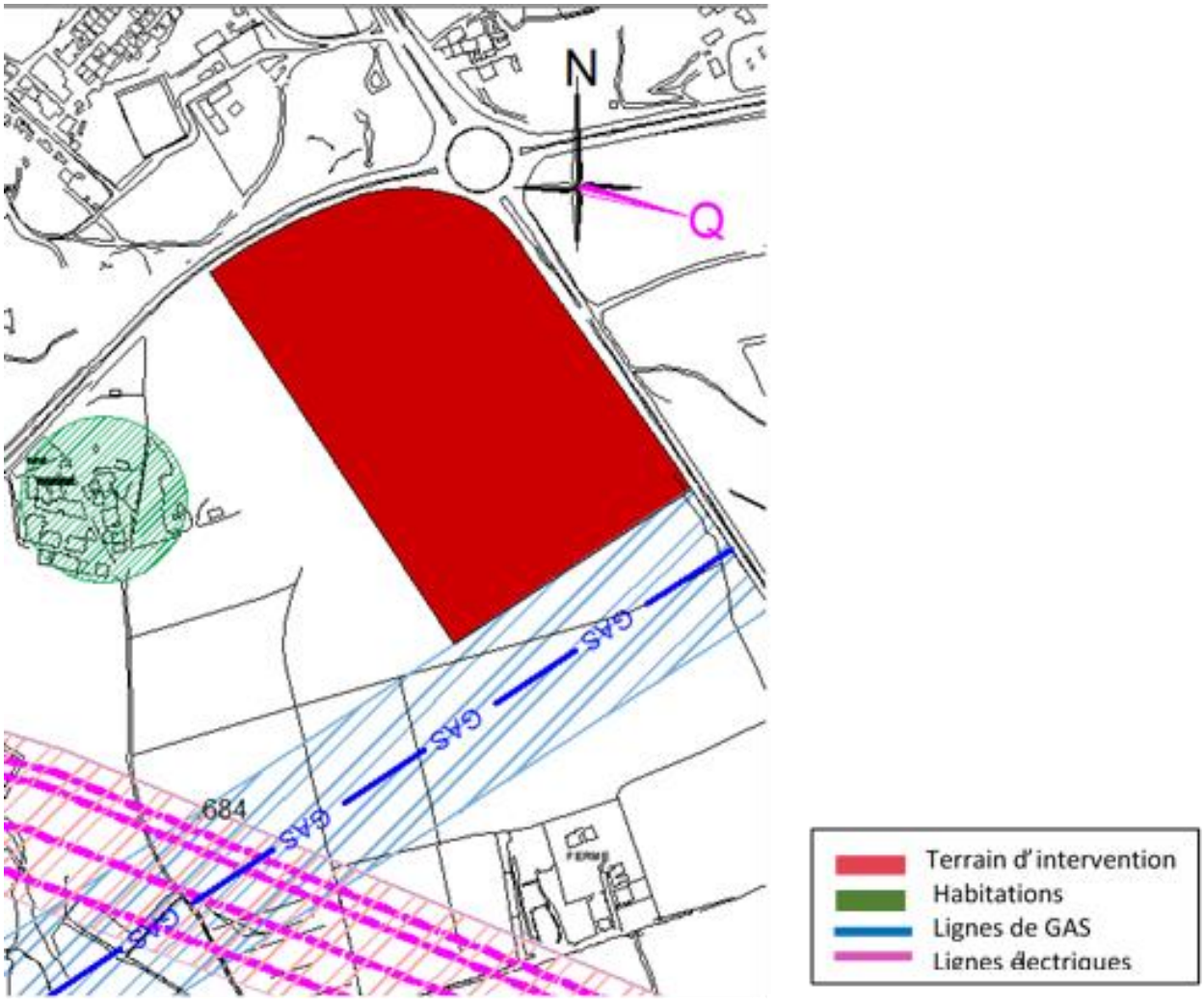


Figure 164 : Carte représentant les contraintes sur le site

4-5-6 Les limites du terrain

Le terrain est limité par deux route à flux très fort la RN22 coté N-O ainsi que la Rocade coté N-E.

Au côté S O par une ruelle, et côté S E par des terrains vagues.

Figure 165 : Carte représentant les limites du terrain d'intervention

4-5-7 Accessibilité au terrain

La RN 22 permet un accès à partir du centre-ville et de l'entrée de la ville

La rocade permet un accès à partir de Imama et de Chetouane

La nouvelle gare routière permet un accès direct pour des visiteurs piétonniers.

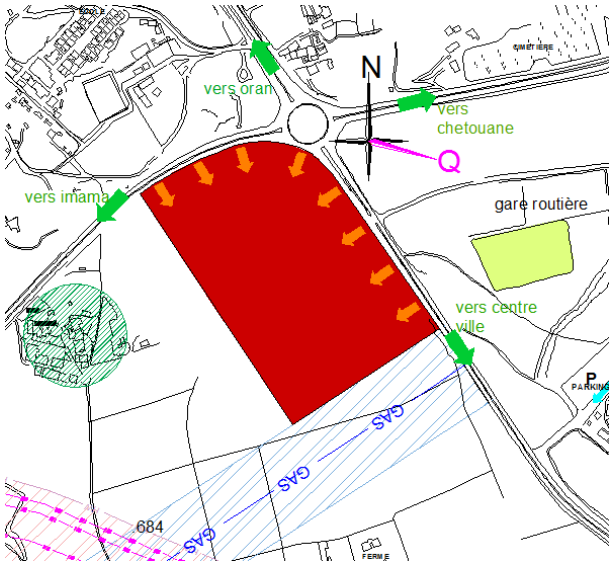


Figure 166 : Carte représentant l'accessibilité au terrain

4-5-8 Analyse climatique

Avec un espace urbain dégagé tout autour du terrain et des voies larges, l'intégralité du site est ainsi bien ensoleillé.

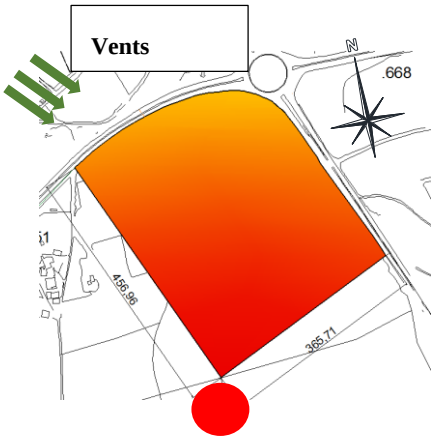


Figure 167 : Carte représentant l'analyse climatique

4-5-9 Morphologie

Le terrain présente une pente très légère au niveau de sa longueur avec le point le plus élevé au sud.

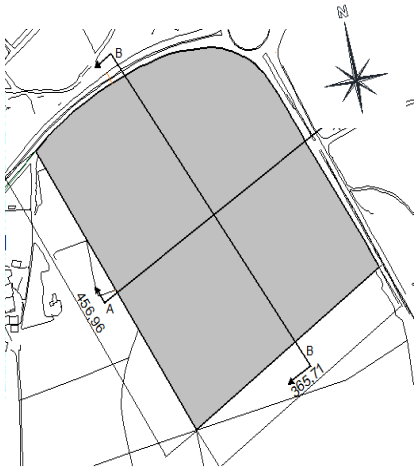


Figure 168 : Carte représentant la morphologie du terrain

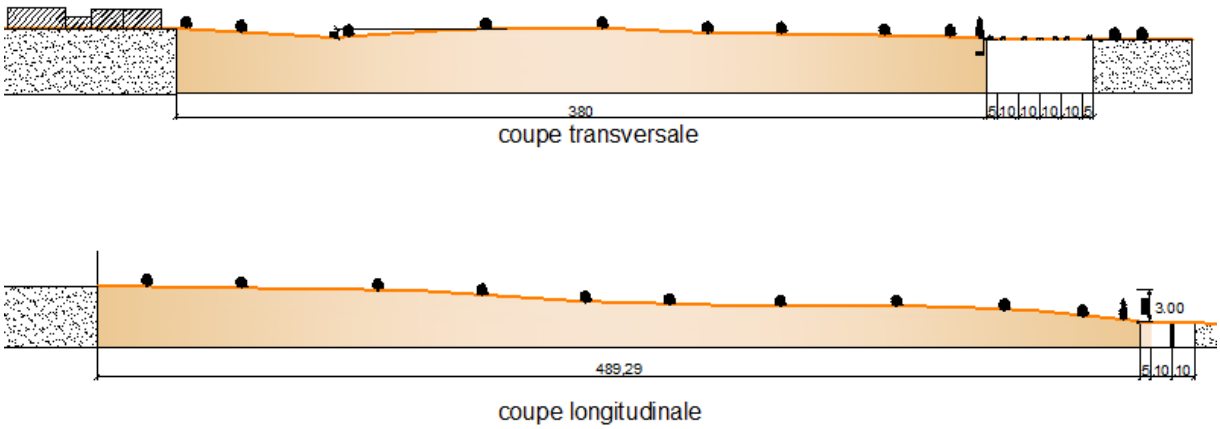


Figure 169 : Coupes topographique du terrain

4-6 Genèse du projet

Tout processus créatif débute par des ébauches, passe par des essais, pour finalement se fixer une idée claire sur les principales lignes d'un projet « accessibilité, visibilité, fonctionnalité », ces dessins constituent donc une étape indispensable au processus créatif architectural.

4-6-1 Genèse planimétrique

Cette étape montre l'évolution du projet en plan, l'implantation des différentes fonctions et l'agencement cohérent des activités qui composent le projet.

a- Contraintes à respecter

Après une analyse détaillée et différentes contraintes relevées la réalisation du projet doit se faire dans le respect du site et de son environnement pour un résultat des plus satisfaisants.

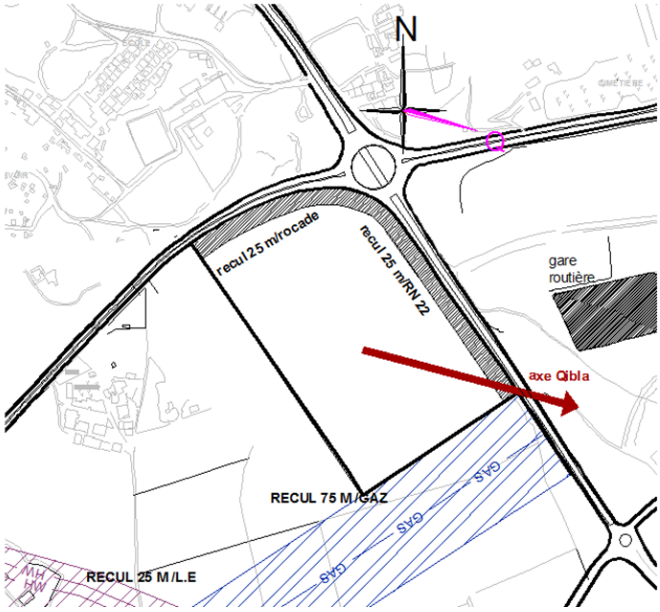


Figure 170 : Contraintes du terrain

Avant de prendre en considération n'importe quelle contrainte du site ou de son environnement le principal critère à respecter dans la construction d'une mosquée est la direction de **la qibla** qui est de 105° Nord pour le cas de l'Algérie.

Ensuite, le terrain se situant au carrefour de deux routes nationales, la RN 22 et la ROCADE, un recul de 25 m à partir de la voie est nécessaire pour des questions de sécurité et de confort.

Des servitudes à proximité du site tel que la ligne de gaz au sud impose 75 m de recul ainsi que des lignes électriques avec 25 m de recul.

b- Accessibilité au terrain

La création de voies mécaniques de contournement afin de contourner le dynamisme des nationales qui limitent le terrain et d'éviter un encombrement du trafic routier généré par ces dernières.

1- sud : Une voie qui permet l'accès principal à partir de la mini rocade
2- ouest : Une autre voie à partir de la rocade
3- nord : une voie qui aboutit sur la RN 22

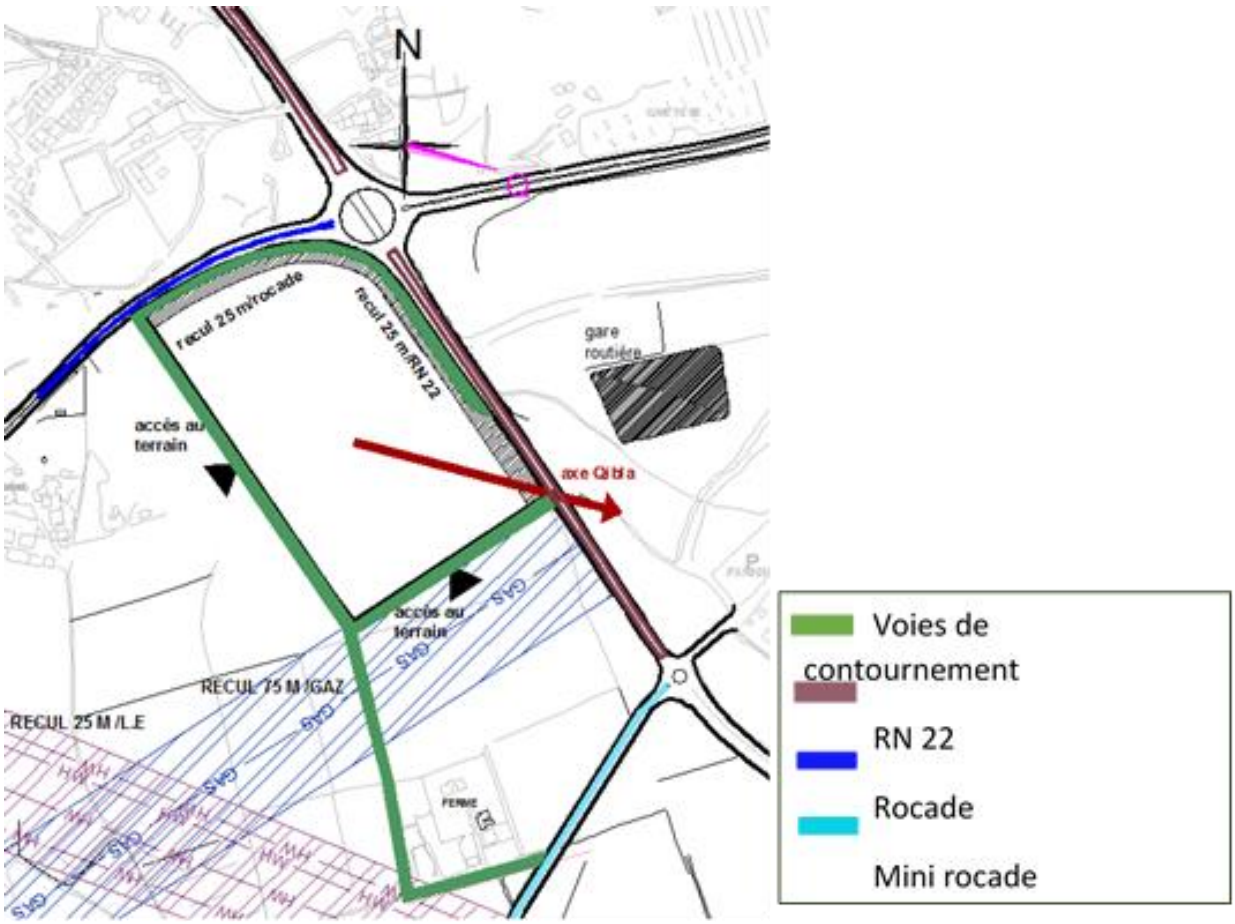


Figure 171 : Carte représentant l'accessibilité au terrain

c- Principe d'organisation :

La diversité des fonctions dans le projet (cultuel, culturel et social) mène à un schéma d'organisation bien spécifique et réfléchi.

Après la recherche effectuée précédemment sur l'urbanisme d'antan de Tlemcen et l'analyse faite sur les différentes fonctions qui s'y agençaient en harmonie, ce projet-ci va vers le respect du principe radioconcentrique d'une ville arabe.

La structure morphologique d'une ville radioconcentrique se caractérise par l'existence d'un noyau central comme élément structurant la ville et des éléments primaires tout autour tels que les mosquées, les medersas, les souks et les placettes qui structurent la ville.

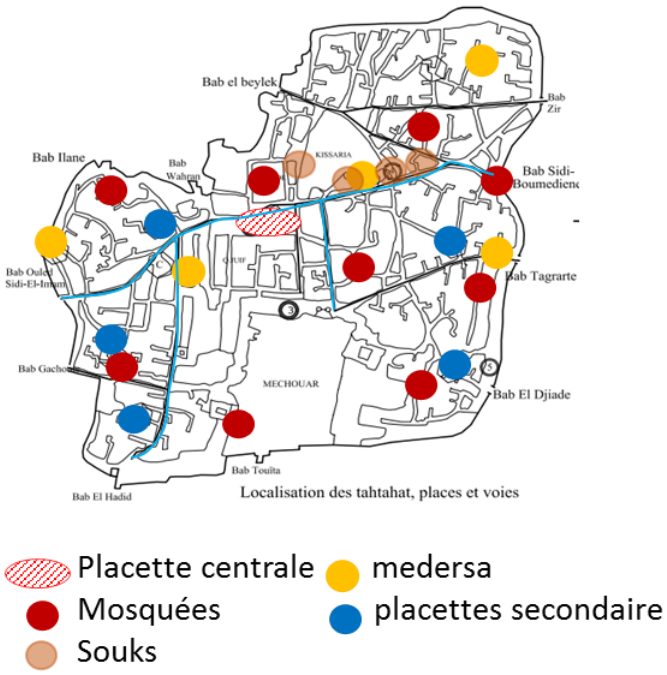


Figure 172 : Principe d'organisation de la ville de Tlemcen

Le principe retenu est donc : La **CENTRALITE** comme **ELEMENT STRUCTURANT**

d- La centralité dans le projet

Afin de reprendre le principe de la ville arabo mauresque les différentes fonctions du projet devront s'articuler autour d'un noyau central qui donne lieu à une convergence de la masse dans le but de :

- créer un espace qui structure l'ensemble du projet
- Avoir une répartition équilibrée des différentes fonctions.

- Avoir un accès bien défini à toutes les unités.
- Meubler les façades principales du site et ainsi avoir des éléments représentatifs à partir de toutes les percées visuelles.

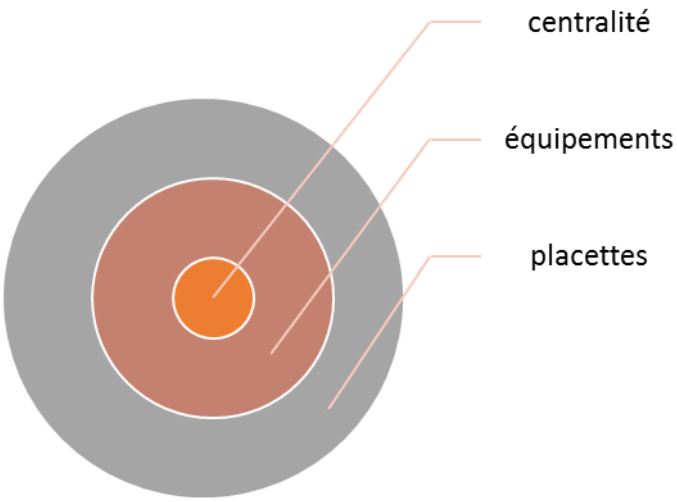


Figure 173 : Principe d'organisation du projet

e- Implantation des fonctions

Tout en respectant ce principe chaque fonction devra répondre à des critères d'emplacement bien spécifiques, dans le cas de ce projet, la mosquée est une priorité dans l'emplacement de ce dernier

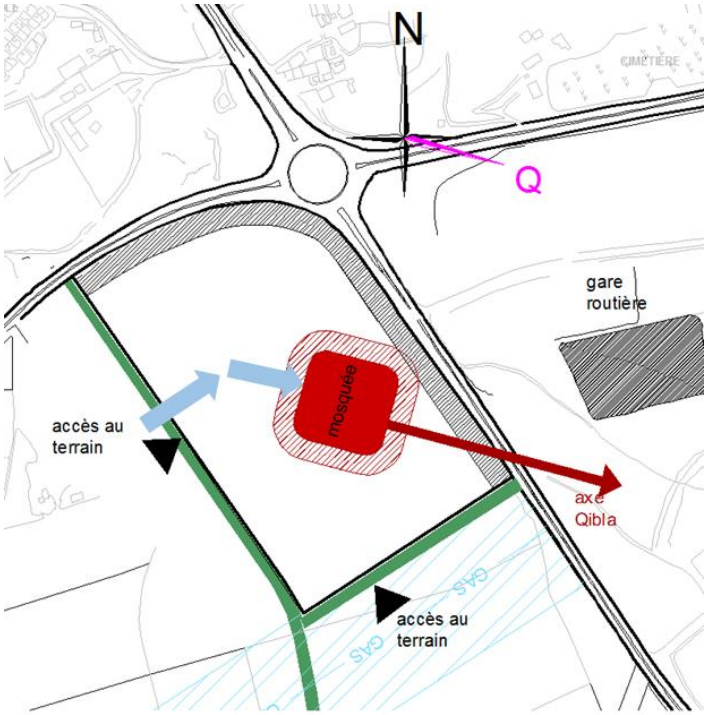


Figure 174 : Carte d'implantation des fonctions

La position de la mosquée a été déterminé par :

- L'axe de la qibla au côté N-E afin d'avoir un espace ainsi qu'une vue dégagés devant le mur de la qibla « mihrab ».
- Un point important du terrain qui permet une visibilité et une lisibilité à partir des différentes voies qui entourent le projet.
- Suivre la hiérarchisation imposée par le journal officiel qui est d'avoir: l'entrée principale ensuite une esplanade pour enfin accéder à la mosquée.

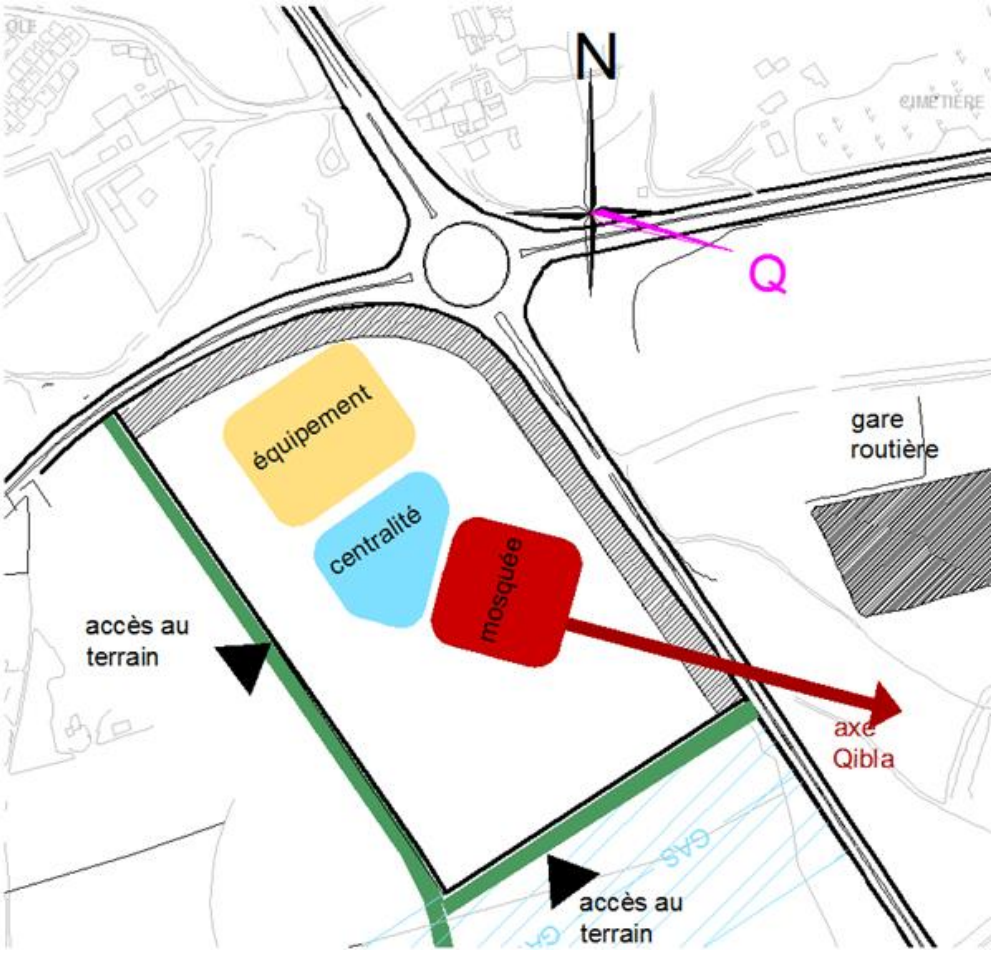


Figure 175 : Carte d'implantation des fonctions

- L'équipement est positionné de façon à meubler la façade N-O et apporter une continuité visuelle architecturale importante au niveau de la rocade et ainsi mettre en valeur les principaux côtés du site.
- Le minaret est accolé à la mosquée, d'un côté, pour avoir la continuité du repère cultuel et d'un autre côté, donne sur le sahn pour permettre un accès directe aux fonctions qui y résident.

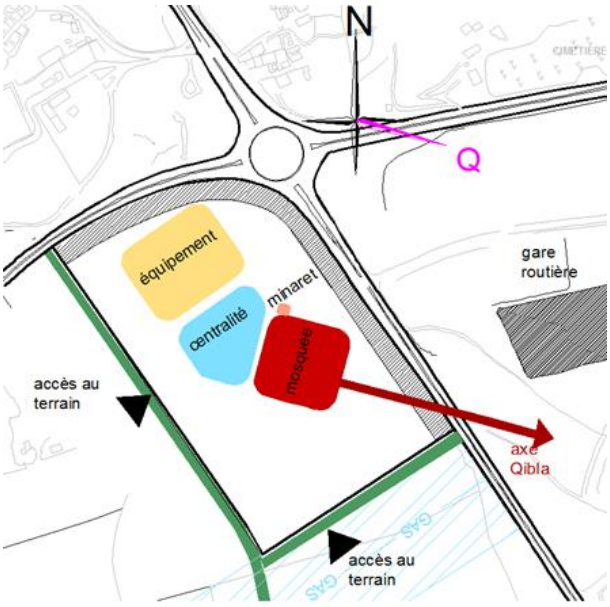


Figure 176 : Positionnement du minaret

- Les logements de service sont excentrés par rapport au reste de l'équipement afin d'éviter les nuisances sonores générées par une forte fréquentation.
- Les esplanades sont positionnées de façon à libérer de l'espace autour des différentes fonctions du projet et permettre de grande surface dégagées qui augmenteront la visibilité de ce dernier.
- Le parking se trouve à la jonction des trois voies secondaires afin d'avoir un accès véhiculaire excentré par rapport à l'accès piétonnier et pouvoir accéder ainsi directement à l'esplanade principale.

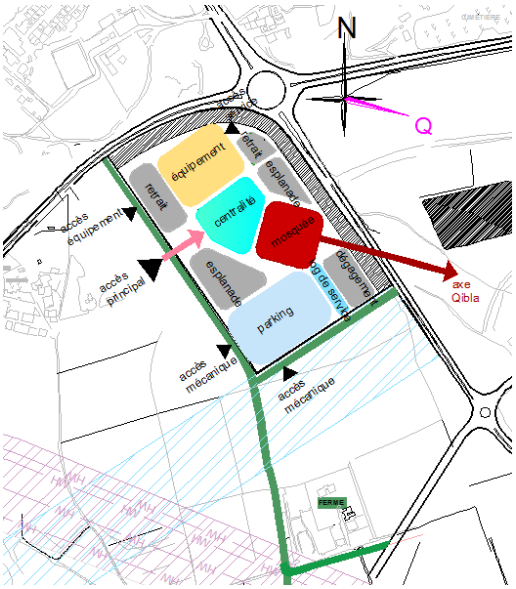


Figure 177 : Zoning du projet

L'accès principal piéton se trouve donc au niveau de la voie de contournement ouest pour apporter un maximum de confort aux piétons, situé au milieu pour arriver au centre du projet afin d'accéder aisément aux différentes fonctions de ce dernier.

L'accès mécanique »parking » se trouve au carrefour des voies de contournement « voie sud et voie ouest » pour éviter encore une fois le dynamisme des nationales et permettre un accès plus simples aux véhicules.

a- Plates-formes du terrain

Le terrain présente une dénivelé de 3m sur une longueur de 450 m. Après avoir étudié la disposition des différentes fonctions ce terrain sera divisé en trois plates-formes de un mètre de différence sur toute sa longueur afin d'avoir une répartition homogène sur tout le projet.

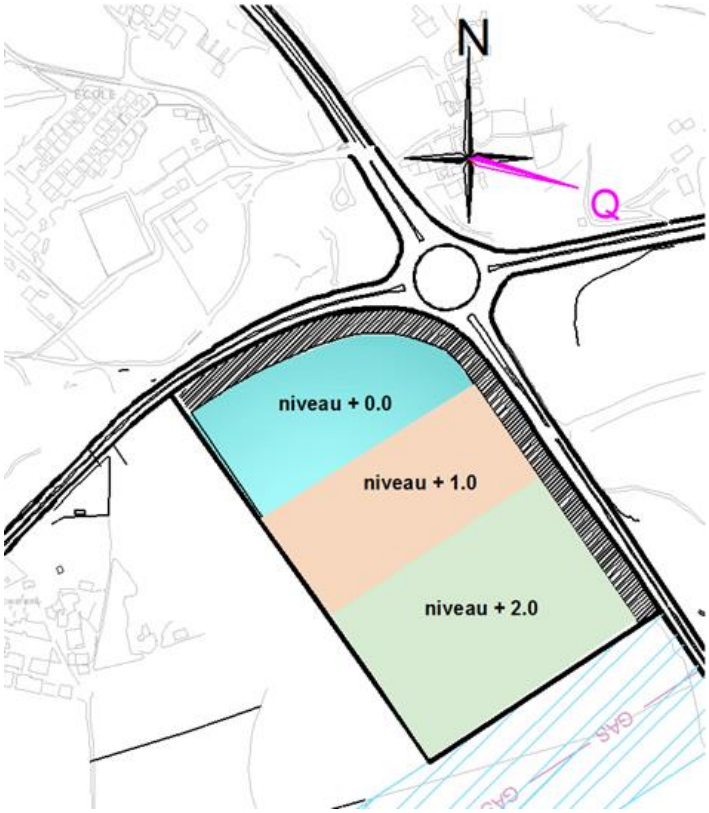


Figure 178 : Plates-formes du terrain

b- Circulation dans le projet

- **voie de contournement**

Création d'une boucle tout autour du projet Afin de permettre :

- Une circulation de sécurité fluide.
- Un accès de services.
- Des accès de parking secondaires de service ainsi que pour l'équipement.
- Ouvrir une bretelle de sortie qui aboutit directement sur la RN 22.

- **Passerelle gare routière**

Création d'une passerelle qui relie le projet a la nouvelle gare routière afin de permettre un accès directe sécuritaire aux personnes qui y viennent.

- **Arrêts de bus**

Création des arrêts de bus au niveau de l'entrée principale pour un accès direct au public

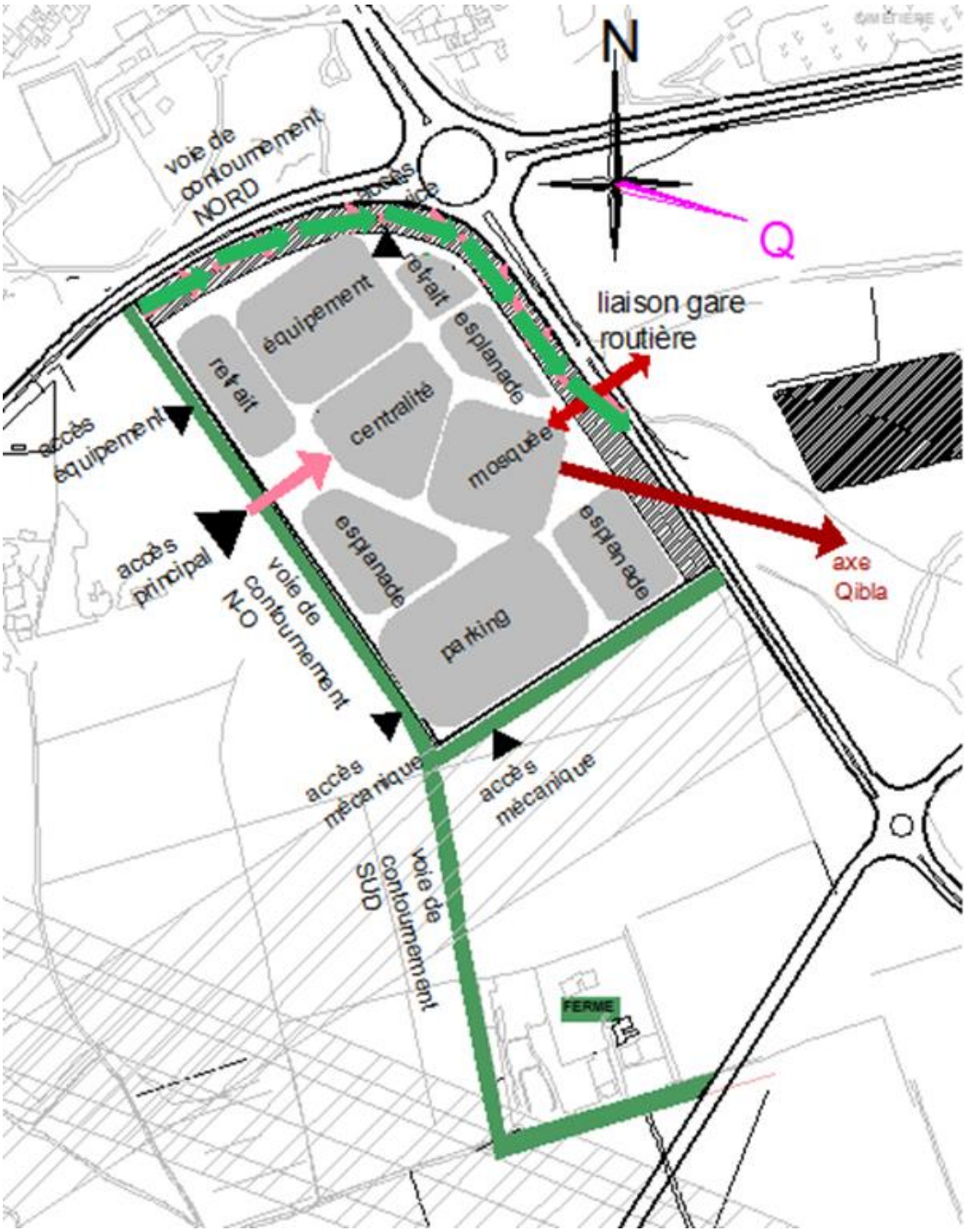


Figure 179 : Schéma montrant la circulation au niveau du projet

c- Genèse volumétrique

Cette étape montre l'évolution du projet en élévation, la superposition des différentes fonctions ainsi que les choix volumétriques.

- **Orientation des blocs**

le bloc de la mosquée : afin de suivre les recommandations du journal officiel la construction de la mosquée doit se faire en suivant le principe du plan arabe qui est d'avoir un plan de forme carrée ou rectangulaire qui se compose d'une cour à portique et d'une salle de prière à colonnes orientée vers la Mecque.

L'équipement est implanté parallèlement à la façade N-O afin de répondre au principe de la continuité visuelle cité précédemment.

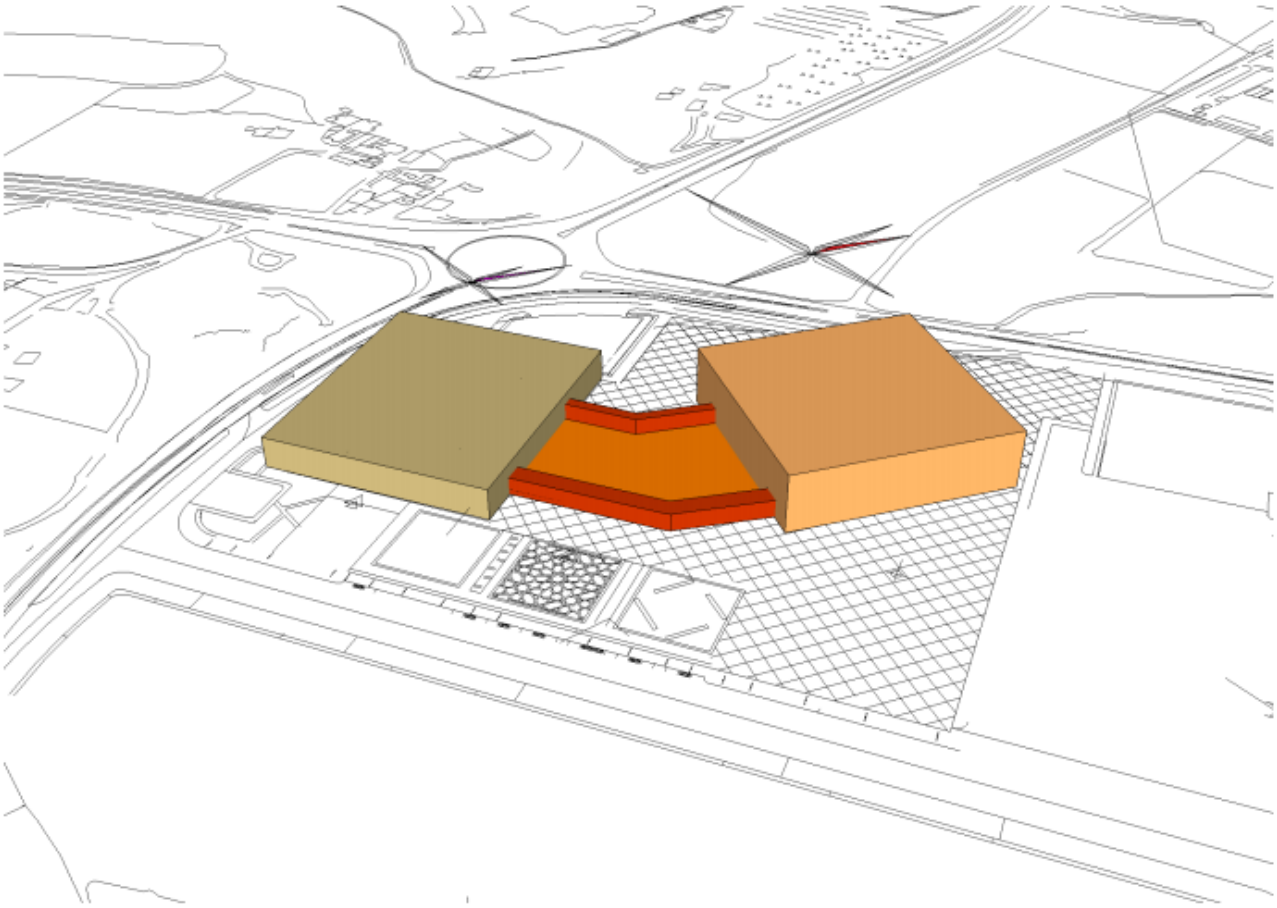


Figure 180 : Schéma montrant l'orientation des blocs

- **Matérialisation de la centralité**

La centralité est caractérisée par un grand espace auquel on aboutit directement par l'accès principale dont une partie fait office de sahn pour la mosquée ce même espace se compose de deux galeries qui relient directement la mosquée à l'équipement et permettre ainsi une circulation fluide et directe au sein du projet.

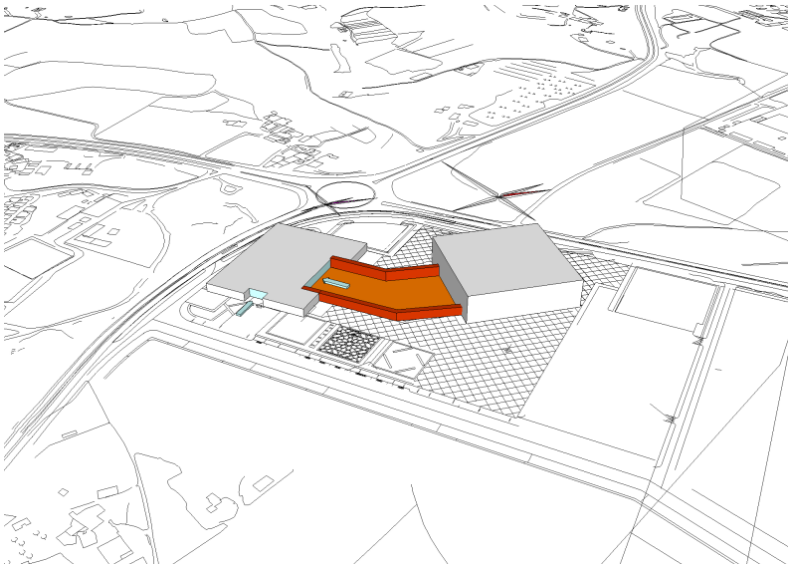


Figure 181 : Schéma montrant la jonction mosquée équipement

- **Superposition des niveaux**

L'équipement se compose de 3 niveaux distincts afin d'éviter l'effet du bloc compact pour finalement alléger le volume et avoir une architecture plus aérienne.

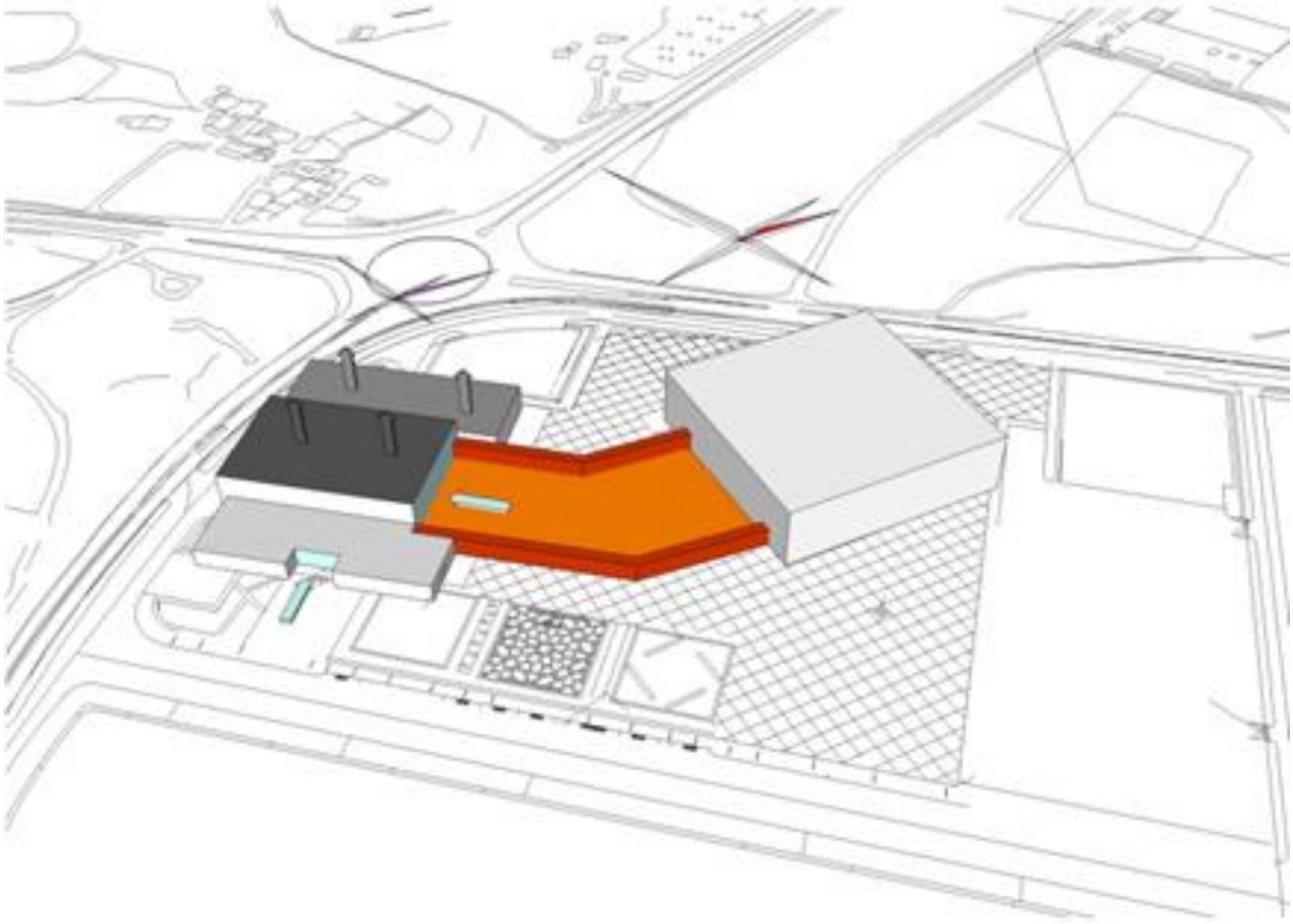


Figure 182 : Schéma montrant les différents niveaux de l'équipement.

➢ **Introversion de l'équipement et utilisation des patios pour désenclaver la masse.**

Pour revenir au principe de la ville arabo-mauresque, une des caractéristiques de cette architecture c'était l'utilisation des patios reprise dans le projet, dans le but de préserver :

- Une continuité historique.
- Une adaptation bioclimatique « aération et éclairage ».
- Une architecture introvertie qui permet une circulation interne plus fluide.
- Un espace clair et dégagé.

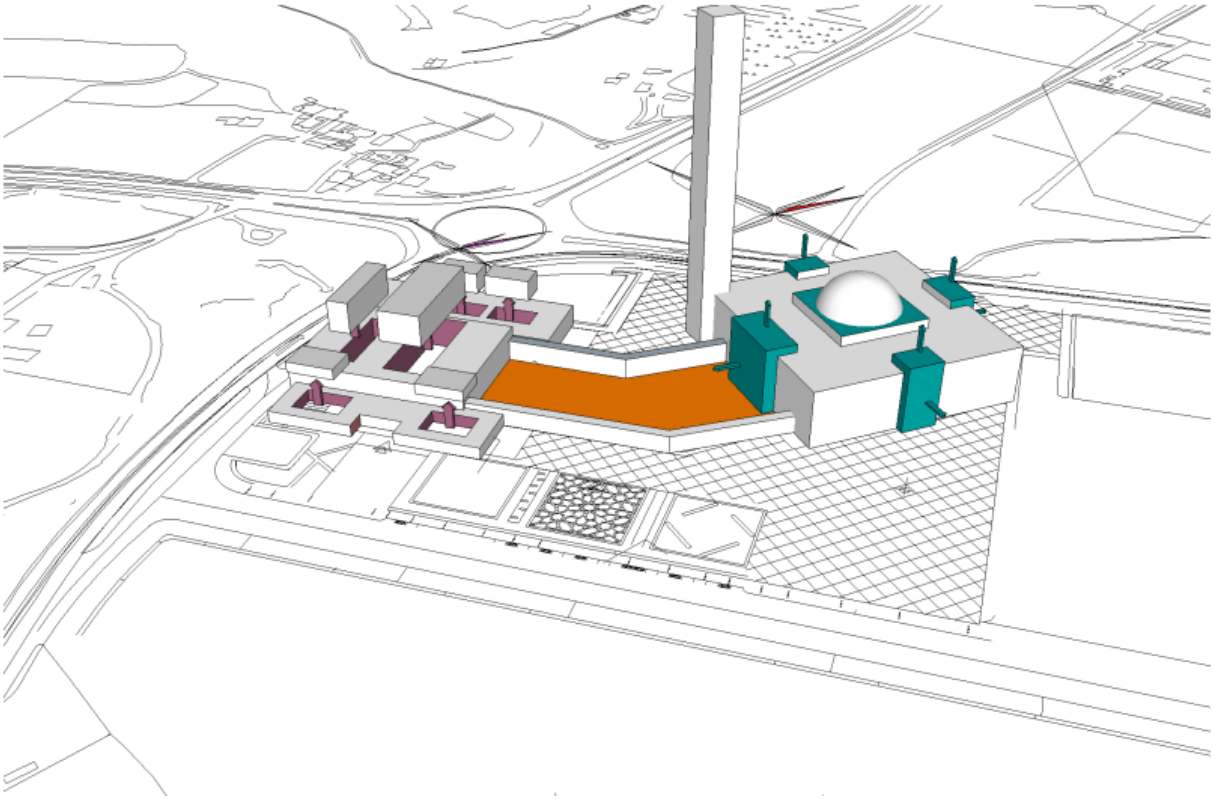


Figure 183 : Schéma montrant l'utilisation des porches et des patios.

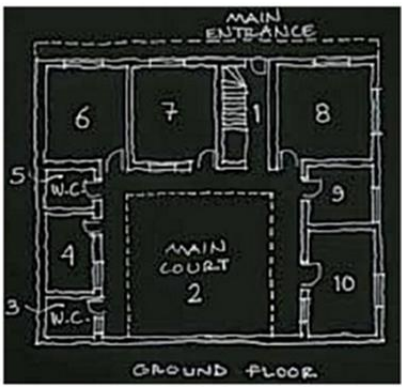


Figure 184 : Maison à patio arabe

Figure 185 : patio projeté

4-7 Références architecturales

4-7-1 Utilisation des porches

Ce projet-ci représente un parfait exemple de l'architecture imposante robuste qui marque les esprits c'est dans ce sens que l'utilisation des porches, éléments tout aussi imposant serait le moyen idéal de marquer les accès majeurs.

Figure 186 : porche sidi Boumediene

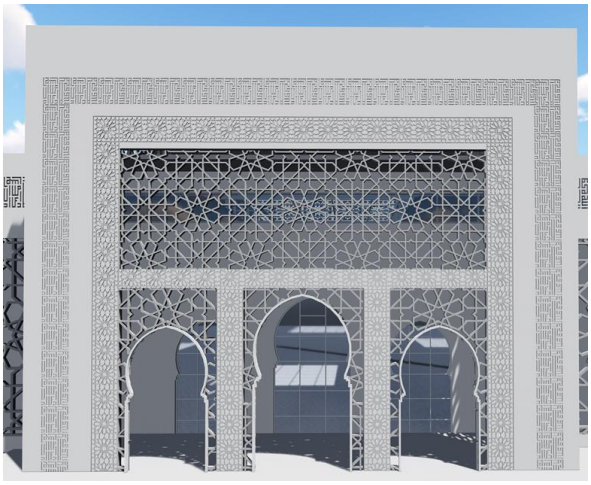


Figure 187 : porche projeté

4-7-2 Utilisation des tours des murailles de Mansourah.

L'équipement de par sa position constitue une perspective importante par la Rocade ainsi que la RN 22, c'est la raison pour laquelle l'utilisation d'élément d'appel est importante et ceci fait à travers l'utilisation des tours, éléments caractéristiques des remparts à Tlemcen.

Figure 188 rempart de Mansourah, Tlemcen

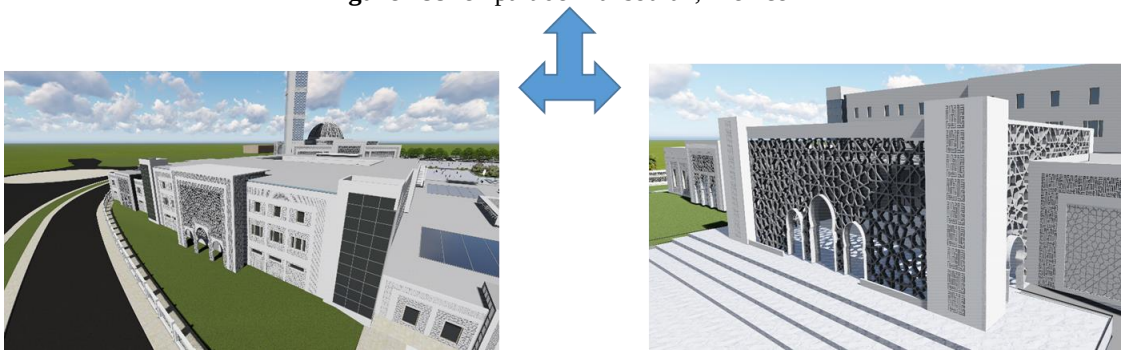


Figure 189 Réinterprétation des tours au niveau du projet

4-8 Références stylistiques

Un des principaux objectifs du projet est la réinterprétation des éléments architecturaux islamiques majeurs et c'est dans ce sens qu'une analyse détaillée sur ces principaux éléments a été faite et qui a permis de donner un cachet arabo-islamique au projet avec une réinterprétation actuelle.

4-8-1 Décors architectural

a- Le moucharabieh et claustra :

C'est un panneau ajouré fait de petits morceaux de bois tournés et assemblé par emboitement, utilisés originellement pour fermer les fenêtres et les balcons donnant sur l'extérieur, autrement dit, pour voir sans être vu, avec un rôle d'aération tout en préservant des rudes

rayons de soleil.

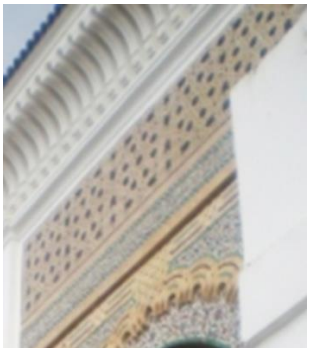


Figure 190 : Moucharabieh Porche sidi Boumediene

Figure 191 claustra grande mosquée de Tlemcen

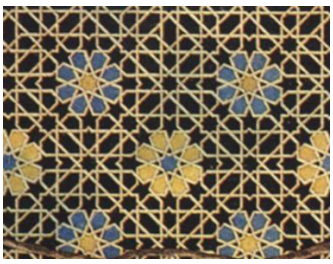


Figure 192 : Mosaique medersa techfinia

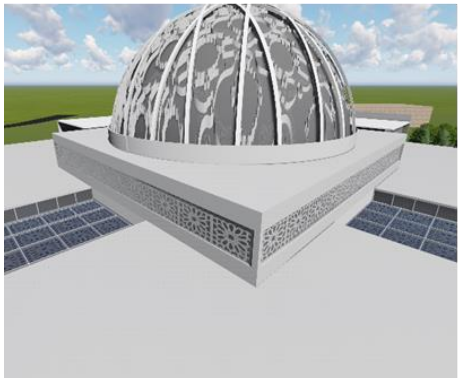


Figure 193 utilisation des claustra

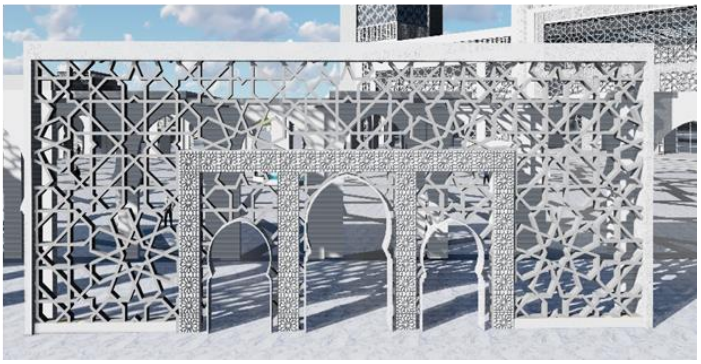


Figure 194 moucharabieh utilisé du porche d'entrée avec le motif de la medersa techfinia

Dans le cas du projet le moucharabieh a été utilisé au niveau des porches afin de protéger contre un ensoleillement excessif techniquement parlant, mais aussi dans un souci de préservation du cachet islamique.

Le motif utilisé pour le moucharabieh est un dessin prit de la medersa Techfinia[214]

b- La calligraphie[215] :

La calligraphie est destinée dans l'art religieux à reproduire des versets coraniques, à rappeler des paroles du Prophète (hadiths) ou de ses compagnons, élément décoratif utilisé dans la majorité des équipements arabo-islamiques.

Figure 195 : Calligraphie de la medersa Techfinia

Dans le cas du projet la calligraphie a été utilisée en khatte Koufi au niveau du mur de la qibla afin de le distinguer du reste et au niveau des proches comme encadrement en écrivant.

لا اله الا الله محمد رسول الله

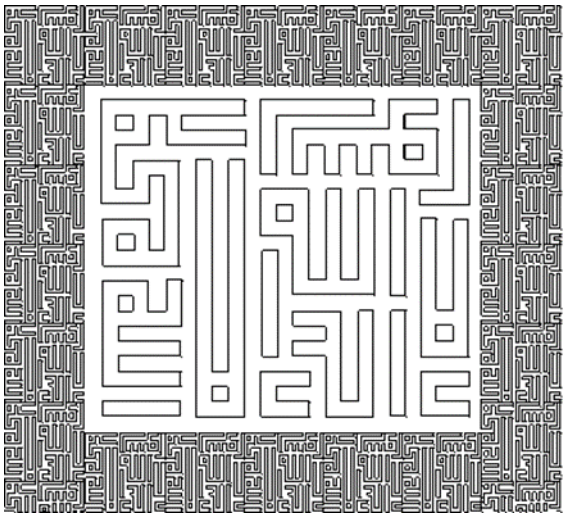


Figure 196 *:* Calligraphie projetée sur le mur de qibla

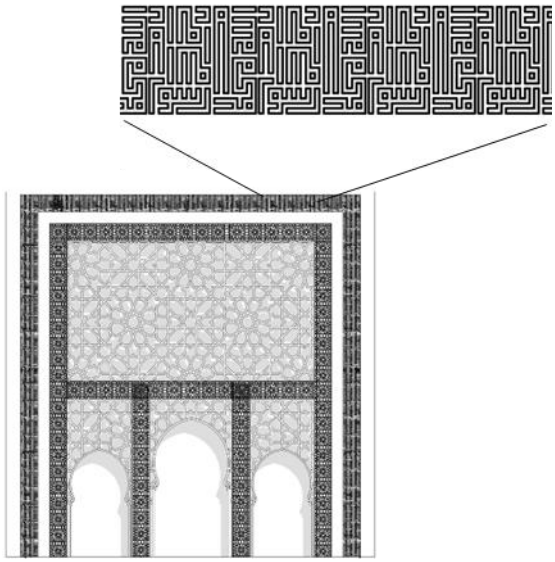


Figure 197 *:* Calligraphie utilisé au niveau des porches

c- Les arabesques :

Ornement décoratif géométrique ou floral, qui jouit d'une place de choix dans les édifices religieux.

[214] (ahmed koumas, 2003)
[215] (ahmed koumas, 2003)

Le principe de l'arabesque a été utilisé au niveau des façades de la mosquée ainsi que de l'équipement.

Figure 198 : Arabesque au niveau du palais d'El Mechouar[216]

Figure 199 arabesque mur de la mosquée

Parmi les principes de l'architecture islamique, l'utilisation des porches, un des éléments caractéristique pour marquer un accès.

L'utilisation du porche dans le projet s'est faite dans le respect du principe avec la reprise des principaux éléments qui le composent tels que l'arc, le moucharabieh, les motifs géométriques et dans certains cas la calligraphie avec l'utilisation du verre, un matériau moderne qui aura pour but d'alléger la structure du porche tout en lui donnant une image plus actuelle.

Figure 200 : Porche de la mosquée de sidi Boumediene[217]

Figure 201 porche projété

4-8-2 Réinterprétation de la coupole

A travers son apparition, la coupole a surtout permis de dégager de grands espaces en hauteur par sa structure, elle devint ensuite un symbole de l'architecture islamique, comme exemple le dôme du rocher.

[216] (vacances déstination, 2016)
[217] (ahmed koumas, 2003)

A Tlemcen la coupole de la grande mosquée se distingue par sa richesse ornementale, prise comme référence pour ce projet-ci.

Cette réinterprétation s'est faite à travers la reprise des motifs inferieurs et des nervures le tout associé à du béton translucide, ce qui permettra un bon éclairage de la salle de prière avec les motifs projetés au sol par l'effet de l'ombre ce qui augmenteront de la préservation de l'art islamique.

Figure 202 : Coupole de la grande mosquée de Tlemcen

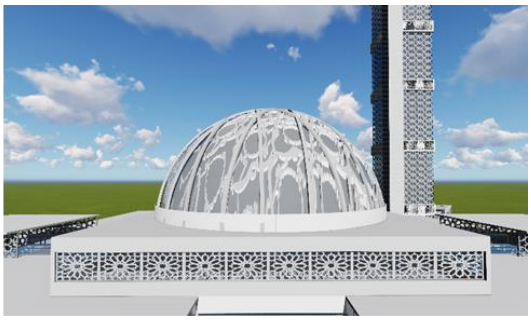


Figure 203 : Coupole projeté

4-8-2 Arcs et galerie

a- Les arcs :

Destiné à franchir un espace plus au moins grand au moyen d'une courbe, l'arc a parmi la réalisation de grandes ouvertures. Cependant, de nos jours, malgré l'apparition des nouvelles structures et des grandes portées l'arc demeure un symbole de l'architecture islamique.

A Tlemcen, on relève en majorité des arcs outrepassés, brisés, polylobés, ou plein cintre. Dans ce cas présent l'arc repris est l'arc outrepassé brisé présent à la grande mosquée de Tlemcen.

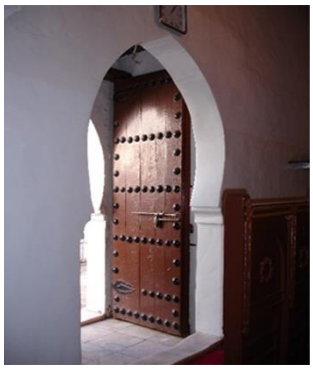


Figure 204 : Arc de la grande mosquée de Tlemcen

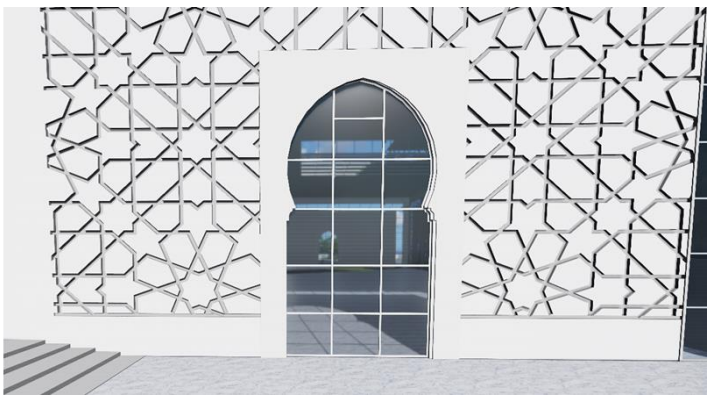


Figure 205 arcs projeté

b- Les galeries :

L'apparition de la galerie en architecture islamique s'est faite à partir d'un besoin d'ombrage afin de créer des couloirs de circulation protégés du soleil autour des esplanades.

Au niveau du projet, au-delà de sa fonction initiale, la galerie matérialise une relation directe entre la mosquée et l'équipement.

Figure 206 : Galerie de la mosquée sidi Boumediene[218]

Figure 207 galerie projetée

c- mihrab

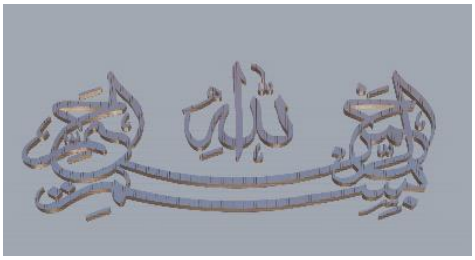
L'utilisation du mihrab dans la mosquée est indispensable, montrant la direction de la Qibla, le mihrab est aussi un élément caractéristique de l'intérieur des mosquées, il est constitué d'une niche, une coupolette, un arc et des clavaus au nombre de 17 qui représentent la somme des RAQ3AT des 5 prières de la journée.

Figure 208 mihrab de la Grande mosquée de Tlemcen

Figure 209 mihrab projeté

Utilisation de la calligraphie au niveau du mihrab

بسم الله الرحمن الرحيم



[218] (tlemcen-dz.com, 2016)

4-8-3 Symbolique du minaret

Le but était de fournir un point élevé au muezzin pour l'appel à la prière (adhan), actuellement les nouvelles technologies permettent cette fonction sans pour autant monter plusieurs marches, cependant le minaret demeure une constante dans l'architecture des mosquées devenu un symbole et un repère cultuel que toute la population reconnait et préserve.

Le minaret possède certaine symboliques.

a- La base :

Le nombre d'arcs sur sa partie supérieure.

Trois arcs signifient trois prières de la journée.

Cinq arcs signifient cinq prières de la journée autrement dit la mosquée du vendredi avec une capacité plus importante.

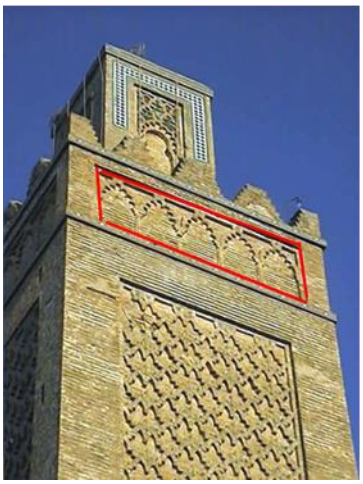


Figure 210 minaret de la grande mosquée de Tlemcen

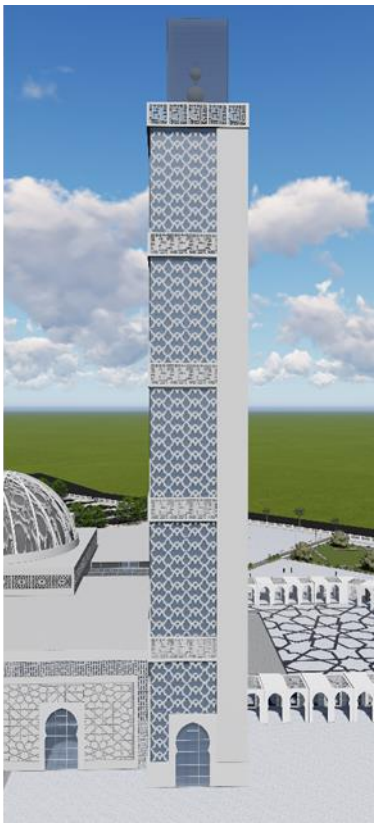


Figure 211 minaret projeté

Afin de reprendre ce principe la base du minaret a été divisée en 5 parties égales.

b- **Le lanternon :**

Dans certains cas le lanternon est ornementé de trois boules superposées les unes sur les autres ce qui représente les trois monde, le monde céleste, le monde intermédiaire ainsi que le monde terrestre.

Figure 212 : les 3 boules du minaret de la mosquée sidi Boumediene

Figure 213 lanternon projeté

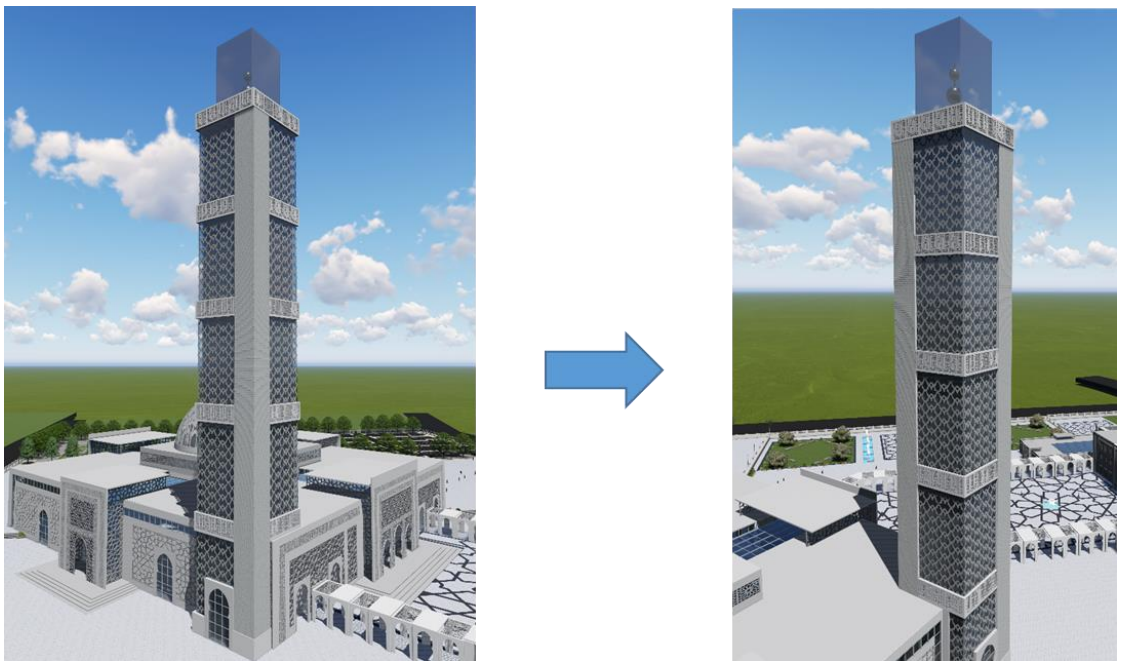


Figure 214 : Minaret projeté

Le minaret du projet présente deux perspectives différentes selon l'angle visuel .

4-9 Description du projet

4-9-1 Hauteur et proportion

a- hauteur de la mosquée

Afin de définir la hauteur de la mosquée on s'est basé sur les proportions de la grande mosquée de Tlemcen.

La proportion « hauteur mosquée » par rapport à la « largeur mosquée » « mur mihrab » est de 4.8

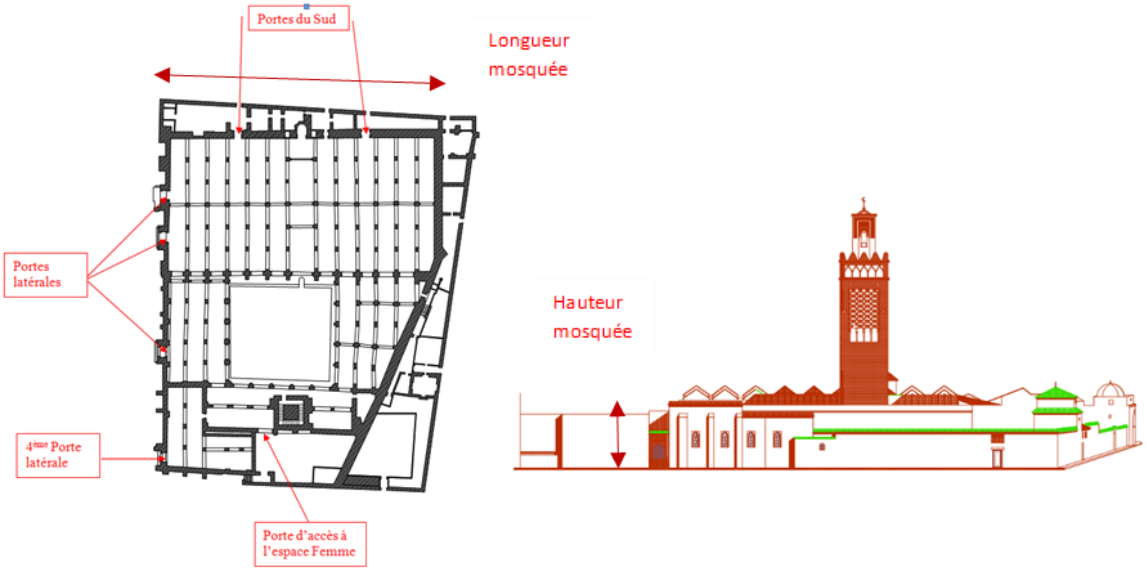


Figure 215 : La grande mosquée de Tlemcen

La hauteur de la mosquée du projet est donc :

110m « largeur de la mosquée » / 4.8 = 23 m

b- hauteur du minaret

On prend encore une fois les repères de la grande mosquée de Tlemcen

La hauteur du minaret représente 4.7 fois la hauteur de la mosquée

La hauteur du minaret est donc 23 m X 4.7 = 108 m

La hauteur du lanternon représente le 1/6 de la base du minaret

On obtient donc un lanternon de 18 m

La hauteur du minaret est finalement de 126 m

c- Accessibilité

- **Accès principal**

L'accès principal au projet se fait à partir de la voie de contournement, créée côté Ouest au milieu du site afin de respecter le principe de centralité cité précédemment ainsi que pour permettre un accès directe à toutes les fonctions du projet.

- **Accès mosquée**

La mosquée constitue plusieurs accès distincs

- Accès principal : se situe au niveau du sahn « centralité » facilement accessible par l'entrée principale ainsi que par l'équipement.
- Accès femmes : au niveau du sahn de part et d'autre de la façade éloigné de ceux des hommes
- Deux accès secondaires: de part et d'autre de la mosquée

Côté N-E pour les arrivants de la gare routière

Côté S-O pour les arrivants du parking

- Un accès tertiaire : pour Imam, mouaddine, invité VIP ainsi que pour les besoins de la chambre funéraire
- Accès ablution : se fait à partir de l'extérieur ainsi que de l'intérieur de la mosquée

- **Accès équipement**

- Accès principal : Un accès directe a été créé pour l'équipement afin d'éviter un contournement aux utilisateurs.
- Accès de service : pour les employés de l'équipement coté N-E.
- Accès pour l'hébergement des invités

- **Accès minaret**

L'accès au minaret se fait à partir du sahn de la mosquée, un élément intégré à la mosquée

- **Accès mécanique**

- Accès mécanique plein air : a été créé au carrefour des voies de contournement pour permettre un accès véhiculaire dégagé éloigné de l'accès piéton..
- Accès mécanique sous-sol équipement : se situe au niveau de la façade équipement coté N.
- Sortie du parking sous-sol : se fait au niveau de la façade N-E a travers la voie de contournement et qui donne directement sur la bretelle créée RN 22

- **Sorties de secours :**

La mosquée est munie de 6 sorties de secours

L'équipement lui est muni de 5 sorties de secours

d- Circulation

- **Circulation verticale**

- **Mosquée :** la circulation au niveau de la mosquée se fait à travers 3 cages d'escaliers et 3 ascenseurs
- **Equipement :** la circulation au niveau de l'équipement se fait à travers 5 cages d'escaliers et 2 ascenseurs
- **Minaret :** la circulation au niveau du minaret à travers 1 cage d'escaliers et 2 ascenseurs

- **Circulation horizontale**

La circulation au niveau de l'équipement est organisée autour de patios qui structurent le fonctionnement interne du projet et créent des centralités.

Une galerie relie tout le projet en allant de l'équipement jusqu'à la mosquée.

e- Coupe schématique

- **la mosquée**

Au niveau du RDC comporte la salle de prière pour homme, une mezzanine pour les femmes et un sous-sol pour les ablutions

Le bloc du mihrab se compose au niveau du :

RDC : un salon d'honneur, des bureaux pour Imam et mouaddine ainsi que la chambre funéraire

1er ETAGE : une école coranique

2ème EME ETAGE : dar ifta'e

3ème ETAGE : Bibliothèque

- **Le minaret**

Divisé en quatre parties :

- Partie 1 : un musée national de l'art islamique
- Partie 2 : direction des affaires religieuses et des waqfs

- Partie 3 : restaurant /cafétéria
- Partie 4 : un observatoire

➢ **L'équipement**

Se compose de 3 niveaux et 2 sous-sols

- **Sous-sols sur deux niveaux** : abrite un parking, une blanchisserie, et des locaux techniques.
- **RDC** : abrite une administration générale, une partie restauration ainsi qu'une partie culturelle.
- **1er ETAGE** : se compose de l'institut islamique, une bibliothèque ainsi que des hébergements pour visiteurs.
- **2ème ETAGE** : se compose d'un internat pour les étudiants.

5- CHAPITRE V : APPROCHE TECHNIQUE

Introduction

Dans ce présent chapitre, le travail consiste à détailler tous ce qui est relatif à l'aspect technique du projet. Il s'agit de déterminer les nouvelles technologies utilisées, mais aussi le système constructif, type de structure, et de plancher adéquat (intermédiaire, terrasse).

5-1 l'infrastructure[219]

Toute structure a besoin d'une bonne base pour ne pas s'effondrer, c'est pour cela qu'une fondation fait office de relais entre la structure et le sol. Elle est comprise dans l'élément architectural d'un bâtiment et a pour rôle de s'opposer au tassement et aux infiltrations des eaux, assurer la transmission et la répartition des charges dans le sol.

On retrouve trois types de fondations :

- Les fondations superficielles.
- Les fondations profondes.
- Fondation spéciale On peut les différencier par leur géométrie et leur fonctionnement.

Cette photo illustre les différents types de fondation.

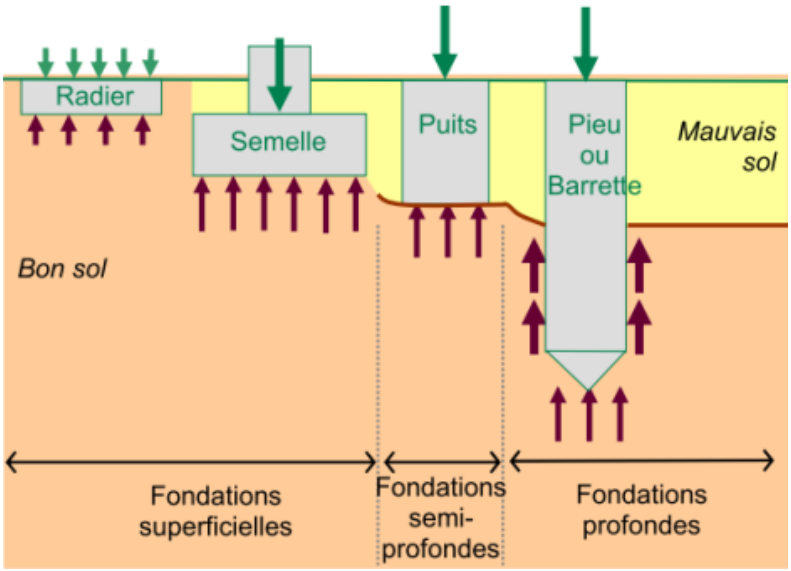


Figure 216 : Types de fondation[220]

La distinction entre fondation superficielle et profonde se fait selon la valeur du rapport de la hauteur du sol d'assise D sur la largeur de la fondation.

[219] (maconnerie.bilp, s.d.)
[220] Idem

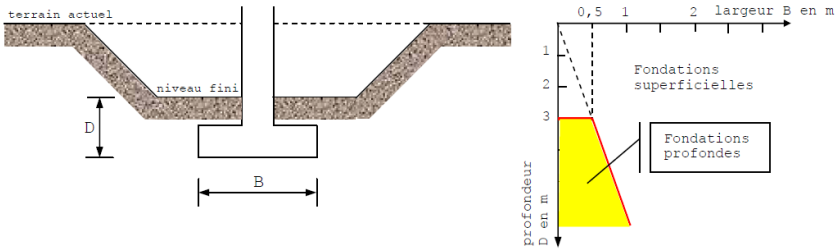
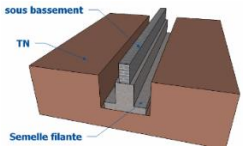
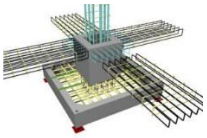
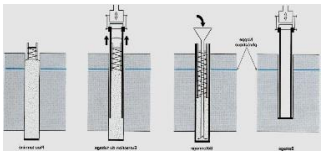
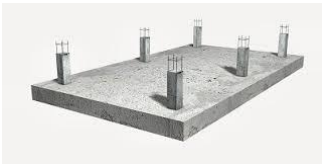


Figure 217 : Schéma de différenciation entre une fondation superficielle et profonde[221]

Type de fondation	Superficielle	Profonde	Spéciale
	Isolée Filante	Les pieux : Battus, forés, excavés, vissés, vibrés, enfoncés hydrauliquement Les puits	Fondations sur radier général, Fondations par congélation, Fondations dans l'eau après épuisement.
	 Semelle filante  Semelle isolée	 Procédé de construction d'un pieu	 Radier
Utilisation	Lorsque les couches de terrain capables de supporter l'ouvrage sont à faible profondeur c'est-à-dire➔ sur des sols de bonne stabilité. Des sols qui ne nécessitent pas de renforts particuliers au niveau des fondations.	Utilisation requise lorsque le sol résistant se trouve à une très grande profondeur ou pour une structure très importante	Ce type de fondations est utilisé dans les terrains mauvais et pour les constructions présentant une charge important.
Caractéristiques	Faible profondeur Utilisés pour les constructions Légère. Les fondations superficielles sont constituées par des Semelles ayant une plus grande largeur que l'élément supporté de façon à ce que le taux de compression du sol ne dépasse pas son Taux de compression admissible.	La reprise de charge par le sol en-dessous de la base de la fondation Frottement latéral Ils sont composées d'une tête, pointe et d'un fût. **Les puits** Creusés à la main, ils sont soit circulaires avec un diamètre minimum de 1.20m, soit de section quelconque mais avec une	utilisé dans les terrains mauvais et pour les constructions présentant une charge important.

[221] Idem

		largeur minimale de 0.80m et une section minimale de 1.10m2	
Inconvénients	Les fondations sont limitées en dimension. Utilisés pour les constructions légères sur un bon terrain	Coûteux Nécessite des matériels spéciaux pour la mise en œuvre.	Très coûteux Nécessite l'utilisation des matériels spéciale et des ouvriers spécialisés
Avantages	La mise en œuvre de ce type de fondation est simple Faible coûts	Mise en œuvre rapide	Sérénité de l'ouvrage Sécurité des usagés

Tableau 23: Tableau représentant les différents types de fondation[222]

Les critères influents le choix d'une fondation sont :

- La qualité du sol.
- Les charges amenées par la construction.
- Le coût d'exécution.

5-2 Le choix de la structure

Dans le but de choisir le système constructif le mieux adapté à ce bâtiment, une étude comparative entre deux types de structures pouvant être utilisées a été faite, afin de choisir celle qui correspondra le mieux techniquement.

Les structures étudiées sont :

5-2-1 Structure en béton armée :

Actuellement le béton est un matériau indispensable en construction. Il s'utilise surtout comme matériau de construction (coulé sur place ou préfabriqué) mais il s'emploie aussi pour la finition et l'aménagement intérieur et extérieur.

Avantages du béton armé :

- Haute résistance à la compression et à la traction par l'ajout d'une armature de barres en acier ou des filets.
- Facile à manipuler (il ne nécessite pas une main d'œuvre très qualifié)
- Economiquement abordable et disponible sur le marché Algérien
- Matériau durable dans le temps
- Il présente une bonne résistance au feu

En Algérie ce type de structure est le plus utilisé, de par sa résistance, sa disponibilité sur le marché, et sa mise en œuvre facile.

[222] Idem

Figure 218 : Colonnes de 32m de hauteur en béton centrifugé de la grande mosquée d'Alger[223]

5-2-2 Structure en charpente métallique :

La structure métallique a révolutionné le monde de l'architecture et de la construction par sa légèreté et sa rigidité.
Pour ce type de charpente métallique, on préférera toujours les aciers laminés aux aciers doux, qui présentent plus de risques de déformation

Avantages d'une charpente métallique :

- Très souple, elle accepte tous types de formes du simple au complexe.
- Ouvertures plus importantes.
- Diminution du nombre de murs porteurs.
- Diminution du poids de l'ensemble de la structure.

Mais, cette dernière présente une faible résistance au feu et des problèmes de corrosion.

Figure 219 : la mosquée en fer Malaisie, construite en acier recyclé à 70%, mais aussi pour sa durée de vie illimitée et son faible coût d'entretien [224]

[223] (Zineb, 2015)
[224] (trouvetamosquee, s.d.)

Tableau comparatif des différentes structures :

Type de structure	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
Structure en B.A	-Structure dans laquelle les éléments porteurs sont réalisés en béton -Poutre et poteau en béton armé. -portée de 5 à 20 m	-Résistante au feu -Durable dans le temps -Haute résistance à la compression et la traction -Facilité de mise en œuvre	-Portée limitée -Effet de lourdeur
Structure en charpente métallique	-Structure dans laquelle les appuis(les poteaux et les poutres supportant le plancher) sont réalisés en acier « ossature en acier). -**les poutres➔** IPE ou, IPN. Alvéolaire. Poutres à treillis, profilé en U et en double U. -**les poteaux➔** sections en I, et H. sections en caisson rectangulaire, et section pleines en acier. Poteaux composés de plusieurs sections. -portée jusqu'à 30 à 40 m	-Légèreté et souplesse -Permet de grandes portées -Diminution du nombre d'éléments porteurs	-Corrosion -Faible résistance au feu

Tableau 24 : Tableau comparatif des types de structures[225]

Etant donné que le problème de portée peut être régler par le choix d'un plancher adéquat, la structure qui correspond le plus à ce projet c'est celle à ossature en B.A de par sa mise en œuvre facile, sa durabilité sa résistance, et la protection incendie.
Cette structure sera utilisée dans la totalité du projet, mise à part la structure des grandes salles qui sera en charpente métallique puisque cette dernière nécessite de grande portée qui libère l'espace. Le minaret lui sera en murs voile.
Le dimensionnement et le type de fondation adéquat pour ces différentes structures seront établis à partir du calcul établi par un ingénieur en génie civil en fonction des charges, et de la qualité du sol.

5-3 choix du plancher

Le choix du type de plancher a été faite à partir d'une recherche sur les différents types de planchers les plus utilisés, afin de choisir celui qui s'adapte le mieux au système constructif.

Les différents planchers sont :

[225] (construiracier, s.d.)

5-3-1 Plancher en bois.

Un plancher bois est une paroi horizontale séparant les différents étages d'une habitation. Comme son nom l'indique, il est constitué d'éléments en bois : planches et panneaux.

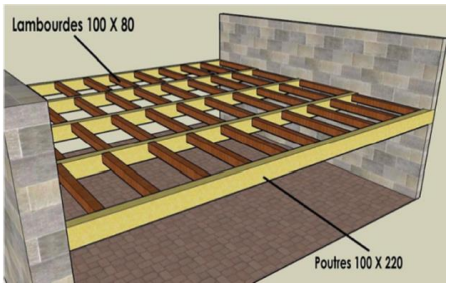


Figure 220 : Plancher en bois[226]

Le plancher lui-même repose sur une structure porteuse appelée solivage. Il est composé de panneaux reposants sur des solives en bois, massif ou non, cachées ou non par un faux plafond en sous-face.

Les différents types de planchers en bois sont :

- En bois massif,
- Le contrecollé,
- Le lamellé-collé,
- La poutre en I.

Le plancher bois est idéal en construction comme en rénovation et peut ou non-recevoir un revêtement de type carrelage, moquette...

5-2-2 Plancher en béton.

Un plancher en béton est réalisé à partir de béton, allié à différents éléments, préfabriqués ou non.

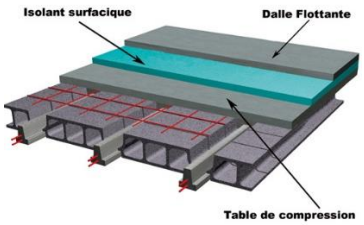


Figure 221 : Composition d'un plancher en béton[227]

Comme types de planchers en béton on peut citer :

- Plancher prédalle,
- Dalle pleine,
- Dalle alvéolaires,

[226] (système d, s.d.)
[227] (seac-gf, s.d.)

Le plancher béton est utilisable à tous les niveaux (rez-de-chaussée, étages...), à condition que l'habitation ait été prévue pour supporter le poids. Sa composition varie en fonction de son utilisation.

5-3-3 Plancher métallique.

C'est un plancher dont la totalité de la structure est fabriquée en fer. C'est une structure porteuse résistante, constituée d'acier de type IPE ou IPB (indicateurs de pesage industriel). La composition du plancher est entièrement métallique : poutres, poutrelles et platelage en profilés métalliques.

Les poutres sont conçues pour résister aux charges du platelage. Une fois posé, le plancher en fer est fixé à l'aide de rivets, de boulons ou encore, à la soudure électrique.

Le plancher en fer peut également être composé de panneaux de coffrage, associés à du béton. Dans ce cas, on parle de plancher collaborant.

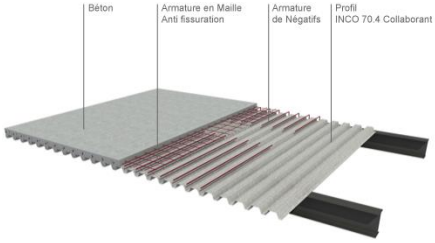


Figure 222 : Composition d'un plancher collaborant[228]

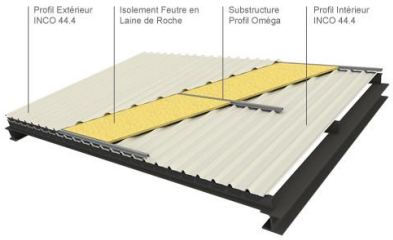


Figure 223 : Composition d'un plancher sandwich[229]

Tableau comparatif des types de planchers :

Types de planchers	Avantages	Inconvénients	Dans quel cas ?
Plancher en bois	-Facile à poser -Economique -Esthétique -Facile à isoler	-Isolation acoustique faible -Résistance au feu modérée -Instabilité de certaines essences de bois	-Plancher bas et intermédiaire. - portée
Plancher en béton	-Economique à la pose - Anti-humidité - Résistant au feu - Bonne isolation thermique	-Temps de séchage long - Mauvais isolant acoustique	-Utilisable à tous les niveaux. -portée
Plancher métallique	- Léger - Robuste - Economique - Facile à poser - Recyclable	- Mauvaise résistance au feu - Corrosion - Isolation acoustique modérée	-Utilisable à tous les niveaux -portée

Tableau 25 : Tableau comparatif des types de planchers

[228] (incoperfil, s.d.)
[229] Idem

Etant donné que le problème d'isolation acoustique peut être réglé à l'aide d'isolant tel que la laine de roche, de verre,…etc. et qu'il présente une bonne résistance au feu, et une bonne isolation thermique le plancher en béton est celui qui convient le mieux à ce projet.
En outre la structure des grandes salles est en charpente métallique, et cette dernière nécessite un plancher métallique approprié. Qui sera définie par la suite.

5-3-2 Comparaison entre les différentes typologies de plancher en béton :

Pour le choix du type de plancher en béton nous avons procédé à une comparaison entre trois types de plancher différents, pour choisir celui qui correspond le mieux au système constructif choisie**.**

a- Le plancher nervuré :[230]

Dans ce type de plancher les poutrelles sont remplacées par des nervures en B.A, dans cette conception on ne parle plus de dalle de compression mais de dalle pleine.

Avantage :

- Grandes portées sans piliers,
- Section adaptable,
- Distances symétriques entre nervures possibles aussi,
- Conduite favorable des installations,
- Offre une grande rigidité aux charges verticales.

Caractéristiques dimensionnelles :

- Hauteur de panneau 6 à 8 cm.
- Hauteur de nervure variable, au maximum 90 cm, elle est calculée par la relation suivante : $\frac{1}{20} \leq \frac{h\ nervures}{L\ nervures} \leq \frac{1}{15}$.
- Portée maximale des poutres principales 15 m.
- Largeur de nervure en bas 14 à 20 cm.
- Distances entre nervures 1 à 2.5 m.
- Éventuellement béton de parement environ 8 cm.
- L'épaisseur de la dalle varie de 8 à 15 cm. Elle est calculée par la relation suivante : $\frac{1}{35} \leq \frac{ep}{L\ min} \leq \frac{1}{25}$. Dans le cas de charges ponctuelles importantes elle peut atteindre 20cm et plus.

[230] (Lemdani)

- Dans le cas de nervure en B.A la portée est de 6 m à 15 m

Figure 224 : Section du plancher nervuré[231]

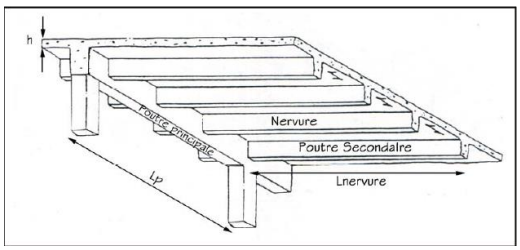


Figure 225 : Schématisation d'une dalle nervurée[232]

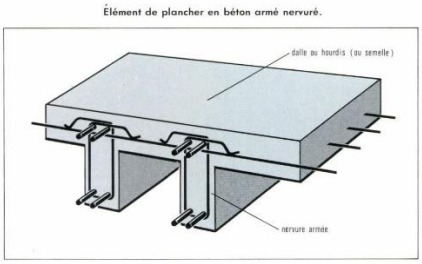


Figure 226 : Elément de plancher dalle nervuré en béton armé[233]

b- Le plancher à caisson[234] :

Ce type de plancher se rapproche beaucoup des dalles nervurées sauf que dans ce cas les nervures sont dans deux directions qui peuvent être orthogonale ou pas.

L'élément porteur est constitué par un réseau de nervures croisées, le plafond présente une succession de caissons qui peuvent devenir d'intéressants éléments décoratifs. Ce système est indiqué pour des locaux à surcharges importantes et à grandes portées.

Avantage :

- Résistant et rigide il supporte d'importantes charges.
- Très économique.
- Les caissons peuvent devenir d'importants éléments décoratifs.
- Dans les zones sismiques se plancher présente une bonne répartition des efforts sismiques aux différents éléments de contreventements.

Le seul inconvénient dans cette conception reste la complication due à la réalisation (coffrage, ferraillage).

Caractéristiques dimensionnelles :

- Portée libre de 12 à 20 m.

[231] Idem
[232] Idem
[233] Idem
[234] Idem

- Epaisseur de la dalle d'un min de 12 cm.
- L'espacement des nervures est variable de 60 à 1.20 m.
- La retombée des nervures est calculée par la relation suivante : $\frac{1}{20} \leq \frac{h\ nervures}{L\ min} \leq \frac{1}{15}$.

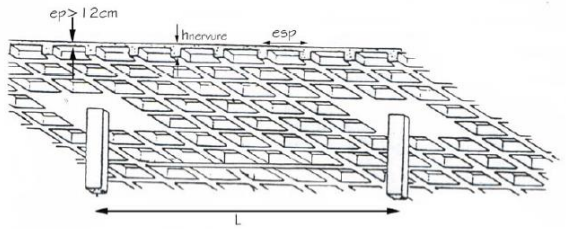


Figure 227 : Principe des planchers à caissons[235]

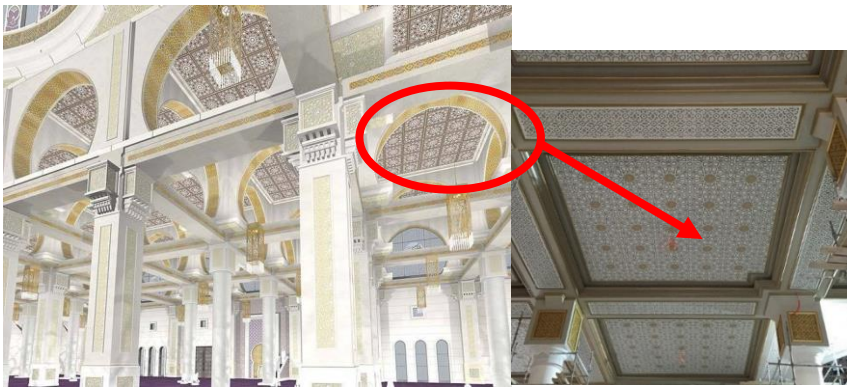


Figure 228 : Plancher à caissons de la mosquée Ibn Badis Oran Algérie[236]

Figure 229 : Plancher à caisson de la grande mosquée d'Alger[237]

c- Le plancher dalle en champignon :

L'option dalle épaisse sur chapiteaux s'apparente beaucoup à celle des dalles sur colonnes à répartition bidirectionnelle. Sauf que dans ce cas et afin d'éviter que les poteaux ne poinçonnent la dalle on préfère évaser les poteaux en leurs têtes en créant ce que l'on appelle les chapiteaux plutôt que d'augmenter l'épaisseur de la dalle.

[235] Idem
[236] (skyscrapercity, 2010)
[237] (binyen.tumblr)

Avantage :

- Evite la présence de poutre apparente
- Forme homothétique du chapiteau qui permet la distribution régulière des forces.
- Libère l'espace.

Caractéristiques dimensionnelles :

- La portée libre entre poteaux est de :

➔ 7 m pour une dalle en B.A.
➔12 m pour une dalle en béton précontraint.

- L'épaisseur de la dalle varie de 22 à 35 cm. Elle est calculée par la relation suivante :

$$\frac{1}{35} \leq \frac{h}{L\,min} \leq \frac{1}{25}.$$

- La portée dans un sens ne doit pas dépassée deux fois la portée dans le sens opposé.

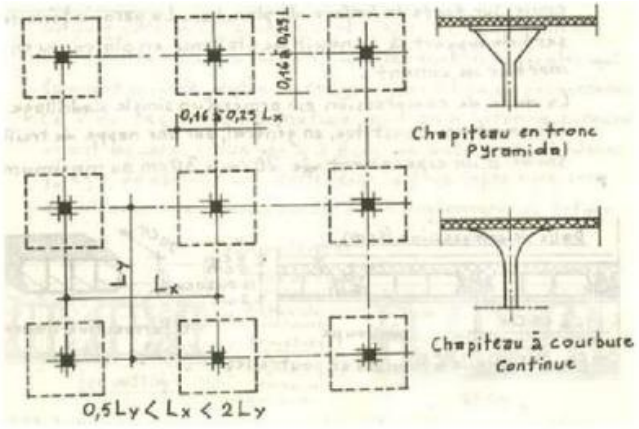


Figure 230 : Exemple d'un plancher champignon[238]

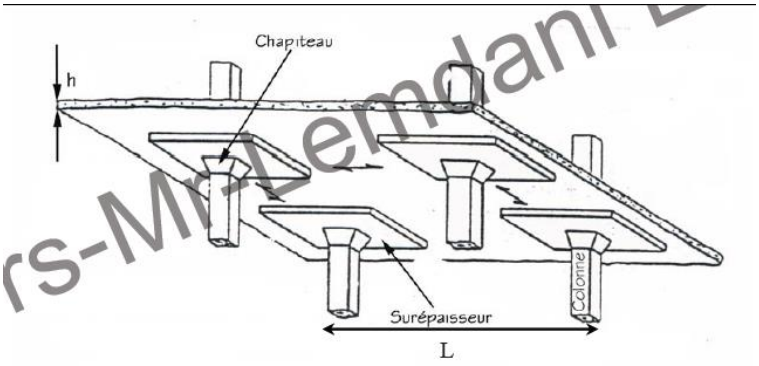


Figure 231 : Schéma d'un plancher champignon[239]

[238] (Lemdani)
[239] (Lemdani)

Tableau comparatif des types de planchers :

Types de planchers	Avantages	Portées
Plancher nervurée	Grandes portées sans piliers, Section adaptable, Distances symétriques entre nervures possibles aussi, Conduite favorable des installations, Offre une grande rigidité aux charges verticales.	Portée maximale des poutres principales 15 m.
Plancher caissons	Résistant et rigide il supporte d'importantes charges. Très économique. Les caissons peuvent devenir d'importants éléments décoratifs. Bonne répartition des efforts sismiques aux différents éléments de contreventements. dans les zones sismiques. Réduction du nombre de poteaux.	Portée libre de 12 à 20 m.
Plancher champignon	Evite la présence de poutre apparente Forme homothétique du chapiteau qui permet la distribution régulière des forces. Libère l'espace.	➔7 m pour une dalle en B.A. ➔12 m pour une dalle en béton précontraint.

Tableau 26 : Tableau comparatif des types de planchers en B.A

Etant donné que la portée maximale du projet est de 15,30 m le plancher qui correspond le mieux est celui à caissons, de par sa portée qui peut atteindre les 20m, mais aussi il permet de réduire le nombre d'éléments porteur et d'alléger la dalle, de plus ces derniers peuvent devenir d'importants éléments décoratifs. Ce type de plancher va être utilisé au niveau de la mosquée et du pôle culturel.

5-3-3 Choix du type de plancher métallique :

Afin de choisir le type de plancher métallique le plus approprié, pour la structure des grandes salles qui est en charpente, nous avons procédé à une comparaison entre deux types de plancher mixte collaborant qui sont :

a- Le plancher mixte collaborant avec dalle en béton armé sur coffrage perdu :

Dans un souci de simplifier la mise en œuvre des planchers mixtes des bacs en acier inoxydable et servant de coffrage perdu ont vu le jour. Plusieurs variantes existe chez nous en Algérie on citera les TN40, TR35 et même TR55.

Figure 232 : Tôle TN40

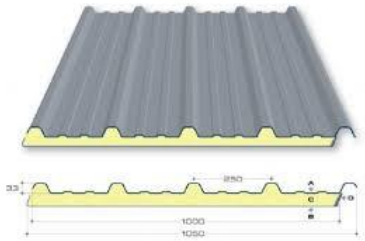


Figure 233 : Tôle TR35

L'introduction du coffrage perdu en acier ➔ il a permis d'éliminer la nappe d'acier inférieure, seule une nappe de treillis soudé en face supérieure reprendra les moments négatifs sur appuis.

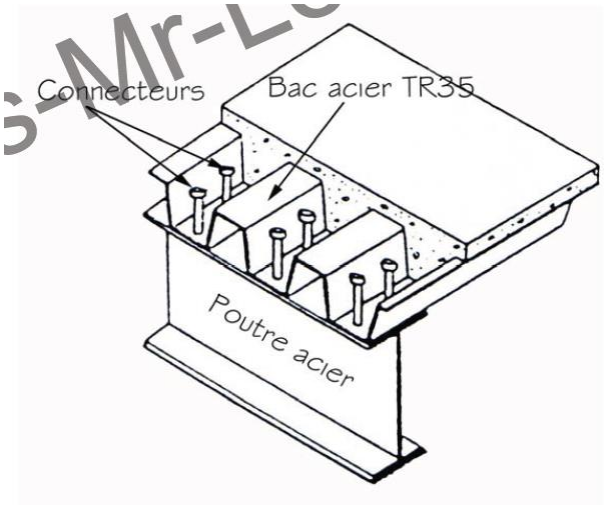


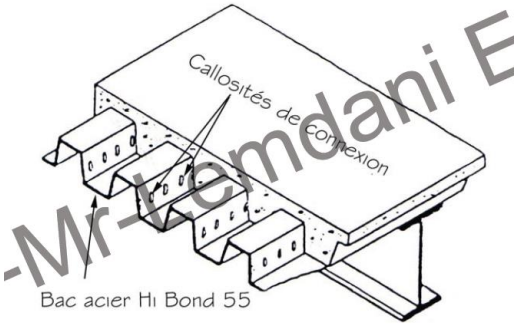
Figure 234 : Plancher mixte collaborant avec dalle en béton armé sur coffrage perdu[240]

b- Le plancher mixte collaborant avec dalle en béton armé sur bac d'acier HI BOND :

Une nouvelle famille de bacs en aciers a vu le jour, il s'agit des bacs en aciers de type HI BOND « high bond ➔ forte adhérence »

Ce type de bacs d'aciers nous permet de nous passer de la nappe d'acier inférieure mais aussi de connecteurs. La connexion de la dalle est assurée par des callosités (sorte de boursouflure locale de la tôle) régulièrement espacées.

[240] Idem



-Mr-Lemdani E

Figure 235 : Le plancher mixte collaborant sur bac d'acier HI BOND[241]

Tableau comparatif des types de planchers mixte collaborant :

Types de planchers	Caractéristiques	Avantages
Plancher mixte collaborant sur coffrage perdu	Rapidité de pose Réception de tout revêtement de sol ou d'étanchéité. Passage de gaine. Faible consommation de béton. Facilité d'accrochage des plafonds. Portée jusqu'à 18 m	Suppression de la nappe d'acier inférieure Coupe-feu de 30mn
Plancher mixte collaborant sur bac d'acier HI BOND		Suppression de la nappe d'acier inférieure. Connecteurs inutiles. Coût élevé/ un bac d'acier classique. Coupe-feu de 30mn

Tableau 27 : Tableau comparatif des types de planchers mixte collaborant

Le plancher qui correspond le mieux est la plancher mixte collaborant sur bac d'acier HI BOND parce qu'il permet la suppression de la nappe inférieure et des connecteurs.

5-4 Détails d'application de la structure en béton armé : « mosquée, pôle culturel »

5-4-1 Les Poteaux :

Mosquée ➔Ils constituent les éléments porteurs verticaux, ils sont de section carrée en béton armé avec armature en acier. La portée entre poteaux est de : Lmin= 7.5m, Lmax = 15m.

Pôle culturel ➔ Ils constituent les éléments porteurs verticaux, ils sont de section carrée en béton armé avec armature en béton armé. La portée entre poteaux est de : Lmin= 3.3 m,

Lmax = 15.30 m.

[241] Idem

5-4-2 Le Plancher courant : « plancher à caisson »

Il a été pré-dimensionné suivant les normes cité précédemment :

- L'épaisseur des nervures est de 15 cm pour ce projet
- L'espacement entre nervures est de 1 m
- La retombée des nervures est de 50 cm, elle a été calculée par la relation suivante : $\frac{1}{20} \leq \frac{h\ nervures}{L\ min} \leq \frac{1}{15}$.
- L'épaisseur de la dalle est de 15 cm

Mosquée :

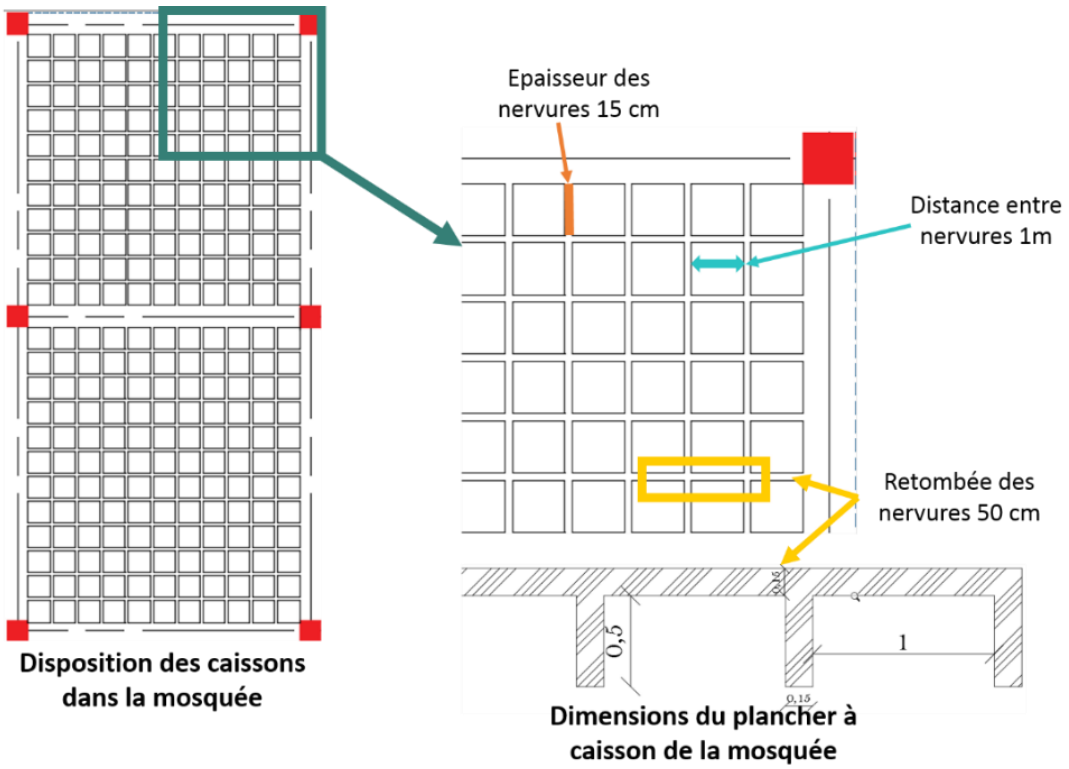


Figure 236 : Détails plancher caissons de la mosquée

Le pôle culturel :

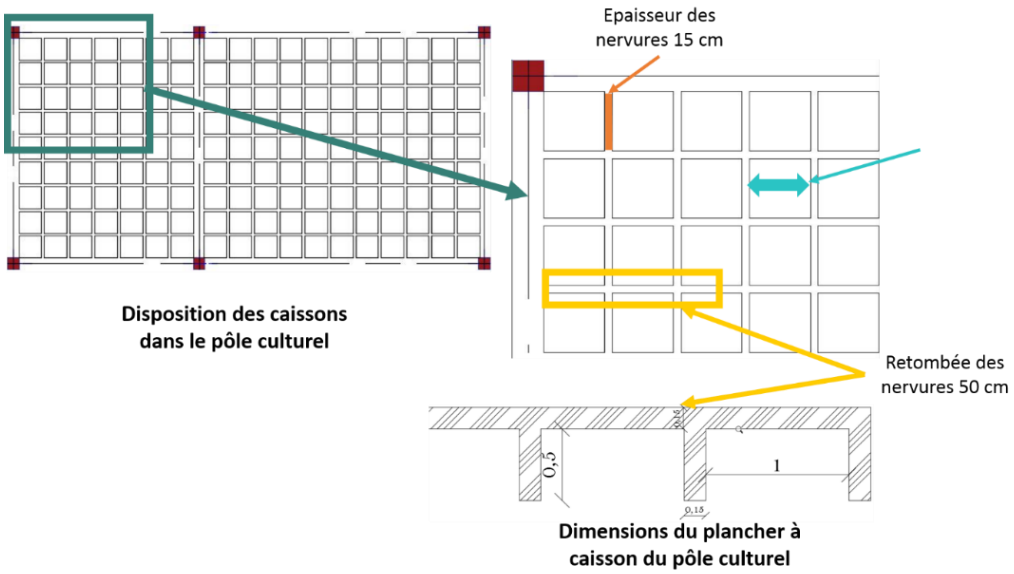


Figure 237 : Détails plancher à caissons du pôle culturel

5-4-3 Détails plancher terrasse :

- L'isolation d'un **toit terrasse** à plusieurs fonctions. Elle doit :
- Limiter au maximum les risques de condensation
- Assurer une température ambiante confortable à l'intérieur même de l'habitation.
- Une bonne isolation va également permettre une bonne conservation du support de la toiture en le préservant au maximum des écarts de température.

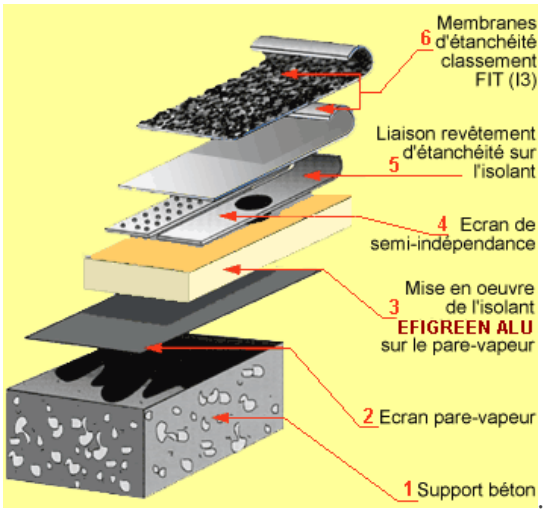


Figure 238 : Isolation d'un plancher terrasse[242]

[242] (Techni murs, s.d.)

5-5 Détails d'application de la structure en charpente métallique :

5-5-1 l'ossature :

Les poteaux : Ils constituent les éléments porteurs verticaux, ils sont de type HEA

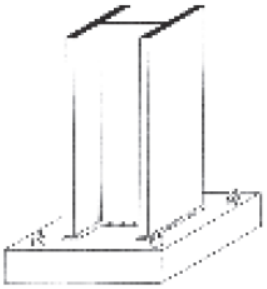


Figure 239 : Poteaux type HEA[243]

Les poutres IPN : elle désigne un type de poutrelle en forme de I, à Profil Normal, dont l'épaisseur des ailes est plus importante en son centre que sur ses bords

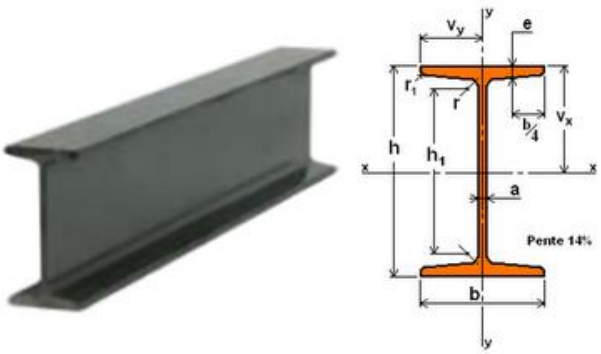


Figure 240 : Exemple d'IPN[244]

Avantage :

- Capable de supporter un poids important.
- Elle peut remplacer un mur porteur.
- Renforcer une cloison.
- Soutenir un plancher.

[243] (construiracier, s.d.)
[244] Idem

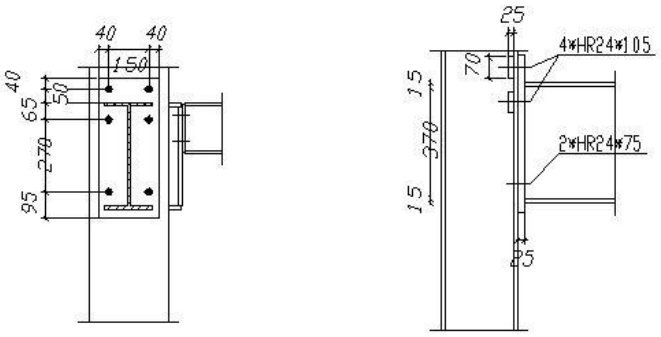


Figure 241 : Assemblage poteau/poutre[245]

5-5-2 Plancher courant :

Il est constitué d'une dalle en B.A coulée sur un bac d'acier ce choix est dû à sa grande résistance aux charges ainsi qu'à son rôle de contreventement horizontale de l'ossature, cette collaboration est assurée par les embossages empêchant le glissement relatif entre les deux matériaux. Tous types de revêtement peuvent être posés sur la face supérieure**.**

- Epaisseur totale : de 10 à 28 cm
- Portée courante jusqu'à 18 m
- Largeur des tôles : 600 à 1000 mm
- Epaisseur des tôles : 0.75 à 1 mm

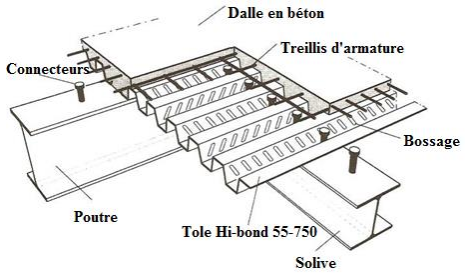


Figure 242 : Plancher mixte collaborant sur bac d'acier HI BOND[246]

Plancher terrasse :

Les toitures doivent être étanche et imperméable à l'eau, l'humidité,… c'est pour cela qu'elles doivent être parfaitement étanche afin de ne laissé passer aucune goutte d'eau qui pourrait s'infiltrée au niveau des plancher et nuire au confort des occupants. C'est pour cela qu'on rajoute au-dessus de la dalle de béton, un pare vapeur, Un isolant de type Polyuréthane, fixé mécaniquement sur les tôles d'acier. Une couche d'étanchéité fixée mécaniquement sur l'isolant. Et Une couche de finition soudée, protégée par paillette d'ardoise

[245] Idem
[246] (monopanel)

.

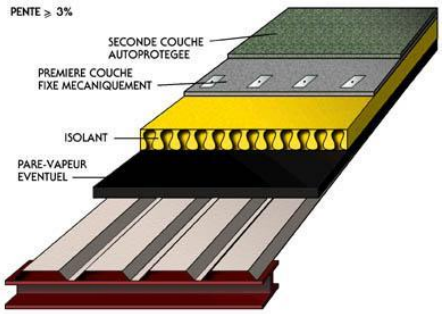


Figure 243 : Plancher terrasse sur bac d'acier[247]

5-6 Structure du minaret :

La structure du minaret est constituée de murs voiles périphériques qui se trouvent au niveau des quatre angles, leurs épaisseurs et longueur seront déterminée à partir de calcul établi par un ingénieur génie civil, selon la portance du sol, les charges du bâtiment, et la contrainte du vent.

Structure en murs voile en béton armé

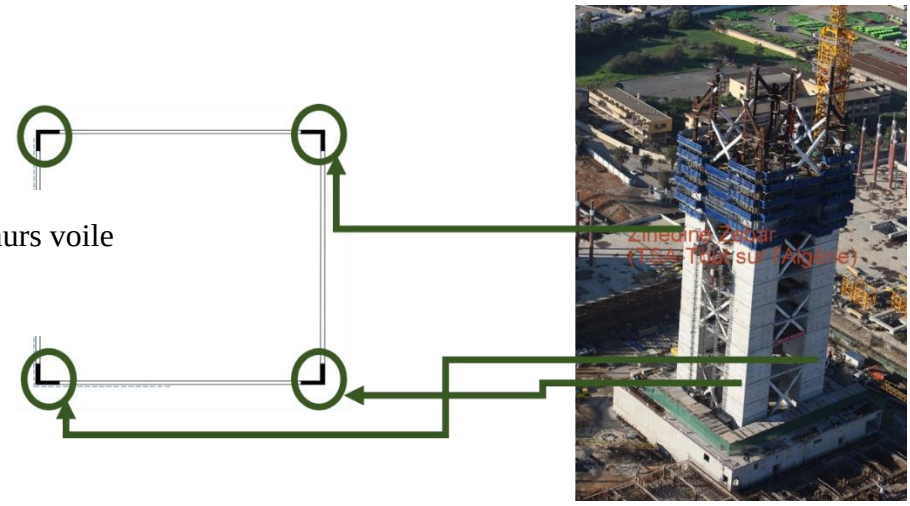


Figure 244 : Positionnement des voiles en béton armé du minaret

5-7 La coupole

5-7-1 coupole en structure tridimensionnelle :

Comme cité dans le premier chapitre, la structure tridimensionnelle permet de réaliser tous types de géométries, régulières ou non, à modulation carrée, rectangulaire, triangulaire, ou autres. Le nombre et les dimensions des modules sont principalement liés à la portée entre appui, mais aussi aux charges appliquées.

[247] (Cinquiéme façade "etancheité", s.d.)

Figure 245 : Coupole en tridimensionnelle entièrement vitrée du siège du parlement Macédonien[248]

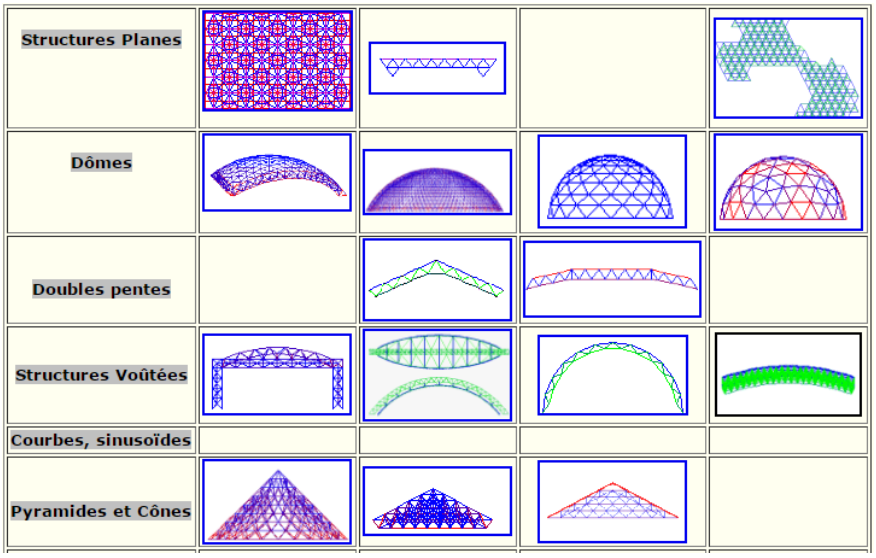


Figure 246 : Typologie des structures tridimensionnelles[249]

5-7-2 coupole en coque de béton:

C'est une structure porteuse se déployant sur une surface à simple ou double courbure, formée à partir d'un matériau résistant. Ces coques se caractérisent par leurs minceurs par rapport à l'étendue de leur surface et leur résistance vient de leur forme

On distingue les coques sphérique, elliptique, à forme libre, ou à forme complexe.

[248] (lanik, s.d.)
[249] (Archi structures, s.d.)

Figure 247 : Les coupoles du nouveau siège du parlement Algérien[250]

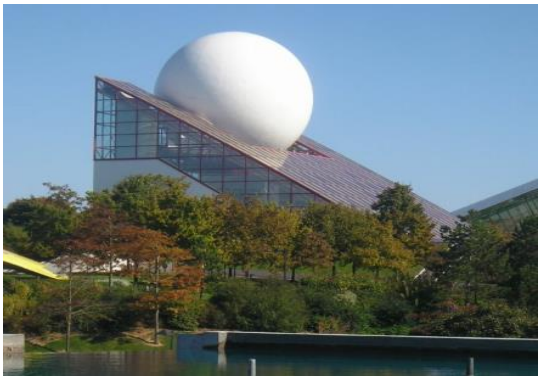


Figure 248 : Coupole à coque sphérique du pavillon du Futuroscope Chasseneuil France[251]

Figure 249 : Coque elliptique de Maison individuelle Tokyo Japon[252]

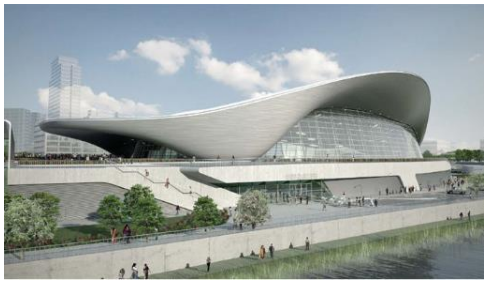


Figure 250 : Coque à formes libre du la Centre aquatique Londres Zaha Hadid[253]

[250] (cyberarchi)
[251] (skyrock,2015,decembre 2,http://futuroscophile.skyrock.com/2.html, s.d.)
[252] (vintage factory,2015,decembre 20,http://vintagefactoryblog.blogspot.com/p/architecture.html, s.d.)
[253] (londre calling,2015,decembre 2.http://londrescalling.canalblog.com/archives/2010/10/03/19224899.html, s.d.)

Tableau comparatif des différentes structures :

Type de structure	Avantages
Structure tridimensionnelle	-Grande résistance -Portée de 15-120m -Forme variées
Structure coque	-Mince -Auto stable ➔ résistance par la forme -Portée jusqu'à 160m

Tableau 28 : Tableau comparatif des différentes structures envisageable pour coupoles

Le système structurel choisi est celui des coques en béton de par leurs portées, et leurs auto stabilité, de plus elles sont plus esthétique qu'une coupole en tridimensionnelle, et permettent d'éviter les effets de serre engendrée par cette dernière, la réalisation de la coupole nervurée à motif de la mosquée sera donc en coque de béton, les motifs de la coupole seront remplie avec du béton translucide ce qui permettra le passage de 20% de la lumière.

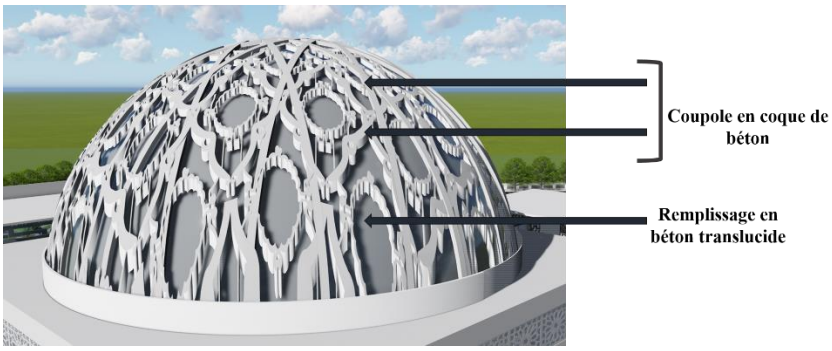


Figure 251 : Application dans le projet

5-9Les matériaux de façades :

Au cours du 19éme siècle l'utilisation des matériaux a été subordonnée à la fonction et à la forme. Grâce aux avancées en technologies, et matériaux d'ingénierie ces derniers ont progressivement émergé comme fournissant une représentation appropriée d'un bâtiment, à la fois intérieur et extérieur.

5-9-1 Le béton fibré à ultra haute performance [254]:

En plus du béton classique le BFUP va être utilisé pour les panneaux de moucharabiehs, ce nouveau béton a été choisi de par :

- Sa résistance mécanique (traction, compression) particulièrement élevée.
- Sa durabilité exceptionnelle qui élargie son domaine d'application.
- Sa résistance au feu Tout comme un béton usuel, le BFUP est incombustible.
- Il peut être coulé dans des formes libres.

[254] (SA, 2011)

- Il ne nécessite pas une protection de surface.et peut être découpé, teinté, collé et facilement monté.
- Réalisation de pièces 4 à 6 plus légères qu'avec un béton traditionnel.
- Optimiser les dimensionnements (augmentation des portées, réduction des quantités de matériaux utilisés)
- Ne nécessitant en général ni vibration, ni armatures passives.

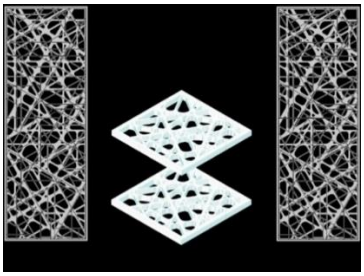


Figure 252 : Panneaux décoratif en BFUP[255]

Ce nouveau matériau découle de trois développements technologiques fondamentaux qui sont :

- L'optimisation du squelette granulaire
- La réduction du rapport e/c
- L'addition de fibres métalliques ou synthétiques

Figure 253 : Façade en BFUP du nouveau siège du parlement Algérien Alger [256]

Figure 254 : Double peau en BFUP (Lafarge) de l'aéroport de Rabat-Salé Maroc, mise en œuvre sur un mur rideau, avec un taux de vide de 70%. Tout cela dans le but de prévenir des effets de serre, et de privilégier la transparence et la clarté[257]

[255] (Brühwiler, 2014)
[256] (Brühwiler, 2014)
[257] (Lafarge, s.d.)

Il peut être :

- Coulé sur place
- Etre coloré

Domaine d'application du BFUP :

	Nouvelles constructions (préfabriquées ou bétonnées en place)	Renforcement et/ou réhabilitation (éléments mixtes BFUP-béton)	Eléments non structurels
Exemples d'utilisations	• Dalles minces • Dalles nervurées • Poutres légères • Eléments de façade architectonique • Coffrage perdu servant de peau aux éléments très exposés (bordures de ponts, STEP) • Têtes de poinçonnement Têtes d'ancrages • Parois anti-bruit • Pieux battus • Consoles de balcons	• Couches minces appliquées de façon monolithique sur un élément en béton existant afin d'en augmenter sa durabilité, son étanchéité et/ou sa capacité portante (dalle de roulement colonnes, parapets de ponts) • Eléments localement très sollicités mécaniquement (articulations, joints) • Couches de protection étanches et à haute résistance à l'abrasion pour l'industrie ou les ouvrages hydrauliques Elément de protection contre les actions dynamiques (chocs, explosions)	• Mobilier • Œuvres d'art • Objets design (vases, lampes plan de travail de cuisines baignoires) • Caissons de stores
Types d'armature	• Fibres métalliques ou synthétiques • Armature passive • Précontrainte	• Fibres métalliques • Armature passive	• Non fibré • Fibres synthétiques ou éventuellement métalliques

Figure 255 : Tableau des domaines d'application du BFUP[258]

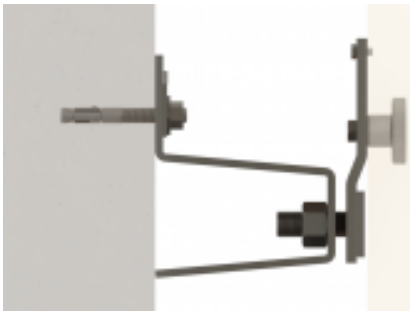


Figure 256 : Système de fixation pour panneaux légers[259]

Figure 257 : Système de fixation pour panneaux lourds[260]

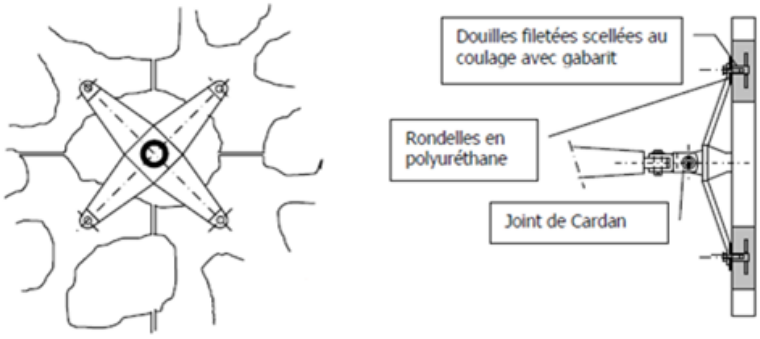


Figure 258 : Détail de fixation d'un panneau en BFUP[261]

[258] (SA, 2011) Traité par l'auteur
[259] (fix inox connecteurs et ancrage invisible, s.d.)
[260] Idem
[261] (Les Bétons fibrés à ultra-hautes performances Nouveaux matériaux du génie civil, 2016)

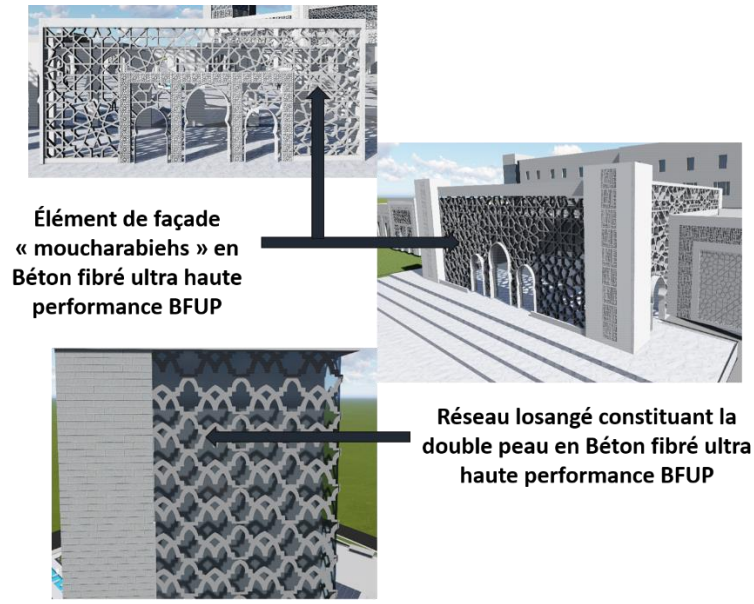


Figure 259 : Application dans le projet

5-9-2 le béton translucide : « béton nouvelle génération »

Tandis que le béton a depuis plusieurs années su montrer ses qualités en matière de résistance, toujours accrue, c'est désormais vers l'esthétisme du bâtiment que les dernières innovations se tournent. L'objectif est d'obtenir une façade translucide pour des effets de lumière uniques.

Deux techniques pour ce type de béton :

-Le premier inclut de la **fibre optique**. Il présente une apparence opaque avant de révéler sa translucidité dès qu'il est rétroéclairé. Reste son coût, souvent élevé.

-Le second intègre une **résine polymère** dans sa fabrication. Ce nouveau matériau a été mis au point, pour la construction du Pavillon italien lors de l'Exposition universelle de Shanghai.

Figure 260 : Pavillon italien de l'Exposition universelle de Shanghai2010, façade constituée de panneaux fabriqué à partir d'une résine polymère intégrer à une matrice cimentaire[262]

Ce dernier laisse passer la lumière, tout en stoppant les UV, avec un effet esthétique unique.

Il se présente sous la forme de panneaux préfabriqués associant dans sa composition des polymères capable de transporter plus de 90% de la lumière, ce qui donne une fois construit une translucidité de 20%.

[262] (Calcia infos, 2010)

A l'état normal le béton translucide à l'apparence d'un béton classique « gris », mais lorsqu'il est rétroéclairé il devient transparent.

Figure 261 : Béton translucide[263]

Avantages du produit :

- Réalisations individuelles en ce qui concerne la forme, la couleur et les surfaces
- Durabilité / résistance / résistance aux intempéries
- Résistance extrême aux UV
- Transparent
- Résistance au feu
- Perméabilité à l'air

Comment peut-il être utilisé ?

- Éléments décoratifs, parois extérieures
- Cloisons intérieures,
- Garde-corps. La couleur peut aussi varier suivant la teinte de résine choisie.

Dans le cadre de ce projet le béton utilisé est celui à base de résine polymère, plus économique et plus performant qu'un béton à base de fibre optique. Mais aussi plus résistants, isolants et qui laissent filtrer la lumière. Ce dernier habillera la façade du mur de la qibla. Et servira de remplissage pour les motifs de la coupole.

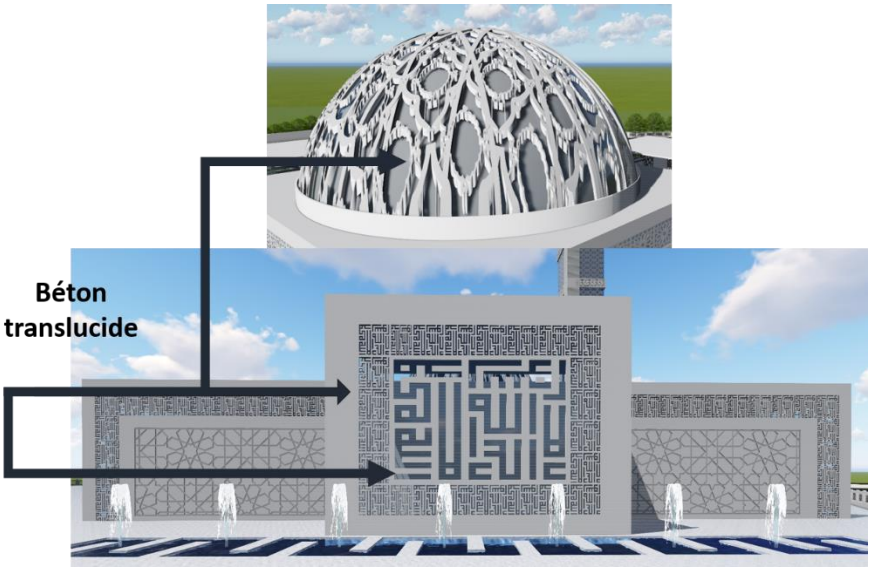


Figure 262 : Application du béton translucide dans le projet

[263] (Fassadentechnik)

5-9-3 Panneaux rideaux : [264]

Les murs rideaux, offrent aux concepteurs des performances thermiques de haut niveau afin de répondre aux normes de construction les plus exigeantes, et un large choix d'options esthétiques à partir d'un seul système. Ils permettent de varier l'apparence extérieure d'un bâtiment, tout en bénéficiant des options de design et de conception d'un système complètement intégré.

Type de mur rideau choisi :

MX VEC verre extérieur collée

Caractéristique :

- **Moins d'aluminium visible➔** permet la création de façade vitrée lisse sans aluminium visible de l'extérieur.

Les volumes verrier sont collés sur des cadres en aluminium à l'aide silicone.

- **Aspects technique et installation facile➔** permet de varier l'apparence de la façade.
- **Etanchéité performante➔** assure un bon écoulement de l'eau et améliore les performances.
- **Joint sur mesure ➔** un joint périphérique en EPDM s'adapte à tous les cadres.
- **Vitrage et remplissage ➔** peut recevoir des vitrages de 6 mm devant les parties opaques, 23 mm ou 31 mm pour les vitrages isolants ou des panneaux isolants de 60mm.
- **Charges ➔** le vitrage est soutenu par un support de sécurité à chaque angle du cadre porteur aluminium. Chaque cadre peut ainsi accepter un poids de verre maximum de 200kg.
- **Ouvrants caché à l'italienne**

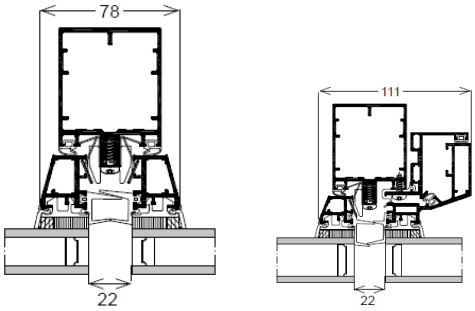


Figure 263 : Mur rideau avec cadre fixe[265]

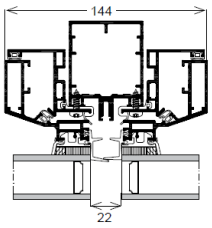


Figure 264 : Ouvrant caché à l'italienne[266]

Construction :

[264] (Fassadentechnik)
[265] Idem
[266] Idem

- Etanchéité à l'air. Un joint de compression intérieur en EPDM assure l'étanchéité totale du système à l'air. Il existe une large gamme de joints de cadres ou d'angles vulcanisés de grandes dimensions à ajuster sur site.
- Installation rapide. Les cadres VEC sont installés sur la structure du mur-rideau à l'aide du système d'accroche breveté.
- Conception robuste. Ils sont assemblés d'onglet à l'aide d'une équerre sortie mécaniquement et renforcée par un collage à l'époxy pour garantir une conception robuste.

Figure 265 : Murs rideau de la façade nord de l'institut du monde arabe[267]

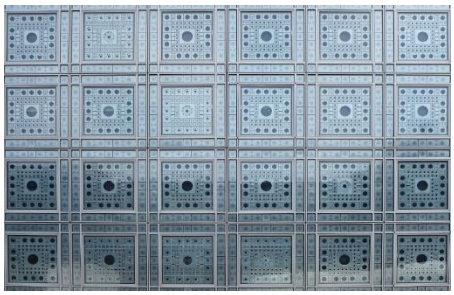
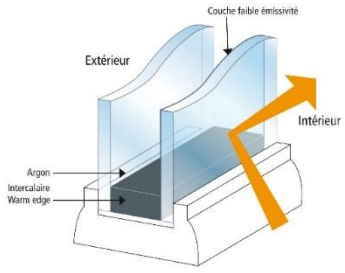


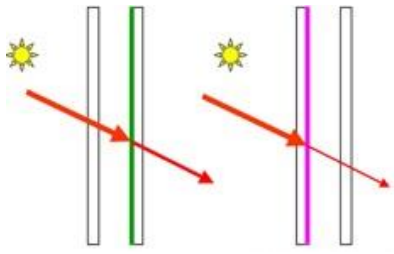
Figure 266 : Mur rideau de la façade sud de l'IMA, avec panneaux de moucharabiehs en acier[268]

5-9-4 Type de vitrage :

a- Le double virage

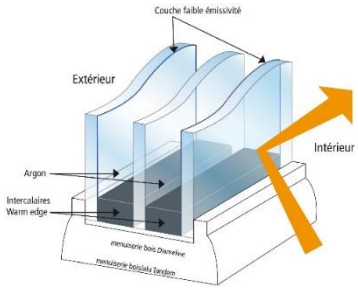
Le double vitrage consiste en un ensemble de deux vitres séparées par une lame d'air ou de gaz. Il permet de ralentir la transmission de chaleur et donc de limiter les déperditions thermiques. Ses performances sont évaluées grâce au coefficient de transmission thermique qui doit être le plus petit possible pour une efficacité maximale.il en existe différents types





Double vitrage avec Intercalaire et revêtement faible émissivité ➔limiter les déperditions thermiques.

[267] (architecture, 2001)
[268] (blogspot.com, 2013)



Le triple vitrage➔augmente les performances thermiques, acoustiques et de sécurité.

Mais ce type de vitrage est lourd et crée des ponts thermiques à l'intérieur.

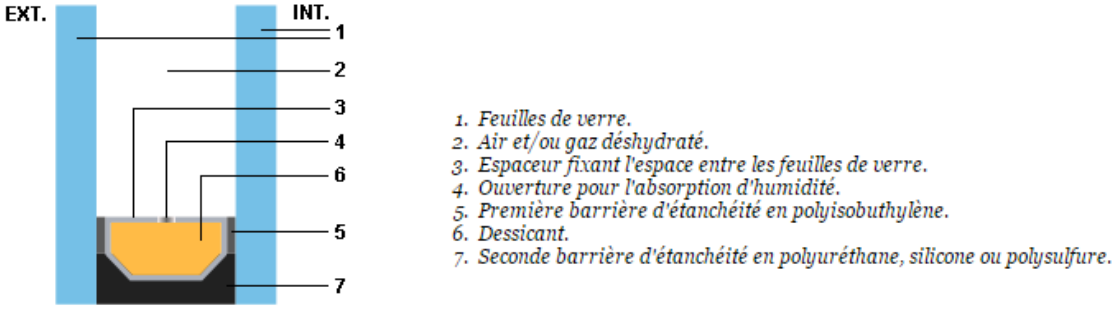


Figure 267 : Schéma de principe d'un double vitrage simple[269]

-Le vitrage choisi est le double vitrage photovoltaïque, dit « vitrage solaire. »

Principe du vitrage solaire :

-Il s'agit d'un système de **panneaux solaires** intégrés dans du double vitrage. Le verre photovoltaïque ainsi obtenu produit de l'eau chaude pour le chauffage et les sanitaires. Transparent, le vitrage solaire permet également l'entrée de la lumière naturelle à l'intérieur et empêche l'arrivée des rayons UV nocifs.

Plus qu'un simple capteur solaire, ce vitrage a donc avant tout une fonction

- D'isolation (empêcher la chaleur du bâtiment de se perdre dans la nature en hiver ou d'entrer dans le bâtiment en été)
- Contrôle solaire (empêcher la lumière du soleil de trop toucher l'intérieur du bâtiment)

Avantage :

- La production d'eau chaude.
- Offre une isolation équivalente à celle d'un mur de maison basse énergie, grâce au capteur et à un traitement spécifique du verre contre les infrarouges.
- Permet de filtrer 100% des UV et de produire 250 watts d'électricité.

[269] (blogspot.com, 2013)

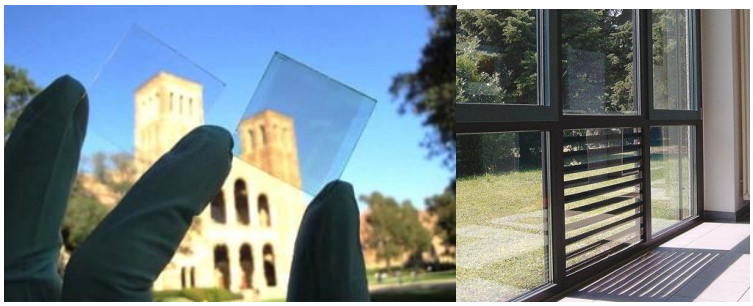


Figure 268 : Fenêtre avec vitrage solaire[270]

Ce type de vitrage sera mise en place dans :

Le pôle culturel➔ façades sud, est et ouest.

Le minaret➔ les murs rideaux du minaret seront en double vitrage photovoltaïque.

Ce vitrage contribuera à la réduction des besoins en énergétiques.

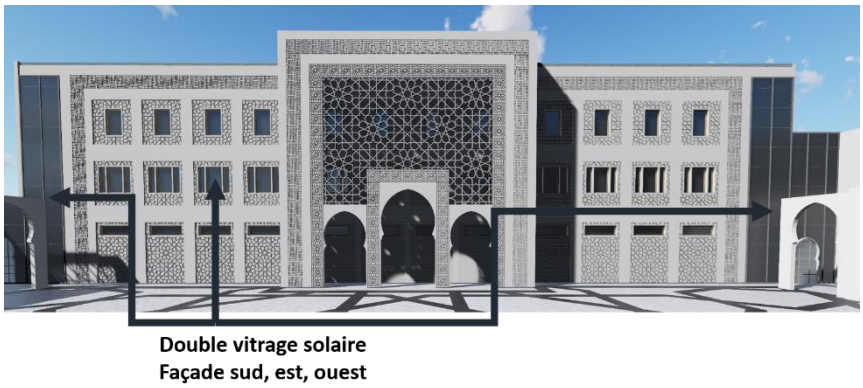


Figure 269 : Application du double vitrage solaire dans le projet

b- Le vitrage électro chrome « sage glass »

C'est un vitrage qui peut être teinté électroniquement, il est destiné aux fenêtres, verrières, et façades en murs rideaux Les panneaux de verre sage glass équipent ces dernières années un nombre important d'équipement, galerie d'art, université, tour, ce type de vitrage offre un contrôle esthétique et économique des apports solaire.

Ce qui permet de réduire les besoins en énergie, tout en maintenant la vue sur l'extérieur, ainsi le confort visuel et thermique et optimisé pour offrir un environnement intérieur sain pour les occupant.

Sa grande simplicité d'utilisation permet de varier sa teinte à volonté en fonction des besoins d'une simple action sur un interrupteur. Ainsi, le niveau de chaleur et d'éblouissement solaire est parfaitement maîtrisé pour garantir un bien-être optimal. Assurant le confort des occupants

[270] Idem

Véritable innovation technologique, ce nouveau concept permet d'augmenter les économies d'énergie.

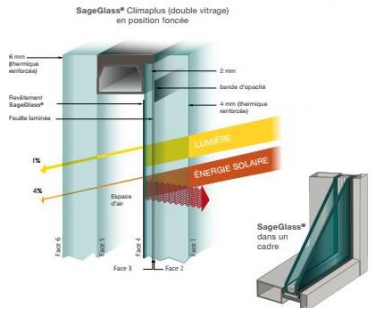


Figure 270 : Principe du verre électrochrome sage glass[271]

Figure 271 : Exemple d'application du sage glass dans des bureaux[272]

Avantage

Efficacité énergétique

- régule l'apport de chaleur
- réduit la consommation et les coût liés à l'éclairage.
- contribu à la conformité avec les labels environnementaux et d'éfficacité énergétique

Durabilité

- Résistances a toutes les conditions extrêmes, intempérie, vent,...

Confort/esthétisme

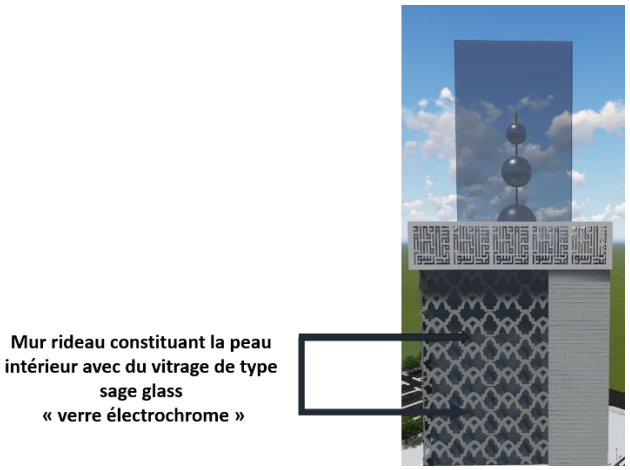


Figure 272 : Application du verre éléctrochrome « sage glass »

[271] Idem
[272] Idem

5-10 Intérieur

5-10-1 Les cloisons intérieure :

Les cloisons ont été choisies en fonction de la destination des espaces.

- Des cloisons vitrées intérieure pour l'administration, et les bureaux.
- Des plaques de plâtres anti choc et antipollution pour les murs de séparation des chambres, bureaux, ateliers, ect.

a- Les cloisons vitrées :[273]

La cloison amovible permet une adaptation à tout environnement et une installation simple, tout en créant des espaces confortables et performants. Les cloisons doivent être spécifiquement amovibles, c'est à dire que les éléments sont interchangeables entre eux.

Elles sont constituées d'une ossature aluminium entièrement démontable, avec un vitrage simple et des stores vénitiens à lamelle en aluminium intégrer qui permettent de se protéger.

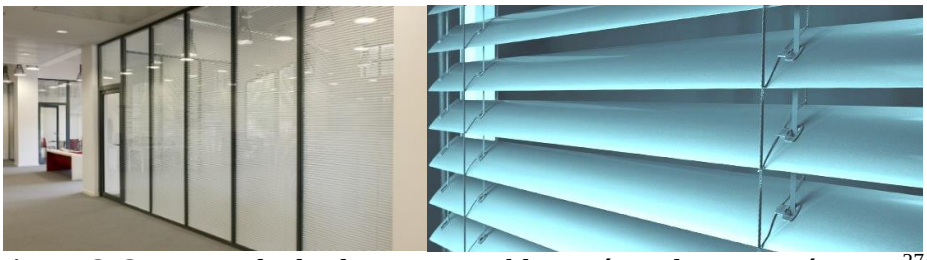


Figure 273 : Exemple de cloison amovible vitrée et de stores vénitiens[274]

b- Plaque de plâtre anti choc et antipollution[275]

Renforcés avec des fibres de bois, le placo Impact Activ'Air est 4 fois plus résistant qu'une plaque de plâtre standard .Il possède surtout des vertus dépolluantes : un composant spécifique, incorporé à hauteur de 0.2% dans le plâtre, capte 80% des composés organiques volatils (COV) et les transforme en composés inertes .Idéal pour les murs de séparations et les cloisons internes des chambres, bureaux, ect.

Figure 274 : Plaque de plâtre anti choc et antipollution[276]

[273] (espace cloison alu, s.d.)
[274] Idem
[275] Source http://www.journaldunet.com/economie/immobilier/10-materiaux-innovants/platre-antipollution.shtml consulté le Mai,16 2016

[276] Source :http://i-cms.journaldunet.com/image_cms/300/2232603-un-platre-antichoc-et-antipollution.jpg, consulté le Mai,16 2016

c- Les faux plafonds :

Des faux plafonds insonorisant, démontables, conçus en plaque de plâtre de 10 mm d'épaisseur accroché au plancher (des grandes salles, restaurant, et au niveau de l'administration,..) avec un système de fixation sur rails métalliques réglable.

Ils sont prévus pour permettre :

- La protection de la structure contre le feu
- La fixation des lampes d'éclairages, de détecteurs d'incendie et de fumée, des détecteurs de mouvements, des émetteurs et des caméras.

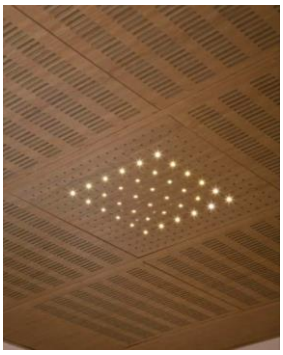


Figure 275 : Faux plafond acoustique en dalle de bois perforé [277]

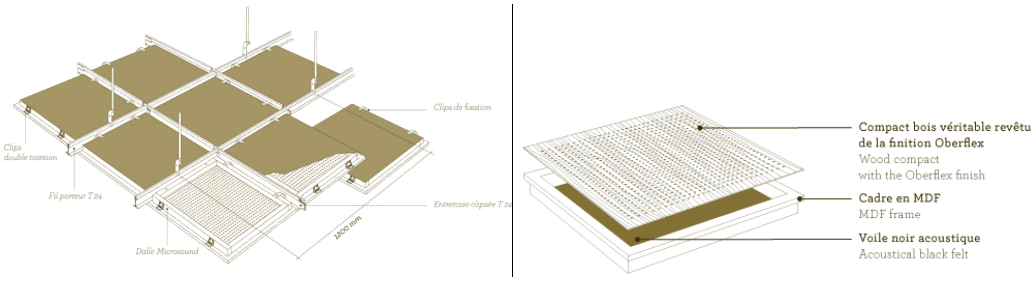


Figure 276 : Système de fixation d'un faux plafond[278]

d- La correction acoustique :

Au contraire d'une isolation acoustique l'absorption acoustique ne concerne qu'un seul espace intérieur et détermine la quantité de son absorbée à l'intérieur de cet espace par les murs, les sols, les rideaux,….pour cela et afin d'éviter que l'espace ne sonne faux et donne lieu à un effet de résonnance, on procédera à la mise en place de surfaces douces et absorbantes pour une meilleure absorption et une diminution de la résonance, au niveau des grandes salles et du restaurant. On utilisant :

[277] (ideatec, s.d.)
[278] (oberflex, s.d.)

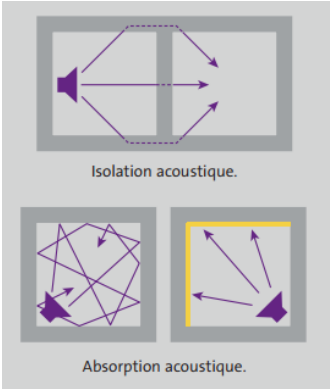


Figure 277 : Isolation acoustique et absorption acoustique [279]

Panneau acoustique absorbant ADDSORB➔ principalement utilisés dans les auditoriums, les salles de conférence, les salles polyvalentes, pour l'ensemble des lieux où le traitement acoustique d'une surface mur en continu est nécessaire. Il s'agit d'un panneau d'absorption qui offre un équilibre pertinent dans la gamme moyenne du spectre sonore. Ce panneau combine également des fonctionnalités de diffuseur unidirectionnel.
Ce produit utilise trois matériaux absorbants intérieurs de densités différentes plus efficaces pour absorber le son.

Sur de grandes surfaces, son application peut être continue ou modulaire en alternance avec d'autres types de panneaux. ➔ Ce dernier sera mis en place sur les murs

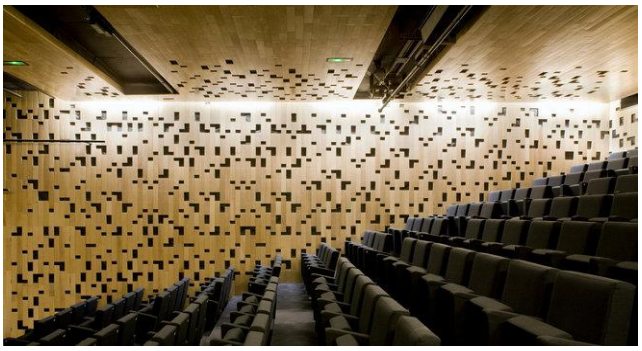


Figure 278 : Auditorium avec panneaux acoustique absorbant [280]

Figure 279 : Panneau acoustique en bois / pour agencement intérieur[281]

[279] (BENELUX)
[280] (maison, s.d.)
[281] (ideatec, s.d.)

Panneau acoustique absorbant MELLOWALLTRAP➔ c'est un panneau d'absorption destinée à être installée sur les murs et les plafonds ➔ dans notre cas il sera mis en place sur le plafond

Ce produit excelle grâce à sa haute performance, sa petite taille et son faible poids.

Figure 280 : panneaux de MELLOWALLTRAP sur murs et plafonds[282]

Panneau acoustique absorbant LIGHTWALLTRAP➔ C'est un panneau acoustique qui absorbe les fréquences moyennes.

Ce produit est fabriqué avec des matières premières de masse et de densité différentes qui sont dûment liées afin d'augmenter le coefficient d'absorption.

Il est utilisé dans les salles de restaurant et au niveau des petites salles (restaurant, salle de cours, studio,..)

Dans notre cas il va être utilisé au niveau du restaurant

Figure 281 : salle de restaurant avec panneaux LIGHTWALLTRAP[283]

5-10-2 Les patios : pergola bioclimatique

La pergola bioclimatique est un type de pergola adossée composé de lames motorisées mobiles qui s'orientent en fonction des conditions météo, du flux lumineux mais aussi en fonction de la force du vent. De façon à couvrir et protéger.

[282] (correction-acoustique, s.d.)
[283] Idem

Les lames peuvent former une couverture scellée, parfaitement hermétique, ou bien être légèrement inclinées et ainsi laisser entrer la lumière, ou encore créer un léger courant d'air. Ainsi, le toit s'ouvre et se referme en fonction des conditions extérieures.

On parle de pergola bioclimatique car elle permet :

Trouver un équilibre entre l'environnement et les conditions climatiques d'un côté, et de l'autre les besoins et le confort des habitants.

La structure utilise les ressources naturelles (chaleur, aération) pour se réguler et offrir un espace idéal pour toute la famille.

Les lames peuvent être inclinées jusqu'à 170°. Et sont construite généralement en aluminium.

Cette structure intelligente permet de limiter les dépenses énergétiques de la bâtisse principale.

Fonctionnement

Les lames orientables sont disposées sur le dessus de la structure, en lieu et place de la couverture de toit.

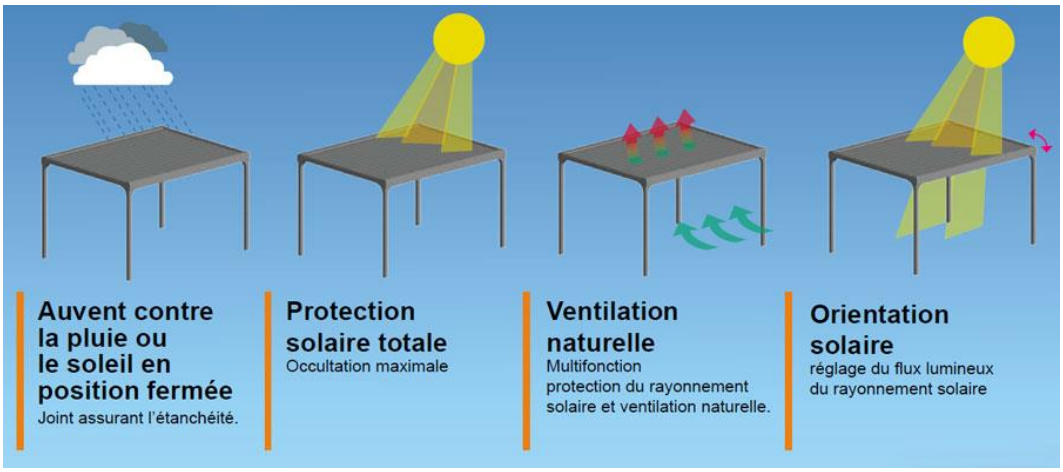


Figure 282 : Schéma de fonctionnement des pergolas bioclimatiques

Avantage :

- Réguler la luminosité
- Maîtriser la température sous pergola
- Optimiser la circulation de l'air et de l'humidité
- Une protection étanche et sécurisée
- Entretien facile
- Style moderne et épuré

Figure 283 : Exemple de pergola bioclimatique[284]

5-11 Revêtements de sol

5-11-1 Le béton dépolluant [285]:

Les dalles EcoGranic sont des dalles de béton et d'agrégats de pierre naturelle qui disposent sur leur surface d'une couche incorporant un catalyseur activé en présence de lumière. Ce composé permet la dégradation chimique des gaz polluants en produits inoffensifs, pour la santé humaine et pour l'environnement.

Principe technique :

Le produit se présente sous la forme de dalles bicouches :

- la partie inférieure, en béton classique, intègre jusqu'à 30 % de matériaux recyclés, permettant de limiter l'empreinte carbone.
- la partie supérieure, de 8 mm d'épaisseur, est composée à 90 % de pierre naturelle (agrégats de granit, basalte, silice…). "Les 10 % restant sont constitués de ciment, de colle et de six adjuvants dont une certaine forme de dioxyde de titane".

Les dalles sont produites par vibro-compactage sur des presses spéciales

➔La couleur de la dalle a aussi un impact. Le blanc, le gris clair et le beige affichent les meilleurs ratios de dépollution, tandis que les couleurs les plus sombres dégradent la performance

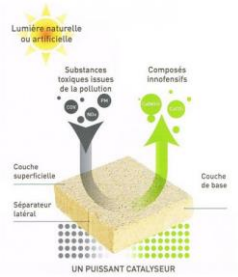


Figure 284 : Principe technique du béton dépolluant[287]

Figure 285 : Les dalles de béton dépolluant[286]

[284] (aluminiosfiser, s.d.)
[285]
[286] Idem
[287] (Noble, 2014)

Ces dalles vont être utilisées comme revêtement pour les parkings et airs de services

5-11-2 Marbre ➔l'utilisation d'un dallage en marbre avec une différenciation de couleur pour la variété et la qualification des espaces de chaque activité. Ces éléments sont aussi un élément de confort et de décor. Il a été prévu :

- Carreaux de marbre pour les espaces intérieurs, extérieur (esplanade, sahn,..) ainsi que les espaces de circulation.
- Du marbre pour les escaliers
- Carreaux antidérapants pour les espaces humides

Figure 286 : Revêtement de sol en marbre[288]

5-11-3 Moquette pour les grandes salles ➔ utilisation d'une moquette écologique comme revêtement de sol pour les grandes salles, ce qui permettra d'atténuer le bruit puisqu'elle a une capacité d'isolation phonique.

Cette moquette est fabriquée à partir de matériaux naturels (poils de chèvre, papier recyclé, mais,…)

Figure 287 : Moquette écologique[289]

5-12 Les couvres joints

Utilisation des couvre joints rigide à clipser en aluminium, conçus pour protéger et habiller les joints de **façades, murs, plafonds et sols** trafic léger. Ils sont esthétiques, décoratifs et économiques.

[288] (marbel, s.d.)
[289] (deco, s.d.)

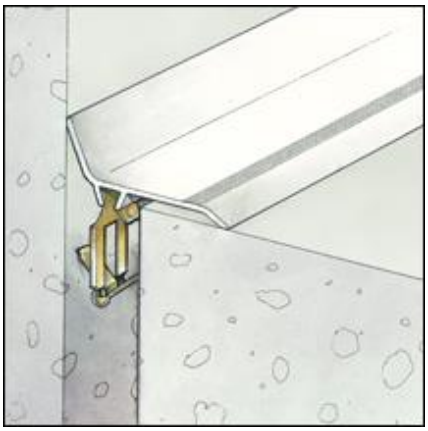


Figure 288 : Couvre joint d'angle en aluminium[290]

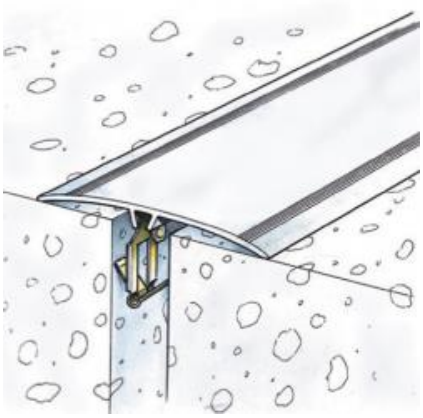


Figure 289 : Couvre joint à plat en Aluminium[291]

5-13 les portes :

Sont prévu :

- Des portes coupe-feu de 15 cm à double parois remplies de calorifuge en fibre de verre, pour les issues de secours, ces portes restent étanches au feu pour une durée de 2 heures.
- Des portes acoustiques pour la bibliothèque, les grandes salles, le restaurant et la cafétéria. A simple parois avec cadre et panneaux, peuvent amortir jusqu'à 30dB.

Figure 290 : Exemple de porte coupe-feu[292]

Figure 291 : Exemple de porte acoustique[293]

5-14 L'éclairage

5-14-1 L'éclairage solaire public[294] :

Ils présentent une véritable technologie de rupture. Il offre une réelle alternative, à l'éclairage public raccordé au réseau.
Les lampadaires solaires autonomes sont conçus autour de quatre éléments pour un fonctionnement optimal :

[290] (acialinternational, s.d.)
[291] Idem
[292] (sm feu l'écran total élement coupe-feu, s.d.)
[293] (sebino chiusure, s.d.)
[294] (fonroche, s.d.)

- **Panneau solaire** bénéficiant des dernières avancées. Il est conçu pour optimiser sa production d'énergie en toutes conditions météorologique. Garantie de puissance 25 ans.
- **Batterie** haute performance de technologie offrant longévité et stockage optimal. Durée de vie 10 ans.
  Bloc LED économe, à haut rendement lumineux avec gradation d'intensité possible. Durée de vie 12 ans.
  L'énergie Box adapte sa consommation en fonction de l'énergie stockée et de vos besoins en éclairage grâce à son système intelligent de gestion de l'énergie. Garantie 5 ans.

Système de pilotage à distance du lampadaire

Figure 292 : Lampadaire solaire autonome Donnefort, Agen[295]

5-14-2 L'éclairage artificiel :

Les lampes choisies permettront une économie d'énergie, et un assainissement de l'air.

- Les lampes ionisantes ➔elles permettent d'assainir l'environnement en dépolluant l'air, elles consomment 5 fois moins d'énergie.
- Les lampes LED ➔ leurs durée de vie est très importante (jusqu'à 100 000 h), ces lampes possède beaucoup d'avantages notamment leurs très faible consommation électrique et leurs durée de vie très longue.

Figure 293 : Lampes LED[296]

[295] (fonroche, s.d.)
[296] (Lux-led France, s.d.)

5-15 les systèmes énergétiques :

- **Bâtiment basse consommation[297].**

Le label BBC :

Le label BBC a vu le jour en 2007 à partir d'un constat établi lors du Grenelle de l'Environnement concernant l'émission trop importante de gaz à effet de serre. L'objectif de la mise en place d'un tel label est de réduire cette émission dans le secteur de la construction afin de diviser la consommation énergétique par 4 d'ici à 2050.

La norme BBC :

Pour qu'un bâtiment puisse être éligible au label BBC, il doit répondre aux critères suivants :

- **La consommation énergétique** ➔doit être réduite à 50 kWhep/m² SHON /an pour une construction neuve

Cette limitation s'applique à la consommation d'énergie primaire, qui porte sur :

- Le chauffage
- L'eau chaude sanitaire,
- les auxiliaires de chauffage.
- La ventilation.
- Le refroidissement.
- L'éclairage.

- **Limitation des fuites d'air** à 0,6 m3/(h.m²).

Description des bâtiments basse consommation	
La conception architecturale	Compacité du bâtiment Surfaces vitrée et l'orientation
L'enveloppe du bâtiment	Mode constructif, et isolation. Confort d'été. Menuiserie et occultation solaire. Ponts thermique Etanchéité à l'air.
La ventilation	Système double flux. Puits canadien. Refroidissement/réchauffement passif
Le chauffage	Chauffage gaz à condensation. Bois énergie. Pompe à chaleur.
Système innovant	Système combiné capteurs solaire+ pompe à chaleur. Régulation

[297] (amoes, s.d.)

Tableau 29 : Description des bâtiments basse consommation[298]

5-15-1 les panneaux photovoltaïque :

Les panneaux solaires photovoltaïques transforment l'énergie solaire directement en électricité.

Figure 294 : Panneaux photovoltaïque[299]

a- Fonctionnement.

Le principe du photovoltaïque consiste à transformer l'énergie solaire en électricité. Cette transformation s'opère au moyen de panneaux photovoltaïques. Ces panneaux sont recouverts de capteurs reliés électriquement entre eux et capables d'absorber le rayonnement du soleil et de le convertir en électricité. Toutefois, cela n'est pas suffisant pour allumer une ampoule ! D'autres éléments sont nécessaires au fonctionnement du système.

b- Production de l'électricité photovoltaïque.

Les panneaux photovoltaïques ne suffisent pas pour produire de l'électricité solaire. En effet, le courant ainsi produit est un courant continu, qui n'est pas compatible avec les installations électriques domestiques.

Figure 295 : Schéma de production de l'électricité photovoltaïque [300]

[298] Traité par l'auteur
[299]
[300] (expert-photovoltaique, s.d.)

Il est par conséquent nécessaire de connecter un onduleur photovoltaïque à l'installation : cet appareil permet de convertir le courant continu à faible voltage en un courant alternatif de 230V 50Hz.

Cette installation sera mise en place sur la toiture du pôle culturel.

5-15-2 La HVAC :

Chauffage, ventilation et climatisation, régulation des conditions ambiantes à l'intérieur de bâtiments, à des fins industrielles, d'hygiène ou de confort.

Le chauffage➔ consiste à maintenir à une certaine température une enceinte plongée dans une ambiance extérieure plus froide et à température variable.

La ventilation➔ seule ou combinée à un système de chauffage ou de climatisation, contrôle à la fois l'alimentation et l'évacuation de l'air à l'intérieur d'espaces fermés, afin d'éliminer les odeurs et de fournir suffisamment d'oxygène aux occupants.

La climatisation➔ contrôle l'environnement intérieur d'un espace, c'est-à-dire sa température, son humidité, la circulation de l'air et sa pureté, pour les occupants ou les matériaux industriels qui y sont manipulés ou stockés. Pour cela il est necessaire d'utiliser un système intégré de commande et de gestion de l'énergie.

a- Le puits canadien :[301]

Le puits canadien consiste à faire passer, avant qu'il ne pénètre dans la maison, une partie de l'air neuf de renouvellement par des tuyaux enterrés dans le sol, à une profondeur de l'ordre de 1 à 2 mètres.

En hiver, le sol à cette profondeur est plus chaud que la température extérieure. L'air froid est alors préchauffé lors de son passage dans ce circuit sous terrain.

En été, de la même manière, l'air passant dans les tubes enterrés récupère la fraîcheur du sol et l'introduit dans la maison, même par +30°C extérieur, l'air peut arriver entre 15 et 20°C ! Dans ce cas, le puits canadien est appelé puits provençal.

Si dessous un schéma de principe du puits canadien :

[301] (eco infos énergies renouvelables, 2016)

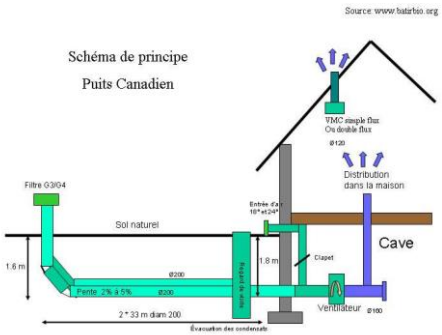


Figure 296 : Schéma de fonctionnement d'un puits canadien[302]

Composition d'un puits canadien :

- **Une entrée d'air neuf :** une bouche d'aspiration de l'air, Avec une grille et un filtre.

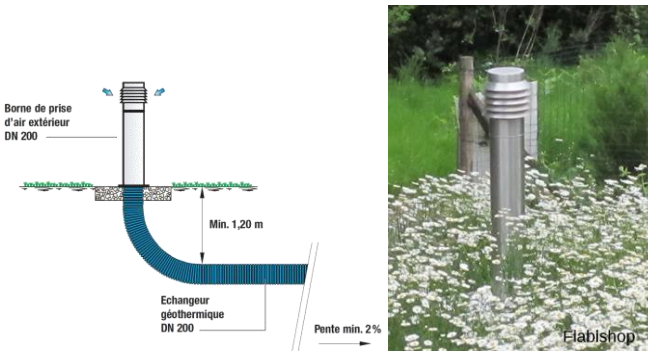


Figure 297 : Entrée d'air neuf d'un puits canadien [303]

- **Des conduits enterrés récupérateurs :**

Un ou plusieurs tuyaux pour le passage de l'air avec une pente supérieure à 2 % pour permettre l'évacuation des condensats et ainsi éviter les risques de moisissure et d'humidité résiduelle

- **Un regard** de visite pour inspecter l'installation. .

- **Un by-pass.**

Pour court-circuiter le puits canadien, à l'intersaison. Il peut en effet être plus intéressant de prendre directement l'air extérieur sans passer par le puits canadien. C'est à cet instant qu'entre en action le relais by-pass commandé par une sonde thermique extérieure.

- **Un ventilateur.** Pour forcer et réguler le débit de l'air à distribuer dans la maison.

[302] Idem
[303] (fiabishop , s.d.)

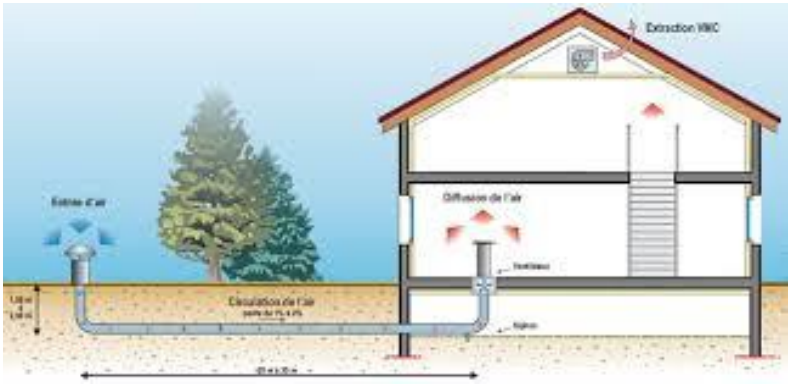


Figure 298 : Schéma de ventilation pour puits canadien[304]

b- Systèmes de ventilation :

Installation d'une VMC double flux :

Définition de la ventilation mécanique contrôlée.

La VMC est un dispositif qui assure le renouvellement de l'air à l'intérieur des pièces, notamment pour les pièces humides (salles de bains, toilettes...), ce qui permet de réaliser des économies de chauffage. Une meilleure répartition de la chaleur dans les pièces de vie et un Préchauffage ou rafraîchissement de l'air entrant.

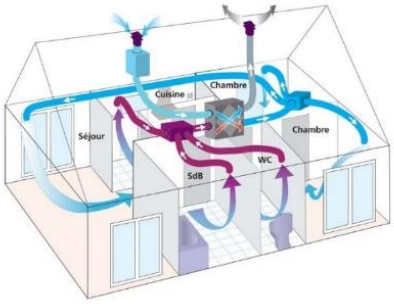


Figure 299 : Schéma de fonctionnement d'une VMC double flux[305]

Rôle de la Centrale double-flux VMC.

La Centrale double-flux VMC va permettre de gérer les flux d'air entrant et sortant du bâtiment. L'air vicié aspiré dans les pièces humides du lieu (WC, salle de bain, cuisine) passe par un échangeur. C'est cet échangeur qui va capter les calories et les transmettre à l'air entrant (l'air renouvelé et soufflé dans l'habitation sera aux environs de 18°).

[304] (eco habitation La ressource en habitation écologique, s.d.)
[305] (Eco Service Habitat,, s.d.)

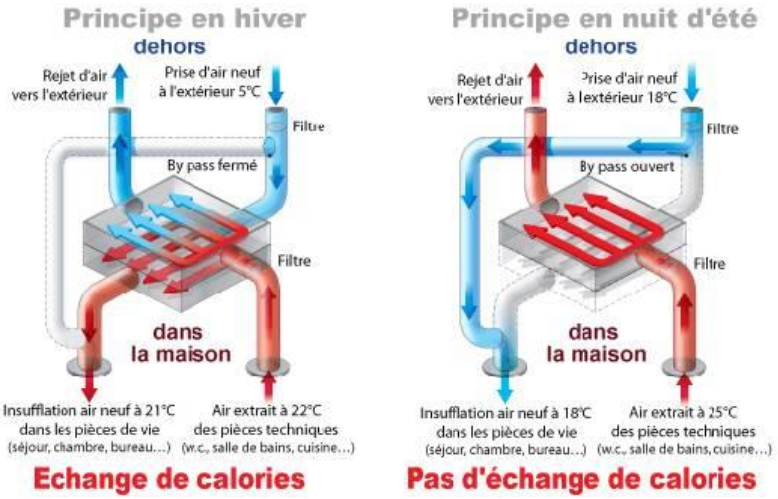


Figure 300 : Schéma de fonctionnement d'une VMC double flux[306]

Composition d'une VMC

- Une prise d'air neuf,
- Un rejet d'air vicié,
- Un réseau de soufflage,
- Un réseau d'extraction,
- Une central double flux composé de ventilateurs, de filtres, d'une régulation, d'un échangeur.

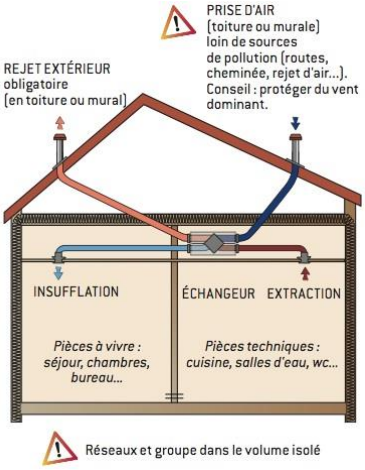


Figure 301 : Positionnement du réseaux et groupe[307]

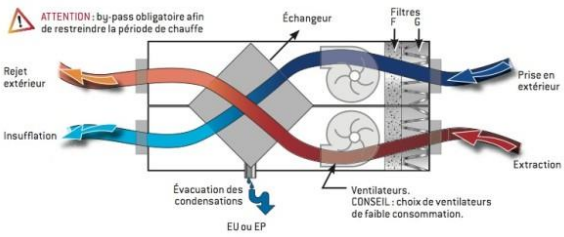


Figure 302 : Système de régulation[308]

[306] (senova, 2012)
[307] (DURABLE, 2015)
[308] Idem

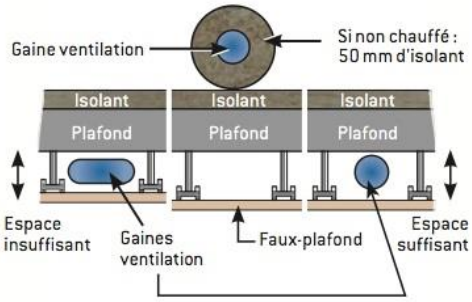


Figure 303 : la règlementation acoustique[309]

Le couplage du puits canadien avec une VMC va assurer une partie des besoins en chauffage, et tout cela en fonction du volume d'air renouvelé et de la qualité de l'isolation du bâtiment.
L'association du puits canadien avec la central double flux VMC permet de :
-Remplacer une installation de chauffage/climatisation traditionnelle pour construction PASSIVE.
-Éviter une installation de chauffage/climatisation lourde pour un bâtiment BBC.
-Limiter les besoins de chauffage et assurer la ventilation

Composition du système et mode de fonctionnement.

1-Le puits canadien en grès : l'air circule sous terre pour être ensuite diffusé dans tous les espaces.

2 La central double flux à haut rendement : **c**ette machine permet de faire circuler l'air du puits canadien dans le bâtiment, mais aussi d'aspirer l'air vicié, pour l'évacuer dehors.
3-Les gaines de distribution de l'air en acier galvanisé : ces gaines permettent d'acheminer l'air à travers tous les espaces.
4- Production d'eau chaude sanitaire : L'air de rejet permet de réchauffer un ballon thermodynamique de 300 litres.

c- Système de chauffage/climatisation [310]:

L'utilisation d'une pompe à chaleur air extrait/eau réversible, celle-ci utilise les calories de l'air chaud extrait par la VMC pour générer du chaud et du froid.

A la différence de la pompe à chaleur air-air qui puise l'énergie dans l'air extérieur et la restitue sous forme d'air chaud, la **pompe à chaleur air-eau**, puise les calories dans l'air extérieur mais utilise l'eau pour transporter la chaleur. Elle permet de fournir du chauffage, de l'eau chaude sanitaire, et de rafraîchir l'air d'un bâtiment tout au long de l'année.

Fonctionnement d'une pompe à chaleur :

[309] Idem
[310] (ooreka, s.d.)

- La pompe à chaleur puise la chaleur contenue dans l'environnement naturel (dans l'air extérieur, dans le sol ou dans l'eau des nappes phréatiques), pour la restituer à l'intérieur de l'habitation.
- Une pompe à chaleur réversible est capable d'inverser ce cycle thermodynamique : la chaleur puisée à l'intérieur est transférée et rejetée à l'extérieur.
- On mesure l'efficacité du procédé grâce à l'EER, coefficient d'efficacité frigorifique. Ce ratio compare la chaleur que la pompe absorbe par rapport à l'énergie électrique qu'elle consomme pour son fonctionnement.

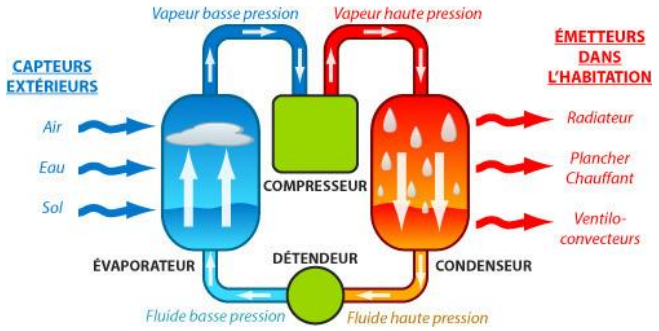


Figure 304 : Schéma de fonctionnement d'une pompe à chaleur réversible[311]

Avantage :

- Les atouts du 2 en 1 :
  - une seule installation pour le chauffage et la climatisation ;
  - moins de frais d'installation et de maintenance que l'acquisition de deux installations distinctes ;
  - moins d'encombrement.
- Une solution écologique et économique :
  - les pompes à chaleur utilisent l'énergie disponible dans la nature ;
  - même si la pompe à chaleur réversible a besoin d'électricité pour fonctionner, vous réduisez considérablement votre facture énergétique.
- Des performances thermiques de plus en plus élevées avec un COP voisin de 3. Le COP (coefficient de performance) est le ratio entre l'énergie consommée et la chaleur produite.
- L'octroi de crédit d'impôt (certes fluctuant, mais encore existant à ce jour).

5-15-3Domotique :

Le bâtiment comprendra aussi un équipement domotique qui permet de programmer et piloter les différentes installations (chauffage, volets, éclairage, etc.), en fonction des besoins du quotidien. Des économies d'énergie sont ainsi réalisées.

[311] Idem

Ce type d'équipement est relativement simple à installer et bénéficie de nombreux accessoires (détecteur de fumée, variateur d'intensité d'éclairage, détecteur de panne, etc.).

Figure 305 : Principes d'un système domotique[312]

5-15-4 la façade double peau[313]

C'est un mode constructif formé de deux parties :

Une structure intérieure revêtue d'une peau extérieure de protection. Cette peau protège la structure, avec la mise en place d'un isolant sur la face externe de la structure.

Figure 306 : Façade double peau en moucharabiehs du nouveau siège du parlement Algérien[314]

La façade double peau répond également aux enjeux de la construction moderne mais pas seulement elle permet :

- L'élimination des ponts thermiques
- Réduction de l'impact du rayonnement solaire directe.
- Réduction des mouvements thermique de la structure
- Evacuation de l'humidité et la résistance aux moisissures
- Prévention de la condensation à l'intérieur du bâtiment.
- Elle participe à l'esthétique du bâtiment.

[312] (HB stores, s.d.)
[313]
[314]

Ce système de façade sera utilisée pour le pôle culturel et le minaret afin d'assurer un confort thermique et acoustique aux occupants.

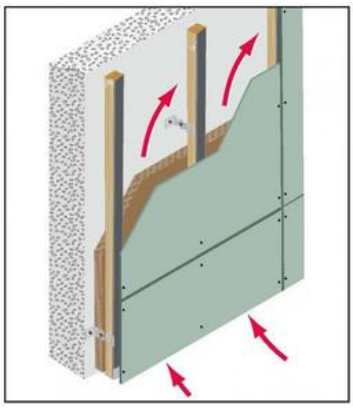


Figure 307 : Principe d'une façade ventilée

Le pôle culturel :

Le système adapté est la façade ventilé de l'extérieur à joint ouvert :

Ce système est constitué :

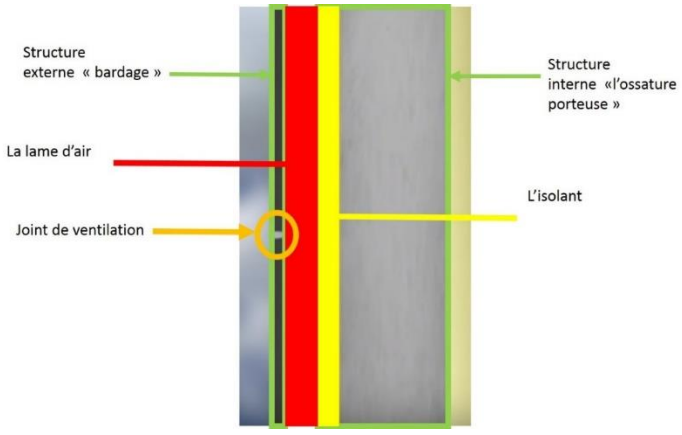


Figure 308 : Schéma d'une façade ventilée à joint ouvert

- **Structure interne➔** elle peut être en maçonnerie, béton, ou construction légère. Et elle doit être munie d'un isolant sur la face externe afin de permettre l'étanchéité à l'air
- **L'ossature ➔** elle peut être en bois, acier ou aluminium, et elle doit être conçue pour supporter les éléments du bardage ainsi que pour résister à la pression du vent.
- **Une lame d'air ➔** elle doit être assez large pour que la ventilation sèche l'eau et l'humidité résiduelle, et permettre à l'eau de couler sur la face interne des panneaux de bardages.
- **Structure externe➔** constituée de bardage avec des joints entre les panneaux qui peuvent être large ou obstruée**.** Ce bardage est fixé à la structure interne par l'intermédiaire de l'ossature.

- La construction doit permettre à l'air de pénétrer à la base du bardage et d'en sortir au sommet

Le minaret :

Le minaret sera constitué d'une façade double peau ventillée sur l'extérieur naturellement

Elle est constituée de deux parois de verre séparées par une lame d'air. La ventilation résulte d'un phénomène de convection de l'air.

L'air entre en partie basse de la façade par des sections de ventilation, appelées entrée d'air, cet air monte par convection jusqu'aux sections de ventilation, appelées entrée d'air, située en partie haute.

La paroi interne➔elle est constituée de vitrage de type sage glass mise en œuvre sur un mur rideau. Ce dernier permettra de réguler l'apport de lumière et éviter les effets de serre

La paroi externe➔ le réseau losangé constitue la peau externe il est réalisé en BFUP, ce qui permettra de réduire le passage des rayons solaires, et

Cette façade est recoupée chaque deux niveaux, pour des raisons de sécurité incendie. Et aussi afin d'éviter l'effet cheminée.

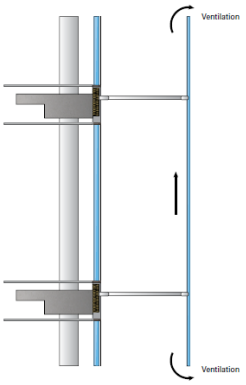


Figure 309 : Principe de ventilation d'une façade double peau sur plusieurs niveaux.

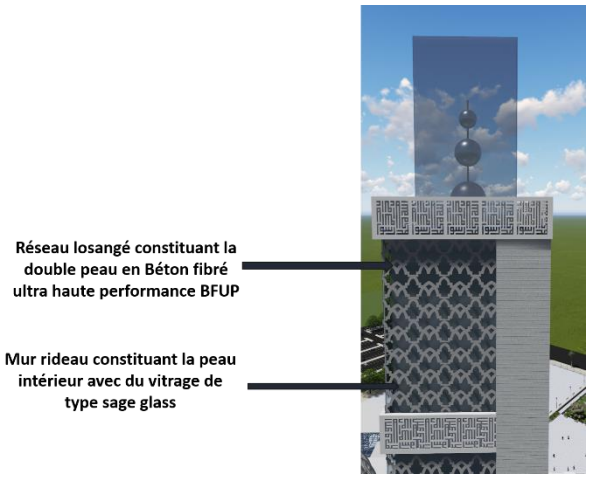


Figure 310 : Application de la double peau dans le minaret

5-15-5 Les pieux géothermique [315]

Le minaret accueil un réseau de gaines d'aération dans lesquelles circule de l'air puisé dans le sol à environ 15°c
Les fondations du minaret vont être équipées d'un échangeur de chaleur ce qui permettra de chauffer et climatiser le minaret par l'utilisation de la haute conductivité des pieux d'acier qui vont transmettre l'énergie du sol au minaret.

Principe des géo structure énergétique :
On sait aujourd'hui que les géo-structures en contact avec le sol (ancrages des tunnels, dalles de fondation, fondations profondes, murs de soutènement, etc.) peuvent être utilisées pour échanger de la chaleur avec le sol.
L'échange de chaleur entre le sol et la structure en béton est assuré par un système de tubes disposés à l'intérieur de cette dernière et au sein duquel circule un fluide caloporteur. Si le sol est suffisamment perméable (écoulement de l'eau souterraine supérieur à 0,5-1 m par jour), le stockage saisonnier de chaleur n'est pas réalisable et l'extraction est découplée de l'injection. Dans ce cas, la température du sol, qui aurait tendance à diminuer lors de l'extraction (hiver), se rééquilibre grâce à l'écoulement souterrain.

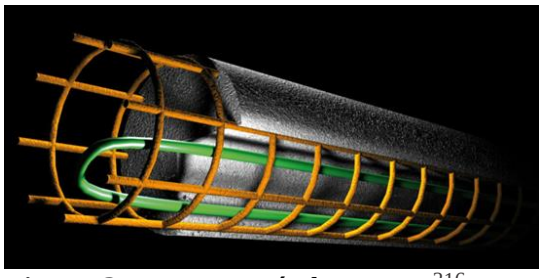


Figure 311 : Pieux géothermique[316]

Figure 312 : La Main Tower à Frankfurt[317]

[315] (espazium.ch, s.d.)
[316] Idem
[317] Idem

L’utilisation de géo-structures énergétiques conduit à

Une forte réduction des émissions de CO2 d’un bâtiment. Selon les besoins d’exploitation,

Il est en effet possible soit d’extraire de la chaleur du sol pour chauffer un bâtiment pendant l’hiver (pompe à chaleur), soit au contraire de la réinjecter dans le sol pendant l’été pour assurer sa climatisation.

En matière de production de chaleur, il est possible d’extraire de 20 à 100 W par mètre de pieu, des valeurs qui varient en fonction des propriétés du sol, de la géométrie de la fondation et des conditions d’exploitation du système. Le principal avantage de la mise en place de géo-structures énergétiques par rapport à d’autres systèmes géothermiques tient au fait qu’on utilise des éléments structuraux qui sont nécessaires pour des raisons statiques et doivent par conséquent être réalisés indépendamment de toutes considérations énergétiques.

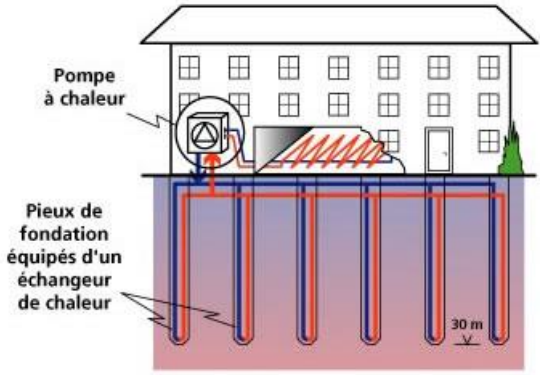


Figure 313 : Schéma d’un pieu géothermique[318]

5-15-6 Les corps d’état secondaire :

a- Chaufferie et climatisation

Ces deux fonctions sont assurées par l’application du système de pompe à chaleur réversible et du puits canadien.

b- Ventilation :

Elle est assurée par l’utilisation d’une VMC double flux combiné avec le puits canadien.

c- Electricité

Une partie des besoins en électricité est assurée par les panneaux photovoltaïques, et les vitres solaire, et une autre par générateur d’électricité en plus du groupe électrogène.

d- Surveillance et contrôle

[318] Idem

e- Assainissement

- **Les eaux pluviales**[319]

La récupération des eaux pluviales permet de préserver les ressources en eau et en énergie (traitement, acheminement, pompage,…), qui alimentent nos réseaux, tout en faisant de substantielles économies. À terme, L'eau de pluie peut, dans un réseau secondaire, servir pour de nombreuses utilisations : sanitaire, arrosage, lavage... On peut également la stocker pour l'employer ultérieurement.

Volume d'eau récupéré par an (Vr).
Vr = P x S x Cp
Avec :
P = Précipitation moyenne du lieu concerné
(En litre/m2/an avec 300 < P < 1800 litres)
S = Surface de la toiture (en m2)
Cp = Coefficient de perte (de 0,6 à 0,9 selon la toiture)
Calcul du volume de la cuve à prévoir.

C = Vr x (21/365)
Avec :
Vr = Volume d'eau récupéré
Le schéma ci-contre montre la conception et la mise en oeuvre du réseau de récupération des eaux pluviales :

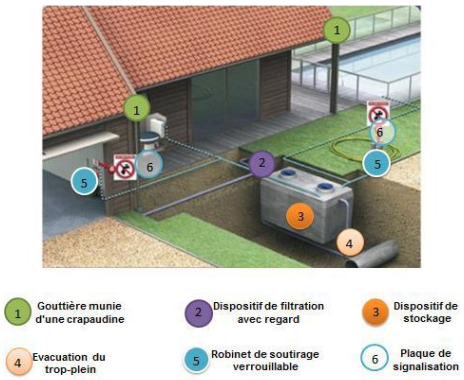


Figure 314 : Schéma de récupération des eaux de pluies.[320]

- **Les eaux usées :**

Elles seront acheminées directement vers des regards, eux-mêmes connectés à des regards principaux.

f- La protection incendie :[321]

La protection se fait à travers l'installation de détecteur de feu, des extincteurs sur l'ensemble de l'équipement et une réserve au niveau de la bâche d'eau.

- **Extincteurs mobiles :**

[319] (leroymerlin, s.d.)
[320] Idem
[321] (cap securite, s.d.)

Ils constituent les moyens des premiers secours, et les plus efficaces, leur utilisation est prévue dans les dégagements ou à proximité des locaux présentant des risques particuliers d'incendies (Ex : Restaurant, grandes salles,…etc.)

Figure 315 : extincteur mobile[322]

- **Extincteurs automatiques : (Sprinklers)**

Il s'agit du système de lutte contre incendie disposé au niveau des faux plafonds ou sous les nervures des planchers à caissons et destiné directement à diffuser un produit extincteur (eau) sur un foyer d'incendie, il est alimenté par la bâche à eau.

Figure 316 : Extincteur automatique[323]

- **Une alarme incendie**

C'est un dispositif électronique permettant de détecter un départ de feu dans un bâtiment et de gérer la sécurisation des personnes se trouvant dans celui-ci. Techniquement, l'ensemble du dispositif est appelé « équipement d'alarme ».

Tous les équipements d'alarme doivent être certifiés, homologués et répondre à des normes spécifiques

Le système d'alarme incendie est constitué :

[322] (canac, s.d.)
[323] Idem

– D’un dispositif de centralisation

– De dispositifs de détection (détecteurs optique, Bloc Bris de Glace…)

– D’un dispositif d’alerte (sirènes)

Systèmes évolutif et possibilité d’association avec des systèmes de renvoi d’alarmes technique via transmetteur

Figure 317 : Kit alarme incendie[324]

Conclusion

A travers l’étude des techniques utilisées et leurs différents détails, on voit qu’il existe un vas et vient entre la conception architecturale et la technicité utilisée, cependant c’est le bon usage et application de ces techniques qui assure un confort dans le fonctionnement du projet architectural

[324] Idem

ETUDE PROSPECTIVE « IMPACT URBAIN »

1-par rapport à l'extension de la ville

La ville de Tlemcen connait une évolution urbaine d'entités satellitaires avec un développement polycentrique qui vise à répartir la croissance de la ville autour du « croissant fertile »a travers de nouveaux quartier comme Boudjllida, Oudjlida ou Bouhennak , le site du projet se trouverai alors au centre du développement urbain de la ville et participerai ainsi a une structuration de cette dernière à travers ses diverses fonctions.

2- par rapport à l'urbanisation du site

Le projet se trouve dans une unité encore en cour d'urbanisation, une nouvelle gare est en train d'être construite et quelques maisons longent le terrain, de nouvelles infrastructures alentours permettraient de compléter le fonctionnement du projet telles que le commercial l'hôtellerie ou encore l'habitat

Le projet est limité par la Rocade ce qui le met a la jonction des deux grandes universités de Tlemcen celle de Chetouane ainsi que de la Rocade

Dans ce sens l'évolution du projet dans le temps ne peut être que plus bénéfique a son bon fonctionnement ainsi qu'au fonctionnement de la ville

CONCLUSION GENERALE

Dans le projet présenté, le souci majeur a été de répondre à un maximum d'objectifs, de contraintes et de critères primordiaux imposés par la thématique, cependant le défi était de respecter les traits principaux de l'architecture arabo-islamique tout en adaptant les technologies du XXI ème siècle.

Une recherche globale, une analyse détaillée ainsi qu'un bon fonctionnement et c'est le projet lui-même qui assure sa continuité au fil du temps et des générations. Rajouté à cela, dans un souci d'actualité le projet essaye de respecter un minimum de principes environnementaux.

Cette nouvelles mosquée est alors le parfait exemple d'une architecture intégrée dans son environnement à travers l'application de la touche locale à travers, son objectif fonctionnel qui est d'apporter un apport considérable à la ville de Tlemcen ainsi que par son adaptation par rapport à son temps et ce, grâce à toutes les technologies qu'il englobe.

RESUME

La civilisation islamique a marqué un grand tournant dans l'évolution et le développement de l'architecture, c'est dans cette optique que la préservation de ce patrimoine est indispensable à notre identité culturelle.

L'idée du projet est donc la réinterprétation de ce style architectural en l'adaptant aux besoins actuels du XXIème siècle. De ce fait la mosquée représente le meilleur exemple d'application de l'architecture islamique, qui a besoin de répondre à des exigences actuelles.

Dans sa définition la mosquée n'est pas qu'un lieu de prière mais présente des fonctions culturelles, sociales, et éducatives. Le projet essaye de rassembler ses différents principes dans une réponse fonctionnelle qui réunit une grande majorité de la population.

Quant à sa grandeur le projet répondra à des besoins sur une échelle régionale de l'ouest algérien.

Mot clefs : mosquée, culte, culture, nouvelles technologies, bâtiment basse consommation.

« L'architecture islamique est, de par le monde, la « trace indéniable et indélébile » de la grandeur de la civilisation musulmane »

ملخص

الحضارة الإسلامية كانت بمثابة نقطة تحول في تطور وتطوير الهندسة المعمارية ، فإنه في ضوء ذلك الحفاظ على هذا التراث ضروري ل هويتنا الثقافية
.

فكرة المشروع هي إعادة تفسير هذا النمط المعماري، تكييفه مع الاحتياجات الحالية من القرن الحادي والعشرين. وهكذا يمثل المسجد أفضل مثال على تطبيق العمارة الإسلامية، التي تحتاج إلى تلبية الاحتياجات الحالية.
في تعريف المسجد ليس مكانا للصلاة فقط ولكن لديه وظيفة ثقافية، اجتماعية وتعليمية. يحاول المشروع إلى جمع مبادئ مختلفة في استجابة عملية مع الغالبية العظمى من السكان .
بالنسبة لحجمه المشروع سوف يلبي احتياجات على المستوى الإقليمي في غرب الجزائر.
الكلمات الرئيسية: المسجد والعبادة، والثقافة، والتكنولوجيات الجديدة، والمباني منخفضة الطاقة.

"إن العمارة الإسلامية في جميع أنحاء العالم، و" أثر " لا يمكن إنكاره والذي لا يمحى على عظمة الحضارة الإسلامية
"

ABSTRACT

The Islamic civilization has marked a historical turning point in the evolution, and development of architecture. It's in the perspective that preservation of the patrimony is essential to our cultural identity.

The idea of the project is, then the reinterpretation of this architecture style by fitting it to the present needs of the 21st century. Therefore, the mosque represents the best example of implementation of the Islamic architecture, which needs to fulfil the present demands.

In its definition, the mosque is not only a place of worship but also represents some cultural, social, educative functions.

This project tries to gather these different principals in a functional reply (answer) which join a great majority of the population.

Concerning its greatness, the project which give answers to some needs at a great regional place in the west of Algeria.

Key words: mosque, cult, new technologies, low (energy) consumption building.

"Islamic architecture is the undeniable and indelible print of the greatness of the Muslims civilization around the world"

BIBLIOGRAPHIE

KOUDIA

VERS KOUDIA,
CENTRE VILLE

N

ACCES PARKING
SORTIE PARKING
ACCES PARKING
SORTIE PARKING
ACCES EQUIPEMENT
AIRE DE SERVICE
ACCES MOSQUEE
Sahn
ACCES MINARET
ACCES FEMMES
ACCES MOSQUEE
ACCES MOSQUEE
Mosquée
ACCES FEMMES
Esplanade
ACCES MOSQUEE
VERS CENTRE VILLE
11,28
10
Passerelle
GARE ROUTIERE
ACCES CYCLISTE
ACCES PARKING
Parking 550 places
Parking VIP
Parking résidents
SORTIE PARKING
SORTIE
ACCES

GAS GAS GAS GAS GAS GAS GAS

SERVITUDE
GAZ 75M

Légende

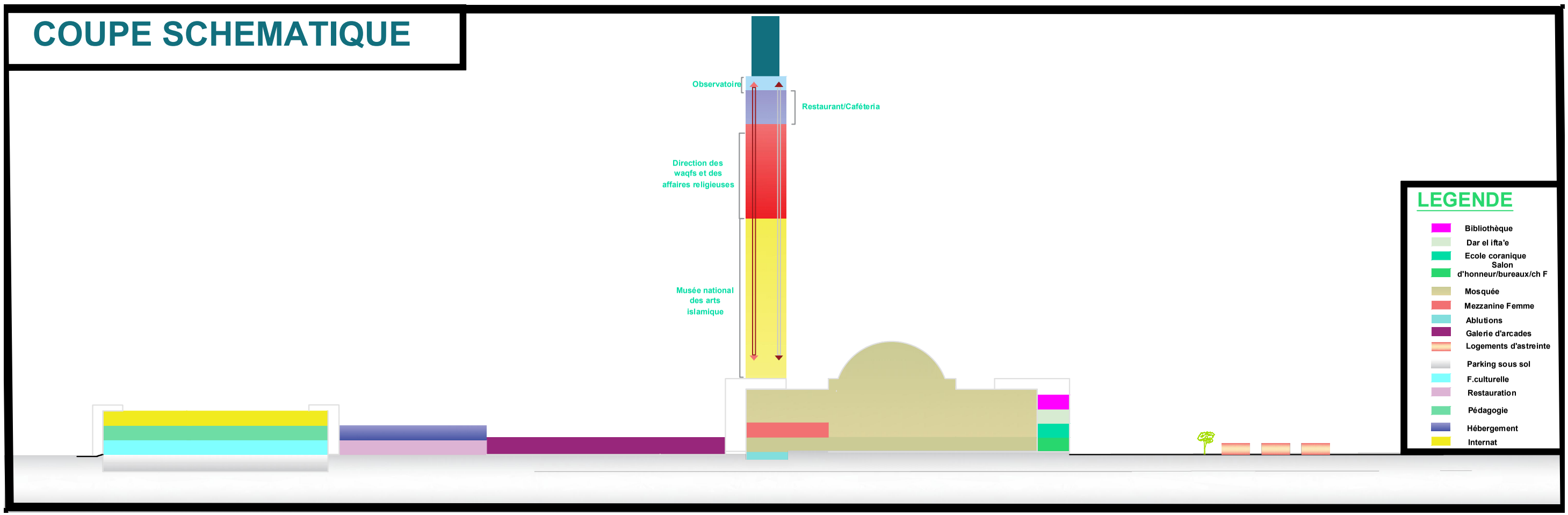
PLAN DE MASSE

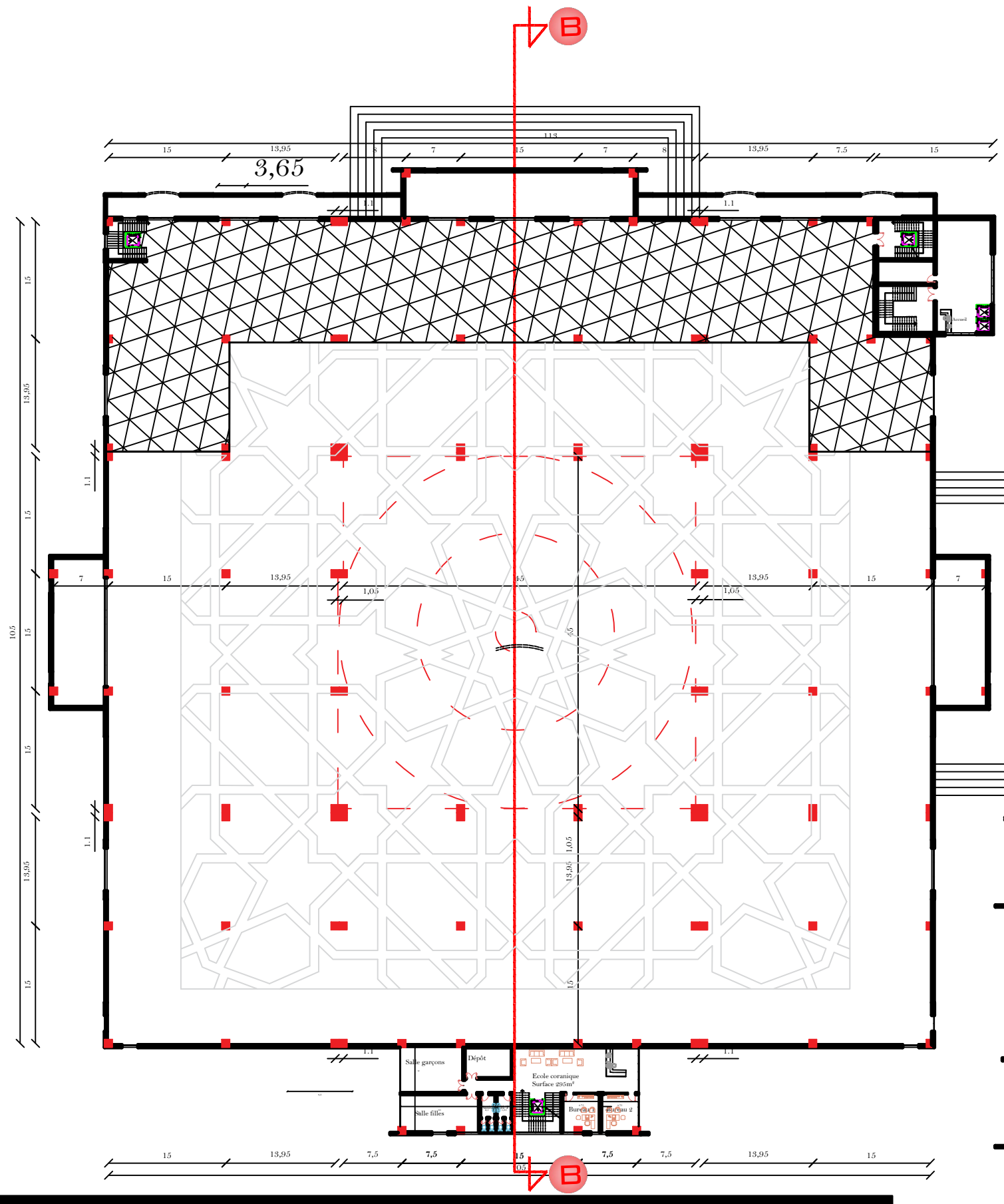
ECH:1/500

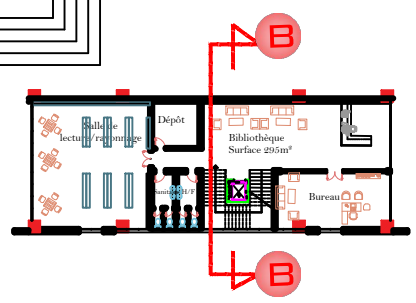
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH:1/1600	La nouvelle mosquée de Tlemcen	LE:27/04/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

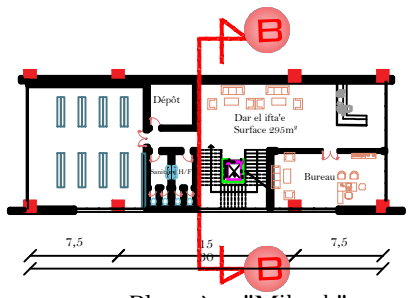
COUPE SCHEMATIQUE







Plan 2ème"Mihrab"



Plan 3ème"Mihrab"

PLANS MEZZANINE "Mosquée"

ECH:1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

KOUDIA

VERS KOUDIA,
CENTRE VILLE

N

ACCES PARKING

SORTIE PARKING

ACCES PARKING

SORTIE PARKING

ACCES EQUIPEMENT

AIRE DE SERVICE

ACCES MINARET

ACCES FEMME

ACCES MOSQUEE

ACCES MOSQUEE

Sabn

Mosquée

ACCES FEMME

ACCES MOSQUEE

Esplanade

VERS CENTRE VILLE

Passerelle

GARE ROUTIERE

ACCES CYCLISTE

ACCES PARKING

Parking 550 places

Parking VIP

Parking résidents

SORTIE PARKING

SORTIE

ACCES

GAS GAS GAS GAS GAS GAS GAS

SERVITUDE
GAZ 75M

PLAN D'ASSEMBLAGE

ECH:1/500

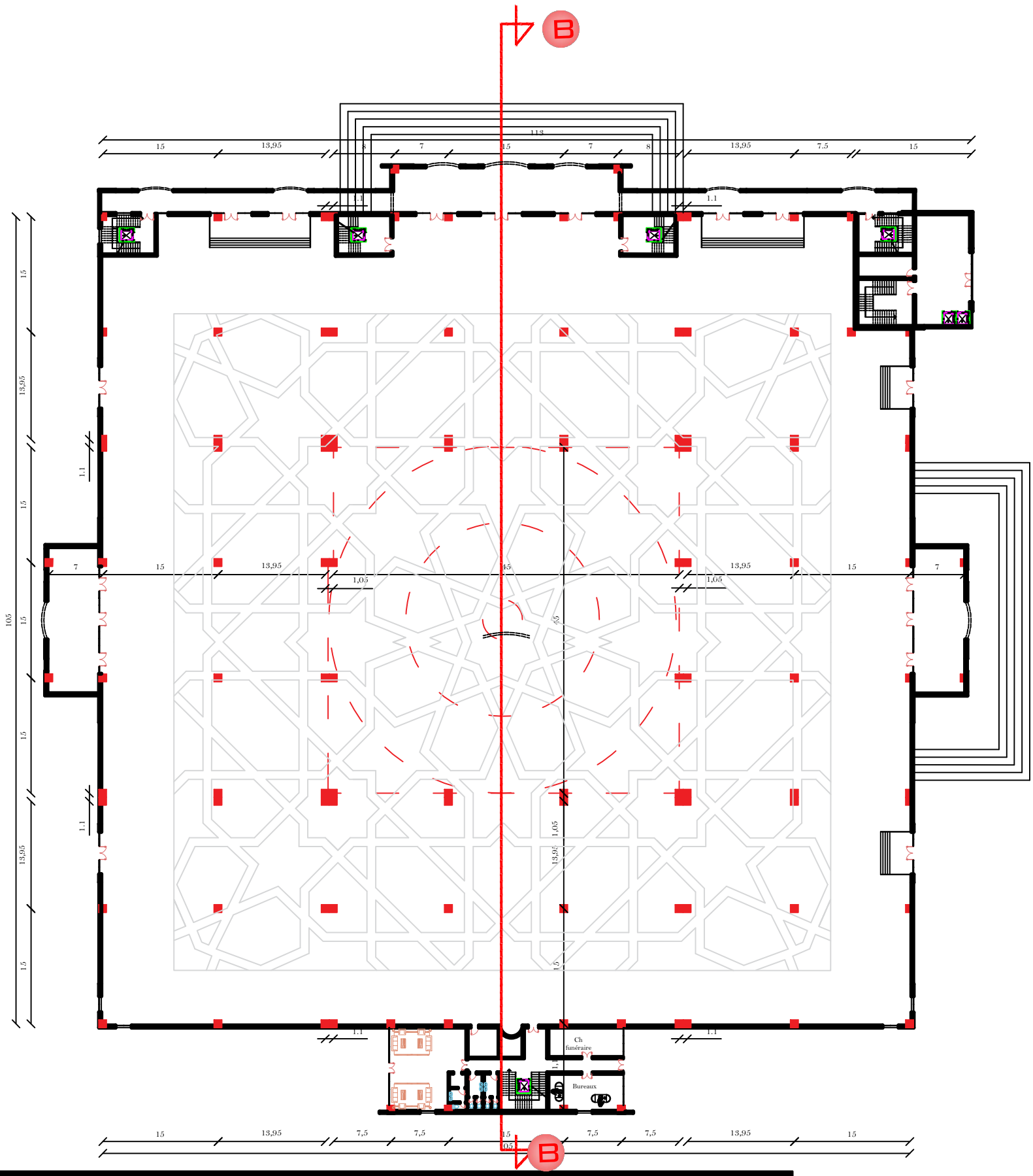
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

LA MOSQUEE COMME ELEMENT DE CENTRALITE URBAINE

ECH / 1/1600

LE:27/04/2016

SARI AMIRA
TRIQUI SIHAM

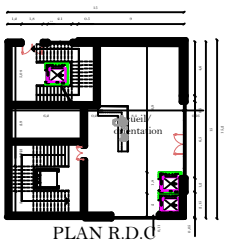


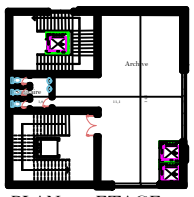
PLANS R.D.C "Mosquée"

ECH:1/200

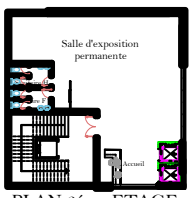
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

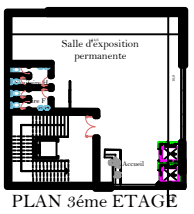

PLAN R.D.C



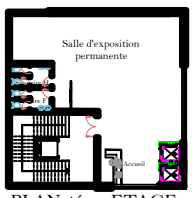
PLAN 1er ETAGE



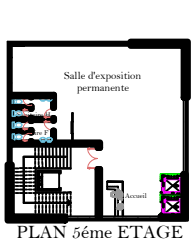
PLAN 2éme ETAGE



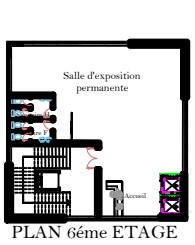
PLAN 3éme ETAGE



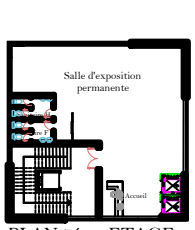
PLAN 4éme ETAGE



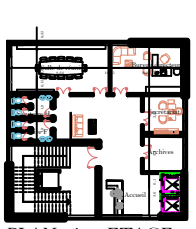
PLAN 5éme ETAGE



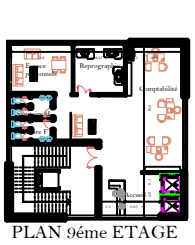
PLAN 6éme ETAGE



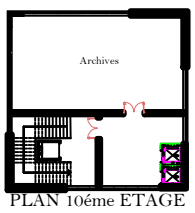
PLAN 7éme ETAGE



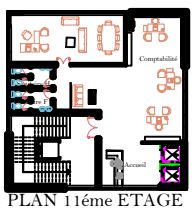
PLAN 8éme ETAGE



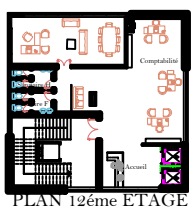
PLAN 9éme ETAGE



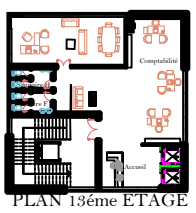
PLAN 10éme ETAGE



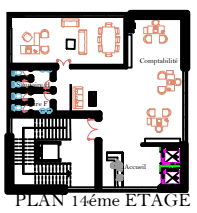
PLAN 11éme ETAGE



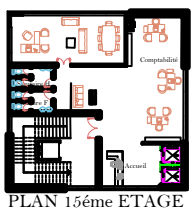
PLAN 12éme ETAGE



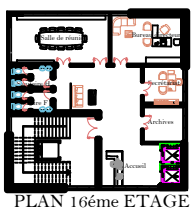
PLAN 13éme ETAGE



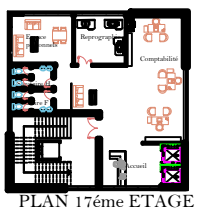
PLAN 14éme ETAGE



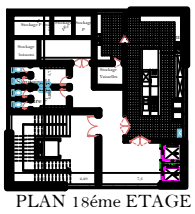
PLAN 15éme ETAGE

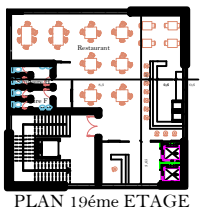


PLAN 16éme ETAGE

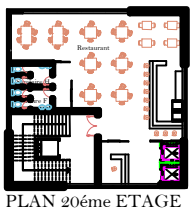


PLAN 17éme ETAGE

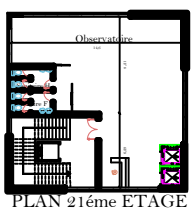

PLAN 18éme ETAGE



PLAN 19éme ETAGE



PLAN 20éme ETAGE



PLAN 21éme ETAGE

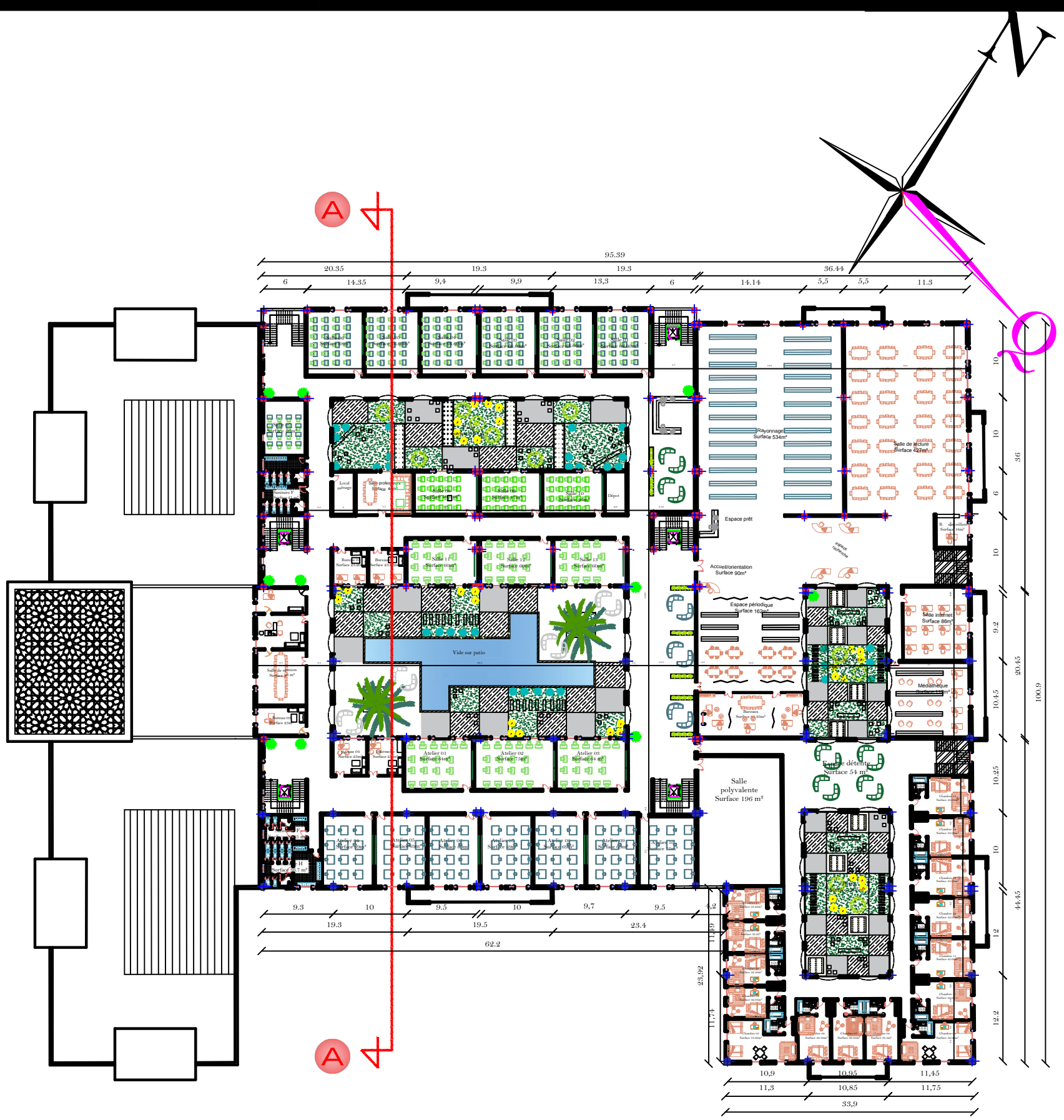
PLAN DE TOITURE

PLANS MINARET

ECH:1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

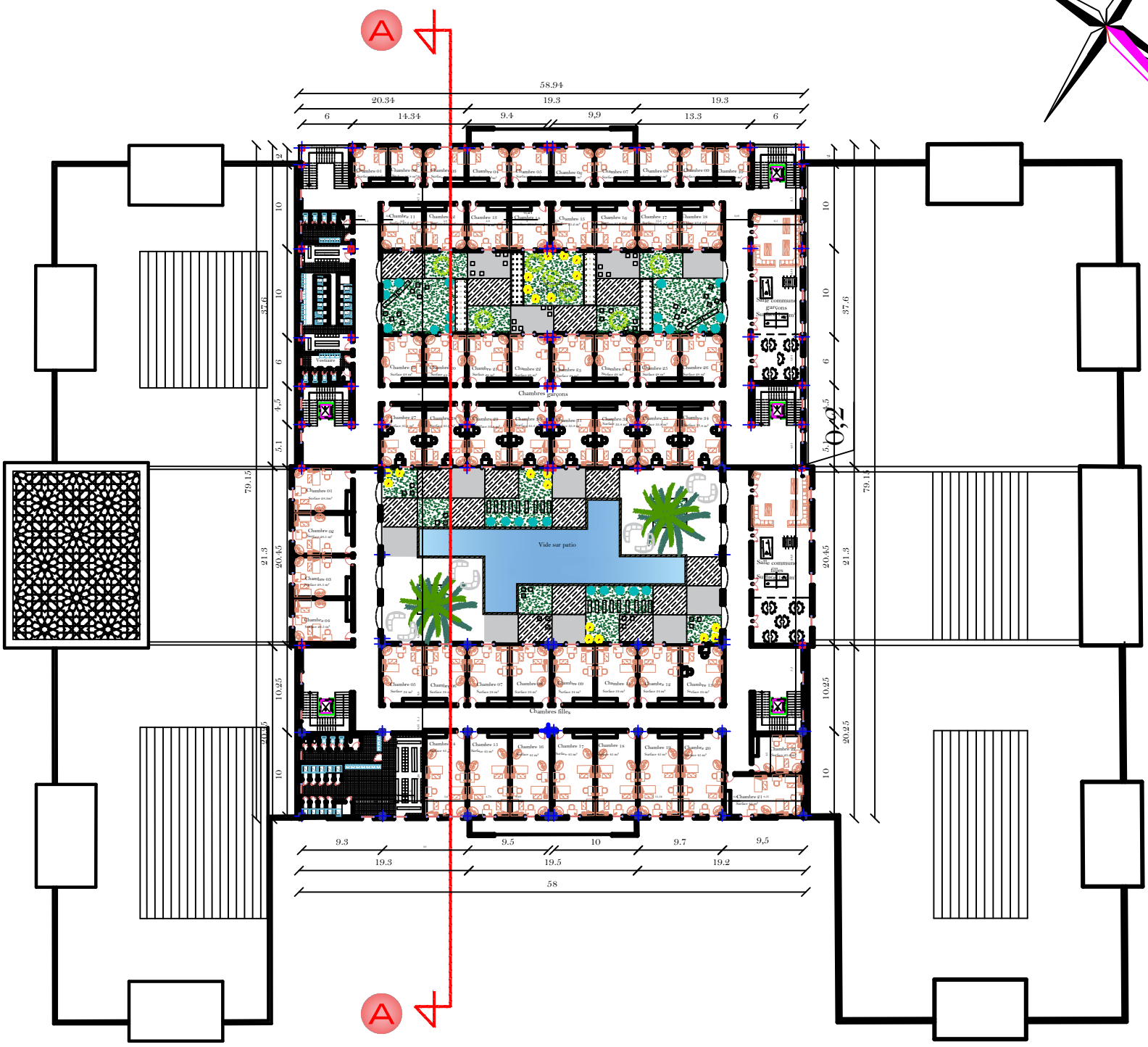
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLAN 1er ETAGE "Pôle culturel"

ECH:1/200

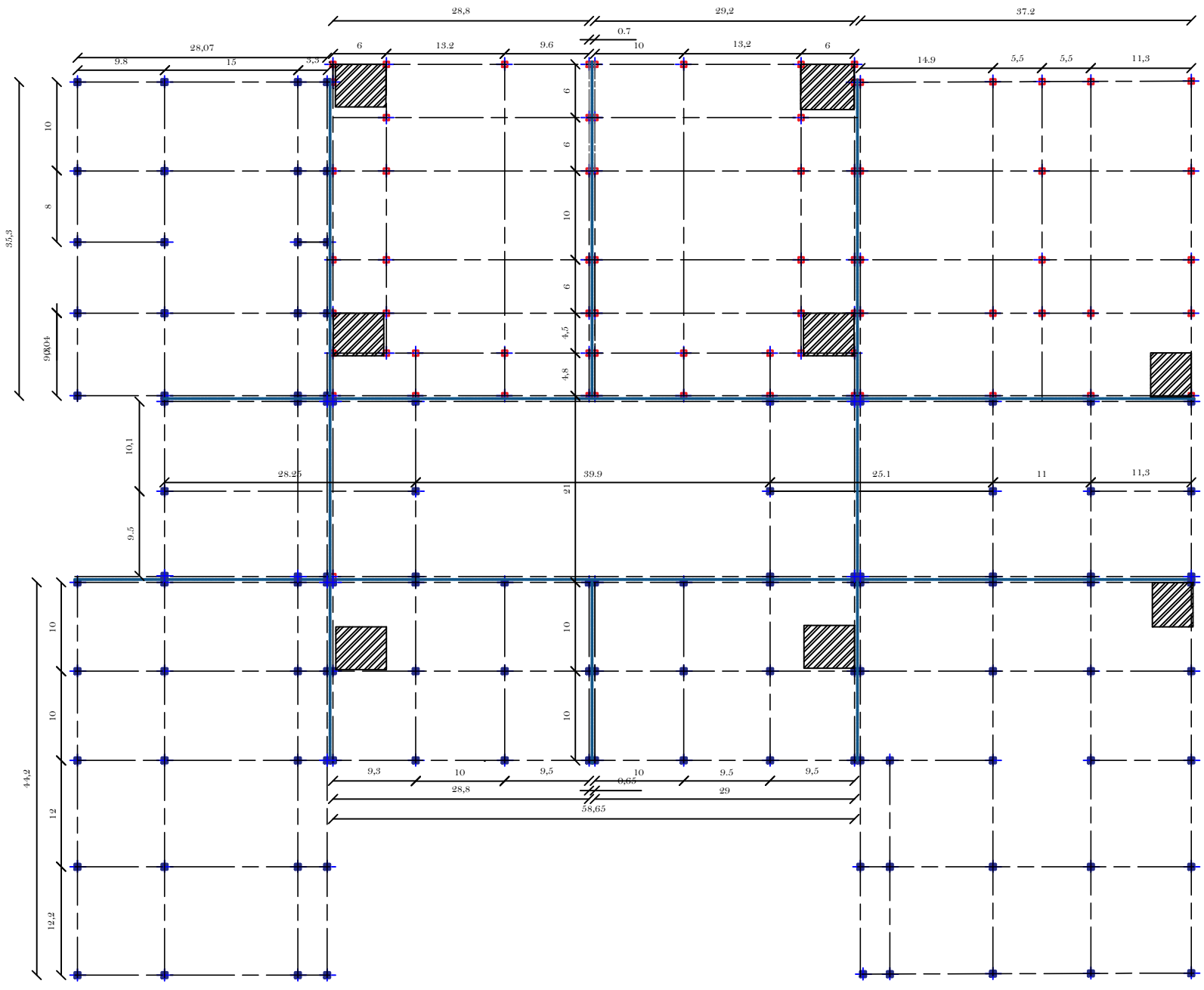
	UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE	
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLAN 2ème ETAGE "Pôle culturel"

ECH:1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

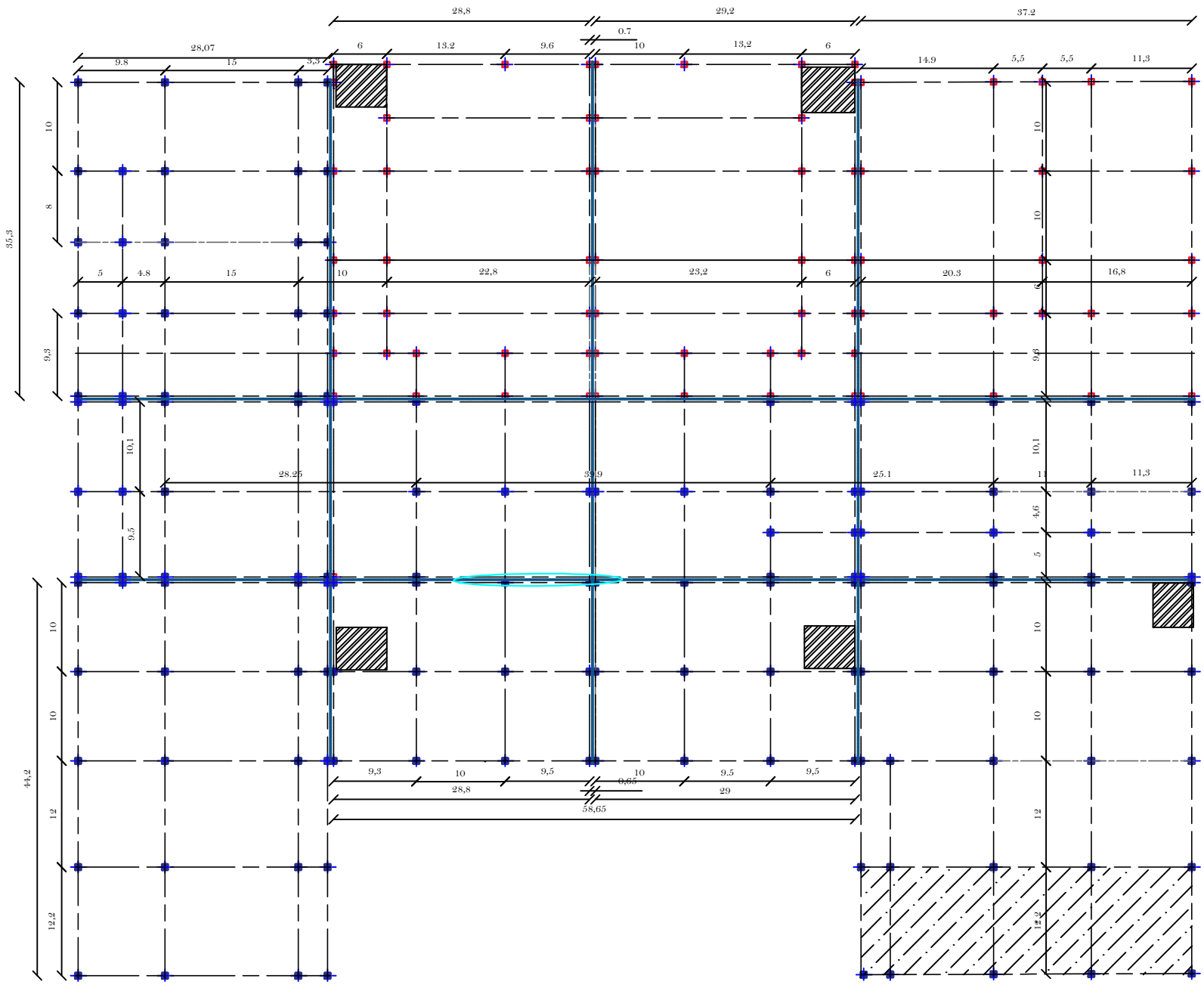


PLAN DE STRUCTURE "Pôle culturel"
Niveau: R.D.C

ECH: 1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

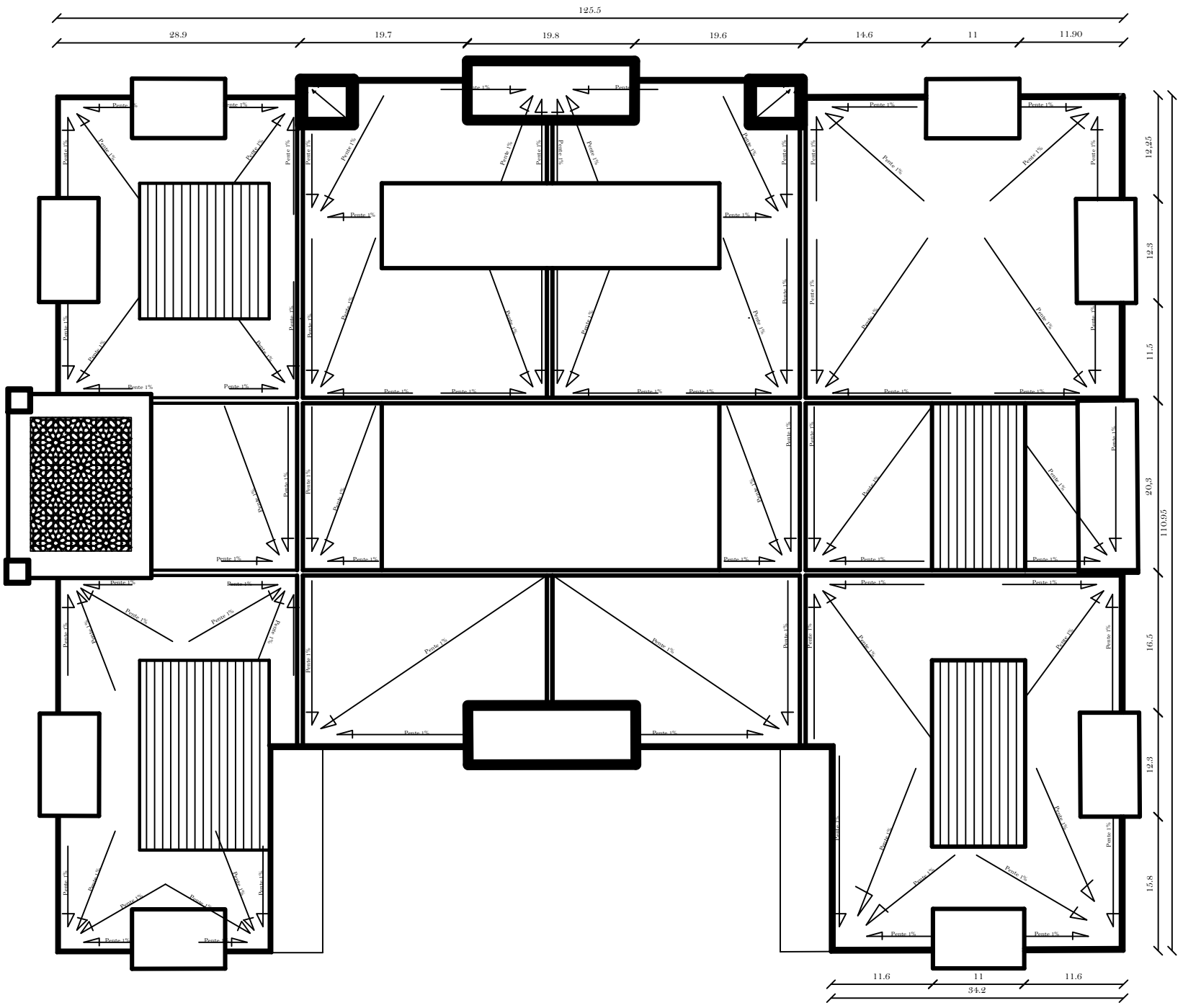


PLAN DE STRUCTURE "Pôle culturel"

Niveau: SOUS SOL ECH: 1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

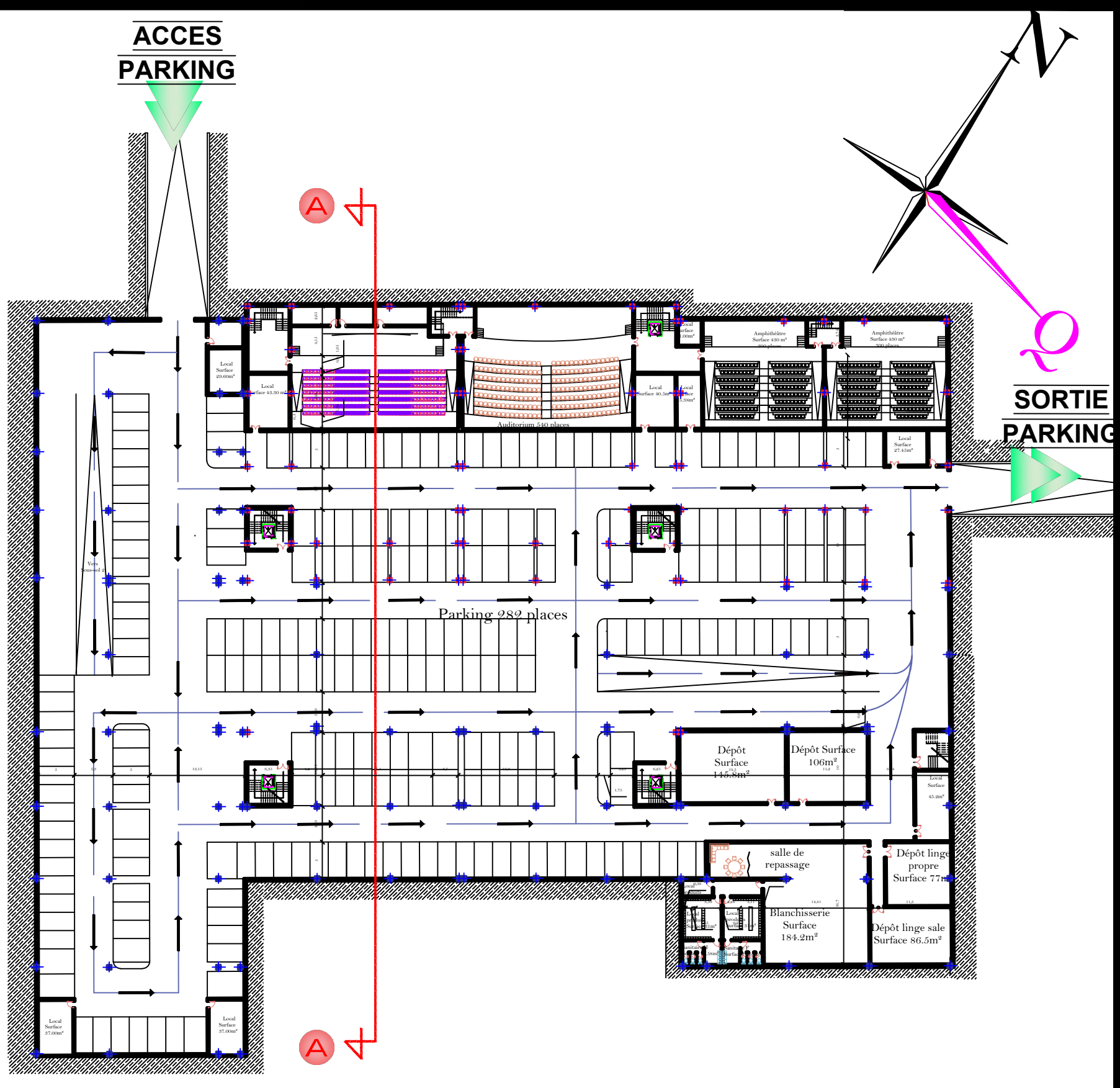


PLANS DE TOITURE "Pôle culturel"

ECH:1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

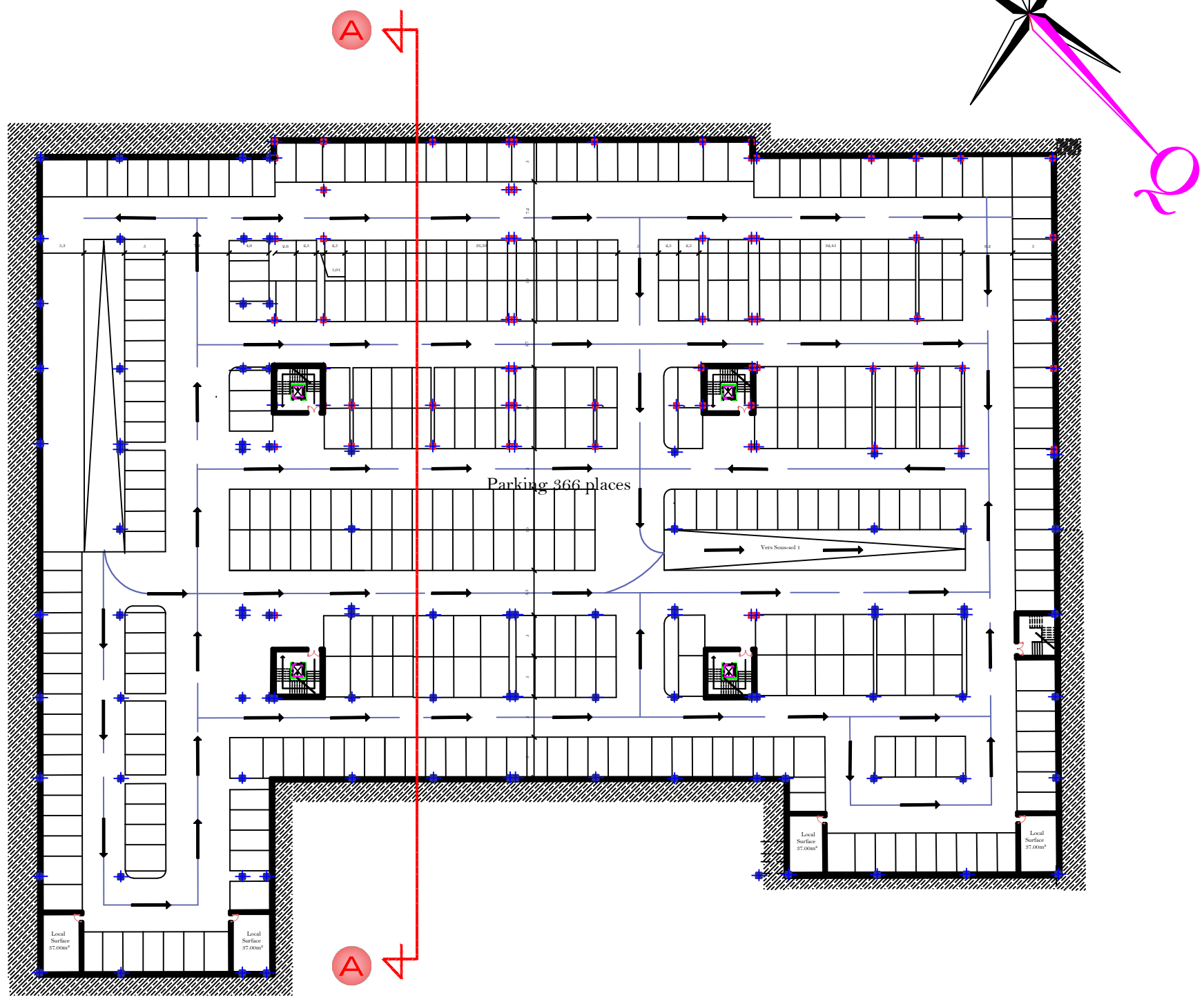
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLAN SOUS SOL 2 "pôle culturel"

ECH:1/200

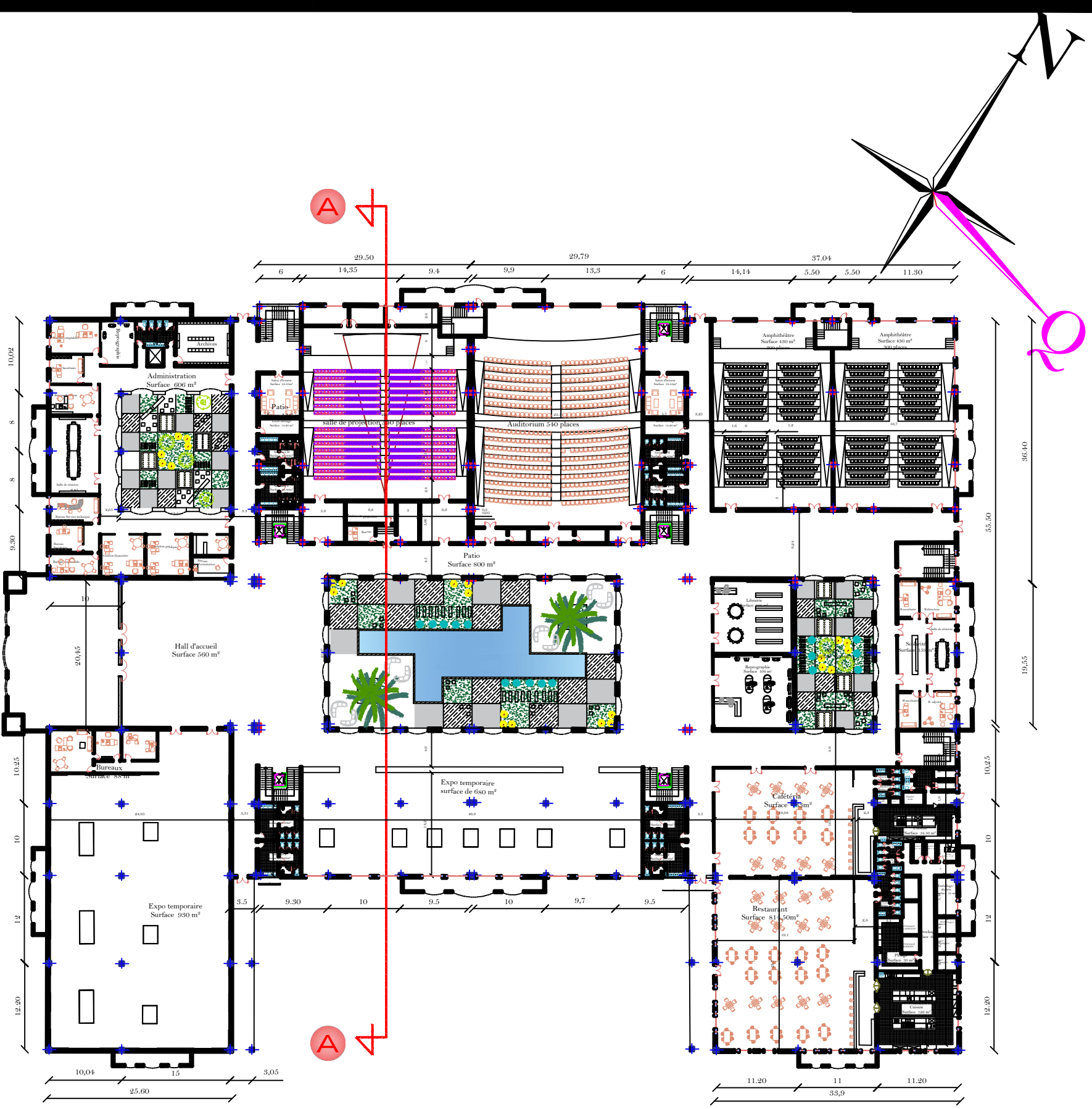
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLAN SOUS SOL 01 "pôle culturel"

ECH:1/200

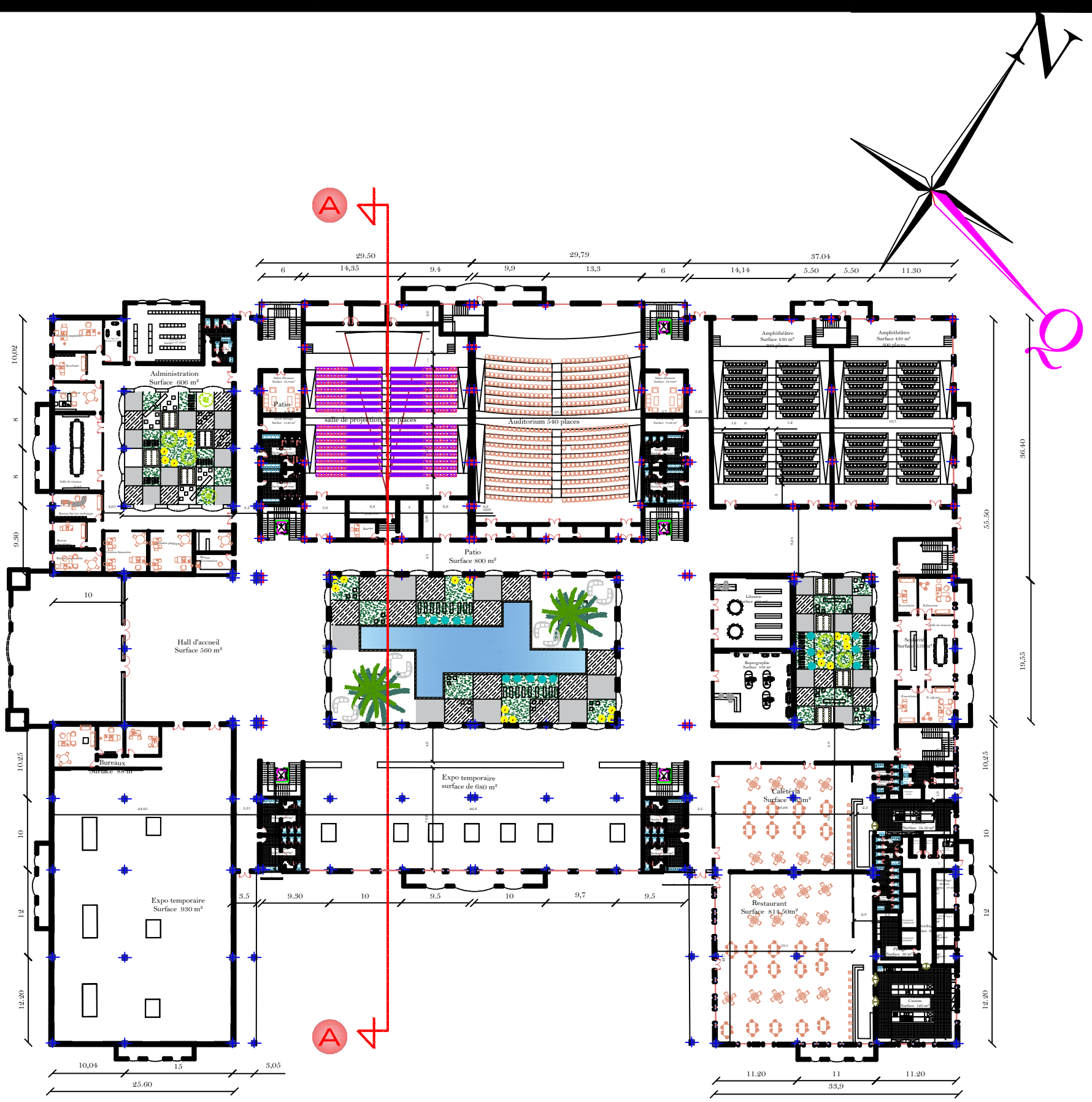
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLAN R.D.C "pôle culturel"

ECH:1/200

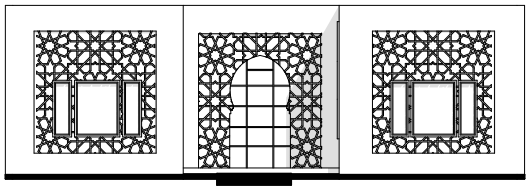
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

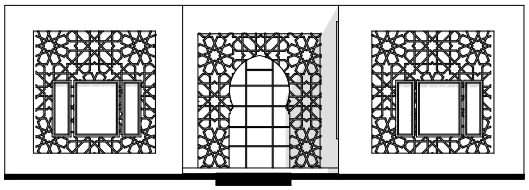


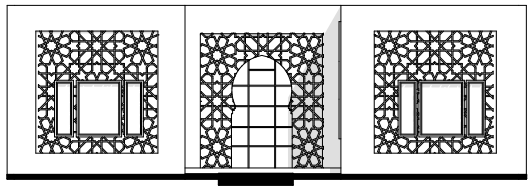
PLAN R.D.C "pôle culturel"

ECH:1/200

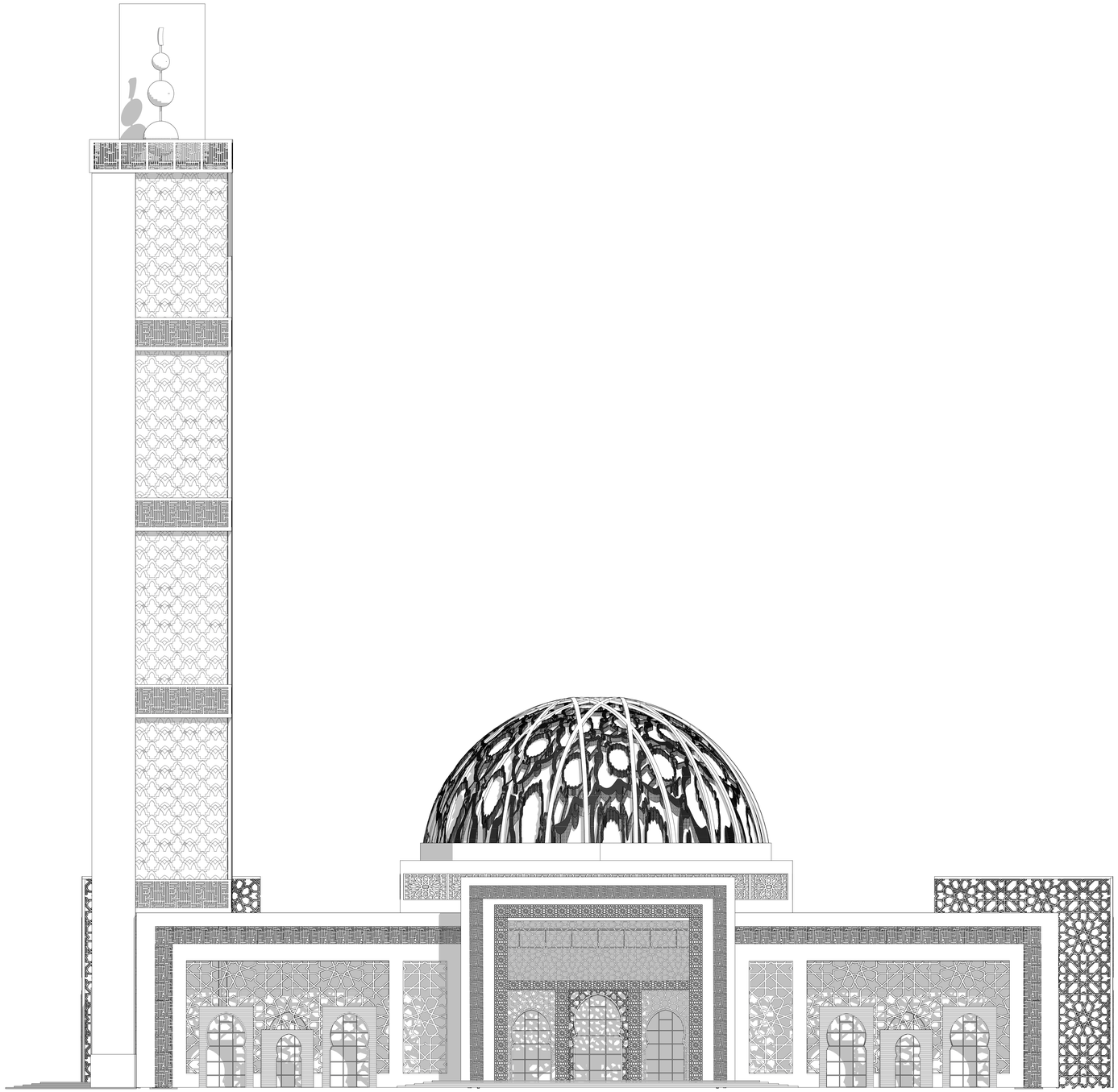
	UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE	
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM







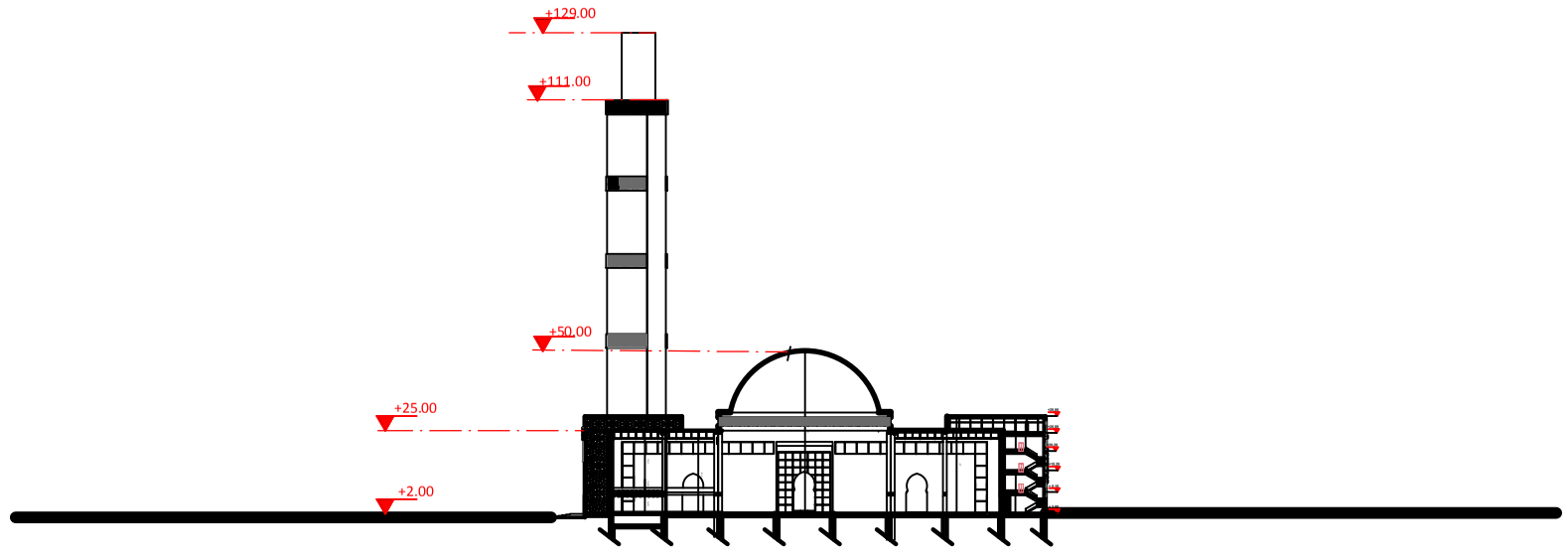
Façade maisons



Façade principale

COUPE A.A

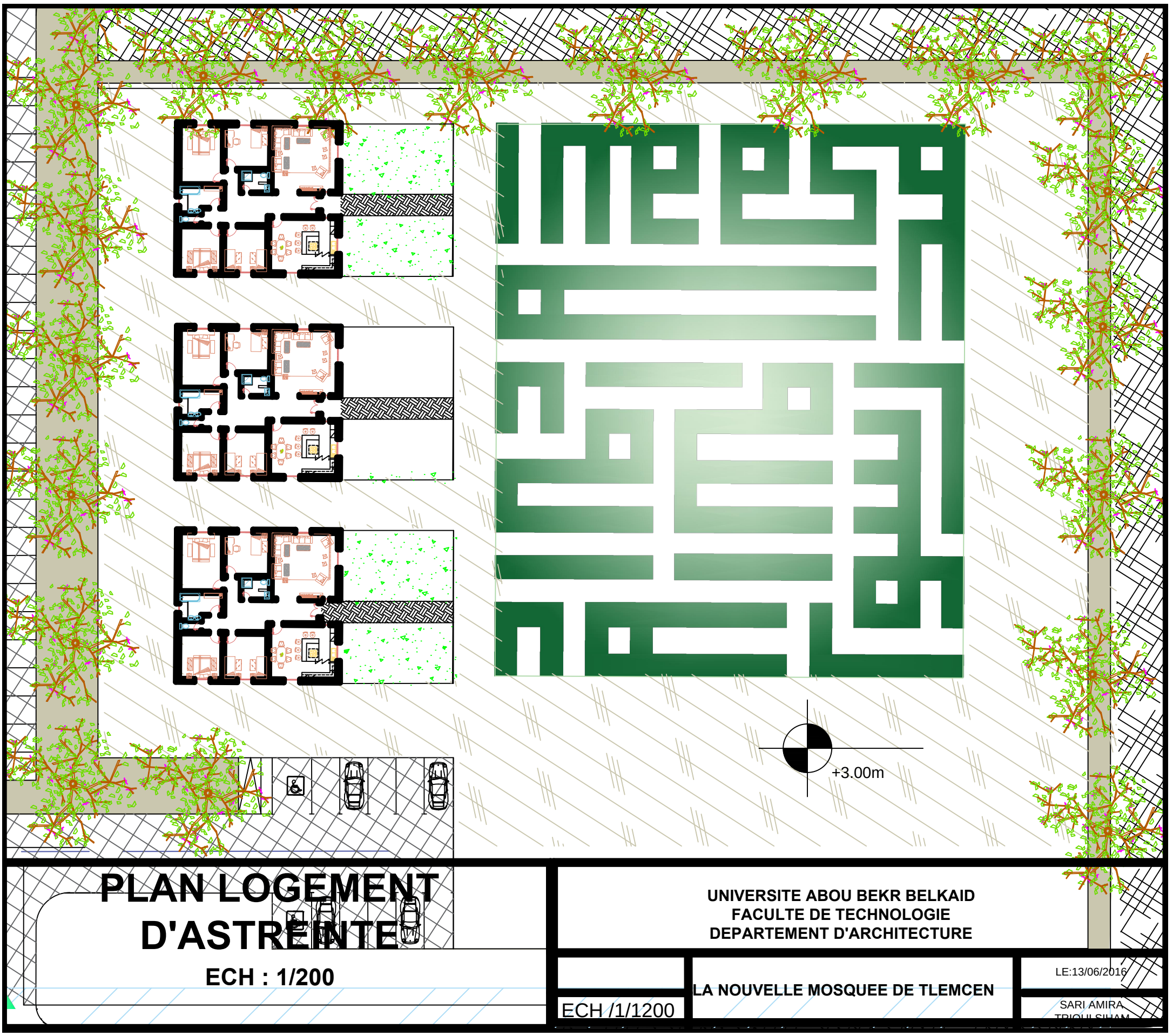
ECH :1/200



COUPE B.B

ECH :1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH /1/600	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLAN LOGEMENT D'ASTREINTE

ECH : 1/200

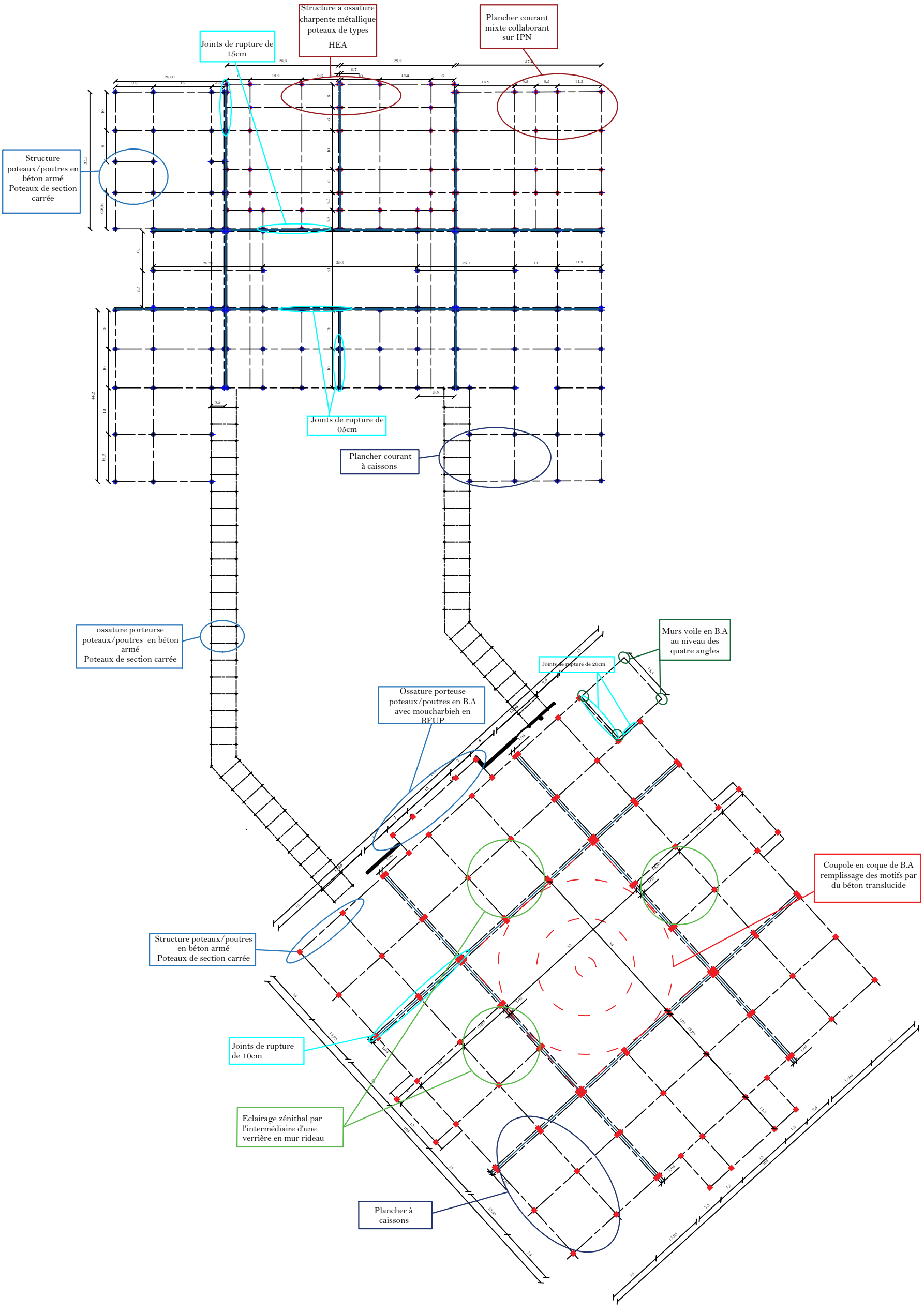
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH /1/1200

LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN

LE:13/06/2016

SARI AMIRA
TRIQUI SIHAM

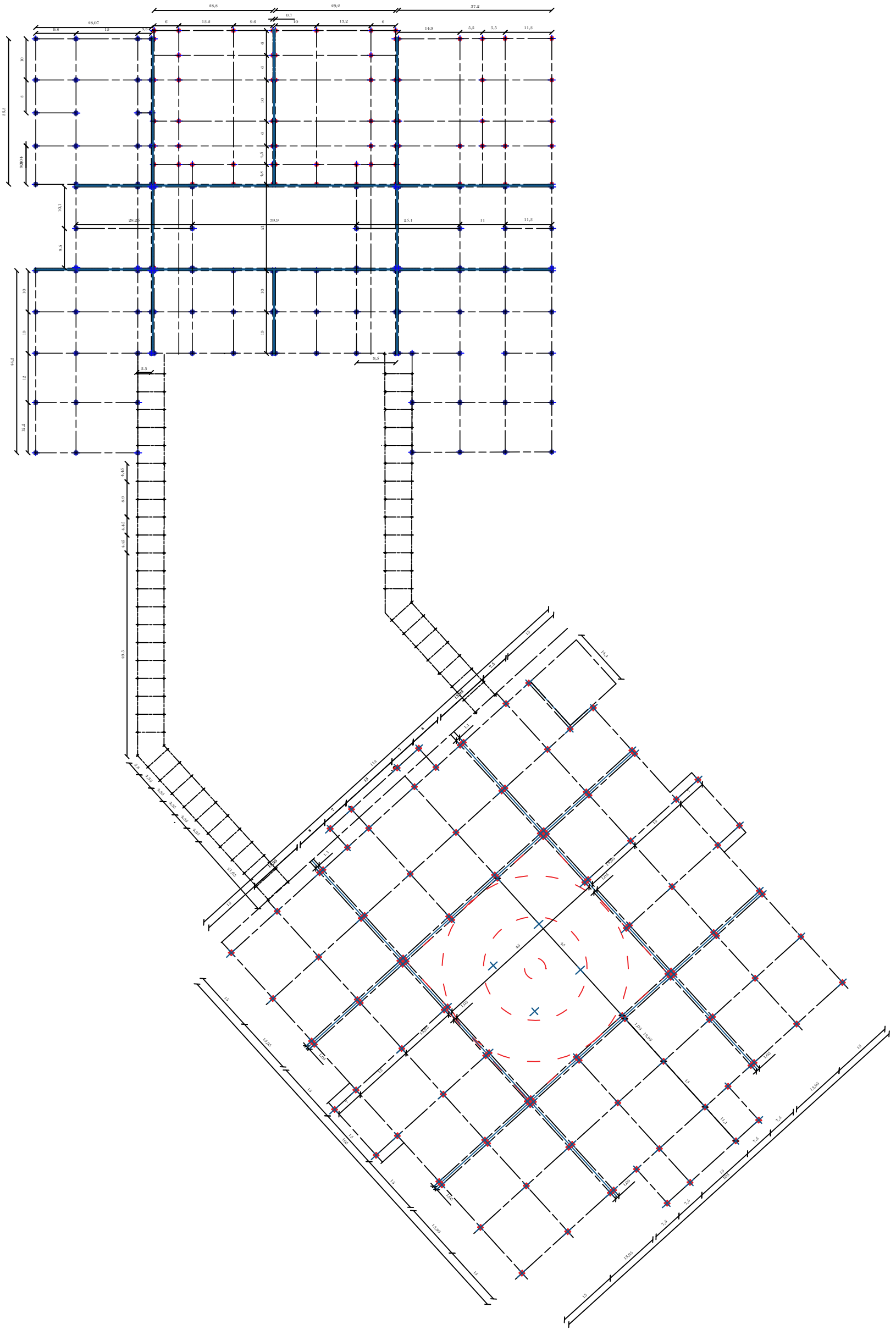


PLAN DE REPERAGE STRUCTUREL GLOBAL

ECH : 1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

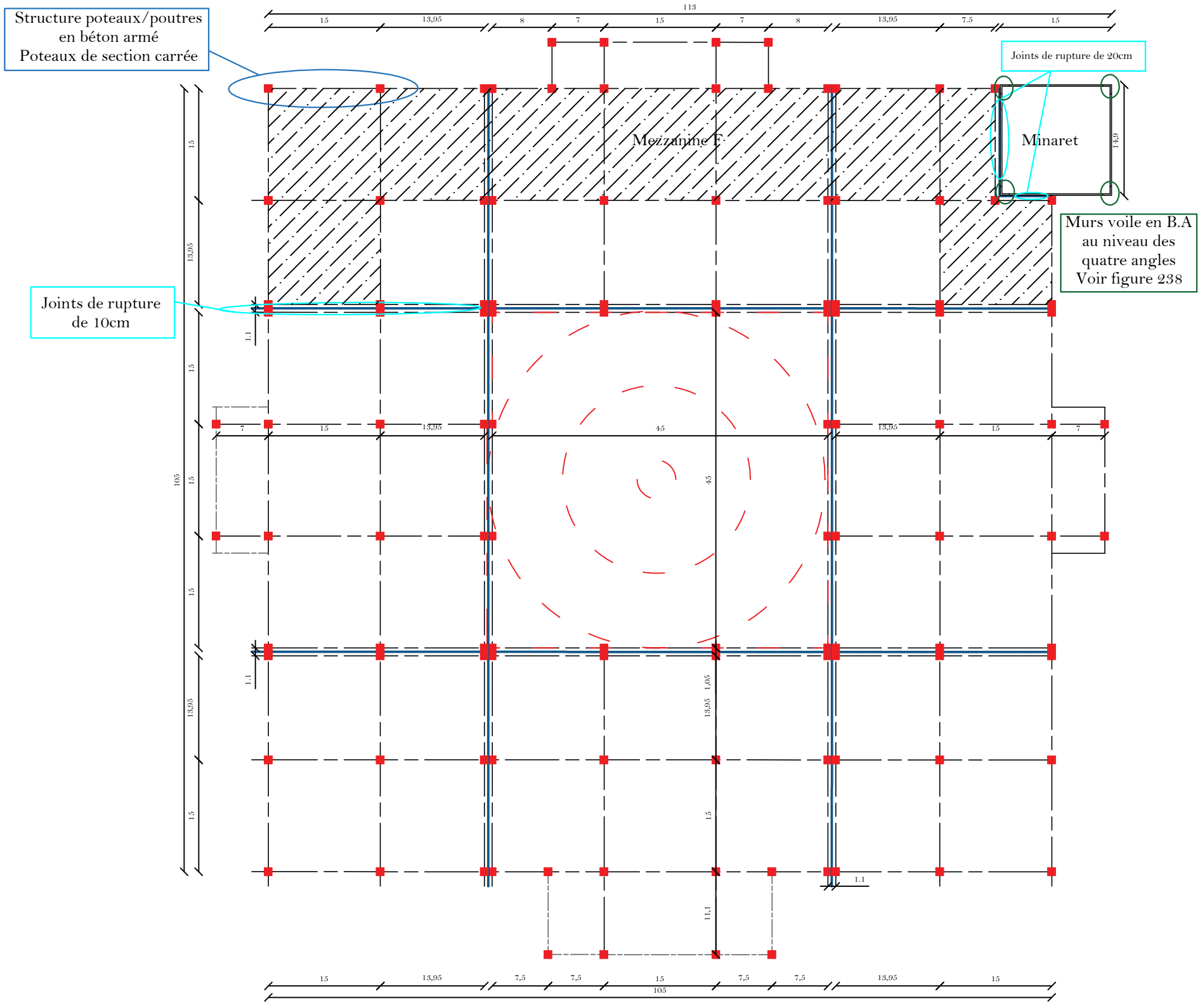


PLAN DE STRUCTURE GLOBAL

ECH : 1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

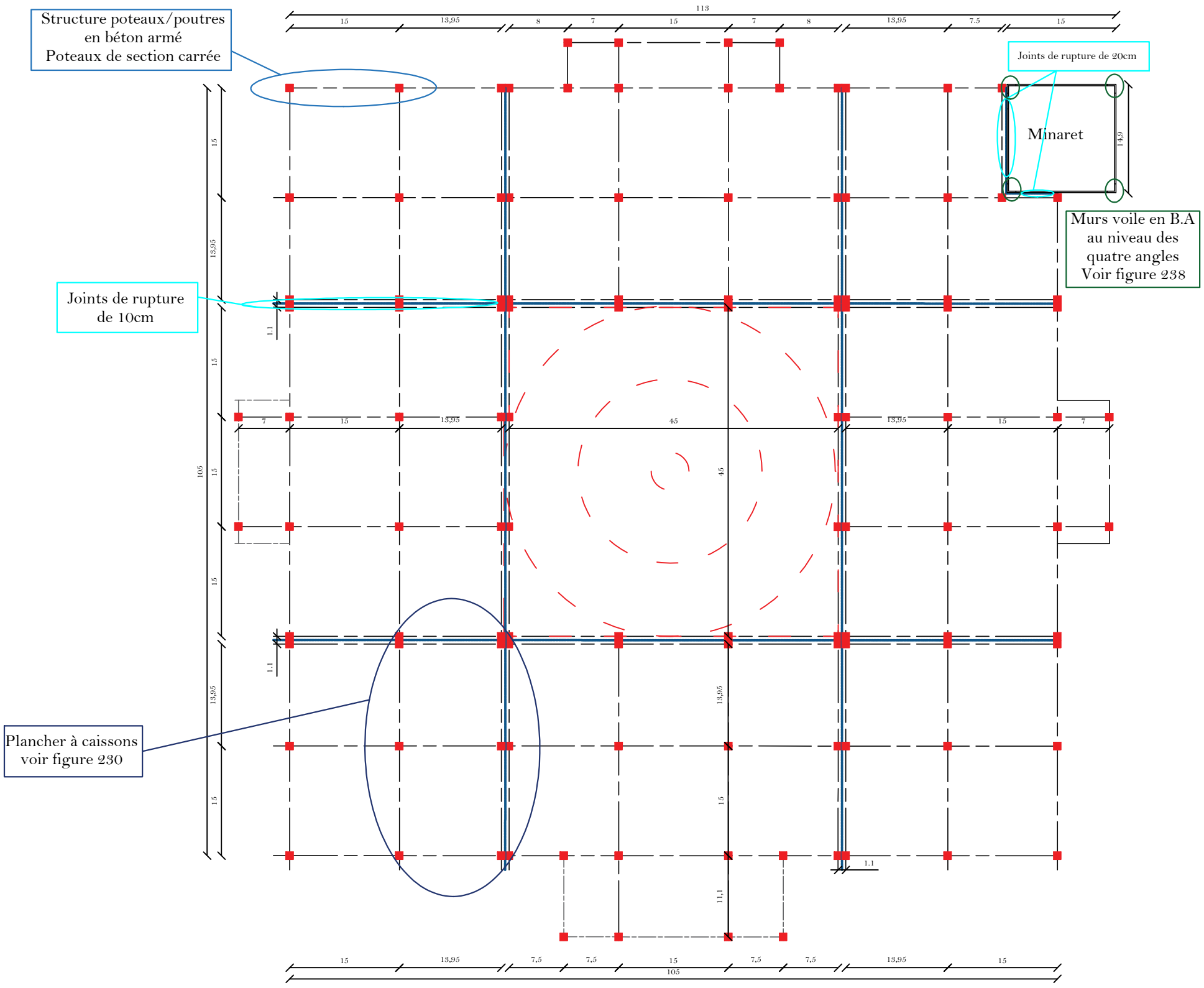


PLAN DE REPERAGE STRUCTUREL "Mosquée"

Niveau :MEZZANINE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

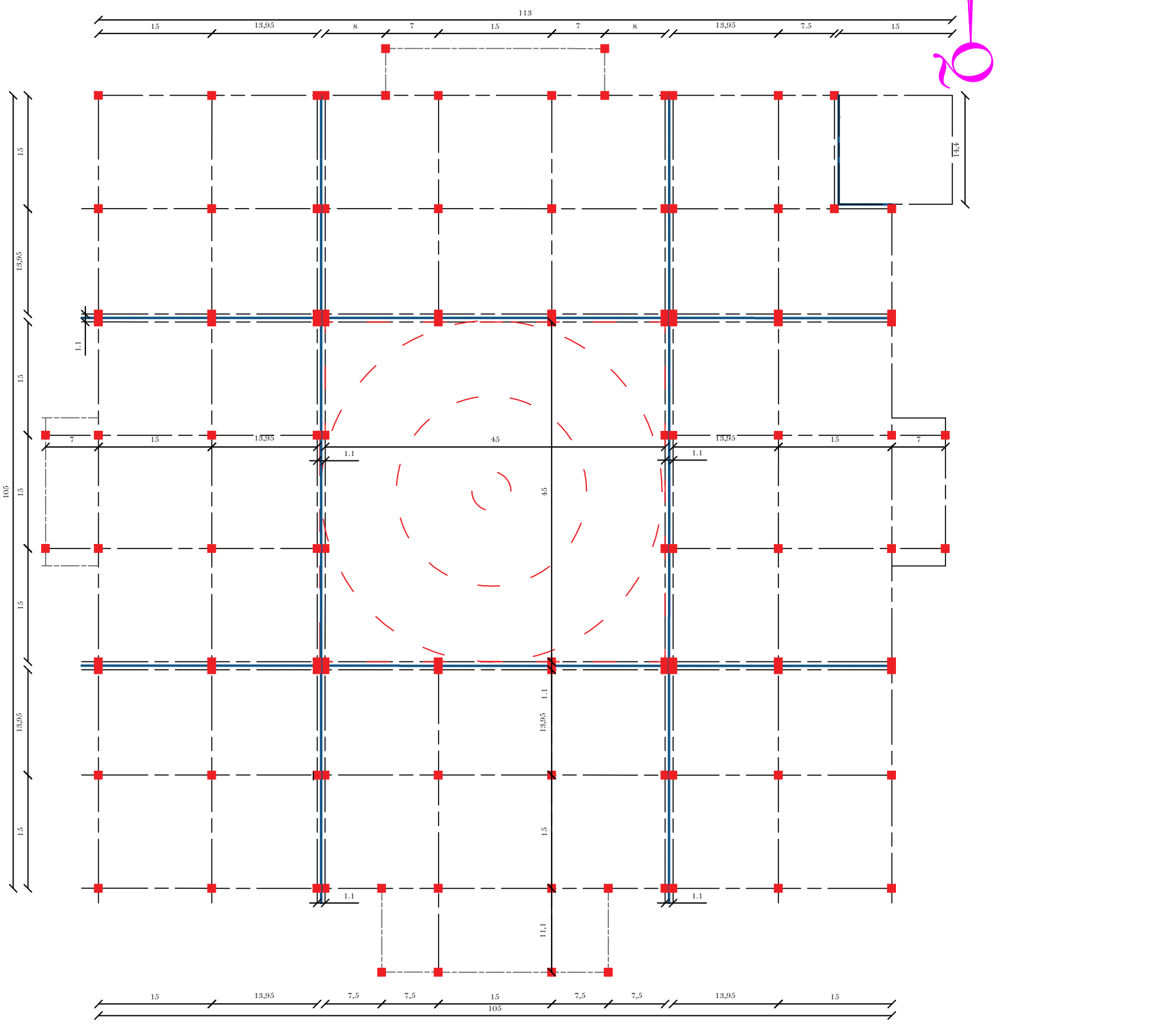


PLAN DE REPERAGE STRUCTUREL "Mosquée"

Niveau :R.D.C

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

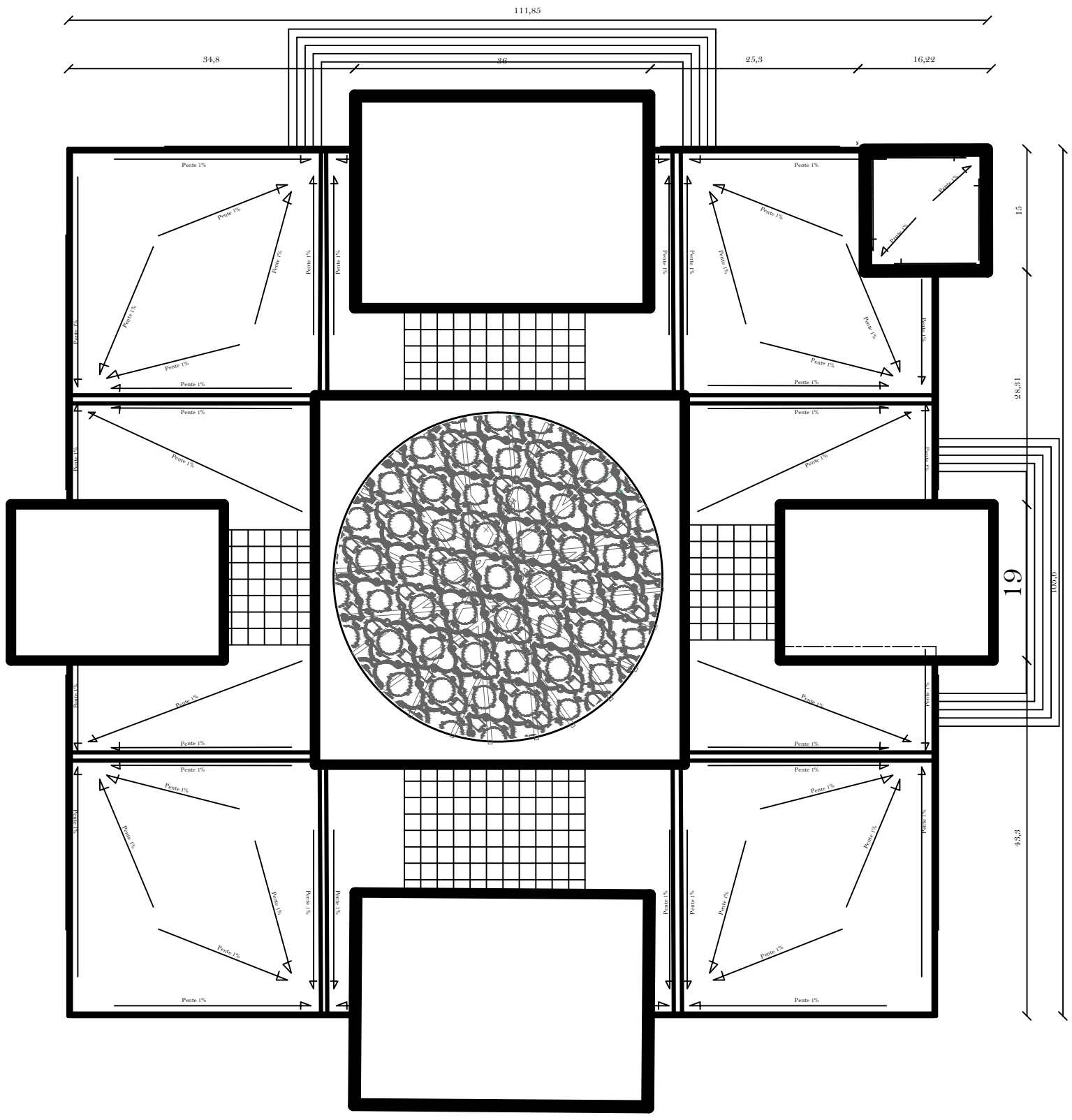
	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
ECH :1/200		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLAN DE STRUCTURE

ECH:1/200

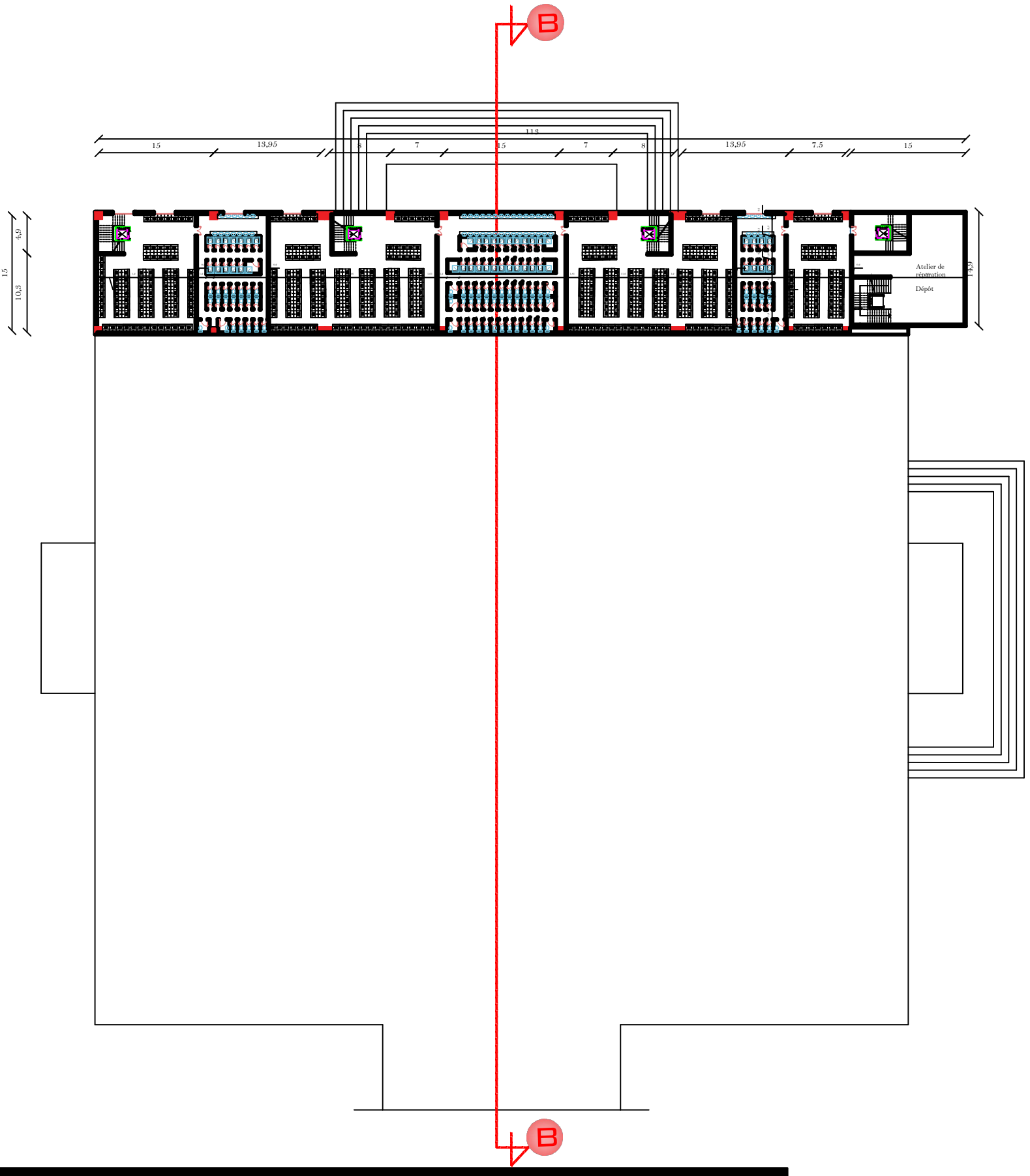
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLANS DE TOITURE "Mosquée"

ECH:1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

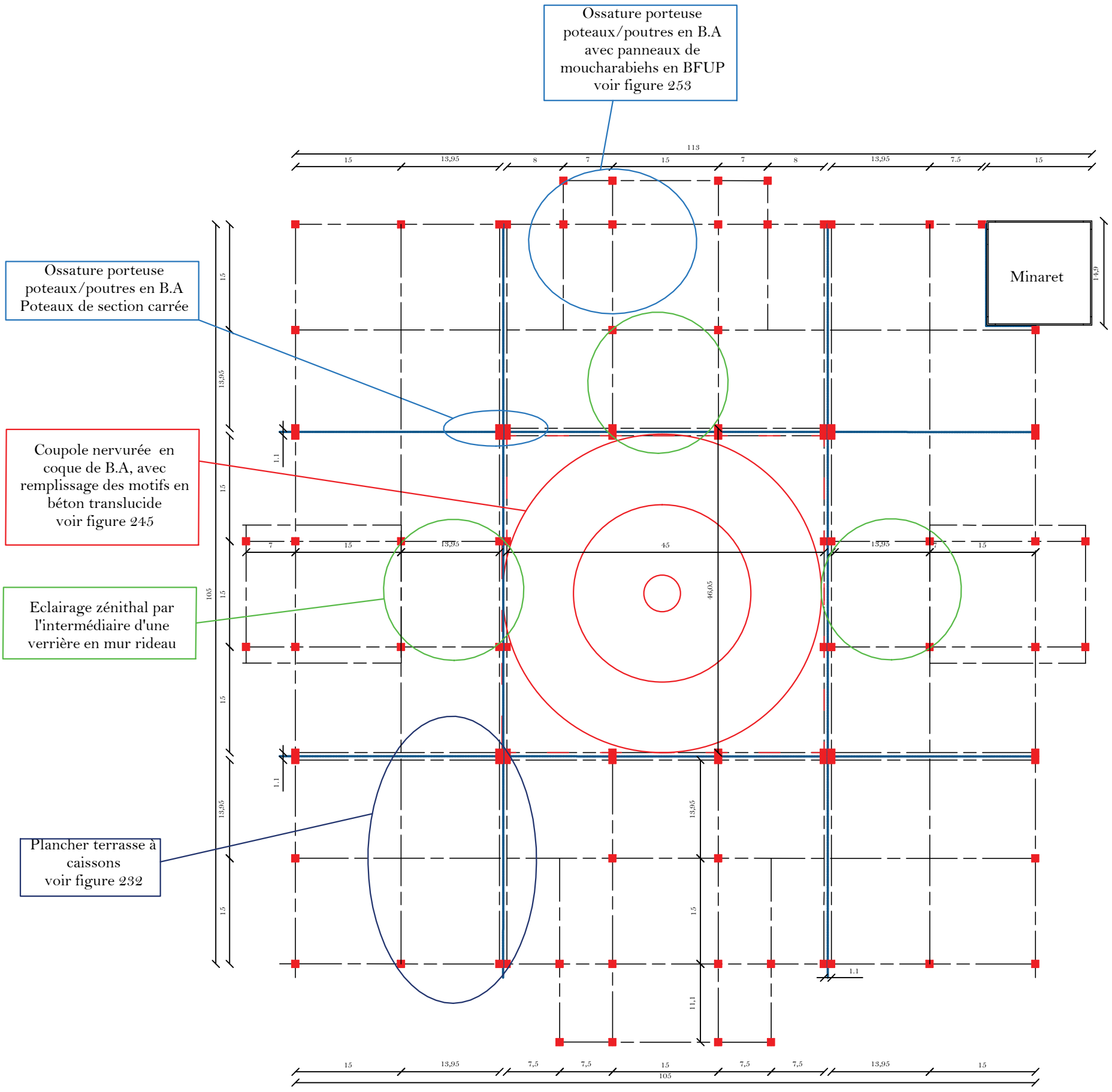


PLANS ENTRE SOL "Mosquée"

ECH:1/200

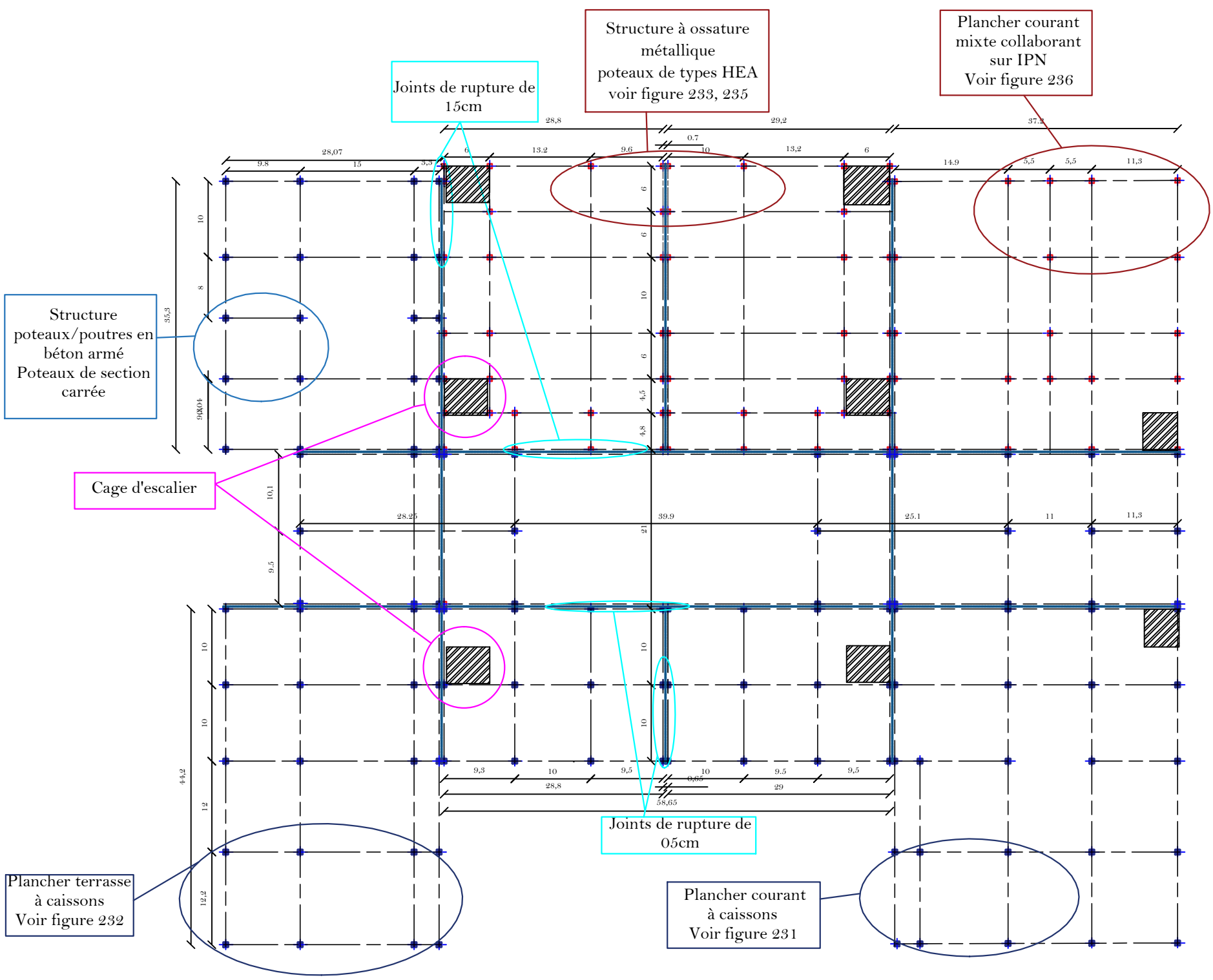
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLAN DE REPERAGE STRUCTUREL "Mosquée"
Niveau :TOITURE ECH :1/200

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM

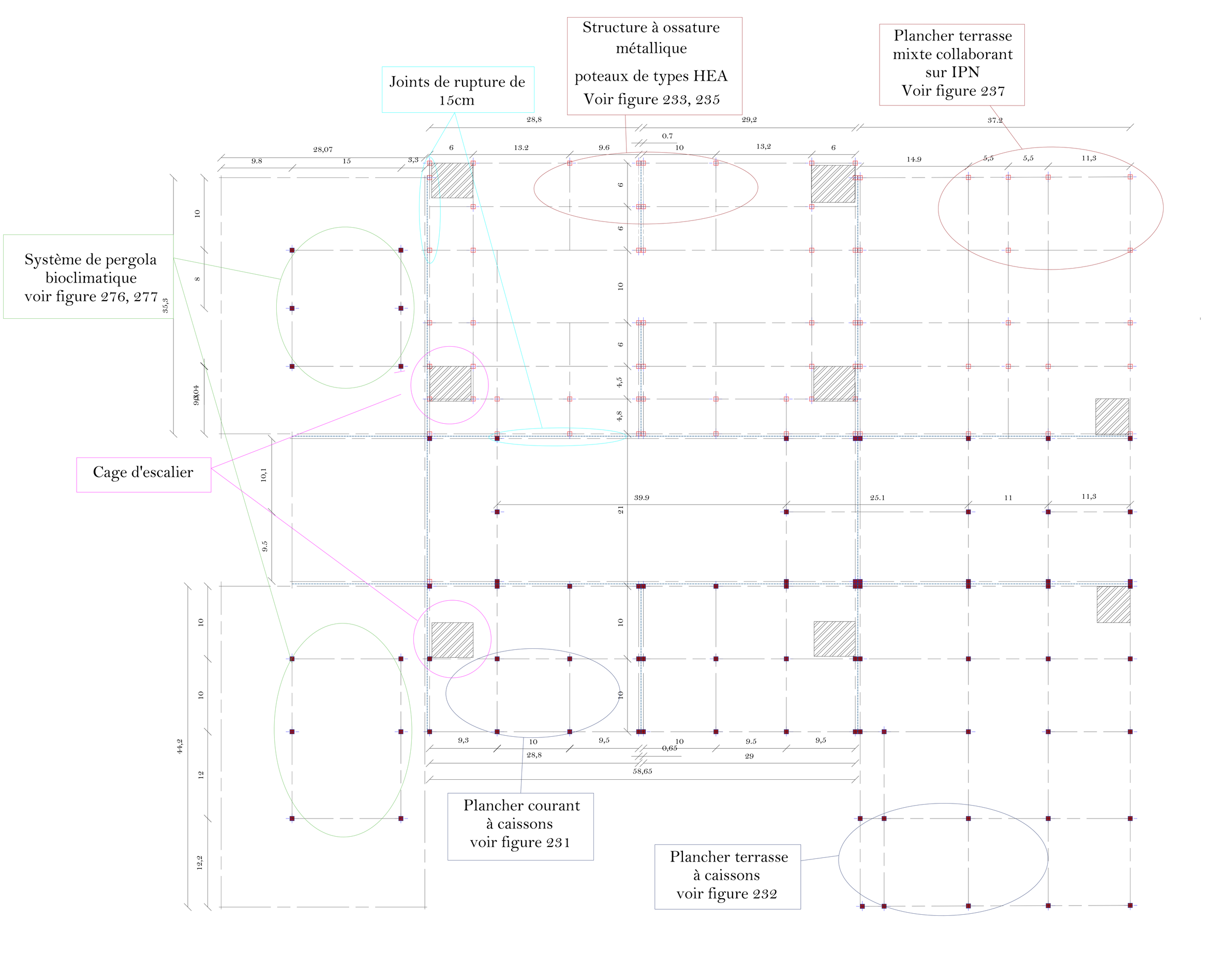


PLAN DE REPERAGE STRUCTUREL "Pôle culturel"

Niveau: R.D.C ECH: 1/200

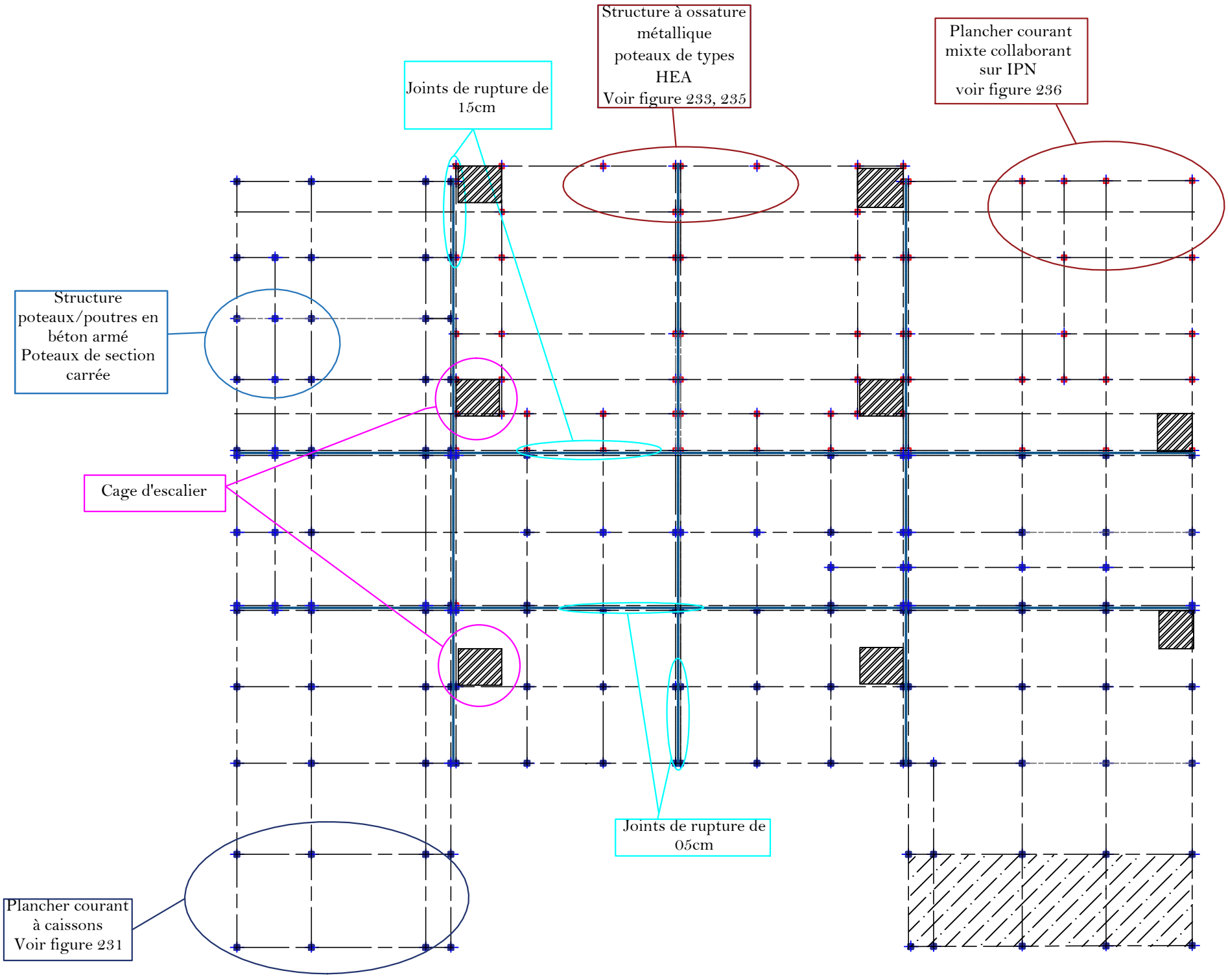
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
ECH :1/200		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



PLAN DE REPERAGE STRUCTURELLE "Pôle culturel"
Niveau 1 ECH: 1/200

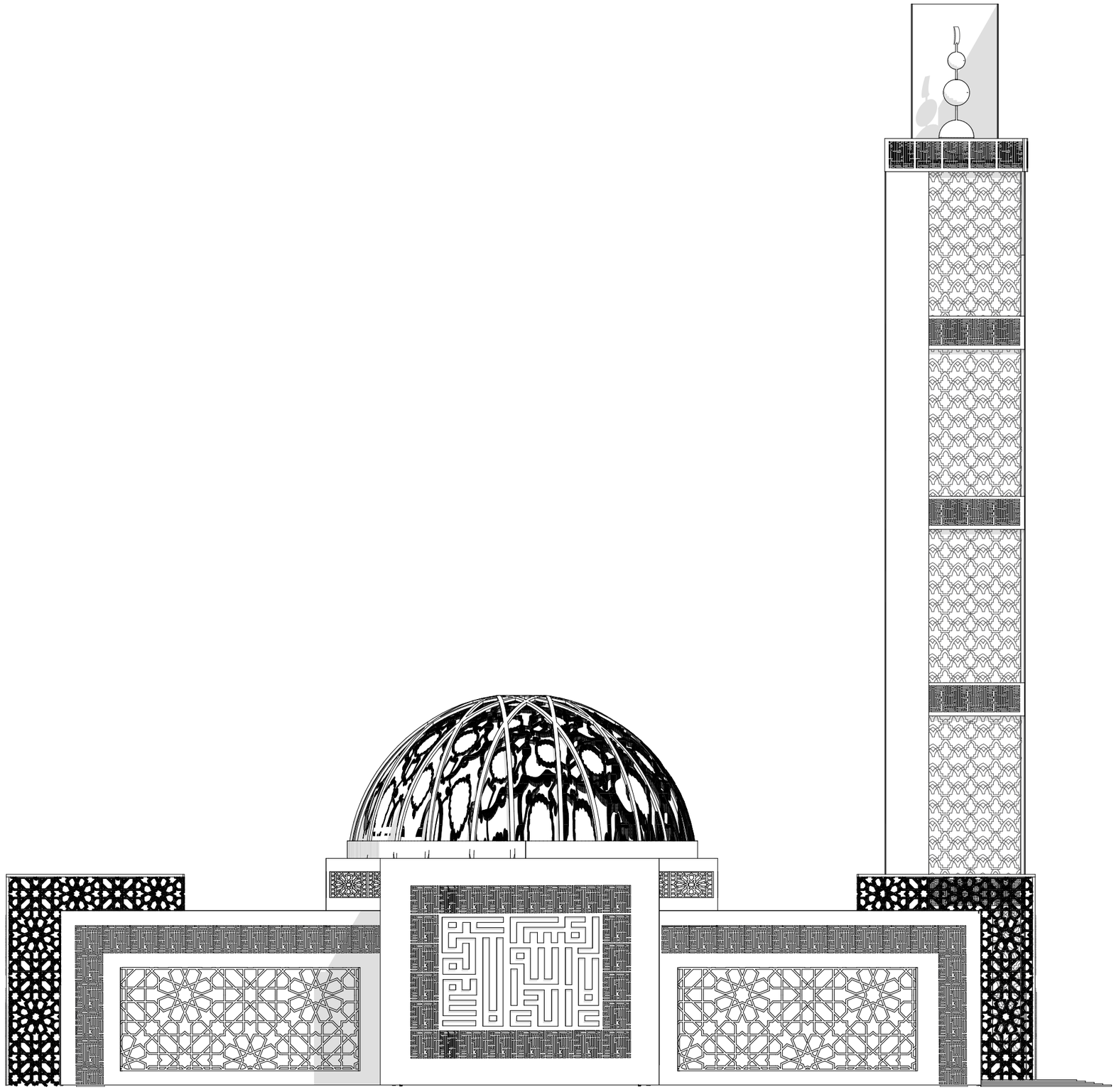
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



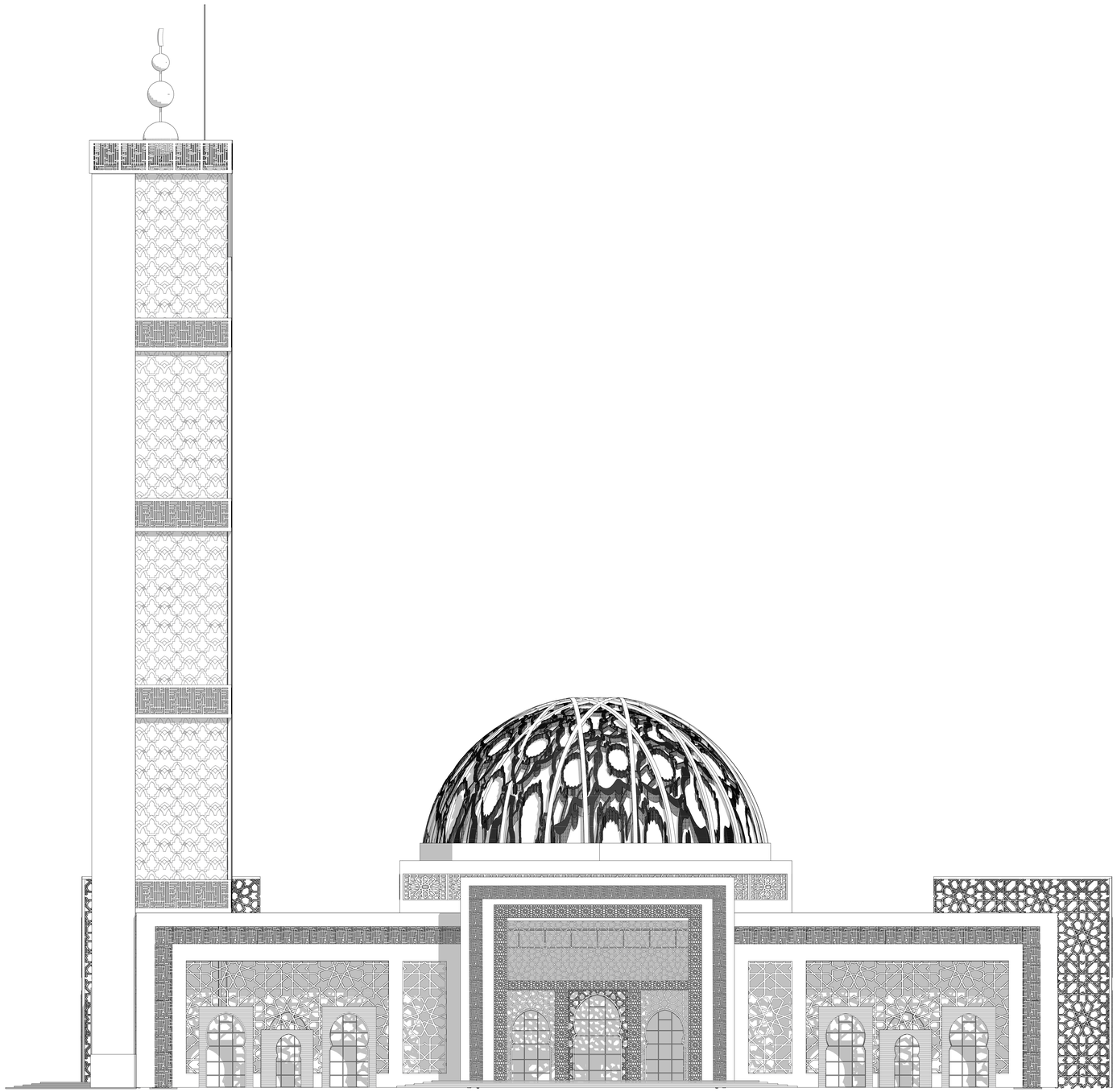
PLAN DE REPERAGE STRUCTUREL "Pôle culturel"

Niveau: SOUS SOL ECH: 1/200

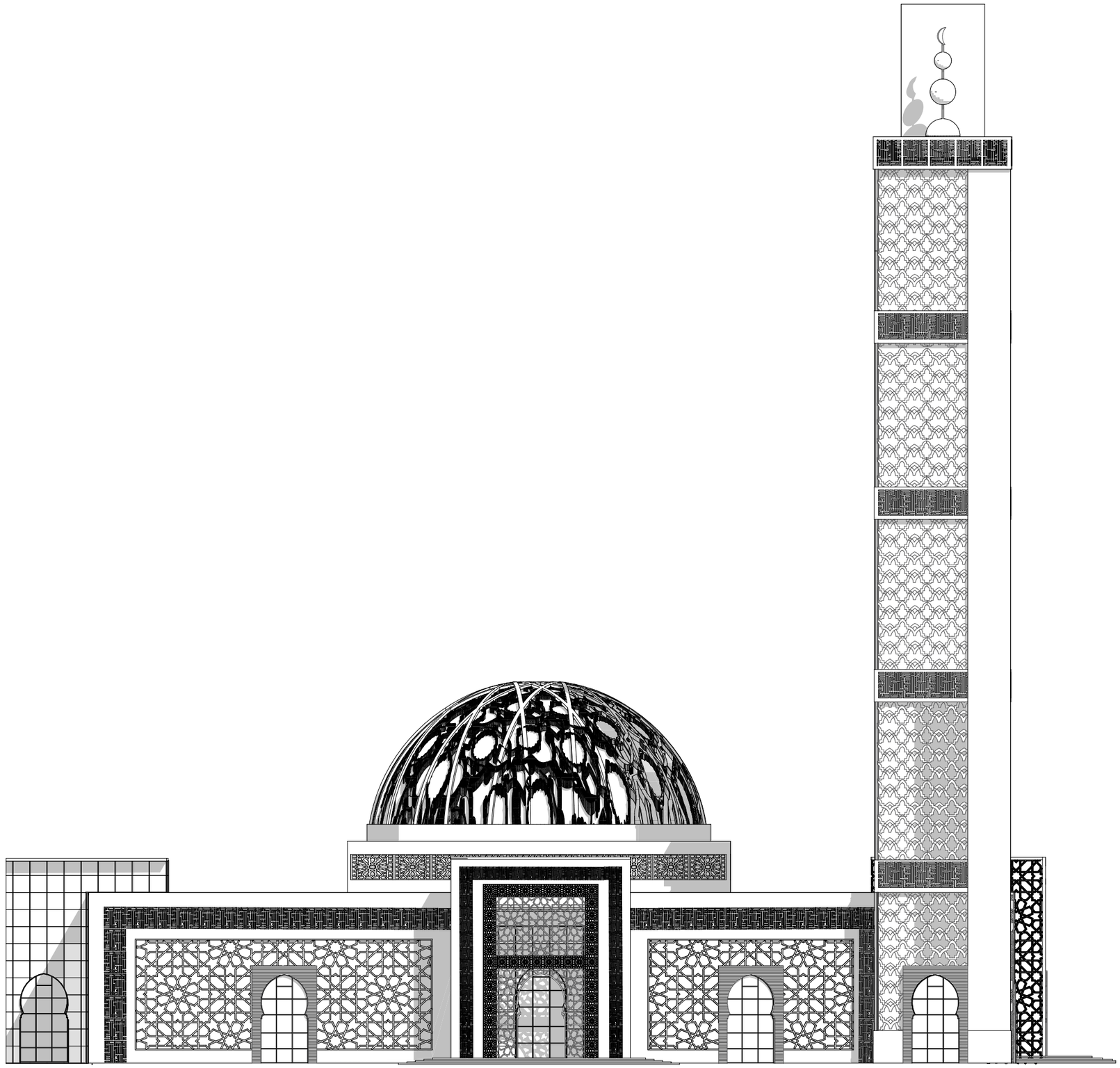
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE		
ECH :1/200	LA NOUVELLE MOSQUEE DE TLEMCEN	LE:13/06/2016
		SARI AMIRA TRIQUI SIHAM



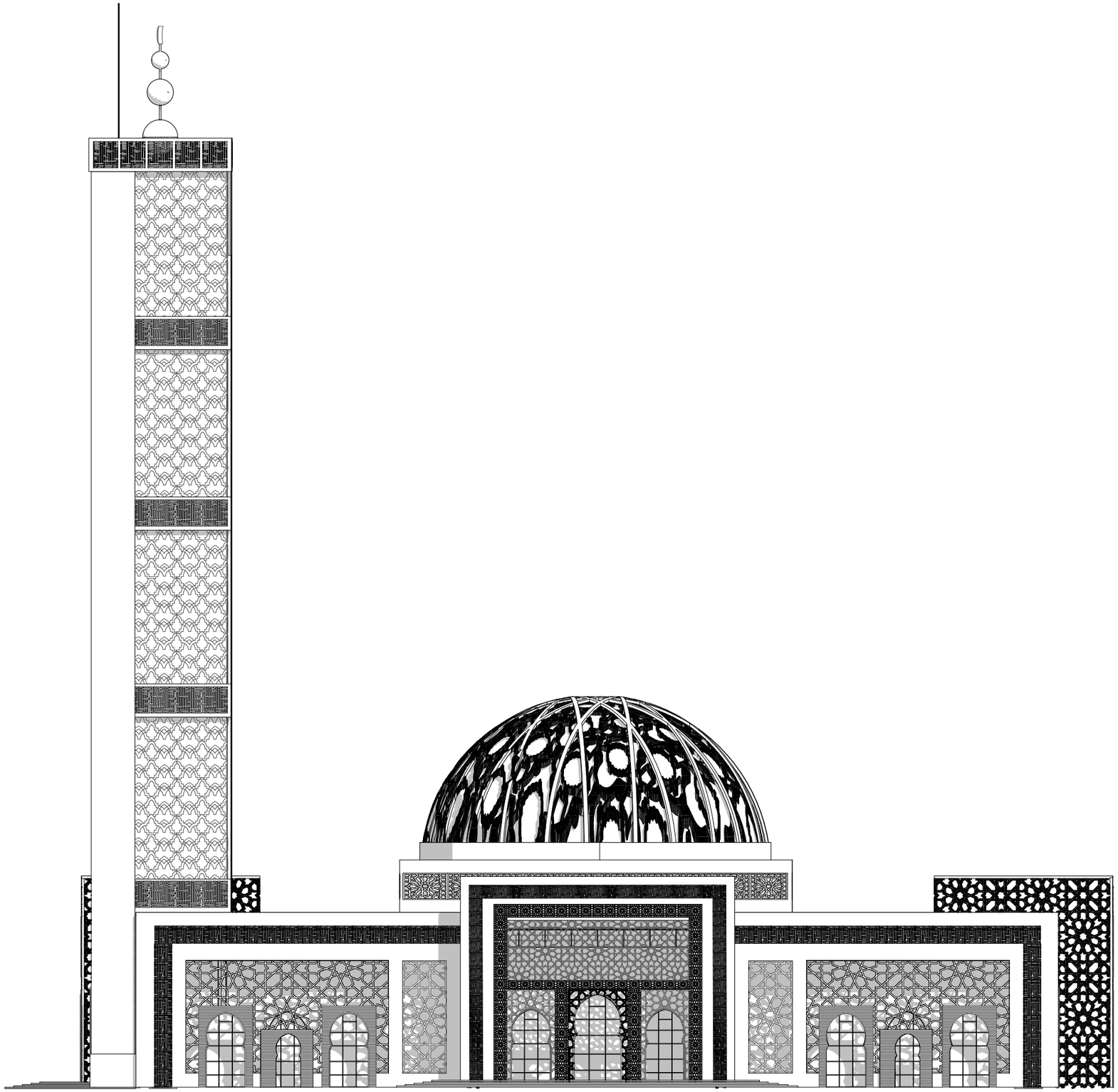
façade mur qibli



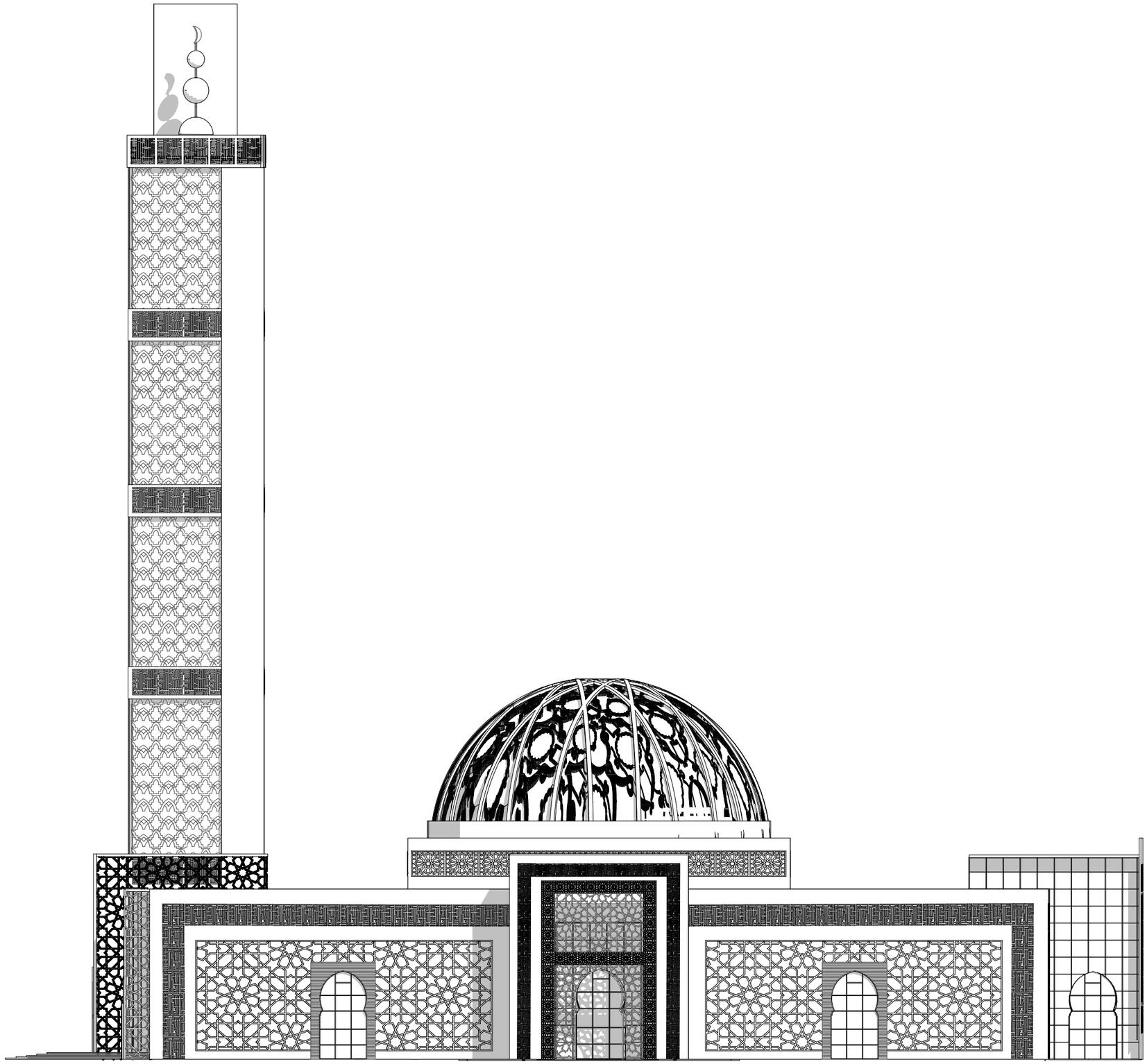
Façade principale



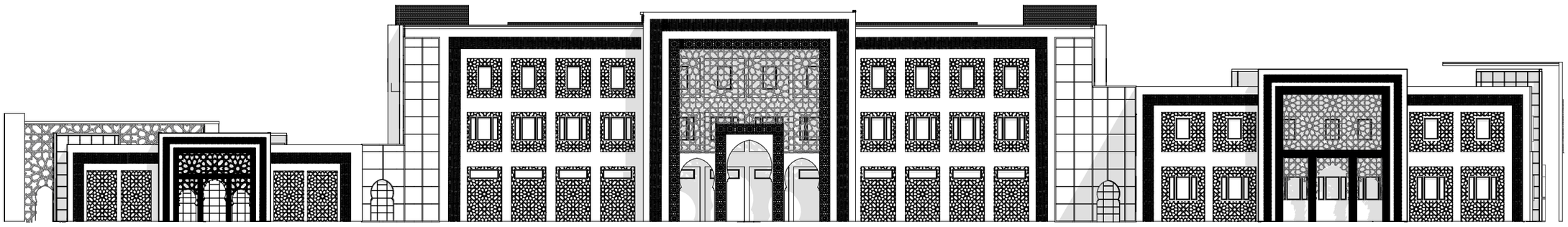
Façade latérale EST



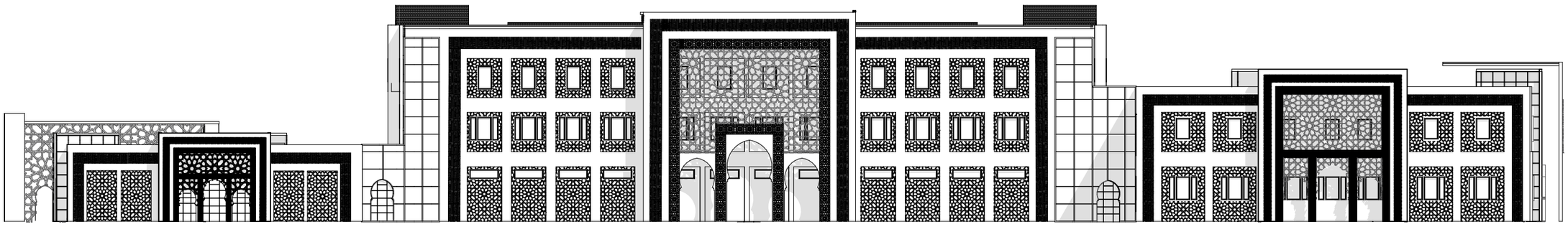
Façade principale



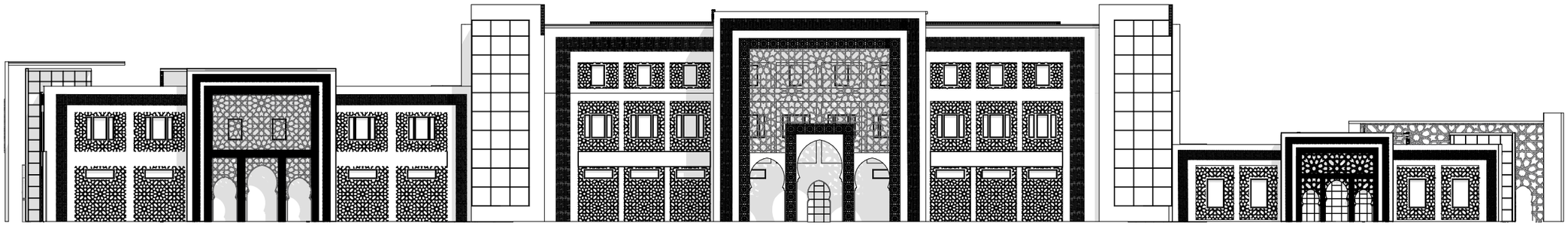
Façade latérale ouest



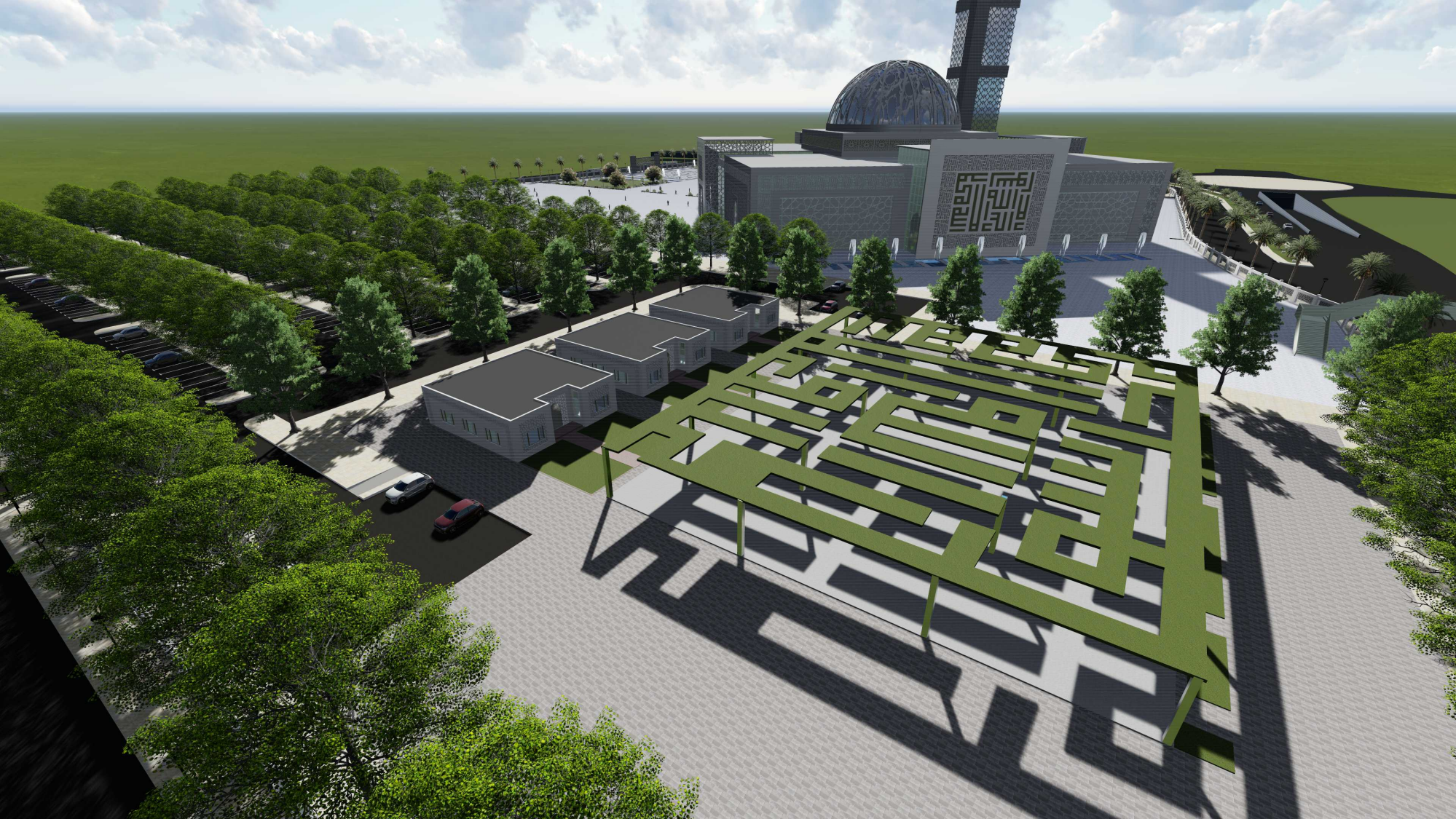
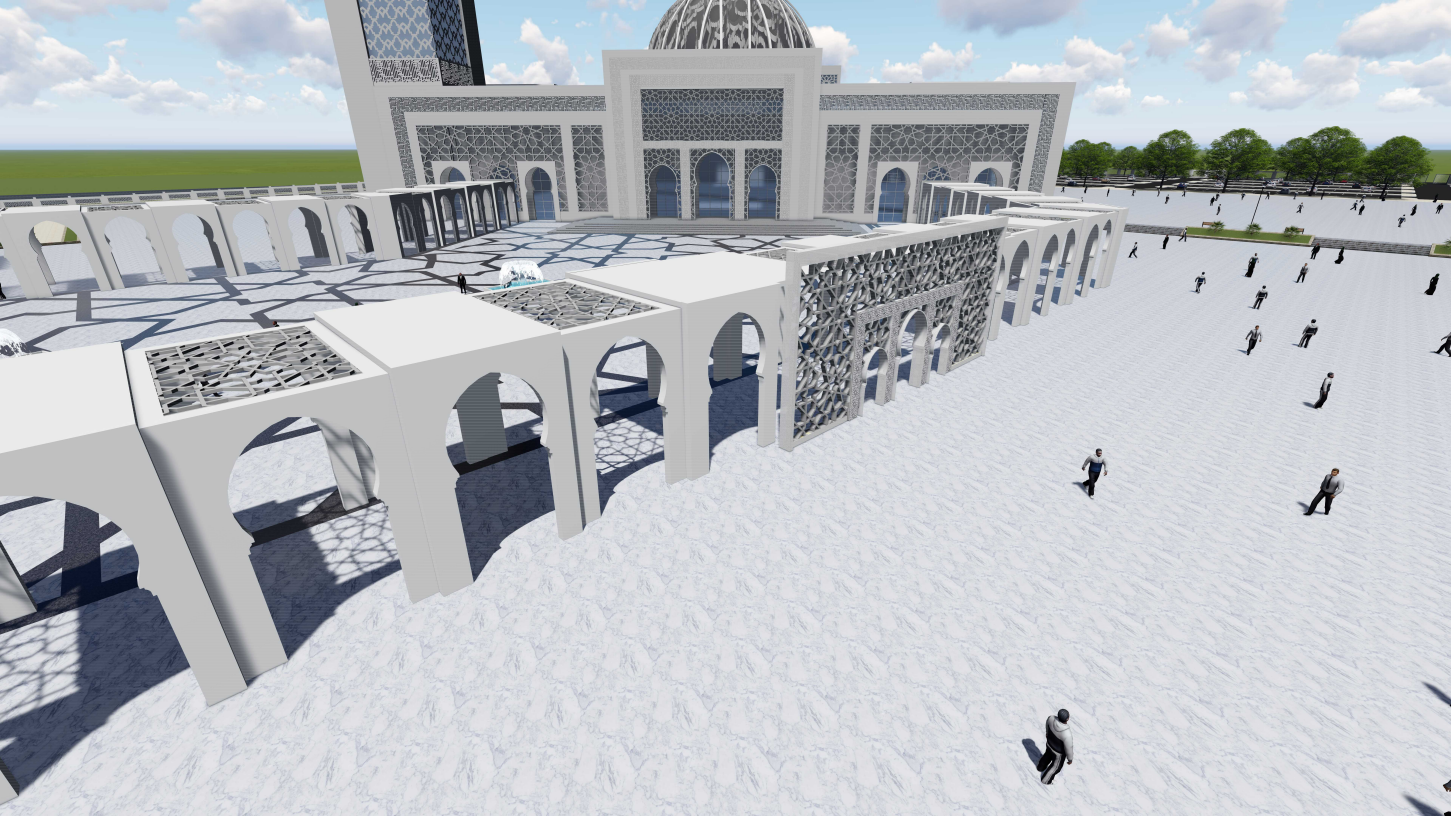
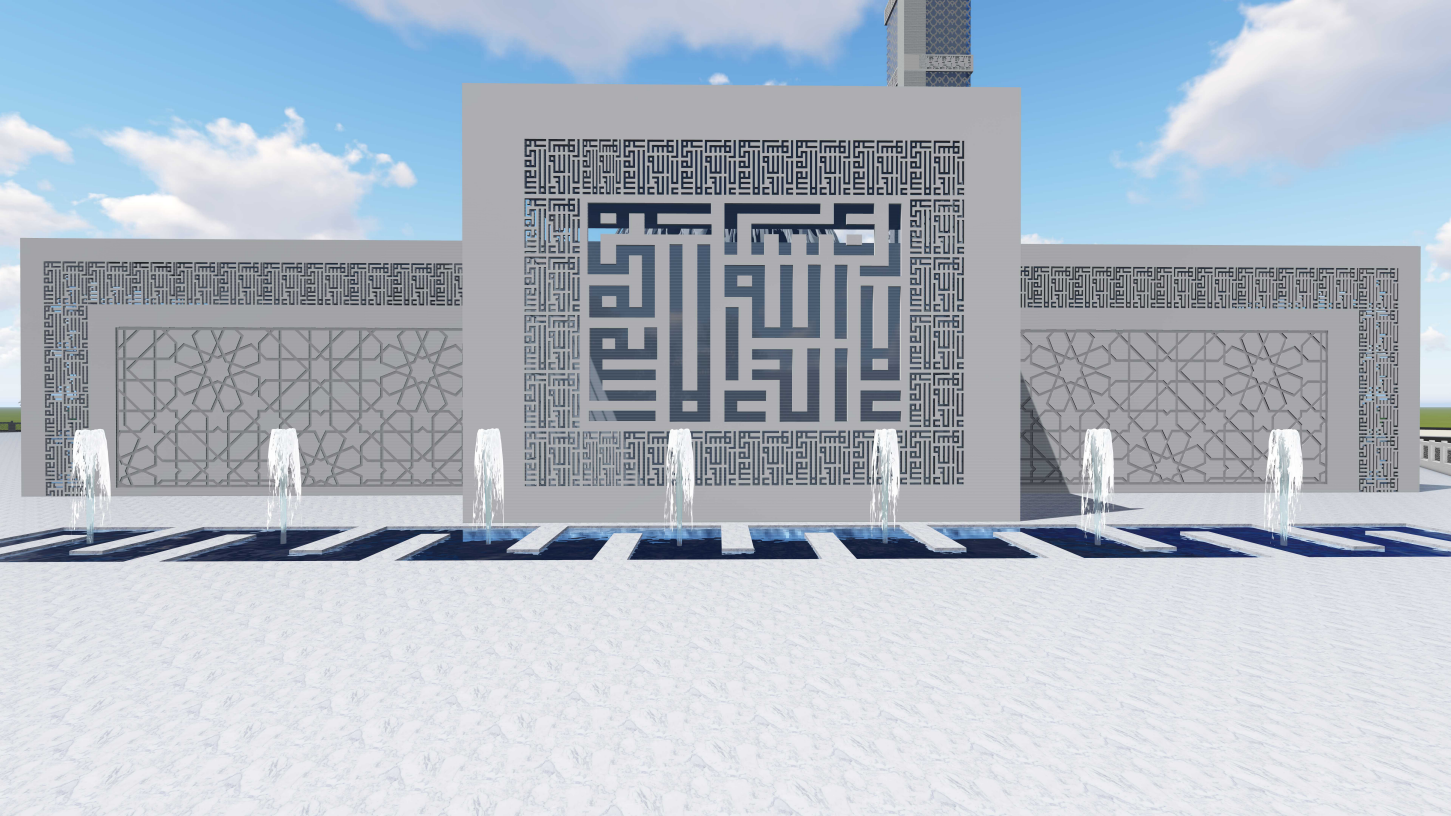
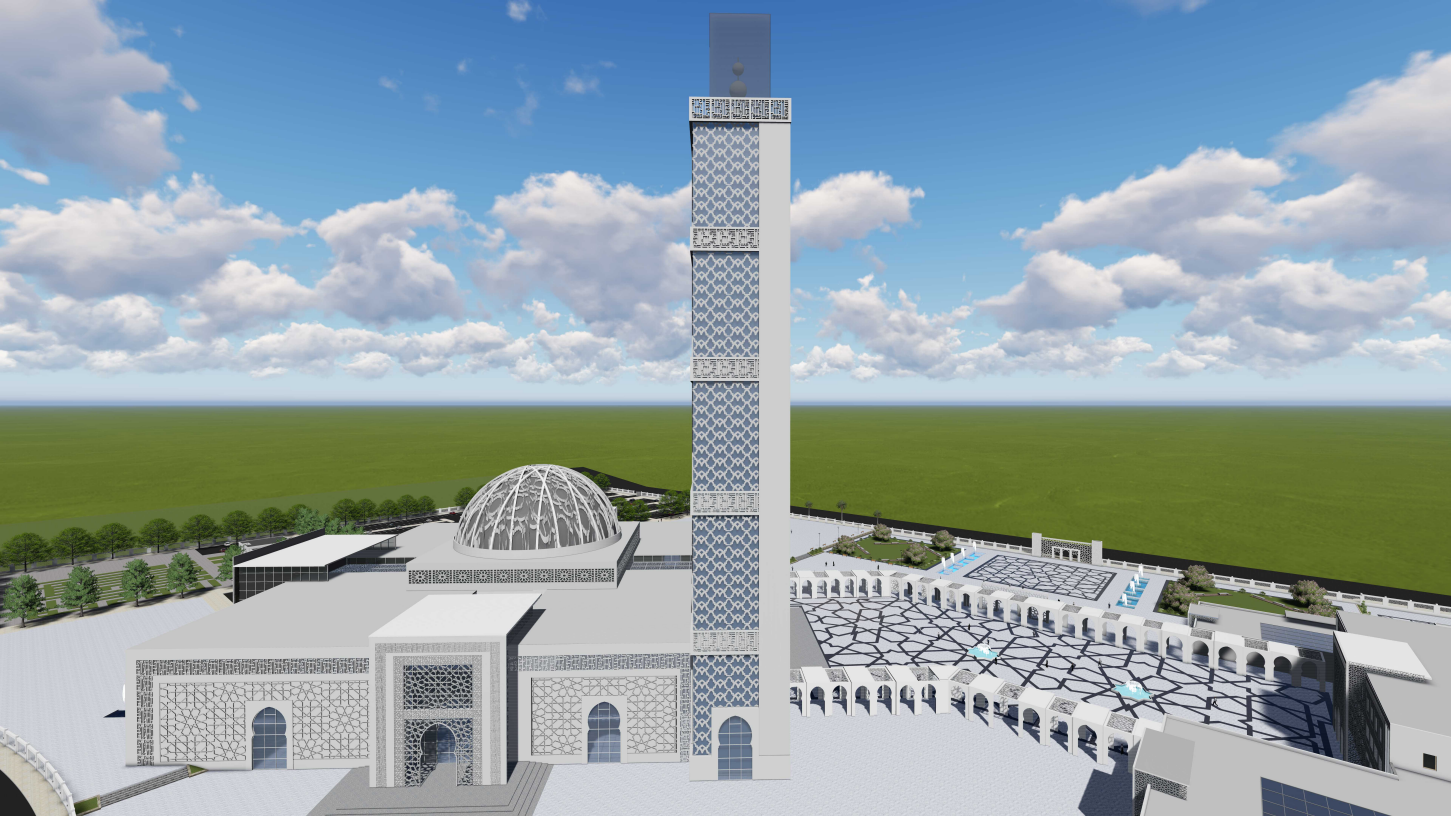
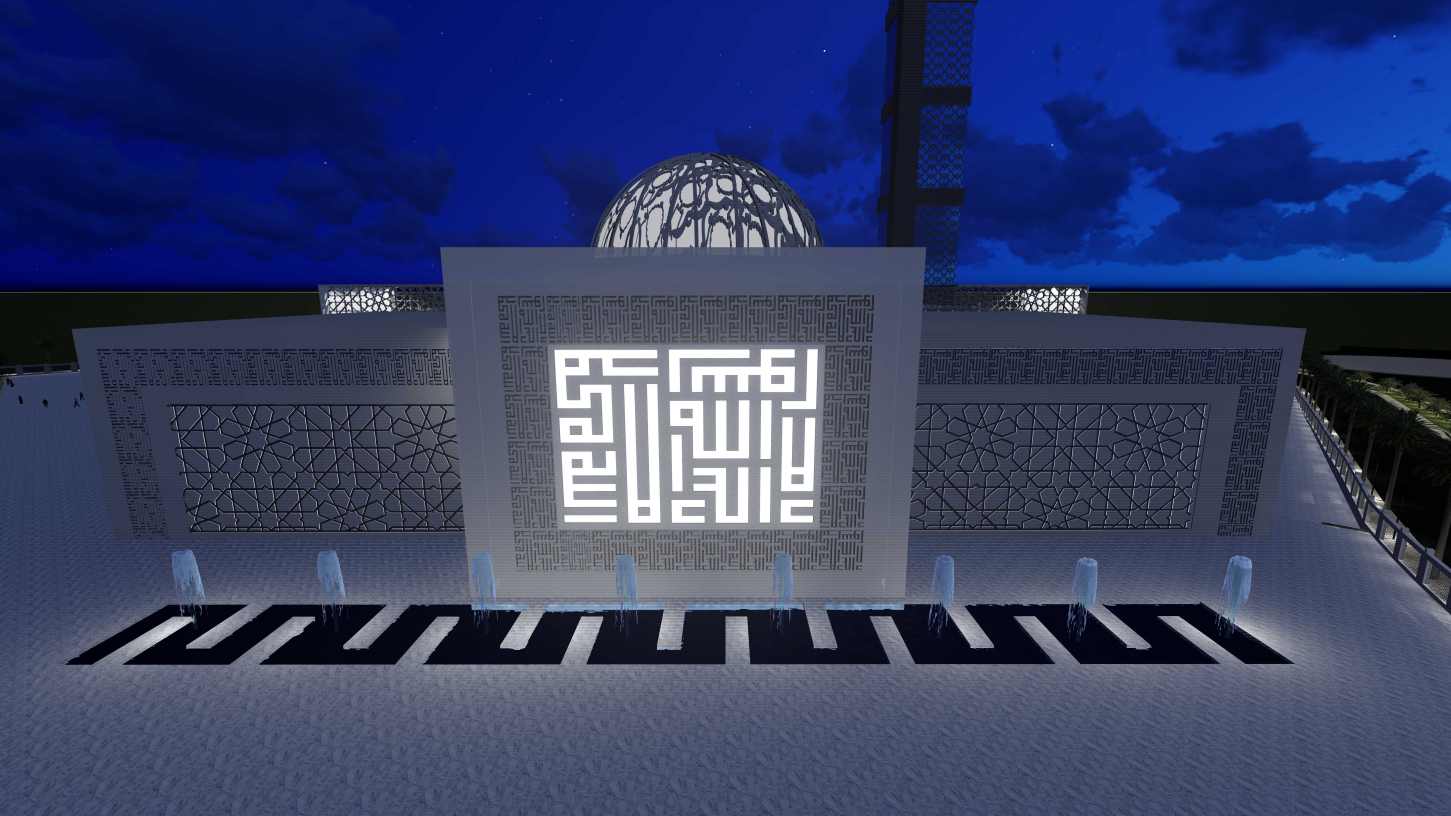
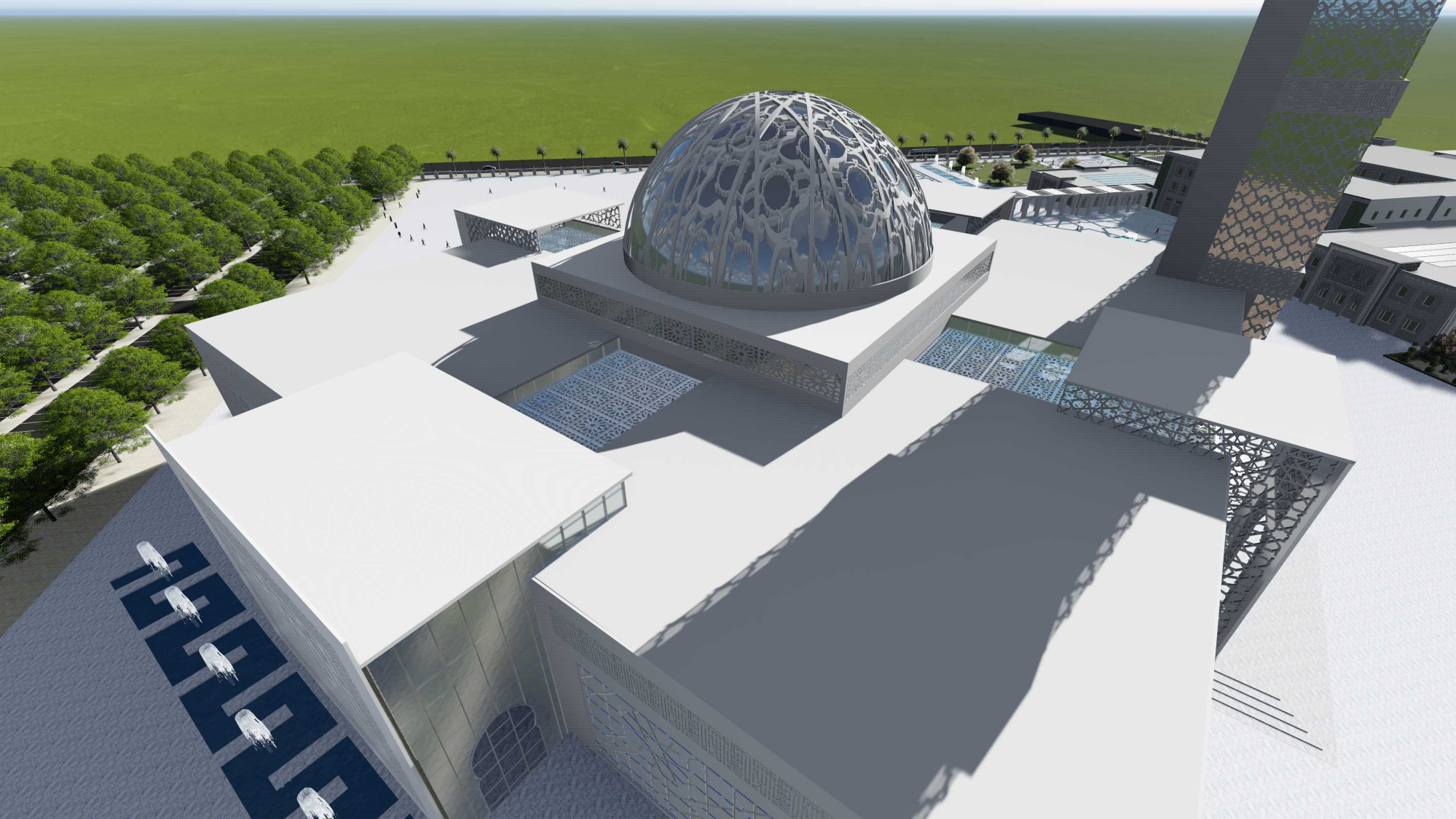
Façade principale "pôle culturel"



Façade principale "pôle culturel"



Façade nord "pôle culturel"



بسم الله الرحمن الرحيم