

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



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

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

OPTION : Architecture et technologie  
Structure & matériau

THÈME :  
LES INNOVATIONS DES FAÇADES DANS LES MUSÉES  
CONTEMPORAINS : (MUSÉE D'ART À ORAN)

Soutenue le 07 septembre 2020 devant le jury :

<b>Président:</b>	DJEDID ABDELKADER	professeur	UABT Tlemcen
<b>Examineur:</b>	MESSAR ABDELKADER	professeur	UABT Tlemcen
<b>Encadreur :</b>	BABA HAMED HADJ AHMED	MA (A)	UABT Tlemcen
<b>Co-encadreur:</b>	YOUCEF TANI KHADIJA	MA (A)	UABT Tlemcen

Présenté par : **Mr Salah Samir**  
Matricule : 150200-T-15

Année académique : 2019-2020





## Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier DIEU, le tout puissant, qui nous a donné la force, le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nos très chers remerciements à nos chers parents et frères qui nous ont soutenus et pour leurs sacrifices durant toutes nos années d'études.

Nous tenons pour le présent travail à témoigner notre reconnaissance envers notre encadreur Mr BABA AHMED. H.A et Mme YUCEF TANI. K, on les remercie pour la qualité de l'encadrement exceptionnel, pour leurs patiences, leurs rigueurs et leurs disponibilités durant notre préparation de ce mémoire et surtout leurs précieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions.

Nos remerciements à Mr DJEDID.A pour pouvoir accepter de présider le jury.

Nos vifs remerciements vont également à Mr MESSAR.A pour l'intérêt qu'il a porté à notre thème en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par ses propositions.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les professeurs et les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



# Dédicaces

Avec joie, plaisir, fierté Je dédie ce mémoire à :

Mes cher parents, sources de mes joies, de m'avoir toujours soutenu, encourager et aider à concrétiser mes ambitions. Vous serez toujours mon modèle.

À mes freres LOTFI et AMINE qui m'ont aidé et encouragé durant toute la période de ce travail.

À tous les professeurs qui m'ont enseigné et encadré le long de mon cursus.

À tous mes collègues et amis BILAL , WAKIL, KARIM, OMAR, ILIES, ADEL et MOHAMMED.

Dédicace appréciée à tous ceux qui ont une place dans mon cœur et à ceux qui me sont chers et me portent dans leurs cœurs.

À tous ceux qui m'ont consacré un peu de leur temps et leur attention, je dis encore et toujours : MERCI ..

## **Résumé :**

Cette recherche a pour but d'étudier les nouvelles technologies utilisées en façades (façade ventilée, façade digitale) et aux espaces intérieurs afin de les matérialiser dans un projet musée d'art à Oran pour qu'il soit une destination finale d'une promenade urbaine.

Pour atteindre cet objectif, on a vérifié des hypothèses qui disent que les nouvelles enveloppes améliorent l'esthétique du bâtiment et permettent de contrôler l'éclairage et que les nouvelles structures et matériaux offrent plus d'innovations au niveau de la conception des espaces intérieurs.

En plus : L'aspect architectural et technique a été respecté par la concrétisation d'une nouvelle vision pour musées et expositions (nouvelles formes et technologies adaptées à une conception architecturale et adaptée à un système d'enveloppes moderne)

Mots clés : enveloppes extérieures, façade, Musée d'art, technologie, structure mixte, matériaux intelligents.

## **abstract:**

This research aims to study the new technologies used in facades (ventilated facade, digital facade) and interior spaces in order to materialize them in an art museum project in Oran so that it is a final destination of an urban walk.

To achieve this goal, we tested hypotheses that say that the new envelopes improve the aesthetics of the building and allow lighting control and that the new structures and materials offer more innovation in the design of interior spaces.

In addition: The architectural and technical aspect has been respected by the realization of a new vision for museums and exhibitions (new forms and technologies adapted to an architectural design and adapted to a modern envelope system)

Keywords: exterior envelopes, facade, Art museum, technology, mixed structure, intelligent materials.

## ملخص :

يهدف هذا البحث إلى دراسة التقنيات الجديدة المستخدمة في الواجهات (الواجهة ذات التهوية ، الواجهة الرقمية) والمساحات الداخلية من أجل تجسيدها في مشروع متحف فني في وهران بحيث تكون وجهة نهائية نزهة حضرية لتحقيق هذا الهدف ، اختبرنا الفرضيات التي تقول إن الأطراف الجديدة تحسن جماليات المبنى وتسمح بالتحكم في الإضاءة. وأن الهياكل والمواد الجديدة تقدم المزيد من الابتكارات في تصميم المساحات الداخلية بالإضافة إلى ذلك: تم احترام الجانب المعماري والتقني من خلال تحقيق رؤية جديدة للمتاحف والمعارض (أشكال وتقنيات جديدة تتكيف مع التصميم المعماري وتتكيف مع نظام الأطراف الحديث)

.الكلمات المفتاحية: المطاريف الخارجية ، الواجهة ، متحف الفن ، التكنولوجيا ، الهيكل المختلط ، المواد الذكية

# Sommaire

Résumé : .....	1
abstract:.....	1
ملخص : .....	2
Introduction générale .....	1
Introduction : .....	1
Problématique .....	3
Hypothèse .....	4
Objectifs .....	4
Chapitre I : Approche théorique	
Nouvelles technologies en Architecture des musées .....	5
Introduction : .....	6
1 Structure : .....	7
• Définition : .....	7
1.1 Structures Tridimensionnelles : .....	8
1.1.1 Définition : .....	8
1.1.2 Caractéristiques : .....	8
1.2 Structures en diagrid .....	9
1.2.1 Définition : .....	9
1.2.2 Caractéristiques : .....	9
1.3 Structure en lamellé-collé : .....	10
1.3.1 Définition : .....	10
1.3.1.1 Caractéristiques : .....	10
1.3.2.1 Avantage : .....	10
1.4 Structure En Anneaux : .....	11
1.4.1 Définition : .....	11
1.4.2 Caractéristiques : .....	11

1.5	Structure en treillis :	12
1.5.2	La Pyramide du Louvre Paris :	12
1.6	Structure spéciale géométrie complexe :	13
2	Forme et musée :	15
	• Définition :	15
2.1	Forme tronconique :	16
2.2	Forme pyramidale :	16
2.3	Pyramide inversée :	17
2.4	Cône inversé (forme en soucoupe) :	17
2.5	Forme déconstructiviste :	18
2.5.1	Musee des confluences lyon :	18
2.5.2	Musée guggenheim (bilbao) :	18
2.6	Forme en Ailes d'oiseau :	19
2.7	Forme exotique :	19
2.8	Forme en coque :	20
2.9	Forme libre :	20
3	Innovation des façades :	22
	• Définition :	22
	• La Façade Intelligente :	22
3.1	Façade ventilée :	23
3.1.1	Définition :	23
3.1.2	Composition d'un système de façade ventilée :	23
3.1.3	Avantages de la façade ventilée :	23
3.1.4	Performance énergétique :	24
3.1.5	Lame d'air :	24
3.2	LA FAÇADE DOUBLE PEAU :	25
3.3	Facade en Panneaux muraux :	26

3.3.1	Caractéristiques et avantages :.....	26
3.4	Façade en diagrid :.....	27
3.5	Façade en fonte d'aluminum : .....	28
3.6	Façades avec brise soleil orientable : .....	29
3.6.1.	Definition :.....	29
3.6.2.	Aspect esthetique :.....	29
3.6.3.	Al Bahar Towers Responsive Façade:.....	30
3.6.4.	Moucharabiehs de l'Institut du Monde Arabe à Paris :.....	30
3.6.5.	Matériaux utilisés pour ce type de façade : .....	32
3.7.	La façade perforée : .....	33
3.8.	Façade multimédia transparente :.....	34
3.9.	Nouveaux materiaux :.....	35
	.....	35
3.10.	Façade en panneaux Photovoltaïques :.....	36
	.....	36
	.....	36
4	Innovations écologiques :.....	37
4.1	Façade végétale : .....	37
4.2	Matériaux intelligents :.....	38
4.3	Verre autonettoyant : .....	39
4.4	Verre faiblement émissif : .....	40
4.5	Verre à couche de contrôle solaire : .....	41
4.6	Verre Antireflet : .....	42
4.7	Béton transparent :.....	42
4.8	Le gres rouge : .....	43
5.	Muséologie :.....	45
5.1	Eclairage :.....	45

5.2	Eclairage LED : .....	46
5.3	Les Luminaires : .....	47
5.4	Exposition de musée : .....	48
5.5	La couleur : .....	49
5.6	Mosaïque électronique LED pour la façade, IMA à Paris.....	50
	Conclusion : .....	51
Chapitre II : Partie analytique et analyse urbaine.....		52
1	Introduction de la ville d'Oran : .....	53
1.1	Situation Géographique : .....	53
1.2	Topographie de la ville : .....	54
1.3	Climatologie de la ville : .....	54
1.4	Démographie de la ville : .....	55
1.5	Historique de la ville Oran : .....	55
1.6	L'évolution urbaine d'Oran : .....	55
1.7	L'influence de l'histoire sur la culture : .....	56
1.8	POURQUOI ORAN ? (Motivation du choix de la ville d'Oran) : .....	57
1.9	Les potentialités de la ville d'Oran : .....	57
1.10	Les musées d'Oran : .....	63
1.11	Synthèse : .....	66
1.12	Choix du projet : .....	66
2	Analyse des exemples : .....	67
2.1	Critères de choix des exemples : .....	67
2.2	Musée MAXXI / Architectes Zaha Hadid : .....	67
2.3	Musée d'art de Denver : .....	73
2.4	Liyang Museum : .....	82
2.5	Nouvelle Technologie : .....	86
3	Approche Programatique : .....	90

3.1	Raisonnement programmatique :.....	90
3.2	Les usagers : .....	90
3.3	Les fonctions de base :.....	91
3.4	Les fonctions secondaires :.....	91
3.5	Schéma fonctionnel: .....	92
3.6	Programme de base :.....	93
4	Choix du site :.....	97
4.1	Critères de choix du site : .....	97
	Conclusion :.....	102
Chapitre III : Approche architectural.....		103
1	Analyse du terrain :.....	104
1.1	Délimitation : .....	104
1.2	Points de repères : .....	104
1.3	Etat des hauteurs.....	105
1.4	Façades urbaine :.....	105
1.5	Accessibilité : .....	106
1.6	Forme et dimension .....	107
1.7	Topographie : .....	107
2.	La genèse du projet :.....	108
3.	Description du projet : .....	112
3.1	Description des plans :.....	112
	Conclusion :.....	114
CHAPITRE IV : Approche technique .....		115
	Introduction : .....	116
1.	Infrastructure : .....	116
1.1	Les fondations : .....	116
	.....	117



.....	117
Les joints : .....	117
2 Superstructure :.....	119
2.1 Chois de la structure :.....	119
2.1 Les modes d'assemblage de l'acier :.....	120
2.2 Les planchers :.....	120
2.3 Système de contreventement en voile rigide :.....	123
2.4 Couverture en Verrières :.....	123
2.5 Panneaux pour verrière :.....	125
2.6 Façades et enveloppes : .....	127
3 Ambiance intérieure et matériaux : .....	129
3.1 Circulation verticale : .....	129
3.2 Les escaliers :.....	129
3.3 Rampe d'exposition :.....	129
3.4 Les ascenseurs hydrauliques :.....	130
3.5 Ascenseurs en verre transparent pour hall d'accueil :.....	130
3.6 Les montes charges :.....	130
3.7 Cloisons :.....	131
3.8 Les revêtements du sol : .....	131
3.9 La lumière :.....	132
3.10 Techniques Et gestion D'éclairage :.....	134
3.11 Le faux plafond :.....	137
3.12 Isolation thermique pour la partie exposition :.....	137
3.13 Isolation acoustique pour le partie exposition et atelier : .....	137
3.14 Correction acoustique :.....	137
2-9 L'étanchéité des verrières :.....	138
4 Second œuvre : .....	139

Conclusion :	144
Conclusion générale :	145
Bibliographies :	146
CHAPITRE V : ANNEXES	147
1. Panneaux En Ductal :	148
2. Fixation des façades en ductal :	148
3. Préfabrication pour mur rideau :	148
5 Principe du système de préfabrication pour mur rideau :	149
6 Etanchéité :	149
7 Vitrage pour mur rideau :	149

# Table des illustrations

## Figures

Figure 1Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects .....	6
Figure 2Museo Soumaya – Mexico City structure en anneaux.....	7
Figure 3Musée Aeroscopia,aéronautique, Toulouse, France .....	8
Figure 4Musée Aeroscopia, Musée aéronautique, Toulouse, France.....	8
Figure 5 acier inox Louvre Abu Dhabi.....	8
Figure 6Louvre Abu Dhabi / Ateliers Jean Nouvel.....	8
Figure 7CCTV Headquarters struc-ture en diagrid .....	9
Figure 8Construire l'Arbre de Vie du Muséum national d'histoire naturelle .....	9
Figure 9schema de structure Muséum national d'histoire naturelle.....	9
Figure 10Centre Pompidou Metz .....	10
Figure 11facade principalCentre Pompidou Metz.....	10
Figure 12appuis en lamellé collé Centre Pompidou Metz.....	10
Figure 13 teflon autonettoyant vue peandant la nuit centre pompidou metz .....	10
Figure 14Realisation de Museo Soumaya – Mexico City, .....	11
Figure 15schema de structureRealisation de Museo Soumaya .....	11
Figure 16 la Pyramide du Louvre Paris .....	12
Figure 17le detail de treillis Pyramide du Louvre .....	12
Figure 18Jeongok prehistory museum.....	12
Figure 19 entrée principal Jeongok prehistory museum.....	12
Figure 20Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects .....	13
Figure 21Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid .....	13
Figure 22 la peau du projet en realisation Heydar Aliyev Center .....	13
Figure 23Musée Aeroscopia,aéronautique, Toulouse, France .....	14
Figure 24Construire l'Arbre de Vie du Muséum national d'histoire naturelle .....	14
Figure 25appuis en lamellé collé Centre Pompidou Metz.....	14
Figure 26Realisation de Museo Soumaya – Mexico City, .....	14
Figure 27 Forme déconstructiviste .....	15
Figure 28Musée d'art de Denver .....	15
Figure 29MUSÉE GUGGENHEIM (BILBAO) .....	15
Figure 30Kunthaus Graz.....	15

Figure 31	Guggenheim Museum (1956) New York.....	16
Figure 32	vue sous verriere Guggenheim Museum.....	16
Figure 33	la Pyramide du Louvre Paris .....	16
Figure 34	la Pyramide du Louvre Paris .....	16
Figure 36	vue de l'interieur Le Musée d'Hanoi .....	17
Figure 35	Le Musée d'Hanoi.....	17
Figure 37	MUSÉE D'ART CONTEMPORAIN DE NITERÓI.....	17
Figure 38	vue de l'interieur MUSÉE D'ART CONTEMPORAIN DE NITERÓI .....	17
Figure 39	musee des confluences lyon 2014 .....	18
Figure 40	musee des confluences lyon .....	18
Figure 41	MUSÉE GUGGENHEIM (BILBAO) .....	18
Figure 42	MUSÉE GUGGENHEIM (BILBAO) .....	18
Figure 43	Milwaukee Art Museum   Santiago Calatrava .....	19
Figure 44	Milwaukee Art Museum   Santiago Calatrava .....	19
Figure 45	Kunsthaus de Graz .....	19
Figure 46	vue sur enveloppe exterieurKunsthaus de Graz .....	19
Figure 47	L'Opéra de Sydney .....	20
Figure 48	L'Opéra de Sydney .....	20
Figure 49	Extension du Musée d'art de Denver.....	20
Figure 50	Extension du Musée d'art de Denver.....	20
Figure 51	Guggenheim Museum (1956) New York.....	21
Figure 52	la Pyramide du Louvre (1989) Paris .....	21
Figure 53	MUSÉE D'ART CONTEMPORAIN DE NITERÓI.....	21
Figure 54	Extension du Musée d'art de Denver.....	21
Figure 55	Le Musée d'Hanoi.....	21
Figure 56	musee des confluences lyon 2014.....	21
Figure 57	Milwaukee Art Museum   Santiago Calatrava .....	21
Figure 58	L'Opéra de Sydney .....	21
Figure 59	ABC Museum of Drawing and Illustration Facade double peau .....	22
Figure 60	principe de façade ventilée.....	23
Figure 61	Façade ventilée : fonctionnement.....	23
Figure 62	BIOLOGICAL SCIENCE BUILD-ING PROJECT UNSW .....	24
Figure 63	facade ventillé schema d'un profilé perforé.....	24
Figure 64	facade ventillé schema de tôle métallique d'acrotère .....	24

Figure 65c.Construction de la façade primaire et secondaire.....	25
Figure 66 composition defaçade double peau .....	25
Figure 67Musée de la Romanité.....	25
Figure 68 108 buildingNEW YORK, NY .....	26
Figure 69procéde de Fixation mécanique invisible .....	26
Figure 70procéde d'encollage .....	26
Figure 71 Museo Interactivo de la Historia de Lugo.....	27
Figure 72Magasin Prada (Epicentre).....	27
Figure 73vue d'interieur Magasin Prada (Epicentre).....	27
Figure 74Le Musée de Cluny facade principale .....	28
Figure 75Facade du Musée de Cluny facade est .....	28
Figure 76Panneaux en fonte d'aluminium .....	28
Figure 77Moucharabiehs de l'Institut du Monde Arabe à Paris.....	29
Figure 78Façade réactive des tours Al Bahar .....	30
Figure 79Panneaux amovibles Al Bahar Towers .....	30
Figure 80Moucharabiehs de l'Institut du Monde Arabe à Paris.....	30
Figure 81Dessin de composition en élévation de la trame des moucharabiehs.....	31
Figure 83détail petit iris des moucharabiehs, intérieur.....	31
Figure 82Institut du Monde Arabe IMA, Paris, France – Façade Sud .....	31
Figure 84Musée d'Ordos – Agence MAD – Chine facade en alliage d'aluminium ....	32
Figure 85ABC Museum, Illustration and Design Center faced en acier inoxydable ...	32
Figure 86Musée d'Art Moderne de Lille facade en ductal.....	33
Figure 87Musée d'Art Moderne de Lille:.....	33
Figure 88 façades perforées en cellon Inspiré par la nature .....	33
Figure 89IMA, Paris, France –Conception lumière : High Scream .....	34
Figure 91Immeuble de bureaux haver allmagne ecran LED.....	34
Figure 90Écran publicitaire LED en treillis métallique.....	34
Figure 92Museum of Modern Arts, Graz, Austria .....	34
Figure 93John Lewis department store in Leicester .....	35
Figure 94Exterior facade of John Lewis department store.....	35
Figure 96led-facade-on-panorama-city-3 .....	35
Figure 95 projet d'hôtel façades mur en chine .....	35
Figure 97greenPix: Zero Energy Media Wall .....	36
Figure 98greenPix: detail d'un module photovoltaïque .....	36

Figure 99	Nowy Swiat.....	36
Figure 100	Star Place Façade - Kaohsiung City, Taiwan.....	36
Figure 101	Prairie verticale .....	37
Figure 102	MUSÉE DU QUAI BRANLY .....	37
Figure 103	MUSÉE DU QUAI BRANLY .....	37
Figure 104	Composition de la façade vegetale.....	38
Figure 105	façade en béton translucide .....	38
Figure 106	La rénovation de la verrière du musée de Paray verre autonettoyant .....	39
Figure 107	BIOCLEAN action 1 photocatalyse.....	39
Figure 108	BIOCLEAN action 2 hydrophilie .....	39
Figure 109	Verre faiblement émissif .....	40
Figure 110	LE VERRE FEUILLETÉ.....	40
Figure 112	Double Vitrage Renforcée.....	40
Figure 111	Seuil d'audibilité .....	40
Figure 113	Bâtiment de bureaux cristallin Verre à couche de contrôle solaire.....	41
Figure 114	Détail de verre pliée .....	41
Figure 115	Facade double peau <b>Bâtiment de bureaux cristallin</b> .....	41
Figure 116	musée du louvre-lens : Verre Antireflet.....	42
Figure 118	vue interieur pavillon italien pour shanghai.....	42
Figure 117	pavillon italien pour shanghai 2010, chine – fiandre .....	42
Figure 119	Litracon permet à la lumière naturelle de traverser des zones .....	43
Figure 120	MAS  Museum aan de Stroom .....	43
Figure 121	Plaques en grés rouge MAS  Museum aan de Stroom .....	43
Figure 122	composition facade double peau .....	44
Figure 123	Prada Store (Epicenter) .....	44
Figure 124	détail petit iris des moucharabiehs, intérieur.....	44
Figure 125	Musée d'Art Moderne de Lille:.....	44
Figure 126	galleria centercity / unstudio .....	44
Figure 127	Musée de la Romanité.....	44
Figure 128	Museo Historia de Lugo.....	44
Figure 129	Institut du Monde Arabe IMA, Paris, France – Façade Sud .....	44
Figure 130	Musée d'Art Moderne de Lille.....	44
Figure 131	galleria centercity / unstudio .....	44
Figure 132	rijksmuseum, Amsterdam, Pays-Bas Ar-chitectes .....	45

Figure 133Principes d'éclairage des galeries .....	45
Figure 134Eclairage d'une bibliotheque.....	46
Figure 135Salle d'exposition du musée.....	46
Figure 136l'église Notre Dame de Liesse .....	46
Figure 137Luminaire miniature à LED, installé dans le plafond d'un écran.....	47
Figure 138Système d'éclairage à fibres optiques pour vitrines: les guides de lumière	47
Figure 139Appareils à faisceau mural à encastrer à faisceau asymétrique .....	47
Figure 140Vitrine autoportante: .....	48
Figure 141Vitrine de table.....	48
Figure 142Vitrines acryliques .....	48
Figure 1435.4.2. Mur d'affichage .....	48
Figure 144 Exposition d'artefacts .....	48
Figure 145Rails de musée.....	48
Figure 146musée de la préhistoire, Jeon-gok, Corée du Sud, X-TU.....	49
Figure 147musée des beaux-arts de montréal .....	49
Figure 148Countless aspects of Beauty by Archeological Museum of Athens .....	49
Figure 149exposition du musée archéologique d' athènes.....	49
Figure 150IMA, Paris, France –Conception lumière : High Scream .....	50
Figure 151Mosaïque électronique LED de IMA.....	50
Figure 152détail d'implantation éclairage LED en façade.....	50
Figure 153 détail d'implantation éclairage LED en façade.....	50
Figure 154 Deux lions de l'Atlas, hôtel de ville d'Oran. D'Auguste Cain1889.....	53
Figure 155Vue sur le fort de Santa Cruz et la ville d'Oran .....	53
Figure 156 Topographie de la ville oran .....	54
Figure 157 Diagramme solaire de la ville oran .....	54
Figure 158 Direction du vent.....	55
Figure 159 Dates clés de l'urbanisation de la ville d'Oran .....	55
Figure 160 Cartes topographiques (1960,1985), phtographie aérienne (1972), image satellitaire (1997),.....	56
Figure 161 l'Occupation Ottomane en Oran.....	56
Figure 162 La colonisation Française de la ville d'Oran .....	56
Figure 163 la position des 6 métropoles dans le territoire algérien.....	57
Figure 164activités primaires d'Oran .....	57
Figure 165Foret de canastel.....	58

Figure 166	Usine Renault d'Oran.....	58
Figure 167	Siege Sonatrach.....	58
Figure 168	les infrastructures de base d'Oran .....	59
Figure 169	vue sur le tramway d'Oran .....	59
Figure 170	Schéma viaire de la ville d'Oran .....	60
Figure 171	Hôtel Sheraton.....	60
Figure 172	Hôtel Méridien .....	60
Figure 173	Plage Madegh.....	61
Figure 174	plage les andalous .....	61
Figure 175	Murdjadjo.....	61
Figure 176	Cinéma Maghreb.....	61
Figure 177	Cathédrale d'Oran .....	61
Figure 178	Le palais du bey .....	61
Figure 179	Carte des équipements culturelles à Oran .....	62
Figure 180	Le musée national « Ahmed Zabana ».....	63
Figure 181	Organigramme spatiale du musée Zabana, Sous-Sol.....	63
Figure 182	Organigramme spatiale du musée Zabana, 1er etage.....	64
Figure 183	Organigramme spatiale du musée Zabana, RDC .....	64
Figure 184	Le musée d'art moderne d'Oran.....	65
Figure 185	Programme du musée d'art moderne Oran .....	65
Figure 186	Le musée du Moudjahid à Oran .....	65
Figure 187	Musée MAXXI / Architectes Zaha Hadid .....	67
Figure 188	Musée MAXXI / Architectes Zaha Hadid .....	67
Figure 189	Situation du Musée MAXXI.....	67
Figure 190	plan de masse realiser par l'auteur.....	68
Figure 191	plan RDC.....	68
Figure 192	Organigramme spatial du rdc .....	69
Figure 193	Plan 1er etage .....	69
Figure 194	plan 2eme étage.....	70
Figure 195	plan 3eme étage.....	70
Figure 196	coupe transversale .....	70
Figure 197	facade principale du musée facade en beton lisse.....	71
Figure 198	volumetrie du musée .....	71
Figure 199	structure du toit partiellement vitré.....	71



Figure 200 murs en beton .....	72
Figure 201 Plancher en béton auto-compactant .....	72
Figure 202 Les lames verticales en acier .....	72
Figure 203 Musée d'art de Denver .....	73
Figure 204 plan de situation .....	73
Figure 205 plan de masse .....	73
Figure 206 Equipement voisin du musée .....	74
Figure 207 Passerelle entre les 2 bâtiment .....	74
Figure 208 Course solaire du bâtiment .....	74
Figure 209 Plan sous-sol .....	74
Figure 210 Plan RDC .....	75
Figure 211 Plan 1er étage .....	75
Figure 212 Plan 2ème étage .....	75
Figure 213 Plan 3ème étage .....	76
Figure 214 Organigramme spatial .....	76
Figure 215 Organigramme fonctionnel .....	76
Figure 216 Coupe longitudinale et organisation spatial .....	77
Figure 217 Façade Ouest .....	78
Figure 218 Façade Est .....	78
Figure 219 Façade Est .....	78
Figure 220 Façade Ouest .....	78
Figure 221 Extension du Musée d'art de Denver vue de haut .....	78
Figure 222 Extension du Musée d'art de Denver .....	78
Figure 223 Extension du Musée d'art de Denver .....	78
Figure 224 Schéma de volume du Musée Denver .....	79
Figure 225 Vue sur atrium .....	79
Figure 226 éclat de lumière du jour .....	79
Figure 227 lumière zenithal .....	79
Figure 228 un excellent point de vue sur les montagnes à l'ouest .....	80
Figure 229 Les espaces d'exposition au niveau des escaliers .....	80
Figure 230 superstructure complexe en acier .....	80
Figure 231 mur en granit .....	80
Figure 232 mur en titan .....	81
Figure 233 Ossature en acier du musée .....	81

Figure 234 Les mur de support de charge du batiment .....	81
Figure 235 poutre en acier avec différentes jonctions .....	81
Figure 236 Liyang Museum .....	82
Figure 237 plan de situation .....	82
Figure 238 plan de masse .....	82
Figure 239 plan RDC éditer par l'auteur .....	83
Figure 240 plan 1er etage éditer par l'auteur .....	83
Figure 241 pla 2eme etage .....	84
Figure 242 plan de toiture .....	84
Figure 243 coupe longitudinale distribution spatiale .....	85
Figure 244 facade principale .....	85
Figure 245 les deux corps du musée .....	85
Figure 246 Panneaux en alluminium .....	86
Figure 247 Schéma d'ossature du musée .....	86
Figure 248 Panneaux en titan .....	86
Figure 249 raisonnement programmatique .....	90
Figure 250 Organigramme pour exposition realiser par l'auteur .....	93
Figure 251 secteur en 3d espaces exterieurs realiser par l'auteur .....	96
Figure 252 secteur en 3d surfaces interieurs realiser par l'auteur .....	96
Figure 253 plan de situation des 3 terrain proposé pour la projection du projet .....	97
Figure 254 carte des équipements voisins éditer par l'auteur .....	104
Figure 255 points de repères pour le site choisi .....	104
Figure 256 Skyline coté ouest .....	105
Figure 257 Skyline coté est .....	105
Figure 258 vue depuis le rond point nord .....	105
Figure 259 façade nord du site .....	105
Figure 260 accessibilité au site choisi .....	106
Figure 261 Les flux délimitant le terrain .....	106
Figure 262 formes et dimensions du site .....	107
Figure 263 topographie du site .....	107
Figure 264 Coupe AA .....	108
Figure 265 Coupe BB .....	108
Figure 266 Schéma de principe .....	108
Figure 267 Zoning du projet .....	109

1.1	Figure 268 Zoning du projet.....	110
	Figure 269creation d'un espace central.....	110
	Figure 270 Cristal de diamant .....	110
	Figure 271 Organigramme fonctionnel du projet .....	110
	Figure 272 Sculpter l'extérieur du bâtiment pour attirer les visiteurs.....	111
	Figure 273 Création des cheminements comme une promenade urbaine .....	111
	Figure 274 Implanter le volume suivant l'axe majeur.....	111
	Figure 275 Semelle filante pour l'ensemble du projet .....	116
	Figure 276 Plan Sous sol volet exposition .....	117
	Figure 277 Model de mur voile dans notre projet .....	117
	Figure 278 Détail de drainage pour l'ensemble du sous sol.....	117
	Figure 279 Les joints dans notre projet .....	117
	Figure 280 Couvre joint en aluminium pour l'ensemble du projet .....	117
	Figure 281 Structure mixte béton/acier dans notre projet .....	119
	Figure 282 type de poteau dans notre projet.....	119
	Figure 283 méthode d'encrage des pieds de poteau.....	120
	Figure 284 Goujon a tête avec plancher collaborant .....	120
	Figure 285 planchers nervuré pour parking.....	121
	Figure 286 Eléments de composition du plancher collaborent.....	121
	Figure 287 Coupe sur plancher collaborent avec poutre alvéolaire de 110 cm de retomber.....	121
	Figure 288 Schéma du poutre alvéolaire .....	122
	Figure 289 Schéma du Plancher collaborant pour l'ensemble du musée .....	122
	Figure 290 detail de la partie porte à faux .....	122
	Figure 291 detail de la partie auvent .....	122
	Figure 292 Voile de contreventement .....	123
	Figure 293 Déformation total .....	123
	Figure 294 Verrière avec panneaux en verre sérigraphie .....	123
	Figure 295 Verrière avec panneaux amovible.....	123
	Figure 296 La poutre tridimensionnelle pour supporter la verrière.....	124
	Figure 297 Schéma structure de verrière pour notre projet .....	124
	Figure 298 Détail de panneau de verre dans notre projet .....	125
	Figure 299 Schéma de panneau en verre faiblement émissif .....	125
	Figure 300 Modèle de panneau de verre sérigraphie pour notre projet.....	125

Figure 301 verre sérigraphie pour notre projet.....	125
Figure 302 panneau de verre sérigraphie avec motif petit model dans notre projet...	126
Figure 303 panneau de verre sérigraphie avec motif grand model dans notre projet.	126
Figure 304 panneau de verre sérigraphie avec motif noire .....	126
Figure 305 panneau de verre sérigraphie avec motif gris.....	126
Figure 306 panneau de verre sérigraphie avec motif blanc .....	126
Figure 307 Vue sur partie exposition permanente.....	126
Figure 308 detail de la facade principale.....	128
Figure 309 Emplacement de la circulation verticale dans le projet (Plan RDC).....	129
Figure 310 Détail escalier en béton pour le grand hall avec revêtement en bois .....	129
Figure 311 rampe d'exposition pour musée .....	130
Figure 312 Principe Ascenseurs hydrauliques.....	130
Figure 313 Ascenseurs en verre transparent pour le hall d'accueil.....	130
Figure 314 Norme et dimention du monte charge .....	130
Figure 315 Revêtement en carrelage moderne pour administration.....	131
Figure 316 Sous-couche acoustique mince .....	131
Figure 317 Revêtement en marbre beige et gris pour exposition.....	131
Figure 318 Revêtement isophonique multicouche armaturé .....	131
Figure 319 Moquette gris pour auditorium.....	131
Figure 320 sols en carrelage antidérapant .....	132
Figure 321 Sol PVC compact non collé pour notre musée.....	132
Figure 322 moquette en tissu gris pour cafeteria.....	132
Figure 323 Schéma de distribution électrique pour le projet.....	133
Figure 324 Eclairage LED pour volet exposition de notre musée.....	133
Figure 325 Eclairage par projecteurs avec angle d'éclairage pour objets .....	134
Figure 326 Eclairage LED focalisé sur la vitrine .....	134
Figure 327 lampes halogènes pour les œuvres d'art .....	134
Figure 328 Spot ultra puissant pour sculpture .....	134
Figure 329 Spot multi réglable pour cadre .....	134
Figure 330 Spot multi réglable .....	134
Figure 331 éclairage du partie exposition.....	134
Figure 332 SCULPTURES / OBJETS / ARTÉFACTS .....	135
Figure 333 RAPPORTS DE CONTRASTE.....	135
Figure 334 éclairage d'accentuation ou bain de lumière.....	135

Figure 335 MISE EN RELIEF .....	135
Figure 336 MISE EN RELIEF .....	135
Figure 337 Assombrissement D'un Groupe D'objets .....	136
Figure 338 ASSOMBRISSEMENT D'UN OBJET Particulier .....	136
Figure 339 Niveaux De Contraste Élevés .....	136
Figure 340 Niveaux De Contraste Faibles.....	136
Figure 341 effet de la temperature sur les artefacts.....	136
Figure 342 Faux plafond pour partie exposition .....	137
Figure 343 aérogel de silice.....	137
Figure 344 Mousse pour isolation acoustique .....	137
Figure 345 Schéma isolant acoustique .....	137
Figure 346 Apres traitement, une partie des réflexions sont absorbées .....	138
Figure 347 Fibre de roche.....	138
Figure 348 L'étanchéité pour les verrières.....	138
Figure 349 Zone d'accumulation et drainage des eaux de pluie dans le projet (Plan de masse).....	139
Figure 350 Accumulation des eaux .....	139
Figure 351 Système modulaire pour la création de systèmes d'accumulation et de drainage .....	139
Figure 352 poteaux incendie.....	140
Figure 353 extincteurs portatifs.....	140
Figure 354 Robinets d'incendie armés.....	140
Figure 355 détecteur de fumée .....	140
Figure 356 mur coupe feu pour les espace d'exposition .....	140
Figure 357 désenfumage mécanique .....	140
Figure 358 sprinkler incendie .....	140
Figure 359 Souffleur d'air .....	141
Figure 360 groupe de production d'eau glacée à condensation à300 kw .....	141
Figure 361 Poste de transformation photovoltaïque.....	141
Figure 362 groupe électrogène .....	141
Figure 363 Principe de fonctionnement d'une climatisation à eau glacée .....	142
Figure 364 Chaufferie Eau Chaude .....	142
Figure 365 Emplacement du bache à eau dans notre musée .....	142
Figure 366 Emplacement des issues et des escaliers de secours dans notre projet ....	143

Figure 367 Sortie de secours .....	143
Figure 368 Escalier de secours .....	143
Figure 369 surveillance Camera .....	144
Figure 370 video Camera, passive Infrared .....	144
Figure 371 Capteurs de vision .....	144
Figure 372 Scrutateur laser pour sculpture .....	144
Figure 373 Portique de sécurité à l'entrée du musée .....	144
Figure 374 Détecteur / système de localisation dans les sculpture .....	144
Figure 375 Bouton d'alarme ou pédale d'alarme .....	144

### **Tableaux.**

Tableau 1 Mécanisme et systèmes structurels .....	7
Tableau 2 VARIETE DE FORMES DES MUSEES .....	15
Tableau 3 ASPEN ART MUSEUM .....	29
4Tableau 1 application et avantage du verre antireflet .....	42
Tableau 5 Donnés sur la ville .....	53
Tableau 6 Tableau 4. Taux de croissance démographique à Oran. ....	55
Tableau 7 Classification des équipements culturelles à Oran .....	62
Tableau 8 Tableau comparatif des exemples (comparaison architectural) .....	87
Tableau 9 Tableau comparatif des exemples (comparaison programmatique) .....	89
Tableau 10 fonctions de base realiser par l'auteur .....	91
Tableau 11 programme de base realiser par l'auteur .....	93
Tableau 12 Programme surfacique du projet .....	95
Tableau 13 Tableau comparatif des 3 terrains .....	101
Tableau 14 Tableau récapitulatif .....	101

### **Planches.**

# Introduction générale

## Introduction :

Les avancées scientifiques et technologiques ont marqué l'architecture depuis la révolution industrielle, ces avancées ont permis aux architectes bâtisseurs de construire des bâtiments impressionnants. L'architecture a le vent au voile, elle ne cesse de se développer et a connu une avancée remarquable dans les techniques de construction avec la découverte de nouveaux matériaux intelligents et l'invention de nouveaux systèmes de façades et de nouvelles techniques de pointes. Cette nouvelle tendance d'architecture est portée par un élan de créativité qui se traduit par une grande richesse dans la créativité de formes libre et complexes et dans la diversité des styles des équipements.

Ce progrès et cette mutation ne doit pas négliger la recherche de la qualité environnementale qui vise à établir un équilibre harmonieux entre l'homme et la nature qui l'entoure. Dans le domaine de la nouvelle technologie en construction et en bâtiment, on note un nombre important de types de façades. Pour cela un grand nombre de chercheurs spécialisés notamment dans les façades intelligentes qui est restée un domaine majeur où les nouvelles technologies se sont traduites d'une façon réelle, pratique et innovante.

La façade est le point de rencontre de pratiquement toutes les autres disciplines du bâtiment et la conception de notre enveloppe de bâtiment s'intègre à la structure, aux services du bâtiment et autres. La distinction entre mur extérieur et façade est particulièrement importante dans les cas où l'un est séparé de l'autre. La façade peut devenir une structure indépendante masquant complètement la construction devant laquelle elle se trouve en révélant une apparence radicalement différente.

La relation entre la culture et l'architecture devient plus évidente lorsque les projets s'adaptent parfaitement aux œuvres d'art, c'est surtout dans le cas de la conception des musées. Aujourd'hui, la technologie ne cesse de se développer dans les équipements culturels et plus précisément dans l'architecture des musées, avec des nouveaux matériaux de constructions qui rend les structures contemporaines plus performantes et légères, ce qui offre une multitude de solutions structurelles et facilite la tâche aux architectes d'aller vers la production des grandes espaces à grande portée qui n'existaient pas avant, spécialement dans la conception des oeuvres d'art qui peuvent être appréciées

dans son intégralité, la qualité spatiale, ambiance intérieur et les différents types d'exposition toute en assurent une perspective formelle unique, ces facteurs sont les principaux éléments de la conception d'un musée.

Les musées ont été principalement créés pour augmenter le niveau culturel et éducatif de la population. Avec le temps, cet objectif est devenu plus complexe : maintenant, il ne suffit pas éducation mais formation ; non seulement la connaissance mais aussi la créativité. En conservant et en valorisant les musées ; leurs collections offrent des expériences à la fois culturelles et éducatives. Actuellement cette valeur ajoutée est présentée comme un lien entre les processus éducatifs et déductifs, la médiatisation des objets en rendant les gens plus confiants, informés et créatif. Les musées ont justifié leur existence au cours de l'histoire. Ils ont contribué d'une manière originale au développement de l'humanité et joué un rôle irremplaçable dans le processus de civilisation. Toutes les grandes villes du monde comportent un musée international ou national « signal », qui représente la culture du peuple.

La ville d'Oran, est riche par son histoire qu'évolue depuis l'antiquité à nos jours. Ses changements à travers le temps ont laissé leurs traces qui devenus après des témoignages des différentes cultures. Aujourd'hui, Oran est devenue une importante métropole d'Algérie, qui attire les visiteurs du monde entier pour témoigner ses événements culturels internationale, nationale et locale ce qui rend plus difficile la projection de cette culture aux différentes générations.

Aujourd'hui le musée n'est pas seulement un conservatoire, il est un foyer de vie intellectuelle qui se manifeste par son rôle éducatif et culturel, car le rôle d'un musée n'est pas seulement de promouvoir à la présentation des collections mais de veiller à l'utilisation la plus rationnelle de ses richesses publiques et humaines ce qui fait son grand impact sur les futures générations.

Ces dernières années, des musées d'art contemporain sont apparus partout dans le monde occidental, mais également au-delà, et leur nombre augmente en permanence. Le touriste d'aujourd'hui, qui se rend dans une grande ville, s'attend à y trouver un musée d'art contemporain, de la même manière qu'il s'attend à y trouver un restaurant ou un cinéma. Dans la plupart des cas, ces attentes sont confirmées.

En effet, nos musées deviennent de plus en plus des endroits dans lesquels le passé est réécrit et réarrangé d'une manière toujours nouvelle. Ces dernières décennies, nous



avons été les témoins d'une diminution de l'importance des expositions permanentes et de la multiplication des expositions temporaires. Ces expositions temporaires sont expressément conçues et montées dans l'intention de reconsidérer et de réévaluer les canons esthétiques historiques, afin d'inclure des artistes et des œuvres qui avaient été négligés au profit d'une histoire de l'art standard.

Au lendemain du 21<sup>ème</sup> siècle l'apparition de nouveaux matériaux qui regroupent non seulement les hautes qualités, mais aussi une capacité à s'adapter à un environnement changeant réinventent la museologie et donnant à cette nouvelle typologie pour les musées une renaissance et une vision vers un avenir glorieux.

L'enveloppe d'un bâtiment est la réalisation finale de la conception et un facteur déterminant de son succès en tant qu'environnement de travail ou de loisirs. L'enveloppe est la peau extérieure du bâtiment et son lien avec la ville, cela doit avoir un sens dans les deux rôles à la fois. Au delà de leur simple vecteur d'image, les enveloppes architecturales des musées sont aujourd'hui redevables de performances nouvelles, dans le domaine énergétique, du contrôle des ambiances intérieures, de la réactivité aux activités des visiteurs. Ces enveloppes engendrent une évolution radicale de la notion modernisation des structures et des enveloppes.

## **Problématique**

La conception d'un musée comporte de nombreux paramètres, il doit être un équipement dont son enveloppe reflète la culture de la ville et qui répond aux besoins structurels, formels et techniques (éclairage, aération, ventilation, sécurité, conservation ...) toute en respectant la nature et l'environnement. La ville d'Oran n'a pas de musée d'art qui reflète sa culture malgré son statut de deuxième métropole du pays.

- Quels sont les nouvelles technologies utilisées en façades et aux espaces intérieurs qui s'adapte le mieux aux exigences d'un musée de 21<sup>ème</sup> siècle tout en respectant l'environnement ?
- Comment l'aspect formel et esthétique participent à garder l'harmonie entre la fonction et le volume d'un musée pour devenir un équipement vitrine de la ville d'Oran ?

## **Hypothèse**

- Les nouvelles enveloppes améliorent l'esthétique du bâtiment et permettent de contrôler l'éclairage tout en assurant une efficacité énergétique ?
- Les nouvelles structures offrent plus d'innovation au niveau de la conception des espaces intérieurs ?
- Les innovations des matériaux enrichissent la conception des différents espaces du musée ?

## **Objectifs**

- Présentation d'un corpus sur les thèmes structure/enveloppe/formes /museologie.
- Recherche sur la structure donnant plus de richesse architecturale pour les espaces d'expositions.
- Recherche sur les techniques de pointes pour construire une façade qui s'adapte à un musée d'art du 21<sup>ème</sup> siècle.
- Recherche sur les nouveaux matériaux durables écologiques pour assurer le confort des visiteurs et réduire la consommation énergétique.
- Appliquer ces innovations sur le projet architectural.

**Chapitre I : Approche théorique**  
**Nouvelles technologies en Architecture des mu-**  
**sées**

## **Introduction :**

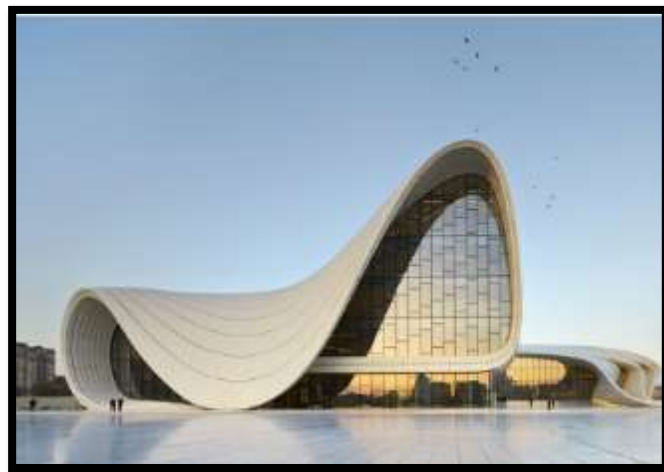
Tout musée quelque soit sa nature doit répondre à des exigences essentielles : structure ; forme ; façade ; et ambiance intérieure. Ces principes trouvent leur solution dans la gestion de la forme : du simple trait jusqu'aux volumes les plus complexes.

Dans cette partie nous allons citer les différentes structures et formes complexes qu'on peut appliquer dans un musée contemporain. Ainsi que les technologies de pointe qu'on peut utiliser dans les façades pour améliorer l'esthétique et le volume de l'équipement.

Le monde de la construction est dans une phase de transformation grâce aux nouvelles technologies innovantes pour le secteur du bâtiment telles que :

Structures tridimensionnelles, structure spéciale et géométrie complexe, béton transparent, verre autonettoyant, forme déconstructiviste, façade intelligente, façade en moucharabihs, ventilation mécanique contrôlée, matériaux intelligents.

Les scientifiques recherchent grâce à ces innovations de meilleures réponses aux problèmes liés à notre architecture d'une part, de notre environnement d'autre part et enfin à la gloire du génie humain du 21ème siècle<sup>1</sup>



**Figure 1 Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects**

<https://www.archdaily.com/448774/heydar-aliyev-center-zaha-hadid-architects>

---

<sup>1</sup><http://biblus.accasoftware.com/fr/10-nouvelles-technologies-innovantes-du-monde-de-la-construction-qui-revolutionneront-le-secteur-batiment-en-2019> (Consulté le 03/10/2019).

# 1 Structure :

- **Definition :**

On nomme *structure* : l'ensemble des éléments qui assurent la stabilité d'un bâtiment. Elle doit pouvoir transmettre les charges appliquées sans rupture ni déformation. L'objectif est, de ce fait, de véhiculer puis de transmettre les charges et les surcharges d'une construction donnée, à travers des éléments porteurs, tout en assurant l'équilibre de l'ensemble, aux fondations qui se chargent à leur tour de les transmettre au sol.<sup>2</sup>



**Figure 2**Museo Soumaya – Mexico City structure en anneaux

<https://theculturetrip.com/north-america/mexico/articles/why-museo-soumaya-is-a-mexico-city-must-see/>

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

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

**Tableau 1** Mécanisme et systèmes structurels<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Pdf-UniversitéBadjiMokhtarAnnaba (Consulté le 05/10/2019)

<sup>3</sup> <https://amastar-architecture.blogspot.com/2018/12/les-modes-assemblage-et-la-structure.html> (Consulté le 03/10/2019)

## 1.1 Structures Tridimensionnelles :

### 1.1.1 Définition :

Structure composée de **barres** disposées dans plusieurs plans. Cette catégorie de charpente est appropriée aussi bien pour des petits auvents décoratifs pour son esthétique que pour des constructions de grandes portées pour sa grande résistance.<sup>4</sup>



Figure 4 Musée Aeroscopie, Musée aéronautique, Toulouse, France



Figure 3 Musée Aeroscopie, aéronautique, Toulouse, France

<https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/haute-garonne/>

C'est une ossature capable de supporter les enveloppes de bâtiments ; permettant la réalisation de constructions de toutes portées sans appuis intermédiaires.

Les structures tridimensionnelles permettent la réalisation de toutes formes architecturales, des plus simples aux plus complexes.<sup>5</sup>

### 1.1.2 Caractéristiques :

\* **Une flexible disposition des supports**, la séquence de montage et démontage et un favorable comportement face aux incendies ou à des actions sismiques.

\* **Une légèreté de poids** par rapport à autres types de structures.

\* **Possibilité de grandes portées. (Poutre en caisson 15-200 m)**

\* **Esthétique pour les éléments** qu'y interviennent (des tubes cylindriques et des sphères) et pour les surfaces que l'on peut obtenir.

\* **Excellente transportabilité** tous les éléments peuvent être facilement entassables.<sup>6</sup>



Figure 6 Louvre Abu Dhabi / Ateliers Jean Nouvel

<https://www.archdaily.com/search/all?q=Louvre%20Abu%20Dhabi%20/%20Ateliers%20Jean%20Nouvel>



Figure 5 acier inox Louvre Abu Dhabi

<sup>4</sup><https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/structure> (Consulté le 08/10/2019)

<sup>5</sup> [https://fr.slideshare.net/slimanekemiha/structure-spatiale-tridimensionnelle?from\\_action=save](https://fr.slideshare.net/slimanekemiha/structure-spatiale-tridimensionnelle?from_action=save) (Consulté le 03/10/2019)

<sup>6</sup> <https://amastar-architecture.blogspot.com/2018/12/les-modes-assemblage-et-la-structure.html>

## 1.2 Structures en diagrid

### 1.2.1 Définition :

Un élément diagonal formé comme une ossature constituée de différents matériaux comme les métaux, le béton ou les poutres en bois, utilisés dans la construction de bâtiments et de toits.<sup>7</sup>

Les structures en diagrid sont généralement utilisées pour la plupart des immeubles de grande hauteur<sup>8</sup>

### 1.2.2 Caractéristiques :

- améliore considérablement la vue esthétique du bâtiment.
- réduit l'acier à 20% par rapport à la structure de contreventement.
- Il n'a pas besoin de main-d'œuvre technique car la technique de construction est simple.
- La diagrid utilise au maximum si le matériau structurel est utilisé. Lorsque le matériau en verre est utilisé avec la grille, il laisse une quantité généreuse de lumière à l'intérieur de la structure.
- Ces structures ont principalement des plans extérieurs et intérieurs libres de colonnes, libres et claires.<sup>9</sup>



Figure 7 CCTV Headquarters structure en diagrid

<http://www.skyscrapercenter.com/building/cctv-headquarters/1068>

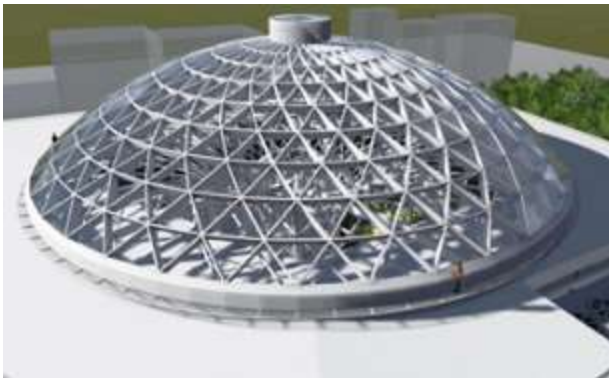


Figure 8 Construire l'Arbre de Vie du Musée national d'histoire naturelle

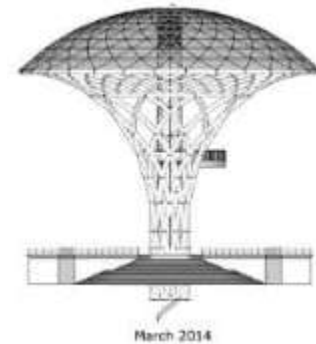


Figure 9 schéma de structure Musée national d'histoire naturelle

<https://bluprint.onemega.com/nmnh-tree-of-life/>

Les matériaux utilisés dans la construction en diagrid sont basés sur les facteurs suivants :

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| • Disponibilité du matériel | • Poids unitaire du matériau |
| • Délai de mise en œuvre    | • Coût du travail            |
| • Souplesse                 | • Résistivité au feu         |
| • Durabilité                |                              |

<sup>7</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770> (Consulté le 09/10/2019)

<sup>8</sup> <http://ae390g6diagrid.weebly.com/parameters.html> (Consulté le 09/10/2019)

<sup>9</sup> <https://theconstructor.org/structural-engg/diagrid-structural-system> (Consulté le 12/10/2019)



## 1.3 Structure en lamellé-collé :

### 1.3.1 Définition :

Un procédé de fabrication consistant à coller des lamelles de bois, avec les fibres dans le même sens les unes sur les autres<sup>10</sup>

#### 1.3.1. Caractéristiques :

- Mise en oeuvre facile.
- Une légèreté de poids.
- Grande portée.
- Grande souplesse architecturale.
- la fabrication des pièces de grande dimension ou de forme particulière
- l'amélioration de la résistance mécanique par rapport à une pièce de bois massif<sup>11</sup>



Figure 10 Centre Pompidou Metz  
Structure en lamellé-collé



Figure 11 facade principale Centre Pompidou Metz



Figure 12 appuis en lamellé collé Centre Pompidou Metz

<https://www.archdaily.com/search/projects/text/Centre%20Pompidou%20Metz>

#### 1.3.2. Avantage :

- la fabrication des **pièces de grande dimension** ou de forme particulière qui n'auraient pu être obtenues par utilisation du **même matériau** sans transformation
- l'amélioration de la résistance mécanique par rapport à une pièce de bois massif
- Le matériau utilisé pour recouvrir la toiture est une membrane à base, notamment de **Teflon (autonettoyant)**. La particularité de ce voile est qu'il est **translucide**, ce qui transforme Pompidou Metz en une lanterne spectaculaire à la nuit tombée<sup>12</sup>



Figure 13 teflon autonettoyant vue pendant la nuit centre pompidou metz

<sup>10</sup> <https://www.bois.com/maison/construction/lamelle-colle> (Consulté le 20/10/2019)

<sup>11</sup> <https://tout-metz.com/musee-centre-pompidou-metz> (Consulté le 21/10/2019)

<sup>12</sup> ZOOM TECHNIQUE - Structures bois lamellé collé (Consulté le 21/10/2019)



## 1.4 Structure En Anneaux :

### 1.4.1. Définition :

Le poids du bâtiment est soutenu par un exosquelette de poteaux et des poutres en treillis en façade encerclant le volume comme un anneau, et sont attachés aux dalles.

La coque du bâtiment est composée de 28 colonnes cintrées en acier de différents diamètres, chacune ayant sa propre géométrie et sa propre forme. À chaque étage, sept poutres en anneau constituent un système qui soutient la structure et en garantit la stabilité. Le dernier étage est l'espace le plus généreux du musée; son toit est suspendu à un imposant porte-à-faux qui permet à la lumière naturelle de s'écouler librement.<sup>13</sup>



Figure 14 Réalisation de Museo Soumaya – Mexico City,

### 1.4.2. Caractéristiques :

- Un grand espace intérieur est libéré.
- Une légèreté de poids.
- Esthétique, et permettre de choisir plusieurs formes architecturales.
- Possibilité de grande portée<sup>14</sup>

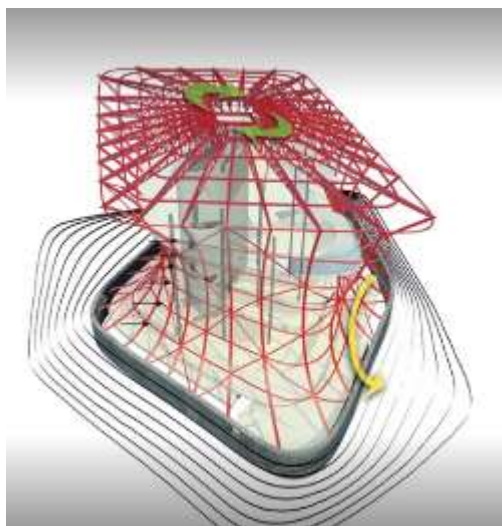


Figure 15 schéma de structure Réalisation de Museo Soumaya

De l'extérieur, le bâtiment présente une forme organique et asymétrique perçue différemment par chaque visiteur, tout en reflétant la diversité de la collection à l'intérieur.

En revanche, l'enveloppe du bâtiment est presque opaque, offrant des ouvertures rares et rares vers l'extérieur. Ce geste peut être interprété comme une intention de créer un abri protégé pour la collection d'art. La façade est constituée de modules en aluminium hexagonal qui optimisent la préservation et la durabilité de l'ensemble du bâtiment.

[https://www.archdaily.com/93430/in-progress-soumaya-museum-umlar?ad\\_source=search&ad\\_medium](https://www.archdaily.com/93430/in-progress-soumaya-museum-umlar?ad_source=search&ad_medium)

<sup>13</sup>[https://www.archdaily.com/93430/in-progress-soumaya-museum-umlar?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.com/93430/in-progress-soumaya-museum-umlar?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)

<sup>14</sup><https://www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/superposition-complexe-d-anneaux-en-aluminium.35866> (Consulté le 25/10/2019)

## 1.5 Structure en treillis :

### 1.5.1 Définition :

Un **treillis**, ou **système triangulé**, est un assemblage de barres verticales, horizontales et diagonales formant des triangles, de sorte que chaque barre subisse un effort acceptable, et que la déformation de l'ensemble soit modérée.<sup>15</sup>

### 1.5.2 La Pyramide du Louvre Paris :



Figure 17 le détail de treillis Pyramide du Louvre

<http://www.utlmorlaix.org/2017/09/27/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/>



Figure 16 la Pyramide du Louvre Paris

Structure en treillis

- Chaque face de la pyramide est constituée de 128 poutres en acier inox, croisées, parallèles aux arêtes de la pyramide. .

La structure en métal, s'élève à 21 mètres sur une base de 35 mètres de côté

La pyramide du Louvre est une pyramide de verre feuilleté et de métal

### 1.5.3 Jeongok prehistory museum :

À l'intérieur, le projet semble entièrement composer du même matériau, un matériau archaïque et primitif, comme s'il avait été façonné à même la falaise. Un avec l'abîme et avec une enveloppe chatoyante. Double enveloppe en métal avec diverses perforations, presque organiques<sup>16</sup>



Figure 19 entrée principal Jeongok prehistory museum

<https://www.architectural.com/x-tu-architects-jeongok-prehistory-museum/>



Figure 18 Jeongok prehistory museum

La double paroi comprend des vitrages et des protections solaires en métal perforé le devant scintille comme une peau de reptile; plus ou moins émaillé selon les endroits, changeant avec la lumière, il devient un miroir en acier inoxydable dessous qui reflète l'image de l'abîme.

<sup>15</sup> <http://www.utl-morlaix.org/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/> (Consulté le 27/10/2019)

<sup>16</sup> <https://www.architectural.com/x-tu-architects-jeongok-prehistory-museum/> (Consulté le 03/10/2019)

<sup>17</sup> <https://www.hisour.com/fr/jeongok-prehistory-museum-yeoncheon-south-korea-10974/>

## 1.6 Structure spéciale géométrie complexe :

### 1.6.1 Structure et esthétique du bâtiment :

Le développement architectural de la peau du bâtiment était l'un des éléments les plus critiques mais néanmoins difficiles du projet. Notre ambition de réaliser une surface tellement continue qu'elle paraisse homogène, nécessite un large éventail de fonctions différentes, ainsi que la logique de la construction et les systèmes techniques doivent être intégrés dans l'enveloppe du bâtiment<sup>18</sup>



Figure 20 Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects



Figure 21 Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid

<http://bubblemania.fr/zaha-hadid-2007-2012-complexe-culturel-bakou-heydar-aliyev-arabie-saoudite/>

Le Centre Heydar Aliyev consiste principalement en deux systèmes collaborateurs: une structure en béton associée à un système de cadre spatial. Afin de créer de grands espaces sans colonne, permettant au visiteur de ressentir la fluidité de l'intérieur, les éléments structurels verticaux sont absorbés par l'enveloppe et le système de mur-rideau. La géométrie particulière de la surface favorise des solutions structurelles non conventionnelles, telles que l'introduction de «colonnes de chaussure» incurvées pour obtenir le pelage inverse de la surface du sol à l'ouest du bâtiment.<sup>19</sup>

Le système de **cadre d'espace** a permis la construction d'une structure de forme libre et a permis de gagner un temps considérable tout au long du processus de construction, tandis que la sous-structure a été développée pour incorporer une relation flexible entre la grille rigide du cadre d'espace et les joints de revêtement extérieur de forme libre. Ces couvertures ont été dérivées d'un processus de rationalisation de la géométrie complexe, de l'utilisation et de l'esthétique du projet







Figure 22 la peau du projet en réalisation Heydar Aliyev Center

<http://bubblemania.fr/zaha-hadid-2007-2012-complexe-culturel-bakou-heydar-aliyev-arabie-saoudite/>

<sup>18</sup> <http://bubblemania.fr/zaha-hadid-2007-2012-complexe-culturel-bakou-heydar-aliyev-arabie-saoudite/>

<sup>19</sup> <https://www.archdaily.com/448774/heydar-aliyev-center-zaha-hadid-architects> (Consulté le 27/10/2019)



	Structures Tridimensionnelles	Structures en diagrid	Structure en lamellé-collé	Structure En Anneaux
<b>définition</b>	Structure composée de <b>barres</b> disposées dans plusieurs plans. Cette catégorie de charpente est appropriée aussi bien pour des petits auvents décoratifs pour son esthétique que pour des constructions de grandes portées pour sa grande résistance	Un élément diagonal formé comme une ossature constituée de différents matériaux comme les métaux, le béton ou les poutres en bois, utilisés dans la construction de bâtiments et de toits.  Les structures en diagrid sont généralement utilisées pour la plupart des immeubles de grande hauteur <sup>20</sup>	Un procédé de fabrication consistant à coller des lamelles de bois, avec les fibres dans le même sens les unes sur les autres	Le poids du bâtiment est soutenu par un exosquelette de poteaux et des poutres en treillis en façade encerclant le volume comme un anneau, et sont attachés aux dalles.
<b>caracteristiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mise en oeuvre facile.</li> <li>➤ Une légèreté de poids.</li> <li>➤ Grande portée.</li> <li>➤ Grande souplesse architecturale.</li> <li>➤ la fabrication des pièces de grande dimension ou de forme particulière.</li> <li>➤ l'amélioration de la résistance mécanique par rapport à une pièce de bois massif<sup>21</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ améliore considérablement la vue esthétique du bâtiment.</li> <li>➤ réduit l'acier à 20% par rapport à la structure de contreventement.</li> <li>➤ Il n'a pas besoin de main-d'œuvre technique car la technique de construction est simple.</li> <li>➤ La diagrid utilise au maximum si le matériau structurel est utilisé. Lorsque le matériau en verre est utilisé avec la grille, il laisse une quantité généreuse de lumière à l'intérieur de la structure.</li> <li>➤ Ces structures ont principalement des plans extérieurs et intérieurs libres de colonnes, libres et claires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mise en oeuvre facile.</li> <li>➤ Une légèreté de poids.</li> <li>➤ Grande portée.</li> <li>➤ Grande souplesse architecturale.</li> <li>➤ la fabrication des pièces de grande dimension ou de forme particulière</li> <li>➤ l'amélioration de la résistance mécanique par rapport à une pièce de bois massif<sup>22</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Un grand espace intérieur est libéré.</li> <li>➤ Une légèreté de poids.</li> <li>➤ Esthétique, et permettre de choisir plusieurs formes architecturales.</li> <li>Possibilité de grande portée</li> </ul>
<b>exemple</b>	 <p>Figure 23 Musée Aeroscopia, aéronautique, Toulouse, France <a href="https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/haute-garonne/">https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/haute-garonne/</a></p>	 <p>Figure 24 Construire l'Arbre de Vie du Muséum national d'histoire naturelle</p>	 <p>Figure 25 appuis en lamellé collé Centre Pompidou Metz</p>	 <p>Figure 26 Realisation de Museo Soumaya - Mexico City,</p>

<sup>20</sup> <https://theconstructor.org/structural-engg/diagrid-structural-system>

<sup>21</sup> [https://fr.slideshare.net/slimanekemiha/structure-spatiale-tridimensionnelle?from\\_action=save](https://fr.slideshare.net/slimanekemiha/structure-spatiale-tridimensionnelle?from_action=save)

<sup>22</sup> <https://tout-metz.com/musee-centre-pompidou-metz>

## 2 Forme et musée :

- **Definition :**

La forme est ce que l'on perçoit en premier. Elle est liée à la troisième dimension, un musée doit être la première exposition avant les collections d'art, il se distingue par sa forme qui signale.



La qualité d'un objet, résultant de son organisation interne, de sa structure, concrétisée par les lignes et les surfaces qui le délimitent, susceptible d'être appréhendée par la vue et le toucher, et permettant de le distinguer des autres objets indépendamment de sa nature et de sa couleur.<sup>23</sup>



**Figure 27 Forme déconstructiviste**

**TAUBMAN MUSEUM OF ART BY RANDALL STOUT**

<https://aasarchitecture.com/2012/09/taubman-museum-of-art-by-randall-stout.html/>

COMPLEXE	DECONSTRUCTIVISTE	EN BLOB
		
<p><b>Figure 28</b>Musée d'art de Denver</p>	<p><b>Figure 29</b>MUSÉE GUGGENHEIM (BILBAO)</p>	<p><b>Figure 30</b>Kunthaus Graz</p>

**Tableau 2 VARIETE DE FORMES DES MUSEES**

<sup>23</sup> <https://journals.openedition.org/ocim/326> (Consulté le 02/11/2019)

## 2.1 Forme tronconique :

L'édifice, de forme tronconique, se **développe en spirale** à partir d'une rampe hélicoïdale de plus de 400m de long enroulée sur cinq niveaux autour d'un spectaculaire vide central.



Figure 32 vue sous verrière Guggenheim Museum



Figure 31 Guggenheim Museum (1956) New York

<http://www.utl-morlaix.org/2017/09/27/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/>

Les murs et le sol de la rampe d'exposition, inclinés de quelques degrés, ont tout de suite rebuté les artistes, qui les trouvaient inadaptés aux toiles rectangulaires respectant les traditionnels repères orthogonaux. : le parcours était unique, aucune flexibilité des espaces d'exposition et les œuvres, placées dans des alcôves le long du mur de la rampe. Le principal reproche porta sur la trop grande « présence » de l'architecture<sup>24</sup>

## 2.2 Forme pyramidale :

Ce volume s'élevant comme un diamant à plus de 20 mètres de hauteur qui a ravivé, lors de l'annonce du projet, la bataille entre anciens et modernes. Entre défenseurs du patrimoine et audacieux de l'architecture. Chaque face de la pyramide est constituée de 128 poutres en acier inox, croisées, parallèles aux arêtes de la pyramide.<sup>25</sup>



Figure 34 la Pyramide du Louvre Paris



Figure 33 la Pyramide du Louvre Paris

<http://www.utl-morlaix.org/2/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/>

La « grande pyramide » n'est pas seule. Elle est entourée de trois répliques bien plus petites et d'une cinquième pyramide, inversée celle-ci, construite sous le Carrousel du Louvre.

<sup>24</sup> <http://www.utl-morlaix.org/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/>

<sup>25</sup> <https://structurae.net/fr/ouvrages/pyramide-du-louvre>(Consulté le 05/11/2019)



### 2.3 Pyramide inversée :

Sa structure extérieure ressemble à une pyramide inversée avec quatre niveaux carrés décroissant.

La rampe est une spirale continue entourant le grand aspirateur central permettant l'accès à tous les niveaux et la connexion du musée



Figure 35 vue de l'intérieur Le Musée d'Hanoi

<https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/le-musee-dhanoi/#>



Figure 36 Le Musée d'Hanoi

<https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/le-musee-dhanoi/#>

Les dalles sont suspendues à la structure de toit par des éléments de tension dans le réseau structurel .

Les bords et les zones internes de la structure de toit ont été construits avec ossature en acier pour réduire le poids mort

### 2.4 Cône inversé (forme en soucoupe) :

Conçu à partir d'une figure révolutionnaire à double courbure, le musée se dresse sur la falaise comme un phare symbolique soulevé la baie.

Structure radiale seize pieds de haut, avec une couverture de 15,24 m de diamètre et de près de 2000 m<sup>2</sup> <sup>26</sup>



Figure 38 vue de l'intérieur MUSÉE D'ART CONTEMPORAIN DE NITERÓI

<https://voyages.michelin.fr/amerique-centrale-et-du-sud/bresil/rio-de-janeiro/niteroi/musee-dart->



Figure 37 MUSÉE D'ART CONTEMPORAIN DE NITERÓI

<https://voyages.michelin.fr/amerique-centrale-et-du-sud/bresil/rio-de-janeiro/niteroi/musee-dart->

La structure moderne avec des lignes circulaires et en **forme de soucoupe**, a parfois été comparée à un OVNI. La structure repose sur une source d'eau. <sup>27</sup>

<sup>26</sup><https://voyages.michelin.fr/amerique-centrale-et-du-sud/bresil/rio-de-janeiro/niteroi/musee-dart-contemporain-de-niteroi> (Consulté le 05/11/2019)

<sup>27</sup> <https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/le-musee-dhanoi/#> (Consulté le 05/11/2019)

## 2.5 Forme déconstructiviste :

### 2.5.1 Musée des confluences lyon :

Le Musée des Confluences est un musée d'histoire naturelle et des sociétés. Situé au confluent du Rhône et de la Saône. Dans le hall d'entrée vitré, baptisé «Cristal », se dresse une imposante structure en forme d'entonnoir.<sup>28</sup>



Figure 40 musée des confluences lyon  
(Vue d'intérieur)



Figure 39 musée des confluences lyon 2014

<http://www.utl-morlaix.org/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/>

Le musée mesure 190 mètres de long, sur 90 de large et 41 mètres de haut. un projet basé sur une architecture déconstructiviste et d'importants porte-à-faux. Le projet est composé de trois ensembles appelés « Socle », « Cristal » et « Nuage »

### 2.5.2 Musée guggenheim (bilbao) :

Dessiné par Frank Gehry, le musée Guggenheim de Bilbao est l'un des plus impressionnants visuellement, avec son recouvrement tout de titane. Ce musée d'art contemporain est l'un des 5 musées ouverts par la fondation du collectionneur d'art Solomon R. Guggenheim.<sup>29</sup>



Figure 41 MUSÉE GUGGENHEIM (BILBAO)

<http://www.utl-morlaix.org/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/>

Cette structure innovante a été dessinée par Frank Gehry. Sa silhouette est le fruit d'un assemblage singulier de pierre, de verre et de titane faisant penser à une fleur au bord de l'eau il développe l'approche déconstructiviste promouvant des formes organiques.



Figure 42 MUSÉE GUGGENHEIM (BILBAO)

<sup>28</sup> <http://www.utl-morlaix.org/2/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/> (Consulté le 07/11/2019)

<sup>29</sup> <https://www.alamyimages.fr/photo-image-musee-guggenheim-de-bilbao-bilbao-espagne-architecte-frank-gehry-1997-bardage-detail-71433429.html> (Consulté le 07/11/2019)



## 2.6 Forme en Ailes d'oiseau :

Une structure blanche ultra-moderne qui ressemble à un aile d'oiseau. L'acier blanc et la forme en béton rappellent un navire et contrastent avec l'ensemble existant<sup>30</sup>.

Il s'agit de structures architecturales dont la forme est déterminée par la membrane de couverture qui est tendue entre plusieurs points prédéfinis, et donc sans appui sur des arcs de supports traditionnels.<sup>31</sup>



Figure 43 Milwaukee Art Museum | Santiago Calatrava

<https://www.arch2o.com/milwaukee-art-museum-calatrava/>



Figure 44 Milwaukee Art Museum | Santiago Calatrava

Le pavillon présente une **structure cinématique** spectaculaire, un brise-soleil avec des persiennes qui s'ouvrent et se ferment comme les **ailes d'un grand oiseau**.

## 2.7 Forme exotique :

Il a une forme exotique, avec des restes de forme animale qui pourraient ressembler à une chenille jusqu'à mentir, ballon ou bulle. Le volume a un effet d'apésanteur pour être suspendu au rez-de-chaussée, avec un mur de verre qui révèle comment cela se poursuit à l'intérieur.



Figure 45Kunsthhaus de Graz

<http://bubblemania.fr/batiment-blob-biomorphe-2001-2003-musee-dart-contemporain-kunsthhaus-graz-autriche/>



Figure 46vue sur enveloppe exterieurKunsthhaus de Graz

Dans la partie supérieure du profilé de recouvrement 16 buses d'accentuer et d'agir comme la construction de puits de lumière, captant la lumière du jour ,<sup>32</sup>

<sup>30</sup> <https://www.arch2o.com/milwaukee-art-museum-calatrava/> (Consulté le 10/11/2019)

<sup>31</sup> <https://www.plastecomilano.com/structures-tendues/> (Consulté le 11/11/2019)

<sup>32</sup> <http://bubblemania.fr/batiment-blob-biomorphe--musee-dart-contemporain-kunsthhaus-graz-autriche/>

## 2.8 Forme en coque :

Avec ses voiles étincelantes sur le fond de l'eau bleue de la baie de Sydney, L'opéra de Sydney trône, majestueux, surplombant la baie. Avec le kangourou, le monument fait partie des symboles de l'Australie. Le bâtiment trône sur une large plateforme minérale, couronnée par un ensemble de coquilles blanches<sup>33</sup>



Figure 48 L'Opéra de Sydney

[https://www.archdaily.com/911580/7-rejected-proposals-for-sydney-opera-house?ad\\_](https://www.archdaily.com/911580/7-rejected-proposals-for-sydney-opera-house?ad_)



Figure 47 L'Opéra de Sydney

<https://www.lecourrieraustralien.com/lopera-de-sydney-fete-ses-44-ans-retour-sur-une-histoire-incroyable/>

Voici comment Utzon décrit son projet :  
« Au lieu de faire une forme carrée, j'ai fait une sculpture. J'ai voulu que cette forme soit un peu une chose vivante, que lorsque vous passez devant il se passe toujours quelque chose. Vous n'êtes jamais fatigué de la regarder se détachant sur les nuages, jouant avec le soleil. »<sup>34</sup>

## 2.9 Forme libre :

L'architecte a voulu relié le contexte existant de Denver avec les nouveaux matériaux employés pour la construction du bâtiment comme le titane. Pour lui cette ensemble formera les espaces qui connecteront la tradition de Denver locale au 21e siècle.



Figure 50 Extension du Musée d'art de Denver



Figure 49 Extension du Musée d'art de Denver

<https://constructalia.arcelormittal.com/fr/galerie-des-etudes-de-cas/usa/musee-d-art-de-denver>









Avec sa forme géométrique complexe, le bâtiment vise à limiter le paysage urbain et naturel environnant. Un squelette compliqué était requis comme structure porteuse pour cette conception géométrique irrégulière<sup>35</sup>

<sup>33</sup><https://www.franceculture.fr/architecture/l-opera-de-sydney-bijou-emblématique-cauchemar-de-son-architecte> (Consulté le 15/11/2019)

<sup>34</sup><https://www.archdaily.com/911580/7-rejected-proposals-for-sydney> (Consulté le 15/11/2019)

<sup>35</sup> <http://www.journal-du-design.fr/architecture/architecture-extension-du-musee-d-art-de-denver->



forme	Forme tronconique	forme pyramidale	Cône inversé	Forme libre
<b>Description</b>	L'édifice, de forme tronconique, se <b>développe en spirale</b> à partir d'une rampe hélicoïdale de plus de 400m de long enroulée sur cinq niveaux autour d'un spectaculaire vide central. <sup>36</sup>	volume s'élevant comme un diamant à plus de 20 mètres de hauteur qui a ravivé, lors de l'annonce du projet, la bataille entre anciens et modernes. Entre défenseurs du patrimoine et audacieux de l'architecture Chaque face de la pyramide est constituée de 128 poutres en acier inox, croisées, parallèles aux arêtes de la pyramide <sup>37</sup>	Conçu à partir d'une figure révolutionnaire à double courbure, le musée se dresse sur la falaise comme un phare symbolique soulevé la baie. La structure moderne avec des lignes circulaires et en <b>forme de soucoupe</b> , a parfois été comparée à un OVNI	Avec sa forme géométrique complexe, le bâtiment vise à limiter le paysage urbain et naturel environnant, La structure angulaire se compose de 20 plans inclinés, dont aucun n'est parallèle ou perpendiculaire à l'autre. Un squelette compliqué était requis comme structure porteuse pour cette conception géométrique irrégulière. <sup>38</sup>
<b>projet</b>	 Figure 51 Guggenheim Museum (1956) New York <a href="http://www.utl-morlaix.org/2017/09/27/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/">http://www.utl-morlaix.org/2017/09/27/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/</a>	 Figure 52 la Pyramide du Louvre (1989) Paris <a href="http://www.utl-morlaix.org/2/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/">http://www.utl-morlaix.org/2/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/</a>	 Figure 53 MUSÉE D'ART CONTEMPORAIN DE NITERÓI <a href="https://voyages.michelin.fr/amerique-centrale-et-du-sud/bresil/rio-de-janeiro/niteroi/musee-d-art-">https://voyages.michelin.fr/amerique-centrale-et-du-sud/bresil/rio-de-janeiro/niteroi/musee-d-art-</a>	 Figure 54 Extension du Musée d'art de Denver <a href="https://constructalia.arcelormittal.com/fr/galerie_des_etudes_de_cas/usa/musee_d_art_de_denver">https://constructalia.arcelormittal.com/fr/galerie_des_etudes_de_cas/usa/musee_d_art_de_denver</a>
forme	pyramide inversée	Forme déconstructiviste	Forme en Ailes d'oiseau	Forme en coque
<b>projet</b>	 Figure 55 Le Musée d'Hanoi <a href="https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/le-musee-dhanoi/#">https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/le-musee-dhanoi/#</a>	 Figure 56 musée des confluences Lyon 2014 <a href="http://www.utl-morlaix.org/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/">http://www.utl-morlaix.org/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/</a>	 Figure 57 Milwaukee Art Museum   Santiago Calatrava <a href="https://www.arch2o.com/milwaukee-art-museum-calatrava/">https://www.arch2o.com/milwaukee-art-museum-calatrava/</a>	 Figure 58 L'Opéra de Sydney <a href="https://www.archdaily.com/911580/7-rejected-proposals-for-svdnev-opera-house?ad">https://www.archdaily.com/911580/7-rejected-proposals-for-svdnev-opera-house?ad</a>

<sup>36</sup> <http://www.utl-morlaix.org/larchitecture-contemporaine-et-les-musees-par-sonia-de-puineuf/>

<sup>37</sup> <https://structurae.net/fr/ouvrages/pyramide-du-louvre>

<sup>38</sup> <http://www.journal-du-design.fr/architecture/architecture-extension-du-musee-dart-de-denver>

### 3 Innovation des façades :

- **Définition :**

Le mur de façade, appelé aussi simplement « façade », est un élément de construction vertical qui délimite un édifice.

Les murs de façade peuvent être conçus en plusieurs épaisseurs, suspendus ou ancrés. Ce mur est le plus souvent plus décoré que les autres murs extérieurs. Sensible aux agressions extérieures, le mur de façade doit idéalement être nettoyé.<sup>39</sup>

- **La Façade Intelligente :**

La façade intelligente est une réponse pertinente aux enjeux éco-environnementaux actuels et futurs. Parfaite synthèse entre urbanisme, architecture, optimisation de la performance énergétique, valorisation et pérennisation du bâti, la façade intelligente s'impose comme la solution incontournable en I.T.E. (Isolation Thermique par l'Extérieur).<sup>40</sup>



**Figure 59** ABC Museum of Drawing and Illustration Façade double peau

[https://www.tripadvisor.fr/Attraction\\_Review-g187514-d2525777-Reviews-ABC Museum of Drawing and Illustration-Madrid.html](https://www.tripadvisor.fr/Attraction_Review-g187514-d2525777-Reviews-ABC_Museum_of_Drawing_and_Illustration-Madrid.html)

---

<sup>39</sup> <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-mur-facade-10789/> (Consulté le 20/11/2019)

<sup>40</sup> <https://www.snbvi.fr/> (Consulté le 20/11/2019)

### 3.1 Façade ventilée :

#### 3.1.1 Définition :

La façade ventilée est un système de construction novateur qui rapporté aux procédés traditionnels, résoud de manière beaucoup plus rationnelle et efficace les problèmes d'isolation, de ventilation et d'habillage extérieur des bâtiments.<sup>41</sup>

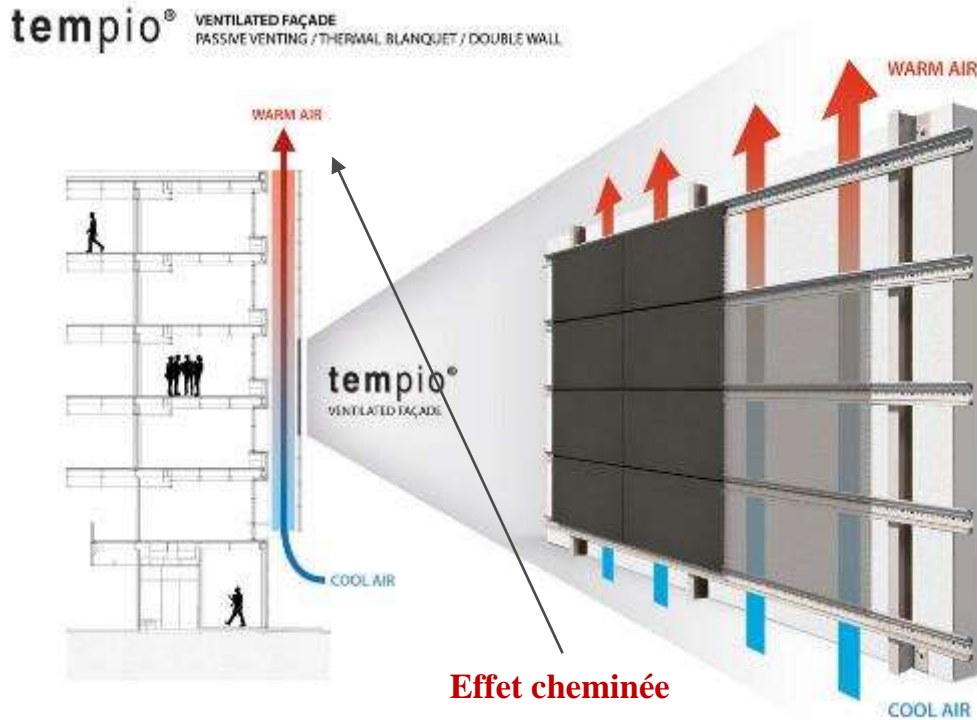


Figure 60 principe de façade ventilée

<https://www.tempio.es/fr/facades-ventilees.php>

#### 3.1.2 Composition d'un système de façade ventilée :

- L'isolation thermique extérieure
- La sous-construction ou ossature de soutien
- La lame d'air (espace vide entre l'isolant et le revêtement)
- Le revêtement extérieur

#### 3.1.3 Avantages de la façade ventilée :

- Évite la condensation et l'humidité
- Prolonge la vie utile de la façade
- Réduit les mouvements structurels
- Améliore l'isolation thermique et acoustique
- Augmente l'efficacité énergétique
- C'est très facile d'entretien
- Apporte une valeur ajoutée au bâtiment<sup>42</sup>

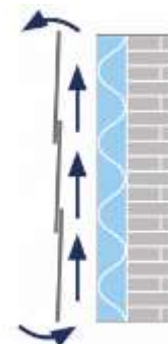


Figure 61 Façade ventilée : fonctionnement

<sup>41</sup> <https://www.tempio.es/fr/facades-ventilees.php> (Consulté le 25/11/2019)

<sup>42</sup> <https://www.cupapizarra.com/fr/actualite/facade-ventilee-fonctionnement-avantages/>



### 3.1.4 Performance énergétique :

Grâce aux différences de température, dans cet espace intermédiaire a lieu un phénomène de convection naturelle appelé l'« **effet cheminée** ».

Ce phénomène de convection naturelle fait qu'en été l'air chaud monte. Cette circulation a pour effet le renouvellement de la lame d'air intérieur par de l'air plus frais. En hiver, l'air n'est suffisamment chaud pour monter.

Il conserve sa température de fait office de zone tampon<sup>43</sup>

### 3.1.5 lame d'air :

La lame d'air a une ouverture dans la partie supérieure et une autre en pied de façade, qui permettent la **circulation constante de l'air**. Ces ouvertures doivent être protégées correctement pour éviter l'entrée d'eau, car l'eau diminue l'efficacité de l'isolation. Dans l'**ouverture en pied de façade** il faut mettre un **profilé perforé** qui permet la ventilation à travers ses orifices et constitue,

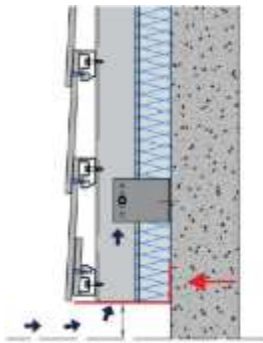


Figure 62 BIOLOGICAL SCIENCE BUILD-ING PROJECT UNSW

[https://www.tempio.es/sites/default/files/styles/project\\_list\\_public/biologicalsciencebuilding\\_main.jpg?itok=PuHQqlN3](https://www.tempio.es/sites/default/files/styles/project_list_public/biologicalsciencebuilding_main.jpg?itok=PuHQqlN3)

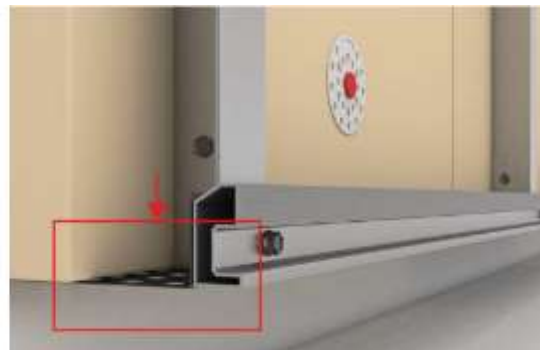


Figure 63 facade ventilée schema d'un profilé perforé

Dans l'ouverture supérieure il faut installer une tôle métallique d'acrotère qui protège des infiltrations d'eau, laissant un espace suffisamment grand pour permettre la ventilation constante.

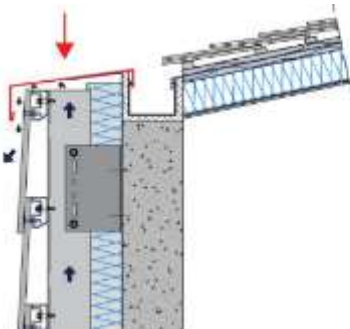


Figure 64 facade ventilée schema de tôle métallique d'acrotère

Il est essentiel que la largeur de la lame d'air soit d'au moins 2 cm dans les parties les plus étroites, pour garantir une ventilation adéquate. D'ailleurs, il est recommandé que la surface minimale de ventilation varie selon la hauteur du bâtiment.

<sup>43</sup> <https://www.cupapizarras.com/fr/actualite/facade-ventilee-fonctionnement-avantages/>

## 3.2 LA FAÇADE DOUBLE PEAU :

### 3.2.1 Définition :

Une façade double peau peut être définie comme une façade simple traditionnelle doublée à l'extérieur par une façade essentiellement vitrée.

la principale utilisation est en général l'utilisation de l'effet de serre générée par la façade vitrée pour réchauffer les pièces et créer une ventilation naturelle du bâtiment<sup>44</sup>

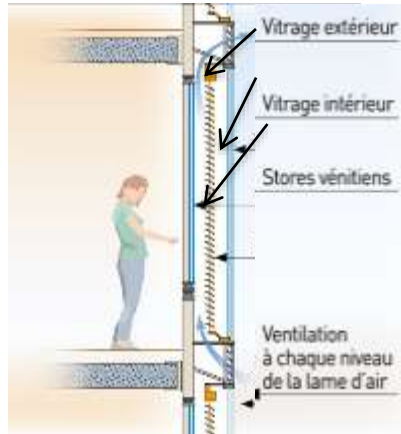


Figure 66 composition de la façade double peau

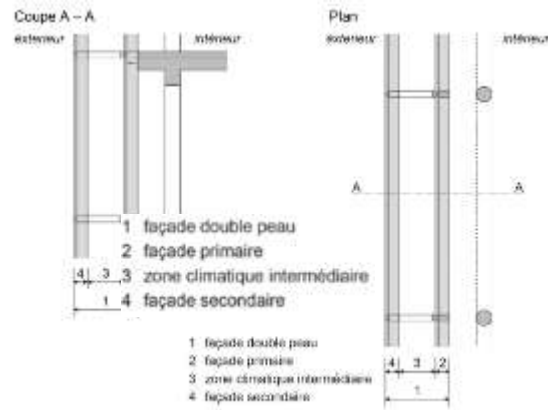


Figure 65c. Construction de la façade primaire et secondaire

### 3.2.2 Construction de la façade primaire :

Le revêtement de la paroi extérieure et la couche d'isolation thermique de la façade primaire doivent être réalisés en matériaux de construction RF1. Les profilés de fenêtre linéaires en matériaux combustibles sont autorisés

### 3.2.3 Construction de la façade secondaire :

La façade secondaire doit être réalisée en matériaux de construction RF1. Les profilés de fenêtre linéaires en matériaux combustibles sont autorisés. L'utilisation de matériaux de construction combustibles est possible, sous réserve de mesures supplémentaires.

### 3.2.4 Objectif :

- la création d'une ventilation naturelle
- le préchauffage de l'air introduit dans le bâtiment
- l'isolation acoustique
- l'optimisation du facteur de lumière du jour
- l'esthétique : crée un aspect « high-tech » apprécié dans les bâtiments tertiaires
- l'amélioration du confort d'été
- L'isolation thermique<sup>45</sup>



Figure 67 Musée de la Romanité

<http://www.lamarseillaise.fr/gard/societe/59098-nimes-qui-va-gerer-le-futur-musee-de-la-romanite>

<sup>44</sup> [https://www.ekopedia.fr/wiki/Fa%C3%A7ade\\_double\\_peau](https://www.ekopedia.fr/wiki/Fa%C3%A7ade_double_peau) (Consulté le 25/11/2019)

<sup>45</sup> <https://www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/1-enveloppe-facade-double-peau-la->

### 3.3 Facade en Panneaux muraux :

- Utilisation : Revêtement extérieur et intérieur Applications Résidentiel, commercial, corporatif, éducation, culture, santé
- Caractéristiques Léger, rigide, plat (sans mise en conserve), simple peau, incombustible, classe de protection incendie A, 100% recyclable, à entretien réduit, micro perforé avec support acoustique (si désiré)
- Format Panneaux Tailles Feuilles en aluminium (largeur de 48 po x longueur jusqu'à 177 po), l'épaisseur varie de 0.6mm à 3mm
- Garantie : Toutes les plaques et tous les systèmes Pure + Free form bénéficient d'une garantie de 20-30 ans selon l'emplacement et la couleur du projet. utilisé.<sup>46</sup>

#### 3.3.1 Caractéristiques et avantages :

- Peau simple
- Incombustible
- Classement au feu de classe A
- 100% recyclable
- Durable
- Résiste à la dégradation par les UV et à la corrosion
- Résiste à l'exposition chimique
- Coûts de cycle de vie réduits
- Peu ou pas d'entretien<sup>47</sup>



Figure 68 108 building NEW YORK, NY

<https://purefreeform.com/portfolio-item/108-chambers/>



Figure 70 procédé d'encollage

Toutes les plaques de façade peuvent être fixées sur structures métalliques à l'aide de rivets



Figure 69 procédé de Fixation mécanique invisible

**Profil:** Standard ou Personnalisé

**Type de fixation:** Exposé

**Finition / Couleurs:** Lumiflon FEVE / personnalisé ou n'importe quelle finition de Pure + FreeForm

**Contenu recyclé:** utilise au minimum **20% d'aluminium** recyclé post-consommation dans nos murs et panneaux en métal. L'utilisation de produits fabriqués entièrement ou partiellement à partir de contenu recyclé **réduit l'impact environnemental** de la récolte et du traitement de matières vierges.

<sup>46</sup> <https://svkarchitecturelabs.com/fr/techniques-de-fixation/> (Consulté le 28/11/2019)

<sup>47</sup> <https://purefreeform.com/portfolio-item/north-station/> (Consulté le 28/11/2019)



### 3.4 Façade en diagrid :

#### 3.4.1 Définition :

Diagrid est un système structurel conçu pour supporter diverses charges de manière ingénieuse et fournir des solutions structurelles esthétiques à de vastes espaces <sup>48</sup>

fabriqués comme des systèmes expressifs et subtils, les éléments tels que les colonnes, les poutres et les fermes supportent leur propre poids. Intégrés à l'enveloppe du bâtiment, les systèmes structurels créent de puissantes relations entre les intérieurs et les façades.



Figure 71 Museo Interactivo de la Historia de Lugo

<http://www.shootinginspain.info/es/localizaciones/museo-interactivo-da-historia-de-lugo-mihl>

#### 3.4.2 Magasin Prada (Epicentre) :



Figure 72 Magasin Prada (Epicentre)

<https://www.architravel.com/architravel/building/prada-store-epicenter/>

Les murs de verre ne sont pas les murs rideaux transparents, mais une coque structurelle transparente.

#### 3.4.3 Avantage :

- Espace efficace lorsqu'il est bien conçu
- La membrane sert à changer de manière dynamique l'apparence d'un bâtiment.
- Les matériaux utilisés pour la construction sont légers mais offrent un haut niveau de résistance
- Les structures étant généralement recouvertes de verre, elles optimisent l'éclairage naturel.
- Se comporte comme une membrane, structurellement et esthétiquement efficace
- S'étend sur de plus grandes distances par rapport aux structures en acier traditionnelles<sup>50</sup>

Il résulte de sa forme à cinq côtés, de ses courbes lisses tout au long de son intérieur et de ses vitres en forme de losange caractéristiques, qui varient entre "bulles" concaves et convexes un dispositif optique interactif. Comme une partie du verre est incurvée, il semble bouger lorsque vous le contournez. En outre, la grille apporte une dimension humaine à l'architecture, comme les fenêtres d'affichage.<sup>49</sup>



Figure 73 vue d'intérieur Magasin Prada (Epicentre)

<http://www.galinsky.com/buildings/pradatokyo/index.htm>

<sup>48</sup> <http://ae390g6diagrid.weebly.com/> (Consulté le 29/11/2019)

<sup>49</sup> <https://www.architravel.com/architravel/building/prada-store-epicenter/> (Consulté le 25/11/2019)

<sup>50</sup> <http://ae390g6diagrid.weebly.com/pros--cons.html> (Consulté le 15/11/2019)

### 3.5 Façade en fonte d'aluminium :

#### 3.5.1 Définition :

Ce sont des alliages dont le constituant principal est l'aluminium, destinés à être transformés par des techniques de fonderie. Ils sont souvent nommés « alliages légers » du fait de leur masse volumique nettement inférieure à celles d'autres métaux utilisés dans l'industrie. Une pièce de fonderie en alliage léger est une pièce en aluminium moulé.<sup>51</sup>



Figure 74 Le Musée de Cluny façade principale

<https://chroniques-architecture.com/musee-cluny-bernard-desmoulin/>

#### 3.5.2 Panneaux de fonte d'aluminium



Figure 75 Facade du Musée de Cluny façade est

<https://chroniques-architecture.com/musee-cluny-bernard-desmoulin/>

L'architecte y avait savamment mis en œuvre des panneaux de fonte d'aluminium. La matérialité était trouvée. La fonte a le mérite d'être à la fois légère, peu épaisse, malléable dans la forme et économiquement très accessible. Sur la façade, chaque panneau possède un ton différent, des dimensions uniques. Ils sont mis en œuvre sur un calepinage savant avec différents reliefs. Trois types de panneaux sont ainsi installés. Des panneaux de fonte pleins, certains semi-ajourés et en relief et d'autres creux.

#### 3.5.3 Matériau :

Après la pose, en hiver, la façade était chocolat, un peu triste. Et soudain, un rayon de soleil est venu révéler ce qui n'avait été que pressenti tout le temps des études. Désormais, la façade vibre de mille intonations de doré, d'ocre, de miel, elle change avec le moindre nuage, à la faveur du plus petit déplacement<sup>52</sup>



Figure 76 Panneaux en fonte d'aluminium

<https://chroniques-architecture.com/musee-cluny-bernard-desmoulin/>

<sup>51</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Alliage\\_d%27aluminium\\_pour\\_fonderie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Alliage_d%27aluminium_pour_fonderie)

<sup>52</sup> <https://chroniques-architecture.com/musee-cluny-bernard-desmoulin/> (Consulté le 28/11/2019)

### 3.6 Façades avec brise soleil orientable :

#### 3.6.1. Definition :

Sont des stores extérieurs **équipés de lames** qui peuvent s'incliner en fonction de la protection solaire voulue. Ils apportent un **réel confort** car ils proposent une alternative au "tout ou rien" imposé par les stores classiques extérieurs<sup>53</sup>

#### 3.6.2. Aspect esthétique :

Au-delà de leurs aspects fonctionnels, ils sont également d'un élément d'animation de la façade et d'une source d'embellissement du bâtiment. Doté d'un design soigné, les brises-soleil fixes s'intègrent esthétiquement sur toutes les constructions quel que soit le style architectural. Afin d'offrir une grande liberté d'expression et de multiples possibilités de rendu<sup>54</sup>

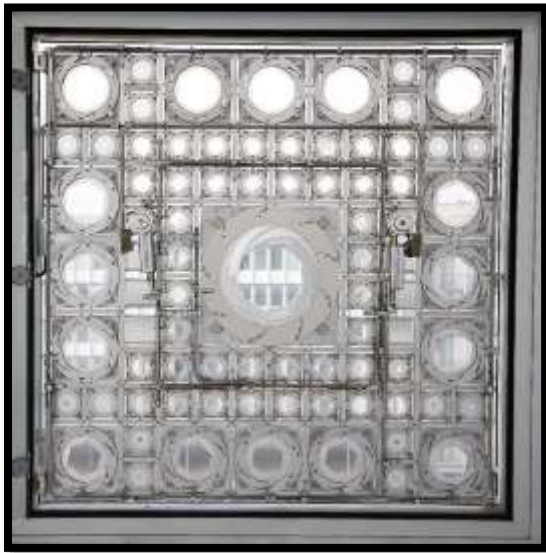


Figure 77 Moucharabiehs de l'Institut du Monde Arabe à Paris

<https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/mosaique-electronique-led-facade-ima-paris/>



Tableau 3 ASPEN ART MUSEUM

brise-soleil en bois pour façade

<https://www.archiexpo.fr/prod/prodema-natural-wood-sl/product-3617-1861020.html>

<sup>53</sup> <https://conseils-thermiques.org/contenu/brise-soleil-orientable.php> (Consulté le 27/11/2019)

<sup>54</sup> <https://www.tellierbrisesoleil.com/brise-soleil-fixe/> (Consulté le 14/11/2019)



### 3.6.3. Al Bahar Towers Responsive Façade:

Les deux tours circulaires sont revêtues d'un mur-rideau en verre résistant aux intempéries. Le mur-rideau est composé de panneaux unitaires avec une hauteur de sol à plancher de 4200 mm et une largeur variable de 900 à 120 mm.

Le système d'ombrage dynamique est un écran composé d'unités triangulaires telles que des parapluies en origami<sup>55</sup>



Figure 79 Panneaux amovibles Al Bahar Towers

<http://www.iaacblog.com/programs/responsive-facade-dynamic-animation/>



Figure 78 Façade réactive des tours Al Bahar

<https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas>

L'écran opère comme un mur-rideau, assis à deux mètres de l'extérieur des bâtiments sur un cadre indépendant. Chaque triangle est recouvert de fibre de verre et programmé pour répondre aux mouvements du soleil afin de réduire le gain et les reflets solaires. La nuit, tous les écrans vont se fermer<sup>56</sup>

### 3.6.4. Moucharabiehs de l'Institut du Monde Arabe à Paris :

#### ➤ Définition :

Le **moucharabieh** est un système permettant d'observer sans être vu et d'apporter de l'ombre.

#### ➤ Rénovation et économie :

Les travaux de rénovation consisteront à remettre les moucharabiehs en état de marche, à améliorer l'isolation thermique de la façade et à insérer des diodes électroluminescentes dans chaque moucharabieh pour permettre leur mise en lumière scénarisée. Le bâtiment redeviendra ainsi un repère visuel incontournable du panorama parisien de jour comme de nuit



Figure 80 Moucharabiehs de l'Institut du Monde Arabe à Paris

<https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/moucharabiehs-institut-du-monde-arabe-paris/>

<sup>55</sup> <https://www.glassonweb.com/article/evaluation-adaptive-facades-case-study-al-bahr-towers-uae>

<sup>56</sup> <https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas> (Consulté le 24/11/2019)

### ➤ Composition architecturale :

Chacun des 240 moucharabiehs comporte en effet des milliers de pièces en **alliage d'aluminium aéronautique, en acier et en bronze**, avec un grand moucharabieh central, 40 petits qui l'entourent, 16 moyens en périphérie, et enfin 16 autres qui terminent la composition" précise l'architecte de la rénovation.<sup>57</sup>

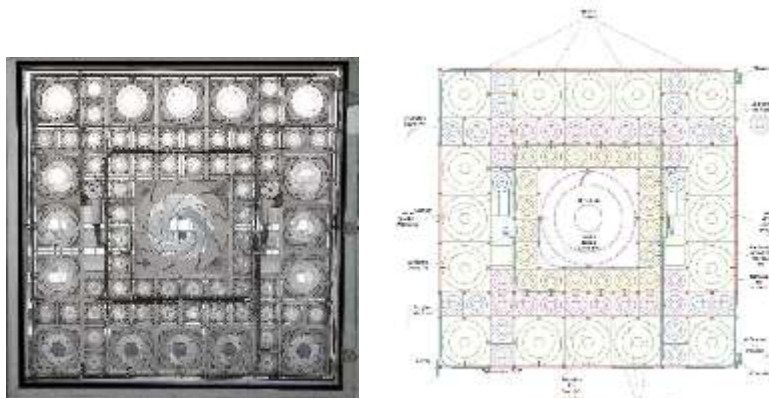


Figure 81 Dessin de composition en élévation de la trame des moucharabiehs

<https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/moucharabiehs-institut-du-monde-arabe-paris/>

La façade Sud est composée de **240 moucharabiehs**. Industriel et décoratif, écran plutôt que mur, le moucharabieh a la délicatesse d'un mécanisme d'horlogerie et la sophistication d'une mosaïque. Une cellule **photo-électrique** permet un dosage de la lumière en fonction de l'ensoleillement. Les diaphragmes s'ouvrent et se ferment suivant la luminosité extérieure. Le rythme du mécanisme est calculé pour accomplir **18 mouvements par jour au maximum**.<sup>58</sup>



Figure 82 détail petit iris des moucharabiehs, intérieur

<https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/moucharabiehs-institut-du-monde-arabe-paris/>



Figure 83 Institut du Monde Arabe IMA, Paris, France – Façade Sud

<https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/moucharabiehs-institut-du-monde-arabe-paris/>

### ➤ Objectifs de la rénovation :

La rénovation permet de :

améliorer le confort des utilisateurs et des visiteurs.:

revoir jouer avec la lumière ces 240 panneaux,

<sup>57</sup> <https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/moucharabiehs-institut-du-monde-arabe-paris/>

<sup>58</sup> <https://www.imarabe.org/fr/architecture> (Consulté le 23/11/2019)

### 3.6.5. Matériaux utilisés pour ce type de façade :

#### ➤ Alliages D'aluminium :

Les **principaux alliages d'aluminium** sont fabriqués depuis 1886 à partir des bauxites et de la cryolithe, ces métaux sont les plus utilisés juste après les fontes et les aciers<sup>59</sup>

#### Avantages :

- masse volumique faible
- résistance à la corrosion
- caractéristiques mécaniques intéressantes
- durcissement important par traitement thermique
- bas point de fusion (658 °C)
- mise en œuvre assez facile par laminage, forgeage, moulage, formage, étirage, extrusion

#### Inconvénients :

- faible résistance à l'usure et à la fatigue
- son coefficient de dilatation et sa conductivité thermique imposent des précautions en soudage et en usinage.
- le grand retrait au moulage (3,5 % à 8,5 % en volume)
- l'élasticité peut être une gêne dans l'usinage.<sup>60</sup>

#### ➤ Acier inoxydable :

L'**acier inoxydable** aussi connu sous la contraction « inox » -- est un **alliage** métallique ferreux. Il contient plus de 50 % de fer, un minimum de 10,5 % de chrome et un maximum de 1,2 % de carbone. Sa grande **résistance à la corrosion** est sa principale caractéristique.

Il existe en réalité plusieurs aciers inoxydables :

- les aciers inoxydables dits « **martensitiques** » contiennent jusqu'à 18 % de chrome et un maximum de carbone. Leurs caractéristiques mécaniques sont intéressantes
- les aciers inoxydables à **durcissement par précipitation**, qui contiennent un peu moins de chrome, sont particulièrement résistants à la rupture. On les utilise par exemple pour la fabrication de lames d'épée
- les aciers inoxydables **ferritiques**, qui contiennent moins de 0,1 % de carbone, sont magnétisables.<sup>61</sup>



Figure 84 Musée d'Ordos – Agence MAD – Chine façade en alliage d'aluminium

<https://autrecarnetdejimidi.wordpress.com/2015/08/13/musee-dordos-agence-mad-chine/>



Figure 85 ABC Museum, Illustration and Design Center faced en acier inoxydable

<https://www.archdaily.com/146168/abc-museum-illustration-and-design-center-aranjuez-gallegos-architects>

<sup>59</sup> <https://ceal-aluquebec.com/alliage-et-application/> (Consulté le 24/11/2019)

<sup>60</sup> <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/geologie-aluminium-metal-exception-780/page/9/>

<sup>61</sup> <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-acier-inoxydable-16677/>



### 3.7. La façade perforée :

#### 3.7.1 Musée d'Art Moderne de Lille :

Le projet conçu par l'atelier **Manuelle Gautrand Architecture** a répondu à la double contrainte, qui consistait à la fois à filtrer l'éclairage venant de l'extérieur tout en établissant un lien visuel fort entre les nouvelles salles du musée et le parc attenant. D'où le choix d'une résille faite de panneaux perforés en **Ductal**, seul matériau permettant d'obtenir l'effet souhaité tout en assurant une parfaite continuité visuelle avec les motifs marquant les voiles en béton coulés sur place.<sup>62</sup>



Figure 87 Musée d'Art Moderne de Lille:

<https://www.ductal.com/fr/architecture/musee-d-art-moderne-de-lille-panneaux-perfores-en-ductal>



Figure 86 Musée d'Art Moderne de Lille  
façade en ductal

<https://www.archiexpo.fr/prod/betsinor/product-57855-1500494.html>

Une attention particulière a été apportée entre les motifs apparaissant sur les voiles de béton et ceux de la résille attenante. Les panneaux ont été fabriqués sur mesure et après le **coulage des voiles** pour ne pas être pitravail au millimètre égrés par les tolérances du béton (jusqu'à 2 cm). Par ailleurs, de nombreux essais sur la **couleur du Ductal** ont été effectués pour arriver à une concordance optimale de tons entre le béton coulé et les panneaux perforés

#### 3.7.2 Une façade de CELLON :

Ce matériau est constitué de **30% de résine phénolique et de 70 % de cellulose**. Il est produit à haute pression.

#### 3.7.3 Avantages :

- dans des variations extrêmes de température, ne se dilate que dans l'ordre du millimètre, par opposition à un panneau de façade en métal perforé.
- le matériau innovant CELLON est flexible et offre une résistance élevée à la rupture.
- Ne changent pas leur apparence même sous la pluie, la neige et le brouillard. La façade conserve son apparence pour de nombreuses années dans tous les temps
- Les panneaux sont légers, et donc faciles à installer<sup>63</sup>



Figure 88 façades perforées en cellon  
Inspiré par la nature

<https://www.bruag.fr/project/inspire-par-la-nature/>

<sup>62</sup><https://www.batiweb.com/actualites/vie-des-societes/facade-du-lam-une-resille-faite-de-panneaux-perfores-en-beton-> (Consulté le 24/11/2019)

<sup>63</sup> <https://www.bruag.fr/facade-metallique-perforee/> (Consulté le 23/11/2019)

### 3.8. Façade multimédia transparente :

#### 3.8.1 Présentation :

La façade multimédia transparente permet d'afficher des modèles filants et des contenus de vidéos en haute résolution dans un éventail illimité de couleurs et en qualité brillante, Afin de créer la façade multimédia, un tissu métallique haute qualité a été associée à une technologie LED de pointe., les contenus vidéo affichés présentent une certaine transparence en fonction de la luminosité ambiante et semblent flotter directement devant la façade sans la masquer totalement<sup>64</sup>



Figure 89 IMA, Paris, France – Conception lumière : High Screen

<https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/mosaïque-electronique-led-facade-ima-pa->



Figure 91 Écran publicitaire LED en treillis métallique

<https://www.architonic.com/en/story/susanne-fritz-media-facade/7000408>



Figure 90 Immeuble de bureaux Haver Allmagne écran LED

<https://www.resille-en-architecture.com/fr/galerie-de-projets/details/facade-multimedia-transparente-de-hb/>

#### 3.8.2 Flexibilité et conception individuelle :

ce système a une conception modulaire et peut être librement dimensionné et adapté à n'importe quelle taille et format. La **façade en résille métallique** peut être entièrement ou partiellement conçue comme une façade multimédia. En outre, il est possible de réaliser **différentes plages de résolution** au sein de la façade. Pour encore plus d'**individualité**, différentes mailles en acier inoxydable sont disponibles<sup>65</sup>

#### 3.8.3 Caractéristiques :

- Efficacité énergétique et rentabilité
- Facilité d'entretien et installation ultérieure
- Fonctionnement nuit et jour
- Conception flexible
- Toiles pour l'architecture
- Apparence homogène
- Palette de couleurs
- Recouvrement relevable<sup>66</sup>



Figure 92 Museum of Modern Arts, Graz, Austria

<https://www.architonic.com/en/story/susanne-fritz-media-facade/7000408>

<sup>64</sup> <https://www.weavingarchitecture.com/en/applications/media-facades/> (Consulté le 24/11/2019)

<sup>65</sup> <https://www.diedrahtweber-architektur.com/de/anwendungen-architekturgewebe/medienfassade/led>

<sup>66</sup> <http://www.tylerdesignmesh.com/fr/galerie-de-projets/details/hypercube-moscou/> (Consulté le 21/11/2019)



### 3.9. Nouveaux matériaux :

#### 3.9.1 Verre sérigraphie

Le verre peut, de plus en plus, être utilisé en architecture avec des effets étonnants. Le verre en combinaison avec la couleur et la lumière offre une multiplicité de possibilités créatives.. Le verre est imprimé avec de la peinture céramique par procédé sérigraphique. La peinture cuite sur le verre à +/- 600 °C qui donne une adhésion supérieure de la peinture céramique.<sup>67</sup>



Figure 93 John Lewis department store in Leicester

<http://the-mind-of-architecture.blogspot.com/2016/09/what-is-ornament.html>



Figure 94 Exterior facade of John Lewis department store

[https://www.alamy.com/stock-photo-exterior-facade-of-john-lewis-department-store\\_](https://www.alamy.com/stock-photo-exterior-facade-of-john-lewis-department-store_)

aphie :

- Constructions intérieures
- L'habillage de façades
- Vitrages
- Vitrages de toitures
- Balustrades
- parois de séparation ou habillages de murs pour salles de bains et cuisines<sup>68</sup>

#### 3.9.3 Impression Digitale sur verre :

L'impression digitale est une technique semblable au verre émaillé avec en plus la possibilité d'imprimer toute une gamme de couleurs et. Dessins de type, portraits ou paysages avec différents niveaux d'opacité, ce qui permet de multiples applications et d'innombrables possibilités.

Elle peut être utilisée pour toutes applications intérieures et extérieures.

Le vitrage ainsi obtenu peut être feuilleté ou assemblé en double vitrage.<sup>69</sup>



Figure 96 projet d'hôtel façades mur en chine

<https://french.alibaba.com/product-detail/made-in-china-pircture-customized->



Figure 95 led-facade-on-panorama-city-3

<http://adobols.sk/led-facade-on-panorama-city-iii-the-largest-led-area-in-central-europe/>

<sup>67</sup> <https://www.pressglass.com/fr/offre/verre-special/verre-de-decoration-avec-serigraphie/>

<sup>68</sup> <http://www.evnglass.com/verre-serigraphie/index.htm> (Consulté le 16/11/2019)

<sup>69</sup> [https://www.newglasstech.com/?page=product&cat=Decoratif&product=impression-digital-sur-verre&lang=fr\\_](https://www.newglasstech.com/?page=product&cat=Decoratif&product=impression-digital-sur-verre&lang=fr_) (Consulté le 21/11/2019)

### 3.10. Façade en panneaux Photovoltaïques :

#### 3.10.1 GreenPix : Mur du media à zéro énergie :

Le mur multimédia GreenPix est un concept novateur, intégrant des technologies numériques et durables dans le mur-rideau du centre de divertissement Xicui à l'ouest de Beijing. Doté de la plus grande diode électroluminescente couleur (DEL) au monde, il devient un nouveau centre majeur pour la communauté des artistes numériques.<sup>70</sup>



Figure 97 greenPix: Zero Energy Media Wall

<https://www.archdaily.com/245/greenpix-zero-energy-media-wall>



Figure 98 greenPix: détail d'un module photovoltaïque

<https://www.archdaily.com/245/greenpix-zero-energy-media-wall>

Ce Media Wall présentera une sélection d'installations vidéo spécialement commandées et de performances en direct d'artistes originaires de Chine, d'Europe et des États-Unis. Photos, progrès de la construction, diagrammes et vidéos après la pause. La peau **interagit avec l'intérieur** du bâtiment et l'espace public extérieur, transformant la façade en un environnement réactif propice au divertissement et à l'engagement du public<sup>71</sup>

#### 3.10.2 Principe:

Une façade photovoltaïque est composée d'une structure en aluminium et de panneaux solaires eux-mêmes constitués de composants électroniques appelés cellules photovoltaïques. Celles-ci sont capables de procéder à la transformation de l'énergie solaire en électricité qui alimente ensuite la maison.



Figure 99 Nowy Swiat

[https://www.malls.com/pl/malls/nowy\\_swiat.html](https://www.malls.com/pl/malls/nowy_swiat.html)



Figure 100 Star Place Façade - Kaohsiung City, Taiwan

<http://www3.traxontechnologies.com/us/show>

- Ils font baisser la facture énergétique.
- C'est un investissement rentable.
- Les panneaux photovoltaïques permettent de tendre vers l'indépendance énergétique.
- On pose un choix durable (Le soleil est une source d'énergie propre).<sup>72</sup>

<sup>70</sup> <https://www.arup.com/projects/greenpix-zero-energy-media-wall> (Consulté le 28/11/2019)

<sup>71</sup> <https://www.archdaily.com/245/greenpix-zero-energy-media-wall> (Consulté le 28/11/2019)

<sup>72</sup> <https://www.engie.be/fr/blog/solutions-pour-la-maison/les-panneaux-photovoltaïques>

## 4 Innovations écologiques :

### • Introduction :

Lors de la conception d'enveloppes et de façades de bâtiments, l'objectif est de réduire la consommation d'énergie et de créer un environnement confortable, sain et sécurisé, tout en répondant aux exigences architecturales et esthétiques du projet.

L'architecture écologique s'évertue donc à la mise en oeuvre de technologies propres, la minimisation de l'impact sur l'environnement, la réduction de la consommation d'énergie, l'amélioration de la gestion des bâtiments et de la santé des utilisateurs<sup>73</sup>

### 3.10.4

#### 4.1 Façade végétale :

##### 4.1.1. Définition :

Une façade végétale, c'est un assemblage de plusieurs matériaux superposés les uns aux autres : structures en acier, cages en inox, feutre, base ou substrat sur lequel peuvent se développer les plantes... Des systèmes performants, économes et souvent autonomes, irriguent le tout



Figure 103 MUSEE DU QUAI BRANLY

<https://www.murvegetalpatrickblanc.com/realisations/paris-ile-de-france/musee-du-quai>

##### 4.1.2. Avantages :

- Une belle manière de penser la construction puisqu'elle y intègre la nature.
- Elle s'apparente alors réellement à un matériau isolant mais avec un côté esthétique
- un atout pour les professionnels mais aussi les collectivités.
- Elle donne une bonne image de la ville, tout en servant directement les utilisateurs
- Augmente le sentiment de bien-être
- Prolonge la durée de vie de la façade<sup>75</sup>



Figure 101 Prairie verticale

<https://www.arup.com/expertise/services/buildings/building-envelope-design/green-building-envelopes>



Figure 102 MUSEE DU QUAI BRANLY

<https://www.murvegetalpatrickblanc.com/realisations/paris-ile-de-france/musee-du-quai-branly-jacques-chirac>

La façade végétale est tout d'abord utilisée en grande partie pour son côté esthétique. Végétaliser tout le mur extérieur d'une façade de bâtiment, c'est avoir l'assurance que l'aspect végétal de ce bâtiment sera bien loin de l'image de cube en béton, de construction active et dérangeante.<sup>74</sup>

<sup>73</sup> <https://www.arup.com/expertise/services/buildings/building-envelope-design> (Consulté le 29/11/2019)

<sup>74</sup> <http://www.jardinsdebabylone.fr/blog/facade-vegetale/> (Consulté le 29/11/2019)

<sup>75</sup> <https://www.sempergreen.com/fr/solutions/facade-vegetale/avantages-facade-vegetale>





Figure 104 Composition de la façade végétale

<https://urbanisme-bati-biodiversite.fr/biodiversite-en-ville/urbanisme-et-batiment/la-vegetalisation-du-bati-pour-la-biodiversite/murs-et-facades-vegetalises>

## 4.2 Matériaux intelligents :

### 4.2.1. Définition :

Un **matériau intelligent** est sensible, adaptatif et évolutif. Ils possèdent des fonctions qui lui permettent de se comporter comme un **capteur** (détecter des signaux), un **actionneur** (effectuer une action sur son environnement) ou parfois comme un **processeur** (traiter, comparer, stocker des informations).<sup>76</sup>

Ce matériau est capable de modifier spontanément ses **propriétés physiques**, par exemple sa **forme**, sa **connectivité**, sa **viscoélasticité** ou sa **couleur**, en réponse à des **excitations naturelles** ou provoquées venant de **l'extérieur ou de l'intérieur du matériau**<sup>77</sup>

### 3.10.5



Figure 105 façade en béton translucide

<http://thomas-strohecker.com/glamping>

<sup>76</sup> <https://www.futura-sciences.com/sciences/dossiers/physique-materiaux-intelligents-55/page/2>.

<sup>77</sup> <http://thomas-strohecker.com/glamping> (Consulté le 28/11/2019)

## 4.3 Verre autonettoyant :

### 4.3.1. Définition :

Un **verre autonettoyant** est un verre qui, de par un revêtement microscopique spécial, a la capacité de dégrader les salissures organiques et donc de rester propre plus longtemps qu'un verre ordinaire. Ce revêtement est en réalité une *couche photocatalytique spéciale* sur sa face extérieure. La fonction autonettoyante des verres repose sur deux procédés qui se déroulent avec la mise en relation de ce revêtement et du verre : la photocatalyse et la super-hydrophilie.<sup>78</sup>

### 4.3.2. Avantages :

- Idéal pour les endroits difficilement accessibles
- Nettoyer **moins souvent** vos vitres
- Impacts environnementaux réduits
- Un lavage facilité puisque certaines saletés s'enlèveront plus facilement
- Un entretien moins important qui vous permet d'économiser sur vos produits d'entretien
- La condensation sur la face extérieure disparaît plus vite<sup>79</sup>

### 4.3.3. Principe de fonctionnement :

#### 3.10.6 La photocatalyse



Figure 107 BIOCLEAN action 1 photocatalyse

<https://glassolutions.fr/fr/produits/verre-autonettoyant>

La photocatalyse activée par le rayonnement UV du soleil désagrège les salissures telles que les traces de pluie, poussière, présentes à la surface du verre.



Figure 106 La rénovation de la verrière du musée de Paray verre autonettoyant

<https://www.paraylemonial.fr/le-musee-du-hie->

#### La super-hydrophilie



Figure 108 BIOCLEAN action 2 hydrophilie

<https://glassolutions.fr/fr/produits/verre-autonettoyant>

Grâce à l'effet hydrophile, les salissures préalablement désagrégées sont éliminées par l'eau de pluie (ou un pulvérisateur) qui ruisselle aisément sur la surface du verre.

<sup>78</sup> <https://www.internorm.fr/actus/vitrage/focus-sur-le-verre-autonettoyant/> (Consulté le 28/11/2019)

<sup>79</sup> <https://glassolutions.fr/fr/produits/verre-autonettoyant> (Consulté le 28/11/2019)

#### 4.4 Verre faiblement émissif :

##### 4.4.1. Définition :

Il est constitué d'un verre clair revêtu d'une fine couche transparente de métaux nobles, déposés par pulvérisation cathodique sous vide. intègrent des nouvelles innovations.ils sont produits par **pulvérisation cathodique** suivie d'une **crystallisation de la couche** sous l'effet d'un laser de forte puissance. Grâce à cela, il présente des performances thermiques **supérieures à du triple vitrage**.<sup>80</sup>

##### 4.4.2. Avantage :

- Economies d'énergie : diminution des coûts de chauffage
- Transmission lumineuse : sensation d'avoir un espace plus grand
- Protection de l'environnement : Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> <sup>81</sup>



Figure 110 LE VERRE FEUILLETÉ

<https://www.mfg.dz/le-verre-feuillete-profitez-du-bien-etre-en-toute-securite/>

### 3.10.7

##### 4.4.3. Double Vitrage À Isolation Phonique I

Le bruit est vécu comme une cause **majeure d'inconfort**, qui peut même devenir une **véritable nuisance préjudiciable** à la santé. C'est pourquoi la protection de musée contre les bruits extérieurs est un objectif majeur de la conception, ce verre **atténue les vibrations**, élimine le problème de la fréquence critique et les **pointes sonores** à haute fréquence <sup>83</sup>



Figure 111 Double Vitrage Renforcée

<https://www.mfg.dz/mediphon/?cat=funct>

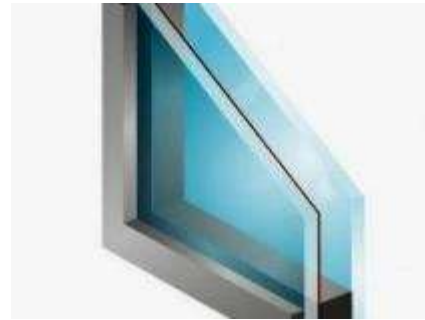


Figure 109 Verre faiblement émissif

<https://www.mfg.dz/le-verre-feuillete-profitez-du-bien-etre-en-toute-securite/>

C'est un verre feuilleté **acoustique** et de sécurité. Il est composé **de deux ou plusieurs feuilles** de verres assemblées au moyen d'un ou plusieurs **films PVB acoustiques** Il permet d'adapter la résistance du vitrage en fonction des exigences souhaitées<sup>82</sup>



Figure 112 Seuil d'audibilité

<https://glassolutions.fr/fr/produits/double-vitrage-isolation-thermique-et-phonique->

<sup>80</sup><https://www.gralon.net/articles/immobilier--location-vacances/liens-utiles/article-le-double-vitrage---presentation-et-conseils-1756.htm> (Consulté le 02/12/2019)

<sup>81</sup> <https://fr.saint-gobain-building-glass.com/fr/verre-faible-emissivite> (Consulté le 02/12/2019)

<sup>82</sup> <https://www.mfg.dz/le-verre-feuillete-profitez-du-bien-etre-en-toute-securite/>

<sup>83</sup> <https://glassolutions.fr/fr/produits/double-vitrage-isolation-thermique-et-phonique-renforcees>

## 4.5 Verre à couche de contrôle solaire :

### 4.5.1. Définition :

Sont des verres à hautes performances de protection solaire. La largeur de la gamme permet de répondre à toutes les **exigences esthétiques** (teintes) et **techniques** (niveau de protection solaire, de transmission lumineuse, de réflexion,). Ces vitrages offrent également une excellente isolation thermique.<sup>84</sup>

### 4.5.2. Principe :

Système de façade basé sur une **double peau ventilée** en verre à l'intérieur de laquelle est positionnée la **protection solaire**. Ces panneaux de verre pliés sont une première et, d'un **point de vue architectural**, la façade parle en effet pour elle-même

### 4.5.3. Avantages :

**Réduction de la chaleur** en été à l'intérieur

**Réduction des dépenses** de climatisations

**Economies d'énergie** et protection de l'environnement

**Choix dans l'esthétique du vitrage** : plus ou moins clair ou teinté, degré de réflexion<sup>85</sup>.



Figure 113 Bâtiment de bureaux cristallin  
Verre à couche de contrôle solaire

<https://chroniques-architecture.com/une-facade-cristalline-realisee-par-vs-a/>

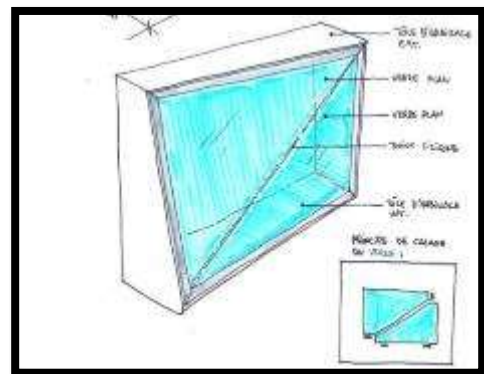


Figure 114 Détail de verre pliée

<https://chroniques-architecture.com/une-facade-cristalline-realisee-par-vs-a/>



Figure 115 Facade double peau Bâtiment de bureaux cristallin

<https://chroniques-architecture.com/une-facade-cristalline-realisee-par-vs-a/>

- Façades : immeubles de bureaux, centres commerciaux, établissements scolaires, hôpitaux, etc.
- Fenêtres et baies vitrées d'hôtels et restaurants
- Atriums, verrières et vérandas
- Grandes baies vitrées de logements résidentiels

<sup>84</sup> <https://chroniques-architecture.com/une-facade-cristalline-realisee-par-vs-a/> (Consulté le 03/12/2019)

<sup>85</sup> <https://glassolutions.fr/fr/produits/verre-couche-de-contrôle-solaire-de-haute-performance>



## 4.6 Verre Antireflet :

### 4.6.1. Definition :

Ce vitrage offre une **réflexion lumineuse très faible**. L'effet **antireflet** est obtenu par le dépôt d'une couche d'**oxydes métalliques** sur les deux faces du verre feuilleté. **Résultat** : une impression de **transparence extrême**, comme s'il n'y avait pas de verre.<sup>86</sup>



Figure 116 musée du louvre-lens : Verre Antireflet

<http://www.francesoir.fr/culture-art-expo/musee-du-louvre-lens-charles-le-brun-mis-lhonneur>

Applications	<ul style="list-style-type: none"><li>• devantures de magasins</li><li>• baies vitrées de restaurants et hôtels</li><li>• tours de contrôle dans les aéroports, les ports</li><li>• garde-corps dans les stades ou sur des ponts</li><li>• vitrine de musées</li><li>• vitrage de séparation des studios d'enregistrement</li></ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"><li>• Résistance aux rayures</li><li>• Effets déparlant et anti-poussières</li><li>• Vision claire sans buée</li><li>• Vision sûre la nuit</li><li>• Réduction de la fatigue oculaire</li><li>• Parfaite transparence</li></ul>

4 Tableau 1 application et avantage du verre antireflet<sup>87</sup>

## 4.7 Béton transparent :

### 4.7.1. Definition :

Le béton transparent est constitué de béton ordinaire lisse, plus de fibres optiques où la fibre opte pour la lumière.<sup>88</sup>



Figure 118 pavillon italien pour shanghai 2010, chine – fiandre

<http://www.handassa4y.com/2019/03/beton-transparent.html>



Figure 117 vue intérieur pavillon italien pour shanghai

<http://www.handassa4y.com/2019/03/beton-transparent.html>

<sup>86</sup> <https://glassolutions.fr/fr/produits/verre-antireflet> (Consulté le 05/12/2019)

<sup>87</sup> <https://www.profession-opticien.com/pourquoi-choisir-des-verres-traites-anti-reflets/>

<sup>88</sup> <http://www.handassa4y.com/2019/03/beton-transparent.html> (Consulté le 05/12/2019)



### 4.7.2. Caractéristique :

Le béton transparent se compose d'un béton normal doux ajouté à la fibre optique où la fibre optique permet de passer la lumière ; Cela ne réduit pas la puissance du béton. Les fibres optiques sont fabriquées avec la nano-technologie, ce qui augmente le coût de leur production et les prix élevés sur le marché, sans que la main-d'œuvre ne soit pas difficile à manipuler.<sup>89</sup>

### 4.7.3. Litracon, un matériel illuminé

Litracon est un matériel de construction qui fera le bonheur des architectes avant-gardistes. Ce béton d'un nouveau genre, tout en conservant les propriétés mécaniques d'exception du béton classique, dispose d'une caractéristique physique très particulière : il laisse filtrer la lumière. Pour obtenir une structure cristalline très homogène qui laisse s'infiltrer la lumière,<sup>90</sup>



Figure 119 Litracon permet à la lumière naturelle de traverser des zones

[https://www.wipo.int/ipadvantage/fr/articles/article\\_0069.html](https://www.wipo.int/ipadvantage/fr/articles/article_0069.html)

## 4.8 Le gres rouge :

### 4.8.1. Definition :

Les grès sont des roches sédimentaires principalement composées de grains de quartz. Ils proviennent de la consolidation d'un ancien **sable**, par dépôt d'un « ciment naturel » entre les grains et compaction (diagenèse). Les arkoses sont des grès riches en feldspaths. Les quartzites sont des grès recristallisés.<sup>91</sup>



Figure 121 Plaques en grès rouge MAS |Museum aan de Stroom

[https://www.tripadvisor.fr/Attraction\\_Review-Reviews-MAS\\_Museum\\_aan\\_de\\_Stroom-](https://www.tripadvisor.fr/Attraction_Review-Reviews-MAS_Museum_aan_de_Stroom-)



Figure 120 MAS |Museum aan de Stroom





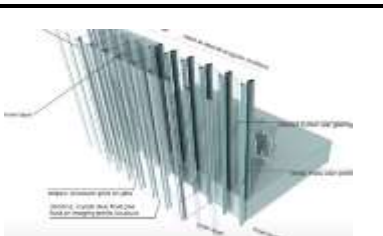





[https://www.tripadvisor.fr/Attraction\\_Review-Reviews-MAS\\_Museum\\_aan\\_de\\_Stroom-](https://www.tripadvisor.fr/Attraction_Review-Reviews-MAS_Museum_aan_de_Stroom-)

Les grès, qui représentent une petite part des volumes extraits, proviennent principalement des **Vosges**, où ils marquent fortement le patrimoine bâti. Leur texture est rugueuse et offre une palette de coloris allant du rouge au gris. Les grès sont utilisés principalement dans le bâtiment, en intérieur ou en extérieur et dans la voirie.

<sup>89</sup> <http://www.handassa4y.com/2019/03/beton-transparent.html> (Consulté le 05/12/2019)

<sup>90</sup> <https://www.cyberfanny.com/decoration/litracon-beton.html> (Consulté le 07/12/2019)

<sup>91</sup> [http://www.snroc.fr/fr/gres\\_47.html](http://www.snroc.fr/fr/gres_47.html) (Consulté le 07/12/2019)

	Facade double peau	Facade en diagrid	Facade a moucharabieh	Facade perforé	Facade multimedia
<b>Technique de la- façade</b>	 <p>Figure 122 composition facade double peau  <a href="https://www.servirlepublic.fr/musee-de-la-romanite-nimes-dans-latrium-des-grands/">https://www.servirlepublic.fr/musee-de-la-romanite-nimes-dans-latrium-des-grands/</a></p>	 <p>Figure 123 Prada Store (Epicenter)  <a href="http://www.galinsky.com/buildings/prada-tokyo/index.htm">http://www.galinsky.com/buildings/prada-tokyo/index.htm</a></p>	 <p>Figure 124 détail petit iris des moucharabiehs, intérieur  <a href="https://www.lightzoomlumiere.fr/moucharabiehs-institut-du-monde-arabe-paris/">https://www.lightzoomlumiere.fr/moucharabiehs-institut-du-monde-arabe-paris/</a></p>	 <p>Figure 125 Musée d'Art Moderne de Lille:</p>	 <p>Figure 126 galleria centercity / unstudio  <a href="https://www.archdaily.com/125125/galleria-centercity-unstudio">https://www.archdaily.com/125125/galleria-centercity-unstudio</a></p>
<b>description</b>	<p>Une façade double peau peut être définie comme une façade simple traditionnelle doublée à l'extérieur par une façade essentiellement vitrée<sup>92</sup></p>	<p>une diagride est un cadre constitué d'éléments croisés en diagonale et formés d'éléments tels que des poutres en métal, en béton ou en bois.<sup>93</sup></p>	<p>Les travaux de rénovation consisteront à remettre les moucharabiehs en état de marche, à améliorer l'isolation thermique de la façade et à insérer des diodes électroluminescentes dans chaque moucharabieh</p>	<p>Le projet conçu par l'atelier Manuelle Gautrand Architecture a répondu à la double contrainte, qui consistait à la fois à filtrer l'éclairage venant de l'extérieur tout en établissant un lien visuel fort entre les nouvelles salles du musée et le parc attenant</p>	<p>La façade multimédia transparente permet d'afficher des modèles filants et des contenus de vidéos en haute résolution dans un éventail illimité de couleurs et en qualité brillante,</p>
<b>caracteristiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la création d'une ventilation naturelle :</li> <li>• le préchauffage de l'air introduit dans le bâtiment</li> <li>• l'isolation acoustique</li> <li>• l'optimisation du facteur de lumière du jour</li> <li>• l'amélioration du confort d'été</li> <li>• L'isolation thermique</li> </ul>	<p>utiliser un système de diagrid comprend la réduction de l'acier nécessaire par rapport à la structure en acier traditionnelle car elle est plus légère, plus rigide et plus efficace. Diagrid réduit également la quantité de soudure requise.</p>	<p>Au-delà de leurs aspects fonctionnels, ils sont également d'un <b>élément d'animation de la façade</b> et d'une source d'embellissement du bâtiment. Doté d'un design soigné<sup>94</sup></p>	<p>le choix d'une résille faite de panneaux perforés en <b>Ductal</b>, seul matériau permettant d'obtenir l'effet souhaité tout en assurant une parfaite continuité visuelle avec les motifs marquant les voiles en béton coulés sur place.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• efficacité énergétique et rentabilité</li> <li>• Facilité d'entretien et installation ultérieure</li> <li>• Fonctionnement nuit et jour</li> <li>• Conception flexible</li> <li>• Service individuel</li> <li>• Toiles pour l'architecture</li> </ul>
<b>projet</b>	 <p>Figure 127 Musée de la Romanité  <a href="http://www.lamarseillaise.fr/gard/societe/59098-nimes-qui-va-gerer-le-futur-musee-de-la-romanite">http://www.lamarseillaise.fr/gard/societe/59098-nimes-qui-va-gerer-le-futur-musee-de-la-romanite</a></p>	 <p>Figure 128 Museo Historia de Lugo  <a href="http://www.shootinginspain.info/museo-interactivo-da-historia-de-lugo-mihl">http://www.shootinginspain.info/museo-interactivo-da-historia-de-lugo-mihl</a></p>	 <p>Figure 129 Institut du Monde Arabe IMA, Paris, France – Façade Sud  <a href="https://www.lightzoomlumiere.fr/moucharabiehs-institut-du-monde-arabe-paris/">https://www.lightzoomlumiere.fr/moucharabiehs-institut-du-monde-arabe-paris/</a></p>	 <p>Figure 130 Musée d'Art Moderne de Lille  <a href="https://www.archiexpo.fr/prod/betsinor/product-57855-1500494.html">https://www.archiexpo.fr/prod/betsinor/product-57855-1500494.html</a></p>	 <p>Figure 131 galleria centercity / unstudio  <a href="https://www.archdaily.com/125125/galleria-centercity-unstudio">https://www.archdaily.com/125125/galleria-centercity-unstudio</a></p>

<sup>92</sup> [https://www.ekopedia.fr/wiki/Fa%C3%A7ade\\_double\\_peau](https://www.ekopedia.fr/wiki/Fa%C3%A7ade_double_peau)(Consulté le 10/12/2019)

<sup>93</sup> <http://ae390g6diagrid.weebly.com/materials.html>(Consulté le 10/12/2019)

<sup>94</sup> <https://conseils-thermiques.org/contenu/brise-soleil-orientable.php>(Consulté le 10/12/2019)

## 5. Muséologie :

### • **Definition :**

Selon l'étymologie du terme, la muséologie désigne « l'étude du musée » ou la « discipline qui étudie les musées ».

Elle doit être distinguée de la muséographie qui consiste à définir, décrire et analyser la conception d'une exposition, sa structure et son fonctionnement et de la scénographie qui regroupe les aspects formels, matériels et techniques de l'aménagement de l'espace d'exposition.<sup>95</sup>

### • **Caracteristiques :**

La muséologie en tant que science générale du musée est une discipline scientifique indépendante ayant ses propres objectifs, objet d'étude et théorie, champ d'activité et méthode, ainsi que son système propre. La multiplicité des fonctions et des domaines de collection fait de la muséologie une discipline ayant un fort caractère d'interdisciplinarité et nécessitant une collaboration avec d'autres branches scientifiques, en faisant converger leur intérêt sur l'objet d'étude commun : le musée et son activité.<sup>96</sup>

### 5.1 Eclairage :

#### 5.1.1. Importance :

L'éclairage de musées est un grand défi. La lumière doit être d'une qualité irréprochable. Cela concerne notamment le rendu des couleurs et la couleur de la lumière utilisée. De plus, l'éclairage doit être multifonctionnel. Différents scénarios doivent pouvoir être réalisés dans un musée. D'une part, l'éclairage général qui permettra de créer l'ambiance de l'exposition. D'autre part, l'éclairage d'objet ou localisé qui mettra en valeur des objets exposés. Cela dépend toujours des objets respectifs et de leurs exigences particulières<sup>97</sup>.



Figure 132rijksmuseum, Amsterdam, Pays-Bas Ar-chitectes

<https://www.laurent-lumieres.com/eclairage-musee/>



Figure 133Principes d'éclairage des galeries

<https://www.sylvania-lighting.com/en-int/>

### lumiere :

Qu'elle soit naturelle ou artificielle, la lumière **peut aujourd'hui être contrôlée** ; tout d'abord via des dispositifs qui laisseront pénétrer les rayons du soleil mais en les détournant, des sources sans ultraviolet ni infrarouge, des **luminaires équipés de capteurs** et enfin grâce à une gestion de plus en plus sophistiquée de **l'éclairage naturel**.

<sup>95</sup> <https://fas.umontreal.ca/museologie/quest-ce-que-la-museologie/> (Consulté le 13/12/2019)

<sup>96</sup> <https://www.universalis.fr/encyclopedie/museologie/2-les-composantes-de-la-museologie/>

<sup>97</sup> <https://www.batidoc.ch/1-eclairage-de-musees-est-un-grand-defi-4101/blog.html> (Consulté le 13/12/2019)



## 5.2 Eclairage LED :

### 5.2.1. Definition :

Les nouvelles ampoules et luminaires à LED offrent un bon rendu des couleurs et une distribution spectrale qui améliorent l'expérience de l'utilisateur et fournissent un éclairage approprié pour répondre aux exigences de conservation. **Moderne, économique**, et bien entendu **écologique**, la technologie LED est devenue incontournable et indissociable de l'univers de l'éclairage grâce à ses multiples avantages<sup>98</sup>



Figure 134 Eclairage d'une bibliothèque

<https://www.laurent-lumieres.com/eclairage-led/>

### 5.2.2. Avantage :

- Avec la technologie LED, la **consommation énergétique** étant de 90 % **inférieure** à celle de l'ampoule à incandescence
- **Écologique**, le LED est **sans mercure** et produit **moins de déchets** du fait de sa longue durée de vie
- **Une durée de vie incomparable**
- **Une luminosité totale immédiate**
- Les ampoules LED existent dans **différentes variété de couleur**, flexibles et adaptées à chaque utilisation.
- **L'éclairage connecté** mise sur la LED, ouvrant ainsi la voie à de multiples possibilités.<sup>99</sup>



Figure 135 Salle d'exposition du musée

<https://www.laurent-lumieres.com/eclairage-led/>

### galerie :

Dans ces espaces aux configurations multiples et variées, ils doivent réussir à concilier confort visuel du visiteur, mise en valeur et préservation des objets exposés sans oublier économies d'énergie et longévité de l'installation.

### 5.2.4. Eclairage de Monuments :

L'éclairage du château ou de bâtiments publics ne laisse rien au hasard : il faut allier expertise professionnelle et fibre artistique. La société Laurent Lumières a eu la chance de réaliser des projets de grande envergure comme la réfection totale du système d'éclairage de l'église Notre Dame de Liesse<sup>100</sup>



Figure 136 Église Notre Dame de Liesse

<https://www.photos-alsace-lorraine.com/album//Eglise+Notre-Dame-de-Liesse>

<sup>98</sup> <https://www.laurent-lumieres.com/eclairage-galerie/> (Consulté le 15/12/2019)

<sup>99</sup> <https://www.luminaire.fr/eclairage-led/> (Consulté le 15/12/2019)

<sup>100</sup> <https://www.batidoc.ch/l-eclairage-de-musees-est-un-grand-defi-4101/blog.html>

## 5.3 Les Luminaires :

### 5.3.1. Définition :

Le terme « luminaire » désigne l'ensemble du luminaire électrique, y compris tous les composants nécessaires pour monter et faire fonctionner la lampe. Les luminaires protègent les lampes, distribuent leur lumière et les empêchent de causer des éblouissements.

### 5.3.2. Critères de sélection :

Qualité de l'éclairage, rentabilité, fiabilité, facilité de l'installation et la convivialité sont des aspects importants de la conception du luminaire. Et avec des luminaires qui sont aux normes techniques élevées, les fonctionnalités sont assortis d'esthétiques, tels que la forme **d'espace, finition et couleur**

Le choix des luminaires dépend également du choix de les lampes. En outre, la décision est influencée de manière cruciale par l'architecture de la pièce, son ameublement et la concept design<sup>101</sup>

### 5.3.3. Caractéristiques :

3 10 9



Figure 139 Appareils à faisceau mural à encastrer à faisceau asymétrique



Figure 138 Système d'éclairage à fibres optiques pour vitrines: les guides de lumière

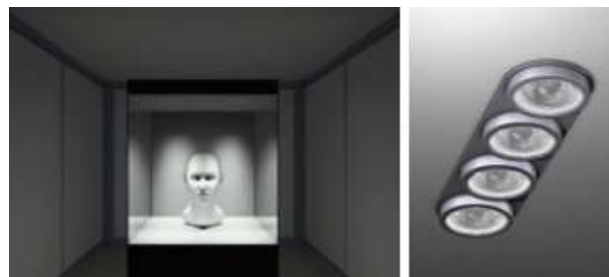


Figure 137 Luminaire miniature à LED, installé dans le plafond d'un écran

## 5.4 Exposition de musée :

La taille, le style et le sujet des musées varient considérablement, ce qui crée un large éventail de besoins d'affichage. Les musées préfèrent un produit de qualité qui est également esthétique et qui n'attire pas l'attention du ou des objets exposés. Les produits doivent être faciles à utiliser, avoir des lignes épurées et s'intégrer au design du musée.<sup>102</sup>

### 5.4.1. Vitrines de musée :

Les vitrines constituent une partie importante de la plupart des musées. Ils peuvent aller d'un boîtier en acrylique à des vitrines grand format



Figure 140 Vitrine autoportante:



Figure 142 Vitrines acryliques



Figure 141 Vitrine de table

### 5.4.2. Mur d'affichage :

L'espace mural, zone importante pour les musées, abrite de nombreuses œuvres d'art de grande valeur<sup>103</sup>



Figure 143 5.4.2. Mur d'affichage

### artefacts :

Un phénomène créé de toutes pièces par les conditions expérimentales. l'artéfact regroupe les ustensiles, les bâtiments et œuvres d'art<sup>104</sup>,



Figure 144 Exposition d'artefacts

### 5.4.4. Rails de musée :



Figure 145 Rails de musée

Pour afficher des informations des expositions ou pour la direction de visite, elles peuvent servir aussi à des bandes de sécurité.

<sup>102</sup> <http://museumdisplay.com/> (Consulté le 20/12/2019)

<sup>103</sup> <https://www.artdisplay.com/Museum-Rails.htm> (Consulté le 20/12/2019)

<sup>104</sup> <https://fr.wikipedia.org/wiki/Art%C3%A9fact> (Consulté le 22/12/2019)



## 5.5 La couleur :

### 5.5.1. Définition :

Ce n'est qu'à partir des années vingt que la couleur est devenue partie intégrante de l'architecture des musées « Toute forme visuelle appartient quant à son effet d'ensemble, à la composition environnante, à savoir l'effet visuel total » .**W . Gropius**

« L'architecture est l'étude des formes en présence de la lumière » .**Le Corbusier**<sup>105</sup> .



Figure 147 musée des beaux-arts de Montréal

<https://www.ledevoir.com/culture/arts-visuels/accent-montrealais-du-mbam>

### 5.5.3. Importance :

Les couleurs tiennent une place essentielle dans différentes disciplines, mais elles font également partie du **patri-moine commun de l'humanité** : les **couleurs façonnent** notre monde et ses cultures.<sup>106</sup>



Figure 149 exposition du musée archéologique d'athènes

<https://vivreathenes.com/exposition-du-musee-archeologique-d-athenes-the-countless-aspects-of-beauty.html>



Figure 146 musée de la préhistoire, Jeon-gok, Corée du Sud, X-TU

<https://www.batiactu.com/edito/musee-de-la-prehistoire-jeongok-gyeongki-do-coree-d>

### iment :

Les architectes ne se limitent plus aux couleurs locales mais vont puiser dans la palette chromatique. Ce dernier élément peut provoquer des sentiments de rejet, d'indécision ou de déstabilisation. La couleur associée à la lumière a un rôle prépondérant dans l'intégration du musée dans son site ou dans la création « d'ambiance » particulière



Figure 148 Countless aspects of Beauty by Archeological Museum of Athens

<https://vivreathenes.com/exposition-du-musee-archeologique-d-athenes-the-countless-aspects-of-beauty.html>

La couleur est la grande affaire de la **peinture**, comme l'une des **composantes fondamentales de la grammaire de l'art**. Il n'est donc pas étonnant que **le blanc et le noir** aient joué un rôle particulier dans cette histoire. Que l'on définisse ces deux couleurs comme la **somme ou l'absence de toutes les autres**, elles se rapportent peu à **la nature**

<sup>105</sup><http://cours-examens.org/images/An-2018/Etudes-superieures/Architecture/Projets/8-projet-architecture.pdf> (Consulté le 23/12/2019)

<sup>106</sup> <https://www.kisskissbankbank.com/fr/projects/pour-un-musee-des-couleurs>

## 5.6 Mosaïque électronique LED pour la façade, IMA à Paris

### 5.6.1. Système d'éclairage LED :

Symbole de l'IMA, la façade des Moucharabiehs conçue par Jean Nouvel et Architecture Studio est entrée dans la dimension numérique, faite de lumière et de mouvement perpétuel. Les 240 moucharabiehs se sont transformés en 240 écrans lumineux à LED pour la fête de la lumière de l'IMA.<sup>107</sup>



Figure 150 IMA, Paris, France – Conception lumière : High Scream

<https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/mosaïque-electronique-led-facade-ima-paris/>



Figure 151 Mosaïque électronique LED de IMA

<https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/mosaïque-electronique-led-facade-ima-paris/>

Les deux cent quarante moucharabiehs ont été équipés d'environ quatre kilomètres de LED : c'est un peu comme si on avait **électrisé la façade!**" raconte Romain Pisenem dans une interview au Figaro. "Elle devient un **terrain de jeu** formidable. C'est comme un écran géant sur lequel on va pouvoir créer une **infinité de formes** et mouvements, au rythme de la musique pour le soir de l'inauguration.

### 5.6.3. Lumière rasante intégrée :

Une fois les moucharabiehs remontés sur la façade, les barrettes de LED ont été intégrées sur les bords des moucharabiehs. "Il s'agit d'un système de rétroéclairage intégré à l'intérieur du bâtiment" poursuit Florent Colliau. Il est composé de 12 éléments lumineux linéaires constitués de profilés et de LED blanc dynamique.

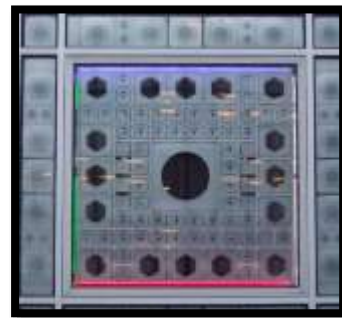


Figure 153 détail d'implantation éclairage LED en façade

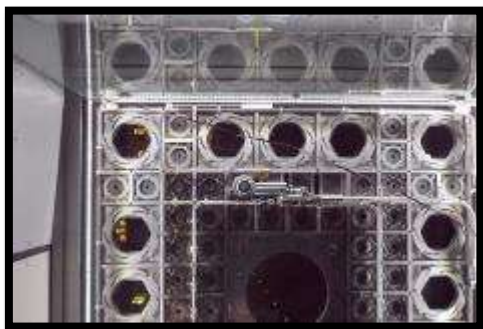


Figure 152 détail d'implantation éclairage LED en façade

Une optique est intégrée pour permettre un flux rasant optimal et une diffusion des points lumineux qui s'intègrent avec le mécanisme des moucharabiehs depuis leurs périphéries". Cette lumière rasante exacerbe les pleins et les vides de la mosaïque électronique LED.

<sup>107</sup> <https://www.lightzoomlumiere.fr/realisation/mosaïque-electronique-led-facade-ima-paris/>

## **Conclusion :**

- Les structures tridimensionnelles et en treillis offrent aux architectes une liberté lors la conception d'espace.
- L'ambiance intérieure (éclairage, exposition, couleur) à la même importance que l'enveloppe extérieure pour que les visiteurs puissent admirer les œuvres d'art.
- Les matériaux intelligents ayant un caractère unique ont pour but de satisfaire les besoins des visiteurs à l'intérieur du musée.
- Les nouveaux systèmes tels que (l'électrochromie , LED et panneaux photovoltaïques) peuvent avoir une grande influence sur l'appréciation des visiteurs quand on les applique sur l'enveloppe du bâtiment .

## **Chapitre II : Partie analytique et analyse urbaine**

## 1 Introduction de la ville d'Oran :

Oran, appelé localement « Wahran El Bahia » (Oran La Radieuse) est la **deuxième plus grande ville** d'Algérie et est une métropole importante de la Méditerranée. Située au nord-ouest de l'Algérie, à environ 430 km de la capitale Alger, la ville est le chef-lieu de la wilaya d'Oran.<sup>108</sup>



Figure 154 Deux lions de l'Atlas, hôtel de ville d'Oran. D'Auguste Cain 1889  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Oran\\_-\\_H%C3%B4tel\\_de\\_ville.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Oran_-_H%C3%B4tel_de_ville.jpg)

Wilaya	<a href="#">Oran</a>
Villes et villages	26
Nombre d'habitants	1 520 274 habitants
Superficie	2 114 km <sup>2</sup>
Densité de population	719,1 /km <sup>2</sup>
Altitude moyenne	108 m

Tableau 5 Données sur la ville  
<https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Oran>

Oran est une **ville cosmopolite**, la ville s'imprègne de l'influence de ses **occupants successifs**, la ville possède une identité **arabe, berbère, espagnole et française** qui lui donne un caractère significatif et un charme naturel.

### 1.1 Situation Géographique :

Oran est située au bord de la **Rive-Sud du bassin méditerranéen**, au nord-ouest de l'Algérie. La ville offre un **point idéal** pour admirer l'ensemble de la région offrant un magnifique paysage : des montagnes, des collines crayeuses, des falaises, des profonds canyons et des lits de rivière.



Figure 155 Vue sur le fort de Santa Cruz et la ville d'Oran

<http://www.algerie-monde.com/villes/oran/>

<sup>108</sup> <http://www.algerie-monde.com/villes/oran/> (Consulté le 25/12/2019)



## 1.2 Topographie de la ville :

La ville est bien coincée. Bien délimitée. On peut se repérer facilement.

- Le **massif du Murdjajo** qui sépare Oran de Mers el Kebir. Il bloque le développement de la ville à l'ouest.
- La **sebkha** qui donne une nette limite à la ville.
- La **longue jetée** est-ouest au nord et les trois jetées perpendiculaires qui forment des bassins.<sup>109</sup>



Figure 156 Topographie de la ville oran

## 1.3 Climatologie de la ville :

### 1.3.1 Climat :

À Oran, les étés sont court, chaud, lourd et aride ; les hivers sont long, frisquet et venteux ; et le climat est dégagé dans l'ensemble tout au long de l'année. Au cours de l'année, la température varie généralement de 6 °C à 30 °C et est rarement inférieure à 2 °C ou supérieure à 34 °C.<sup>110</sup>

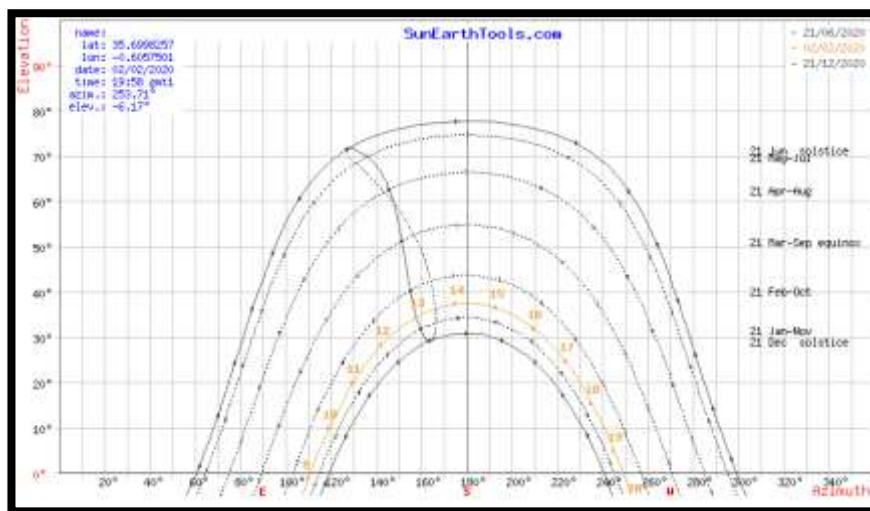


Figure 157 Diagramme solaire de la ville oran

### 1.3.2 Temperature

La saison fraîche dure 3,8 mois, du 23 novembre au 17 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 19 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 12 janvier, avec une température moyenne minimale de 6 °C et maximale de 16 °C.

### 1.3.3 Précipitation

La saison connaissant le plus de précipitation dure 7,8 mois, du 25 septembre au 19 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 13 %. La probabilité de précipitation culmine à 24 % le 19 novembre.

La saison la plus sèche dure 4,2 mois, du 19 mai au 25 septembre. La probabilité de précipitation la plus basse est 1 % le 18 juillet.

### 1.3.4 Analyse force de vent :

<sup>109</sup> <https://www.memoblog.fr/topographie-oran/> (Consulté le 25/12/2019)

<sup>110</sup> [https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php?lang=fr&utc=1&point=48.8583](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr&utc=1&point=48.8583)



Le jour le plus venteux de l'année est le 19 février, avec une vitesse moyenne du vent de 17,9 kilomètres par heure.

Le jour le plus calme de l'année est le 3 août, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 13,6 kilomètres par heure. <sup>111</sup>

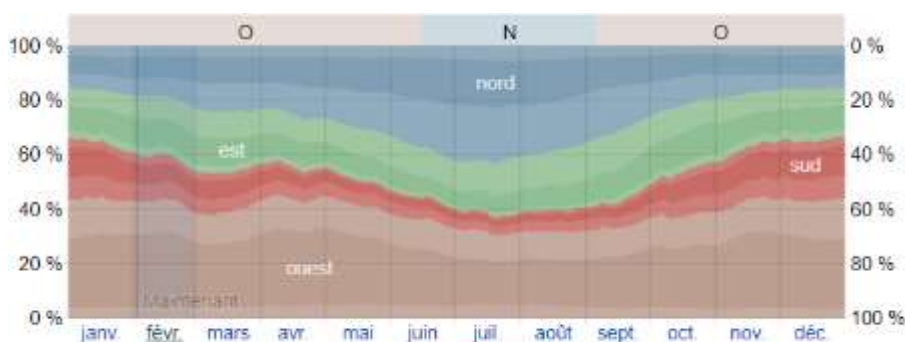


Figure 158 Direction du vent

## 1.4 Démographie de la ville :

### 1.4.1 Évolution des populations :

En 1961, le rapport de force démographique est légèrement inversé en faveur des populations algériennes et Oran doit sa croissance démographique beaucoup plus aux Algériens, qui ont récupéré les maisons abandonnées par les Européens. <sup>112</sup>

1985	1990	1995	2000	2005	2010	2019
604 000	64700	675000	706000	765000	852000	1 520 274

Tableau 6 Tableau 4. Taux de croissance démographique à Oran.

Office nationale des statistiques. <http://www.ons.dz/>

## 1.5 Historique de la ville Oran :

Oran a été fondée au Xe siècle par des marchands andalous-maures. Elle a été occupée par les Espagnols en 1509., la ville était possession de la Sublime Porte (Empire Ottoman). En 1831, la ville comme le reste du pays devint colonie française. en 1940 (3 juillet), la flotte française du gouvernement de Vichy basée à Mers-el-Kébir, fut bombardée par la flotte anglaise, venant de Gibraltar (1000 mort). <sup>113</sup>

### 1.6 L'évolution urbaine d'Oran :

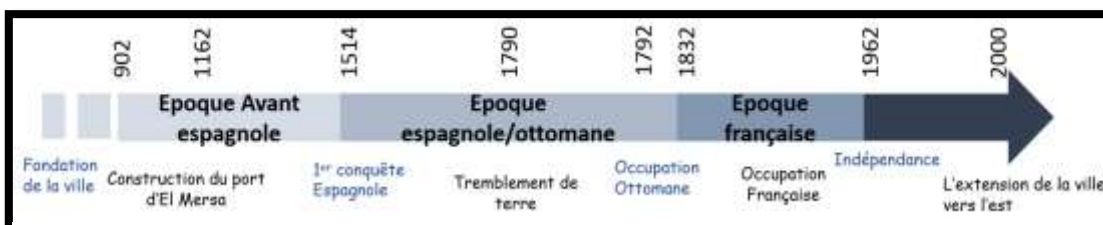


Figure 159 Dates clés de l'urbanisation de la ville d'Oran

Au cours des siècles, la ville d'Oran s'est transformée d'un noyau urbain isolé et indépendant ou son architecture commençait à prendre sa valeur depuis la mer. Puis

<sup>111</sup><https://fr.weatherspark.com/y/42390/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Oran-Alg%C3%A9rie#Sections-Summary> (Consulté le 05/12/2019)

<sup>112</sup> Office nationale des statistiques. <http://www.ons.dz/> (Consulté le 25/12/2019)

<sup>113</sup> [https://encyclopedie-afn.org/Historique\\_Oran\\_-\\_Ville](https://encyclopedie-afn.org/Historique_Oran_-_Ville) (Consulté le 25/12/2019)

devenue une **métropole complexe** ou son rôle s'élargit de plus en plus vers des régions plus vastes. Tout d'abord, Oran a été soumise à des conflits d'occupation par les :<sup>114</sup>

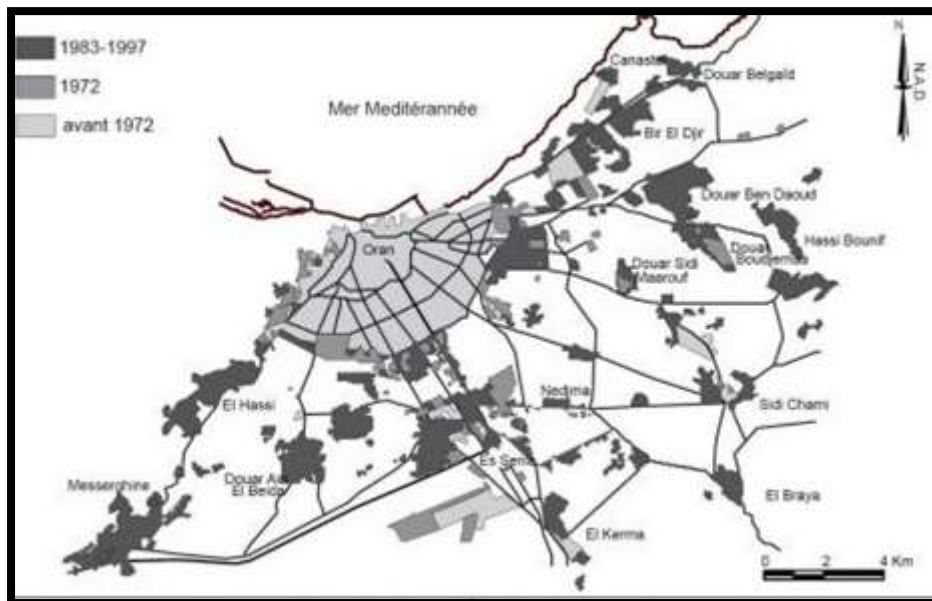


Figure 160 Cartes topographiques (1960,1985), photographie aérienne (1972), image satellitaire (1997), RGPH (2008) et enquête de terrain (2009) édité par Mr Trak et Mr Hadaid

### 1.7 L'influence de l'histoire sur la culture :

Durant toute cette période violente, Oran constitue chaque fois le motif essentiel des conflits, en tant que principal port du royaume de Tlemcen et l'un des carrefours primordiaux des relations commerciales du bassin méditerranéen.



Figure 161 l'Occupation Ottomane en Oran



Figure 162 La colonisation Française de la ville d'Oran

La culture Oranaise est un mélange de plusieurs cultures (Berbère, Arabe, Espagnole, Turque, Français) chaque période a contribué au processus historique de la ville d'Oran.

<sup>114</sup> Eugène Cruck, Oran et les témoins de son passé : récits historiques et anecdotes, avec un plan de la ville, Oran, imprimerie Heintz, 1959 (Consulté le 25/12/2019)

## 1.8 POURQUOI ORAN ? (Motivation du choix de la ville d'Oran) :



Figure 163 la position des 6 métropoles dans le territoire algérien

Les qualificatifs ne manquent pas pour cette ville algérienne située à 432 km de la capitale. Le port sur la Méditerranée est une destination d'affaires.

Son statut **de port sur la Méditerranée** a inscrit Oran dans les destinations économiques qui comptent en Algérie. Situation toujours d'actualité et renforcée par le **développement d'industries** pétrochimiques et d'entreprises de transformation. On y va pour le travail, on est séduit par la ville et ses habitants, et on y reste souvent pour découvrir les **plages et la Corniche**.



Figure 164activités primaires d'Oran

- l'histoire et la vocation de lieu.
- La situation au carrefour des systèmes de communication.
- L'aire métropolitaine de la ville. v La masse démographique.
- Le patrimoine naturel, culturel, et scientifique.
- La facilité d'accès par des moyens variés.

## 1.9 Les potentialités de la ville d'Oran :

### 1.9.1 Caractéristiques physiques :

La ville d'Oran s'insère dans un ensemble physique vaste et hétérogène

- La zone littorale oranaise avec ses caractères topographiques, est une longue et vaste dépression limitée au sud par des reliefs du Tell et occupée dans sa partie nord par de petits massifs littoraux.
- Elle est caractérisée par des unités stratigraphiques, tectoniques et géomorphologiques variées qui déterminent une mosaïque de milieux ou de paysages.
- Les ressources en eau de surface et souterraine sont limitées et conditionnées par le climat, le substrat et ses jeux tectoniques, les formations superficielles et leurs évolutions morphologiques.

### 1.9.2 Les potentialités naturelles :

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

- Les terroirs environnants de ces agglomérations présentent des potentialités en sol Appréciables.
- Les plaines littorales de Bousfer, les Andalouses.
- Les plaines sub-littorales de Boutlélis, Misserghin, Es-Senia, lesHassi, Meflak.

Ces plaines sont caractérisées par une agriculture de maraichage de primeur, de fruitiers divers, d'élevage laitier et d'aviculture, elles profitent d'un climat clément, un potentiel en eau souterraine certain, d'un potentiel édaphique conséquent. Les écosystèmes naturels forestiers ou à vocation forestières et aquatiques représentent une autre richesse variée.<sup>115</sup>



Figure 165 Forêt de canastel

### 1.9.3 Potentialités économiques :

La ville présente un pôle économique important, elle a une grande attractivité économique et industrielle. Le secteur secondaire occupe une place essentielle dans le paysage économique oranais. L'industrie pétrochimique, ses dérivés énergétiques et plastique dominant le paysage économique. La présence d'hydrocarbures a permis le développement d'industries consommatrices d'énergies comme l'industrie sidérurgie et celle des matériaux de construction



Figure 167 Siege Sonatrach



Figure 166 Usine Renault d'Oran

La capitale de l'ouest attire de plus en plus d'investisseurs et d'homme d'affaires depuis ces dernières années. Deux sous-ensemble se superposent :

- Le premier, à vocation industrielle dominante qui regroupe les communes d'Oran, Es-Senia, Bir El Djir, Arzew Béthioua et Ain El Biyada.
- Le second à vocation agricole et balnéaire avec les communes de Misserghin, Boutlélis, Oued Tlelat et une partie de Mers El Kébir.

<sup>115</sup> <https://www.elwatan.com/pages-hebdo/magazine/un-bijou-doran-qui-gagnerait-a-etre-rehabilite-10-08-2018> (Consulté le 22/12/2019)



### 1.9.4 Les infrastructures de base :

- Un port commercial et de transport de voyageurs assurant plusieurs destinations européennes.
- Un aéroport international.
- Un réseau routier d'un linéaire de 1439 km dont 227km de routes nationales ,630km de chemins de wilaya et 291 km de chemins communaux.
- L'autoroute est –ouest qui la réunit directement à l'ensemble de l'Algérie.
- Le tramway et le chemin de fer
- Un pôle universitaire qui regroupe un total de plus 50000 étudiants.
- Un secteur de l'éducation qui dispose de 480 écoles primaires ,139 CEM et 53 lycées.
- La formation avec 16 CEPA ,3INSEP, et1 annexes CEPA.
- Un secteur de la santé qui dispose de 5 hôpitaux ,35polyclinique et 99 salles de soins.



Figure 168les infrastructures de base d'Oran

### 1.9.5 Transport :

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



Figure 169vue sur le tramway d'Oran

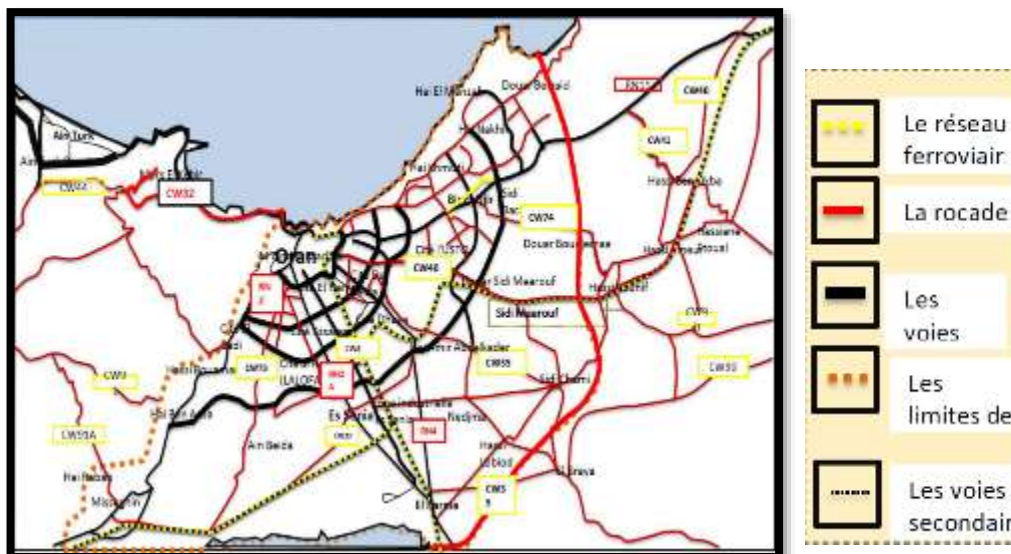


Figure 170 Schéma viaire de la ville d'Oran

## 1.9.6 Potentialités Touristique :

### 1.9.6.1 Un tourisme urbain :

Les infrastructures d'accueil sont peu nombreuses et leur capacité est faible. Selon l'office du tourisme la capacité d'accueil des infrastructures touristique est de 66 hôtels 493 lits) dont 33 classés et 33 non classés.

### 1.9.6.2 Un tourisme balnéaire :



Figure 172 Hôtel Méridien



Figure 171 Hôtel Sheraton

Une bande côtière offrant d'importantes potentialités dans le domaine maritime (transport et relation extérieures) le domaine de la pêche et de l'aquaculture ainsi que dans les domaines du tourisme balnéaire.<sup>116</sup>

<sup>116</sup> <http://users.antrasite.be/ppoisie/Documents/oran.htm> (Consulté le 23/12/2019)



### 1.9.6.3 Un espace touristique récréatif :

Le flanc de Murdjadjo constitue l'élément principal de cet espace récréatif ainsi que les grottes, les balcons de Santa Cruz offrant une vue panoramique sur la ville.

À proximité d'Es-Senia une attraction de silex taillé ainsi qu'un atelier néolithique de Canastel riche en silex et quartz.



Figure 174 Plage les Andalous



Figure 173 Plage Madegh



Figure 175 Murdjadjo

### 1.9.6.4 Attraction touristique :

On peut trouver à Oran plusieurs hôtels très confortables et de nombreux restaurants servant des spécialités algériennes.

Les touristes pourront fréquenter les cinémas, les centres culturels, le théâtre national, théâtre de verdure, les night clubs, le musée, l'ancienne ville d'Oran, le quartier de Sidi El Houari, le jardin municipal, Médina Djedida avec ses produits artisanaux, la cathédrale, le Djebel Murdjadjo, et les stations balnéaires voisines.

L'aéroport international d'Es-Senia est à 12 km du centre ville. On peut aussi aller à Oran par des Ferries depuis les ports de Marseille, Sète, Alicante et Almería.<sup>117</sup>

### 1.9.7 Potentialité Culturelle :



Figure 176 Cinéma Maghreb



Figure 178 Cathédrale d'Oran



Figure 177 Le palais du bey

La wilaya d'Oran possède d'importantes potentialités culturelles :

- La présence de plusieurs strates de plusieurs civilisations et le nouveau tissu moderne.
- d'importantes culturelles à rayonnement régional, des sites et des monuments historiques de valeur universelle tels que le fort de Santa Cruz et le palais du bey, théâtre national, théâtre de verdure, musée, ancienne ville d'Oran, quartier de Sidi El Houari, jardin municipal, Médina Djedida avec ses produits artisanaux, la cathédrale.<sup>118</sup>

<sup>117</sup><http://www.oran-dz.com/culture> (Consulté le 26/12/2019)

<sup>118</sup><http://lecourrier-dalgerie.com/maison-de-la-culture-doran-les-travaux-de-rehabilitation-seront-lances-prochainement/> (Consulté le 26/12/2019)

Équipement	Nombre totale	Fonctionnel
Centres culturels	43	14
Palais de culture	1	1
Bibliothèques	36	24
Salles polyvalentes	12	7
Salles de cinéma	30	8
<b>Musées</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Théâtres	2	2
Parcs des expositions	2	2
Maison de jeunes	5	5

Tableau 7 Classification des équipements culturels à Oran

<https://journals.openedition.org/gc/1451>

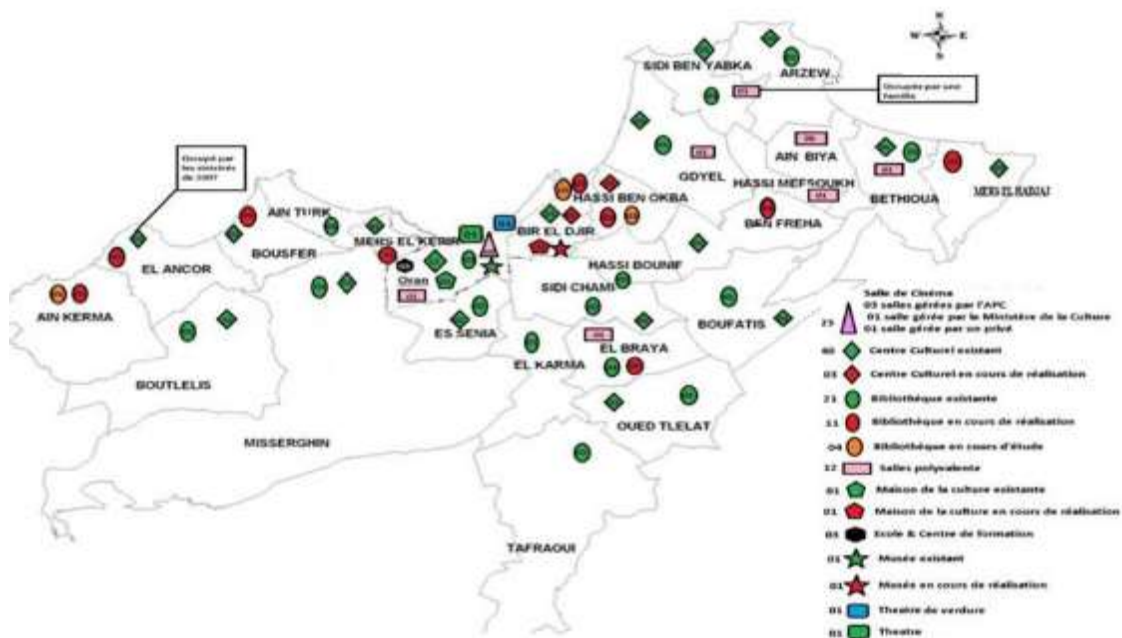


Figure 179 Carte des équipements culturels à Oran

## 1.10 Les musées d'Oran :

### 1.10.1 Le musée national « Ahmed Zabana »

#### 1.10.1.1 Situation :

Le musée « Ahmed Zabana » est situé dans le quartier d'Haï Sidi El Bachir à Oran. Ses collections vont de la préhistoire aux arts visuels contemporains.

#### 1.10.1.2 Historique du création :

La création du musée municipal Demaëght dans la ville d'Oran est due à Louis Demaëght, archéologue et épigraphiste, qui réunit en 1882 divers objets issus de ses propres collections et répartis en trois sections : la numismatique (13 pièces), les antiquités romaines et africaines (16 pièces), l'histoire naturelle.



Figure 180 Le musée national « Ahmed Zabana »

<http://cnra.dz/atlas/musee-national-public-zabana/>

#### 1.10.1.3 Renovation du musée :

Plus tard, d'autres sections comme la préhistoire et l'ethnographie, la peinture, la sculpture, l'art graphique et la gravure, furent ajoutées. Édifié en 1933, le bâtiment actuel, situé au 19, boulevard Zabana, est officiellement inauguré le 11 novembre 1935 dans les locaux du palais des beaux-arts. Ce grand bâtiment comprend non seulement le musée, mais aussi la bibliothèque municipale et l'école des beaux-arts d'Oran. les collections : Section beaux-arts, Section art musulman, Section El Moudjahid, Section numismatique, Section préhistoire, Section du vieil Oran, Section ethnographie, Section histoire naturelle. <sup>119</sup>

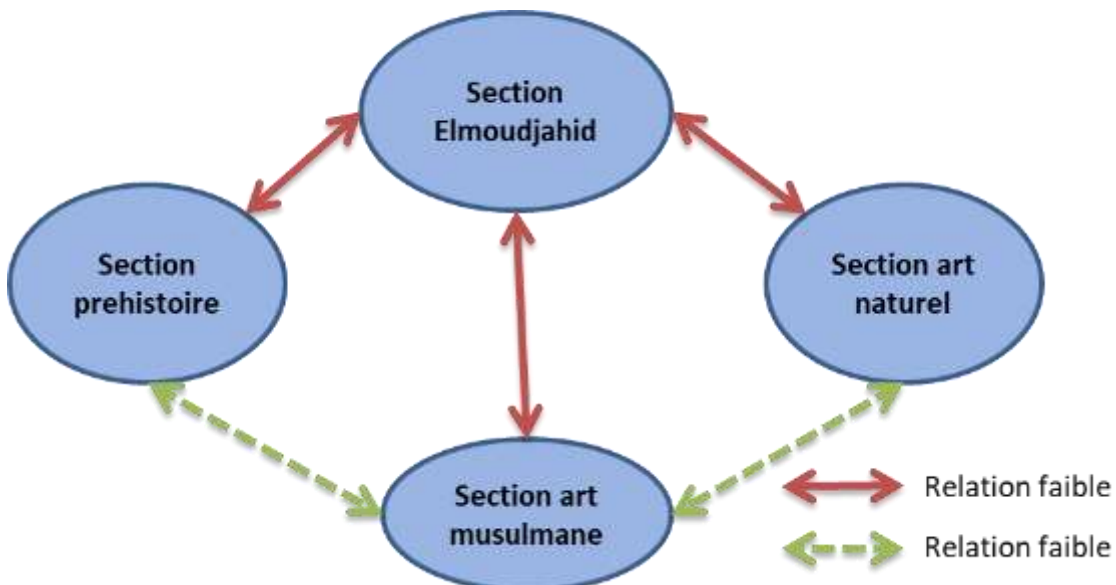


Figure 181 Organigramme spatiale du musée Zabana, Sous-Sol

<sup>119</sup>[https://web.facebook.com/Biennaleoran/?\\_tn=\\_kCHR&eid=ARADNSM](https://web.facebook.com/Biennaleoran/?_tn=_kCHR&eid=ARADNSM) (Consulté le 28/12/2019)  
Wm6WyoHmzqz3dsuh5YQBLmGZGK86J4f0FH1g6kg0sDVjOJiJo8Gjla5t4YXMkWIZ-BfJiHkQl&h

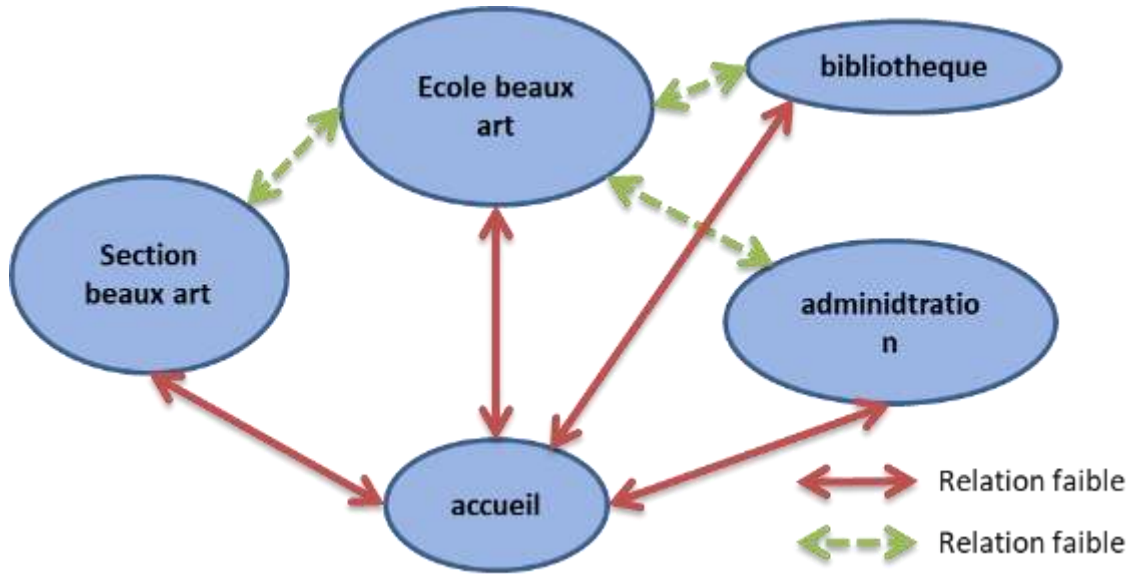


Figure 183 Organigramme spatiale du musée Zabana, RDC  
realiser par l'auteur

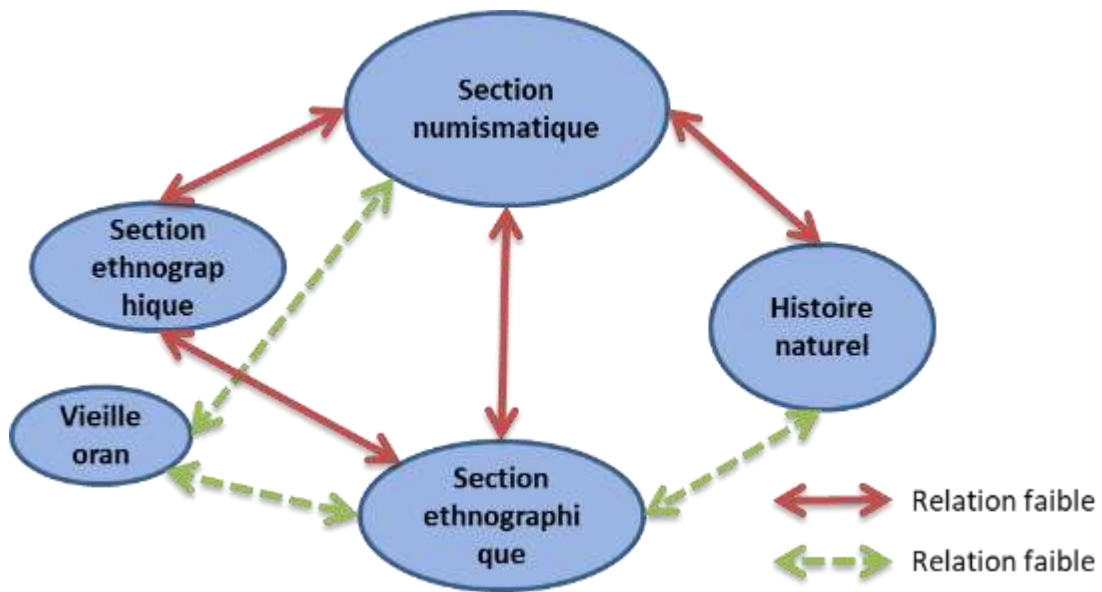


Figure 182 Organigramme spatiale du musée Zabana, 1er etage  
realiser par l'auteur

#### 1.10.1.4 Les salles d'expositions :

Salle d'histoire naturelle  
Salle de préhistoire  
Salle de l'antiquité  
Salle d'ethnographie maghrébine

Salle d'ethnographie étrangère  
Salle de l'archéologie islamique  
Salle du vieil Oran  
Salle des beaux-arts<sup>120</sup>

<sup>120</sup> <https://www.guideoran.com/que-visiter/site-monument-oran/musees/musee-ahmed-zabana.html>

## 1.10.2 Musée d'art moderne Oran :

### 1.10.2.1 Présentation :

Le bâtiment des ex-galeries d'Oran est situé sur l'avenue Larbi Ben M'hidi à Oran. Le musée a été inauguré le 21 mars 2017. Il a été installé dans ce qui était autrefois les « galeries d'Oran », un immeuble de trois étages édifiés en 1922. Pour accueillir le musée, le lieu a été totalement rénové.<sup>121</sup>



Figure 184 Le musée d'art moderne d'Oran

### 1.10.2.2 Programme du musée :

<https://www.guideoran.com/que-visiter/site-monument-oran/musees/musee-d-arts-modernes.html>

Niveau	espace
RDC	atrium- atelier pour enfant - exposition permanent- cafeteria – boutique
3 étage	Exposition temporaire
4eme étage	Bibliothèque – administration – terrasse accessible

Figure 185 Programme du musée d'art moderne Oran

D'une superficie de 6 400 m<sup>2</sup>, le MAMO se compose d'un rez-de-chaussée et de 4 étages qui donnent sur une impressionnante cour centrale aux plafonds hauts, l'ensemble étant très lumineux et savamment éclairé.

## 1.10.3 Musée El Moudjahid Oran :

Le musée du Moudjahid est situé à proximité du siège de la Sonatrach et de la grande mosquée Ibn Badis à Oran. Inauguré en 1996, ensuite en 09/07/2015 ils ont lancer des travaux de réhabilitation et restauration.<sup>122</sup>

**Ce musée est exclusivement réservé pour l'exposition reliée à la guerre**



Figure 186 Le musée du Moudjahid à Oran

<sup>121</sup> <https://www.petitfute.com/v41760-oran/c1173-visites-points-d-interet/c958-musee/1629921-musee-d-art-moderne-d-oran-mamo.html> (Consulté le 26/12/2019)

<sup>122</sup> <http://www.oran-dz.com/culture/musees/musee-du-moudjahid> (Consulté le 26/12/2019)



### 1.11 Synthèse :

La quasi-totalité des infrastructures du groupement est localisée dans la ville d'Oran et plus spécialement l'hyper-centre.


Malgré que cette ville est reconnue par sa diversité culturelle et sa réputation sur la scène nationale et internationale.

Les équipements culturels qui existent sont sous-utilisés ou dévoyés de leur fonction première.

Après l'étude et l'analyse, Les éléments essentiels qui peuvent concourir à l'ouverture de la pratique culturelle et artistique au plus grand nombre sont regroupés dans les domaines suivants :

- Le musée
- Le cinéma
- Le théâtre
- Les établissements de diffusion culturelle.

- **La même infrastructure culturelle depuis plusieurs décennies**
- **Manque de musée par rapport au autre équipement culturel**
- **3 musées à échelle de la ville dont les façade reflète pas la culture de la ville**
- **Absence de l'art au sein des musées existants**
- **manque des espaces d'exposition et de diversité**



**Oran nécessite  
une projection  
d'un musée d'art**

- Ces différents points relevés nous poussent non pas vers une réalité mais vers une nécessité, la nécessité de projeter un **musée d'art** au sein même de la ville d'Oran

### 1.12 Choix du projet :

Le choix du projet se portera sur un équipement adhérent à la branche d'activité culturelle la plus touchée par la mondialisation « **un musée d'art moderne** ».

L'équipement qui sera en mesure d'assurer à la fois l'échange, transmission et la communication de la culture, une diversité fonctionnelle qui lui permettra de jouer un rôle très important dans le développement culturel de la ville d'Oran en alliant toutes les nouvelles technologies dans ce domaine.



## 2 Analyse des exemples :

### 2.1 Critères de choix des exemples :

- Des musées à échelle internationale
- Formes géométriques variées et des volumes complexes et sculpturaux.
- Programmation riche en différentes activités, avec un bon fonctionnement.
- Configuration spatiale claire qui facilite la circulation et la desserte des espaces.
- L'utilisation des matériaux et des structures innovantes.

### 2.2 Musée MAXXI / Architectes Zaha Hadid :

#### 2.2.1 Fiche technique :

**Architecte :** Zaha Hadid

**Ingénieur en structure :** Alan Jones,  
SKM Anthony Hunts

**Conçu en :** 1998

**Année de Construction :** 2003 - 2010

**Superficie des terres :** 29.000 m<sup>2</sup>

**Surface Construite :** 21.000 m<sup>2</sup>

**Coût :** 150.000.000 €

**Emplacement :** Rome, Italie<sup>123</sup>



Figure 187 Musée MAXXI / Architectes Zaha Hadid

#### 2.2.2 Description :

Conçu comme un véritable campus multidisciplinaire des arts et de la culture, le MAXXI crée un complexe urbain pour la ville qui peut être apprécié par tous.<sup>124</sup>

#### 2.2.3 Situation :

Situé sur des terres précédemment occupées par une usine automobile et plus tard par la caserne de l'armée, sur le boulevard de Via Guido Reni 4, Rome, Italie, à proximité du village olympique et de l'Auditorium de la Musique à Rome.<sup>125</sup>



Figure 188 Musée MAXXI / Architectes Zaha Hadid



Figure 189 Situation du Musée MAXXI

<sup>123</sup><https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/maxxi-musee-national-dart-du-xxie-siecle-de-rome/#> (Consulté le 26/12/2019)

<sup>124</sup> <https://archello.com/project/maxxi-museum> (Consulté le 26/12/2019)

<sup>125</sup> <https://www.google.com/maps/place/Mus%C3%A9+MAXXI/@41.9291175,12.4660493,350m/>

## 2.2.4 Plan de masse :

Le musée est bien inséré dans la situation du bloc urbain, en prenant ses directives et en ouvrant ses ailes coupées comme des points de vue panoramiques. Entouré d'un passage piéton avec un accès centré au champ visuel.



Figure 190 plan de masse réalisé par l'auteur

## 2.2.5 Rez de chaussée :

Un hall d'accueil spacieux de grande hauteur permet d'accéder aux différentes **salles d'exposition, l'auditorium, la salle de bibliomédiathèque et les fichiers de l'architecture**. Dans cette salle, le visiteur a un vestiaire, un café et un chiffre d'affaires de l'information et billetterie.<sup>126</sup>

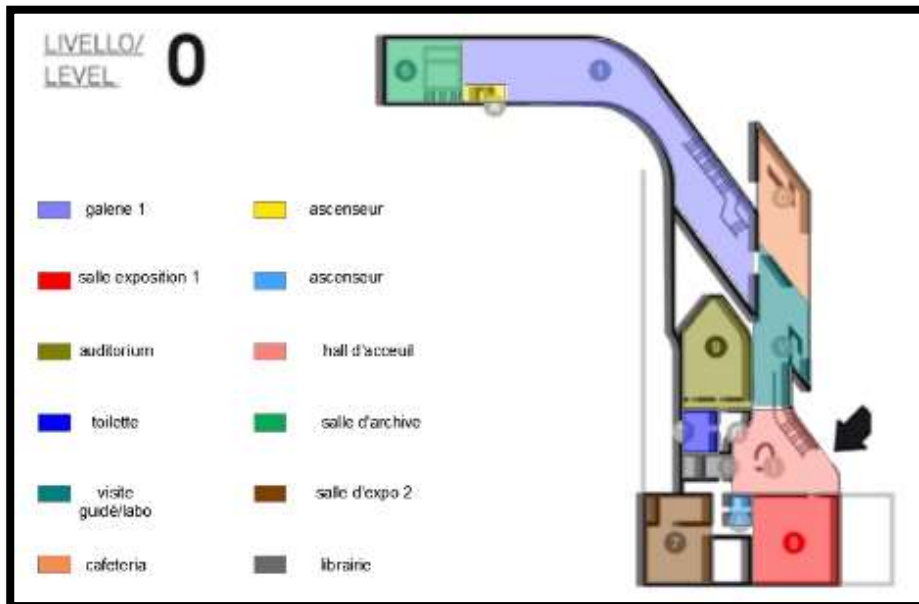


Figure 191 plan RDC

<sup>126</sup><https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/maxxi-musee-national-dart-du-xxie-siecle-de-rome/#>(Consulté le 28/12/2019)

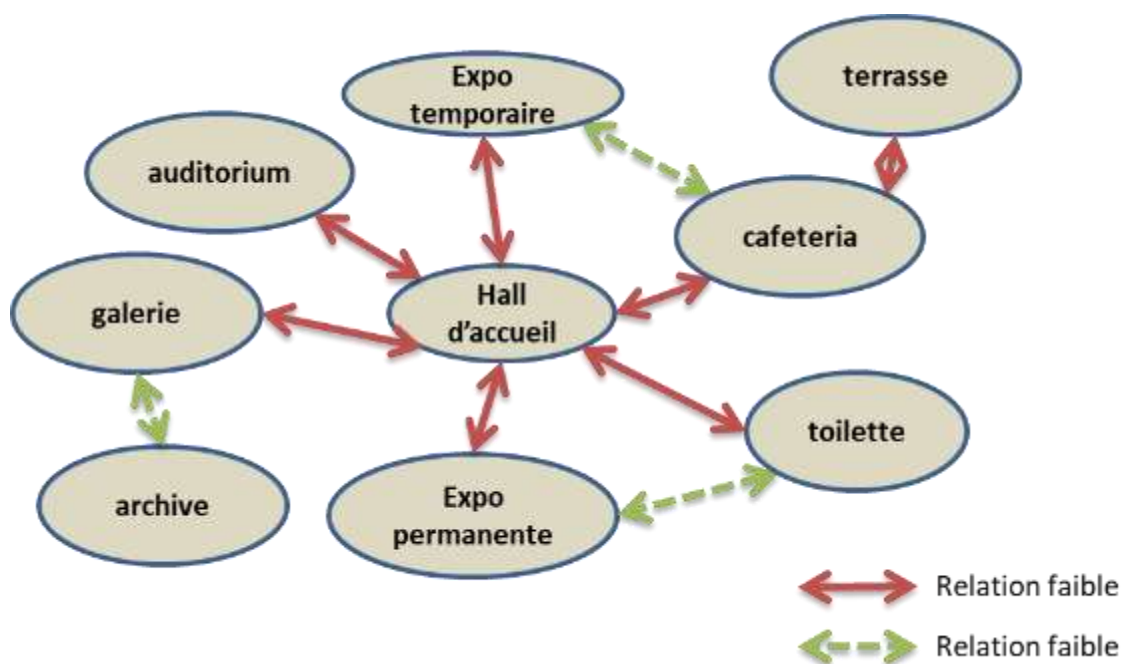


Figure 192 Organigramme spatial du rdc

### 2.2.6 Plan 1<sup>er</sup> étage :

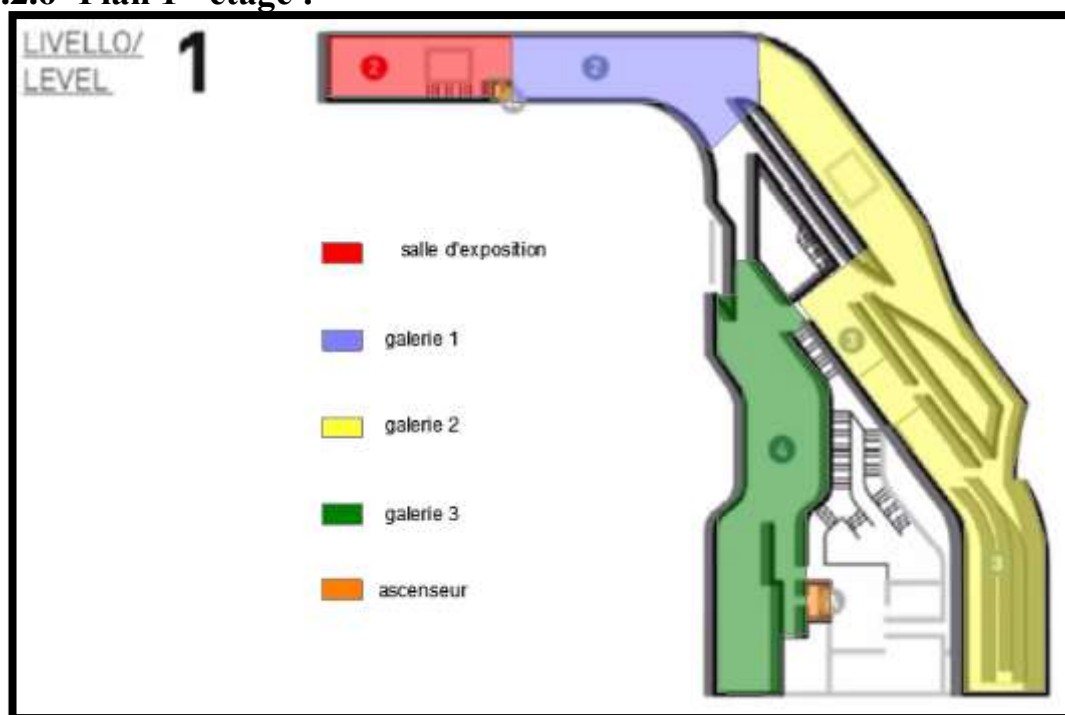


Figure 193 Plan 1er étage

### 2.2.7 Plan 1<sup>er</sup>, 2eme et 3eme étage :

Ces étages sont entièrement dédiés aux **salles d'exposition**. Toutes les plantes ont des toilettes adaptées.

Un élément clé de ce projet est l'utilisation des murs comme éléments spatiaux. Les intérieurs des galeries, presque linéaires, sont délimités par des parois parallèles qui suivent le mouvement longitudinal du bâtiment, à d'autres moments par des panneaux mobiles

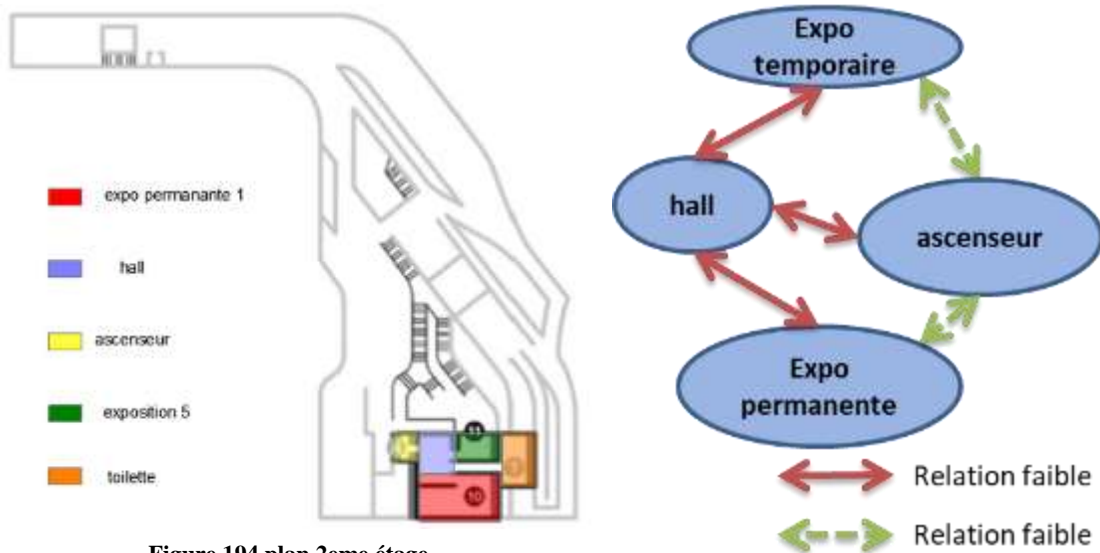


Figure 194 plan 2eme étage

3.10.20

3.10.21

3.10.22

3.10.23

3.10.24

3.10.25

3.10.26

3.10.27

3.10.28

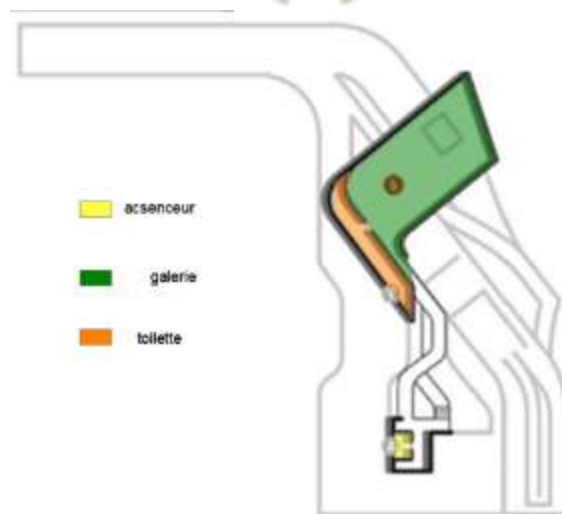
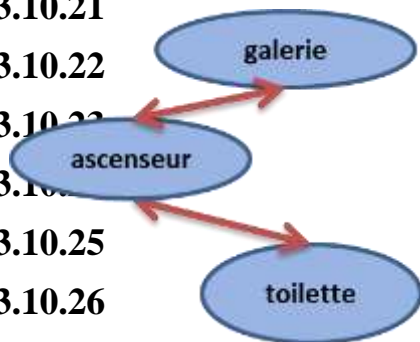


Figure 195 plan 3eme étage

## 2.2.8 Coupe :

Avec quatre étages de l'MAXXI est plein déplacer à travers les murs ondulants et des escaliers qui semblent commencer ou terminer n'importe où, plaçant le visiteur dans une vision futuriste, offre plusieurs itinéraires possibles flottant aller au musée permettant contournant le même manière.<sup>127</sup>

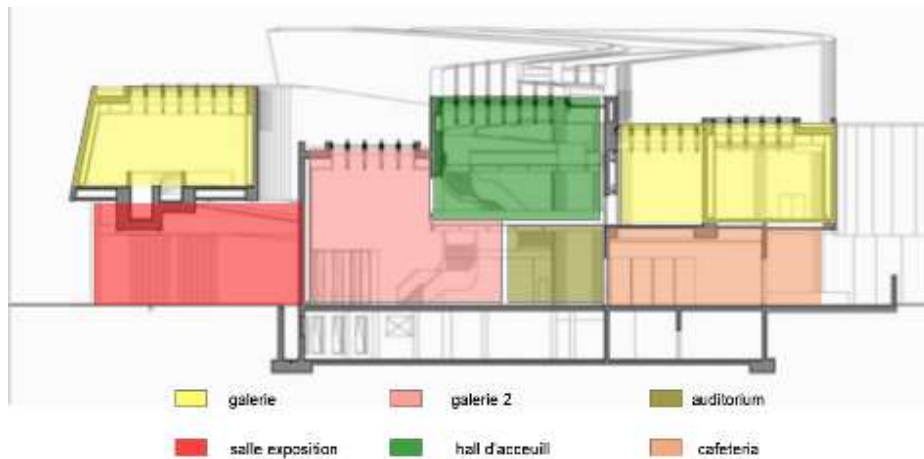


Figure 196 coupe transversale

<sup>127</sup> <https://archello.com/project/maxxi-museum>(Consulté le 29/12/2019)



### 2.2.9 Facade :

L'extérieur du corps de grand impact rectangulaire qui fait saillie à partir de la structure horizontale et surfaces de béton lisse sans fenêtres qui rendent leurs parois extérieures avec le sol, la même matière, il donne de la vitalité à l'ensemble du quartier, après un siècle d'usage militaire.<sup>128</sup>



Figure 197 facade principale du musée facade en beton lisse

<https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/maxxi-musee-national-dart-du-xxie-siecle-de-rome/#>

### 2.2.10 Volumetrie :

Il s'inscrit dans le tissu de la ville avec un agencement architectural basé sur l'idée d'un campus urbain, créant des espaces intérieurs et extérieurs faisant désormais partie de la ville environnante.

Les formes fluides et sinueuses, la variété et l'imbrication d'espaces et l'utilisation modulée de la lumière naturelle créent un cadre spatial et fonctionnel d'une grande complexité, offrant des vues inattendues et en constante évolution depuis le bâtiment et les espaces extérieurs.<sup>129</sup>

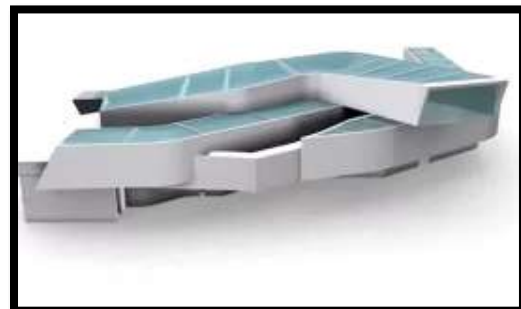


Figure 198 volumetrie du musée

<https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/maxxi-musee-national-dart-du-xxie-siecle-de-rome/#>

### 2.2.11 Structure :

Une structure similaire aux galeries, espaces linéaires allongées avec des murs en béton et les planchers réalisés sur place avec toit partiellement vitré qui font quelque chose de canaux avec des couvercles verre. Alan Jones, un ingénieur en structure qui a été impliqué dans le projet dit que structurellement, le bâtiment sert de passerelle d'un bâtiment.



Figure 199 structure du toit partiellement vitré

<sup>128</sup><https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/maxxi-musee-national-dart-du-xxie-siecle-de-rome/#>

<sup>129</sup> <https://archello.com/project/maxxi-museum>(Consulté le 29/12/2019)



### 2.2.12 Matériaux :

Dans son imposante structure comprennent le béton, l'acier et le verre. Le béton couvre non seulement les murs et les planchers, mais a également été utilisé dans l'exécution des éléments fonctionnels et décoratifs tels que le bureau de réception en béton et fibre de verre. Le béton est l'élément dominant dans la conception de Hadid.



Figure 200 murs en beton

### 2.2.13 Nouvelle Technologie :

#### 2.2.13.1 Structure :



Figure 201 Plancher en béton auto-compactant

Une installation qui a nécessité 260m<sup>3</sup> de béton coulé sur place. Les panneaux modulaires de 9 mètres de long et 2,4 de haut qui ont été assemblés sur le site et ont été liés en utilisant des lasers pour s'assurer que les surfaces planes dans le temps de décharge. Immersion dans ces zones un mélange liquide composé de béton auto-compactant, un granulat fin de poudre de calcaire et d'un additif dans la résine époxy, qui a été autorisé à régler de manière uniforme par la force de gravité et qui a été coulé autour des barres de renfort.<sup>130</sup>

#### 2.2.13.2 Déclaration de Zone sismique :

En 2003, Rome a été officiellement classée comme zone sismique, qui exige que la structure du musée a été entièrement revue et réformé dans certains cas. Plusieurs ensembles de pistons hydrauliques associés au mouvement des articulations devraient être incorporées dans les murs et planchers de béton et mis au rebut les joints de dilatation de 3mm 5mm d'autres moins visibles, entre autres mesures.

#### 2.2.13.3 Matériaux :

Les murs de béton ont été traités avec une finition « fairface » première qualité, à améliorer leur soft, sans bulles d'air, comme les trous résultant des vis ou des joints exposés de la marée, au rustique possibles, selon les goûts architecte.

#### 2.2.13.4 Plafond :

Le climatiseur est dans l'écart créé entre la peau supérieure du double vitrage et inférieur au plafond de verre. Les lames verticales qui caractérisent le système de plafond sont faits d'acier et revêtu d'un matériau de finition. Le verre est protégé extérieurement par un treillis en acier qui filtre la lumière et l'entretien facile. Toutes les colonnes verticales, y compris les colonnes qui soutiennent le surplomb sont en acier.



Figure 202 Les lames verticales en acier

<sup>130</sup><https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/maxxi-musee-national-dart-du-xxie-siecle-de-rome/>

## 2.3 Musée d'art de Denver :

### 2.3.1 Fiche technique :

Titre	Musée de DENVER
Architectes	Studio Libeskind
Sup total	19 000 m <sup>2</sup>
Sup batis	15117 m <sup>2</sup>
Année	2006
Adresses	Ave Pkwy ,Denver, CO, Etat-Unis

3.10.29



Figure 203 Musée d'art de Denver

<https://www.archdaily.com/80309/denver-art-museum-daniel-libeskind>

### 2.3.2 Description :

Cette construction pointue par l'architecte Daniel Libeskind est une flèche pour le musée d'art contemporain de Denver. C'est une extension du Musée d'Art de Denver déjà existant. Inspiré par la vitalité et la croissance de Denver, le complément loge actuellement des collections de tableaux Modernes et Contemporains.<sup>131</sup>

### 2.3.3 Analyse de situation :

le **Denver Art Museum** est un musée d'art situé dans le centre-ville Denver en Colorado, États-Unis d'Amérique.

Il est le plus célèbre pour les collections d'art Américains indigènes et environ 55 000 emplois de partout dans le monde.



Figure 204 plan de situation

### 2.3.4 Analyse du plan de masse :

Il est implanté dans un terrain de forme rectangulaire. La forme de projet est irrégulière avec d'aménagements extérieurs en verdure très petits et de forme aiguë. Les parkings sont séparés du projet. Une séparation entre la circulation mécanique et piétonne.



Figure 205 plan de masse

<sup>131</sup> <https://voyages.michelin.fr/amerique-du-nord/etats-unis/colorado/denver/musee-dart-de-denver>

### 2.3.5 Intégration au site :

le musée est béni d'une bonne accessibilité grâce à leur situation au centre ville et dans un contexte Culturel (bibliothèque, musée d'art , résidence du musée d'art , clyfford still museum )

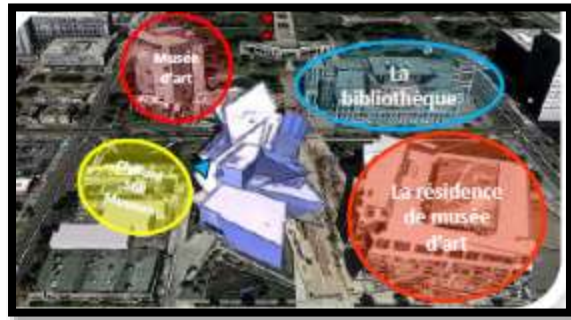


Figure 206 Equipement voisin du musée

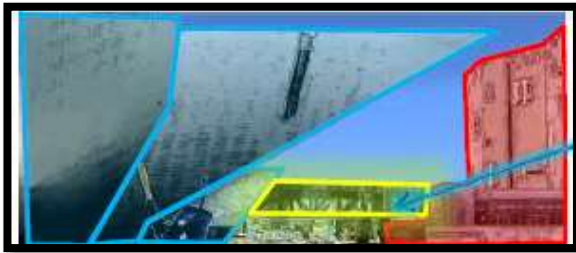


Figure 207 Passerelle entre les 2 bâtiment

Un volume nettement en porte à faux traverse la rue pour relier la structure des 02 musées

### 2.3.6 Orientation du musée :

Le projet est implanté d'une façon à ce que les 02 façades principales soient orientées vers l'est et l'ouest où l'éclairage dans l'espace central est assuré par un atrium<sup>132</sup>



Figure 208 Course solaire du bâtiment

### 2.3.7 Analyse des plans :

Après l'accueil et les points de vente, les visiteurs se retrouvent dans l'atrium, l'espace centrale de circulation qui mène vers les escaliers pour accéder à l'auditorium qui se trouve dans le sous-sol, et vers le premier espace d'exposition dans le rez-de-chaussée. On trouve une entrée séparée pour accéder directement au restaurant et cafétéria, avec une relation interne forte avec l'espace d'accueil

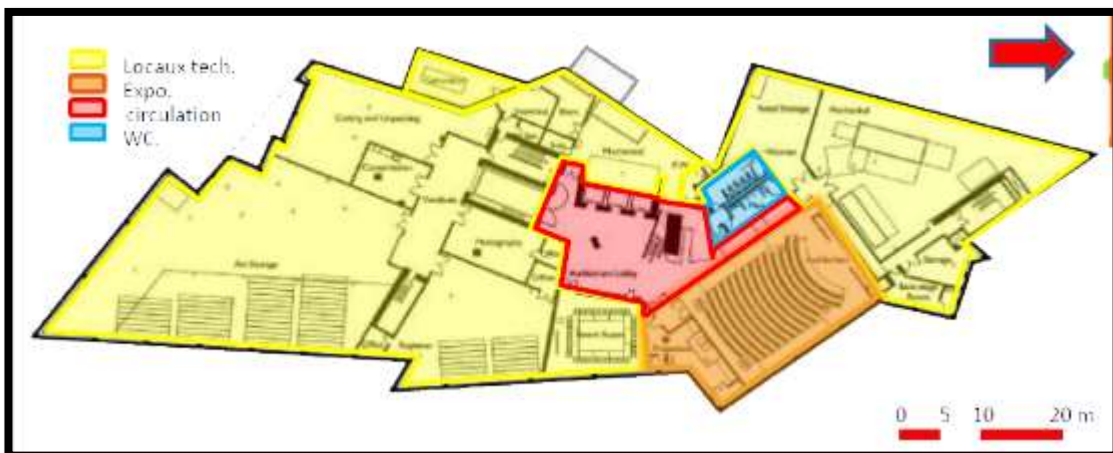


Figure 209 Plan sous-sol

sous sol réservé pour les espaces qui n'avez pas de besoin à la lumière naturel

<sup>132</sup> <https://www.archdaily.com/80309/denver-art-museum-daniel-libeskind> (Consulté le 03/01/2020)





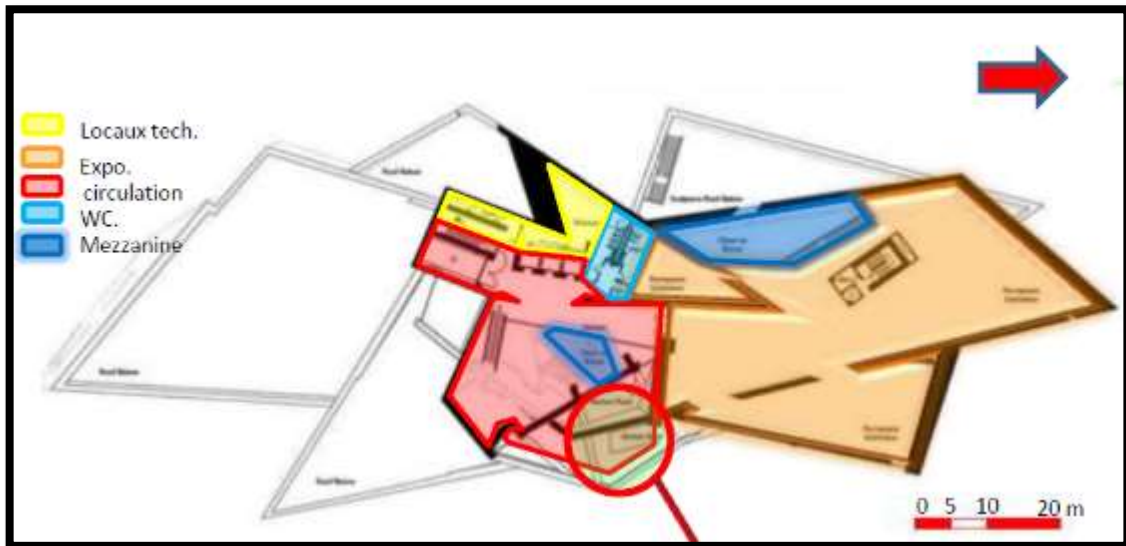


Figure 213 Plan 3ème étage

Les géométries intersection donnent le genre de merveilleusement bizarres, les espaces restants typiques d'un grenier, et libeskind profite de cette mise en place par petites aires de repos à l'intérieur.

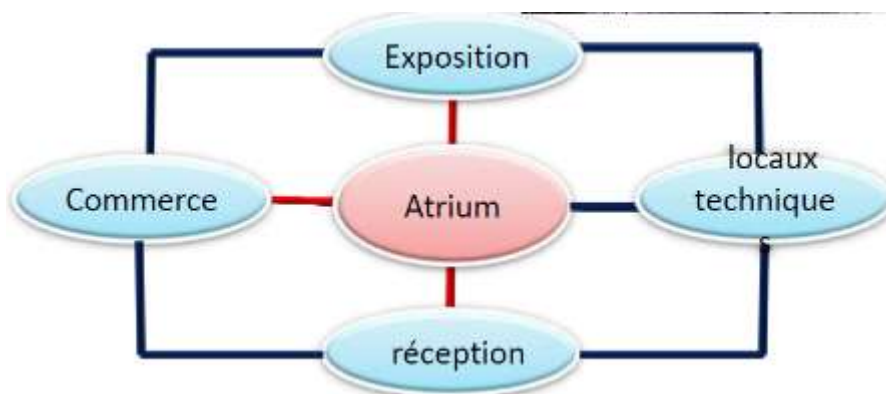


Figure 215 Organigramme fonctionnel

l'atrium au centre  
Les autres fonctions s'articulent autour

— Relation fort  
— Relation faible

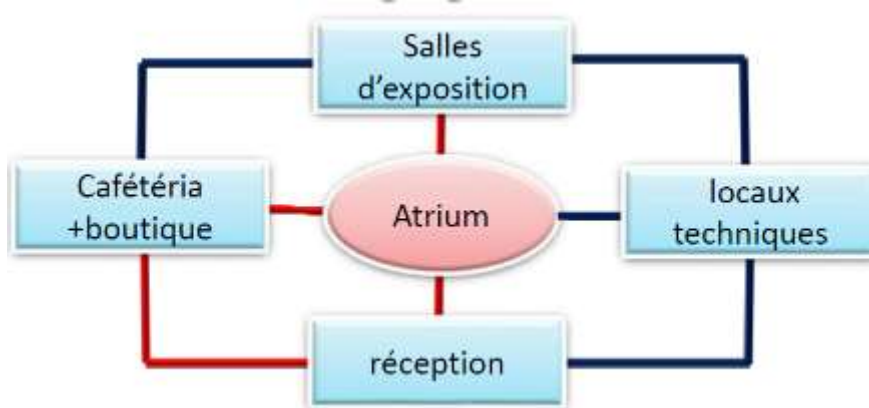
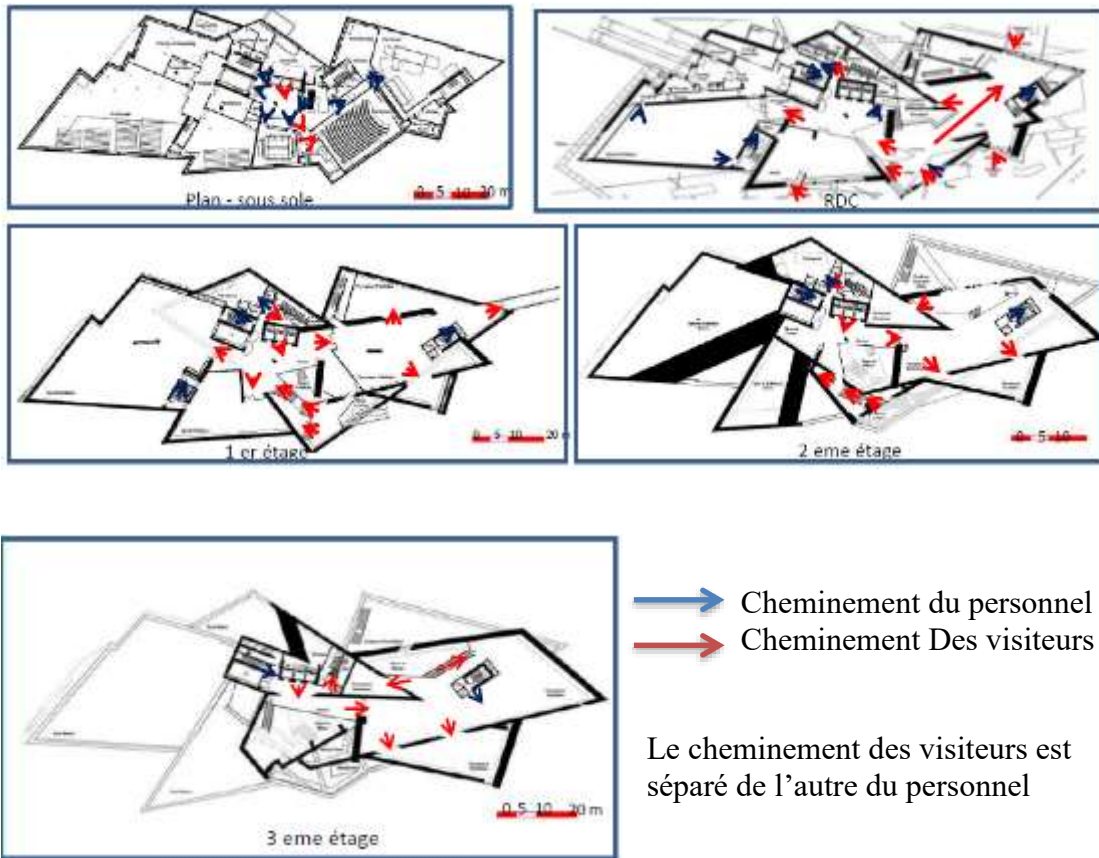


Figure 214 Organigramme spatial



### 2.3.8 Analyse de la circulation :



### 2.3.9 Coupe et organisation spatial :

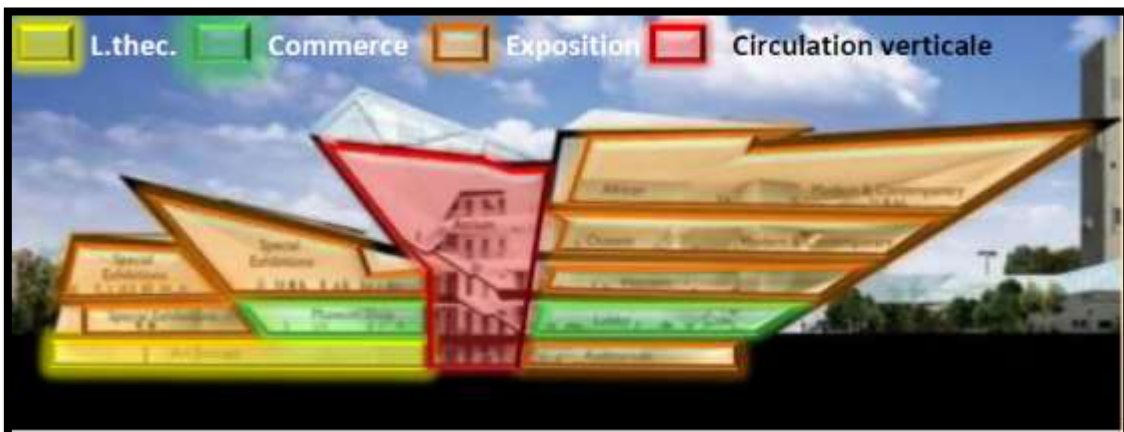


Figure 216 Coupe longitudinale et organisation spatial

Le principe d'organisation des espaces fait par la réservation de sous sol pour les locaux technique, RDC pour le commerce, L'exposition aux étages.<sup>133</sup>

### 2.3.10 Analyse des façades :

<sup>133</sup> <http://www.journal-du-design.fr/architecture/architecture-extension-du-musee-dart-de-denver-11589/>

Les façades sont marquées par des lignes obliques et la 3 Dimension (L’Idée)



Figure 218 Façade Est



Figure 217 Façade Ouest

- Les façades sont presque opaques pour contrôler la lumière
- Sauf l’Atrium qui marque l’espace de circulation vertical central



Figure 219 Façade Est



Figure 220 Façade Ouest

### 2.3.11 Analyse de la forme :

Métaphore choisie pour la forme du bâtiment: un affleurement de roches cristallines qui Libeskind a vu de sa fenêtre.

de l'avion au moment de franchir les Rocheuses. pour façonner des volumes anguleux qui semblent émerger du sol.



Figure 221 Extension du Musée d’art de Denver vue de haut

<http://www.journal-du-design.fr/architecture/architecture-extension-du-musee-d-art-de-denver-11589/>

on remarque l’absence d’un axes majeur mais des axes inclinés d’une façon aléatoire pour concrétisé la métaphore des cristaux rocheuse<sup>134</sup>



Figure 222 Extension du Musée d’art de Denver

### 2.3.12 Analyse du volume :

Son impressionnant bâtiment Hamilton, imaginé par Daniel Libeskind, rappelle la proue d’un navire s’avançant sur le jardin qui l’entoure. formes géométriques agressifs, pur irréguliers, ce qui reflète les pics et les cristaux de roche provenant des proches montagnes Rocheuses.



Figure 223 Extension du Musée d’art de Denver

<sup>134</sup> <https://www.slideshare.net/noursalo/denver-art-museum-61263452>(Consulté le 05/01/2020)

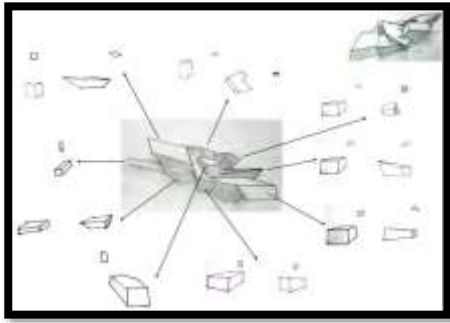


Figure 224 Schéma de volume du Musée Denver

- 9 volumes, 8 **rhomboïdes** ce sont des **parallélépipède sculpté** et Un volume nettement en porte à faux traverse la rue pour relier la structure ces 9 volumes **emboîté** et **inclus** les un aux autres

### 2.3.13 Ambiance intérieure :

-C'est un musée où ce que vous voyez à l'extérieur est une expression de ce que vous voyez à l'intérieur le tissu blanc cassé pour adoucir l'intérieurs un peu.<sup>135</sup>



Figure 225 Vue sur atrium

#### 2.3.13.1 Lumière :



Figure 226 éclat de lumière du jour

Éclats de lumière du jour entre par puits de lumière en forme de fentes prévues où les murs se croisent, de sorte que , parfois, le bâtiment ressemble comme si elle était écartant les coutures . Plus haut , poutres sillonnent l'espace comme pour empêcher les murs de tomber sur vous.<sup>136</sup>

Les escaliers sont marqués par L'atrium qui offre à un éclairage zénithale.

-l'aménagement intérieur reflète également la métaphore d'un affleurement de roches cristallines.



Figure 227 lumière zénithale

<sup>135</sup> <https://fr.slideshare.net/midadkalimatmouna/muse-dart-contemporaine-denver-daniel-libeskind>

<sup>136</sup> <https://www.floornature.eu/denver-colorado-denver-art-museum-daniel-libeskind-2005-4596/>



### 2.3.13.2 Eclairage artificiel :



Figure 229 Les espaces d'exposition au niveau des escaliers



Figure 228 un excellent point de vue sur les montagnes à l'ouest

## 2.3.14 Nouvelle Technologie :

### 2.3.14.1 Matériaux de construction :

-Le choix des matériaux a été fait de manière à préserver le contexte existant avec l'utilisation de pierres locales. Des matériaux innovants : le titane qui reflète la lumière de Colorado ,Acier ,Béton , Black Pearl Granite.<sup>137</sup>

#### ➤ Acier :

La superstructure en acier de 2 740 tonnes est un groupe entrelacé de penchement contre-venté cadres et fermes. Plus de 3100 pièces d'acier sont contenus par 20 plans inclinés qui définissent la structure. Aucun des plans sont parallèles ou perpendiculaires à un autre.



Figure 230 superstructure complexe en acier

#### ➤ Béton



Les 5658 mètres<sup>3</sup> de renfort béton avec granulats classés.

Les gîles ont été coupées en quatre tailles différentes : 6", 9", 18 avec 12" comme commun dimensions. Le mix a été Situ Casted en raison les besoins spéciaux, les spécifications et différentes dimensions et angles.

#### ➤ Granit

Un granit de perle noire lisse était choisi, afin d'installer les escaliers et sols de l'un des plus innovants musée jamais construit.



Figure 231 mur en granit

<sup>137</sup> [https://www.slideshare.net/noursalo/denver-art-museum-61263452?from\\_action=save](https://www.slideshare.net/noursalo/denver-art-museum-61263452?from_action=save)(Consulté le 05/01/2020)

➤ Titanium :



Figure 232 mur en titan

Neuf mille panneaux de titane bardage et plus de cinq mille taches ont été utilisés dans le musée, connecter Denver au nouveau millénaire.

2.3.14.2 Structure :

#### Les Défis :

À l'exception de son noyau central d'ascenseur, le bâtiment n'a pas de véritables murs verticaux, Ses plafonds et contremarches s'inclinent sous tous les angles. le défi était de créer une structure de support stable pour un bâtiment qui a supprimé les moyens de soutien typiques.

Avec des murs penchés vers l'extérieur, la forme exigeait est un système d'encadrement de plancher pour gérer les charges latérales plus lourdes comme un navire.

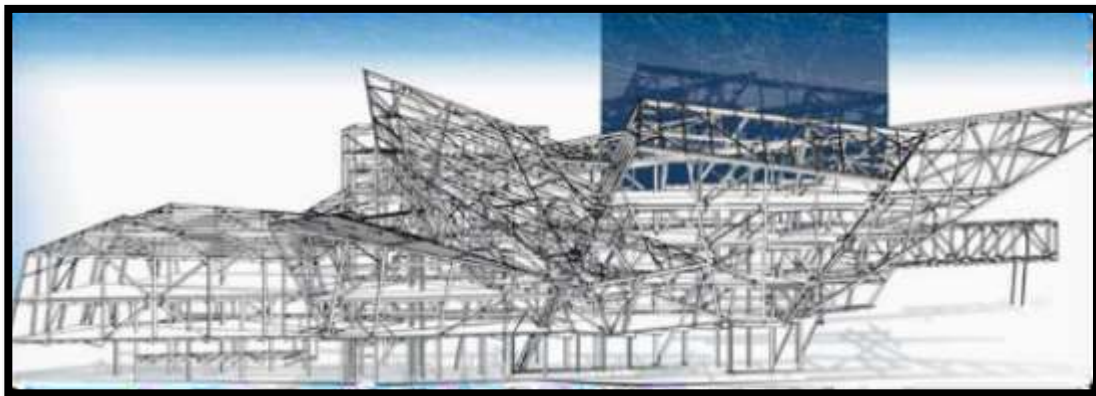


Figure 233 Ossature en acier du musée

Avec 3 plus grandes poutres en acier, la seule entreprise pour fabriquer l'acier est basé en Belgique. Un ordinateur 3D ultra-moderne programmé pour cartographier l'emplacement de chaque tige d'acier avant son installation. L'entreprise a également appliqué un matériau ignifuge à tous de l'acier.

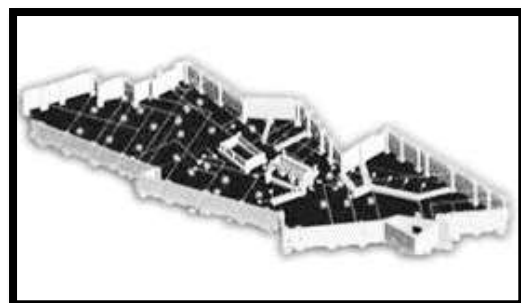


Figure 234 Les mur de support de charge du bâtiment



Figure 235 poutre en acier avec différentes jonctions

116 colonnes verticales d'acier et de béton s'étendent de la fondation du bâtiment dans le substratum rocheux.  
système essentiellement triangulé de droite.  
système structurel interconnecté à soutenir les planchers de toit.



## 2.4 Liyang Museum :

### 2.4.1 Fiche technique :

**Titre :** Liyang muséum

**Architecte :** CROX

**Surface totale :** 19000 m<sup>2</sup>

**Surface batis :** 12000 m<sup>2</sup>

**Année de construction :** 2019



Figure 236 Liyang Museum

### 2.4.2 Situation :

Situé dans un nouveau quartier urbain soigneusement conçu de la ville de Liyang, dans l'est de la Chine



Figure 237 plan de situation

Un nouveau musée consacré à l'histoire locale se dresse comme un caillou au bord d'un lac. Le projet est le fer de lance de cette nouvelle partie de la ville, qui se caractérise par ses lignes fluides et organiques et son savant mélange d'eau, de verdure et de paysages publics.<sup>138</sup>

### 2.4.4 Plan de masse :

Son emplacement au bord d'un lac offre un accès multiple et des vues croisées, La conception du musée Liyang met l'accent sur l'accessibilité des bâtiments et la combinaison de plusieurs concepts. le parking est au sous sol<sup>139</sup>



Figure 238 plan de masse

<sup>138</sup> <https://www.wallpaper.com/architecture/liyang-museum-crox-china>(Consulté le 05/01/2020)

<sup>139</sup> <https://chroniques-architecture.com/musee-de-liyang-signe-c-r-lin-en-apesanteur/>

## 2.4.5 Programme :

La place d'entrée est située au sud-ouest, juste sous le corps flottant du musée. La place sert d'entrée principale au musée et relie les visiteurs à la cour centrale du musée. La cour centrale a son propre climat.

## 2.4.6 Plan RDC :

Juste à l'entrée principale on trouve un grand hall qui mène les visiteurs à un grand espace d'exposition dédié aux œuvres traditionnelles.<sup>140</sup>

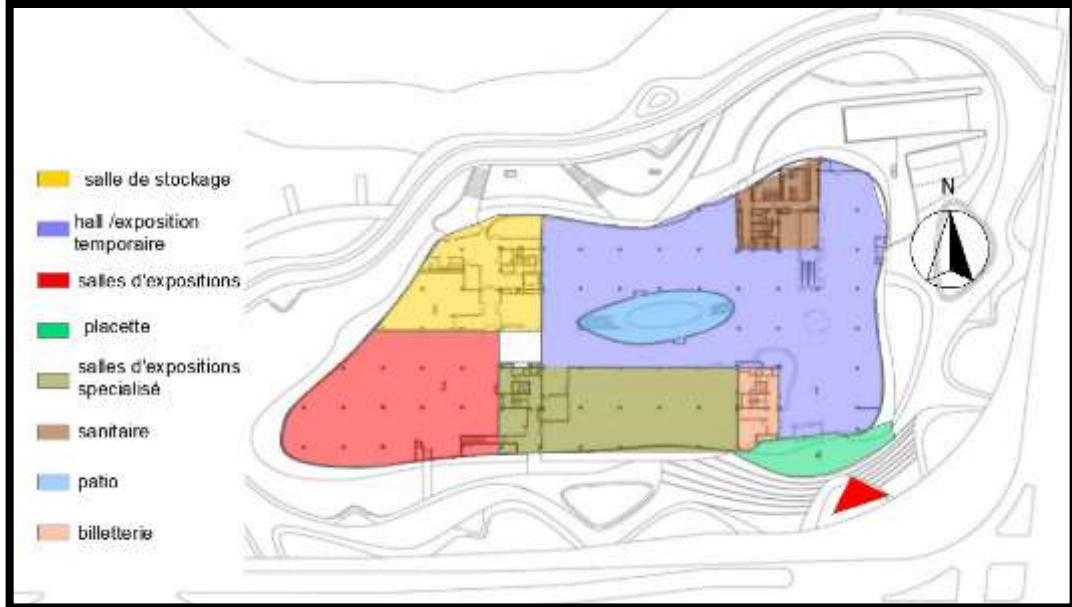


Figure 239 plan RDC édité par l'auteur

[https://www.archdaily.com/928134/liyang-museum-crox?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_resultm-](https://www.archdaily.com/928134/liyang-museum-crox?ad_source=search&ad_medium=search_resultm-)

## 2.4.7 Plan 1<sup>er</sup> étage :

La nuit, le patio en forme de goutte d'eau se trouve au sommet de la cour, agissant comme une fenêtre ouverte pour diffuser la lumière dans le ciel.

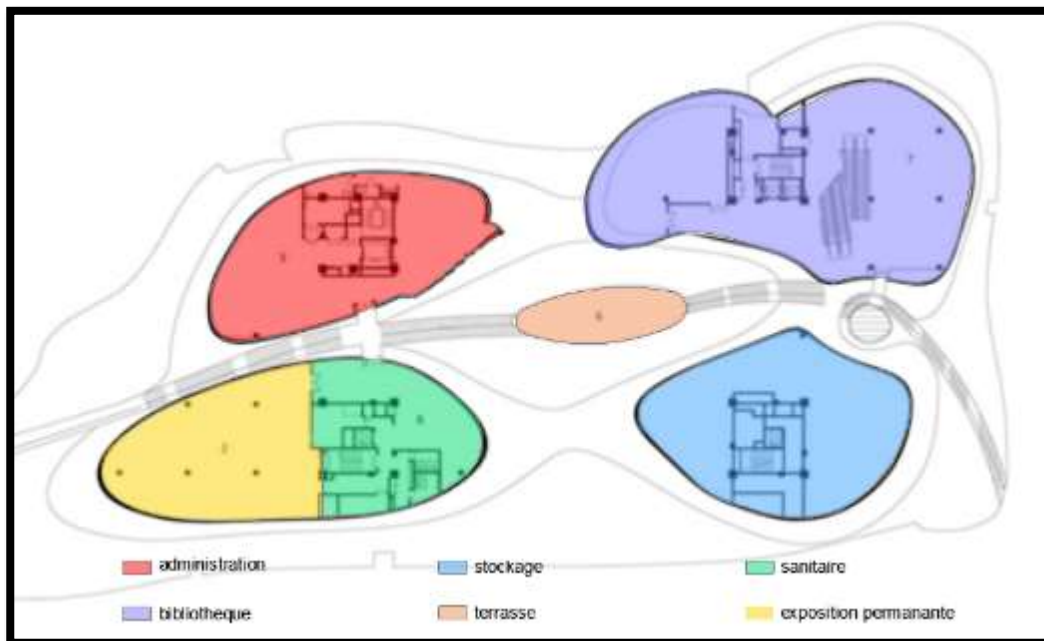


Figure 240 plan 1er étage édité par l'auteur

<sup>140</sup><https://www.urdesignmag.com/art/2019/11/13/liyang-museum-liyang-china-crox/>

### 2.4.8 Plan 2eme etage :

Au 2eme étage que les fonction comme la lecture qui nécessite le calme ,les espaces sont éloignées afin de garder l'esprit positif des visiteurs.



Figure 241 pla 2eme etage

### 2.4.9 Plan de toiture :

Les toits terrasse sont conçues d'une manière à garder l'intimité et offrir un meilleur champ visuel

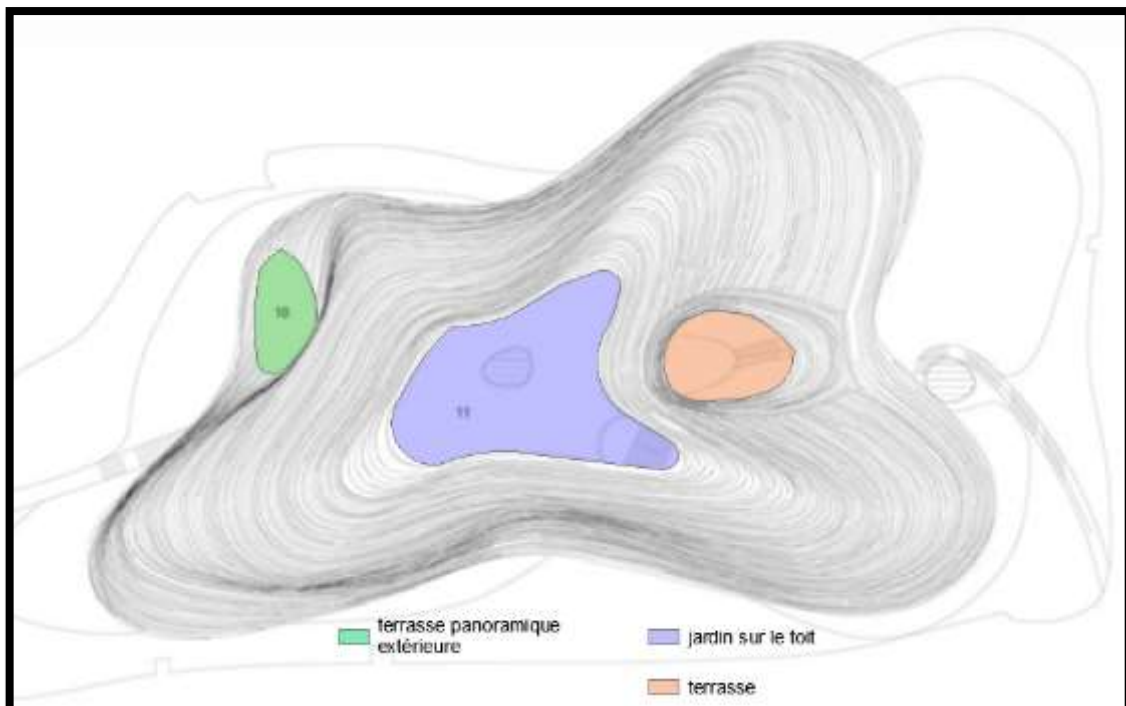


Figure 242 plan de toiture

### 2.4.10 Coupe :

Le parvis est situé au sud-ouest, juste sous le corps flottant du musée. Il sert d'entrée principale au musée et relie les visiteurs à sa cour centrale.<sup>141</sup>

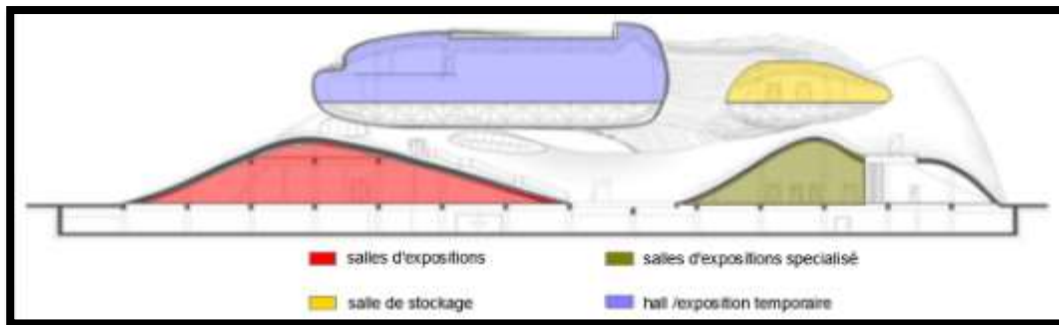


Figure 243 coupe longitudinale distribution spatiale

### 2.4.11 Facade :

Que les architectures flottantes se trouvent sur les collines. Les collines deviennent le fond du musée. Sa forme organique se fond et se prolonge dans les terres environnantes. Il se sent naturel et accueillant. Les allées, terrasses et vides en bois situés sous le volume supérieur offrent aux visiteurs des lieux à explorer, tandis qu'une place en dehors du musée, située au niveau de la rue, offre un espace public à la région.



Figure 244 facade principale

### 2.4.12 Volumetrie :

Son volume hors sol couvre une superficie de 12 000 mètres carrés au sommet de la colline, avec 7 000 mètres carrés supplémentaires d'espace souterrain intégré dans la colline.

Le bâtiment est divisé en deux corps :  
Le bas du corps et le parc de la ville forment une forme de montagne. La partie supérieure du musée Liyang est une architecture flottante. Lisse et réfléchie. Son corps creux contient des salles d'exposition "**présent, passé et futur**".<sup>142</sup>



Figure 245 les deux corps du musée

<sup>141</sup> <https://chroniques-architecture.com/musee-de-liyang-signe-c-r-lin-en-apesanteur/>(Consulté le 05/01/2020)

<sup>142</sup> <https://www.cladglobal.com/news.cfm?codeID=343784>(Consulté le 05/01/2020)



### 2.4.13 Structure :

En fait, l'extérieur du bâtiment est en aluminium, tandis qu'un mur rideau vitré construit dans la colline herbeuse indique que la colline elle-même est un élément fonctionnel de la conception.



Figure 246 Panneaux en aluminium

## 2.5 Nouvelle Technologie :

### 2.5.1 Musée Guggenheim Bilbao :

La conception du bâtiment suit le style de Frank Gehry. Inspiré par les formes et les textures d'un poisson, il peut être considéré comme une sculpture, une œuvre d'art en soi. Les formes n'ont pas de raison géométrique ou régi par aucune loi.<sup>143</sup>

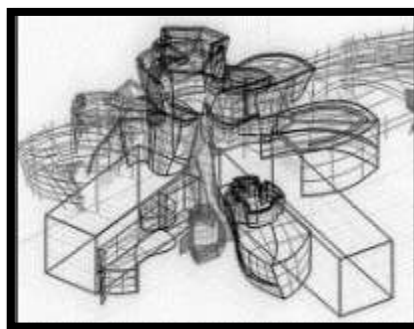


Figure 247 Schéma d'ossature du musée

<https://www.xmigrations.com/en/reservar/cultural-tour-outside-guggenheim-museum-bilbao/>

### 2.5.2 Matériaux :

Construit en pierre calcaire, de verre et de titane. 33.000 pièces en titane ont été utilisés un demi millimètre d'épaisseur, chacune ayant un moyen unique en fonction de son lieu. Comme ces pièces si minces, s'intègrent parfaitement aux courbes nécessaires. Le verre a un traitement spécial pour laisser la lumière du soleil et la chaleur, mais ne pas empêcher la lumière naturelle d'endommager les pièces.

### 2.5.3 Structure :

Le bâtiment est construit avec des murs et de la charge du toit, qui présentent une structure interne de barres métalliques qui forment des grilles de triangulations qui sont assemblés pour former un corps unique. Les formes du musée n'auraient pas pu être réalisés, en n'utilisant pas les murs porteurs et les plafonds. Catia détermine le nombre de barres nécessaires à chaque emplacement.

### 2.5.4 Titanium :



Figure 248 Panneaux en titan

<https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/guggenheim-bilbao/>

La peau extérieure du Musée a été faite avec des plaques de titane, matériau qui a été utilisé comme un substitut pour le cuivre au plomb et a dû être rejeté comme substance toxique. En principe ont été testés avec de l'acier inoxydable, différents revêtements ont été ajoutés, était rayé, polie et lustrée essayant de lui faire perdre son look cool industrielle et rendre le matériel accessible.<sup>144</sup>

<sup>143</sup> <https://www.xmigrations.com/en/reservar/cultural-tour-outside-guggenheim-museum-bilbao/>

<sup>144</sup> [https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/guggenheim-bilbao/#\(Consulté le 05/01/2020\)](https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/guggenheim-bilbao/#(Consulté%20le%2005/01/2020))










Exemple	Musée MAXXI	Musée d'art de Denver.	Liyang Museum
			
<b>Situation</b>	Rome, Italie	Denver, CO, États-Unis	Liyang, Chine
<b>Architecte</b>	Zaha Hadid	Studio Libeskind	crox architecte
<b>Ouverture</b>	2010	2019	2006
<b>Echelle</b>	international	international	international
<b>Surface totale</b>	29.000 m <sup>2</sup>	19000	19000
<b>Surface du bâtis</b>	21.000 m <sup>2</sup>	15117 m <sup>2</sup>	12000
<b>Principe de conception</b>	Conçu comme un véritable campus multidisciplinaire des arts et de la culture le MAXXI crée un complexe urbain pour la ville qui peut être apprécié par tous	construction pointue par l'architecte Daniel Libeskind flèche pour le musée d'art contemporain de Denver Inspiré par la vitalité et la croissance de Denver complément loge actuellement des collections de tableaux Modernes	musée consacré à l'histoire locale se dresse comme un caillou au bord d'un lac se caractérise par ses lignes fluides et organiques et son savant mélange d'eau, de verdure et de paysages publics
<b>Particularité structurelle</b>	murs en béton lisse planchers réalisés sur place avec toit partiellement vitré mélange liquide composé de béton auto-compactant granulat fin de poudre de calcaire et d'un ad-ditif dans la résine époxy	le bâtiment n'a pas de véritables murs verticaux Ses plafonds et contremarches s'inclinent sous tous les angles Avec des murs penchés vers l'extérieur, la forme exigeait est un système d'encadrement de plancher pour gérer les charges latérales plus lourdes. Comme un navire	la colline elle-même est un élément fonctionnel de la conception. Noyaux centrales structure en bois
<b>Plan de masse</b>	bien inséré dans la situation du bloc urbain ailes coupées comme des points de vue panoramiques Entoure d'un passage piéton avec un accès centré au champ visuel. CES=0,6	implanté dans un terrain de forme rectangulaire forme de projet est irrégulière avec d'aménagements extérieurs en verdure Les parkings sont séparés du projet séparation entre la circulation mécanique et piétonne	accès multiple et des vues croisées conception du musée Liyang met l'accent sur l'accessibilité des bâtiments la combinaison de plusieurs concepts. le parking est au sous sol CES=0,3
<b>Volume</b>	s'inscrit dans le tissu de la ville avec un agencement architectural basé sur l'idée d'un campus urbain des espaces intérieurs et extérieurs faisant désormais partie de la ville environnante. formes fluides et sinueuses la lumière naturelle créent un cadre spatial et fonctionnel d'une grande complexité	Un volume nettement en porte à faux traverse la rue pour relier la structure des 02 musées les roches cristallines comme genèse de forme formes géométriques agressives, pur irréguliers reflète les pics et les cristaux de roche provenant des proches montagnes Rocheuses	volume hors sol couvre une superficie de 12 000 m <sup>2</sup> au sommet 7 000 m <sup>2</sup> supplémentaires d'espace souterrain intégré dans la colline. Le bâtiment est divisé en deux corps bas du corps et le parc de la ville forment une forme de montagne qui devient la partie fonctionnelle du musée La partie supérieure du musée Liyang est une architecture flottante Son corps creux contient des salles d'exposition "présent, passé et futur
<b>Façade</b>	L'extérieur du corps fait saillie à partir de la structure horizontale surfaces de béton lisse sans fenêtres qui rendent leurs parois extérieures avec le solde la même matière donne de la vitalité à l'ensemble du quartier des vues inattendues et en constante évolution depuis le bâtiment et les espaces extérieurs	Les façades sont presque opaques pour contrôler la lumière Sauf l'Atrium qui marque l'espace de circulation vertical central ces 9 volumes emboîtés et incluses les uns aux autres 02 façades principales soient orientées vers l'est et l'ouest où l'éclairage dans l'espace central est assuré par un atrium façades sont marquées par des lignes obliques et la 3D dimension	Les collines deviennent le fond du musée forme organique se fonde et se prolonge dans les terres environnantes terrasses et vides en bois situés sous le volume supérieur offrent aux visiteurs des lieux à explorer une place en dehors du musée, située au niveau de la rue, offre un espace public à la région
<b>Matériaux et techniques de construction</b>	imposante structure comprennent le béton, l'acier et le verre murs de béton ont été traités avec une finition « fairface installation qui a nécessité 260m <sup>3</sup> de béton coulé sur place	choix des matériaux pour préserver le contexte existant avec l'utilisation de pierres locales Des matériaux innovants : le titane qui reflète la lumière de Colorado, Acier, Béton, Black Pearl Granite	l'extérieur du bâtiment est en aluminium mur rideau vitré construit dans la colline herbeuse

Tableau 8 Tableau comparatif des exemples (comparaison architecturale)

Exemple	Musée MAXXI		Liyang Museum		Musée d'art de Denver.		Synthèse			
										
<b>Situation</b>	Rome, Italie		Liyang, Chine		Denver, CO, Etat-Unis		un musée est un projet à la fois culturel, éducatif, de loisir et de commerce. donc il est multifonctionnel, la comparaison des programmes des différents exemples à pour but de faire sortir un programme riche qui répond aux besoins primaires du projet, toute en ajoutant d'autres fonctions et espaces complémentaires fonctionnels pour attirer encore les visiteurs.			
<b>Architecte</b>	Zaha Hadid		crox architecte		Studio Libeskind					
<b>Capacité d'accueil</b>	300.000/ans - 822/jour		270,000/ans-739/jour		250,000/ans-685/jour					
<b>Echelle</b>	international		international		international					
<b>Surface totale</b>	29.000 m2		19000		19000					
<b>Surface du bâtis</b>	21.000 m2		12000		15117 m²					
<b>Nombre de niveaux</b>	4 niveaux		4 niveaux		5 niveaux					
Programme										
Fonctions	Espace	surface m²		Espace	surface		Espace	surface		
Accueil	Hall Réception Attente	80 20 20	120	Hall Bureau de gestion Billetterie	43 20 10	73	Hall Réception Bureau de gestion 2Atrium	263 30 15 733	1041	Hall Réception Bureau de gestion atrium Billetterie
Exposition	2 Salles d'exposition permanentes 5 galerie	800 850	1650	Salle d'exposition permanente 2 Salles d'exposition spéciales	140 636	776	4 Salles d'exposition permanentes 3 Salles d'exposition temporaire	3035 1751	4786	Salles d'exposition permanentes Salles d'exposition temporaire
Culture et expression	1 auditoriums laboratoire de visite guidé	111 20	131	salle de conference salle pédagogique	90 30	120	auditorium salle photographie	367 60	427	auditoriums Théâtre salle de conference
Documentation et recherche	Bibliomédiathèque labo de recherche Salle d'archive	140 80 30	250	2 bibliothèque Salle d'archive	105 76	181	recherche des arts Stockage d'art debalage	45 140 50	235	Bibliomédiathèque labo de recherche Stockage d'art
Administration et gestion	Salle de réunion Sanitaire	15 15	30	Secrétariat Bureau de directeur Salle de réunion Sanitaire	30 20 25 25	100	Secrétariat Bureau de directeur Salle de réunion Sanitaire	30 20 25 25	100	Secrétariat Bureau de directeur Salle de réunion Sanitaire

Commerce	Librairie et boutique	25 15	40	Librairie et boutique	/	/	Librairie point de vente	30 35	65	Librairie et boutique
Restauration	Café/restaurent terrasse	80 30	110	Café	45	45	Café Restaurant	60 70	130	Café Restaurant
Technique	Chaufferie G. électrogène Maintenance Protection incendie	60 60 60 30	210	Chaufferie Plomberie G. électrogène Maintenance Protection incendie	100	100	Chaufferie mecanique G. électrogène Maintenance	365 176 162 120	823	Chaufferie Plomberie G. électrogène Maintenance Protection incendie
Services	Sanitaire Sanitaires handicapés	20 10	30	Sanitaire Sanitaires handicapés Vestiaire	30 15	45	Sanitaire Sanitaires handicapés	60 15	75	Sanitaire Sanitaires handicapés Vestiaire
Loisir et détente	Jardins Aire de jeux	80 30	110	placette Aire de jeux	250 80	330	Jardins Aire de jeux terrasse	60 60 130	250	Jardins Aire de jeux Cinéma
Stationnement	Stationnement Bus Parking de service Parking public	225 125	350	Parking de service Parking public	50 200	250	Stationnement Bus Parking de service Parking public	60 60 365	485	Stationnement Bus Parking de service Parking public

Tableau 9 Tableau comparatif des exemples (comparaison programmatique)

Realiser par l'auteur

### 3 Approche Programmatique :

#### 3.1 Raisonnement programmatique :

D'après le dictionnaire Larousse :

Le programme consiste en une énumération des entités et locaux nécessaires, avec leur localisation dans le projet et leur surface. Cela devra nous permettre de déterminer les exigences quantitatives et qualitatives du projet.

Afin de définir chaque fonctions, chaque espaces ou même chaque sous-espace de notre projet, nous nous somme attarder sur des questions bien simples (quoi ?, pour qui ?, pourquoi ?, et où ?) :

- La première étant « Quoi ? », tend à définir le projet en lui-même qui est un musée d'art
- « Pour qui ? » celle-ci nous mène vers les besoins nécessaires aux occupant du musée
- « pourquoi ? » cette question vient chapoter nos objectifs en montrant clairement le but de nos analyses
- Enfin la dernière question « ou ? » pour confirmer le choix de la ville qui est Oran



Figure 249 raisonnement programmatique

#### 3.2 Les usagers :

Le programme du musée est destinée aux différentes franges de visiteurs quel que soit leurs identités 'locale, nationale, internationale' et quel que soit leurs positions sociale. On peut distinguer trois types d'usagers:

- **Les visiteurs :**

Les habitants de la ville

Les touristes

- **Les visiteurs occasionnels :**

Les chercheurs

Les artistes

Les conférenciers

Les groupes scolaires

- **Le personnel :**  
le personnel administratif  
Le personnel de maintenance.

### 3.3 Les fonctions de base :

<b>L'exposition</b>	Exposition temporaire Exposition permanente
<b>L'accueil</b>	accueillir un visiteur , c'est aussi l'aller chercher ,le guider vers le musée et, l'accompagner, en quelque sorte ,tout au long de sa visite jusqu'à la sortie .il y va de sa satisfaction ,de son confort ,mais également de sa sécurité
<b>Formation et recherche</b>	la bibliothèque les ateliers l'auditorium

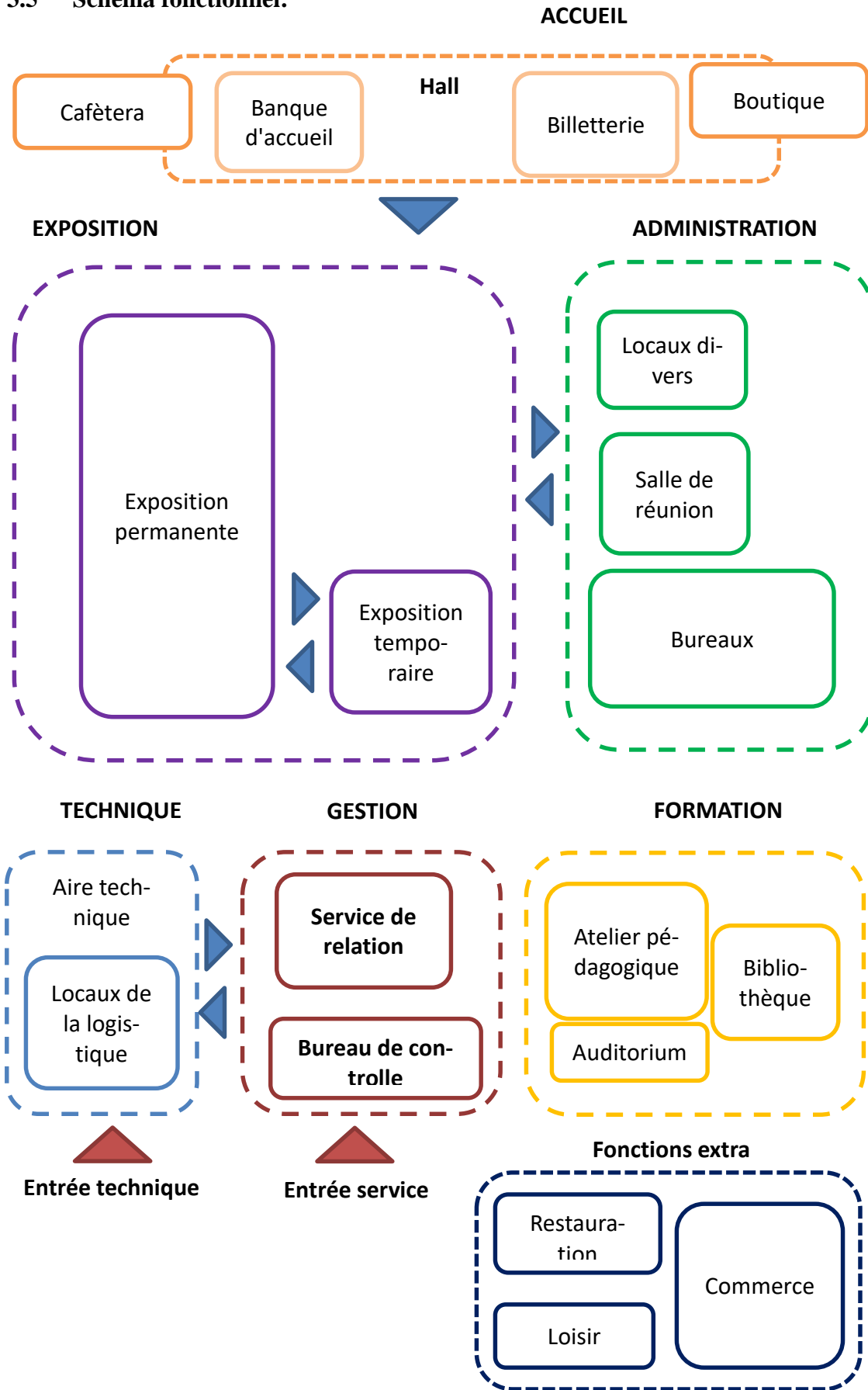
Tableau 10 fonctions de base réaliser par l'auteur

### 3.4 Les fonctions secondaires :

<b>Détente et loisir</b>	Dans le but d'assurer l'attractivité du projet cette fonction vient renforcer l'ensemble des fonctions. Elle implique les activités de détente, de jeux, et de récréation.
<b>Administration</b>	Comme chaque établissement, celui-ci nécessite une administration qui a la responsabilité de la gestion et de la prise en charge des activités et l'organisation intérieure
<b>Restauration</b>	C'est une fonction qui augmente la qualité des services proposés sur place
<b>Commerce</b>	Pour rendre l'établissement rentable, on trouve les locaux commerciaux qui proposent des produits en relation avec la culture et le musée, et des souvenirs.
<b>Technique</b>	Elle englobe les activités de maintenance, stockage, les locaux de climatisation et de chauffage (pour le bâtiment).  Et le stockage et maintenance des collections.



### 3.5 Schéma fonctionnel:<sup>145</sup>



<sup>145</sup> Schéma réalisé par l'auteur

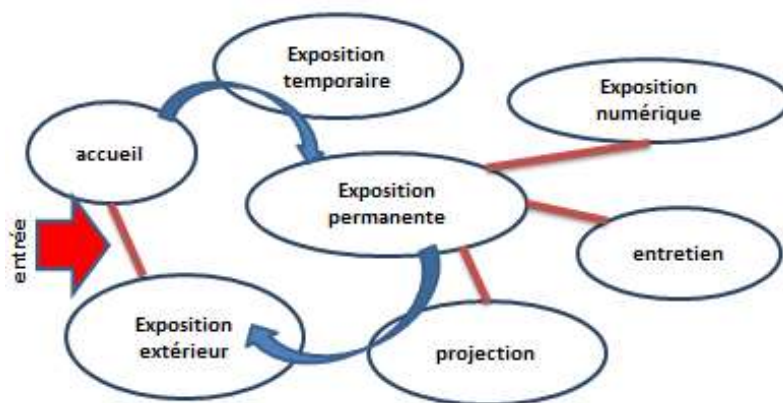


Figure 250 Organigramme pour exposition réalisée par l'auteur

### 3.6 Programme de base :

<b>Accueil</b>	Hall Billetterie, Informations Sanitaires
<b>Exposition</b>	Galerie permanente Galerie temporaire Salles de projection
<b>Formation et recherche</b>	Atelier Bibliothèque
<b>Administration</b>	Bureaux Salle de réunion Archives
<b>Echanges et expressions</b>	Salle multifonctionnelle Auditorium Espace de conférence
<b>Commerce</b>	Boutique, Librairie
<b>Restauration</b>	Restaurant Cafétéria
<b>Maintenance</b>	Locaux techniques Dépôt
<b>Loisir et détente</b>	Jardins Aire de jeux
<b>sanitaire</b>	Sanitaire Vestiaire
<b>Circulation</b>	Circulation verticale, horizontale
<b>Stationnement</b>	Parking

Tableau 11 programme de base réalisé par l'auteur

fonction	espace	sous espace	nbr	surf	surf tt	capacité	norme
accueil	hall d'accueil	hall	1	480	975	400	
		reception	1	20			
		billetterie	1	10			
		bureau de gestion	1	20			
		salle d'attente	1	40			
	Atrium	hall	1	100		300	
		escalier	2	40			
		ascenceur	2	30			
		sanitaire public	1	220			
		sanitaire handicapé	1	15			
Exposition	exposition permanente	salle d'exposition	4	2200	3940	250	
		guide et reception	1	20			
		stockage	1	40			
	exposition temporaire	salle d'entretien	1	30		100	
		salle d'exposition	2	800			
		hall d'exposition	1	800			
		exposition extérieur	1	50			
Culture et expression	Auditorium	La grande salle	1	500	1725	400	
		La scène	1	100			
		Régie de son	1	30			
		Régie de projection	1	20			
		Régie d'éclairage	1	250			
	Salle multifonctionnelle Espace de conférence	Salle multifonctionnelle	1	225		100	
		salle de conference	1	350			
		Studio	1	250			
Formation et recherche	Bibliothèque	bureau bibliotheque	1	30	1365	300	
		rayonnage et consultaion	1	120			
		salle de lecture	1	550			
		salle d'informatique	1	150			
		depot	1	40			
	Ateliers	bureau d'orientation	1	150		60	
		Atelier de sculpture	1	90			
		atelier d'art et de design	1	80			
		atelier de peinture	1	80			
		Archives	1	60			
		b.d'orientaion	1	15			

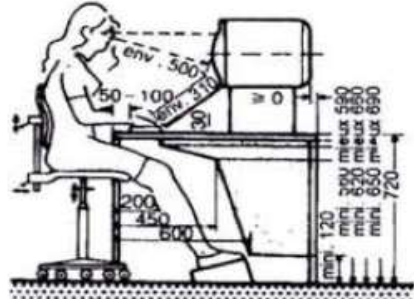
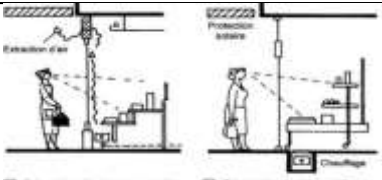
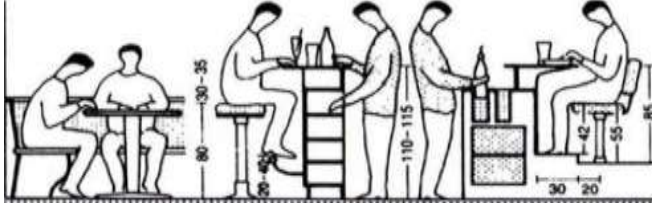
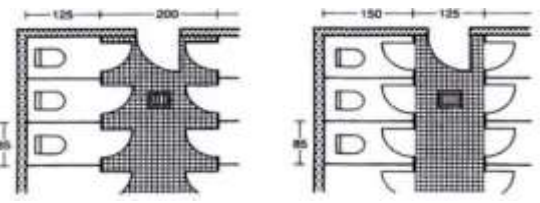
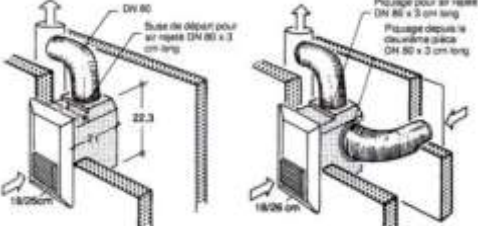
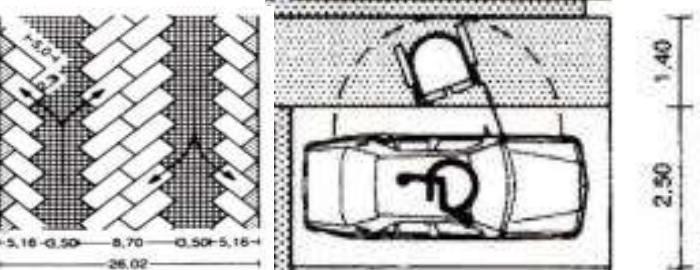
Gestion et coordination	Administration	Secrétariat	1	20	305	/	 <p>5 Poste de travail et écran ergonomiques, avec table fixe.</p>
		Service des relations artiste	1	30			
		Bureau directeur	1	35			
		Surveillance et contrôle	1	30			
		salle archives	1	30			
		Salle de réunion	1	45			
		Service culturel	1	25			
		Bureau de comptable	1	30			
		Service touristique	3	30			
		Sanitaire	1	30			
Commerce	Boutiques	Costumes traditionnels	1	50	255	45	 <p>30 Présentation de vitrine dans une vitrine avec protection anti-éclats</p>
		Boutique produits africaine	1	55			
		Boutique Produits asiatique	1	60			
		Boutique produits européen	1	60			
		Hall	/	30			
Restauration	cafeteriat salon de thé	Espace préparation	1	40	360	200	 <p>31 Présentation de vitrine dans une vitrine avec protection anti-éclats</p>
		Espace de consommation	1	250			
		Comptoir	1	20			
		Stockage	1	20			
		Sanitaire publique	1	25			
		Sanitaire handicapé	1	5			
Services	Services	Chargement	1	20	250	/	
		Entretien	1	20			
		Tris des oeuvres	1	30			
		Traitement des oeuvres	1	120			
		Maintenance des oeuvres	1	60			
technique	locaux technique	groupe electrogene	1	20	104	/	
		climatisation centrale	1	/			
		chaufferie	1	24			
		bache à eau	1	20			
		local maintenance	1	20			
		poste transformateur	1	20			
circulation	/	circulation	0,2	/	1637	/	
Totale intérieur					10916	800 p	
Loisir et détente	Espaces extérieurs	Placettes	6	4000	5300	300	
		espace détente	20	1000			
		Esplanade d'entrée	1	300			
Stationnement	Parking	Stationnement de bus	2	240	7240	125p	
		Stationnement de service	25p	1000			
		Stationnement publique	350p	6000			
Totale extérieur					12540	300	
ces					0,3		
nombre de planchers					3		
Surface du terrain min					20000	/	

Tableau 12 Programme surfacique du projet

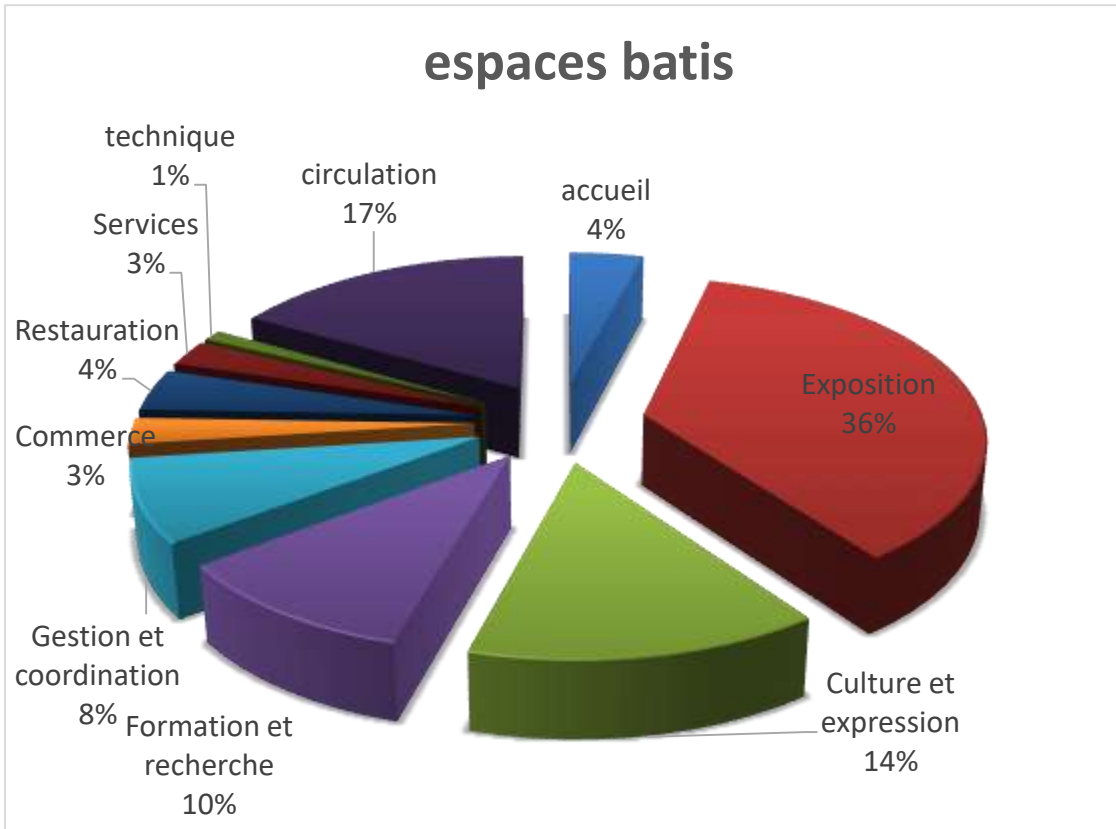


Figure 252 secteur en 3d surfaces interieurs realiser par l'auteur

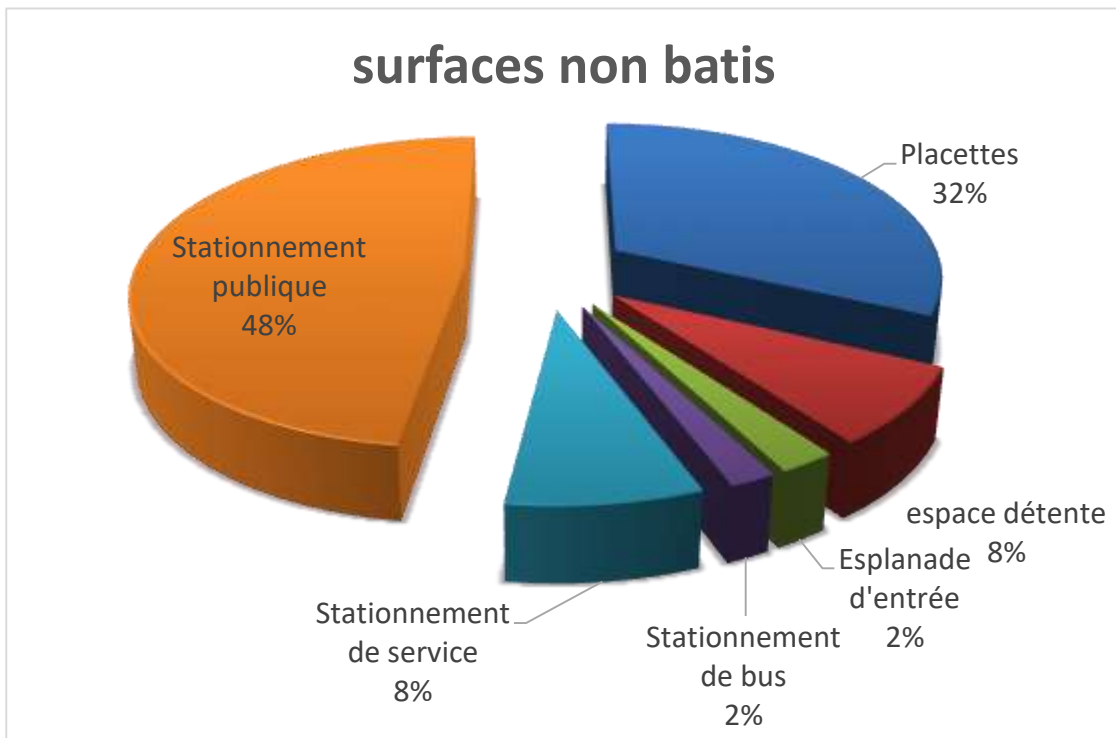


Figure 251 secteur en 3d espaces exterieurs realiser par l'auteur



## 4 Choix du site :

La réussite du projet est en fonction de la pertinence d'implantation dans un tissu urbain qui permettra de renforcer l'identité culturel. Et pour le succès d'un projet on doit prendre en considération les points suivants:

### 4.1 Critères de choix du site :

Environnement urbain	Accessibilité	Forte lisibilité/ visibilité	Capacité d'accueil
le projet doit être implanté à proximité des quartiers résidentiels et les autres équipements culturels structurants	il faut que l'équipement doise être desservait par les moyens de transport en commun sans négliger accès au véhicules	la fonction culturelle, doit toujours être perçue comme l'un des tous premiers éléments de structure de la ville	Notre projet contient diverses activités dans la surface du site doit être proportionnelle au contenu de ce projet

### Etude comparative des trois terrains

1-Le 1 terrain se situe *pré Grande Mosquée Abdelhamid Ibn Badis*

2-le 2 ème terrain se situe à *haï seddikiya Oran*


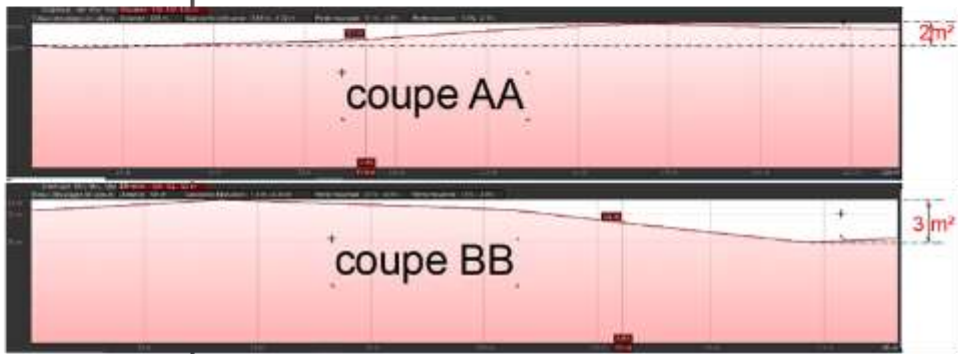
3-le 3 ème terrain se situe au quartier d'affaire Al Akid



Figure 253 plan de situation des 3 terrain proposé pour la projection du projet


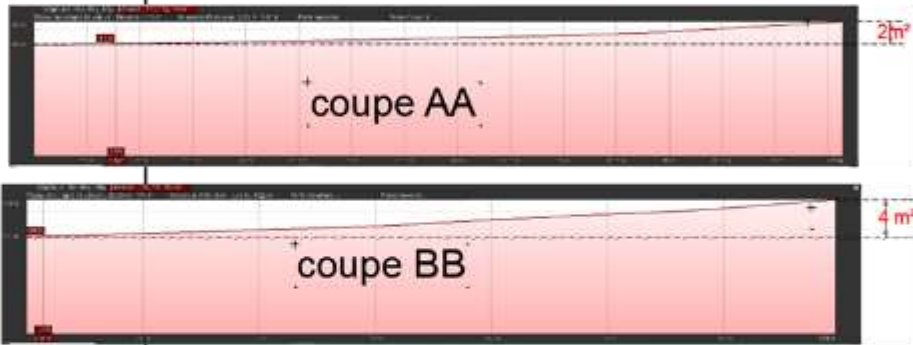
#### 4.1.1 Terrain 01 : Grande Mosquée Abdelhamid Ibn Badis, N4, Oran, Algérie :

Le site est situé sur l'intersection de plusieurs axes à flux mécanique très fort, ce qui donne au site un aspect de fréquentation assez élevé, le terrain situé sur la côte sud ouest du quartier ibn rochd de la ville d'Oran présente un avantage en terme de superficie, facteur très rare dans cette partie de la ville.

<b>TERRAIN</b>	
<b>Situation</b>	Grande Mosquée Abdelhamid Ibn Badis, N4, Oran, Algérie
<b>Superficie</b>	38 988,33 m <sup>2</sup>
<b>Topographie</b>	
<b>Ensoleillement</b>	Moyen
<b>Visibilité</b>	Excellente
<b>Accessibilité</b>	Excellente
<b>Gabarit prédominant</b>	<b>+35 Mètres</b>
<b>Avantages</b>	Situation stratégique. Proximité de différents équipements. Grande surface. Proximité de bâtiments moderne.
<b>Inconvénients</b>	Fort flux mécanique. Existence d'habitat à proximité. Nuisances sonores.



#### 4.1.2 Terrain 02 : haï seddikiya Oran

Le site est situé sur la face sud de l'hôtel ibis et l'intersection de la place du 19 mars

<b>TERRAIN</b>	
<b>Situation</b>	La région nord-est de la ville d'Oran à mi distance Du centre-ville et du 2ème boulevard périphérique
<b>Superficie</b>	18 721,32 m <sup>2</sup>
<b>Topographie</b>	
<b>Ensoleillement</b>	Excellente
<b>Visibilité</b>	Moyenne
<b>Accessibilité</b>	Moyenne
<b>Gabarit prédominant</b>	R+12
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipement à proximité de terrain « hôtel Sheraton + hôtel ibis</li> <li>- favorable pour l'édification d'un immeuble de grande hauteur</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le site est un peu décalé de l'axe du front de mer</li> <li>• Difficulté pour la vue panoramique a cause des équipements a proximité</li> </ul>

### 4.1.3 Terrain 03 : Akid Lotfi Nord, Oran, Algérie :

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

<b>TERRAIN</b>	
<b>Situation</b>	Algérie, Oran Akid Lotfi
<b>Superficie</b>	10,7 hectares
<b>Topographie</b>	
<b>Ensoleillement</b>	Excellent
<b>Visibilité</b>	Excellente
<b>Accessibilité</b>	Excellente
<b>Gabarit dominant</b>	R+5
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situation stratégique</li> <li>- Favorable pour l'édification d'un immeuble de grande hauteur</li> <li>- Possibilité d'avoir une vue sur la méditerranée, santa Cruz et le port</li> <li>- Donnant sur le boulevard principal</li> <li>- Proximité d'un équipement structurant (hôtel et centre de convention Méridien)</li> <li>- Au bord de la méditerranée avec Grande surface</li> <li>- Blocs résidentiels au Sud du site</li> <li>- Se trouve dans le nouveau centre-ville urbain d'Oran</li> <li>- Richesse des éléments naturels existants au Nord du site</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fort flux mécanique</li> <li>- Paysage urbain qui dévalorise la beauté de l'environnement</li> </ul>



#### 4.1.4 Comparaison entre les trois terrains :




TERRAIN	Terrain 01	Terrain 02	Terrains 03
emplacement			
Accessibilité	***	**	***
Visibilité	bonne	moyenne	bonne
Proximité des équipements structurants	***	**	**
Gabarit dominant	+35 Mètres	R+12	R+5
Topographie	pente	Leger pente	Pente
Surface	4,55 hectares	18 721,32 m <sup>2</sup>	10,7 hectares
adéquation du projet	***	**	**

Tableau 13 Tableau comparatif des 3 terrains

#### 4.1.5 Synthèse du site :

On a choisi donc le 1er terrain « *Grande Mosquée Abdelhamid Ibn Badis, N4, Oran, Algérie* » car il représente plus d'avantage :

Un grand Champ visuelle.

Possibilité de faire une liaison avec le musée moudjahid existant.

Situation au centre des équipements importants de la ville

Il est le meilleur endroit pour intégrer ce type de projet : Musée d'art

projet	Musée d'art
Lieu	terrain cité Djamel
Echelle d'appartenance	international
Capacité d'accueil	800 p
Surface Plancher	11533 m <sup>2</sup>
Surface min requis	20000 m <sup>2</sup>
Surface bâtis (RDC)	5500 m <sup>2</sup>
Surface non bâtis (parking et esplanade)	20784 m <sup>2</sup>
Surface totale terrain	26284,32 m <sup>2</sup>
CES	0,3

Tableau 14 Tableau récapitulatif



## **Conclusion :**

Au niveau de cette étape j'ai établie une approche contextuelle qu'elle m'a permis d'appréhender le contexte dans lequel mon projet va s'insérer, en effet on peut dire que Oran a besoin d'un équipement culturel à l'échelle international vue que sa structure culturelle a resté la même depuis plusieurs décennies

L'analyse des exemples m'a donné un éclaircissement et une bonne connaissance sur le thème. Car j'ai pu tirer les fonctions de base qui répondent aux objectifs cités précédemment, ces fonctions sont primordiales : accueil, exposition, recherche, restauration, administration.

Le choix de mon terrain était basé sur des critères que j'ai tirés depuis l'analyse des exemples ainsi que l'enquêtes établies m'a permis de proposer quelques orientations, de choisir l'assiette d'intervention qui accueille le thème spécifique que j'ai choisi « un musée d'art ».

## **Chapitre III : Approche architectural**

# 1 Analyse du terrain :

le site se situe à hai ibn rochd pres du siege du sonatrach ,fait partie du périmètre urbain de la ville d'Oran et notre zone d'intervention concerne le prolongement de avenue hammou mokhtar. Constitue l'axe principal qui structure les quartiers haï el makkari et haï chouhada (les castors)



Figure 254 carte des équipements voisins éditer par l'auteur

## 1.1 Délimitation :

Le terrain est délimité :

1. Au nord par institut hydrométéorologique, habitat collectif cité seddekia
2. Au sud par le siège de sonatrach et la grande mosquée
3. À l'ouest par siège de la daïra d'Oran
4. À l'est habitat individuelle, musée du moudjahid, tribunal cité Djamel

## 1.2 Points de repères :



Figure 255 points de repères pour le site choisi

### 1.3 Etat des hauteurs

La hauteur de bâtiment voisin se varie entre R+1 et R+10 ce qui nous aide d'aller en hauteur dans notre projet si besoin.

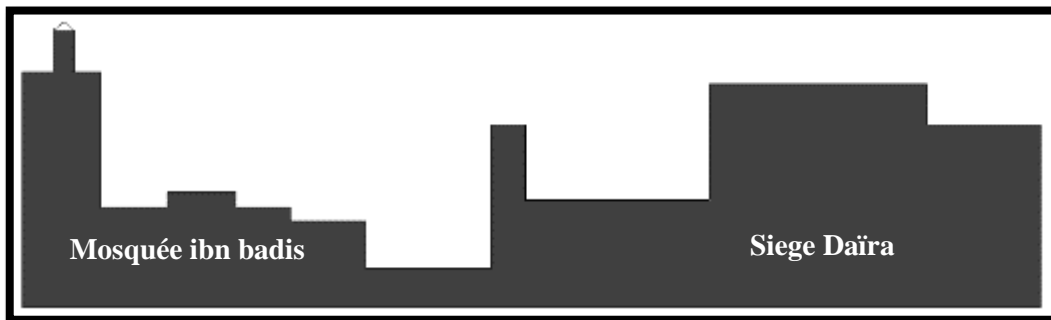


Figure 256 Skyline coté ouest

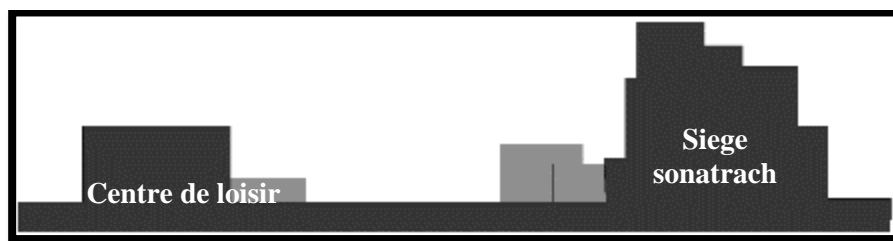


Figure 257 Skyline coté est

### 1.4 Façades urbaine :



Figure 258 vue depuis le rond point nord



Figure 259 façade nord du site

## 1.5 Accessibilité :

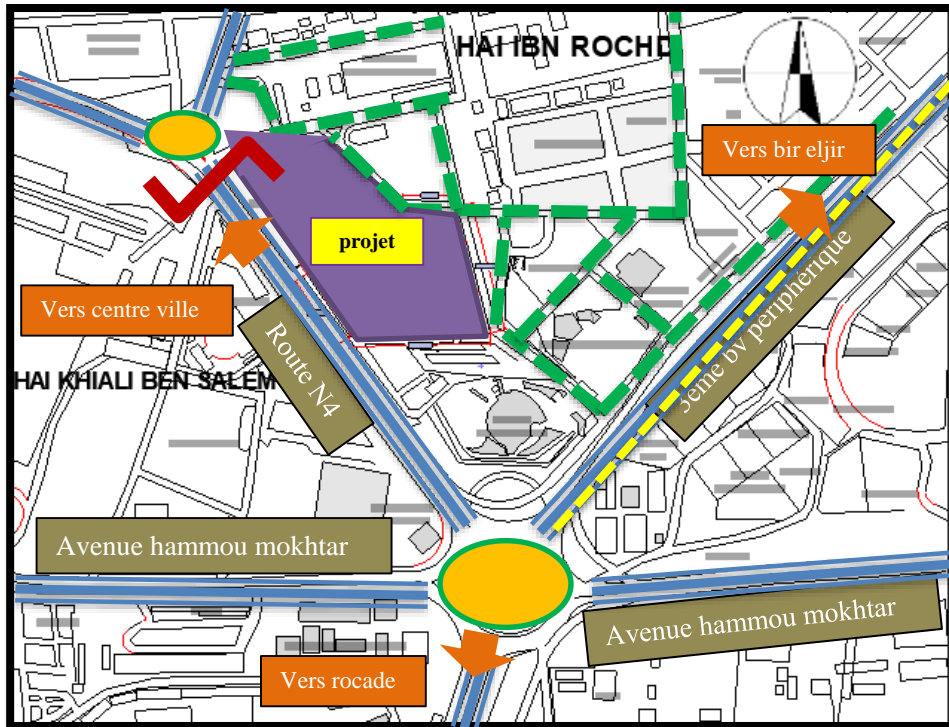


Figure 260 accessibilité au site choisi

Accessibilité au terrain se fait par des flux qui délimitent le terrain :

1. Le terrain est délimité par un flux mécanique fort du côté ouest, flux mécanique faible du côté nord –est, côté sud et coté est.
2. Le terrain est délimité d'un flux piéton faible du côté sud, est et ouest par une passerelle.
3. Délocalisation de la station des taxis vers hai fellauoucene.

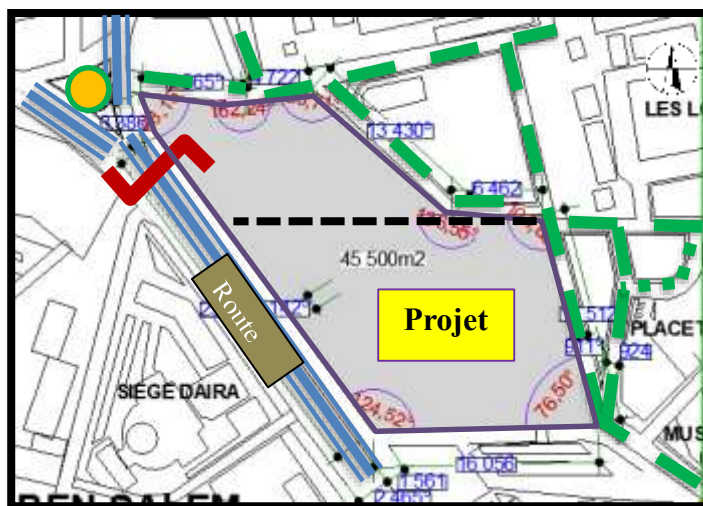


Figure 261 Les flux délimitant le terrain

Le terrain est près de tramway ce qui facilite de rejoindre sans véhicule en évitant le problème de la circulation





## 1.6 Forme et dimension

Le terrain est d'une forme irrégulière d'une superficie de 60200m<sup>2</sup>, il présente une façade ouest de 380 m qui est la plus grande façade, une façade sud de 211 m, et une façade est de 240m.

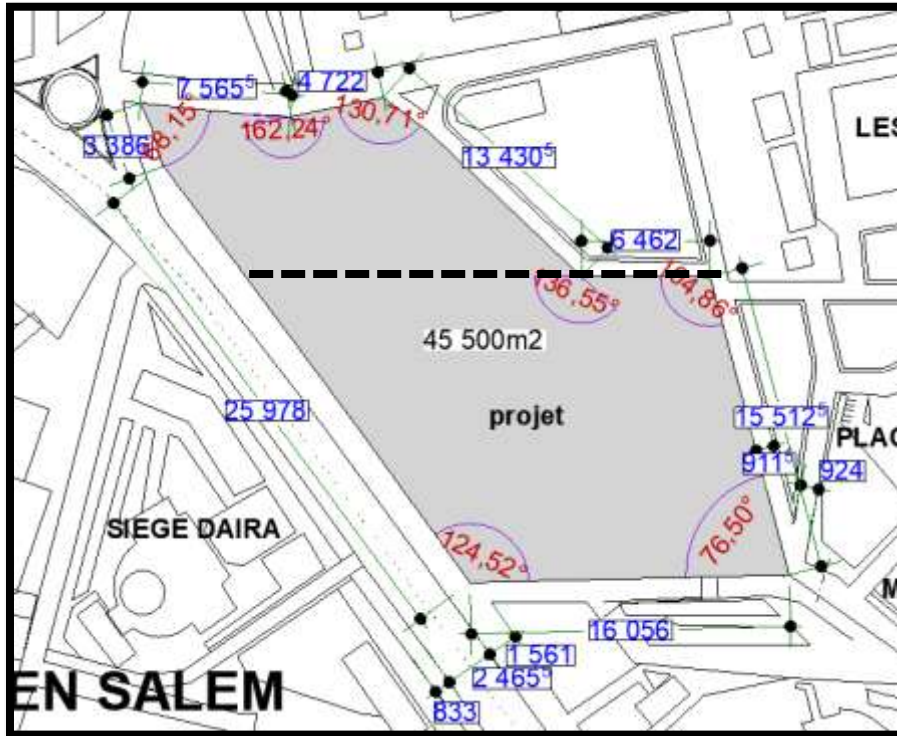


Figure 262 formes et dimensions du site

## 1.7 Topographie :

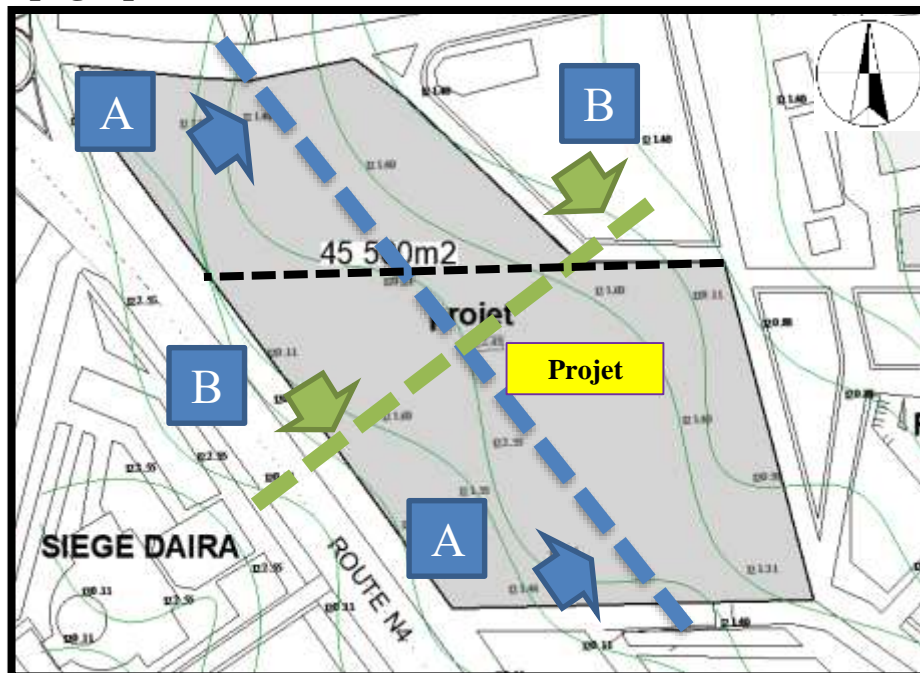


Figure 263 topographie du site

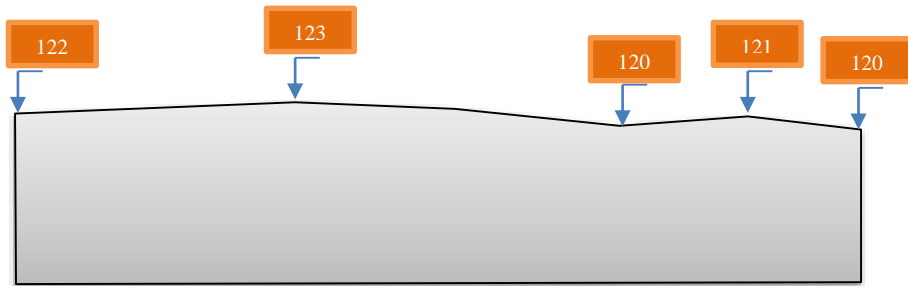


Figure 264 Coupe AA

Le point le plus haut est de 123m, Le point le plus bas est de 121m

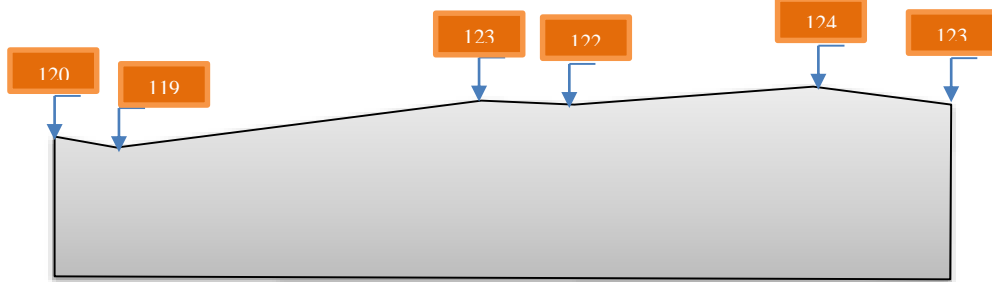


Figure 265 Coupe BB

Le point le plus haut est de 124 m; Le point le plus bas est de 120m

Le terrain est de faible pente de 2% donc le terrain est presque plat facilite les nivellements

La morphologie du terrain facilite d'accès au terrain

## 2. La genèse du projet :

### 2.1 Axe d'implantation :

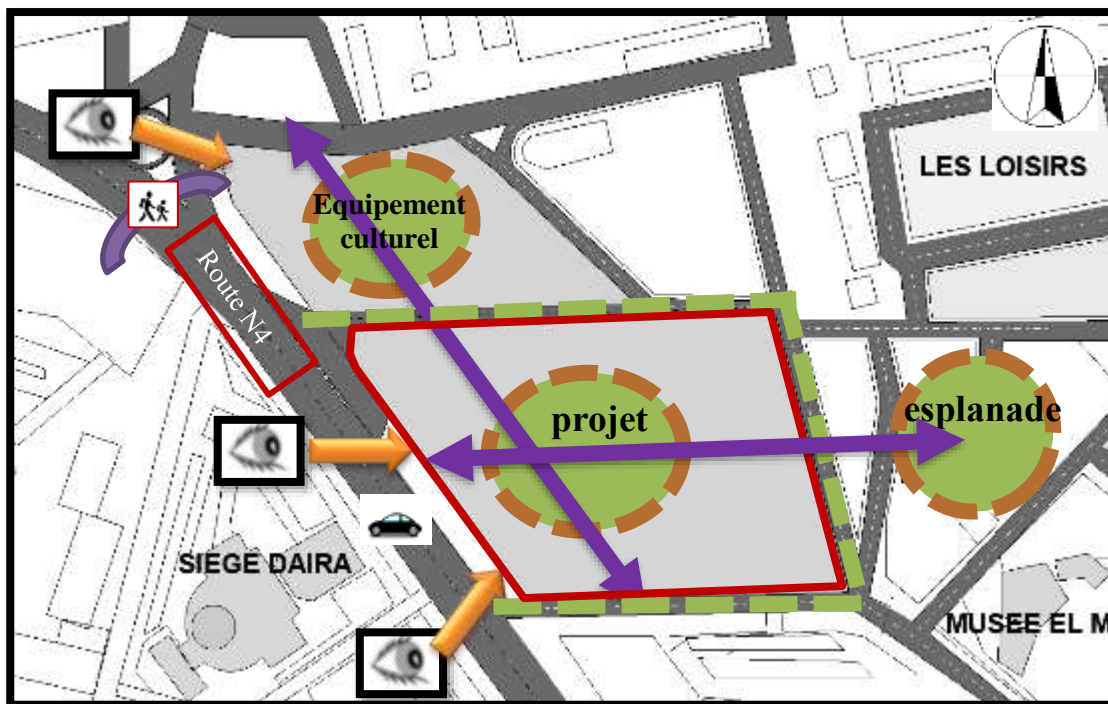


Figure 266 Schéma de principe



1. Délocalisation de la station de taxis pour mettre en valeur le projet
2. Concevoir le musée dans la partie sud du terrain afin de faire une continuité avec le musée existant
3. Création de deux nouvelles voies pour faciliter l'accessibilité au terrain
4. Concevoir une zone tampon pour faire la liaison avec le musée existant « musée moudjahid »
5. L'axe majeur de la composition est celui qui suit la forme longitudinale du terrain et afin de faire une continuité avec le musée existant
6. La façade principale est parallèle à la route N4

## 2.2 Accessibilité au terrain :

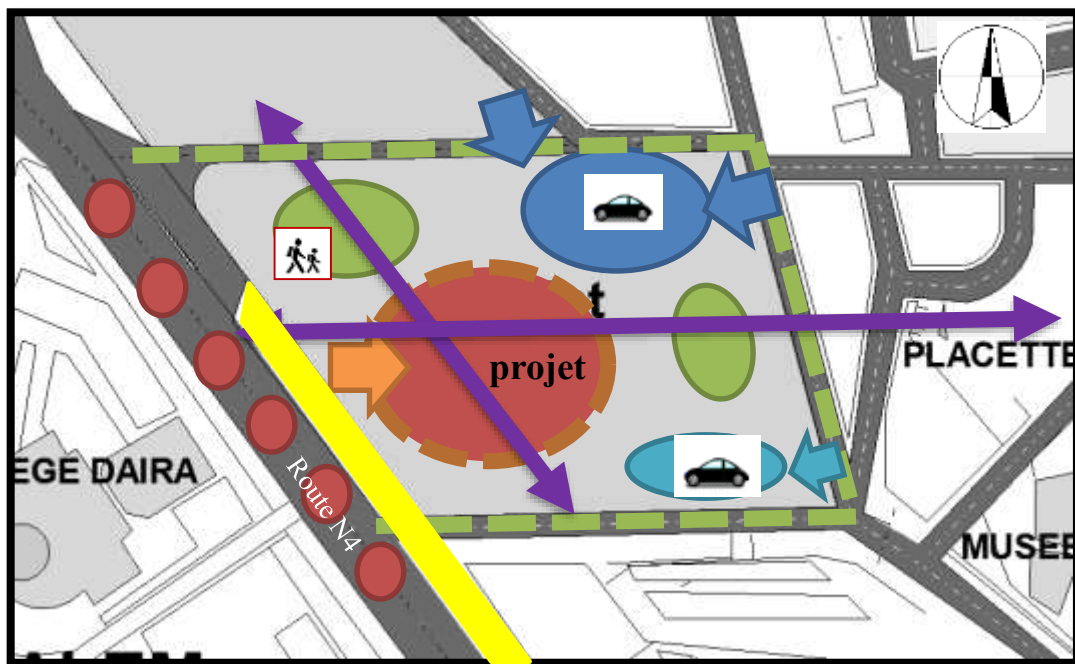
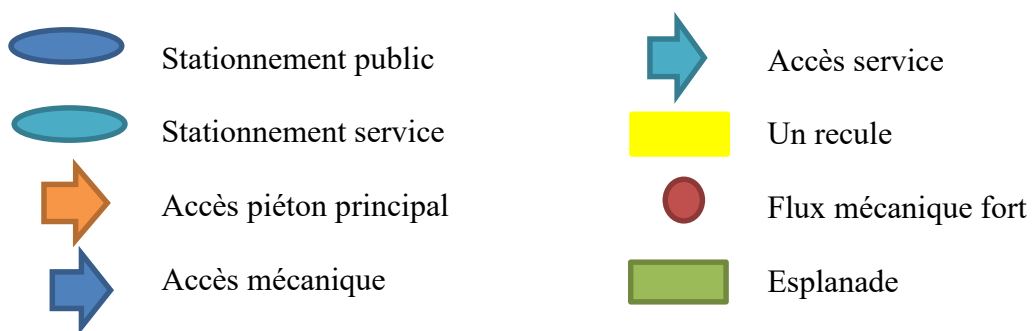


Figure 267 Zoning du projet



Le flux fort et le champ visuel de la partie ouest conditionne la façade principale du projet

Le recule pour s'éloigner du bruit de trafic et assurer la sécurité

Accès principal : A partir de la façade principale ouest

Accès mécanique : A partir de la voie projetée en l'est

Accès de service : A partir de la voie projetée au sud

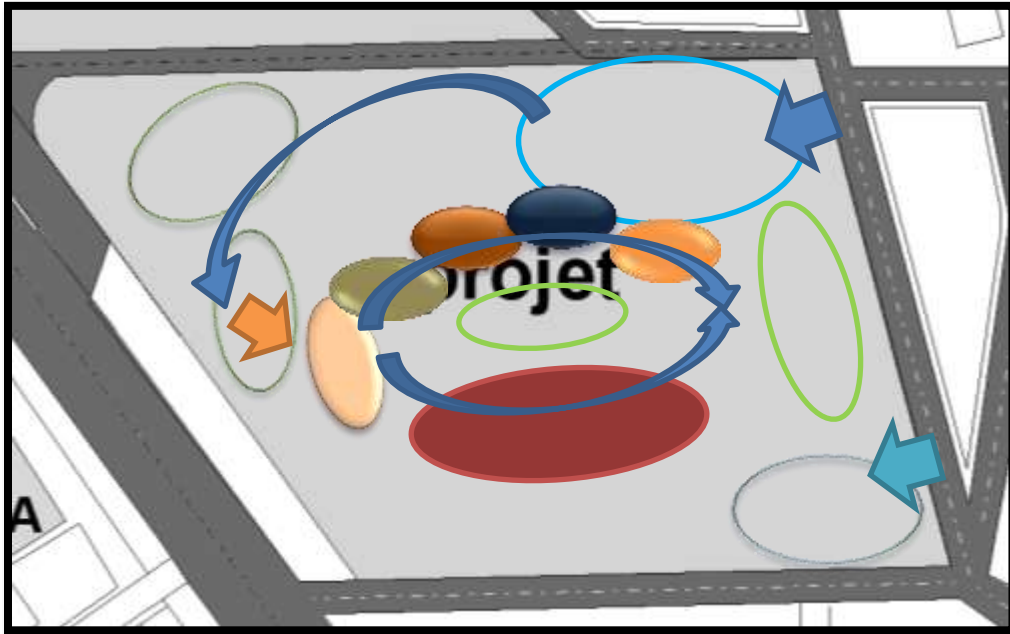
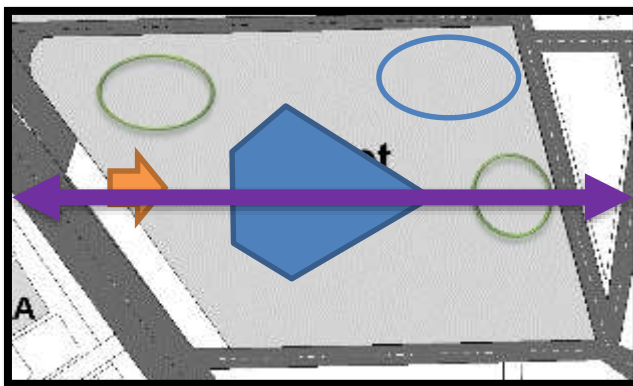
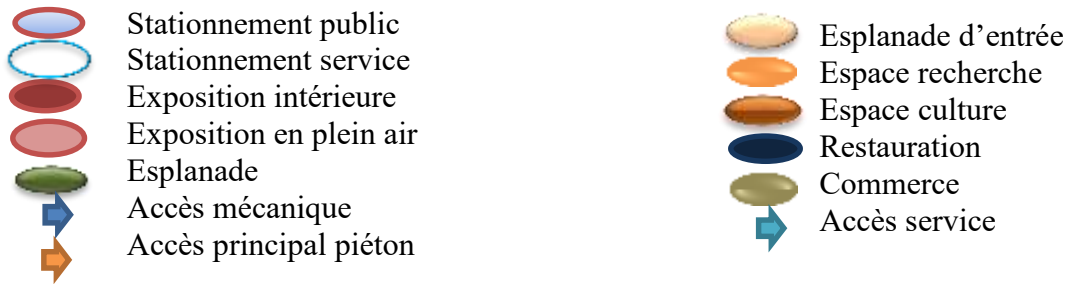


Figure 271 Organigramme fonctionnel du projet



1.1 Figure 268 Zoning du projet

1. Création d'un losange orienté
2. Séparation du volume pour créer deux volets différents
3. Concevoir un espace central comme point de regroupement du projet



Figure 270 Cristal de diamant

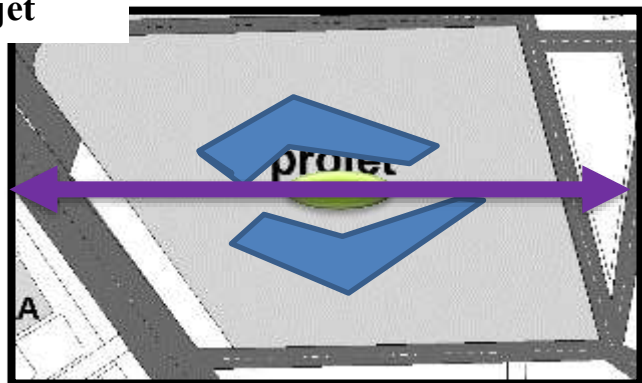


Figure 269 creation d'un espace central



### 2.3 Développement de forme en 3d :

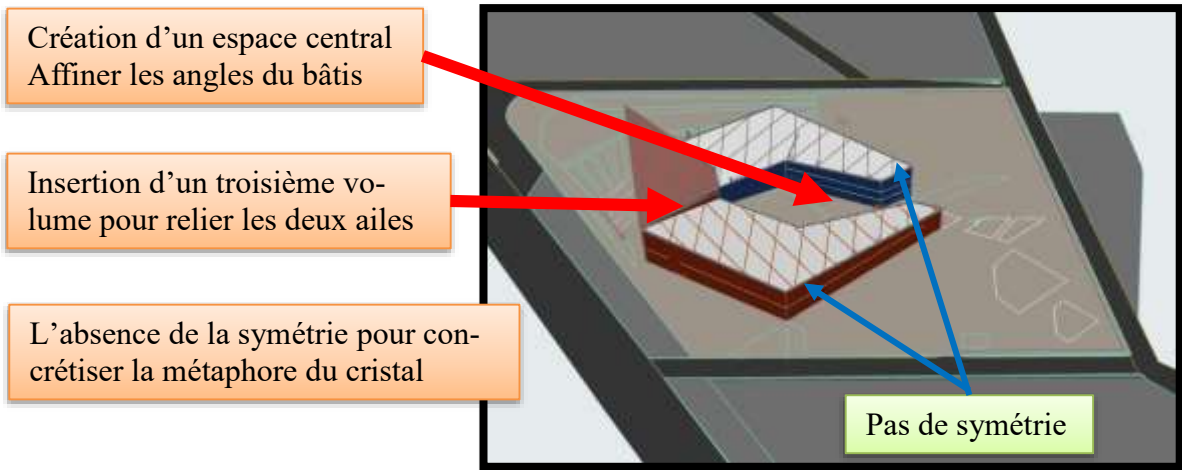


Figure 274 Implanter le volume suivant l'axe majeur

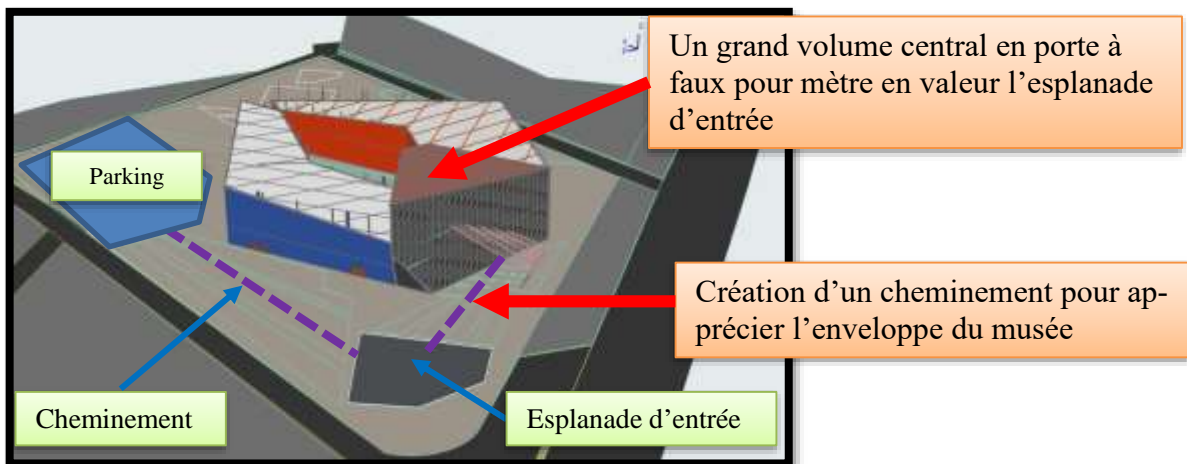


Figure 273 Création des cheminements comme une promenade urbaine

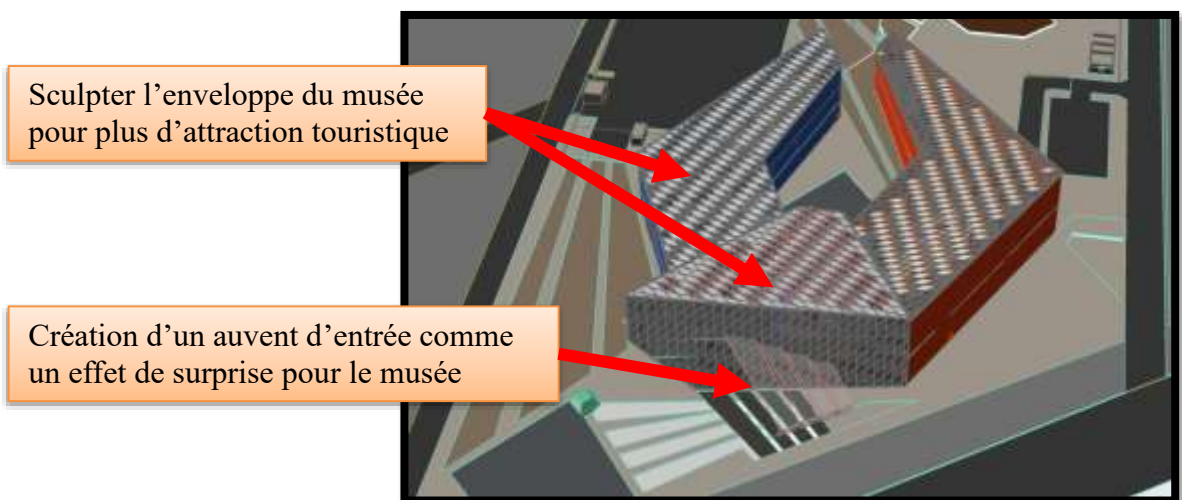


Figure 272 Sculpter l'extérieur du bâtiment pour attirer les visiteurs



### 3. Description du projet :

Le musée Cristal se situe à CITÉ DJAMAL près de la Grande Mosquée Abdelhamid Ibn Badis . Ce nouveau musée a pour objectif de créer un lieu attractif pour le public et améliorer la liaison avec l'ancien musée EL MOUDJAHAD afin de garantir et susciter des vocations artistiques, Le musée Cristal est conçu comme un véritable campus multidisciplinaire des arts et de la culture

Le projet a la forme d'une Cristalle évider au centre, une aile droite occupe l'exposition permanent, l'autre aile gauche abrite l'auditorium et la bibliothèque avec un volume central qui marque l'accès principale et met en valeur l'esplanade d'entrée. Au centre de ces volumes se situe un espace destiné a l'exposition en plein air. les espaces de formations artistiques et artisanales sont en étage 1 sur l'aile gauche ,le 2eme étage est réservé pour le staff VIP avec un grand salon d'honneur avec administration en 3eme étage .

#### 3.1 Description des plans :

##### 3.1.1 Plan De Masse :

Le musée est bien inséré sur le terrain avec une surface de 2.8 hectares, en prenant ses directives et en ouvrant ses ailes coupées comme des points de vue panoramiques ,le projet est entouré d'un passage piéton pour plus de flexibilité d'accès au projet

La forme de projet est irrégulière avec d'aménagement extérieur en verdure

L'accès principal est loin du parking afin d'offrir au visiteurs un bref aperçu sur la volumétrie du projet passant par une belle esplanade ,

Les parkings sont séparés du projet. Une séparation entre la circulation mécanique et piétonne fait le charme de ce projet.

##### Intégration au site :

le musée est béni d'une bonne accessibilité grâce à sa situation au centre ville et dans un contexte Culturel (mosquée , l'ancien musée EL MOUDJAHAD )

##### Orientation du musée

Le projet est implanté d'une façon à ce que tous les façades puissent profiter de la lumière du jour et dont l'éclairage du l'espaces central est assuré par un atrium

##### 3.1.2 Plan sous sol :

Consacré au dépôt des œuvres et au locaux techniques.il est réservé aussi pour les dépôts des livres et stockage des travaux d'atelier

##### 3.1.3 Plan RDC :

Un hall d'accueil spacieux de grande hauteur permet d'accéder aux grandes salles expositions temporaires et permanentes, l'auditorium, les ateliers. un grand hall d'accueil comporte des escaliers monumentales pour faciliter la circulation des visiteurs avec des boutiques. Il comporte également un auditorium de 400 places, une salle de conférence ; un studio ; des atelier pour favoriser l'échange culturel . Afin de profiter de l'ensoleillement et éclairage naturel ,un atrium central triangulaire est couvert par une verrière ouvrable ultra-moderne. Cet espace représente le cœur du projet.

Dans la partie droite on trouve l'accès à l'exposition avec un parcours clair et bien déterminé. L'espace d'exposition comporte une rampe d'exposition temporaire qui assure une forte relation entre le rez-de-chaussée et l'étage. Chaque espace d'exposition contient un thème spécifique.

### **3.1.4 Plan 1er étage :**

la partie gauche est consacré a la recherche et l'expression, elle comporte une bibliothèque, salle de projection audiovisuel , salle polyvalente , salle de photographie avec une vue sur le hall central et un espace cafeteria ,la partie droite est consacré à l'exposition

### **3.1.5 Plan 2eme étage**

il comporte une mezzanine pour la bibliothèque avec une salle de lecture et un médiateur

A ce niveau la partie centrale réserve un jolie espace ouvert pour accueillir le staff VIP avec un salon d'honneur et un espace cafeteria, l'ensemble donne sur l'esplanade d'entrée du RDC .

### **3.1.6 Plan 3eme étage**

ce niveau contient l'administration ;un jolie espace d'accueil pour nos hotes des services de relations culturelles et touristiques , avec une salle de réunion en porte à faux qui profite d'une vue panoramique sur l'esplanade extérieure du musée .

### **3.1.7 Plan de toiture :**

Notre toiture est la touche magique du projet il s'agit d'une verrière équipée d'un vitrage sérigraphié pour la partie exposition afin d'éclairer naturellement les espaces intérieurs ,et du Verre à couche de contrôle solaire de haute performance pour le volet recherche pour maximiser le confort de nos jeunes chercheurs. Au dessus du volume central ,la verrière est partiellement ouverte pour créer une ventilation naturelle ,elle possède des panneaux amovibles afin de contrôler la quantité de l'air et de la lumière naturelle.

### **3.1.8 Façade et volume :**

Une cristalle évidée au centre comme métaphore choisie pour la forme du bâtiment ,les deux ailes possèdent une verrière en toiture inclinée en deux sens inverses

Un volume partiellement en porte à faux relie les deux volumes et concrétise la métaphore du cristalle

### **3.1.9 Façade principale :**

C'est une façade digitale avec un style moderne ,les panneaux de mur rideau en triangles qui favorisent la pénétration de la lumière du jour et jouent en même temps le rôle d'une structure porteuse de la peau extérieure constitué du verre électro-chrome.

### **3.1.10 Facades latérales (volet recherche et expression) :**

Ce sont des façades ventilées, constituées de deux peaux ( un mur rideau en verre avec contrôle solaire intégré au vitrage ,panneaux en ductal en formes triangulaires avec un jeu de lumière par moucharabieh

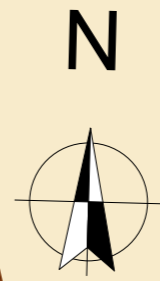
### **3.1.11 Facades latérales (volet exposition) :**

Ce sont des façades ventilées, constituées de deux peaux ( mur en béton translucide , et panneaux en ductal en moucharabieh qui fait une touche moderne pour le projet





# projet équipement culturel



**HABITAT  
INDIVIDU**



**DAIRA**

**PLACETTE**

**PASSERELLE**

**M  
EL M**

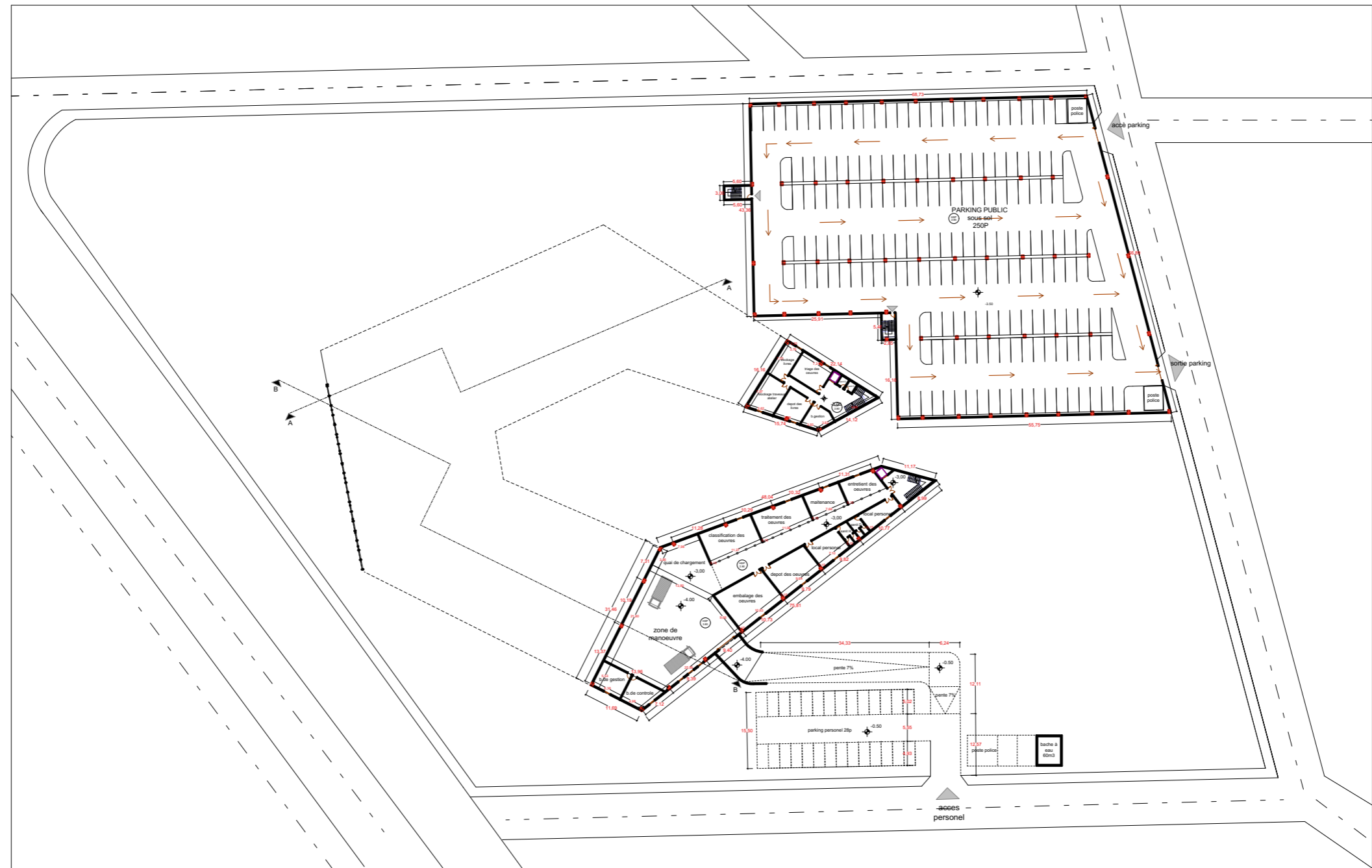
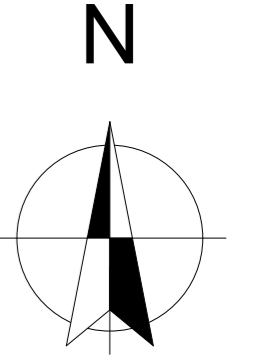
**SIEGE  
SONATRACH**

**PLACETTE**

	Accès principal		espace vert		panneau de verriere model 01
	Accès mécanique		pavé gris		panneau de verriere model 02
	Accès secondaire		pavé maron moderne		panneau de verriere model 03
	Accès service		bac d'eau		pavé pour trottoir et passerelle
	Issue de secours		auvent d'entrée		

PLAN DE MASSE ech : 1/1000

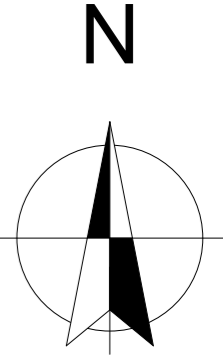
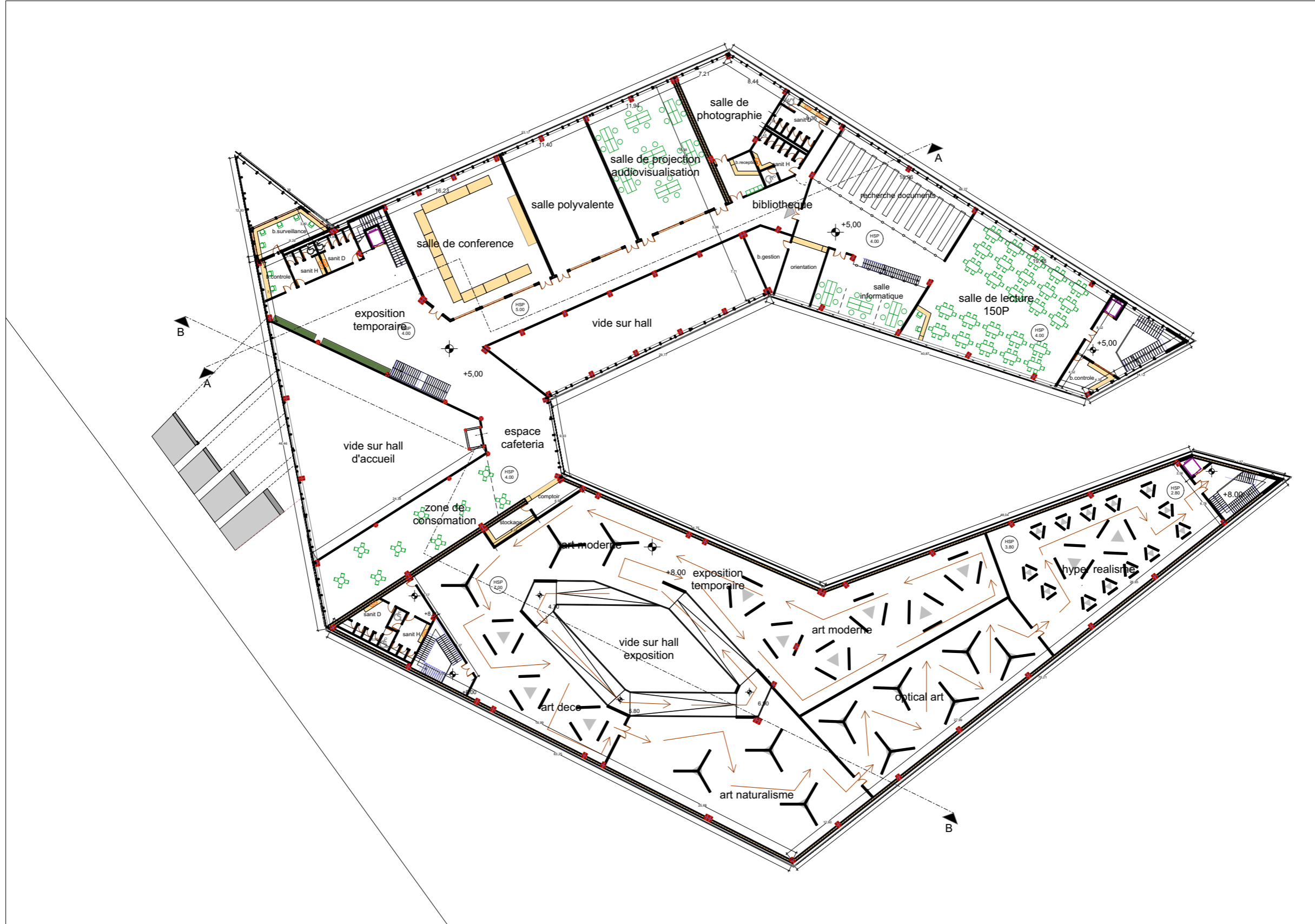




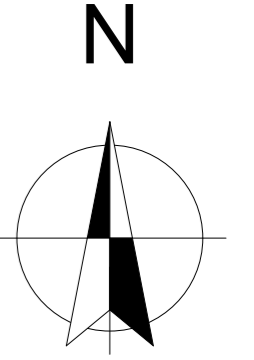
**PLAN SOUS-SOL ECH 1/1000**





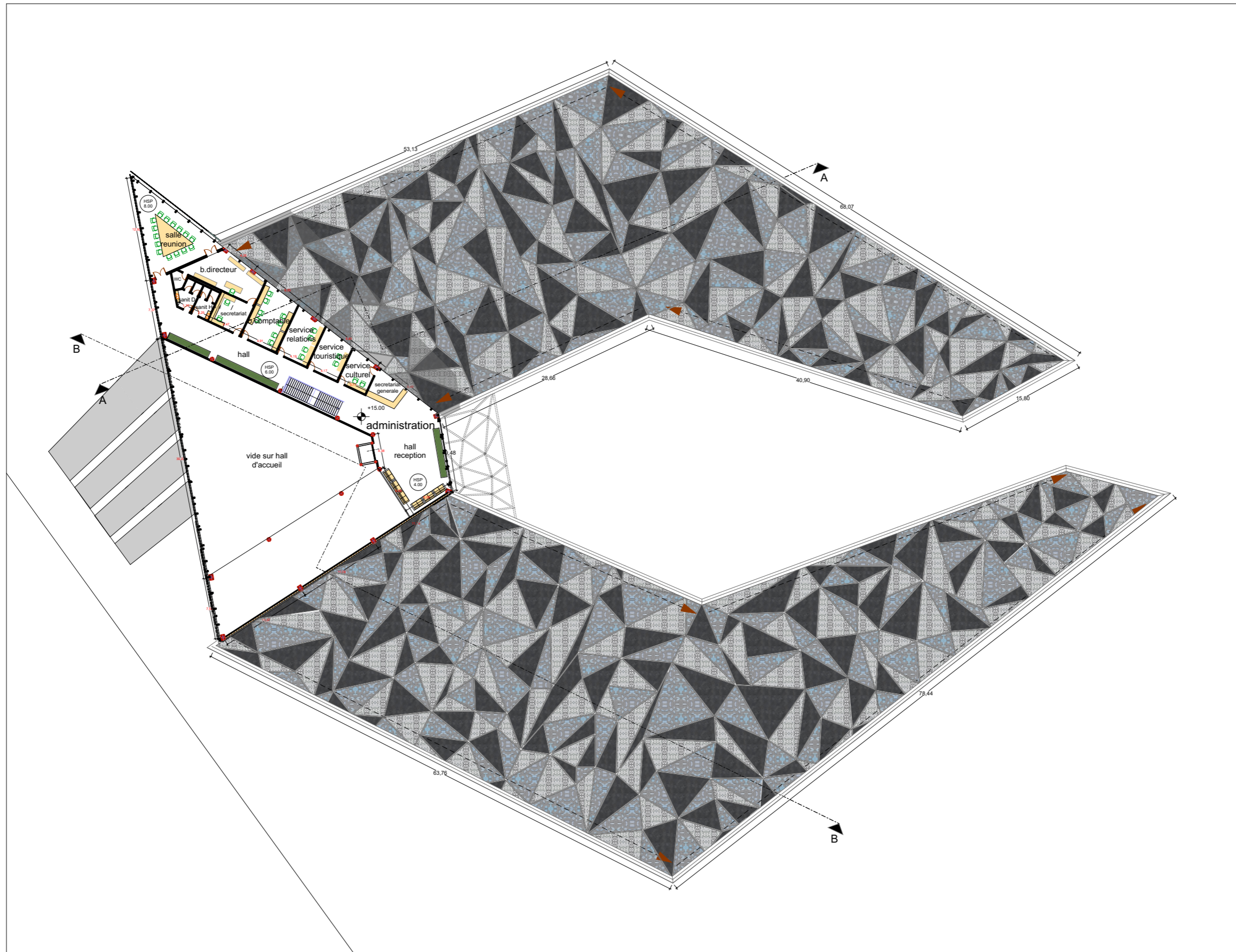


**PLAN 1er ETAGE ECH 1/500**



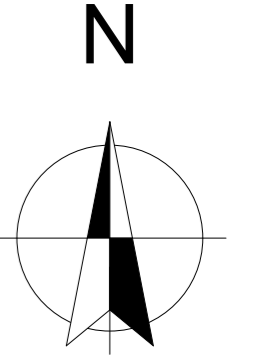
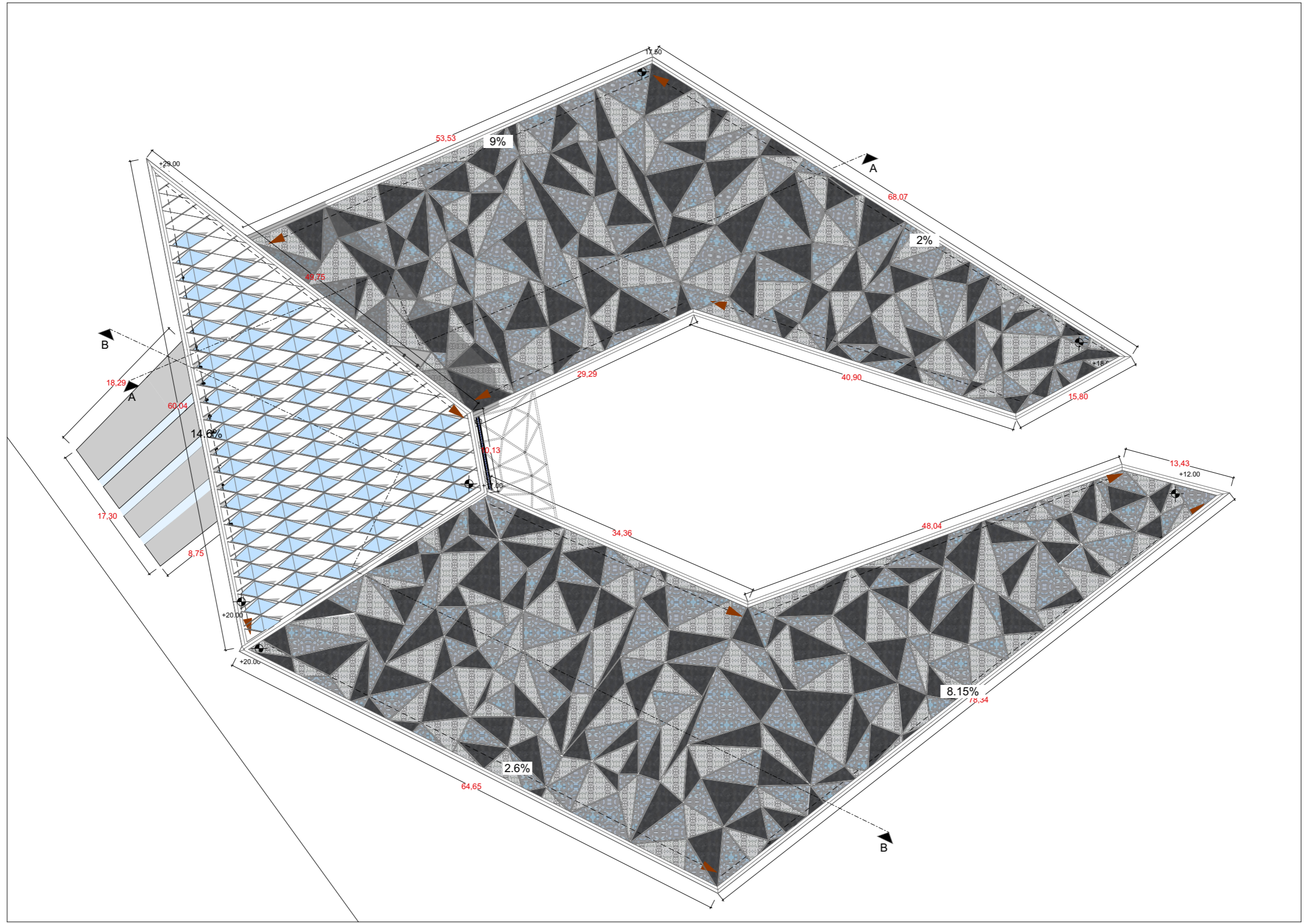
**PLAN 2 EME ETAGE ECH 1/500**



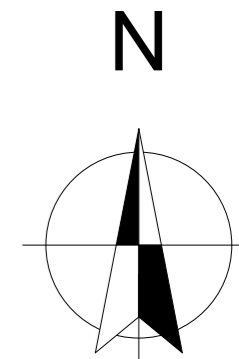
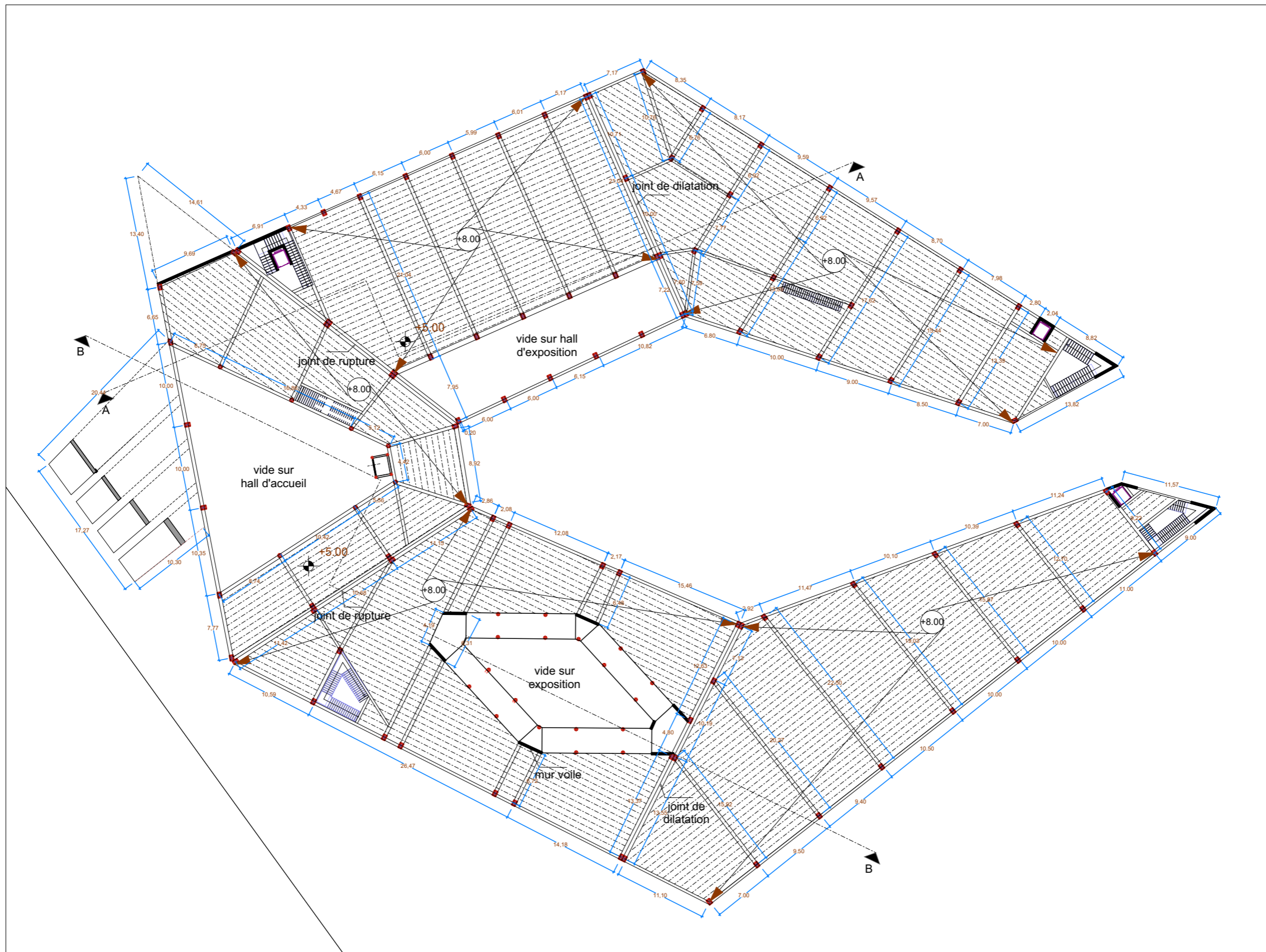


**PLAN 3EME ETAGE ECH 1/500**



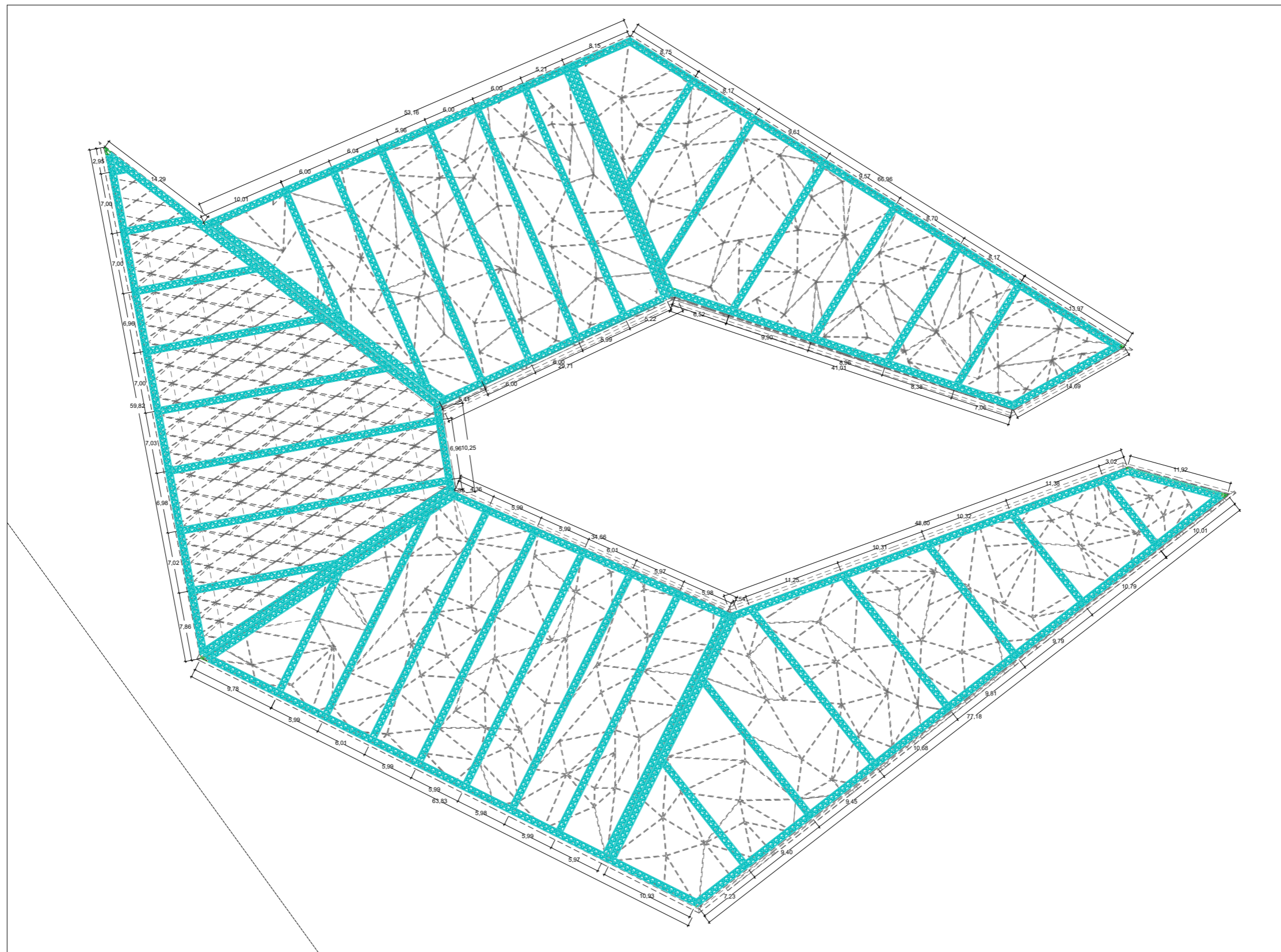


**PLAN TOITURE ECH 1/500**

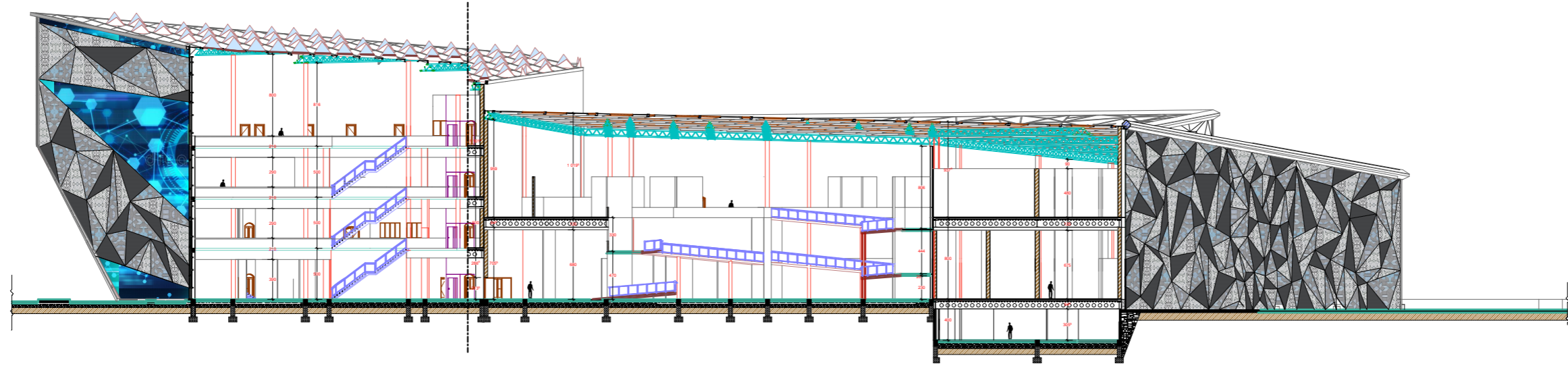


**PLAN STRUCTURE  
INTERMEDIAIRE ECH 1/500**

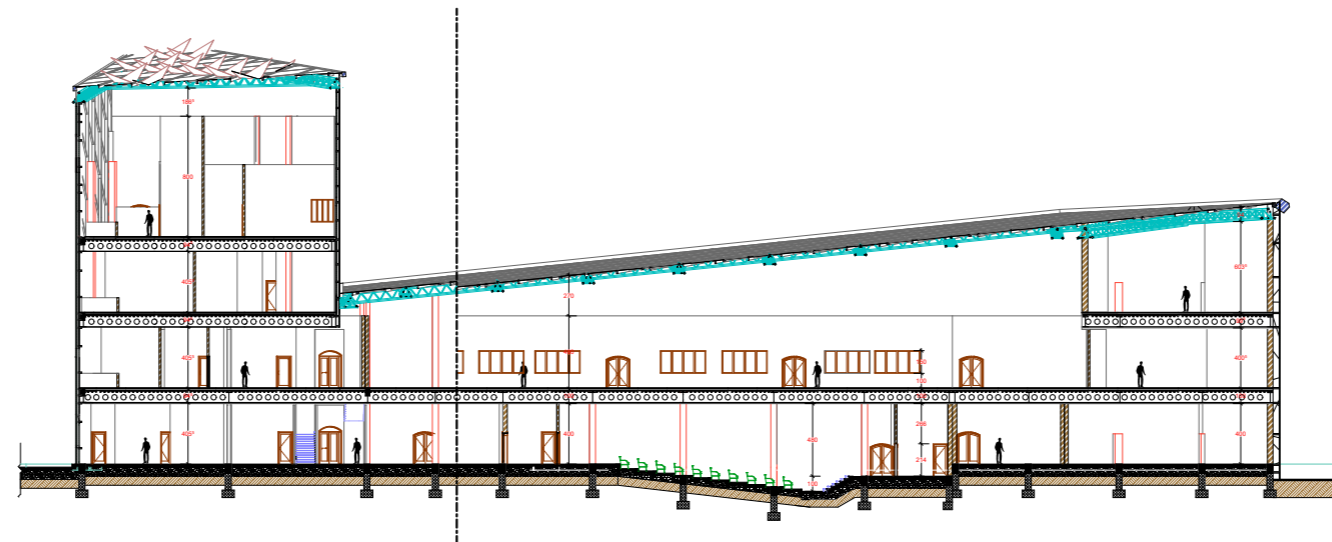




PLAN STRUCTURE TRIDIMENTIONELLE ECH 1/500



COUPE AA ECH 1/500



COUPE BB ECH 1/500





FACADE LATTERALE NORD ECH 1/500



FACADE PRINCIPALE ECH 1/500



FACADE LATTERALE SUD ECH 1/500





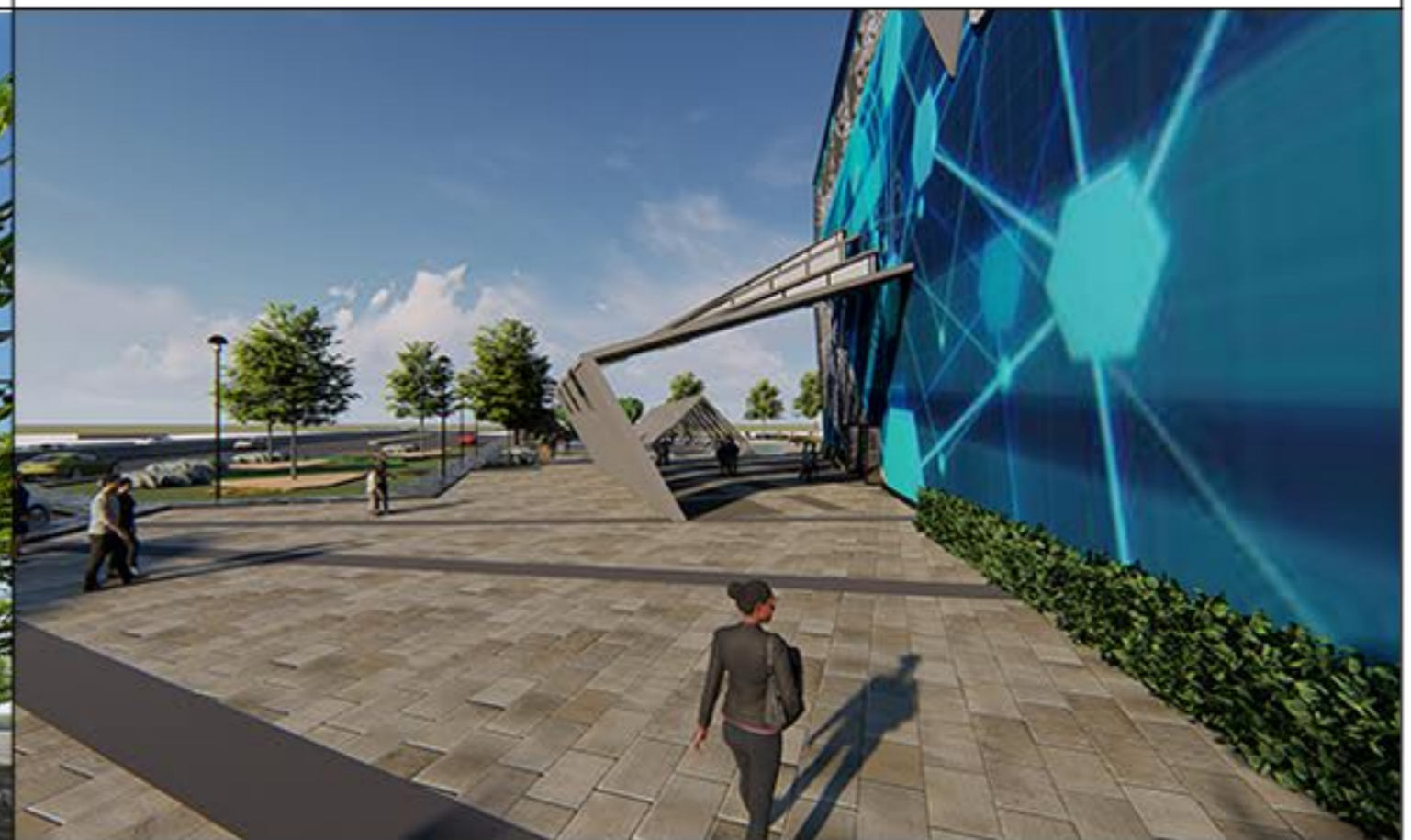
VUE SUR ESPLANADE



VUE SUR ACCES PRINCIPAL

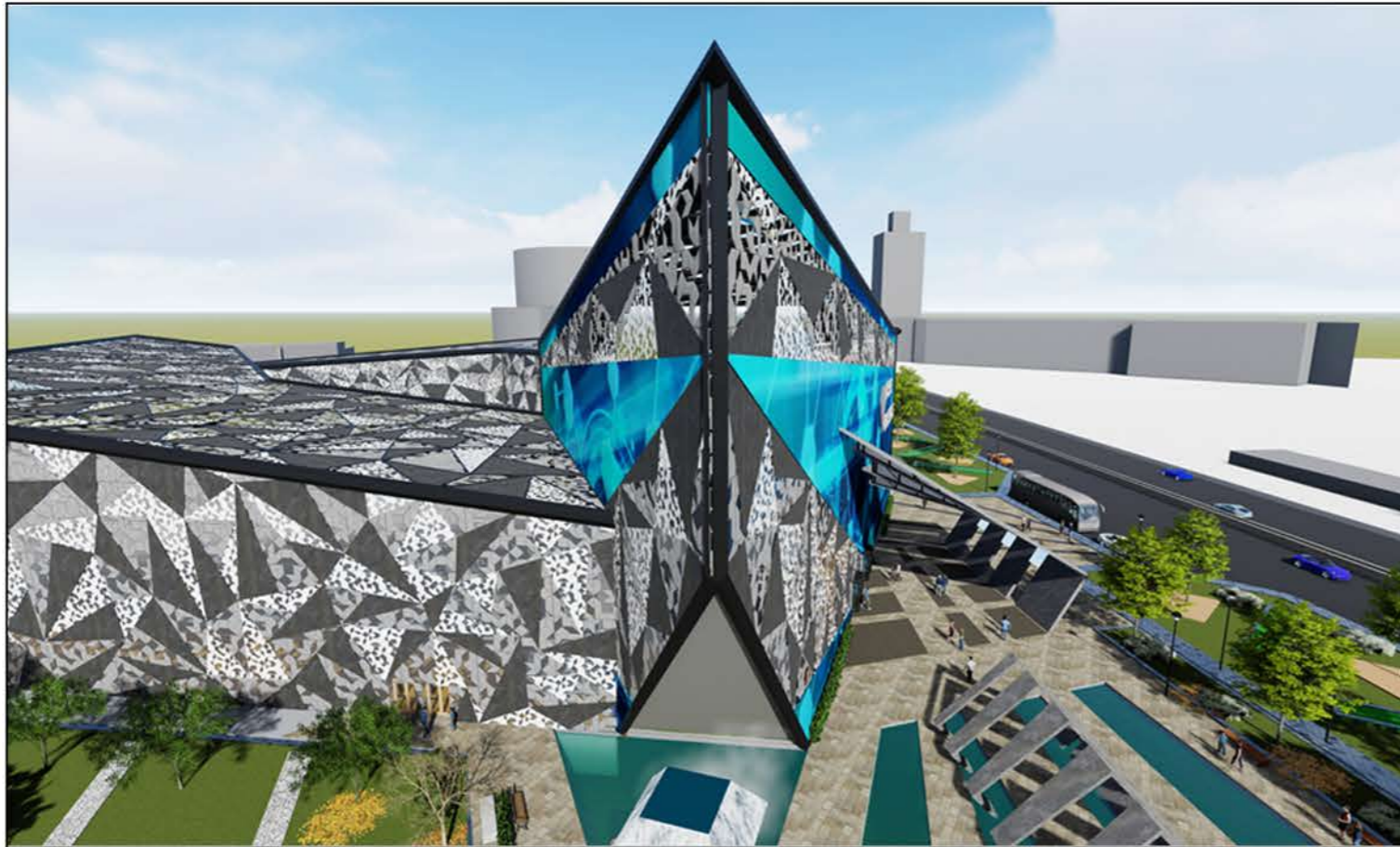


VUE SUR AUVENT D'ENTREE



VUE SUR FACADE DIGITALE





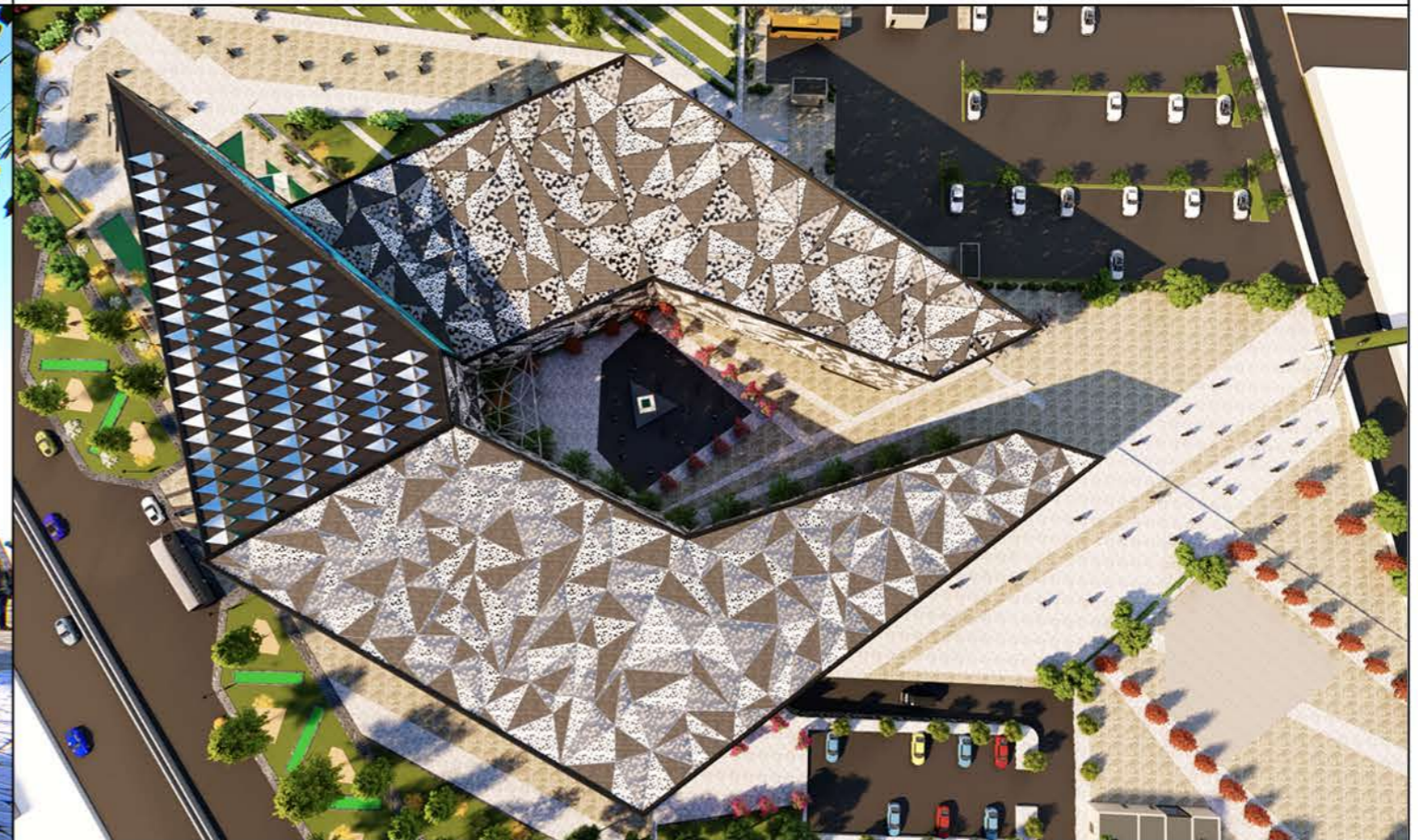
VUE SUR PORTE A FAUX



VUE SUR ENTREE PRINCIPALE

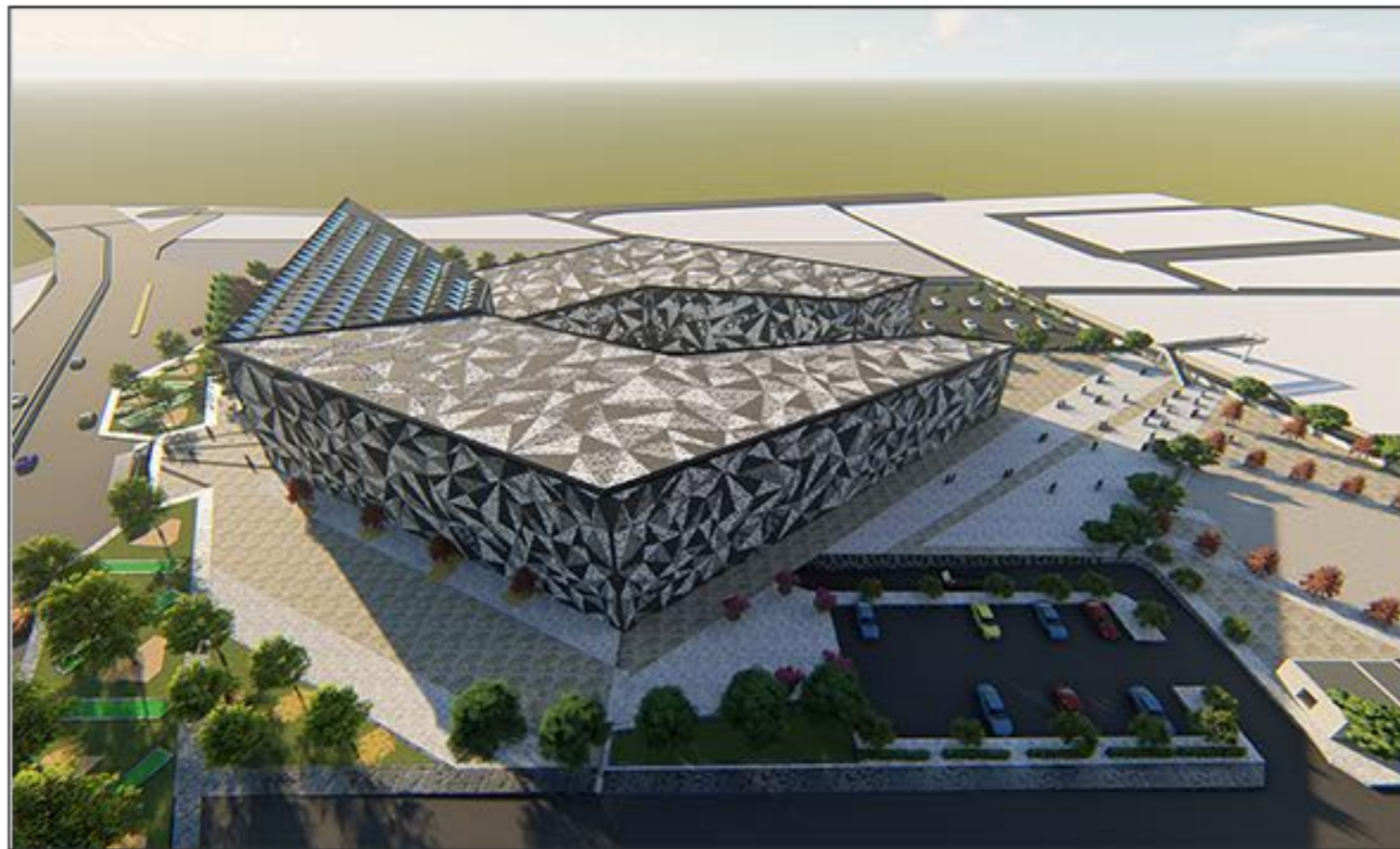


VUE SUR FACADE NORD

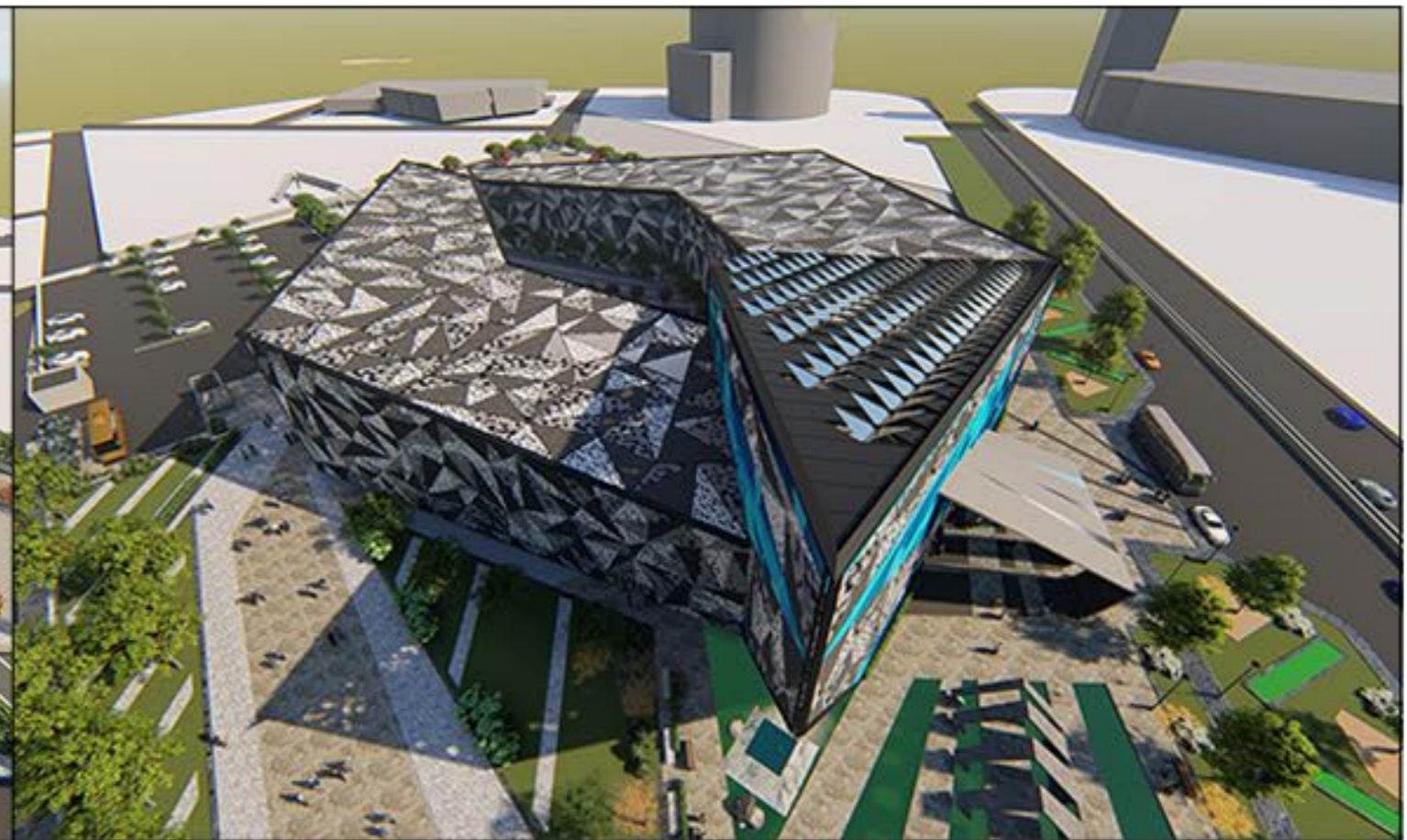


VUE SUR MASSE DU PROJET





VUE SUR FACADE SUD



VUE SUR PANNEAUX AMOVIBLES



VUE SUR HALL D'ENTREE



VUE SUR RAMPE D'EXPOSITION





VUE SUR RECEPTION



VUE SUR ASCENSEUR



VUE SUR CAFETERIA



VUE SUR EXPOSITION



## **Conclusion :**

Les différents volets représentés dans mon projet est le résultat de la recherche d'innovation et de rationalité, afin de répondre aux exigences essentiels tels : structure; forme ; façade; et ambiance intérieure. Ces nouvelles technologies m'ont permis de maîtriser les différents volets du projet : structurel (structure qui offre plus d'innovation au niveau de la conception des espaces intérieurs ) ,formel (enveloppes qui améliorent l'esthétique du bâtiment et permettent de Contrôler l'éclairage), fonctionnel (une hiérarchisation des espaces et un circuit de visiteurs claire et bien déterminé), matériaux de construction (matériaux écologique assurent le confort des visiteurs et la durabilité du l'enveloppes extérieurs du musée .

## **CHAPITRE IV : Approche technique**



## Introduction :

La structure et l'architecture sont deux éléments clés dans la création de la construction , les nouvelles technologies viennent répondre aux besoins de ces techniques en y affectant des systèmes structuraux spéciaux, des techniques constructives différentes, des matériaux de construction ou de revêtements adéquat et enfin un confort adapté aux exigences nécessaires.

## 4. Infrastructure :

L'infrastructure est synonyme de la fondation constituée des éléments structuraux qui doivent former un ensemble résistant et rigide. <sup>146</sup>

### 1.1 Les fondations :

On retient trois principales formes de fondations superficielles. Elles se réalisent à une profondeur comprise entre cinquante centimètres et trois mètres, selon la mise hors gel à respecter ,Le choix des fondations est conditionné par : la contrainte du sol , la pression que le sol est en mesure de supporter (descente de charge), et les sollicitations extérieures

#### 1.1.1 Les fondations superficielles :

- Notre cas est un bâtiment composé de 3 bloc dont les deux latéraux sont en R+1 ,le bloc central est en R+3 . La nature du sol est homogène avec une contrainte du sol de plus de 2 bar/m<sup>2</sup>
- Les trame sont importantes de 10m à 12m
- Les fondations superficielles sont suffisantes selon l'étude géotechnique du sol
- le calcul de dimensionnement des fondations nous à exigée des semelles filantes pour garantir plus de stabilité à l'ouvrage lors de l'exécution

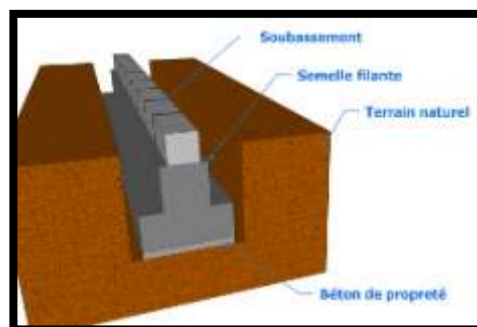
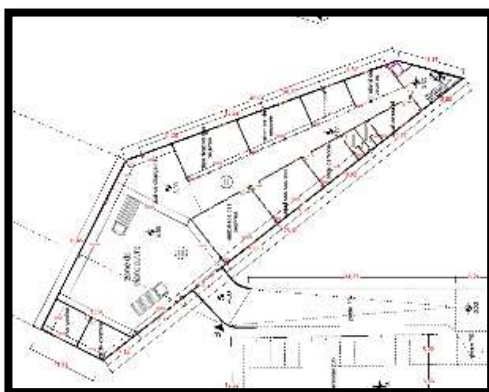


Figure 275 Semelle filante pour l'ensemble du projet

#### 1.1.2 Les murs de soutènements :

Le sous-sol si dessous présente des voiles en béton armé, afin de retenir les poussées des terres. un système de drainage est réalisé pour permettre la collecte et l'évacuation des eaux de la pluie.



<sup>146</sup> <https://www.lemoniteur.fr/article/une-infrastructure-de-batiment-digne-d-un-ouvrage-de-genie-civil>

Figure 276 Plan Sous sol volet exposition

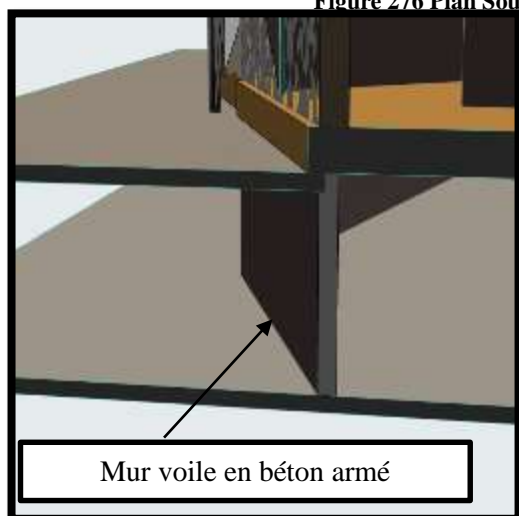


Figure 277 Model de mur voile dans notre projet

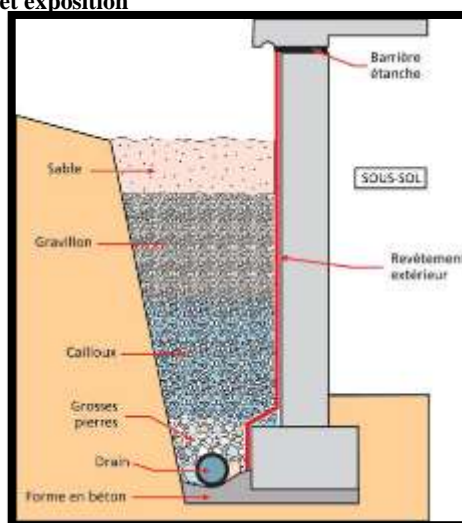


Figure 278 Détail de drainage pour l'ensemble du sous sol

Les joints :

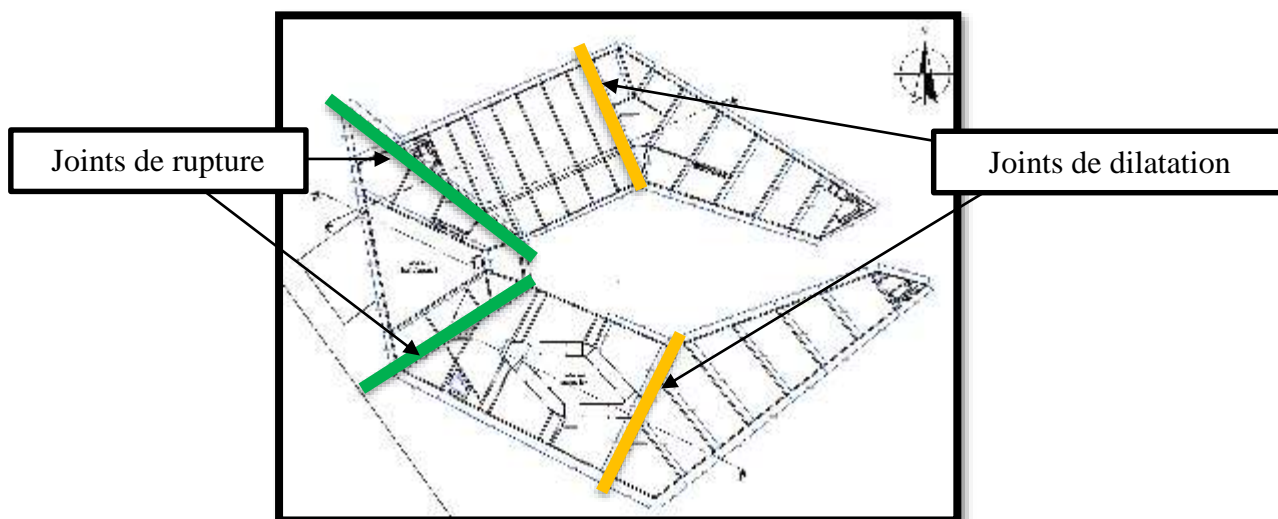


Figure 279 Les joints dans notre projet

### 3.10.30 Joints de dilatations :

Tous les 25m ,le joint de dilatation concerne l'espace entre les deux parties dans les deux volumes (exposition et expression) ,pour permettre à chacune des parties d'avoir des mouvements indépendamment de l'autre.<sup>147</sup>

### 3.10.31 Joints de rupture :

Vue l'ouvrage qui est constitué des volumes de poids différents, deux joint de rupture ont été réalisés afin de diviser les fondations et d'éviter les risques liés aux tassements différentiels du bâtiment.

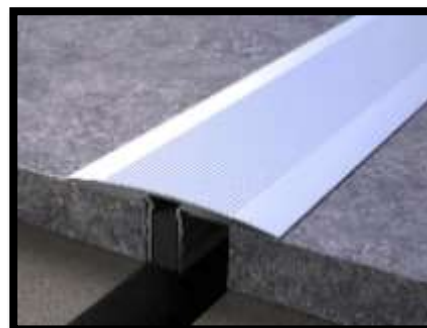


Figure 280 Couvre joint en aluminium pour l'ensemble du projet

<sup>147</sup> <http://www.guidebeton.com/joint-de-dilatation> (Consulté le 03/05/2020)



## 2 Superstructure :

Pour atteindre des grandes portées dans notre projet, tout en assurant une meilleure stabilité, une structure mixte avec des nouveaux procédés technologiques a été conçue.<sup>148</sup>

### 2.1 Choix de la structure :

ce qui est tout à fait spécifique au fonctionnement d'un élément mixte, c'est l'association mécanique de deux matériaux, par l'intermédiaire d'une connexion située à l'interface des matériaux, qui va accroître à la fois la rigidité et la résistance des éléments

#### 2.1.1 Structure mixte acier/ béton

Il s'agit d'une combinaison entre un profilé en acier et du béton armé dans les éléments de la structure (poteaux, poutres et dalles mixtes).

#### 2.1.2 Poteaux Mixtes

À forte capacité de charge, ce type de poteau est destiné à former les éléments structurels verticaux de tous types de bâtiments

elle se compose d'une âme en béton coulé sur chantier entre un noyau et une gaine en acier. Le béton garantit la protection du noyau en cas d'incendie tout en conservant ses capacités portantes.



Figure 281 Structure mixte béton/acier dans notre projet

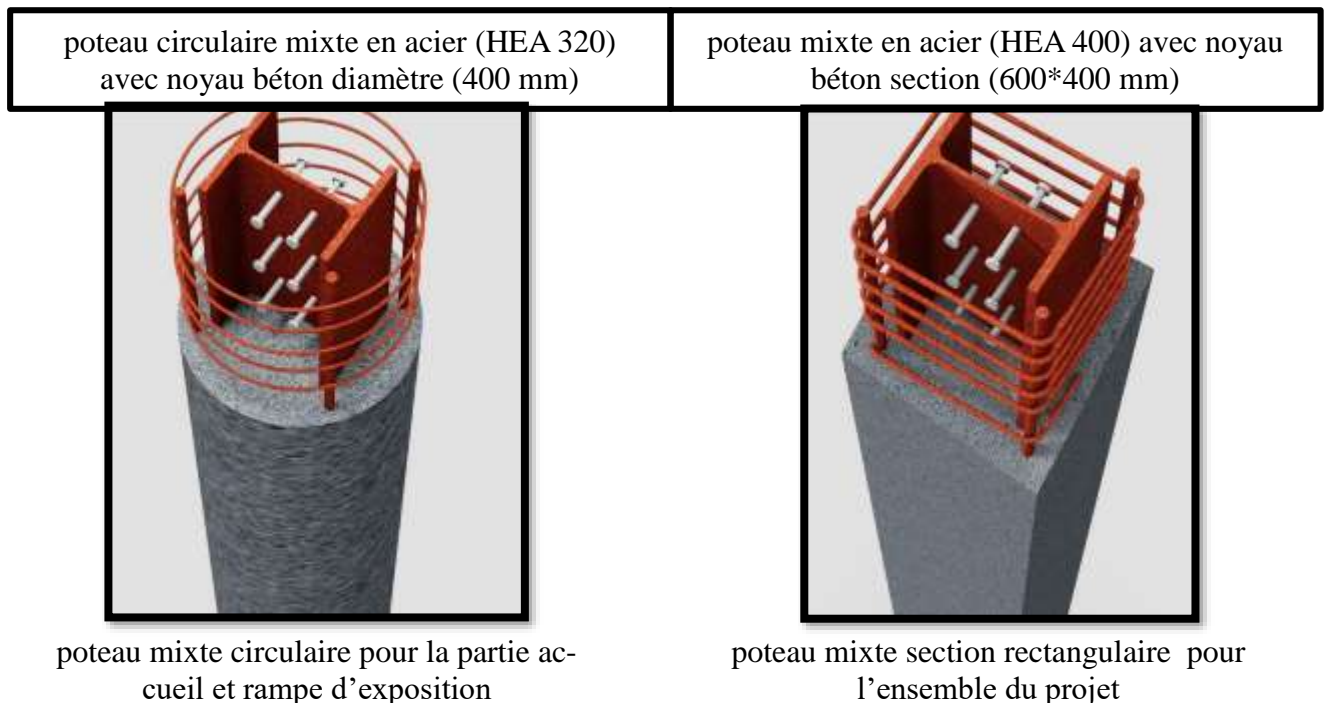


Figure 282 type de poteau dans notre projet

<sup>148</sup><https://www.batiproduits.com/fiche/produits/colonne-mince-en-acier-avec-noyau-beton-p119902840.html>  
(Consulté le 06/05/2020)



## 2.1 Les modes d'assemblage de l'acier :

### 3.10.32 Tiges d'ancrages :

on les place pour prévenir tout décollement de la platine (force de soulèvement, moment d'encastrement); leur serrage peut d'ailleurs parfois engendrer des efforts dimensionnant pour la platine. Suivants les efforts on peut concevoir des tiges droites, courbes, avec plaques d'ancrages ou sur sommiers.<sup>149</sup>

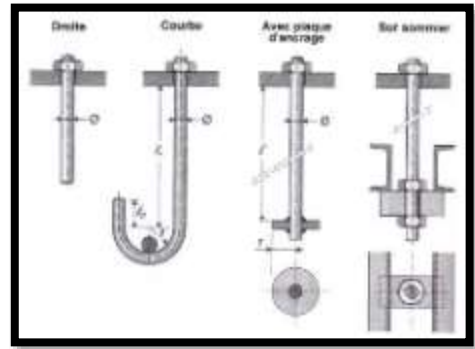


Figure 283 méthode d'encrage des pieds de poteau

### 3.10.33 Les connecteurs métalliques avec la dalle :

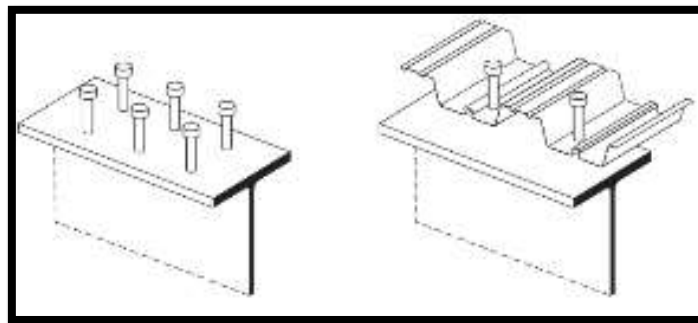


Figure 284 Goujon à tête avec plancher collaborant

### 3.10.34 Les méthodes d'assemblage de l'acier :

#### Le rivetage :

Le rivetage à chaud consiste à introduire, dans un trou préalablement fait dans les tôles à assembler, un cylindre ayant une tête arrondie, chauffé au rouge, puis à écraser la partie sans tête de manière à agraffer les tôles.

#### Boulonnage :

Boulonnage : Monter une pièce au moyen de boulon. Applications locales, il n'assure pas une continuité idéale du métal, cette technique autorise une grande rapidité de montage.

#### Soudage :

Le soudage est un procédé d'assemblage permanent. Il a pour objet d'assurer la continuité de la matière à assembler. Le soudage nécessite un apport de chaleur. Toutes les sources d'énergie peuvent être utilisées.

## 2.2 Les planchers :

### 3.10.35 Les planchers nervurés :

#### Pour le parking en sous-sol :

Structure horizontal séparant deux niveaux d'un bâtiment et supportant des charges

<sup>149</sup> <https://notech.franceserv.com/pieds-de-poteaux.html>(Consulté le 06/05/2020)

le plancher est constitué d'une dalle d'épaisseur de 8 cm. Les poutrelles sont remplacées par des nervures en béton armé pour offrir une grande rigidité vu les grandes portées de 16m, le plancher est stable au feu jusqu'à 3 h.

### Caractéristique et dimension :

Hauteur de panneau 6cm

Hauteur de nervure 60 cm Largeur de nervure en bas 14 cm

Distances entre nervures 150 cm



Figure 285 planchers nervuré pour parking

### 3.10.36 Les planchers collaborant :

#### Pour l'ensemble du musée :

Le plancher mixte ou collaborant constitue la solution de construction idéale pour ce type de bâtiment réclamant des performances techniques et mécaniques poussées et exigeant une rapidité de mise en œuvre en toute garantie. Les nervures longitudinales de la tôle profilée permettent le logement des installations et canalisations du bâtiment. Il s'agit d'un système de construction offrant des économies d'argent plus que significatives associées à un gain de temps d'exécution.

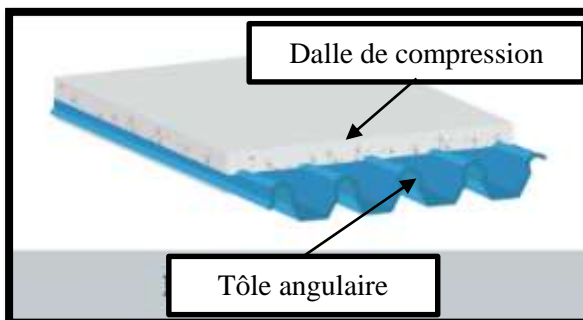


Figure 286 Eléments de composition du plancher collaborant

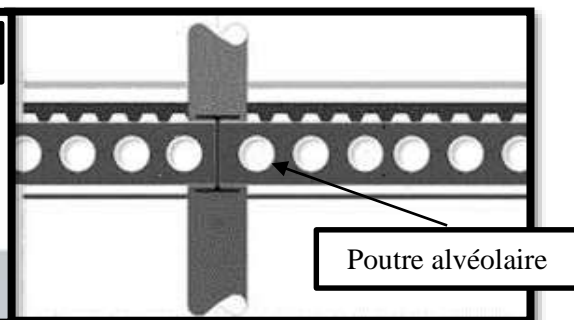


Figure 287 Coupe sur plancher collaborant avec poutre alvéolaire de 110 cm de hauteur

### 3.10.37 Techniques de construction de planchers collaborant avec poutre alvéolaire :

Consiste à connecter des poutres métalliques alvéolaires à une dalle béton qui va alors travailler en compression, cette connexion se fait principalement à l'aide de goujons, des pièces empêchant le glissement d'un matériau sur l'autre et permettant la bonne transmission des charges, or les poutres ajourées permettent de faire passer les canalisations, notamment de la climatisation central.

Le profil du plancher collaborant est particulièrement recommandé. vu les dimensions et les portées qui sont relativement importantes et se varient entre ( 12 à 22 m ) . la hauteur des poutres se varie entre 700mm et 1100 mm .



Figure 289 Schéma du Plancher collaborant pour l'ensemble du musée

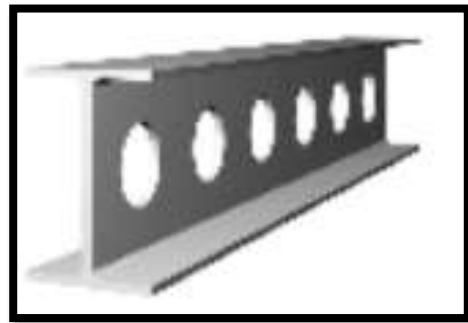


Figure 288 Schéma du poutre alvéolaire

### 3.10.38 Structure caisson en treillis pour la partie en porte à faux :

Pour la réalisation de porte à faux de 12m les planchers collaborant seront renforcés par les poutres en treillis en acier dans les étages (premier, deuxième, et troisième). Les poutres ont une retombée de 700 mm

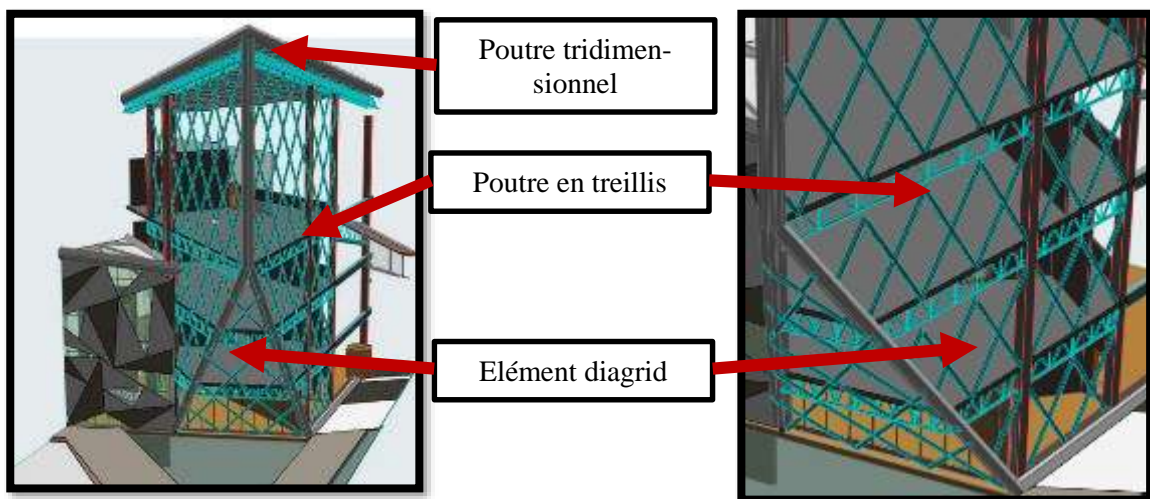


Figure 290 détail de la partie porte à faux

### 3.10.39 Structure poutre en treillis pour la partie auvent d'entrée :

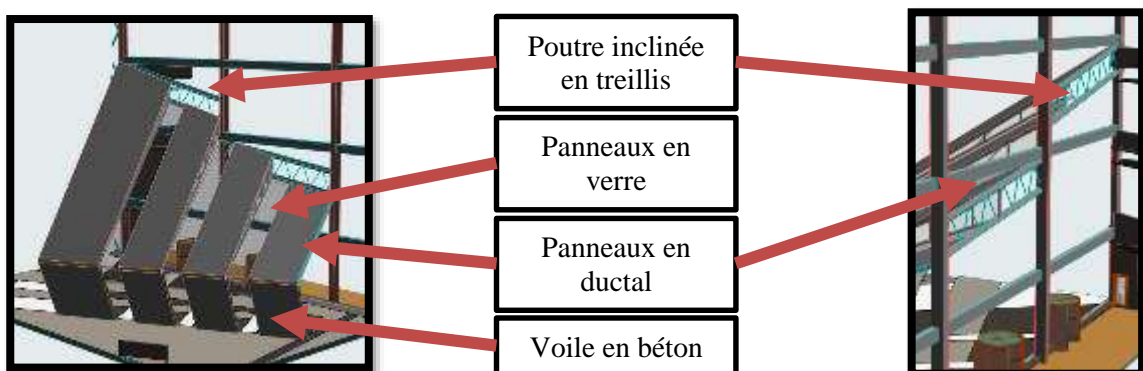


Figure 291 détail de la partie auvent

### 2.3 Système de contreventement en voile rigide :

Le contreventement d'un bâtiment est constitué par l'ensemble des éléments structuraux capables d'assurer la résistance à un effort horizontal (vent, séisme, poussée des terres). Ces éléments structuraux assurent la transmission de ces efforts jusqu'aux fondations de l'ouvrage et ils participent à la résistance au renversement de la structure dans son ensemble.

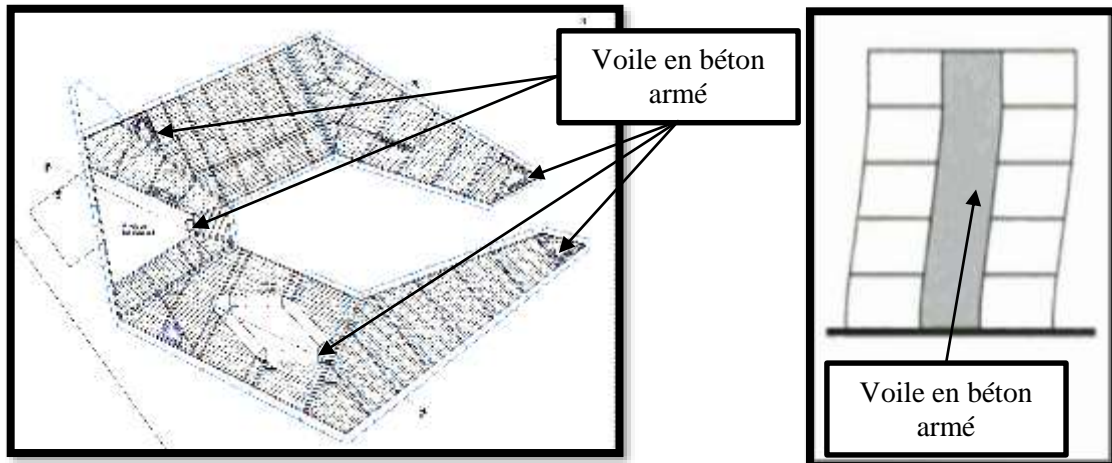


Figure 292 Voile de contreventement

Figure 293 Déformation total

### 2.4 Couverture en Verrières :

les atriums sont devenus avec le temps des espaces spécifiques, souvent de grand volume et couverts de verrières imposantes.

L'association d'importantes surfaces vitrées et de volumes imposants crée une ventilation naturelle propre, avec effet de serre et de stratification de la chaleur. Sur les très gros volumes on assiste même à des mouvements de masses d'air chaud et froid. La nécessité de désenfumer ces espaces mais plus encore de les ventiler efficacement est donc un enjeu majeur, auquel on peut associer, quand la partie architecturale le permet, une belle ambiance intérieure.



Figure 295 Verrière avec panneaux amovible



Figure 294 Verrière avec panneaux en verre sérigraphie

#### 3.10.40 Poutres tridimensionnelles pour la structure de la verrière :

La poutre est formée d'éléments articulés entre eux et formant une triangulation. C'est une structure légère et rigide, où tous les éléments sont imbriqués pour supporter les charges.





Figure 296 La poutre tridimensionnelle pour supporter la verrière

### 3.10.41 Caractéristique et calcul :

La poutre tridimensionnelle permet d'obtenir de l'inertie dans deux plan , Pour répondre à des cas de charges nécessitant une grande raideur dans les deux directions ou pour permettre d'augmenter l'inertie verticale sans engendrer de déversement, on a développé le concept de la poutre tridimensionnelle, qui présente une stabilité parfaite.<sup>150</sup>

Les portées dans notre cas est de (12 à 22 m ). Que selon le calcul :

la retombé des poutres 900mm

diamètre de corde inferieurs : 100 mm

diamètre de corde inferieurs : 80 mm

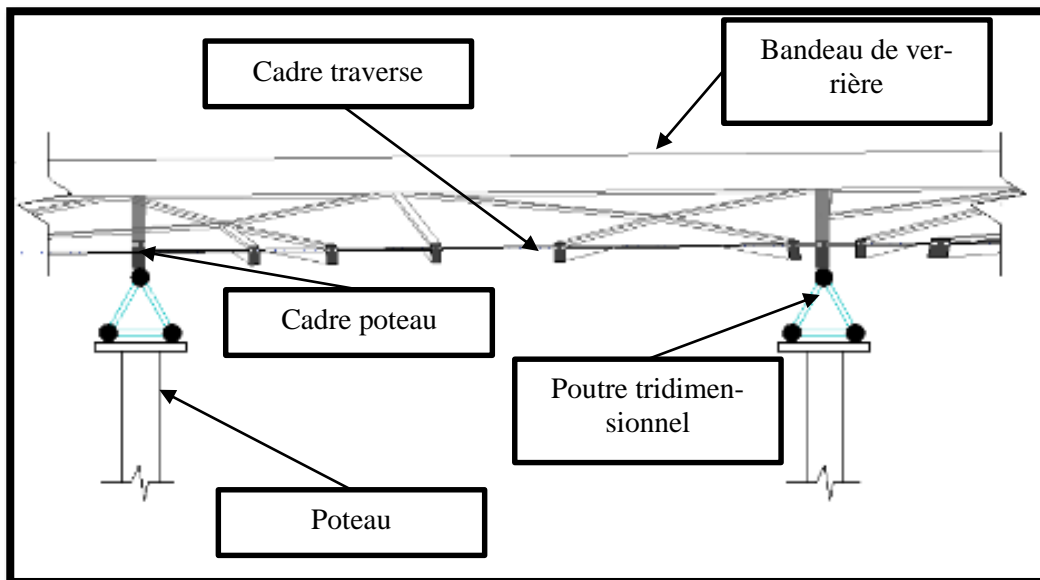
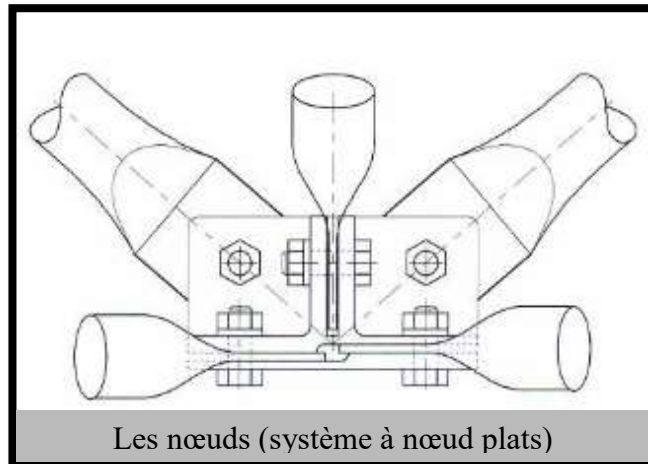


Figure 297 Schéma structure de verrière pour notre projet

### 3.10.42 Mode d'assemblage de la poutre tridimensionnelle :

Les nœuds d'un tel systèmes, constituent le point clé et relèvent le plus souvent de solutions standardisées, on recommande d'utiliser le système à nœuds plat

<sup>150</sup> <https://fr.slideshare.net/Saamysaami/structure-mtallique-58492335>(Consulté le 06/05/2020)



## 2.5 Panneaux pour verrière :

Le verre dans notre cas constitue une barrière entre l'ouvrage et les éléments extérieurs tels que la poussière et l'humidité. notre verrière est composée de 3 panneaux juxtaposés pour former un jeu de lumière à l'intérieur du musée et un jeu de couleur pour l'extérieur du musée.

L'ensemble des panneaux de verre est en double vitrage pour maximiser l'isolation thermique, ainsi pour avoir plus de contrôle de lumière à l'intérieur.

### 3.10.43 Panneau en vitrages faiblement émissifs :

Pour la partie expression (volet gauche) et la partie exposition temporaire, ces panneaux donnent l'opacité à l'intérieur.

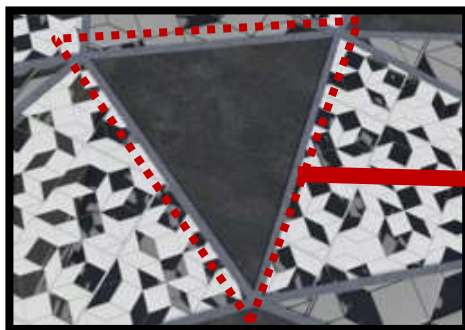


Figure 298 Détail de panneau de verre dans notre projet

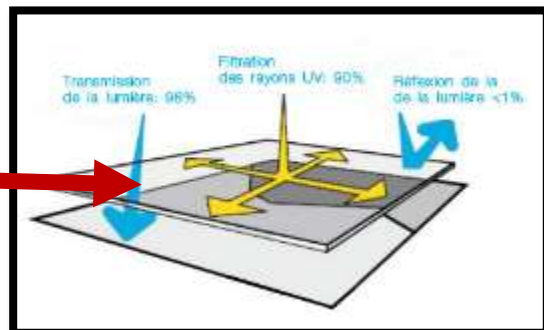


Figure 299 Schéma de panneau en verre faiblement émissif

### 3.10.44 Panneau en verre sérigraphie avec aspect moucharabieh :



Figure 301 verre sérigraphie pour notre projet

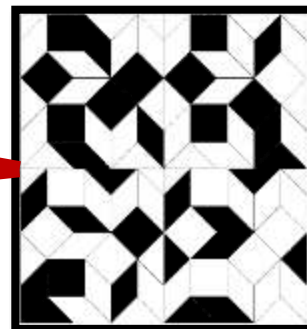


Figure 300 Modèle de panneau de verre sérigraphie pour notre projet



Figure 302 panneau de verre sérigraphié avec motif petit model dans notre projet

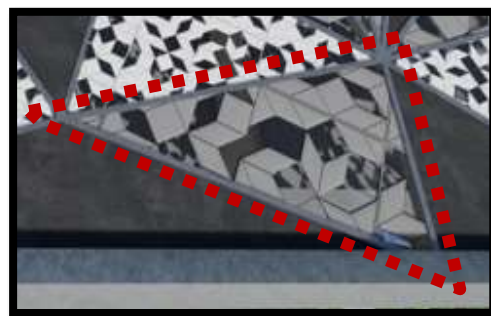


Figure 303 panneau de verre sérigraphié avec motif grand model dans notre projet

### 3.10.45 Panneau pour la partie exposition permanente :

Pour cette partie, le verre sérigraphié est entièrement opaque pour garantir le minimum d'éclairage naturel pour les œuvres d'art.



Figure 307 Vue sur partie exposition permanente



Figure 306 panneau de verre sérigraphié avec motif blanc

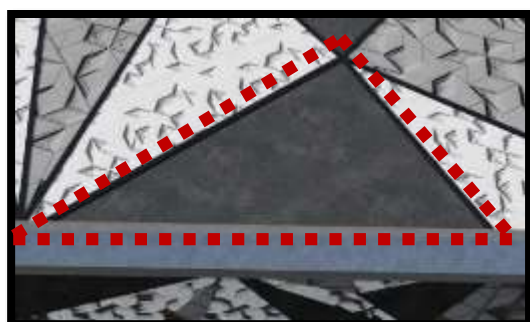
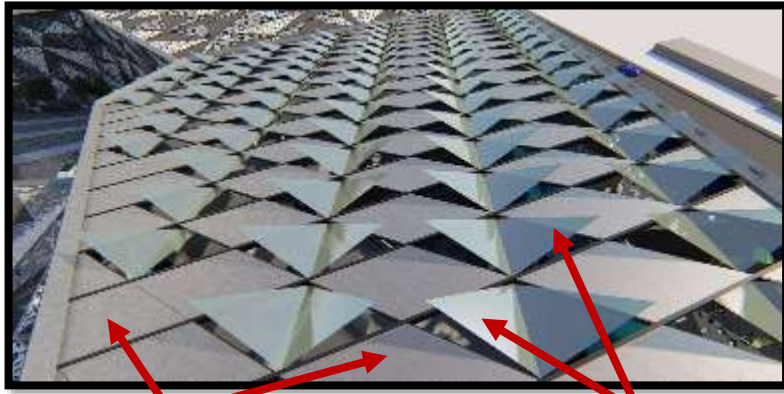


Figure 304 panneau de verre sérigraphié avec motif noire



Figure 305 panneau de verre sérigraphié avec motif gris

**3.10.46 Panneau amovible pour la partie accueil :**



Panneau en ductal

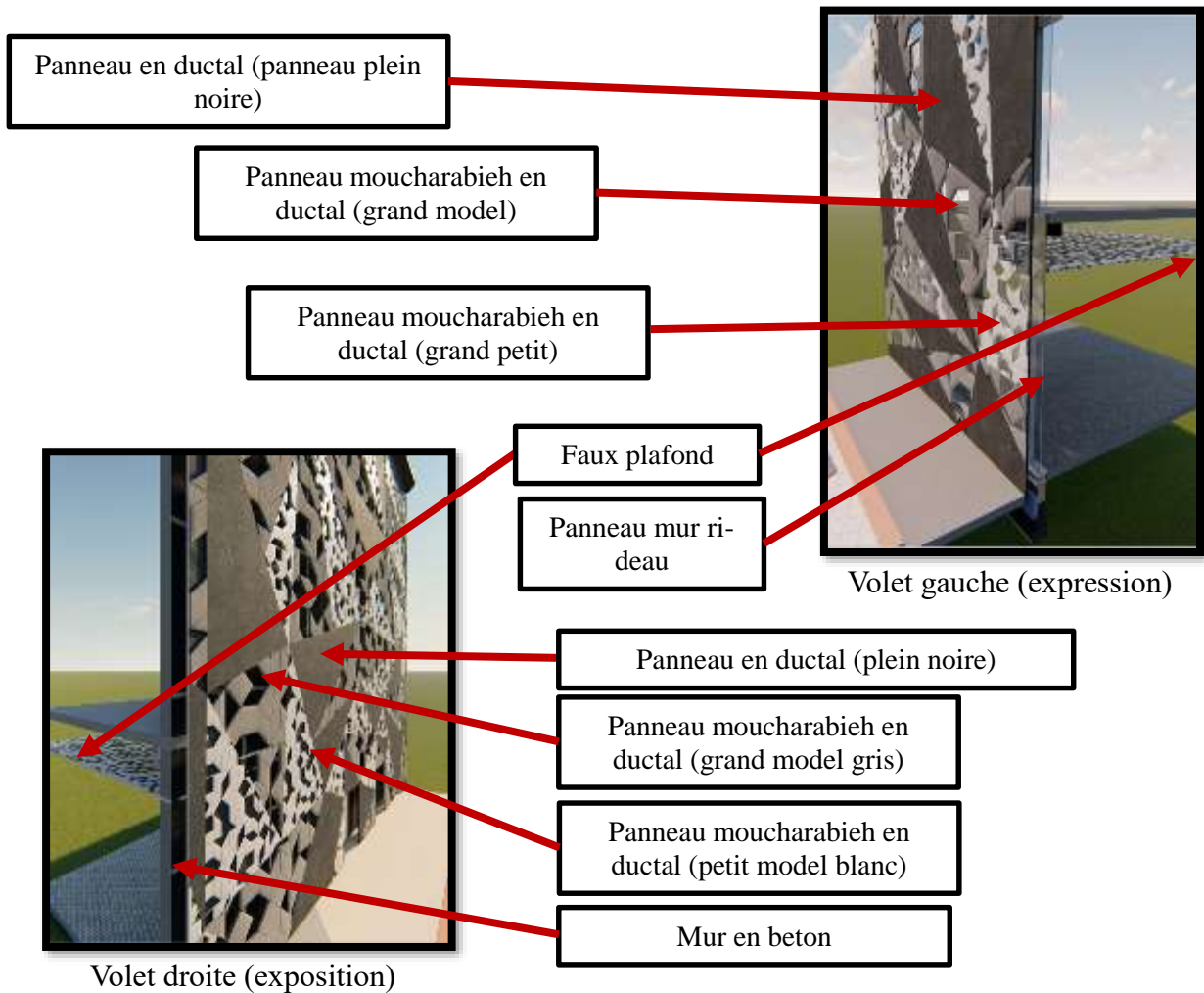
Panneau en verre à couche de contrôle solaire

**2.6 Façades et enveloppes :**

Dans le musée cristal, plusieurs typologies de façade ont été élaboré, cela est influencer par le fait que chaque partie a un rôle spécifique

L'enveloppe extérieure du musée est en façade double peau avec un aspect moucharabieh

**3.10.47 Façades latérales :**





### 3.10.48 Façades principale (digitale) :

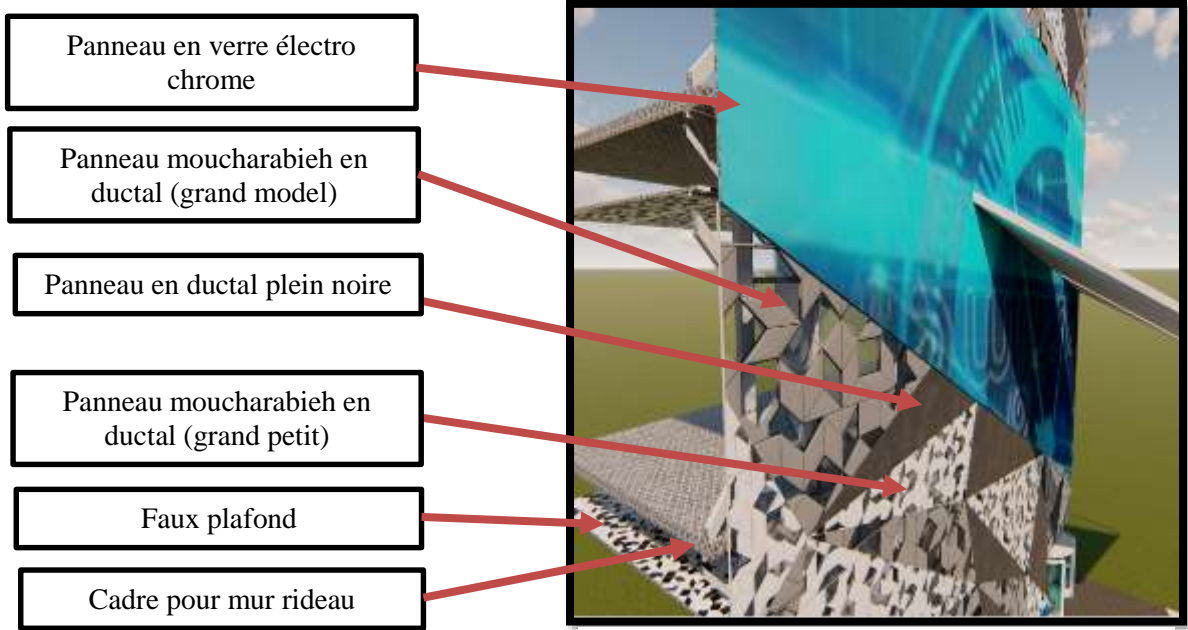
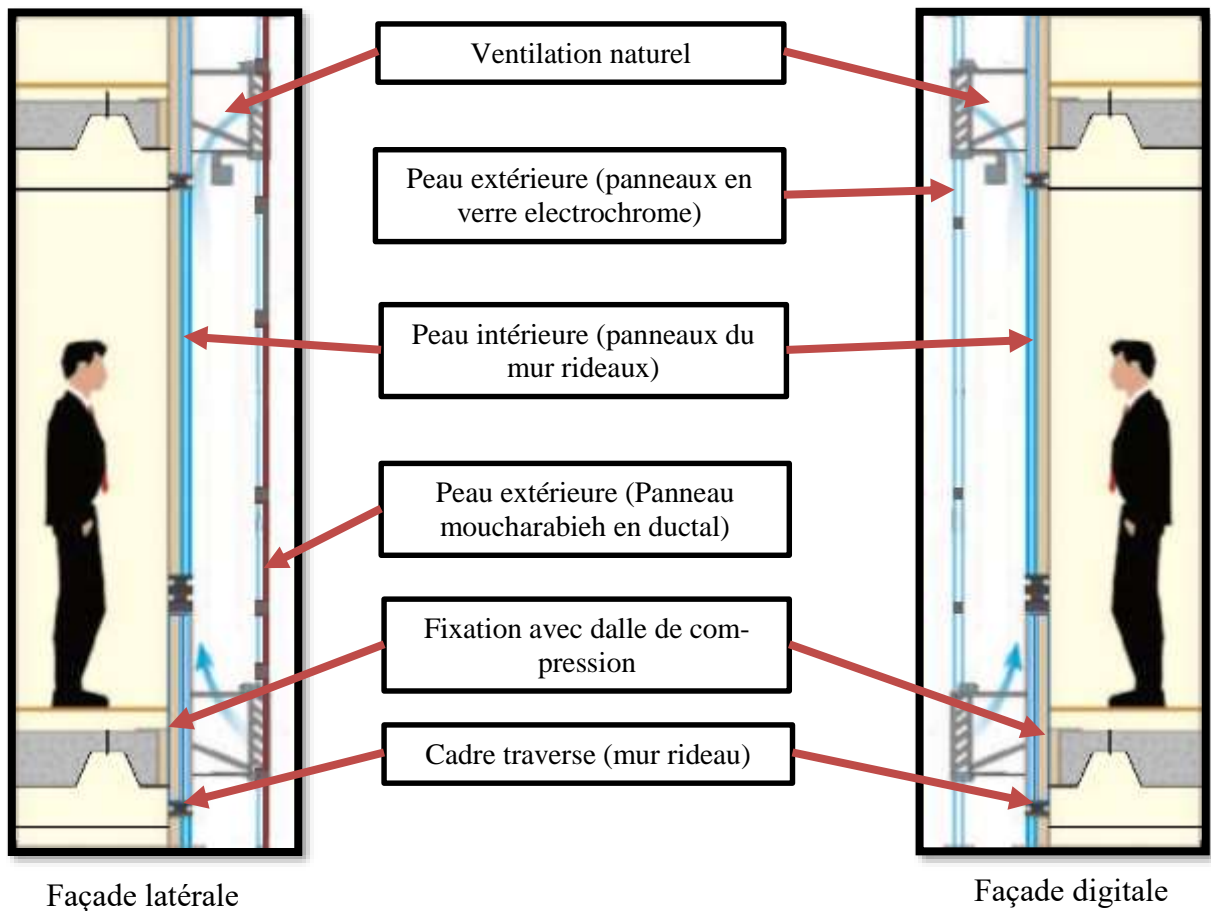


Figure 308 detail de la facade principale

### 3.10.49 Détails de fixation pour façade :



### 3 Ambiance intérieure et matériaux :

#### 3.1 Circulation verticale :

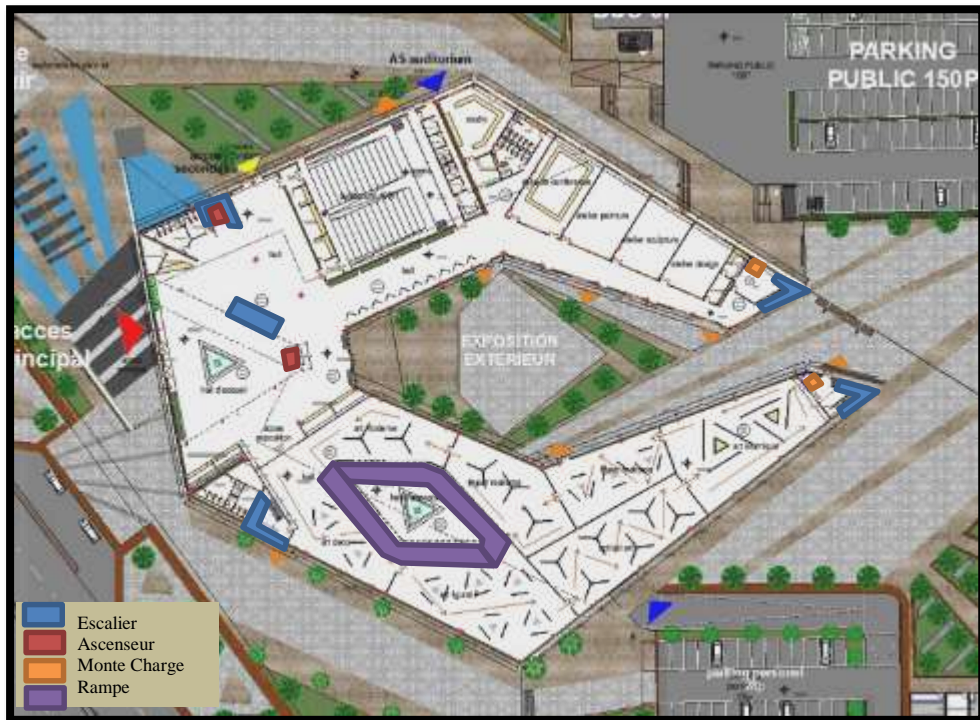


Figure 309 Emplacement de la circulation verticale dans le projet (Plan RDC)

#### 3.2 Les escaliers :

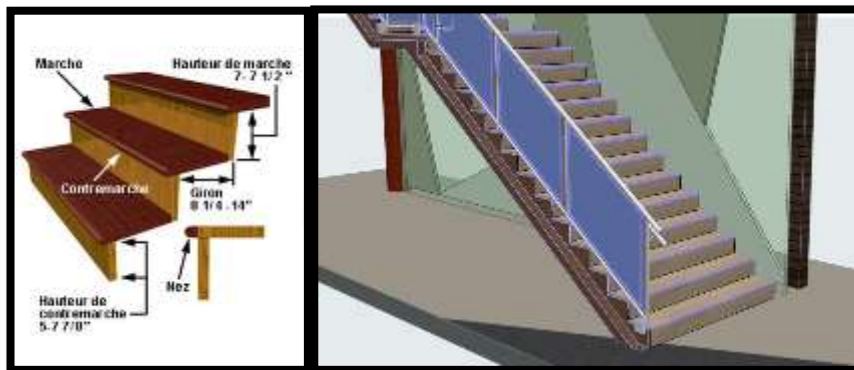


Figure 310 Détail escalier en béton pour le grand hall avec revêtement en bois

Le musée à besoin d'habiller cet escalier béton avec des éléments esthétiques et de haute qualité. Les marches en bois ont ensuite reçues 4 couches de vitrificateur spécial escalier incolore avec un ponçage entre chacune d'elle.

#### 3.3 Rampe d'exposition :

Depuis le mois de janvier 2015, tous les ERP (Établissement Recevant du Public) doivent se conformer à la loi sur l'accessibilité pour les personnes en situation de handicap. Pour être aux normes, les ERP sont donc dans l'obligation de mettre en place des accès adaptés aux personnes handicapées



Figure 311 rampe d'exposition pour musée

### 3.4 Les ascenseurs hydrauliques :

Un système hydraulique est constitué des éléments suivants : les centrales hydrauliques ; les moteurs hydrauliques, comprenant aussi bien des moteurs hydrauliques rotatifs ou linéaires que des vérins ; les canalisations entre les centrales hydrauliques et les moteurs hydrauliques.



Figure 313 Ascenseurs en verre transparent pour le hall d'accueil

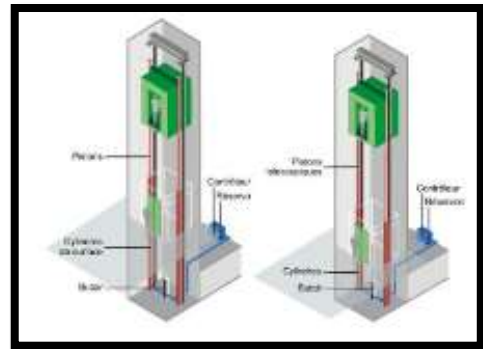


Figure 312 Principe Ascenseurs hydrauliques

### 3.5 Ascenseurs en verre transparent pour hall d'accueil :

Le verre transparent est de plus en plus utilisé dans les bâtiments publics. La transparence crée avant tout un sentiment de sécurité. Elle peut également protéger du vandalisme. Et si la cage ou la cabine devaient se salir, le verre se nettoie assez facilement

### 3.6 Les montes charges :

des monte-charges structure autoporteuse pour utilisation intérieure ont été prévu , d'une charge utile de 3000 kg (pour les sculptures et les objets d'exposition), avec les dimensions : 250\*300cm

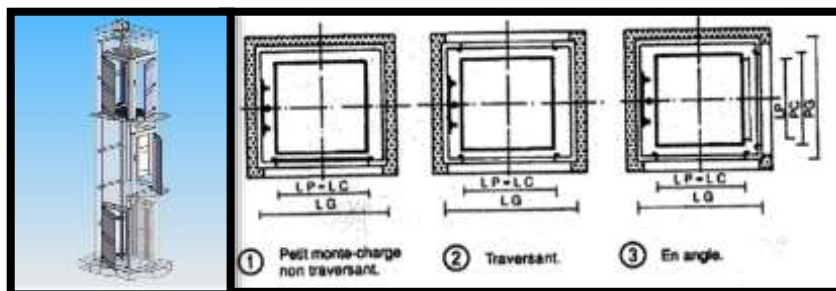


Figure 314 Norme et dimension du monte charge

### 3.7 Cloisons :

#### 3.10.50 Cloisons fixes ;

pour la partie exposition et pour les atelier , elles seront en Placoplatre d'une épaisseur de 10 cm, constitué de deux plaques de plâtres séparées par un isolant phonique en laine de verre (panolène), ces panneaux seront fixés à la structure du plancher supérieur et inférieur

#### 3.10.51 Cloisons en SIPOREX

pour les locaux humides, on prévoit des séparations en SIPOREX revêtues d'une toile plastifiée de 10mm d'épaisseur, ceci pour éviter les infiltrations d'eau.

Les cloisons amovibles : permettent de séparer physiquement une pièce en deux sans mettre en place une solution définitive.

### 3.8 Les revêtements du sol :

Les musées sont le cadre de projets d'exposition très différents. C'est pourquoi ils doivent afficher une certaine neutralité tout en restant esthétiques et accueillants, les revêtements de sols doivent avoir une variété de designs qui séduisent de plus par leur nettoyage économique et leur longue durée de vie.

#### 3.10.52 Espaces exposition et administration :



Figure 315 Revêtement en marbre beige et gris pour exposition



Figure 316 Revêtement en carrelage moderne pour administration



Figure 317 Sous-couche acoustique mince

#### 3.10.53 Auditorium et bibliothèque :



Figure 318 Moquette gris pour auditorium

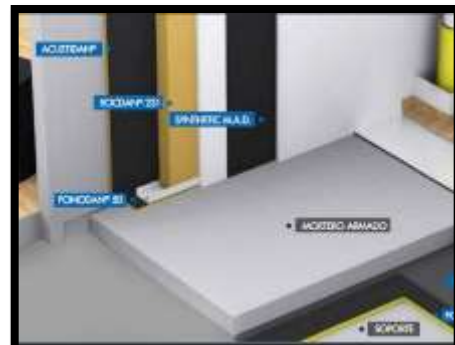


Figure 319 Revêtement isophonique multicouche armaturé



### 3.10.54 Revêtement pour espace humide :



Figure 320 sols en carrelage antidérapant



Figure 321 moquette en tissu gris pour cafeteria

### 3.10.55 Revêtement pour couloir et hall d'accueil :



Figure 322 Sol PVC compact non collé pour notre musée

### 3.10.56 Revêtement pour mur cloison :

Ces recouvrements sont des éléments primordiaux de confort et de décor. Ils doivent être Durables, résistants, présents dans le marché . On a choisis pour notre musée :

Revêtement enduit pour administration et ateliers

Revêtement faïence pour espaces humides

Ces revêtements sont de bonne qualité. Ils sont lavables, résistants aux détergents et aux désinfectants. La décoration est recherchée par le jeu de couleurs vives.

### 3.9 La lumière :

### 3.10.57 Eclairage naturel :

L'intérêt de la lumière naturelle est maximiser la performance énergétique du bâtiment. Alors dans le musée crystal utilise l'éclairage zénithale a travers les panneaux de verriere en moucharabieh pour le volet exposition, plus une douce ainsi légère lumière qui pénètre les murs de la façade (béton translucide) pour la partie formation et expression.

### 3.10.58 Eclairage artificiel :



Figure 323 Revêtement en enduit

La distribution électrique se fait à partir d'un poste transformateur à l'extérieur du musée . les câbles d'alimentation seront acheminés dans des coffres de distribution dans les plafonds et connecté sur des boites de dérivation .

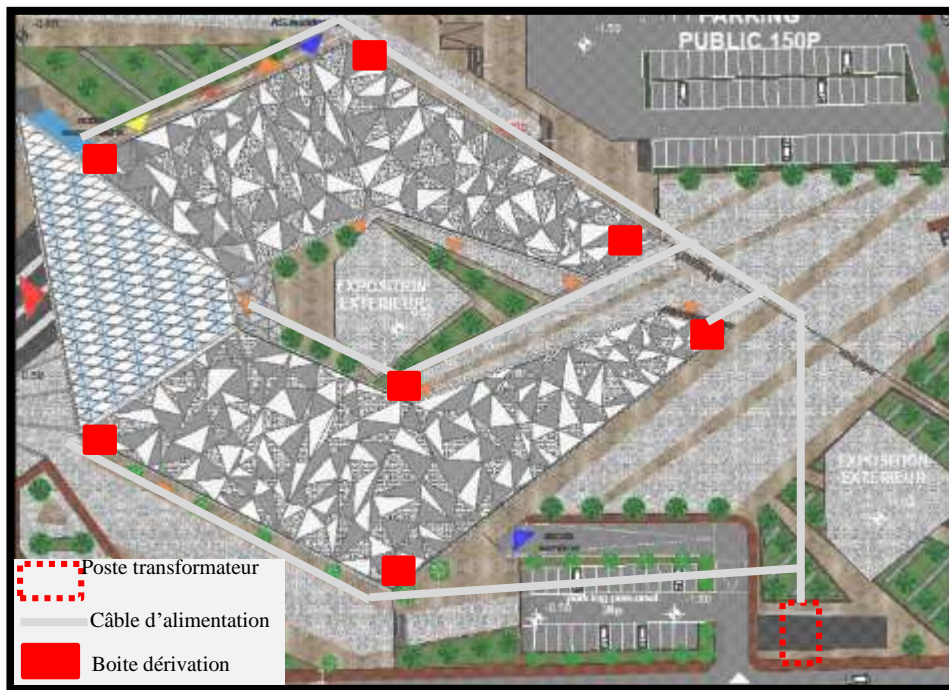


Figure 324 Schéma de distribution électrique pour le projet

### 3.10.59 Eclairage LED :

Pour les musées, l'utilisation de l'éclairage LED est plus intéressante de jour en jour. De fait, les œuvres d'art doivent être conservées dans un endroit frais, sec et à l'obscurité afin de les prémunir de tout dommage. Cependant, pour s'assurer que les visiteurs de musées continuent à profiter des œuvres, l'éclairage idéal est nécessaire



Figure 325 Eclairage LED pour volet exposition de notre musée



Figure 326 Eclairage LED focalisé sur la vitrine



Figure 327 Eclairage par projecteurs avec angle d'éclairage pour objets



Figure 328 lampes halogènes pour les œuvres d'art

### 3.10.60 Les spots :



Figure 329 Spot multi réglable pour cadre



Figure 331 Spot multi réglable



Figure 330 Spot ultra puissant pour sculpture

## 3.10 Techniques Et gestion D'éclairage :

### 3.10.61 Plein feu sur l'exposition :

Les jeux d'ombre et de lumière permettent de créer des effets saisissants dans les lieux d'exposition. Une tension dramatique peut jaillir d'un espace assombri, grâce à de fins faisceaux de lumière traversant l'obscurité et attirant le regard du visiteur vers les pièces exposées.



Figure 332 éclairage du partie exposition

En évitant la diffusion de lumière sur les murs environnants, les pièces exposées peuvent être cadrées, pour un impact maximum. Les objets statiques peuvent être animés, comme s'ils « rayonnaient », captivant l'attention du visiteur du lieu.



Figure 334 RAPPORTS DE CONTRASTE



Figure 333 SCULPTURES / OBJETS / ARTÉFACTS

L'intensité du contraste entre zones sombres et claires dicte l'ambiance de l'espace d'exposition. Un fort contraste de lumière et d'obscurité, au moyen d'un éclairage d'accentuation,



Figure 335 éclairage d'accentuation ou bain de lumière



Figure 336 MISE EN RELIEF

### 3.10.62 ANGLES DE FAISCEAU :

Grâce à la variété d'angles de faisceau disponibles, les concepteurs et les conservateurs peuvent créer l'effet désiré, qu'il s'agisse de mettre l'accent sur un petit objet posé sur un socle ou d'illuminer une sculpture ou une installation de grandes dimensions.



Figure 337 MISE EN RELIEF



### 3.10.63 EFFETS DE LUMIÈRE :



Figure 338 Assombrissement D'un Groupe D'objets



Figure 339 ASSOMBRISSEMENT D'UN OBJET Particulier



Figure 341 Niveaux De Contraste Faibles



Figure 340 Niveaux De Contraste Élevés

### 3.10.64 TEMPÉRATURE DE COULEUR :

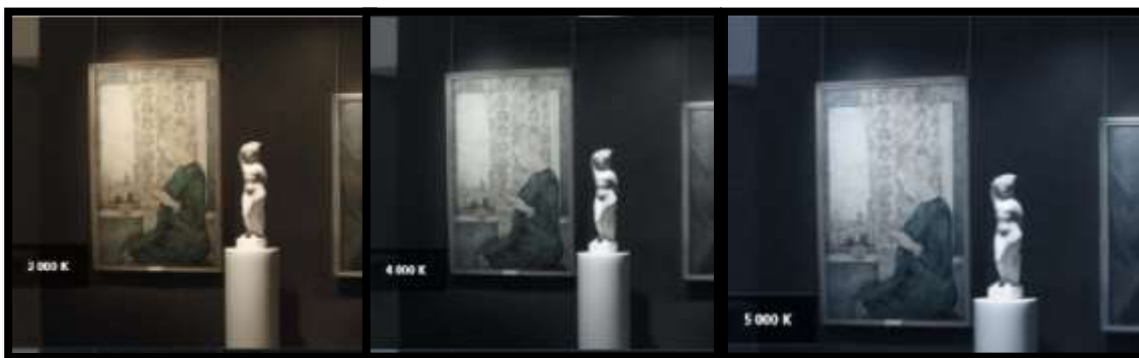


Figure 342 effet de la temperature sur les artefacts

La température de couleur d'une LED détermine si celle-ci émet une couleur chaude ou plus froide. Plus la température de couleur de la LED est élevée, plus l'effet de lumière en résultant sera froid<sup>151</sup>

<sup>151</sup> Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions, F ördergemeinschaft, p16 p18 p22 p32

### 3.11 Le faux plafond :

Composé de plaque de 10 mm d'épaisseur, qui sont fixés sur maillage suspendu au matelas de laine de verre de 5 cm d'épaisseur et prévu au dessus des plaques de plâtre pour la protection contre l'incendie. Le faux plafond a un rôle technique, en permettant d'intégrer, des réseaux, des systèmes d'éclairage, de climatisation

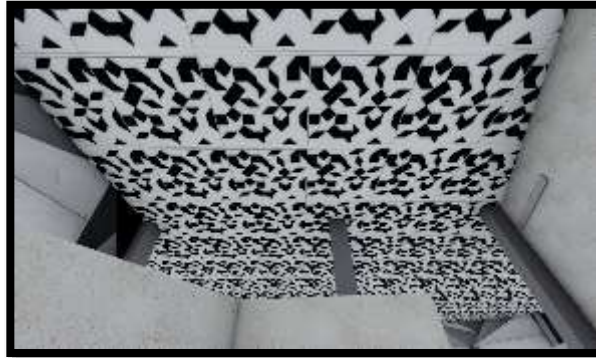


Figure 343 Faux plafond pour partie exposition

### 3.12 Isolation thermique pour la partie exposition :

#### Aérogel de silice :

Il s'agit du meilleur matériau d'isolation thermique connu à ce jour. Composé d'une structure de silice amorphe très légère elle est hydrophobe, résistante à plus de 2 000 fois son poids, son pouvoir isolant (thermique et phonique) est 3 à 4 fois plus performant que les isolants classiques.<sup>152</sup>

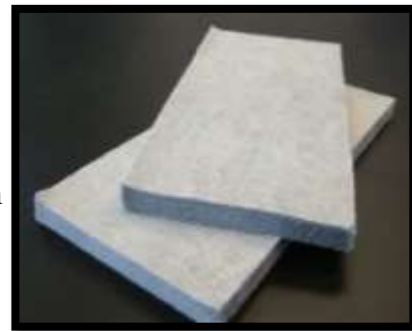


Figure 344 aérogel de silice

### 3.13 Isolation acoustique pour le partie exposition et atelier .

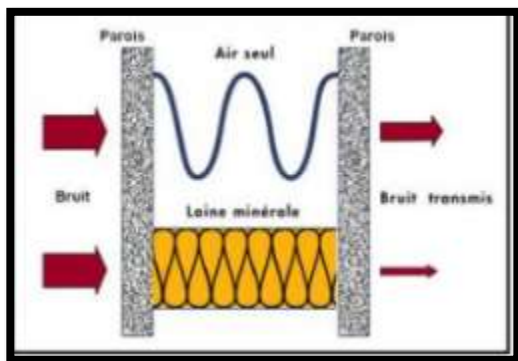


Figure 346 Schéma isolant acoustique



Figure 345 Mousse pour isolation acoustique

L'**isolation acoustique** traite de l'énergie transmise par la paroi. Cette énergie est pratiquement indépendante du caractère plus ou moins absorbant des parements.

### 3.14 Correction acoustique :

<sup>152</sup> <http://enersens.fr/fr/aerogel-de-silice/> (Consulté le 20/05/2020)

### 3.10.65 Matériau absorbant :

C'est un matériau qui absorbe une partie de l'énergie acoustique.<sup>153</sup>

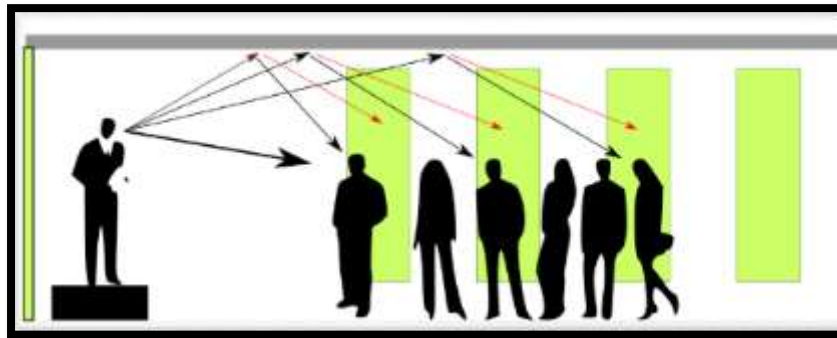


Figure 347 Après traitement, une partie des réflexions sont absorbées

des panneaux de fibres de roche enveloppés de tissu ont été conçu pour traiter les échos qui sont provoqués par des réflexions entre les murs parallèles durs, ou la réverbération trop importante d'une pièce. Ces panneaux seront fixés au mur ou au plafond.



Figure 348 Fibre de roche

### 2-9 L'étanchéité des verrières :

#### 3.10.66 2-9-1 Solution Triflex pour l'étanchéité :



Figure 349 L'étanchéité pour les verrières

Pour obtenir un ensemble uniforme et sans rejointolement qui s'adapte parfaitement aux éventuelles formes complexes des surfaces de toitures. La couche appliquée étant totalement solidaire avec la surface traitée, l'humidité n'a plus aucune chance de s'infiltrer ou d'engendrer des fuites sous la toiture.

<sup>153</sup> <https://www.actifc.com/isolation-phonique-batiment-industrie/> (Consulté le 20/05/2020)

## 4 Second œuvre :

### 4.1 Evacuation des eaux pluviales :

L'évacuation de l'eau de pluie demande de se conformer au respect de certaines règles. En effet, cette eau pluviale ne doit pas se mêler aux eaux usées, dans le musée crystal le système de Drainpanel a été utilisé.

Drainpanel est un élément modulaire en PP régénéré, conçu pour réaliser bassins enterrés pour la rétention et l'infiltration in-situ des eaux de pluie.<sup>154</sup>



Figure 350 Zone d'accumulation et drainage des eaux de pluie dans le projet (Plan de masse)



Figure 351 Système modulaire pour la création de systèmes d'accumulation et de drainage

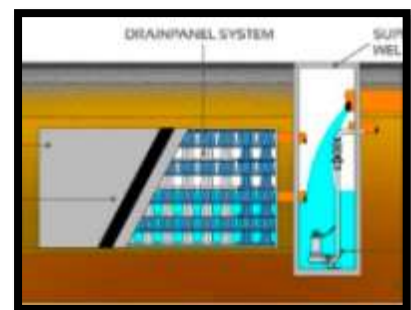


Figure 352 Accumulation des eaux

### 4.2 Protection contre incendie :

La sécurité incendie dans notre musée est assurée par des niveaux de protection qui se recoupent comme suit :

- La prévention et l'isolement.
- La détection et des installations d'alarme.
- La protection des équipements.
- Les voies d'évacuation d'urgence
- La planification d'urgence.
- Les procédures d'évacuation

<sup>154</sup> <https://www.garda.com/fr/services-de-securite/securite-physique/protection-contre-les-incendies>(Consulté le 05/06/2020)



Le matériel de première intervention : Les extincteurs, robinet d'incendie armé, les poteaux incendie, sprinkler<sup>155</sup>



Figure 354 extincteurs portatifs



Figure 355 Robinets d'incendie armés



Figure 353 poteaux incendie

#### 4.3 Les mesures pour la protection contre incendie :

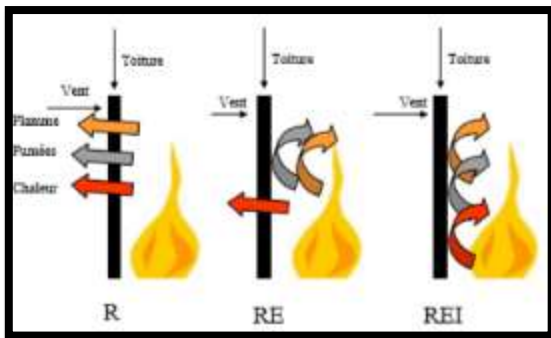


Figure 357 mur coupe feu pour les espace d'exposition



Figure 356 détecteur de fumée

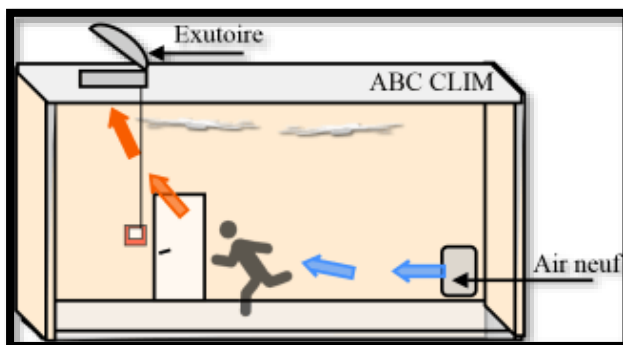


Figure 358 désenfumage mécanique



Figure 359 sprinkler incendie

#### 4.4 Electricité :

Principe du poste de transformation :

Il élève la tension électrique en vue de la transmission de cette dernière, puis il la fait redescendre afin qu'elle puisse être consommée par les usagers.

<sup>155</sup> <https://www.preventica.com/dossier-incendie-agir-moyens-intervention.php> (Consulté le 05/06/2020)

### 3.10.67 Poste de transformation photovoltaïque :

Ce poste permet de raccorder l'énergie dégagée par les panneaux photovoltaïques au réseau électrique.



Figure 362 Poste de transformation photovoltaïque

Il est composé d'onduleurs, d'un transformateur électrique et de cellule de raccordement au réseau électrique. Il s'agit d'une solution totalement modulaire et facilement à aménager en fonction de vos besoins de raccordement électrique. Les onduleurs transforment le courant continu créé par les panneaux.

Il possède un accès vers l'extérieur en cas d'intervention<sup>156</sup>

### 4.5 Groupe électrogène :

Un groupe électrogène est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité. Il est constitué d'un moteur thermique qui actionne un alternateur. sa puissance est de 250 KVA

Le groupe électrogène est visible de l'extérieur en cas d'intervention



Figure 363 groupe électrogène

### 4.6 Climatisation centrale avec groupe d'eau glacée :

Ce type de climatisation centrale présente plusieurs avantages. Elle élimine tout encombrement puisque les unités sont installées dans des locaux techniques. L'emplacement de ces appareils permet en outre d'éliminer toute nuisance sonore puisque le compresseur se trouve loin des pièces à climatiser.



Figure 361 groupe de production d'eau glacée à condensation à 300 kw



Figure 360 Souffleur d'air

<sup>156</sup> <https://www.zoneindustrie.com/Produit/Poste-de-transformation-photovoltaïque-HT-BT-11808.html>(Consulté le 11/06/2020)



Figure 364 Principe de fonctionnement d'une climatisation à eau glacée

Le groupe d'eau glacée est installé dans un local technique, cet appareil permet de climatiser un bâtiment en alimentant un réseau de tubes d'eau glacée. Ce système passe par un fluide intermédiaire, l'eau, contrairement au système à détente directe utilisant un fluide réfrigérant pour évacuer les calories de l'intérieur vers l'extérieur.

#### 4.7 Chaudière eau chaude :

Cette chaudière à une puissance de 110 KW, Pour obtenir les meilleurs rendements, il faut une température de retour du circuit de distribution de chauffage la plus basse. Cela s'obtient par une bonne conception du circuit hydraulique. Néanmoins, la chaudière à eau chaude peut convenir pour atteindre cet objectif.



Figure 365 Chaufferie Eau Chaude

#### 4.8 Bâche à eau :

Avec une capacité de 60 m<sup>3</sup>, le bache à eau sert à alimenter l'ensemble du musée ainsi, il possède un réseau de protection anti incendie, Le remplissage peut s'effectuer en gravitaire ou par un pompage par la trappe de visite ou par les dispositifs d'aspiration.

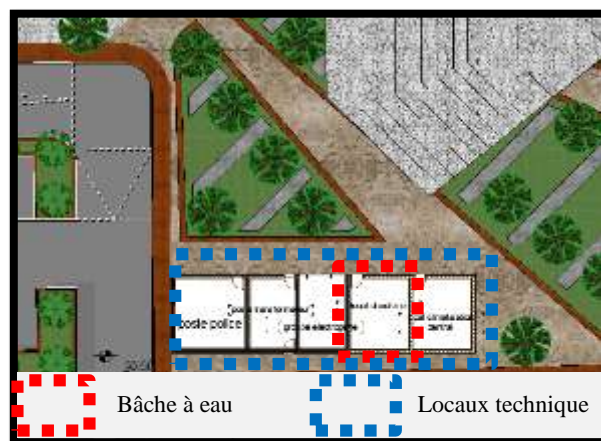


Figure 366 Emplacement du bache à eau dans notre musée

#### 4.9 Issues de secours :

Ce sont les portes donnant vers l'extérieur (pas de cul-de-sac), ouvrant vers l'extérieur, pouvant être ouvertes grâce à une simple manœuvre par toute personne, même prise de panique, et non verrouillées de l'intérieur. Elles peuvent correspondre aux entrées normales des occupants.

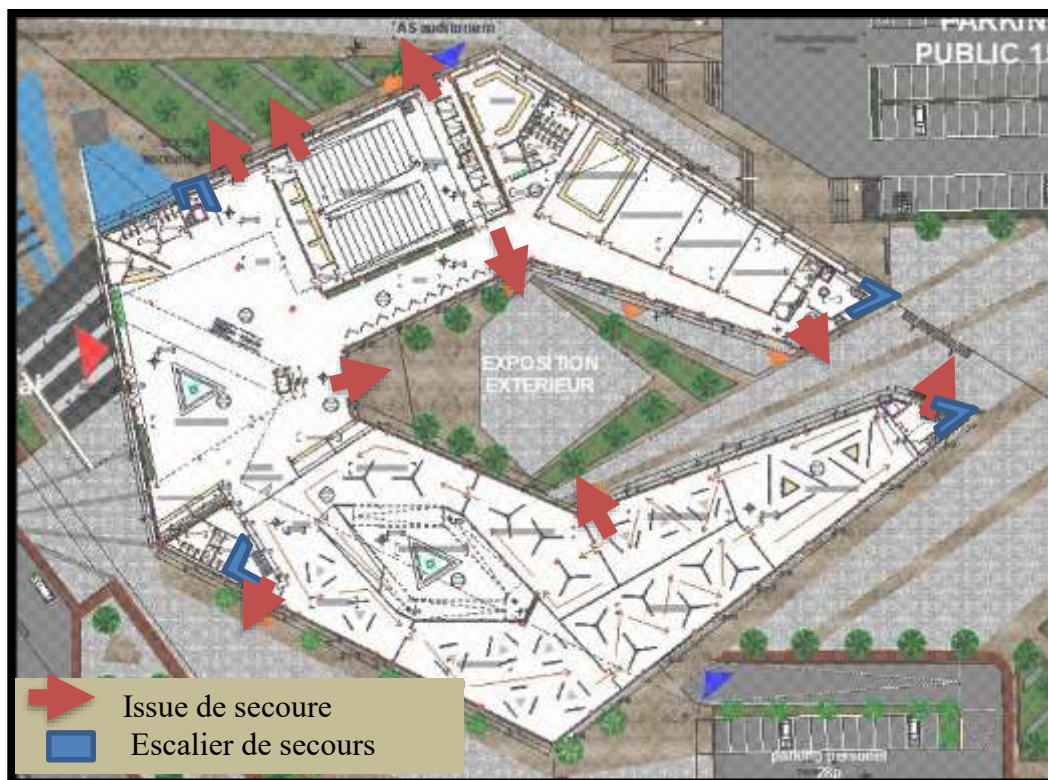


Figure 367 Emplacement des issues et des escaliers de secours dans notre projet



Figure 369 Escalier de secours



Figure 368 Sortie de secours

#### 4.10 Surveillance et sécurité :

##### 3.10.68 Surveillance vidéo passive :

Notre système de vidéosurveillance passive est une solution de sécurité à distance qui filme et stocke les séquences vidéo de tous ceux qui entrent ou sortent du musée. Cela peut inclure ceux qui endommagent les portes ou autres biens. Lorsque des caméras spécialisées pour plaques d'immatriculation sont utilisées, capable de capturer des étiquettes de plaque d'immatriculation entrant et sortant d'une communauté





Figure 371 video Camera, passive Infrared



Figure 370 surveillance Camera

#### 4.11 Système anti vol :



Figure 373 Scrutateur laser pour sculpture



Figure 372 Capteurs de vision



Figure 375 Détecteur / système de localisation dans les sculpture

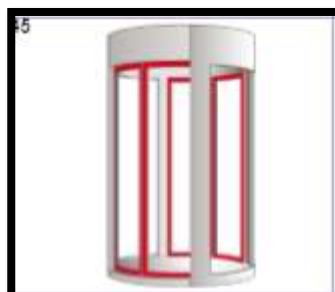


Figure 374 Portique de sécurité à l'entrée du musée



Figure 376 Bouton d'alarme ou pédale d'alarme

### Conclusion :

Grâce à la recherche sur les innovations technologiques et les techniques de pointe dans le domaine de construction, j'ai réussi à appliquer ces différents procédés techniques (le système constructif, les matériaux de construction, façade, couverture et les différents corps d'état) afin d'assurer le bon encrage du projet.

## **Conclusion générale :**

Ce long travail a été pour moi une expérience unique, une découverte au sens propre du mot mais en même temps un résultat d'une étude approfondie. C'est une esquisse par laquelle j'ai essayé de trouver une composition architecturale d'un musée qui se diffère par son enveloppe extérieure afin de garantir un maximum de confort.

Afin qu'il soit un projet réussi. Il doit inclure l'ensemble des technologies du siècle présent de la plus simple vers la plus complexe pour assurer la cohésion de ce nouveau musée, en estimant en fin de compte que j'ai répondu aux maximum des objectifs tracés

Le défi était d'allier entre structure, forme, fonctionnement et l'esthétique du musée, au même temps que le projet lui-même doit être une exposition pour les visiteurs, l'aspect intérieur et conçu d'une manière de créer une ambiance spécifique pour chaque thème d'exposition. La conception d'un projet pareil est le résultat de compromis entre des exigences fonctionnelles, esthétique et techniques etc.

Le projet qu'on a présenté c'est le résultat d'un parcours universitaire marqué par :

Les différentes expériences pratiques et théoriques pendant lesquelles on a découvert l'acquisition de Savoir et de savoir-faire et de savoir penser spécifiquement de concevoir et de matérialiser une démarche globalisante et une vision de synthèse lors de l'élaboration de notre projet en favorisant la créativité et la compétence technique.

## **Bibliographies :**

Ouvrages :

- Aurelio Muttoni; l'art des structure 2ème Edition (2004). •
- Pete silver, Will mclean, Comprendre simplement les techniques de construction
- Jean-François Perrault, Francis D. K. Ching, Guide technique et pratique de la construction.
- Christine Desmoulins, 25 musées (2005).
- Ernst Neufert Dunod, les éléments de projet de construction, 8ème édition et 10ème édition Paris, 2002.
- Fördergemeinschaft, Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions.
- Feilo Sylvania, Lighting for museums and galleries.

Documents juridiques :

- POS cité djamel, PDAU du groupement d'Oran

Sites internet :

- ArchDaily.com • Oran-dz.com • Port-oran.dz • smb-cm.fr • archiexpo.fr • ecologique-solidaire.gouv.fr • museumdisplay.com/ • contemporain.com/art • Wikipédia • industrie-techno.com • slideshare.net

# **CHAPITRE V : ANNEXES**



## 1. Panneaux En Ductal :

LE Ductal est un matériau très malléable, qui nous permet de produire des brise-soleil préfabriqués sur-mesure, résistants et adaptés à tout bâtiment . les brise-soleil offrent de multiples possibilités aux architectes à la recherche d'alternatives pour des façades perforées légères et durables, aux formes minces et fuselées.<sup>157</sup>



Panneaux perforées en Ductal

### 3.10.69 Caractéristiques :

béton fibré à haute-performance (BFUP) garantit la durabilité il permet de produire des panneaux fins et légers, de grande taille et dont le taux de perforation peut dépasser 50 % .

Ductal offre également la possibilité de jouer sur la profondeur des panneaux pour un design favorisant les effets d'ombre et de lumière, un rendu impossible avec les solutions à base de tôle d'acier découpée au laser.

Très fluide, Ductal peut être coulé dans les formes les plus complexes et les plus variées. Grâce à l'aspect minéral du matériau, disponible dans de multiples coloris

Pour votre bâtiment,  
une seconde peau à la fois légère, fine et élégante.

### 2. Fixation des façades en ductal :

tous de tailles différentes et dont les perforations devaient se raccorder aux matricages des voiles de béton selon les dessins de l'architecte. Leur pose a été assurée par Betsinor Composites qui a également conçu les systèmes de fixation. Ces derniers sont composés d'une console inox en partie basse destinée à en assurer le soutien. En partie haute, deux inserts noyés à l'arrière des panneaux dans le béton ont servi à régler les différents éléments de la résille.<sup>158</sup>

### 3. Préfabrication pour mur rideau :

Les vitrages de contrôle solaire « sélectifs » sont conçus pour répondre à cet objectif. Leur performance est déterminée en calculant le ratio de sélectivité « lumière transmise / énergie transmise ». Plus ce ratio est élevé, plus le vitrage transmet un maximum de lumière pour un minimum d'énergie solaire.



Exemple de structure architecturale vitrée pour mur rideau

<sup>157</sup> <https://www.ductal.com/fr/architecture/brise-soleil-et-facades-perforees>

<sup>158</sup> <https://www.batiweb.com/actualites/vie-des-societes/facade-du-lam-une-resille-faite-de-panneaux-perfores-en-beton-2011-01-18-17456> (Consulté le 15/06/2020)

## 5 Principe du système de préfabrication pour mur rideau :

- L'écran extérieur est composé des panneaux tympan, de la feuille de verre extérieure des vitrages isolants, des capuchons décoratifs, des plaques à pression
- La chambre d'égalisation des pressions comprend toute cavité située derrière l'écran extérieur. Ces cavités sont reliées à l'environnement extérieur par des orifices localisés au bas des éléments permettant l'écoulement
- L'écran pare-air / pare-vapeur est situé du côté intérieur du mur-rideau, dans le plan de l'épaulement du meneau d'aluminium. Cet écran comprend la panne métallique des tympan (en aluminium ou acier galvanisé), le verre intérieur de l'unité isolante, le joint d'étanchéité entre le verre et l'épaulement du meneau ainsi que l'épaulement.<sup>159</sup>

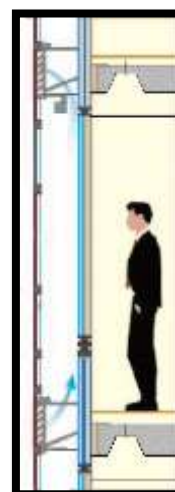


Schéma détail fixation

## 6 Etanchéité :

En architecture et en construction, l'étanchéité décrit les moyens mis en œuvre pour s'assurer que les éléments naturels extérieurs (pluies, humidité ascensionnelle, vent) ou intérieurs (air saturé en humidité) ne viennent pas mettre en péril les éléments constitutifs du bâtiment (structure, isolation).

### 3.10.70 L'étanchéité des mur rideaux:

Les principaux types de murs-rideaux sont le système dit « conventionnel » ou mur-rideau à résille et le mur-rideau en panneau préfabriqué en usine. Ces typologies font référence au mode d'assemblage en chantier, qui est déterminant lors de la conception du système de mur-rideau.<sup>160</sup>

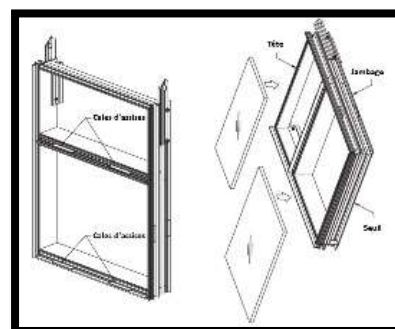


Schéma étanchéité pour mur rideaux

## 7 Vitrage pour mur rideau :

### Vitrages faiblement émissifs

Un vitrage peu émissif ou VIR est un double vitrage qui a subi un traitement spécial sur les faces internes entre les deux vitres. Ce type de vitrage vous permet d'améliorer grandement la capacité isolante de la vitre



Schéma détail pour mur rideaux

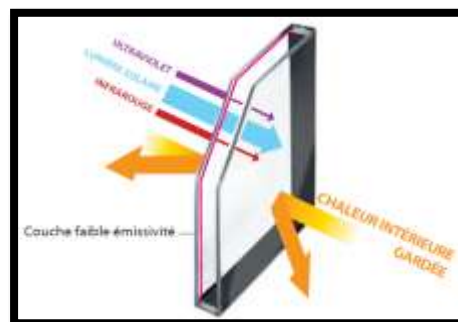


Schéma de vitrages faiblement émissifs

<sup>159</sup> <https://fr.saint-gobain-building-glass.com/fr/comment-choisir-son-vitrage-de-facade>(Consulté le 15/05/2020)

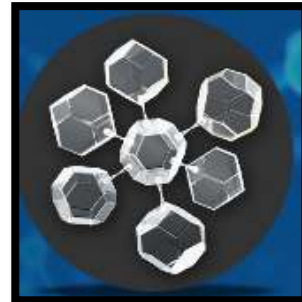
<sup>160</sup> <http://guidemurrideau.com/principe-detancheite-du-mur-rideau/> (Consulté le 15/05/2020)

## 8 L'électrochromie :

Un matériau est dit électrochrome s'il peut changer de couleur de manière réversible lorsqu'une charge électrique lui est appliquée. Différentes technologies sont utilisées pour fabriquer des vitrages électrochromes : organiques à base de gel électroactif.<sup>161</sup>



Façade en verre électrochrome



les molécules photochromiques

## 9 Couverture en Verrières

Le but principal de la couverture est d'assurer une protection mécanique contre des agents extérieurs divers (poussières, intrusions, etc.). Elle doit aussi résister aux contraintes mécaniques statiques de la neige et dynamiques des vents violents (pression et arrachement).<sup>162</sup>



Vue sur verrière

## 10 Structure pont en caisson pour la partie en porte à faux :



Détail du nœud pour partie porte à faux



Detail 3d structure en caisson

Les nœuds méritent une attention particulière. Comme les barres comprimées sont droites, tout changement de direction est concentré. Les nœuds sont constitués de tôles d'acier disposées en facettes et assemblées par soudage avec des connexions préparées pour la fixation par boulons des éléments adjacents de la structure porteuse : des barres comprimées en tube, des tirants en profilés creux rectangulaires et des poutres des dalles en profilés en double té à larges ailes. Ces dernières reposent sur des nœuds par des appuis glissants et sont limitées dans leur extension par des barres filetées.<sup>163</sup>

<sup>161</sup> <https://secm.fr/encyclopedie-du-verre-par-secm/le-verre-electrochrome/> (Consulté le 14/03/2020)

<sup>162</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Couverture\\_\(construction\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Couverture_(construction)) (Consulté le 09/03/2020)

<sup>163</sup> <https://www.arch2o.com/design-highrise-buildings-diagrid-structures/> (Consulté le 09/03/2020)

## 11 Structure mixte :

### 3.10.71 Définition

Un élément structurel en construction est défini comme mixte s'il associe deux matériaux de nature et de propriété différentes, et la où ils se différencient se révèlent complémentaires avec l'objectif de tirer sur le plan mécanique la meilleure partie possible de cette association. <sup>164</sup>

### 3.10.72

### 3.10.73

### 3.10.74 Les différents types de la structure mixte :

Il existe 3 types de structures mixte :

- Structure mixte béton / bois
- Structure mixte béton / acier
- Structure mixte bois / acier

Dans les éléments mixtes, l'adhérence entre les composants n'existe pas naturellement. La solidarisation doit être obtenue au moyen d'organes de liaison, appelés « Connecteurs ».

## 12 Planchers mixtes :

Plancher collaborant avec dalles en Béton armé coulées sur place :

La dalle en Béton armé est liée à la poutre en acier aux moyen de connecteurs s'opposant à la force de glissement qui tend à séparer les deux éléments. , la dalle est coulée sur place ce qui nécessite pas un coffrage , un temps de décoffrage et un ferrailage assez lourd

### 3.10.75 Avantages :

Grandes portées

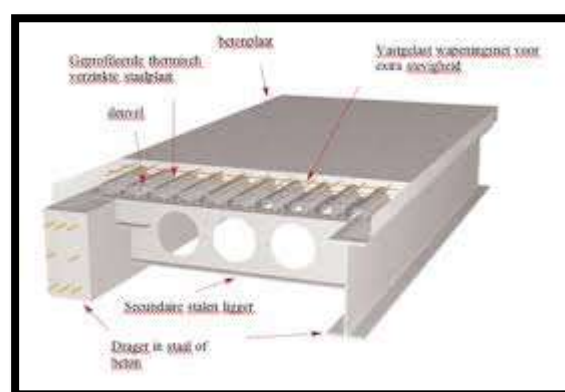
- Offre une grande flexibilité et de nombreuses possibilités lors de la conception.

Domaine d'utilisation très varié

- Rapidité d'exécution
- Cout réduit
- La légèreté
- La résistance au feu
- Les structures mixtes s'adaptent aisément aux modifications susceptibles de se produire durant la vie d'un bâtiment. <sup>165</sup>



Complexe culturel Pierres Vives à Montpellier



Principe d'un plancher collaborant

<sup>164</sup> <http://pierresvives.herault.fr/page-standard/larchitecture>(Consulté le 15/02/2020)

<sup>165</sup> <https://www.infosteel.be/fr/materiaux/applications/dalle-mixte-acier-beton.html>(Consulté le 15/02/2020)