



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences et de la technologie
Département d'Architecture

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Architecture et Urbanisme
Spécialité : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT
Réf. :

Présenté et soutenu par :
Tibermacine Bouthayna

Le : samedi 20 juillet 2019

Le Thème : Folding architecture « origami » et climat
Le projet : Musée d'art contemporain à Biskra

Jury

Mme. Ghanemi Fatine	MAA	Université de Biskra	Président
Pr. Bada Yassine	Pr	Université de Biskra	Rapporteur
Dr. Sriti Laila	MCA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018 - 2019

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Sommaire

Listes des figures

Listes des tableaux

CHAPITRE INTRODUCTIF :

1-	Introduction générale :.....	Erreur ! Signet non défini.
2-	Problématique :.....	Erreur ! Signet non défini.
3-	L'hypothèse	Erreur ! Signet non défini.
4-	Objectif :.....	Erreur ! Signet non défini.
5-	Méthodologie du mémoire :	Erreur ! Signet non défini.
6-	Structure du mémoire :	Erreur ! Signet non défini.

CHAPITRE I :L'ART D'ORIGAMI

	<i>Introduction</i> :	Erreur ! Signet non défini.
1-	Histoire de l'origami :	Erreur ! Signet non défini.
2-	Définition de l'origami :	Erreur ! Signet non défini.
3-	Le fondateur de l'origami :	Erreur ! Signet non défini.
4-	Les 3 symboles de l'Origami :	Erreur ! Signet non défini.
4-1-	La grue :	Erreur ! Signet non défini.
4-2-	La grenouille :	Erreur ! Signet non défini.
4-3-	Le crabe	Erreur ! Signet non défini.
5-	Les Formes de l'origami :.....	Erreur ! Signet non défini.
5-1-	l'origami composé « classique » :.....	Erreur ! Signet non défini.
5-2-	Box pleating:	Erreur ! Signet non défini.
5-3-	Kirigami:	Erreur ! Signet non défini.
5-4-	Aerogami:.....	Erreur ! Signet non défini.
5-5-	Origami modulaire:.....	Erreur ! Signet non défini.
5-6-	Pureland origami:.....	Erreur ! Signet non défini.
5-7-	La Tessellation :	Erreur ! Signet non défini.
5-8-	La corrugation :(peut être traduit par ondulation)	Erreur ! Signet non défini.
5-9-	L'origami dit » Traditionnelle » :.....	Erreur ! Signet non défini.
5-10-	le crumpling : le plis froissé :	Erreur ! Signet non défini.
6-	Les techniques d'origami :	Erreur ! Signet non défini.
6-1-	Les plis simples:	Erreur ! Signet non défini.
6-1-1-	Le pli vallée:.....	Erreur ! Signet non défini.
6-1-2-	Le pli montagne:.....	Erreur ! Signet non défini.
6-1-3-	Le pli zigzag:.....	Erreur ! Signet non défini.
6-2-	Plis de niveau intermédiaire	Erreur ! Signet non défini.
6-2-	Le pli renversé:	Erreur ! Signet non défini.
6-2-1-1-	Le pli renversé intérieur :	Erreur ! Signet non défini.

6-2-1-2-	Le pli renversé extérieur :	Erreur ! Signet non défini.
6-2-2-	Le pli pétale :	Erreur ! Signet non défini.
6-2-3-	Le pli aplati :	Erreur ! Signet non défini.
6-2-4-	Le pli crimp:	Erreur ! Signet non défini.
6-2-5-	Le pli oreille de lapin :	Erreur ! Signet non défini.
6-3-	Les plis niveau complexes:	Erreur ! Signet non défini.
6-3-1-	Le pli pivot :	Erreur ! Signet non défini.
6-3-2-	Le pli "double oreille de lapin" :	Erreur ! Signet non défini.
6-3-3-	Les plis enfoncés:	Erreur ! Signet non défini.
6-3-3-1-	Le pli enfoncé ouvert :	Erreur ! Signet non défini.
6-3-3-2-	Le pli enfoncé fermé :	Erreur ! Signet non défini.
7-	Les bases :	Erreur ! Signet non défini.
7-1-	La base de la bombe à eau :	Erreur ! Signet non défini.
7-2-	La base préliminaire :	Erreur ! Signet non défini.
7-3-	La base de l'oiseau :	Erreur ! Signet non défini.
7-4-	La base de la grenouille :	Erreur ! Signet non défini.
7-5-	La base du cerf-volant :	Erreur ! Signet non défini.
7-4-	La base du poisson :	Erreur ! Signet non défini.
8-	Le solfège de l'origami :	Erreur ! Signet non défini.
	<i>Conclusion</i> :	Erreur ! Signet non défini.

CHAPITRE II :L'ORIGAMI EN ARCHITECTURE

	<i>Introduction</i> :	Erreur ! Signet non défini.
1-	L'origami en architecture :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-	Le développement de l'architecture origamique :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-	Les Modèles de pliage de base :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-1-	Leur importance se reflète dans ce qui suit :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-2-	Les types de motifs :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-2-1-	Motif de diamant (motif de Yoshimura) :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-2-2-	Motif diagonal :	Erreur ! Signet non défini.
2-	Des exemples d'application d'origami en architecture :	Erreur ! Signet non défini.
2-1-	L'origami comme 2 eme enveloppe :	Erreur ! Signet non défini.
	<i>EXEMPLE 1 : Département de la santé de Bilbao</i>	Erreur ! Signet non défini.
	<i>EXEMPLE 2 : Siège de Barclays - Paris, France</i>	Erreur ! Signet non défini.
2-2-	L'origami et la forme architecturale :	Erreur ! Signet non défini.
	<i>EXEMPLE 1 : Star Hill Galerie</i>	Erreur ! Signet non défini.
	<i>EXEMPLE 2 : Le musée du chocolat Nestlé</i> :	Erreur ! Signet non défini.
2-3-	L'origami et la structure :	Erreur ! Signet non défini.
	<i>EXEMPLE 1 : Chapelle De L'Académie De L'Armée De L'Air Américaine</i>	Erreur ! Signet non défini.
2-3-	L'origami et la perception :	Erreur ! Signet non défini.
	<i>EXEMPLE 01 : showroom de salle de bain ABC</i> :	Erreur ! Signet non défini.
	<i>Conclusion</i> :	Erreur ! Signet non défini.

CHAPITRE III :ORIGAMI ET CLIMAT

	<i>Introduction</i> :	Erreur ! Signet non défini.
1-	Le climat :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-	Définition :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-	Les éléments de climat :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-	Les types de climats :	Erreur ! Signet non défini.
2-	L'architecture bioclimatique :	Erreur ! Signet non défini.
2-1-	Définition :	Erreur ! Signet non défini.

- 2-2- Le concept de l'architecture bioclimatique : Erreur ! Signet non défini.
- 2-3- Principes de base de l'architecture bioclimatique : Erreur ! Signet non défini.
- 2- Les stratégies de l'architecture bioclimatique : Erreur ! Signet non défini.
- ⇒ La stratégie du chaud (d'hiver) Erreur ! Signet non défini.
- ⇒ La stratégie du froid (d'été) : Erreur ! Signet non défini.
- 3- Dispositif d'ombrage et la protection solaire : Erreur ! Signet non défini.
- 3-1- Fonction de l'ombre : Erreur ! Signet non défini.
- 3-2- Utilisation de dispositifs d'ombrage : Erreur ! Signet non défini.
- 3-3- Dispositif d'ombrage extérieur : Erreur ! Signet non défini.
- 3-3-1- Types de dispositif d'ombrage extérieur (brise soleil) : Erreur ! Signet non défini.
- 3-3-2- Autres dispositifs d'ombrage : Erreur ! Signet non défini.
- 3-3-2-1- Ombrage par l'environs : Erreur ! Signet non défini.
- 3-3-2-2- Ombrage par la végétation (ombrage naturelle) : Erreur ! Signet non défini.
- 3-3-2-3- Self shading (auto ombrage) : Erreur ! Signet non défini.
- 4- Skin architecture (l'architecture de la peau) et l'origami : Erreur ! Signet non défini.
- 5- Exemples d'origami réalisés par des techniques climatiques : Erreur ! Signet non défini.
- 5-1- L'origami et l'ombre : Erreur ! Signet non défini.
- Exemple 01 : Façade translucide à Ginza, Tokyo* Erreur ! Signet non défini.
- 5-2- L'origami et la protection : Erreur ! Signet non défini.
- Exemple 01 : Façade réactive des tours Al Bahar / Aedas* Erreur ! Signet non défini.
- Exemple 02 : Musée de l'automobile à Nanjing* Erreur ! Signet non défini.
- Conclusion* : Erreur ! Signet non défini.

CHAPITRE IV :LES MUSEES

- Introduction* : Erreur ! Signet non défini.
- 1- Définition du musée : Erreur ! Signet non défini.
- 2- Définition de la muséologie : Erreur ! Signet non défini.
- 3- Définition de la muséographie : Erreur ! Signet non défini.
- 4- Définition Musées d'art contemporain : Erreur ! Signet non défini.
- 5- L'évolution du musée à travers l'histoire : Erreur ! Signet non défini.
- 6- Les types de musée : Erreur ! Signet non défini.
- 6-1- Types de musées selon la discipline : Erreur ! Signet non défini.
- 6-1-1- Musée d'art : Erreur ! Signet non défini.
- 6-1-2- Musées d'histoire : Erreur ! Signet non défini.
- 6-1-3- Musées de science : Erreur ! Signet non défini.
- 6-1-4- Musées culturel : Erreur ! Signet non défini.
- 6-1-5- Musées général (universel) : Erreur ! Signet non défini.
- 6-1-6- Musées spécialisés : Erreur ! Signet non défini.
- 6-2- Types de musées suivant la notion d'ouverture et de fermeture : Erreur ! Signet non défini.
- 7- Les fonctions du musée : Erreur ! Signet non défini.
- 8- Les parcours : Erreur ! Signet non défini.
- 8-1- Les exigences d'un parcours : Erreur ! Signet non défini.
- 8-2- Les types des parcours : Erreur ! Signet non défini.
- 8-2-1 - *Type linéaire* : Erreur ! Signet non défini.
- 8-2-1-1- type arborescent: Erreur ! Signet non défini.
- 8-2-1-2- type ruban: Erreur ! Signet non défini.
- 8-2-2- Type circulaire: Erreur ! Signet non défini.
- 8-2-3- Type labyrinthe: Erreur ! Signet non défini.
- 8-2-4- Type bloc : Erreur ! Signet non défini.
- 9- Éclairage dans les musées : Erreur ! Signet non défini.

9-1- L'éclairage comme moyen d'expression :	Erreur ! Signet non défini.
9-2- L'éclairage d'exposition :	Erreur ! Signet non défini.
9-3- Types d'éclairage naturel :	Erreur ! Signet non défini.
9-3-1-1- Eclairage bilatéral :	Erreur ! Signet non défini.
9-3-1-2- Eclairage unilatéral :	Erreur ! Signet non défini.
9-3-2- Eclairage Zénithal :	Erreur ! Signet non défini.
9-3-2-1- Les toitures en dents de scie ou sheds :	Erreur ! Signet non défini.
9-3-2-2- Les tabatières (skylights) :	Erreur ! Signet non défini.
9-3-2-3- Les verrières et les dômes :	Erreur ! Signet non défini.
9-3-2-4- Les Lanterneaux :	Erreur ! Signet non défini.
9-3-2-5- Puits de lumières :	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion :	Erreur ! Signet non défini.

CHAPITRE V : LES ANALYSES DES EXEMPLES ET DE TERRAIN

1- Les analyses des exemples :	Erreur ! Signet non défini.
1-1- Exemple 01 : Musée des Confluences « Le Centre des sciences » :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-1- Identification du projet :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-2-1- L'idée conceptuelle :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-2-2- la volumétrie :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-2-3 - La description du projet :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-3- Les spécificités du projet :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-3-1- l'organisation spatiale :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-3-2- L'éclairage dans le musée :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-3-3- La circulation intérieure :	Erreur ! Signet non défini.
1-1-4- Techniques constructives :	Erreur ! Signet non défini.
1-2- Exemple 02 : Musée Zig Zag de Zaha Hadid :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-1- Identification du projet :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-2- Analyse architecturale :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-2-1- Le Contexte :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-2-2- Idée conceptuelle :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-2-3- La volumétrie :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-2-4- La description du projet :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-3- Les spécificités du projet :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-3-1- L'organisation spatiale :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-3-2- Le dispositif des galeries :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-3-3- L'éclairage dans le musée :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-3-4- L'étude de circulation :	Erreur ! Signet non défini.
1-2-4- Techniques constructives :	Erreur ! Signet non défini.
1-3- Exemple 03 : Musée Tel Aviv Israël:	
1-3-2- Analyse architecturale :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-2-1- L'idée conceptuelle :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-2-2- La volumétrie :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-2-3- La description de l'architecture :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-3- Les spécificités du projet :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-3-1- L'organisation spatiale :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-3-2- Le dispositif des galeries :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-3-3- L'éclairage dans le musée :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-3-4- L'étude de circulation :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-4- Techniques constructives :	Erreur ! Signet non défini.
1-3-5- L'organigramme fonctionnel :	Erreur ! Signet non défini.

1-4- Exemple 04 : Musée d'art Denver « Frederic C. Hamilton »	Erreur ! Signet non défini.
1-4-1- Identification du projet :	Erreur ! Signet non défini.
1-4-2- Analyse architecturale :	Erreur ! Signet non défini.
1-4-2-1- Le contexte :	Erreur ! Signet non défini.
1-4-2-2- L'idée conceptuelle :	Erreur ! Signet non défini.
1-4-2-3- La volumétrie :	Erreur ! Signet non défini.
1-4-3- Les spécificités du projet :	Erreur ! Signet non défini.
1-4-3-1- L'organisation spatiale :	Erreur ! Signet non défini.
1-4-3-2- L'éclairage dans le musée :	Erreur ! Signet non défini.
1-4-3-3- L'étude de circulation :	Erreur ! Signet non défini.
1-4-4- Techniques constructives :	Erreur ! Signet non défini.
1-5- L'organigramme fonctionnel :	Erreur ! Signet non défini.
<i>Conclusion</i> :	Erreur ! Signet non défini.
2- Analyse de terrain :	Erreur ! Signet non défini.
2-1- La situation de la ville de Biskra :	Erreur ! Signet non défini.
2-2- Le climat de wilaya :	Erreur ! Signet non défini.
2-3- La situation du terrain :	Erreur ! Signet non défini.
2-4- Délimitation de terrain :	Erreur ! Signet non défini.
2-5- La morphologie de terrain :	Erreur ! Signet non défini.
2-6- L'ensoleillement :	Erreur ! Signet non défini.
2-7- Les vents :	Erreur ! Signet non défini.
2-8- L'accessibilité :	Erreur ! Signet non défini.
2-9 Rapport pleine et vide :	Erreur ! Signet non défini.
<i>Conclusion</i> :	Erreur ! Signet non défini.
3- La conception du projet :	Erreur ! Signet non défini.
3-1- Présentation du projet :	Erreur ! Signet non défini.
3-2- Le programme officiel d'un musée régional :	Erreur ! Signet non défini.
3-3- Le programme proposé :	Erreur ! Signet non défini.
3-4- Les objectifs et les intentions :	Erreur ! Signet non défini.
3-4- L'idée Conceptuelle :	Erreur ! Signet non défini.
CHAPITRE IV: SIMULATION PAR LOGICIEL ECOTECT	
1- Le choix d'outil de simulation « ECOTECT » :	Erreur ! Signet non défini.
2- Le logiciel utilisé pour la simulation :	Erreur ! Signet non défini.
2-1- Ecotect Analysis 2011 :	Erreur ! Signet non défini.
2- Les Avantages :	Erreur ! Signet non défini.
3- Etape du travail via ECOTECT :	Erreur ! Signet non défini.
3-1- Préparation :	Erreur ! Signet non défini.
3-2- Dessin :	Erreur ! Signet non défini.
3-3- Analyse :	Erreur ! Signet non défini.
3-4- Intégration des données météorologique à la ville de Biskra :	Erreur ! Signet non défini.
3-5- Réglage des paramètres de ECOTECT :	Erreur ! Signet non défini.
CONCLUSION GENERALE :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
BIBLIOGRAPHIES :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Listes des figures :

Chapitre : I

- FIGURE 1: AKIRA YOSHIZAWA LE FONDATEUR DE L'ORIGAMI **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 2: LES SYMBOLES DE L'ORIGAMI **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 3: : LE SOLFEGE DE L'ORIGAMI **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

Chapitre : II

- FIGURE 4: MASAHIRO CHATANI **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 5: MOTIF DE DIAMANT - TYPE DE PLIAGE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 6: MOTIF DIAGONAL (UN CYLINDRE ET SES MOTIFS DE PLIAGE CONSTITUES DE TRIANGLES ET DE TRAPEZES) **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 7: MOTIF MIURA-ORI (MOTIF DE HERRINGBONE) **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 8: DEPARTEMENT DE LA SANTE A BILBAO **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 9: DETAILS DE FAÇADE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 10: LA FAÇADE DE SIEGE DE BARCLAYS A PARIS **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 11: DETAILS DE LA FAÇADE DE SIEGE DE BARCLAYS Ç PARIS ... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 12: LE BATIMENT STAR HILL GALERIE A MALAISIE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 13: LE BATIMENT STAR HILL GALERIE A MALAISIE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 14: LE MUSEE NESTLE CHOCOLAT A MEXIQUE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 15: COUPE DE CHAPELLE DE L'ACADEMIE DE L'ARMEE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 16: CHAPELLE DE L'ACADEMIE DE L'ARMEE DE L'AIR AMERICAINE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 17: VUE INTERIEUR DANS LE CHAPELLE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 18: LE SHOWROOM DE SALLE DE BAIN ABC EMPORIO A L'INDE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 19: VUE NOCTURNE DE SHOWROOM **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

Chapitre : III

- FIGURE 20: LA COURSE SOLEIL **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 21: LES RAYONNEMENT SOLAIRE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 22: SCHEMA DE L'EQUILIBRE ENTRE LES TROIS PIVOTS **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 23: CONCEPTS ET STRATEGIE DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 24: LES DIFFERENTS TYPES DE RADIATION SOLAIRE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 25: LA PROPAGATION DE LA LUMIERE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 26: L'ANGLE DE SOLEIL **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 27: LES BRISES SOLEIL HORIZONTALES DANS LA FAÇADE SUD DE BATIMENT **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 28: LES TYPES DE BRISES SOLEIL **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 29: L'OMBRE DANS 2 DIFFERENT TEMPS DE JOUR **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 30: OMBRAGE NATUREL(PROTECTION SOLAIRE PAR LA VEGETATION) . **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
FIGURE 31: POLY INTERNATIONAL: FAÇADE COMPLETE PLIEE EN MIURA-ORI / DIAGRID STRUCTUREL INCORPORE A LA FAÇADE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE 32: CENTRE DE GREEN LAND – PEKIN / MODULE D'AUTO-OMBRAGE INSPIRE DE L'ORIGAMI	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 33: DETAILS DE LA FAÇADE TRANSLUCIDE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 34: LA FAÇADE TRANSLUCIDE A TOKOYO	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 35: TOURS AL BAHAR - ABU DHABI – UAE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 36: FAÇADE DETAILLEE DE AL BAHAR TOWER	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 37: L'INSPIRATION DE L'IDEE DE CONCEPTION	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 38: MUSEE DE L'AUTOMOBILE A NANJING	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Chapitre : IV

FIGURE 39: LE BRITISH MUSEUM LONDRES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 40: LE MUSEE DE LOUVRE PARIS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 41: MUSEUM D'OXFORD DE L'UNIVERSITE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 42: MUSEE DES BEAUX-ARTS DE RENNES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 43: MUSEE D'HISTOIRE NATURELLE DE LILLE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 44: LE MUSEE DES SCIENCES VALENCE EN ESPAGNE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 45: LE MUSEE DES CULTURES TAURINES DE NIMES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 46: LE MUSEE UNIVERSEL DU LOUVRE, A PARIS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 47: MUSEE DE LA MUSIQUE MECANIQUE- FRANCE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 48: TYPE A CIEL OUVERT « RUINE ROMAINE DE TIPAZA » (SOURCE : HTTP://MUSEE.TYPE.ARCHI.FR)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 49: MUSEE GUGGENHEIM BILBAO, FRANK GEHRY. (SOURCE : HTTP://MUSEE.TYPE.ARCHI.FR)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 50: MUSEE D'ART CONTEMPORAIN, USA. (SOURCE : HTTP://MUSEE.TYPE.ARCHI.FR)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 51: PARCOURS DE MUSEE D'ORSAY A PARIS, FRANCE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 52: BRITISH MUSEUM	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 53: PARCOURS DE MUSEE GUGGENHEIM NEW YORK	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 54: LE MUSEE D'ART ET D'HISTOIRE DE CHOLET	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 55: LE PARCOURS CENTRE POMPIDOU PARIS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 56: MUSEE ALLEMAND DU LIVRE ET DE L'ECRITURE SOURCE :(HTTP://MUSEE.TYPE.ARCHI.FR))	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 57: PLAN DE L'ECLAIRAGE BILATERAL	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 58: LES SHEDS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 59: SKYLIGHTS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 60: VERRIERE DU BRITISH MUSEUM.	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 61: LES LANTERNEAUX	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 62: LE MUSEE D'ART ET SCIENCES DE SINGAPOUR	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Chapitre : V

FIGURE 63: PLAN DE SITUATION DE MUSEE DES CONFLUENCES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 64: PLAN DE MASSE DE MUSEE DES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 65: CIRCULATION URBAIN DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 66: LES UNITES ARCHITECTURALES DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 67: LE CRISTAL	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 68: LE NUAGE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 69: LE SOCLE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 70: PLAN NIVEAU 0.00 DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 71: PLAN NIVEAU MEZZANINE +3.91 DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 72: PLAN NIVEAU +26.52	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 73: PLAN NIVEAU +15.64	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 74: COUPE 01	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 75: COUPE 02	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 76: COUPE 03	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 77: LE CRISTAL, PUIT DE LUMIERE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 78: LA CIRCULATION INTERIEURE DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 79: LA STRUCTURE DE CRISTAL	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 80: LA STRUCTURE DE Puits DE GRAVITE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 81: LA CONSTRUCTION DE NUAGE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 82: LE SOCLE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 83: PLAN DE SITUATION DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 84: VUE SUR LE MUSEE ZIG ZAG.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 85: MUSEE RIVERSIDE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 86: PLAN DE RDC DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 87: PLAN DE 1 ER ETAGE DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 88: GALERIE DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 89: L'ECLAIRAGE NATURELLE DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 90: L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 91: PLAN DE LA CIRCULATION INTERIEURE DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 92: VUE INTERIEURE DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 93: DETAILS DE LA STRUCTURE EN ACIER DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 94: LA STRUCTURE DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 95: DETAILS DE FAÇADE EN ZINC.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 96: MUSEE TEL AVIV ISRAËL	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 97: VUE EXTERIEURE DE MUSEE TEL AVIV.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 98: PLAN DE 1 ER ETAGE DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 99: PLAN DE 3 EME ETAGE DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 100: PLAN DE RDC DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 101: PLAN DE 2 EME ETAGE DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 102: LES GALERIES DE MUSEE TEL AVIV	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 103: COUPE DE MUSEE (ECLAIRAGE A TRAVERS LIGHTFALL)....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 104: LE DISPOSITIF DE LIGHTFALL	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 105: DETAILS DE LIGHTFALL	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 106: LA CONCEPTION DES RAMPES CIRCULATOIRE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 107: LE REVETEMENT EXTERIEUR DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 108: DETAILS DE STRUCTURE DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 109: DETAILS CONSTRUCTIFS DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 110: PLAN DE SITUATION DE MUSEE DENVER	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 111: VUE EXTERIEURE DE MUSEE DENVER.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 112: L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 113: PLAN DE SOUS-SOL DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 114: PLAN RDC DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 115: PLAN DE 1 ER ETAGE DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 116: PLAN DE 2 EME ETAGE DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

FIGURE 117: PLAN DE 3 EME ETAGE DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 118: FAÇADE DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 119: COUPE (ECLAIRAGE NATURELLE).....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 120: LA CIRCULATION INTERIEURE DE MUSEE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 121: L'INTERSECTION DES ESPACES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 122: DETAILS CONSTRUCTIF DE MUSEE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 123: PLAN DE SITUATION DE LA VILLE DE BISKRA.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 124: PLAN DE SITUATION DE TERRAIN	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 125: DELIMITATION DE TERRAIN	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 126: COUPE TOPOGRAPHIQUE DE TERRAIN	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 127: PLAN DE SITUATION (LES LIMITE DE TERRAIN)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 128 : L'ETUDE DE L'ENSOLEILLEMENT DE TERRAIN	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 129: LA ROSE DES VENTS DE LA VILLE DE BISKRA	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 130: L'ACCESSIBILITE DE TERRAIN	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 131: L'ETUDE DE RAPPORT DE PLEINE ET VIDE DE TERRAIN.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Chapitre : VI

FIGURE 132: CAPTURE D'ECRAN ECOTECT 2011	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 133:CAPTUE DE L'INTERFACE LOGICIEL ECOTECT 2011 (INSERE LES DONNEES CLIMATIQUES DE LA VILLE DE BISKRA)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 134: CAPTURE DE L'INTERFACE DE LOGICIEL ECOTECT 2011(CHOIX DES DONNEES CLIMATIQUES DE LA VILLE DE BISKRA	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 135: L'ENSOLEILLEMENT ET L'OMBRE DE MUSEE. LE 06 JANVIER A 09.00H... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
FIGURE 136: L'ENSOLEILLEMENT ET L'OMBRE DE MUSEE. LE 06 JANVIER A 16.00H... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
FIGURE 137: LA FAÇADE SUD DE PROJET (JANVIER A 16.00H)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 138: L'ENSOLEILLEMENT ET L'OMBRE DE MUSEE. LE 06 JUIN A 09.00H . ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
FIGURE 139: L'ENSOLEILLEMENT ET L'OMBRE DE MUSEE. LE 06 JUIN A 16.00H . ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
FIGURE 140: LA FAÇADE SUD DE PROJET (JUN A 09.00H)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 141: LA FAÇADE SUD DE PROJET (JUN A 16.00H)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Listes des tableaux :

TABLEAU 1: LES DIFFERENTES FORMES D'ORIGAMI	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 2: LES TECHNIQUE DE PLIAGE D'ORIGAMI.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 3: LES BASES D'ORIGAMI.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 4:LA CARTE TECHNIQUE DE PROJET (DEPARTEMENT DE SANTE BILBAO) ... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
TABLEAU 5: LA CARTE TECHNIQUE DE PROJET (SIEGE DE BARCLAYS FRANCE) . ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
TABLEAU 6: LA CARTE TECHNIQUE DE PROJET (STAR HILL GALERIE) ... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
TABLEAU 7: LA CARTE TECHNIQUE DE PROJET(MUSEE DU CHOCOLAT) . ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
TABLEAU 8: LA CARTE TECHNIQUE DE PROJET.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

TABLEAU 9: LA CARTE TECHNIQUE DE PROJET.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 10:LA CARTE TECHNIQUE DE PROJET (FAÇADE TRANSLUCIDE – GINZA , TOKYO	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 11: LA CARTE TECHNIQUE DE PROJET (TOURS AL BAHAR - ABU DHABI) ...	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 12: LA CARTE TECHNIQUE DE PROJET (MUSEE DE L'AUTOMOBILE A NANJING)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 13: LES TYPES DE MUSEE SELON LA DISCIPLINE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 14: LES TYPES DES MUSEES SUIVANT LA NOTION DE FERMETURE ET D'OUVERTURE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 15: LES TYPES DES PARCOURS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 16: LES TYPES D'ECLAIRAGE LATERALE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 17: LES TYPES D'ECLAIRAGE ZENITHALE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 18: LA CARTE TECHNIQUE DE MUSEE DES CONFLUENCES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 19: LA CARTE TECHNIQUE DE MUSEE ZIG ZAG	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 20:LA CARTE TECHNIQUE DE MUSEE TEL AVIV	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 21: LA CARTE TECHNIQUE DE MUSEE DENVER.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 22: LES POINTS FORTS ET FAIBLES DE TERRAIN.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 23: LE PROGRAMME OFFICIEL D'UN MUSEE REGIONAL.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 24: LE PROGRAMME OFFICIEL D'UN MUSEE REGIONAL.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 25: LE PROGRAMME PROPOSE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 26: LE PROGRAMME PROPOSE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 27: LES OBJECTIFS ET LES INTENTIONS.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU 28: LES OBJECTIFS ET LES INTENTIONS.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Dédicaces :

Je dédie ce modeste travail :

*A mes chers parents, **ABD ELHAKIM** et **HALIMA** pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes chères sœurs, **SAFIA, AMIRA** et **AYA** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*A mon cher frère, **LAZHER** pour son appui et son encouragement,*

*A mes chères et belles amies **MANEL** et **ZAKIA**, qui m'ont toujours encouragée, et à qui je souhaite plus de succès,*

*A mes chères et belles cousines **ANFEL, RANIA, DHIKRA, MAROUA** et **RADJA** pour leurs amours et leurs encouragements.*

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Je t'aime.



Remerciements :

Avant tout, je dois remercier le dieu le tout puissant, lumière des cieux et de la terre, m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

*Je voudrais adresser toute ma gratitude au directeur de mon mémoire, **Mr. Bada Yassine**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à enrichir ma réflexion.*

*De même je remercie **Mme. Sriti Laila** et **Mme. Ghanemi Fatine** ; membres de jury qui m'ont honoré d'assister et évaluer mon travail.*



1- Introduction générale :

Les techniques de pliage, également appelées origami, ORI signifie plier et KAMI représente le papier. Le terme générique pour plier le papier, ont été appliquées à de nombreux domaines, tels que la recherche sur les matériaux, la structure de robot, les dispositifs électriques et la conception d'architecture.

L'origami a une influence profonde sur la culture japonaise et a eu un impact sur la conception architecturale dans le monde entier. Il a été popularisé hors du Japon au milieu des années 1900. Depuis lors, il a eu un impact mondial sur les architectures et les concepteurs.

Les techniques de pliage sont populaires dans la conception architecturale principalement pour deux raisons : posséder une structure architecturale créative avec des capacités de portage avantageuses et générer une forme architecturale esthétique et déployable. Les deux parties sont extrêmement importantes dans la conception d'architecture, en particulier pour la théorie de la conception innovante.

En constate plusieurs types des plis : les plis simples tels que les plis montagne ou vallée et les plis inversés intérieur ou extérieur, et d'autre plis complexes. Il existe trois modèle de pliage qui sont identifiés comme étant particulièrement intéressant pour les applications architecturales et structurelles : motif Yoshimura, modèle Miura-ori et le motif Diagonale.

Le climat est appelé à se montrer de plus en plus dangereux. Partout dans le monde, architectes et ingénieurs travaillent sur les constructions de demain qui pourraient non seulement protéger l'homme mais aussi ne pas nuire à l'environnement.

La notion de plis avec ces différentes techniques de pliages et de protection contre les conditions climatiques donne au concepteur la possibilité de manipuler la forme et le système de protection et de créer l'ambiance intérieure nécessaire.

2- Problématique :

L'origami est un art ancien de Japon, c'est une méthode créative de pliage de papier, il est basé sur différentes techniques, il est considéré pour développer des nouvelles formes avec une perception et une compréhension très directe et intuitive.

Au milieu des années 1900, il est devenu une forme d'art moderne inspirant des artistes du monde entier et de nombreux domaines artistiques, y compris l'architecture. Les tentatives de création d'architectures sur la base du concept d'origami., surtout depuis que l'origami est devenu une tendance de l'architecture contemporaine.

Le pliage (folding) est l'une des formes de transformation les plus fondamentales utilisées en architecture à la recherche de nouvelles formes spatiales et expressions formelles des bâtiments, qui produiraient de nouvelles expériences spatiales pour les usagers. Il n'est pas seulement utilisé dans les formes spatiales et habitables d'un bâtiment, mais il s'applique également aux finitions et éléments architecturaux tels que, murs, structures, et escaliers

La protection contre les contraintes climatiques et l'amélioration de la performance énergétique du bâtiment ont été toujours un défi en architecture, pour se protéger contre le soleil, les vents et tous les facteurs de l'environnement extérieur (thermique). Pour assurer une protection solaire des bâtiments, principalement les ouvertures dans les zones arides, en plus des principes élémentaires relative à l'orientation et la taille des ouvertures, plusieurs approches ont été développées en architecture : les brise-soleil (architecture moderne), l'architecture de l'enveloppe (perforation) (architecture contemporaine), et la végétation et disposition des bâtiments (bioclimatique et architecture verte).

La question que se pose le présent travail est de savoir si Le pliage (folding) pourrait être, en plus de l'expression formelle recherchée, un moyen formel pour se protéger du climat : protection solaire des ouvertures et minimiser la radiation solaire de l'enveloppe, par la création d'ombre, ainsi améliorer la performance énergétique. Comment manipuler le folding pliage dans la conception d'un musée d'art contemporain à Biskra afin de répondre à cet objectif ?

3- L'hypothèse :

- Le Folding améliorerait sensiblement la performance énergétique du bâtiment (self shading).

4- Objectif :

- L'objectif est :

D'explorer différentes techniques de Folding (pliage) permettant l'expression formelle et

structurale tout en focalisant sur celles qui assureraient des formes assurant une bonne performance de l'enveloppe, par la création d'ombre (self-shading).

5- Méthodologie du mémoire :

S'appuyer sur 3 étapes :

Etape 1 : c'est l'étape d'investigation dans le champ théorique par une recherche bibliographique et une lecture des différents travaux sur les différentes techniques de pliage de l'art d'origami.

Etape 2 : elle se base sur une recherche documentaire sur l'art d'origami et le monde des exemples réalisées en origami.

La collecte des données théorique à travers la recherche documentaire et analyse ces données pour dépendront les solutions des différents problèmes liées à ce phénomène.

Etape 3 : c'est l'étape d'interprétation de toutes les informations recueillies à travers la recherche documentaire.

6- Structure du mémoire :

Après avoir défini et délimité notre sujet de recherche en élucidant la problématique posée et pour examiner et vérifier les hypothèses nous avons structuré le travail de recherche autour de deux parties : Partie théorique de l'origami et partie pratique de processus de conception.

Chapitre introductif :

Partie théorique : consistant en trois chapitre consacrés à l'origami.

Chapitre 1 : l'évolution de l'art d'origami et ses techniques.

Chapitre 2 : l'application de l'origami en architecture.

Chapitre 3 : l'origami et climat.

Partie pratique : consistant en deux chapitre un consacré à la recherche théorique sur les musées et l'autre aux analyses des exemples sur les musées.

Chapitre 4 : les musées

Chapitre 5 : analyses des exemples des musées et de terrain ainsi que la conception du projet.

Chapitre expérimentale : Simulation

Conclusion générale :

Introduction :

L'origami se tient en équilibre entre l'art et le jeu. C'est un art régi par des règles strictes et simples comme celles d'un jeu ; ou bien c'est un jeu qui peut produire un travail d'art. L'origami ressemble à un problème d'échecs d'une part et à une composition musicale de l'autre. Parce qu'il possède des règles et parce que le champ d'action est limité dès le départ, l'origami est une activité dans laquelle la perfection peut être obtenue.

Dans ce chapitre nous présenterons l'histoire de l'origami et les différents symboles et techniques de pliage.

1- Histoire de l'origami :

L'Origami est un art oriental né en Chine, entre le 1^{er} et le 2^{ème} siècle après JC, qu'a pris naissance, avec l'invention de la fabrication du papier, mais qui s'est surtout développé au Japon au 6^{ème} siècle.

Le plus ancien usage de l'origami en religion connu à ce jour est le Katashiro, représentation d'une divinité, utilisé pendant les cérémonies Shinto du temple Ise.

L'Europe découvre l'Origami au 19^{ème} siècle, lors du conflit entre la Chine et l'empire mauresque, des prisonniers de guerre chinois sont contraints de livrer les secrets de fabrication du papier. Ainsi, lorsque les Maures conquièrent le sud de l'Espagne. Le papier arrive enfin en Europe. (Jean-Marc, 2016, pp. pp 58-59)

2- Définition de l'origami :

Le terme « Origami » :

Il a été élaboré en 1880. Auparavant le pliage de papier était appelé « Orikata ».

Origami vient du Japonais, qui l'aurait emprunté au chinois. Et est formé de l'association de 2 termes : Oru おる (Plier) ou (fold) et Kami かみ (Papier)ou (Paper).

« Le mot origami vient de l'art ancien de plier un seul papier en formes sans étirer, coller ou couper. Un avantage avec les mosaïques origami est que la forme 3D est spécifiée par son motif plié 2D en raison des contraintes géométriques ». (Tachi, 2013, p. 28)

3- Le fondateur de l'origami :

Akira YOSHIZAWA :

Akira Yoshizawa, considéré comme « le père de l'Origami moderne » du fait de ses nombreuses créations originales, élabore en 1935 un ensemble de symboles et de normes pour la création de diagrammes d'Origami. (Figure : 01). (Combe, 9 février 2005).



Figure 1: Akira Yoshizawa le fondateur de l'origami
Source : Article par Matthieu Aubry et Anthony Combe

4- Les 3 symboles de l'Origami :

4-1- La grue :



Grue à 4 ailes

Ambassadeur de l'Origami dans le monde. Oiseau sacré Japonais (la grue vivrait 1000 ans !). Symbole de longue vie et de bonne santé.



Grue

4-2- La grenouille :



Grenouille classique

Pliage en 3 dimensions (contrairement à d'autres pliages d'animaux)
Cela rend le pliage de la grenouille peu prisé dans les commerces japonais !



Grenouille évoluée

4-3- Le crabe



Construction dans l'espace également, réputée pour sa difficulté et sa beauté.

Crabe araigne

Crabe évolué

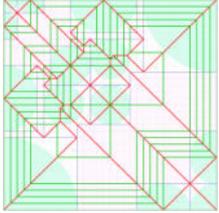
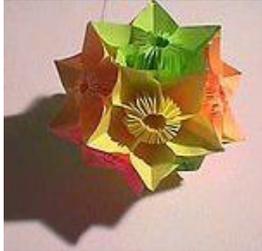


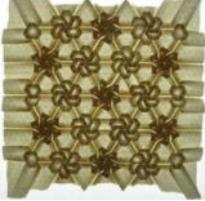
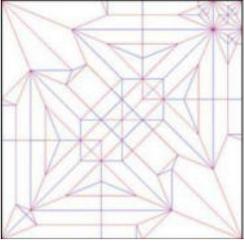
Figure 2: les symboles de l'origami
Source : (Combe, 9 février 2005).

5- Les Formes de l'origami :

Tableau 1: les différentes formes d'origami

Source : (www.leplieurfou.sitew.fr/fs/Root/depc7-ORIGAMI_genres_et_techniq)

<p>5-1- l' origami composé « classique » :</p>	<p>À partir d'au moins 2 feuilles, pas de limite du nombre de feuilles, pas de limite de taille de celle-ci. De grands exemples sont certains modèles du Grand Akira Yoshizawa ou tout récemment de Kade Chan.</p>	
<p>5-2- Box pleating:</p>	<p>Le box pleating est une technique visant à créer des modèles à partir de bases particulièrement géométriques (énormément d'angles à 45° et 90°).</p>	
<p>5-3- Kirigami:</p>	<p>Le kirigami est la branche de l'origami basée sur le découpage, le jeu d'ombre et de lumière. Naomiki Sato est réputée pour ses modèles de kirigamis.</p>	
<p>5-4- Aerogami:</p>	<p>L'aerogami est la branche de l'origami qui s'intéresse à l'aérodynamisme des pliages, par exemple pour les avions en papier.</p>	
<p>5-5- Origami modulaire:</p>	<p>L'origami modulaire est une branche de l'origami, consistant à créer des modèles en pliant plusieurs éléments fréquemment semblables, puis en les assemblant.</p>	
<p>5-6- Pureland origami:</p>	<p>Le pureland est la branche de l'origami qui regroupe les pliages faits seulement à partir de plis simples (les pli vallée et plis montagne), c'est-à-dire qu'à chaque étape, on ne fait presque que plier en deux.</p>	

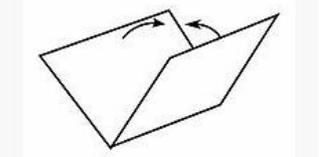
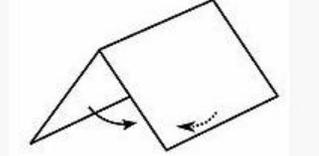
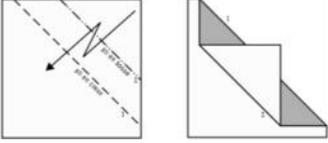
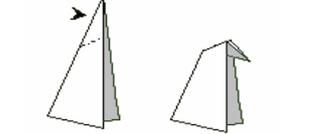
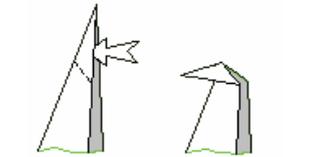
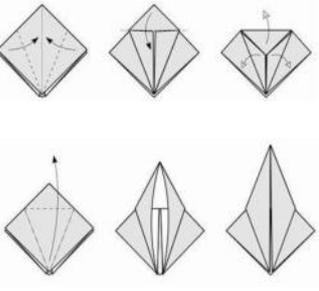
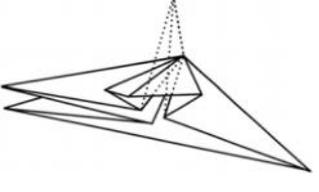
<p>5-7- La Tessellation :</p>	<p>Une tessellation se compose généralement d'une seule grande feuille de papier, pliée pour construire un motif géométrique répétitif relativement plat.</p>	
<p>5-8- La corrugation :(peut être traduit par ondulation)</p>	<p>La corrugation se compose d'une seule grande feuille de papier, pliée pour construire un motif géométrique répétitif, dans lequel il n'y a pas de couches de papier empilées; toute la surface de la feuille originale de papier est visible sur la pièce finie.</p>	
<p>5-9- L' origami dit » Traditionnelle » :</p>	<p>(que j'appelle origami angulaire Traditionnelle) Il s'agit de l' origami dans un esprit angulaire à 22.5° , dérivant des bases traditionnelles et par ce bon vieux principe mathématiques des fractales via les greffes etc..</p>	
<p>5-10- le crumpling : le plis froissé :</p>	<p>Comme son nom l'indique il s'agit du froissage. Bien évidemment on pourrait penser simplement qu'il suffit de froisser ! Mais tout l'art du crumpling est de froisser de manière contrôlée et ainsi maîtriser une certaine structure. (Originellement lancé par Paul Jackson et exploré à son maximum par Vincent Floderer.)</p>	

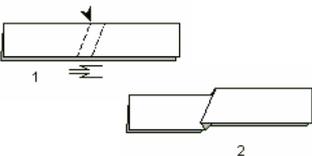
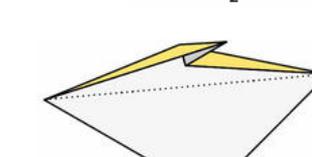
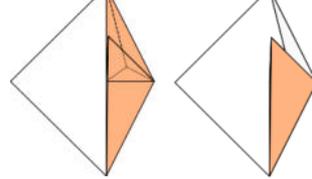
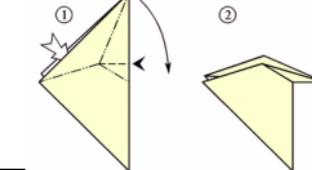
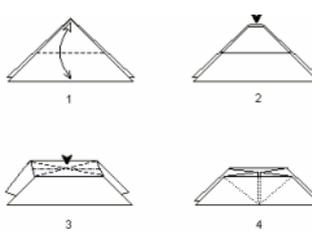
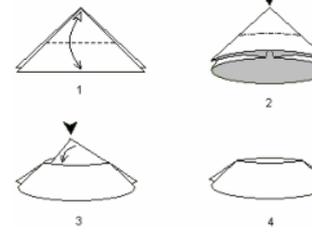
6- Les techniques d'origami :

Les différents **plis** utilisés pour réaliser un **origami** ne sont pas infinis. Ces plis ont été répertoriés et sont souvent classés en trois niveaux de difficulté. Comme les **symboles**, les plis de base des origamis doivent être bien connus pour faciliter la lecture d'un diagramme.

*Tableau 2: les techniques de pliage d'origami
Source : origami (rapport projet) 20 janvier 2014*

6-1- Les plis simples:

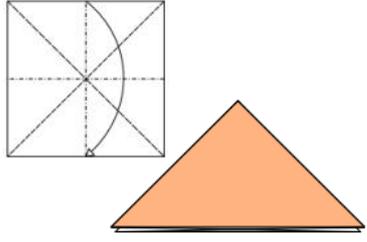
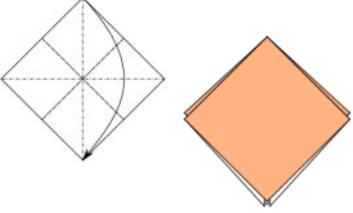
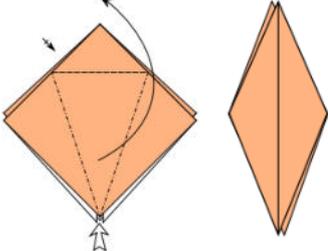
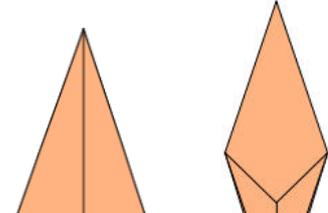
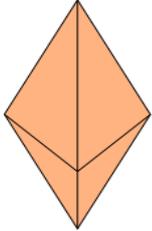
<p>6-1-1- Le pli vallée:</p>	<p>Il s'agit d'un simple pli, "en creux", les pointillés signifiant "plier par devant"</p>	
<p>6-1-2- Le pli montagne:</p>	<p>C'est l'opposé du pli vallée, il vise à faire une "crête". Représenté par un trait mixte (alternance de tirets et de points), il veut dire "plier par derrière".</p>	
<p>6-1-3- Le pli zigzag:</p>	<p>Il s'agit d'un pli vallée suivi d'un pli montagne.</p>	
<p>6-2- Plis de niveau intermédiaire</p>		
<p>6-2- Le pli renversé:</p>	<p>6-2-1-1- <u>Le pli renversé intérieur</u> : est un pli à l'intérieur d'une crête</p>	
	<p>6-2-1-2- <u>Le pli renversé extérieur</u> : est un pli à l'inverse d'une crête.</p>	
<p>6-2-2- Le pli pétale :</p>	<p>Il s'agit de deux plis inversés sur des bords « ouverts » d'un pli aplati auxquels se rajoute un pli vallée pour ouvrir le pli. Son nom est tiré du fait que ce pli a initialement été utilisé pour former les pétales de la fleur de lys.</p>	
<p>6-2-3- Le pli aplati :</p>	<p>En pratique, ce pli se compose d'un pli inversé auquel s'ajoute un pli vallée afin d'ouvrir la partie inversée. Le pli aplati est souvent un préliminaire au pli pétale</p>	

<p>6-2-4- Le pli crimp:</p>	<p>6-2-4-1- <u>Le double pli renversé intérieur</u> : est un double pli à l'intérieur de crêtes :</p>	
<p>6-2-4-2- <u>Le double pli renversé extérieur</u> : est un double pli à l'extérieur de crêtes</p>	<p>6-2-4-2- <u>Le double pli renversé extérieur</u> : est un double pli à l'extérieur de crêtes</p>	
<p>6-2-5- Le pli oreille de lapin :</p>	<p>Un pli considéré comme compliqué car difficile à expliquer aux débutants, il s'avère en revanche très utilisé en origami (par exemple dans le cadre de la base du poisson).</p>	
<p>6-3- Les plis niveau complexes:</p>		
<p>6-3-1- Le pli pivot :</p>	<p>Ce pli, se compose d'un pli inversé ne se terminant à un emplacement arbitraire, ce qui force la création d'un pli vallée pour que le modèle reste plat.</p>	
<p>6-3-2- Le pli "double oreille de lapin" :</p>	<p>Consiste à faire une double oreille de lapin à l'intérieur d'une crête.</p>	
<p>6-3-3- Les plis enfoncés:</p>	<p>6-3-3-1- <u>Le pli enfoncé ouvert</u> : Commence de la base de la bombe à eau. On marque par un pli sur la longueur (1). On ouvre le papier en enfonçant le sommet (2) pour obtenir une sorte de petite table (3) puis on refait la base de la bombe à eau en gardant la pointe en bas.</p>	
	<p>6-3-3-2- <u>Le pli enfoncé fermé</u> : commence comme le pli enfoncé ouvert mais en ouvrant seulement un flanc (l'autre reste collé aux deux plis intérieurs). On rabat ainsi la pointe du côté du flanc ouvert. De cette manière la pointe bloque les deux plis intérieurs.</p>	

7- Les bases :

Tableau 3: les bases d'origami

Source : Mémoire origami (rapport projet) 20 janvier 2014

<p>7-1- La base de la bombe à eau :</p>	<p>Une base constituée des deux diagonales du carré plié en montagnes et des deux médianes pliées en vallée. L'axe du modèle repose sur les côtés, ce qui donne une forme triangulaire à la base. Elle est constituée de 4 pointes.</p>	
<p>7-2- La base préliminaire :</p>	<p>Il s'agit des mêmes plis que la base de la bombe à eau, elle dispose donc de 4 pointes. La différence réside dans l'axe du modèle qui se situe sur les diagonales, ce qui donne une forme carrée à la base.</p>	
<p>7-3- La base de l'oiseau :</p>	<p>On effectue deux plis pétales sur deux faces opposées d'une base préliminaire. On garde toujours la composition en 4 pointes</p>	
<p>7-4- La base de la grenouille :</p>	<p>À partir de la base préliminaire on effectue un pli aplati avant d'effectuer les plis pétales. Ce qui monte le nombre de pointes à 8 (4 grandes et 4 petites).</p>	
<p>7-5- La base du cerf-volant :</p>	<p>On plie la diagonale et on replie deux bords adjacents (en une extrémité de la diagonale) le long de cette diagonale. Cette base dispose d'une pointe.</p>	 <p>(b) Base du cerf volant</p>
<p>7-4- La base du poisson :</p>	<p>Au lieu de replier les bords adjacents le long de la diagonale on effectue deux plis oreilles de lapins des deux côtés de la diagonale. Il en résulte une base composée de 2 grandes pointes et 2 petites pointes.</p>	 <p>(c) Base du poisson</p>

8- Le solfège de l'origami :

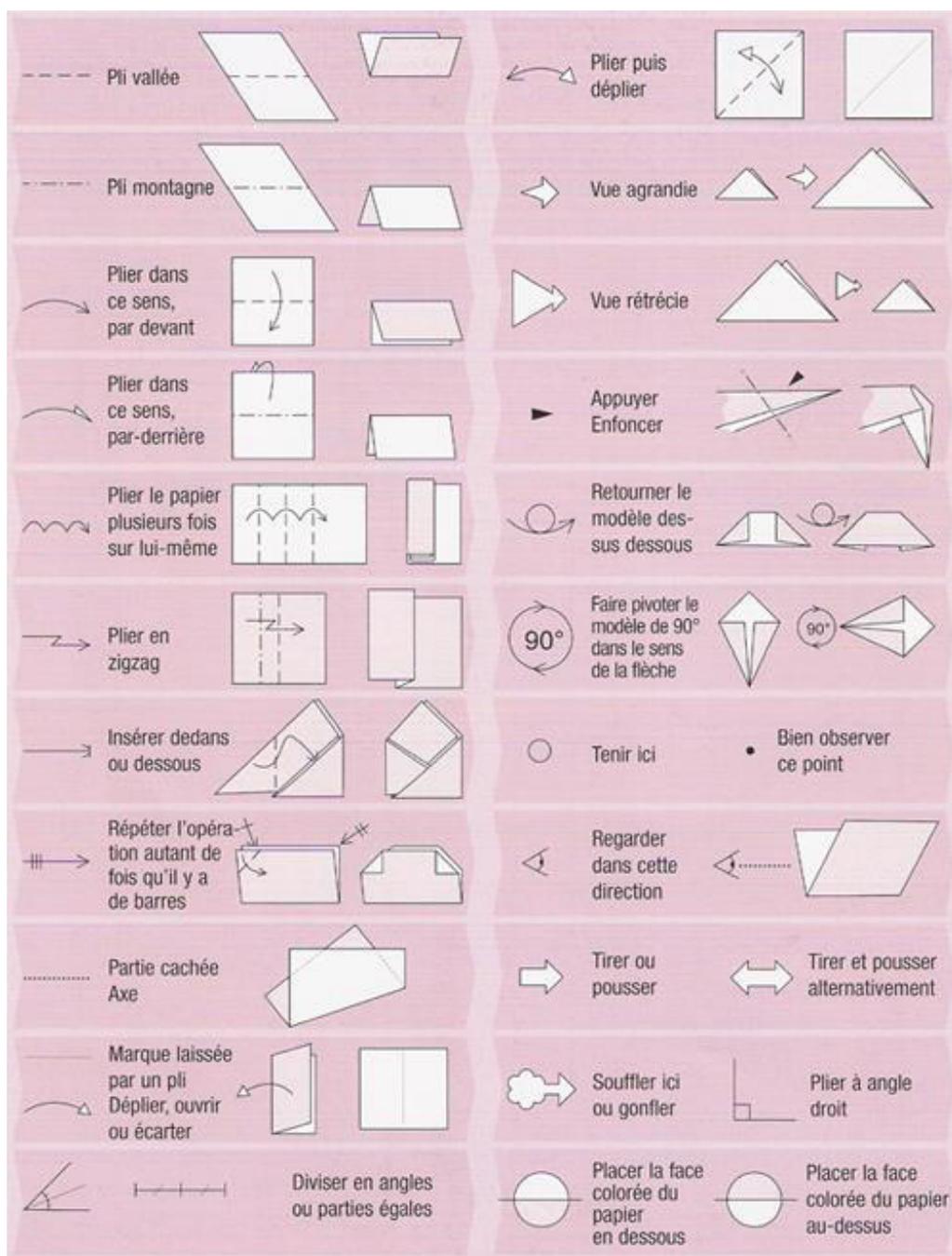


Figure 3: : Le solfège de l'origami
(Source : origami.passion.free.fr)

Conclusion :

Pour conclure, L'art de l'origami s'est développé à partir de techniques de pliage de papier apparues il y a très longtemps au Japon. Cet art est maintenant pratiqué dans le monde entier et s'utilise également dans le domaine d'architecture.

Introduction :

Le pliage est l'une des formes de transformation les plus fondamentales utilisées en architecture. N'est pas seulement utilisé dans les formes spatiales et habitables d'un bâtiment, il s'applique également aux finitions de murs, plafonds, sols. Il s'agit essentiellement d'utiliser des éléments fragiles pour créer des éléments plus structurés et s'applique lorsqu'il s'agit de l'éclairage naturel, de l'ombrage, du stockage, de la collecte de l'énergie solaire, du jardinage, de la construction, de l'ameublement, de la lecture et même de l'habitation.

1- L'origami en architecture :

1-1- Le développement de l'architecture origamique :

Le développement de l'architecture origamique a commencé avec les expériences du Professeur Masahiro Chatani (professeur à l'Institut de Technologie de Tokyo).

Au début des années 1980, le professeur Chatani a commencé à expérimenter avec du papier découpé et plié pour faire des cartes pop-up uniques et intéressantes. Il utilise des techniques d'origami (pliage de papier japonais) et de kirigami (découpage de papier japonais), ainsi que son expérience dans la conception architecturale, pour créer des motifs complexes qui jouent avec la lumière et l'ombre. (*Milena STAVRIC and Albert WILTSCHE, 2013, pp 897*).



*Figure 4: Masahiro Chatani
Source : Milena STAVRIC and
Albert WILTSCHE, 2013*

1-2- Les Modèles de pliage de base :

Les modèles de pliage sont basés sur des lignes (pliage rigide) ou des courbes (pliage incurvé) et sur un matériau à deux dimensions plié pour former une structure tridimensionnelle. Le pliage produit des lignes ou des courbes qui alternent dans les plis de la montagne et de la vallée. Parmi les nombreux types de modèles de pliage, les architectes sont particulièrement intéressés par le modèle Diamond, le modèle Diagonal et le modèle Miura Ori, en particulier par leurs aspects de conception et de structure. Les structures de pliage rigides sont basées sur ces modèles. (*Milena STAVRIC and Albert WILTSCHE, 2013, pp 897*).

1-2-1- Leur importance se reflète dans ce qui suit :

- Ils confèrent une stabilité structurelle aux formes tridimensionnelles.
- Le schéma de base peut être modifié pour atteindre une variabilité remarquable.

- Différents modèles peuvent être combinés ;
- Ils sont à la base du développement de modèles de pliage incurvés.

1-2-2- Les types de motifs :

1-2-2-1- Motif de diamant (motif de Yoshimura) :

Ce modèle tire son nom du scientifique japonais Yoshimura qui a observé le comportement de cylindres minces pliés sous une force de compression axiale (Miura, 1969).

Il a découvert que les plis superficiels d'un cylindre plié suivent un motif spécifique qui ressemble à un diamant. La base de ce motif est un deltoïde thais plié le long d'une diagonale. Les bords du deltoïde sont pliés comme un pli de montagne, tandis qu'une diagonale est un pli de vallée.

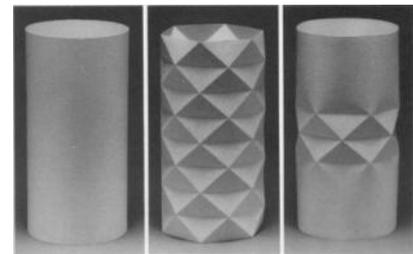
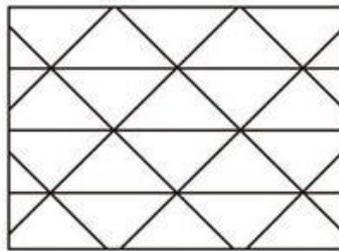
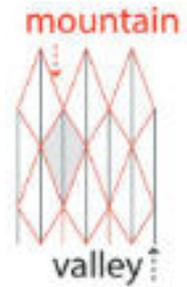


Figure 5: motif de diamant - type de pliage
(Source: (Milena STAVRIC and Albert WILTSCHE, 2013, p896)

1-2-2-2- Motif diagonal :

Motif Diagonal est très semblable au modèle de diamant. Cette configuration est réalisée lorsque la torsion est appliquée à un cylindre rotatif plié. La base de ce motif est un parallélogramme plié le long de sa diagonale. Toutes les diagonales définissent le pli de la vallée, tandis que tous les parallèles définissent le pli de la montagne. Avec le motif diagonal, en contraste avec le motif de diamant, définissent des lignes diagonales, lignes polygonales hélicoïdales utilisées pour définir des structures de pliage hélicoïdales.

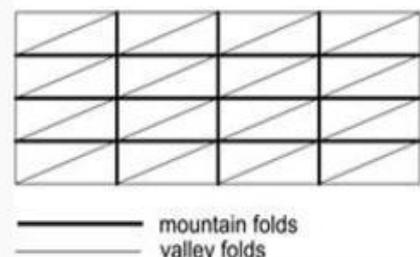
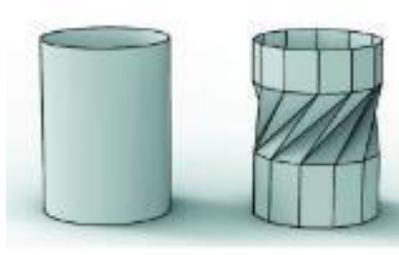


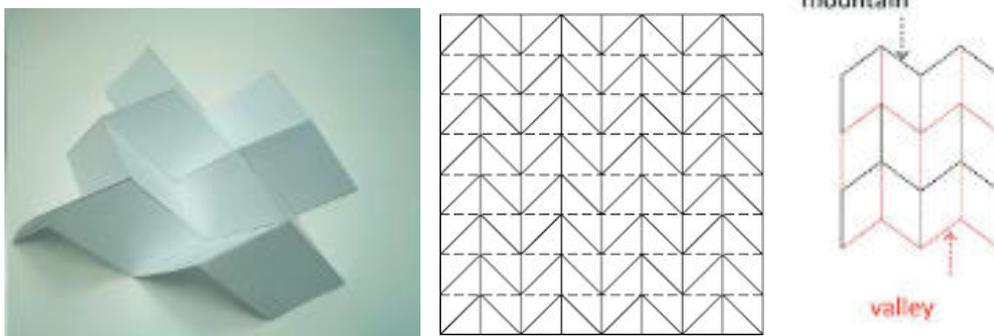
Figure 6: motif diagonal (Un cylindre et ses motifs de pliage constitués de triangles et de trapèzes)

Source: (Milena STAVRIC and Albert WILTSCHE, 2013, p897)

Motif Miura-ori (motif de Herringbone) :

Ce modèle a été nommé d'après le scientifique japonais Miura qui a utilisé ce système de structure spatiale pour créer des systèmes solaires cinétiques dans l'espace. Ce motif est constitué de parallélogrammes symétriques formant dans deux directions une configuration en zigzag.

Cette configuration permet l'ouverture de motifs dans deux directions. Une variation de ce motif se traduit par la transformation des parallélogrammes en trapèzes, ce qui permet la fabrication de structures de pliage concaves ou convexes. (Dr Mark Schenk, 1th September 2012).



*Figure 7: Motif miura-ori (motif de herringbone)
(Source: (Milena STAVRIC and Albert WILTSCHE, 2013, p897)*

2- Des exemples d'application d'origami en architecture :

2-1- L'origami comme 2 eme enveloppe :

EXEMPLE 1 : Département de la santé de Bilbao



Figure 8: département de la santé à Bilbao
(Source : www.archdaily.com)

La façade repliée de ce bâtiment du département de la santé à Bilbao, en Espagne, constitue non seulement un élément architectural remarquable, mais également une solution créative à un code de construction restrictif de la ville qui exige des reculs étagés pour tous les bâtiments de plusieurs rues.

Le verre inspiré de l'origami est une seconde peau qui augmente l'efficacité énergétique.

Cette conception présente également deux avantages pratiques majeurs : le bruit du boulevard occupé est sensiblement réduit et le gain de chaleur solaire est réduit grâce à la réduction du rayonnement et à un système de paroi perméable à l'air.

Tableau 4: la carte technique de projet (département de santé Bilbao)
Source : auteur (2019)

La carte technique de projet	
Situation	El Paso, CO, USA
L'Architecte	Walter Netsch de Skidmore, Owings et Merrill
Surface	9200 m ²
Date de conception	2004



Figure 9: détails de façade
(Source : www.archdaily.com)

EXEMPLE 2 : Siège de Barclays - Paris, France

Tableau 5: la carte technique de projet (siège de Barclays France)
(Source : auteur, 2019)

La carte technique de projet	
Situation:	paris, France
Architecte:	Manuelle Gautrand
Surface:	5800 m ²
Date de conception:	2011



Figure 10: la façade de siège de Barclays à paris

(Source : www.archdaily.com)

Les panneaux sont composites, un film de marbre monté sur une double couche de verre. Les panneaux symétriques qui sont pliés et assemblés par deux forment un motif de « livre ouvert » et soulignent ainsi le dessin des veines du marbre. Cette seconde peau est translucide et agit comme une paroi thoracique pour assurer l'intimité et filtrer la lumière du jour, créant ainsi une atmosphère intérieure douce.

L'emplacement inhabituel du site nous a amenés à concevoir un projet qui tienne compte de la vue et en profite pour s'immerger dans la lumière naturelle. Une vitrine emblématique du bâtiment - la façade principale est principalement en verre, partiellement recouverte d'une deuxième peau de marbre sérigraphié. L'effet de rendu est un énorme origami et la vue de ce marbre plié délicat peut être appréciée à la fois de l'extérieur et de l'intérieur du bâtiment.

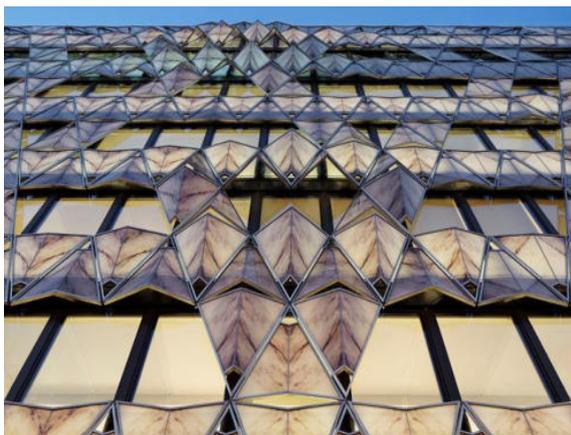


Figure 11: détails de la façade de siège de Barclays ç paris

(Source : www.archdaily.com)

2-2- L'origami et la forme architecturale :

EXEMPLE 1 : Star Hill Galerie



Figure 12: le bâtiment star Hill galerie à Malaisie
(Source : www.archdaily.com)

Situé à Kuala Lumpur en Malaisie, le centre commercial Starhill Gallery se dresse au milieu du quartier de Bukit Bintang. Le projet de réhabilitation de la façade a été confié au studio Spark, piloté par l'architecte Stephan Pimbley. Ils ont su renforcer la place de première destination du shopping de luxe en donnant une nouvelle image de marque à ce centre regroupant de nombreuses enseignes de luxe et des restaurants gastronomiques.

Le complexe se détache de son environnement avec cette enveloppe atypique et attrayante, conçue en acier léger et habillée de pierre et de verre. Jouant avec les plis, les angles, il a des allures d'Origami géant. Apprivoisant la lumière pour la refléter la journée, la structure se transforme le soir venu avec un éclairage led bleu. Le design novateur de cet ensemble en a fait une icône de l'architecture moderne malaisienne

EXEMPLE 2 : Le musée du chocolat Nestlé :

Le concept utilisé par Rojkind Arquitectos pour la conception de l'édifice a commencé d'une forme ludique de pliage qui est évocatrice pour les enfants, d'un origami en forme d'oiseau, ou peut-être un vaisseau spatial. Ce qui peut apparaître comme une forme arbitraire est le fruit des explorations de conception diligent et une compréhension intuitive de ce que doit exprimer le lieu. Le résultat spectaculaire est aussi ferme que les formes de facettes qui assurent leur survie.

Tableau 6: la carte technique de projet (star Hill galerie)
(Source : auteur, 2019)

La carte technique de projet	
Situation:	Kuala Lumpur, Malaisie
Architecte:	Steven Pimbley
Surface:	2000 m ²
Date de conception:	2011



Figure 13: le bâtiment star Hill galerie à Malaisie
(Source : www.archdaily.com)



Figure 14: le musée nestlé chocolat à Mexique
(Source : www.archdaily.com)

Tableau 7: la carte technique de projet(musée du chocolat)
Source : auteur (2019)olat

La carte technique de projet	
Situation:	Toluca, Mexique
Architecte:	Michel Rojkind
Surface:	634 m ²
Date de conception:	2007

2-3- L'origami et la structure :

EXEMPLE 1 : Chapelle De L'Académie De L'Armée De L'Air Américaine



Figure 16: Chapelle De L'Académie De L'Armée De L'Air Américaine
(Source : www.archdaily.com)

Tableau 8: la carte technique de projet
Source : auteur (2019)

La carte technique de projet	
Situation:	El paso Co Usa
Architecte:	Walter Netsch de Skidmore Owings et Merrill
Date de conception:	2011

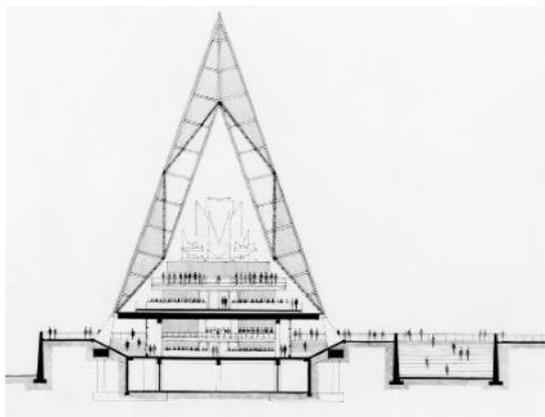


Figure 15: coupe de chapelle de l'académie de l'armée
(Source : www.archdaily.com)

En créant un édifice religieux monumental, la conception incorporait un système de structure monumentale. Dix-sept rangées de flèches se dressent à une hauteur de 150 pieds et atteignent dix-sept points tirant vers le ciel au-dessus, en utilisant la répétition pour améliorer la puissance

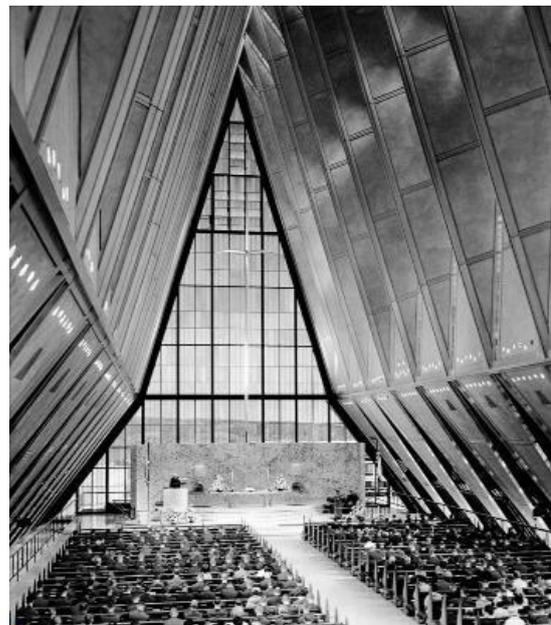


Figure 17: vue intérieur dans le chapelle
(Source : www.archdaily.com)

essence de chaque flèche massive. Ces flèches sont utilisées avec un châssis en acier tubulaire de 100 tétraèdres identiques constituant la structure.

2-3- L'origami et la perception :

EXEMPLE 01 : showroom de salle de bain ABC :



Tableau 9: la carte technique de projet
Source : auteur (2019)

La carte technique de projet	
Situation:	Kannur, en Inde
Architecte:	Équipe NU.DE
Surface:	1800m ²
Date de conception:	2013 – 2014

Figure 18: le showroom de salle de bain ABC Emporio à l'Inde
(Source : www.archdaily.com)

Le cabinet d'architecture basé à Mumbai, NU.DE, a mis au point un concept moderne et provocateur pour le showroom de salle de bain ABC Emporio à Kannur, en Inde.

Jouant avec les perceptions, l'équipe a envisagé un ajout géométrique sculptural enveloppant partiellement les façades avant et latérales du bâtiment. Cette forme de mosaïque blanche se démarque puissamment et donne au bâtiment son aspect dynamique. Le matériau utilisé pour cette unité est le Corian, fabriqué par Dupont.



Figure 19: vue nocturne de showroom
(Source : www.archdaily.com)

Conclusion :

Dans ce chapitre nous permet de conclure Les plis caractéristiques d'un origami appliqués à l'architecture permettent de déboucher sur des constructions sortant des sentiers battus. L'esthétique à la fois minimaliste et subtile, faite d'angles et de reliefs continue d'influencer les architectes contemporains. Ce développement a permis son extension à la création des

ambiances lumineuse et de jeux d'ombrage, ou l'usager principale utilisateur de ces espaces, et a trouvé la sensation et la perception de nouvelles dimensions.

L'utilisation de l'origami n'est pas exclusive à l'idée conceptuelle mais peut être également réalisé comme enveloppe extérieure de protection, un élément décoratif ou bien structurelle.

Introduction :

La relation de l'architecture avec l'environnement est à l'ordre du jour ; elle concerne l'impact écologique et visuel, mais aussi les échanges entre le climat et les ambiances intérieures, cet aspect a été particulièrement négligé ces dernières années, mais il est devenu en raison de crise de l'énergie, un des principaux thèmes de recherche en matière d'architecture.

1- Le climat :

1-1- Définition :

Un ensemble des phénomènes météorologiques (température, vents,) qui caractérisent l'atmosphère et son évolution en un lieu donné.

1-2- Les éléments de climat :

- La température :

- Le vent :

⇒ Orientation :

⇒ Intensité :

- L'ensoleillement :

⇒ **Course solaire :** La course du soleil est déterminante dans la conception architecturale. Selon les usages, le positionnement des ouvertures permet d'utiliser les bienfaits du soleil ou au contraire

de se préserver d'une chaleur excessive. La course du soleil n'est pas la même en fonction de la saison. (Figure 20).

Elle évolue entre deux extrêmes aux solstices d'été (juin) et d'hiver (décembre). En été, le soleil est très

haut dans le ciel, alors qu'en hiver, il est très bas dans l'horizon. Enfin le positionnement du soleil varie également selon les orientations

- Le Sud est la direction où l'apport solaire est le plus important.

- Le Nord est la direction où il n'y a pas de rayonnement solaire direct donc pas de variation lumineuse ni d'apport thermique.

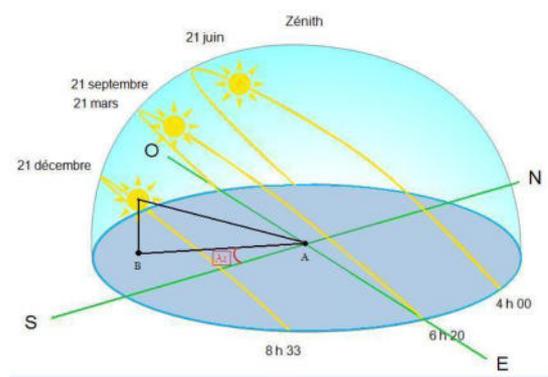


Figure 20: la course soleil
(Source : www.solairethermique.guidenr.fr)

⇒ **Rayonnement solaire :** Le rayonnement solaire est défini comme le déplacement de l'énergie sous forme de radiation solaire, cette radiation solaire transmet la chaleur sous forme d'ondes électromagnétiques constituant ainsi le spectre solaire. Comme le rayonnement solaire traverse l'atmosphère terrestre, son intensité est diminuée et la distribution spectrale est modifiée par l'absorption, la réflexion et la diffusion. (figure : 21).

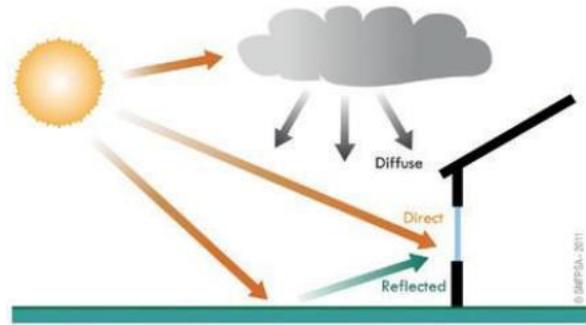


Figure 21: les rayonnements solaires

(Source : www.nomana.free.fr)

⇒ Énergie :

⇒ Eclairage :

1-3- Les types de climats :

Les principaux climats sont définis en fonction de la **température et de l'humidité**.

On distingue ainsi **4** catégories de climats en fonction de la température :

- ⇒ **Froid**, pour des températures moyennes annuelles de **moins de 10°** ;
- ⇒ **Tempéré**, pour des températures moyennes annuelles comprises **entre 10° et 20°** ;
- ⇒ **Chaud**, pour des températures moyennes annuelles comprises **entre 20 et 30°** ;
- ⇒ **Très chaud**, pour des températures moyennes annuelles **supérieures à 30°** ;

Ainsi que **2** catégories en fonction de l'humidité :

- ⇒ **Sec**, pour une humidité relative inférieure à **55%** ;
- ⇒ **Humide**, pour une humidité relative supérieure à **55%**.

2- L'architecture bioclimatique :

2-1- Définition :

L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant. (Alain Liébard et André De Herde, 2005, p. 60)

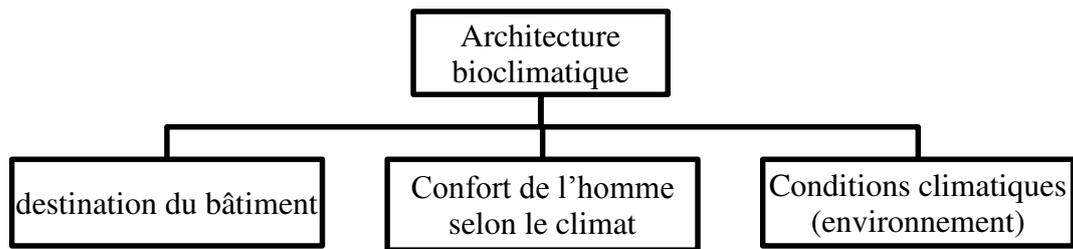


Figure 22: schéma de L'équilibre entre les trois pivots
(Source : auteur, 2019)

2-2- Le concept de l'architecture bioclimatique :

- ⇒ L'architecture bioclimatique a pour but d'assurer des conditions de vie optimales, en utilisant des moyens naturels, dans la mesure du possible.
- ⇒ Dans cet objectif, l'architecture bioclimatique fait appel à des stratégies de valorisation des ressources naturelles disponibles au niveau local pour l'architecture.
- ⇒ Les solutions bioclimatiques sont ainsi basées sur une démarche respectueuse de l'environnement et garantissant des moyens moins onéreux, à la différence des énergies tels que le pétrole et l'électricité, souvent polluantes, chères et peu accessibles.

2-3- Principes de base de l'architecture bioclimatique :

S'inscrivant dans une démarche de développement durable, l'architecture bioclimatique se base sur les principes suivants :

- ⇒ Minimisation des pertes énergétiques en s'adaptant au climat environnant.
 - Compacité du volume.
 - Isolation performante pour conserver la chaleur.
 - Réduction des ouvrants et surfaces vitrées sur les façades exposées au froid ou aux intempéries.
- ⇒ Privilégier les apports thermiques naturels et gratuits en hiver.
 - Ouvertures et vitrages sur les façades exposées au soleil.
 - Stockage de la chaleur dans la maçonnerie lourde.
 - Installations solaires pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.
- ⇒ Privilégier les apports de lumière naturelle.
 - Intégration d'éléments transparents bien positionnés.
 - Choix des couleurs.
- ⇒ Privilégier le rafraîchissement naturel en été.
 - Protections solaires fixes, mobiles ou naturels (avancées de toiture, *végétation*,...)

Ventilation.

Inertie appropriée.

2- Les stratégies de l'architecture bioclimatique :

Deux stratégies sont à adopter suivant les besoins :

- ⇒ **La stratégie du chaud (d'hiver) :** consiste à capter l'énergie solaire et la stocker dans la masse pour un déphasage et un écrêtage des pics de température. La redistribution de cette chaleur se fait lorsque les températures extérieures sont plus faibles que les températures intérieures désirées.
- ⇒ **La stratégie du froid (d'été) :** consiste à se protéger des apports solaires, adopter des solutions passives de refroidissement par humidification ou ventilation naturelle et limiter les charges internes.

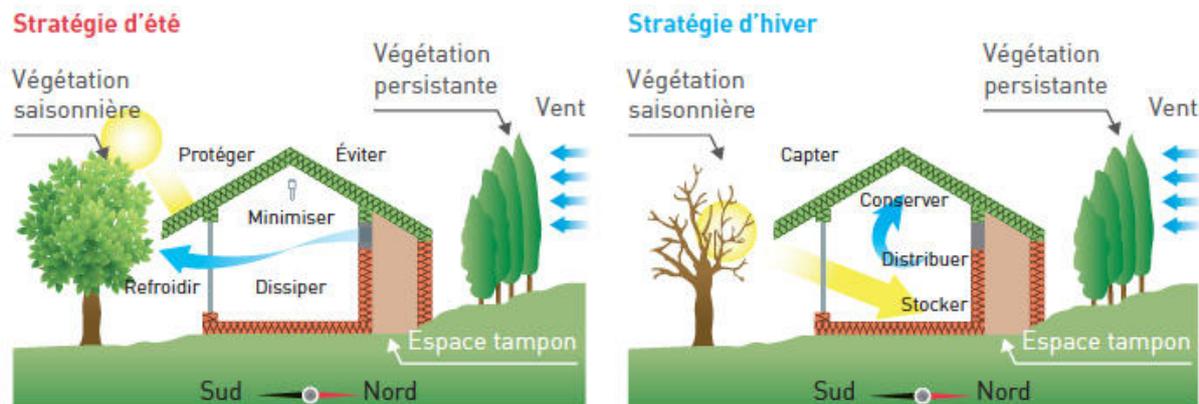


Figure 23: concepts et stratégie de l'architecture bioclimatique
(Source : <https://docplayer.fr>)

3- Dispositif d'ombrage et la protection solaire :

Le soleil direct peut générer la même chaleur qu'un radiateur à une barre sur chaque mètre carré de surface, mais un ombrage efficace peut bloquer jusqu'à 90% de cette chaleur. En ombrageant un bâtiment et ses espaces extérieurs, nous pouvons réduire les températures estivales, améliorer le confort et économiser de l'énergie. Diverses techniques d'ombrage peuvent être utiles, des stores fixes ou ajustables aux arbres et à la végétation, en fonction de l'orientation du bâtiment, du climat et de la latitude.

3-1- Fonction de l'ombre :

Le rayonnement solaire pénétrant dans une pièce peut avoir trois effets :

- Le rayonnement absorbé sur les surfaces de la pièce entraînera une augmentation de la température de l'air.

- Le rayonnement solaire qui tombe directement sur un occupant entraînera une augmentation de la température radiante moyenne ressentie.
- Les fortes intensités de rayonnement du soleil direct ou même du ciel diffusé peuvent provoquer un éblouissement gênant, ou un éblouissement d'invalidité lié à un handicap, lorsque les performances visuelles de l'occupant seront réellement altérées.

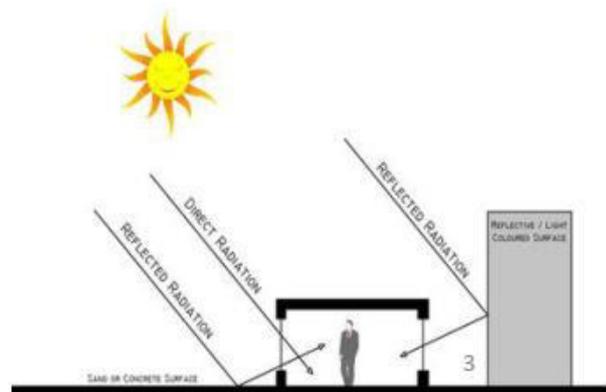


Figure 24: les différents types de radiation solaire
(Source : nomana.free.fr)

La fonction de l'ombrage est d'éliminer ces trois effets.

3-2- Utilisation de dispositifs d'ombrage :

L'utilisation d'un dispositif d'ombrage est un aspect important de nombreuses stratégies de conception de bâtiments à hautes performances.

Il a été prouvé que l'utilisation d'un dispositif d'ombrage pouvait améliorer la performance énergétique du bâtiment, éviter les éblouissements, augmenter la disponibilité de la lumière du jour utile et créer un sentiment de sécurité.

- ⇒ Des contrôles solaires doivent être envisagés pour toutes les ouvertures vitrées exposées à la lumière directe du soleil.
- ⇒ Le contrôle solaire est particulièrement important sur les façades faisant face au sud à l'ouest, car les gains solaires coïncideront avec les heures les plus chaudes de la journée.
- ⇒ Le contrôle solaire est également vital pour les bâtiments légers comportant de grandes surfaces vitrées.

Lorsque le soleil frappe une vitre, il se divise en trois composants (figure :25) :

Ce qui se reflète

Ce qui est absorbé

Et ce qui est transmis à travers.

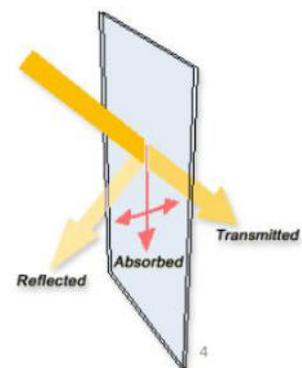


Figure 25: La propagation de la lumière (source : livre de Traite d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques pages 249)

3-3- Dispositif d'ombrage extérieur :

Le dispositif d'ombrage extérieur est principalement utilisé pour contrôler la pénétration de la lumière solaire à l'intérieur des bâtiments.

- De tels dispositifs d'ombrage sont toujours fixés sur le meneau en tant que composant séparé de l'enveloppe du bâtiment, mais peuvent également être obtenus en disposant les étages du bâtiment pour créer des surplombs.
- Le dispositif d'ombrage extérieur réduit la pénétration du faisceau direct en projetant de l'ombre sur la fenêtre dans la direction du soleil;

3-3-1-Types de dispositif d'ombrage extérieur (brise soleil) :

Les deux principaux types de dispositifs d'ombrage extérieur sont: horizontal et Verticale Diverses combinaisons de celles-ci créent de nombreuses configurations pour s'adapter à différentes formes et orientations d'enveloppes.

3-3-2-Autres dispositifs d'ombrage :

Outre la fixation d'un dispositif d'ombrage sur l'enveloppe extérieure du bâtiment, de nombreux autres moyens peuvent également empêcher la lumière du soleil de pénétrer à l'intérieur des bâtiments.

- Dispositif d'ombrage intérieur.
- Ombragé par des arbres et autres obstructions.

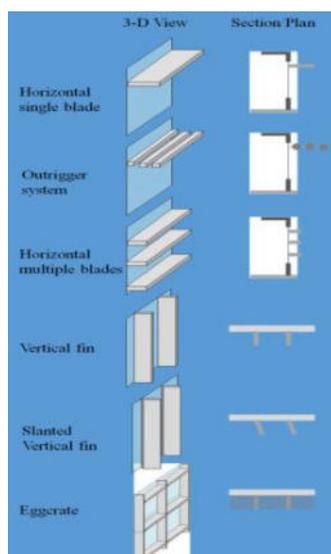


Figure 28: les types de brises soleil
(Source : architectural-review.com)

- Bâtiment auto-ombrageant.



Figure 27: les brises soleil horizontales dans la façade sud de bâtiment
(Source : www.archiexpo.fr)

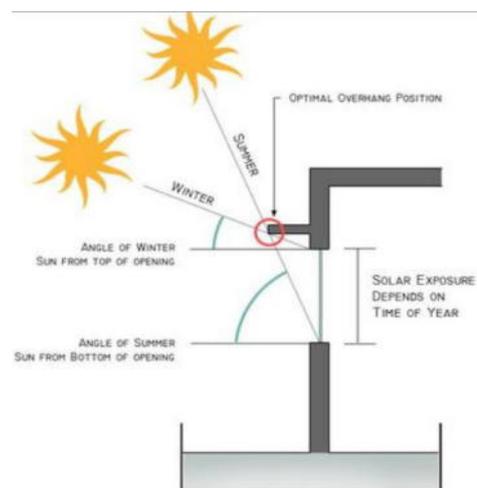
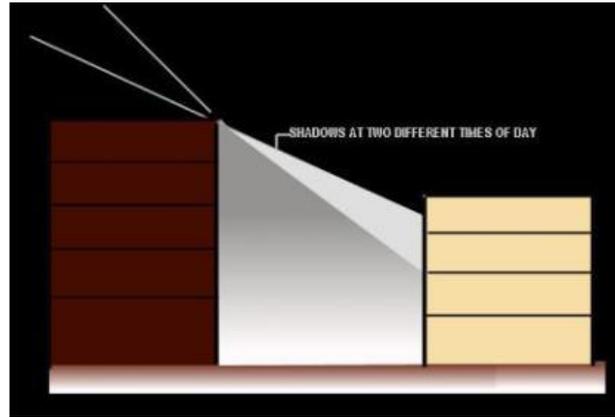


Figure 26: l'angle de soleil
(Source : www.kephir-environnement.com)

3-3-2-1- Ombrage par l'environnement :

Les bâtiments peuvent fournir de l'ombre utile sur les structures voisines. Un bâtiment peut être conçu avec les meilleures intentions, mais si les bâtiments environnants ne sont pas gardés à l'esprit, il peut devenir totalement ombragé et froid à certaines heures de la journée.



De la même manière, les arbres et la végétation peuvent être utilisés pour fournir de l'ombre lorsque cela est bénéfique. (figure :30)

Figure 29: l'ombre dans 2 différents temps de jour
Source :

3-3-2-2- Ombrage par la végétation (ombrage naturelle) :

- La végétation est en fait un outil puissant pour l'ombrage, ainsi que pour réduire le rayonnement solaire, le vent et les précipitations, et les arbres bien plantés peuvent économiser jusqu'à 30% des besoins en énergie totale d'un bâtiment.

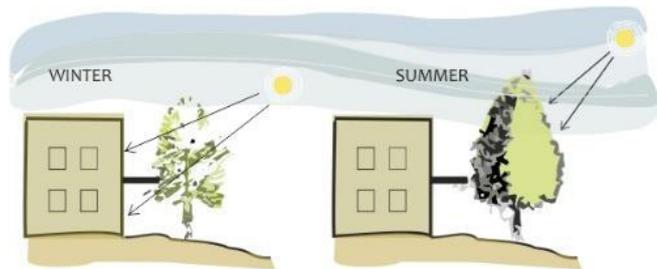


Figure 30: Ombrage naturel(Protection solaire par la végétation)
Source :

- Les arbres et la végétation peuvent être utilisés pour fournir de l'ombre lorsque

cela est bénéfique selon les saisons. Dans les endroits chauds, les plantes et les arbres plantés devant une fenêtre ne réduisent pas seulement le rayonnement solaire, mais le processus d'évaporation aide également à refroidir l'air.

- En hiver, des arbres et des arbustes bien placés protègent le bâtiment des vents froids, réduisant ainsi les pertes de chaleur de 10 à 30% (figure : 31).

3-3-2-3- Self shading (auto ombrage) :

La Poly International Tower est un exemple frappant d'interaction entre l'architecture et la structure permettant d'obtenir des résultats optimaux lorsque le système structural latéral est une diagride intégrée dans un pli parfait de Miura-Ori (Fig.32). De plus, le système structurel de l'exosquelette forme une enveloppe thermique externe autour des espaces de bureaux, qui sont enfermés dans une seconde enveloppe intérieure vitrée. Les résultats de cette conception montrent l'efficacité structurelle d'un pli d'origami optimal en plus de l'efficacité énergétique de l'auto-ombrage associée à une double façade enveloppée.



Figure 31: Poly International: façade complète pliée en Miura-Ori / diagrid structural incorporé à la façade
(Source : <https://www.slideshare.net/roopachikkalgi/shading-devices->)

4- Skin architecture (l'architecture de la peau) et l'origami :

Bien que la peau du bâtiment offre aux architectes et ingénieurs la possibilité de s'adapter mutuellement aux objectifs de conception, la littérature de recherche et les normes de pratique ne disposent pas actuellement de méthodes communément acceptées pour la sélection systématique de formes origami ou d'exemples détaillés de sélection multi paramètres avec Pareto. Formes d'origami optimales qui répondent le mieux aux paramètres structurels et architecturaux. Afin de résoudre ce problème, une revue de la littérature pertinente est présentée ainsi qu'une série d'optimisation prenant en compte les contraintes à la fois architecturales (c'est-à-dire éclairage naturel / auto-ombrage) et structurelles (rendement et flambement). Les résultats sont présentés pour les études paramétriques sur les façades effectuées au Beijing Green land Centre (Duncan et Zhu, 2016), une tour de 55 mètres de haut et de 55 étages offrant

une performance de durabilité améliorée obtenue grâce à l'auto-ombrage de sa façade en verre trapézoïdal prismatique (Fig. 33).



Figure 32: centre de green land – Pékin / module d'auto-ombrage inspiré de l'origami
(Source : <https://www.slideshare.net/roopachikkalgi/shading-devices->)

5- Exemples d'origami réalisés par des techniques climatiques :

5-1- L'origami et l'ombre :

Exemple 01 : Façade translucide à Ginza, Tokyo

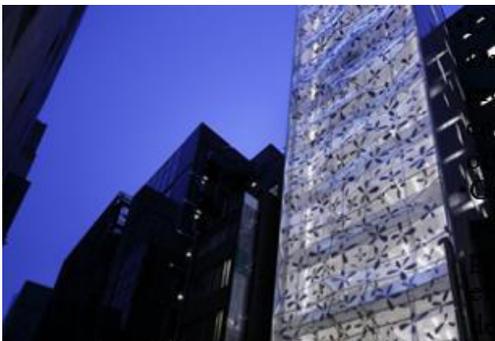


Figure 34: la façade translucide à tokoyo
(Source : www.archdaily.com)

L'extérieur du siège du studio d'architectes Amano Design Office diffère fortement des autres immeubles à proximité. La façade en verre est recouverte de panneaux en aluminium perforé décorés de motifs floraux qui font office de façade complémentaire suspendue.

Tableau 10: la carte technique de projet (façade translucide – Ginza ,Tokyo
(Source : Auteur, 2019)

La carte technique de projet	
Situation:	Tokyo, japon
Architecte:	Bureau Amano design
Surface:	155.5 m ²
Date de conception:	2013



Figure 33: détails de la façade translucide
(Source : www.archdaily.com)

Grâce à ce revêtement ajouré, à la lumière naturelle pendant la journée et à l'éclairage à l'intérieur le soir, on peut admirer un jeu d'ombres et lumières fascinant et un effet de nombreux faux-plis qui semblent ramper sur le devant du bâtiment.

5-2- L'origami et la protection :

Exemple 01 : Façade réactive des tours Al Bahar / Aedas



Figure 35: tours Al Bahar - Abu Dhabi – UAE
(Source : www.archdaily.com)

Tableau 11: la carte technique de projet (tours Al Bahar - Abu Dhabi)
Source : Auteur (2019)

La carte technique de projet	
Situation	Abu Dhabi, UAE
L'Architecte	Aedas Architects Ltd
Hauteur : Étages:	145 m 29 m
Date de conception :	25 Jun 2012

La façade dynamique de la tour s'ouvre et se ferme en réponse au mouvement du soleil, réduisant ainsi le gain solaire de plus de 50 pour cent et procurant un environnement plus confortable pour les occupants.

Cette façade innovante et esthétique a été conçue comme une interprétation contemporaine de la tradition islamique "moucharabieh".



Figure 36: façade détaillée de Al Bahar Tower
(Source : www.archdaily.com)

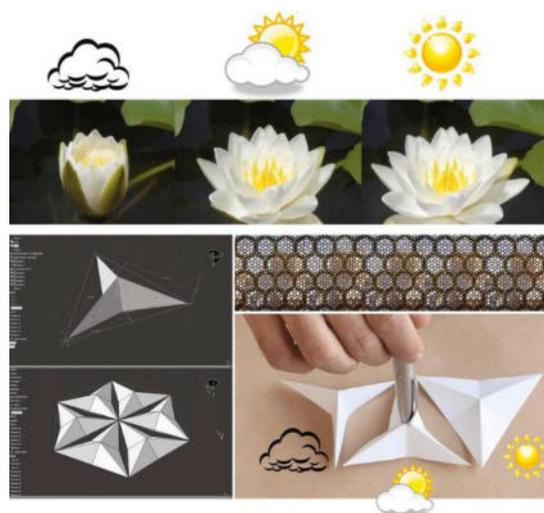


Figure 37: l'inspiration de l'idée de conception
(Source : www.archdaily.com)

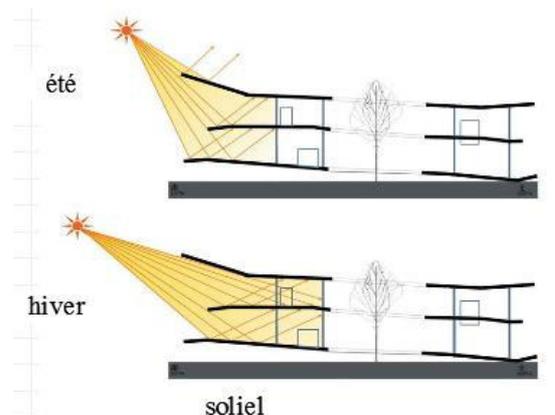
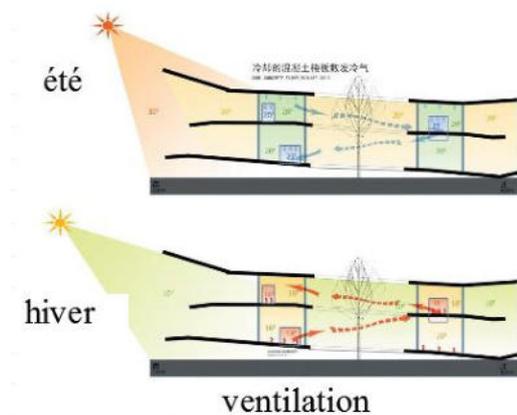
Exemple 02 : Musée de l'automobile à Nanjing



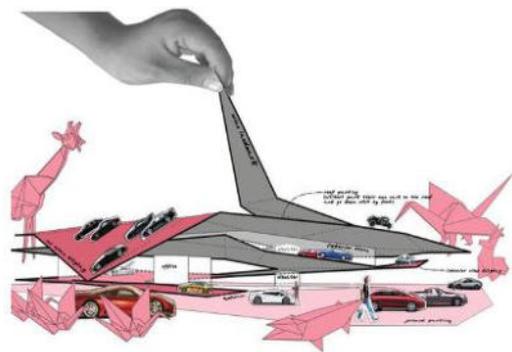
Figure 38: musée de l'automobile à Nanjing
(Source : www.archdaily.com)

Tableau 12: la carte technique de projet (musée de l'automobile à Nanjing)
(Source : www.archdaily.com)

La carte technique de projet	
Situation	Nanjing, Chine
L'Architecte	3Gatti Architecture Studio
Surface	15000 m ²
Date de conception	Mai 2008



Les voitures en mouvement remontent diachroniquement (chronologiquement) dans les plis de l'origami, des voitures futuristes descendantes aux voitures anciennes, puis remontent sur le parking situé sur le toit du bâtiment.



Conclusion :

Les architectes et les ingénieurs ont utilisé l'origami pour la recherche de formes, mais l'accent a été mis sur le développement de façades adaptatives, de structures cinématiques ou déployables ou temporaires installations. Cependant, il existe une demande croissante de méthodes d'évaluation inspirées de l'origami.

Introduction :

Les traditions, les valeurs, les fondements spirituels, le mode de vie et le savoir-faire reflètent l'identité culturelle d'une société, la culture est la première activité sociale, elle n'est jamais stable, elle est évolutive, complexe et vivante quand on la communique et on la transmet d'un individu à un autre ce qui explique la nécessité des échanges culturels qui exigent un développement de la communication et la vulgarisation de la culture.

Partout dans le monde, les musées sont devenus les symboles de la fierté nationale et des indicateurs de la vitalité non seulement culturelle mais aussi économique et sociale dans un pays. Si l'on considérait autrefois le musée comme une sorte de reliquaire pour le passé on le perçoit aujourd'hui comme tourné vers l'avenir.

Dans le présent chapitre, nous présenterons les différents concepts relatifs au musée, et ces différentes fonctions, On présentera ainsi l'évolution du musée à travers l'histoire, les espaces muséaux et les différents types d'éclairage naturel et artificiel utilisé.

1- Définition du musée :

Lieu, établissement public où est conservée, exposée, mise en valeur, une collection d'objets d'art ou de science.

La dernière définition adoptée en 1975 par le conseil international des musées (ICOM) sur proposition de Georges Henri Rivière disait :

« Le musée est une institution permanente, sans but lucratif, au service de la société et de son développement ouvert au public, et qui fait des recherches concernant les témoins matériels de l'homme et de son environnement, acquiert ceux-là, les conserve, les communique et notamment les expose à des fins d'études, d'éducation et de délectations. »

(ICOM, 1975).

2- Définition de la muséologie :

Science de l'organisation des musées, de la conservation et de la mise en valeur de leurs collections. (Ezrati, 2008).

3- Définition de la muséographie :

Ensemble des notions techniques nécessaire à la présentation et à la bonne conservation des œuvres, des objets que détiennent les musées. (Georges Henri RIVIÈRE, 1981).

4- Définition Musées d'art contemporain :

L'expression « art contemporain » désigne de façon générale et globale l'ensemble des œuvres produites depuis 1945 à nos jours, et ce quels qu'en soient le style et la pratique esthétique mais principalement dans les champs des arts plastiques. Dans cette classification, l'art contemporain succède à l'art moderne (1850/1945). Cette désignation s'applique également aux musées, institutions, galeries, foires, salons, biennales montrant les œuvres de cette période.

5- L'évolution du musée à travers l'histoire :

Le mot musée remonte au moseion, le temple où étaient présentées les 9 muses.

La période hellénistique : les hommes des sciences qui se réunissaient dans la bibliothèque s'étaient penchés sur l'organisation et le recensement des valeurs dans les divers domaines de la pensée et avaient donné de nouvelles formes de la transmission du savoir.

A Alexandrie : un des 1^{ers} musées fut créé par Ptolémée 1^{er} il était situé dans un palais qui rassemblait et conservait les objets du passé et du présent dans un but éducatif et pour glorifier la dynastie des rois d'Egypte, le musée n'était pas accessible à tous.

La période romaine : les œuvres d'art étaient exposées dans des lieux publics (thermes, forum, portiques)

Au moyen âge : les institutions religieuses, les églises et les cathédrales assurèrent le rôle de conservatoire de l'art religieux. Les collections des familles princières d'Europe furent installées dans les galeries des palais et n'étaient pas accessibles qu'aux seuls initiés et amis de leurs propriétaires.

L'architecture des 1^{ers} musées fut calqué sur celle des temples et des palais.

A partir du 15 : les œuvres d'art étaient conservés dans 2 sortes de locaux, la galerie et le cabinet.

La galerie : est une salle très allongées bordée sur un côté de nombreuses arcades ou fenêtres par lesquelles entre la lumière.

Le cabinet : est une pièce de dimension plus modeste et de forme carré.

La période de la Renaissance : c'est à partir de la Renaissance que les musées existaient en tant qu'établissements publics avec des collections hétéroclites qualifiées de tradition archéologique de masse, le goût de collectionner revient à partir du 16^{ème}, l'Italie recherchait les témoignages de l'art antique créa la notion moderne du musée où les objets prennent une valeur d'exemple pour les artistes. L'élargissement du champ de connaissance humaine et les

découvertes multiples qui s'accomplirent aux 16ème allaient stimuler la création de musées de toutes sortes, musée d'histoire, musée d'art, musée d'histoire naturelle et musée des sciences.

A partir du 17ème : les galeries sont les grands hôtels particuliers des nobles et réunissent les grandes collections princières.

Le premier musée d'état serait le British Museum, abrité d'abord dans un hôtel particulier de Londres, il fut fondé en 1753 et ouvert au public en 1759. L'ashmolean Museum d'Oxford qui dépendait de l'université, crée en 1677. Ces 2 établissements présentaient des collections d'histoire naturelle, de numismatique et de peinture.

En France l'ouverture du Louvre était (1795- 1801). (Schaer, 1993, p. 93)



Figure 39: le British Museum Londres
(Source : www.monumentsdelondres.com)



Figure 40: Le musée de Louvre Paris
(Source : www.monumentsdeparis.net)



Figure 41: Museum d'Oxford de l'université
(Source : www.ragnagna.fr)

6- Les types de musée :

6-1- Types de musées selon la discipline :

Il peut exister théoriquement autant de musées que de branches de l'activité artistique. Mais, en fait, les musées spécialisés sont moins nombreux que les autres. Les grands musées nationaux comprennent en général des sections où les œuvres d'art sont groupées suivant leur provenance. Avec le développement de la civilisation industrielle, le XIXè et le XXè siècle ont vu s'ouvrir des musées consacrés à la technique, à la science et aux dernières découvertes.

Tableau 13: les types de musée selon la discipline
Source : auteur (2019)

6-1-1- Musée d'art :

Ils regroupent un ensemble d'œuvres d'art ; (tableaux, sculpture...etc.) Choisies pour leurs intérêts stylistique, artistique, ou encore montrant les différentes phases de la carrière d'un artiste.



Figure 42: Musée des Beaux-Arts de Rennes
(Source : (<http://musée.type.archi.fr>))

6-1-2- Musées d'histoire :

Il abrite les grandes collections d'éléments réunis autour d'un thème historique représentatif d'une époque, et qui témoignent de l'homme, de son histoire, mais surtout qui cherchent à conserver la mémoire.



Figure 43: musée d'histoire naturelle de Lille
(Source : Microsoft Encarta 2009)

6-1-3- Musées de science :

Ce sont des musées didactiques, leurs buts c'est l'instruction. Ils tendent à être des musées interactifs, centrés principalement sur l'expérimentation et la pédagogie, leurs objectifs est de constituer des centres de cohésion culturelle et sociale.



Figure 44: le Musée des Sciences Valence en Espagne
(Source : Microsoft Encarta 2009)

6-1-4- Musées culturel :

Objet, dont la réunion permet de mettre en avant la particularité d'un pays, d'une région, d'une époque.



Figure 45: Le Musée des Cultures taurines de Nîmes
(Source : (<http://musée.type.archi.fr>))

6-1-5- Musées général (universel) :

Musée qui regroupe englobe) plusieurs départements qui ont chacun un thème différent (science ; art ; culture ; histoire ; ...).



Figure 46: Le musée universel du Louvre, à Paris
(Source : (<http://musée.type.archi.fr>))

6-1-6- Musées spécialisés :

Musée où l'on se consacre particulièrement à un domaine / une chose / une branche ...etc. (ex: musée du boulon, musée de la chaise...etc.)



Figure 47: Musée de la musique mécanique- France
(Source : (<https://www.petitfute.com>))

6-2- Types de musées suivant la notion d'ouverture et de fermeture :

Tableau 14: les types des musées suivant la notion de fermeture et d'ouverture
Source : Auteur (2019)

<p>6-2-1- musée à ciel ouvert :</p>	<p>Telle que les sites archéologiques.</p>	 <p>Figure 48: type à ciel ouvert « Ruine Romaine de Tipaza » (Source : http://musée.type.archi.fr)</p>
<p>7-2-2- musée fermé :</p>	<p>Il se caractérise par une articulation opaque, ce type de conception focalise l'attention sur l'objet.</p>	 <p>Figure 49: Musée Guggenheim Bilbao, Frank Gehry. (Source : http://musée.type.archi.fr)</p>

<p>6-2-3- Musée ouvert :</p>	<p>Une relation visuelle entre l'espace intérieur du musée et son environnement.</p>	 <p>Figure 50: Musée d'art contemporain, USA. (Source : http://musée.type.archi.fr)</p>
-------------------------------------	--	--

7- Les fonctions du musée :

Il devient un moyen pour protéger, exposer, éduquer, communiquer, conserver et répondre aux questions posées par les hommes d'aujourd'hui.

Exposer : c'est mettre sous les yeux des visiteurs, toutes les œuvres d'Art qui attirent leur attention.

Conserver : Conserver tous types d'objets et autres « traces » et « empreintes » que l'homme ou, même, la Nature nous a légués. Mettre à l'abri cette mémoire.

Communiquer : Le Musée permet aux visiteurs la communication avec le passé à travers les objets.

Eduquer : A pour but de donner une idée sur le patrimoine d'un pays par l'organisation de conférences.

Protéger : le patrimoine culturel et l'intégrer à la vie actuelle pour sauvegarder l'histoire d'une nation.

8- Les parcours :

8-1- Les exigences d'un parcours :

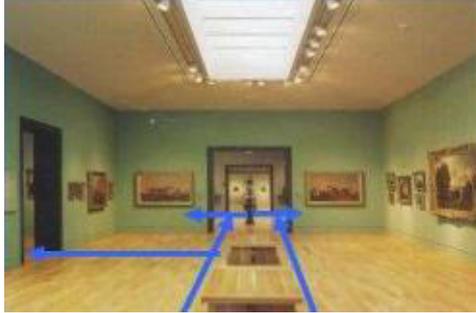
- ⇒ Le bien-être du visiteur facilite sa visite, par un plan clair qui dirige discrètement : assurer un éclairage qui se concentre sur l'objet exposé, éviter au visiteur l'effort qui lasse, et l'effort physique ex : organiser des espaces de détente et de repos dans le musée.
- ⇒ Visite guidée, distribution et circulation facile destinées à la mise en valeur des œuvres.
- ⇒ Les galeries multiples juxtaposées qui communiquent entre elles par plusieurs portes, inquiètent le visiteur qui hésite entre une circulation longitudinale ou transversale (circuit imposé).
- ⇒ Donner un arrêt direct aux collections que le visiteur désire voir sans que celui-ci ait à traverser toutes les salles d'expositions.

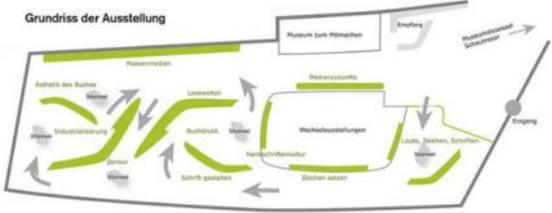
- ⇒ Éviter les longs parcours, les musées à plusieurs étages doivent être munis d'ascenseurs.
- ⇒ L'escalier et la passerelle sont une bonne solution pour les longs parcours imposés.

8-2- Les types des parcours :

Le type de parcours est imposé par le thème du musée, par exemple pour un musée d'histoire il nous faut un parcours linéaire (exposition chronologique) il existe quatre grands types de parcours :

Tableau 15: les types des parcours
(Source : auteur, 2019)

<p><u>8-2-1 - Type linéaire :</u></p>	<p>dans ce type de musée les œuvres sont exposées en respectant un schéma de circulation obligée.</p>	 <p>Figure 51: parcours de Musée d'Orsay à Paris, France Source :(Microsoft Encarta 2009)</p>
	<p>8-2-1-1- type arborescent: ce type fonctionne suivant l'idée d'un axe de circulation principale avec des secteurs annexes,</p>	 <p>Figure 52: British museum Source : (http://audience.cerma.archi.fr)</p>
	<p>8-2-1-2- type ruban: cette solution permet de guider le visiteur sans qu'il s'en rende compte.</p>	 <p>Figure 53: parcours de Musée Guggenheim new York Source :(Microsoft Encarta 2009)</p>

<p>8-2-2- <u>Type circulaire:</u></p>	<p>Type C'est un espace central qui articule les espaces d'expositions dans sa périphérie.</p>	 <p>Figure 54: Le musée d'Art et d'Histoire de Cholet Source : (Microsoft Encarta 2009)</p>
<p>8-2-3- <u>Type labyrinthe:</u></p>	<p>Ce type de musée est composé d'un grand nombre de pièces de telle manière que l'on retrouve très difficilement les salles d'expositions.</p>	 <p>Figure 55: le parcours centre Pompidou paris Source : (http://musée.type.archi.f)</p>
<p>8-2-4- <u>Type bloc :</u></p>	<p>Cette disposition laisse le libre choix du parcours selon la situation des points d'accès.</p>	 <p>Figure 56: Musée allemand du livre et de l'écriture Source : (http://musée.type.archi.fr)</p>

9- Éclairage dans les musées :

Pour un musée, lieu public de plaisir, de savoir, d'interrogation, l'éclairage est un élément important tout autant comme facteur d'interprétation, que du confort et du bien-être des visiteurs, sans oublier son action de dégradation sur un grand nombre de matériaux.

9-1- L'éclairage comme moyen d'expression :

L'éclairage, comme élément de la muséographie, peut être assimilé à un langage, qui, tels les autres éléments, remplit les critères d'un système sémiotique. On peut donc prendre en compte un ensemble de variables lumineuses (la chroma, l'intensité

lumineuse, la direction, etc.) qui, combinées entre-elles, formeront les unités significatives de ce langage ou plutôt de ce co-langage.

- la température de couleur (blanc chaud ou froid);
- l'intensité (l'éclairement ou la luminance);
- la chroma (teinte et saturation);
- la forme (nette ou floue de la tache);
- la texture (douce ou dure);
- la direction (l'ombre);
- la dimension (surface de la tache);
- l'implantation (l'emplacement de la tache);
- le contraste (entre l'objet et son fond);
- le mouvement (variations d'intensité, de couleur, de direction, etc.).

9-2- L'éclairage d'exposition :

L'éclairage d'exposition comme la mise en œuvre de la lumière, d'une manière expressive, avec la volonté de communiquer tout en conservant au mieux l'intégrité matérielle des objets présentés.

Il faut donc considérer le traitement de la lumière en muséographie comme :

- un moyen d'expression.
- un élément d'ergonomie.
- mais aussi, un facteur de dégradation.

9-3- Types d'éclairage naturel :

La position du soleil, et l'intensité de l'éclairage sont les deux facteurs importants, qui déterminent les types d'éclairage (latéral ou zénithal). Chaque type d'éclairage est à l'origine d'un certain nombre d'effets qu'il convient de connaître afin d'assurer une bonne anticipation et une meilleure maîtrise des qualités d'ambiance lumineuse à l'intérieur des musées.

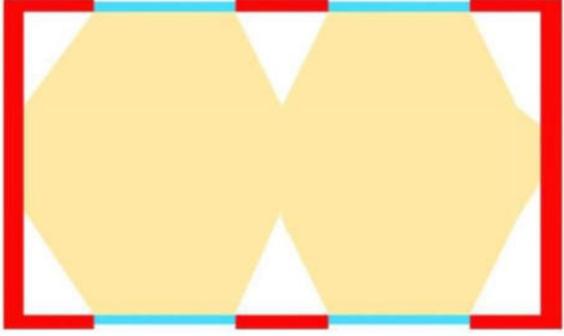
9-3-1- Eclairage latéral :

L'éclairage latéral est le type d'éclairage naturel le plus anciens historiquement et aussi le plus utilisé. car il répond facilement aux exigences et contraintes physique , voir structurelles et climatique du bâtiments. Aussi ce type d'éclairage satisfait trois besoins fondamentaux (lumière, vue et ventilation).

- Ceci permet d'avoir une protection solaire suffisante ce qui aboutit à un éblouissement moindre.

En plus, de ça, la liaison entre les espaces internes et externes améliore le confort visuel des personnes.

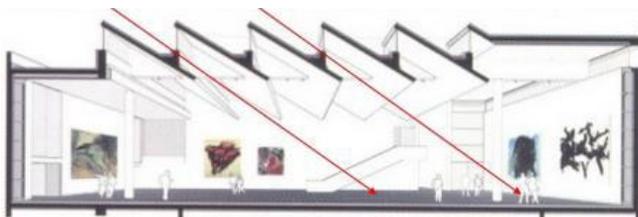
Tableau 16: les types d'éclairage latérale
(Source : auteur, 2019)

<p><u>9-3-1-1- Eclairage bilatéral :</u></p>	<p>Pour l'éclairage bilatéral, les ouvertures se situent dans deux parois qu'elles soient parallèles ou perpendiculaires mais qui se trouvent dans la même pièce. Ce type d'éclairage est plus connu dans les établissements scolaires spécialement dans les salles de classe où il est nécessaire de fournir au niveau du plan de travail un bon niveau d'éclairage avec une bonne uniformité et moins de contraste et donc moins d'éblouissement.</p>	 <p>Figure 57: plan de l'éclairage bilatéral Source : (Source : http://dispositif.eclairage.archi.musée.fr)</p>
<p><u>9-3-1-2- Eclairage unilatéral :</u></p>	<p>Il s'agit d'un éclairage fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même façade d'une orientation donnée. Cet emplacement cause des effets de reliefs et des contrastes. Le défaut majeur de ce type est que l'éclairage intérieur résultant est très peu uniforme, et cela est dû au rapport entre la profondeur du local et la hauteur de l'ouverture.</p>	

9-3-2- Eclairage Zénithal :

Ce type d'éclairage, est souvent employés dans les édifices à faible hauteur (un à deux niveaux) situés dans des régions à climats tempérés, froids ou chauds et secs, ce type d'éclairage semble le plus efficace en termes d'énergie. Cela est dû au fait que l'on peut obtenir, dans ces cas, un éclairement horizontal suffisamment intense et uniforme, avec un indice de vitrage assez faible, qui permet de réduire la vitesse des échanges thermiques avec

Tableau 17: les types d'éclairage zénithale
(Source : auteur, 2019)

<p>9-3-2-1- Les toitures en dents de scie ou sheds : Les sheds sont composés d'une surface translucide qui collecte la lumière naturelle pour la transmettre à l'intérieur du local, et d'une surface opaque inclinée appelée « rampant » qui distribue la lumière du jour à l'intérieur de la pièce.(figure : 58)</p>	 <p>Figure 58: les sheds (Source : http://dispositif.eclairage.archi.musee.fr)</p>
<p>9-3-2-2- Les tabatières (skylights) : C'est le système le plus performant car il donne u éclairage suffisant et plus uniforme.</p> <p>Ce type d'éclairage est le plus déconseillé surtout pendant l'été, car dans cette période, une paroi horizontale reçoit un quantité d'énergie double qu'une paroi verticale orientée vers le Sud.(figure : 59)</p>	 <p>Figure 59: skylights (Source : http://dispositif.eclairage.archi.musee.fr)</p>
<p>9-3-2-3- Les verrières et les dômes :Les verrières et les dômes sont économiques par rapport aux autres types, et sont les plus utilisés dans l'architecture moderne. Leurs emplois ne nécessitent pas une structure lourde et répond aux besoins</p>	 <p>Figure 60: Verrière du british muséum. (Source : http://dispositif.eclairage.archi.musee.fr)</p>

pour un indice de vitrage égale à 10%. L'inconvenant le plus important dans les verrières et les dômes est l'abaissement, qui ne doit pas être dans un angle inférieur à 30° par rapport à la hauteur de l'utilisateur de l'espace à fin d'éviter l'éblouissement.(figure : 60)

9-3-2-4- Les Lanterneaux : Les lanterneaux constituent le type d'éclairage zénithal où l'on trouve une partie de la toiture qui est surélevé sur un matériau translucide. Cette disposition supprime l'effet directionnel des rayons solaires qu'on trouve dans les sheds grâce à la pénétration de la lumière dans deux sens juxtaposés.(figure : 61)

9-3-2-5- Puits de lumières : Le patio, la cour, l'atrium sont quelques types de lumière du jour qui sont considérées comme la meilleure solution d'éclairage et de ventilation des espaces. Ces espaces généralement n'ont pas une liaison directe avec l'extérieur ou qui sont profonds ce qui nécessite une optimisation ou une amélioration du niveau d'éclairement ce qui permet d'apporter une meilleure distribution homogène de la lumière naturelle.(figure :62)

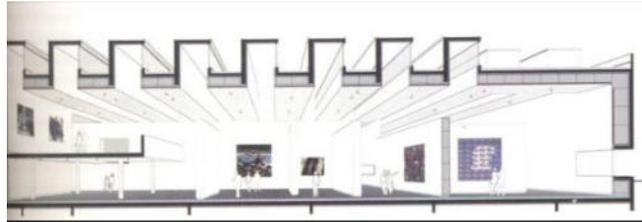


Figure 61:les lanterneaux
(Source : <http://dispositif.eclairage.archi.musee.fr>)



Figure 62: Le musée d'Art et Sciences de Singapour
(Source : <http://dispositif.eclairage.archi.musee.fr>)

Conclusion :

:

Ce chapitre, décrit le musée de son rôle institution éducative, culturelle et de détente, les notions de la muséologie et la muséographie. Tous cela a pour objectif de mettre le visiteur à l'aise et le conduire jusqu'à l'œuvre pour la contempler. C'est ainsi que la notion d'éclairage est nécessaire, puisque c'est le seul moyen pour le conduire à l'œuvre en écrivant le parcours, et décrivant son parcours, et en éclairons les œuvres exposées.

1- Les analyses des exemples :

1-1- Exemple 01 : Musée des Confluences « Le Centre des sciences »

1-1-1-Identification du projet :



Figure 63: plan de situation de musée des confluences
(Source : www.googleearth.com)

Tableau 18: la carte technique de musée des confluences
(Source : Auteur, 2019)

La carte technique de projet:	
Situation:	Lyon, France
L'architecte:	Wolf D. Prix / Coop Himmelb
Date d'achèvement:	20 décembre 2014
Matériaux utilisés:	une structure métallique, un revêtement inox, béton
La surface:	26700 m ²



Figure 64: plan de masse de musée des
(Source : www.googleearth.com)

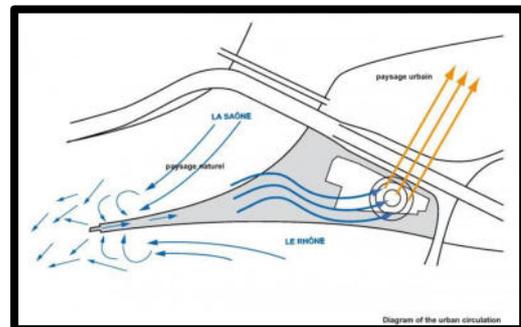


Figure 65: circulation urbain de musée
(Source : www.archdaily.com)

Analyse architecturale :

L'architecture du musée des Confluences naît de la rencontre d'un Cristal de verre et d'un Nuage d'inox, à l'image de la convergence des deux cours d'eau : le Rhône et la Saône.

1-1-2-1- L'idée conceptuelle :

Le lieu symbolique d'implantation appelait un geste architectural fort, d'où l'idée de CoopHimmelblau de répondre au projet

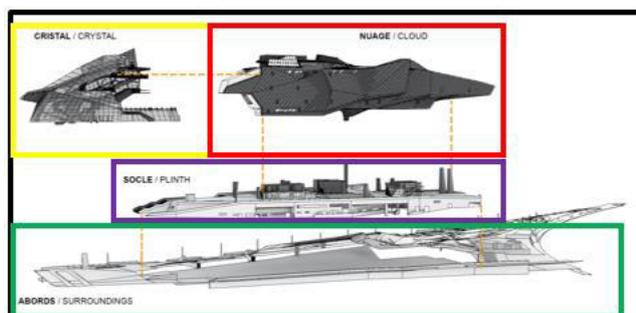


Figure 66: les unités architecturales de musée
(Source : www.coop-himmelblau.com)

culturel du musée par la combinaison de trois unités architecturales : le Cristal, le Nuage et le Socle.

1-1-2-2- la volumétrie :

Le cristal :

Le Cristal, est l'espace dédié à l'entrée du public et à la circulation des visiteurs.

C'est le lieu des rencontres et

des échanges, qui permet d'accéder au Nuage. Tour de force architectural, le Puits de Gravité sert d'appui central pour soutenir les structures métalliques et stabilise le Cristal.

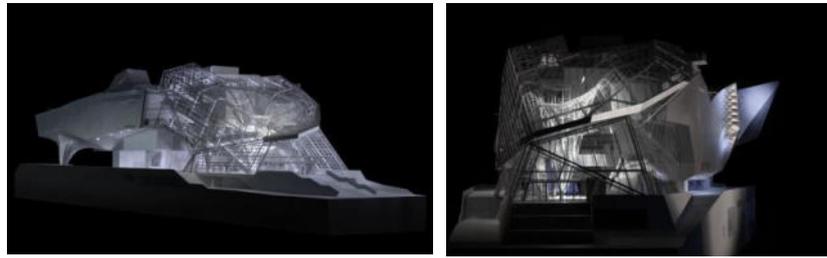


Figure 67: le cristal

(Source : www.coop-himmelblau.com)

Le Nuage :

Le Nuage, est constitué d'une structure métallique et d'un revêtement inox. Composé de quatre niveaux, il abrite l'ensemble des salles d'exposition.



Figure 68: le nuage

(Source : www.coop-himmelblau.com)

Le socle :

Le Socle en béton, est la partie sur laquelle reposent le Cristal et le Nuage. Quatorze poteaux et trois piles principales supportent le Nuage. Conçu sur deux niveaux semi-enterrés, il comprend les deux auditoriums, l'accueil des groupes, des espaces privatisables ainsi que les réserves et les espaces techniques du musée.



Figure 69: le socle

(Source : www.coop-himmelblau.com)

1-1-2-3 - La description du projet :

Le Musée des Confluences a été construit sur un promontoire où coulent le Rhône et la Saône, L'emplacement spécial se reflète également dans la forme de base du musée sous la forme d'un triangle allongé. Sur une propriété d'environ 21 000 m², le musée, construit sur des colonnes, se démarque littéralement. Ce bâtiment de 180 mètres de long, 90 mètres de large et 37 mètres de haut offre une surface utile d'environ 30 000 m² et une surface de plancher brute d'environ 46 000 m². Les visiteurs peuvent se déplacer entre des zones d'exposition fermées ou ouvertes, comme dans une rivière sinueuse, et ouvrir de nouveaux flux de connaissances via d'innombrables transitions, rampes et niveaux.

1-1-3- Les spécificités du projet :

1-1-3-1- l'organisation spatiale :



Figure 70: plan niveau 0.00 de musée
(Source : Auteur, 2019)

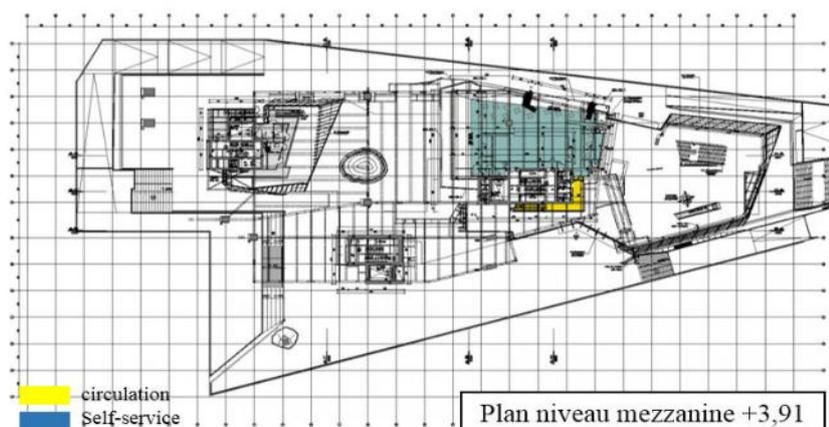


Figure 71: plan niveau mezzanine +3.91 de musée
(Source : Auteur, 2019)

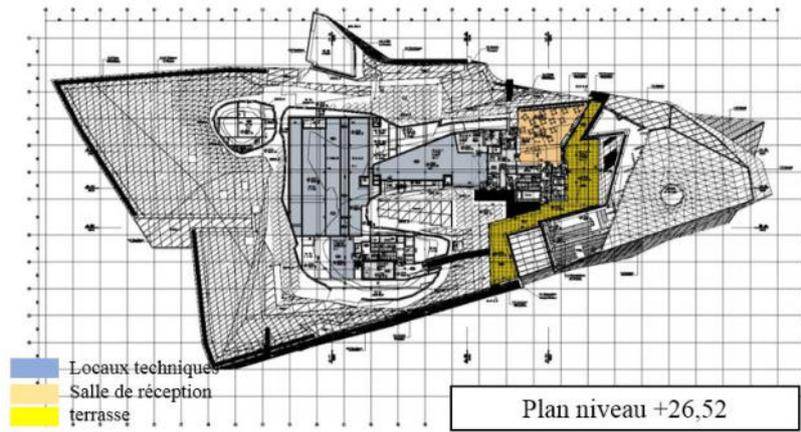


Figure 72: plan niveau +26.52
(Source : Auteur, 2019)

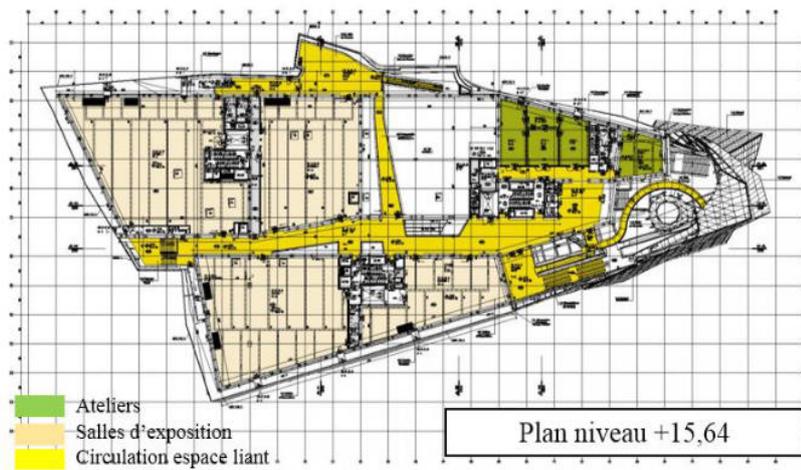


Figure 73: plan niveau +15.64
(Source : Auteur, 2019)

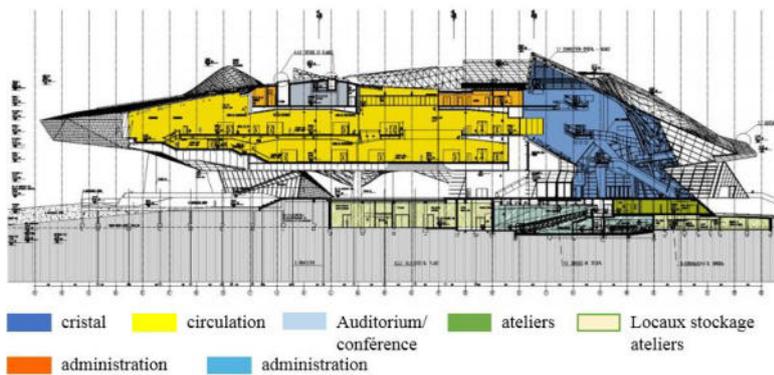


Figure 74: coupe 01
(Source : Auteur, 2019)

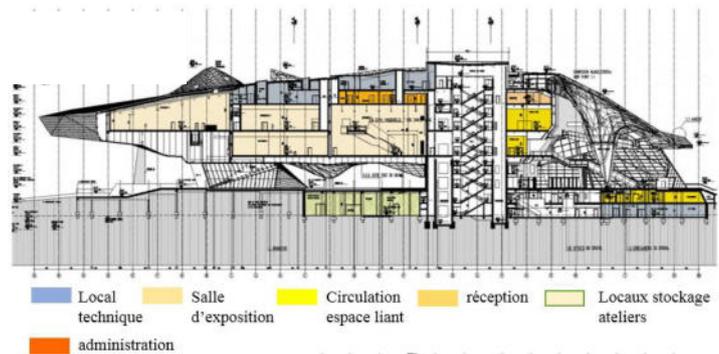


Figure 75: coupe 02
(Source : Auteur, 2019)

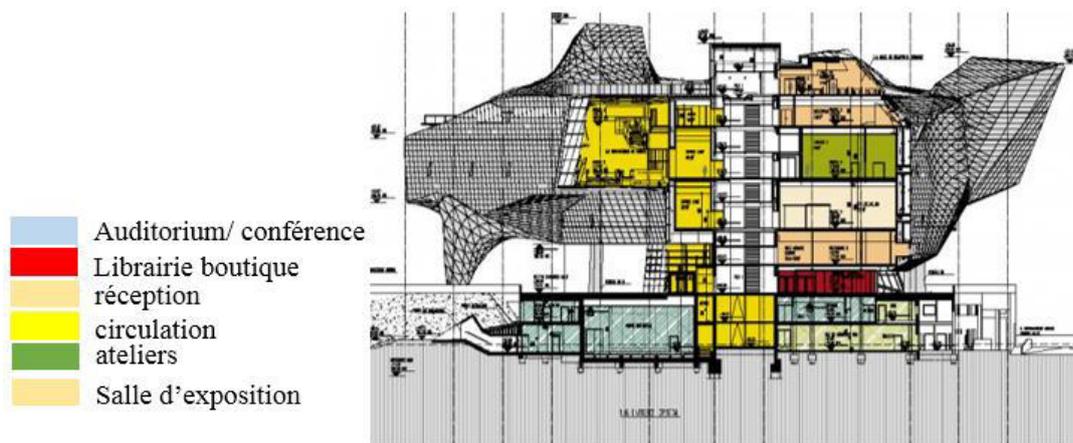


Figure 76: coupe 03
(Source : Auteur, 2019)

1-1-3-2- L'éclairage dans le musée :

Le Cristal, le puits de lumière, des quatre salles de l'exposition permanente.



Figure 77: le cristal, puit de lumière
(Source : www.archdaily.com)

1-1-3-3- La circulation intérieure :

Le bâtiment d'entrée, appelé Crystal, est ouvertement traversable et offre un accès vertical aux espaces d'exposition. L'espace appelé liant, un chemin de liaison, peut être atteint par un escalator, un escalier et une rampe en spirale.

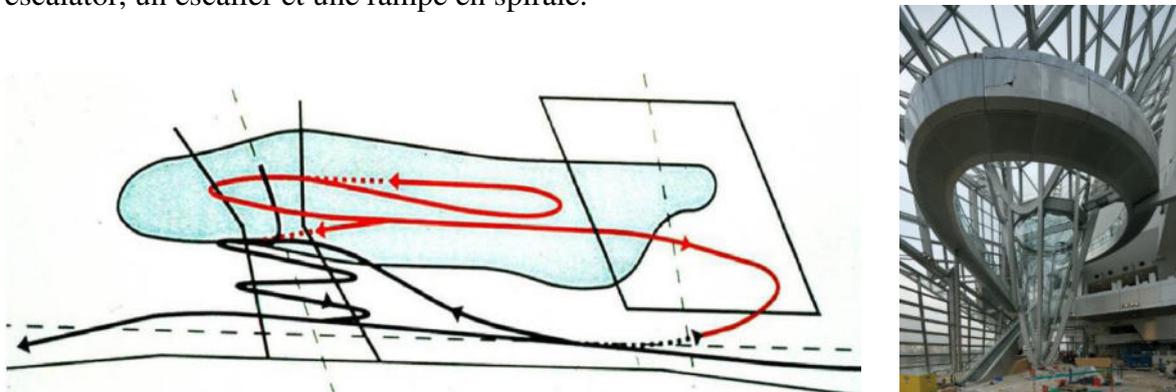


Figure 78: la circulation intérieure de musée
(Source : www.coop-himmelblau.com)

1-1-4- Techniques constructives :

Le cristal :

Sa construction en verre et acier. Les grandes vitres sont montées dans des cadres en acier : des assemblages qui, en raison de leur résistance à la flexion, donnent une apparence réfléchissante aux différentes surfaces pliées.

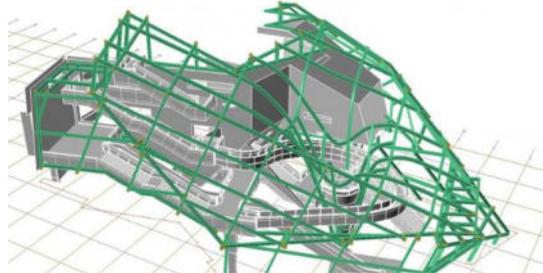


Figure 79: la structure de cristal

Le puits de gravité : - un élément central - constitue un refrain à la fois pour les efforts structurels et pour la sculpture lumineuse.

Le Nuage : Le Nuage, qui est l'élément flottant, combine une structure métallique et un revêtement métallique en inox qui se divise sur 4 niveaux.

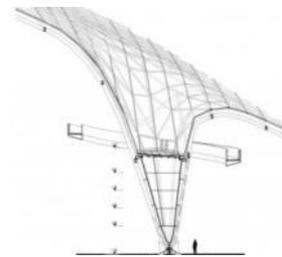


Figure 80: la structure de puits de gravité

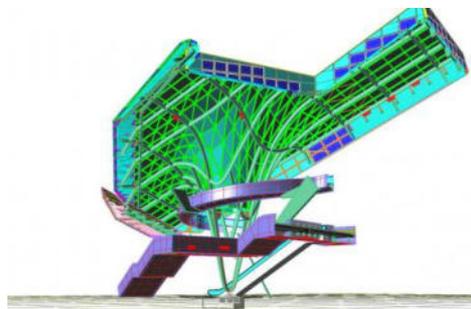


Figure 81: la construction de nuage

Le socle : Posé sur le terrain naturel, le socle de 87 000 m² est la partie béton sur laquelle reposent le Cristal et le Nuage Composé de 14 poteaux monumentaux et de 3 piles principales qui supportent la charpente de 600 tonnes du Nuage Le socle comprend 2 auditoriums, l'accueil des groupes, des espaces privatisables ainsi que les espaces techniques du musée.



Figure 82: le socle

1-2- Exemple 02 : Musée Zig Zag de Zaha Hadid

1-2-1-Identification du projet :

Tableau 19: la carte technique de musée Zig Zag
(Source : Auteur, 2019)

La carte technique de projet:	
Situation:	Musée zig zag Glasgow, Scotland
L'architecte:	Zaha Hadid
Date d'achèvement:	décembre 2010
Matériaux utilisés:	une ossature en acier, des panneaux en zinc
La surface:	11 300 m ²
Les niveaux:	3 étages

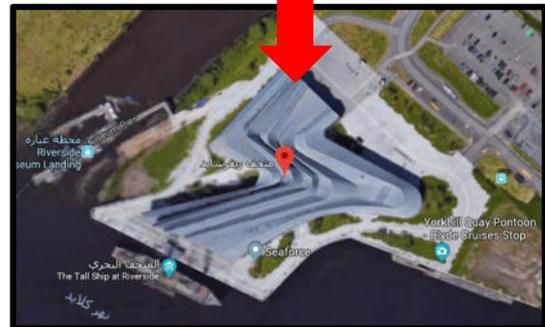


Figure 83: plan de situation de musée
(Source : www.googleearth.com)

1-2-2-Analyse architecturale :

1-2-2-1- Le Contexte :

Le musée Riverside est dérivé de son contexte. Le développement historique de la Clyde et de la ville de Glasgow constitue un héritage unique.

Le musée est situé dans le contexte même de ses origines, avec sa conception encourageant activement la connectivité entre les objets exposés et l'environnement plus large.



Figure 84: vue sur le musée zig zag
(Source : www.googleearth.com)

1-2-2-2- Idée conceptuelle :

La conception du musée va de la ville à la rivière ; symbolisant une



Figure 85: musée Riverside
(Source : www.dezeen.com)

relation dynamique où le musée est la voix des deux, reliant la ville au fleuve et la transition de l'un à l'autre.

Dans cette relation entre la ville et le fleuve, le bâtiment est dévié pour créer un voyage loin de son contexte externe dans le monde des objets exposés.

1-2-2-3- La volumétrie :

La forme de la structure du toit est en gros plan en z avec des meneaux structurels à chaque extrémité qui non seulement soutiennent le toit, mais permettent également aux façades à extrémités vitrées d'être supportées sans qu'il soit nécessaire de recourir à des éléments secondaires.

1-2-2-4- La description du projet :

L'immeuble de trois étages, d'une superficie de 7 800 m², S'élevant à une hauteur de 25,7 m (84 ') à son point le plus élevé, la façade sud au bord de la rivière se caractérise par des pics acérés. Ici, le rythme des élévations en coupe devient staccato ; En fait, les pics de la toiture sont tellement pointus que le bâtiment commence à perdre son association avec les images de l'eau et évoque, au contraire, quelque chose qui ressemble à une fréquence sonore.

1-2-3-Les spécificités du projet :

1-2-3-1- L'organisation spatiale :



Figure 86: plan de RDC de musée
(Source : www.archdaily.com)

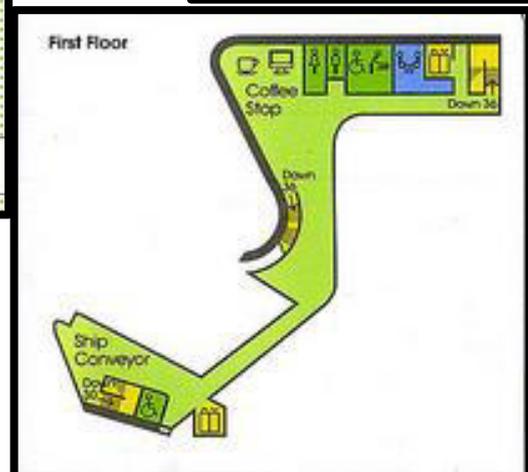


Figure 87: plan de 1er étage de musée
(Source : www.archdaily.com)

1-2-3-2- Le dispositif des galeries :

L'espace d'exposition intérieur ouvert, sans colonnes, non axial et sinueux. Le chemin de forme libre limite les vues axiales longues et ramène le visiteur du musée à l'échelle des artefacts exposés.



Figure 88: galerie de musée
Source :

1-2-3-3- L'éclairage dans le musée :

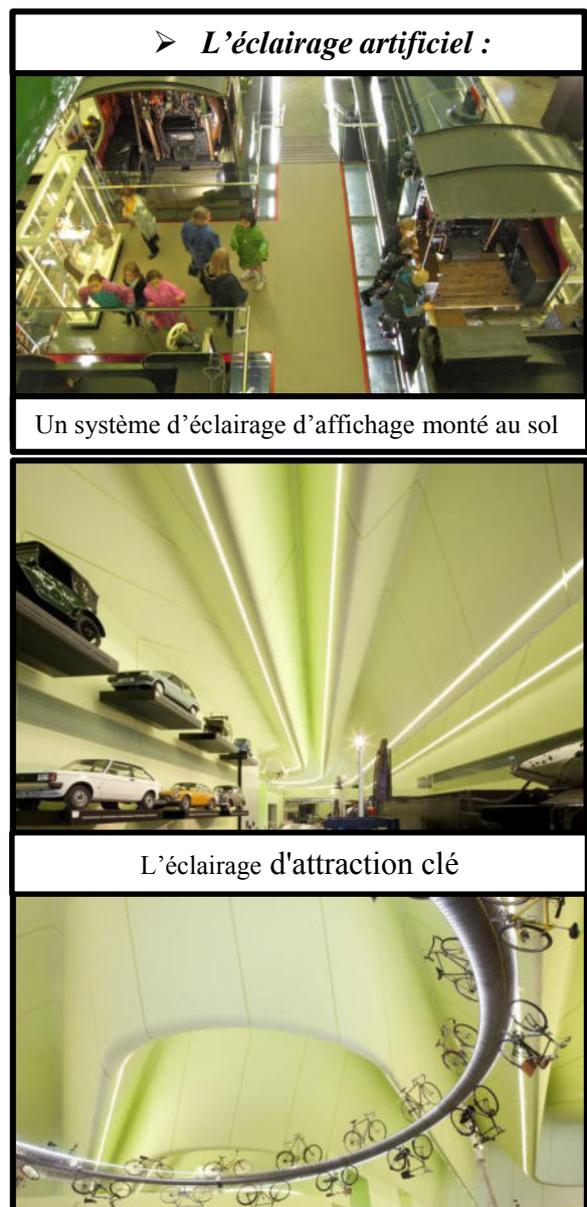


Un éclairage naturel ambiant provenant de grandes baies vitrées sur les façades nord et sud et sud.

Figure 89: l'éclairage naturelle de musée
(Source : www.archdaily.com)

Système d'affichage flexible

Le plan d'éclairage du musée utilise plusieurs centaines de LED, de lampes fluorescentes et d'halogénures métalliques



Un système d'éclairage d'affichage monté au sol

L'éclairage d'attraction clé

Figure 90: l'éclairage artificiel de musée
(Source : www.archdaily.com)

1-2-3-4- L'étude de circulation :

Le parcours interne du musée devient un médiateur entre la ville et le fleuve, qui peut être soit hermétique, soit poreux en fonction de la disposition de l'exposition.



Figure 92: vue intérieure de musée
(Source : www.archdaily.com)

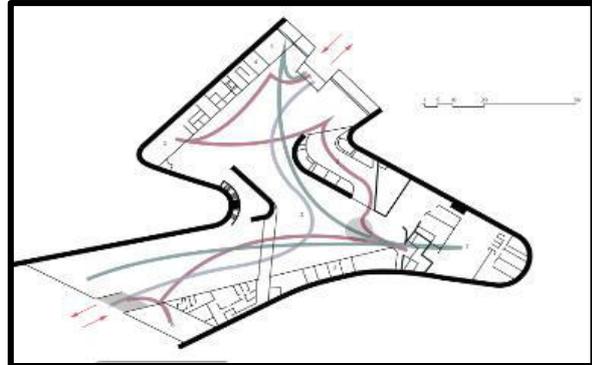


Figure 91: plan de la circulation intérieure de musée
(Source : www.archdaily.com)

1-2-4- Techniques constructives :

La structure du musée repose sur une pile d'acier, une sous-structure en béton armé contenant un réseau de tranchées et de services de renforcement. Les plaques des premiers et deuxièmes étages ont été réalisées en béton armé «in situ » de 150 mm sur des ponts en acier profilé et des poutrelles en acier.

Les façades et les panneaux de toiture sont revêtus de zinc pré patiné, virant au corps gris, ainsi que de joints aboutés. Les deux extrémités du musée sont fermées par des parois de verre.

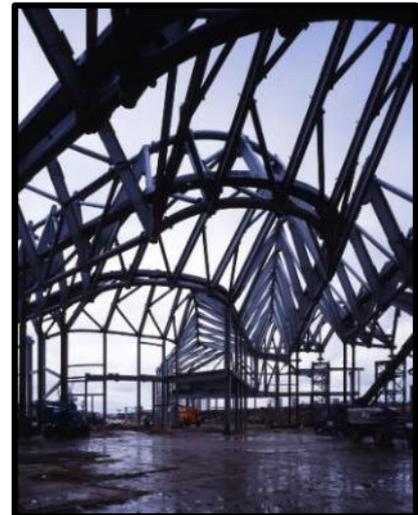


Figure 93: détails de la structure en acier de musée
(Source : www.archdaily.com)



Figure 95: détails de façade en zinc
(Source : www.archdaily.com)



Figure 94: la structure de musée
(Source : www.archdaily.com)

Exemple 03 : Musée d'Art Tel Aviv – Israël

Identification du projet :

Tableau 20: la carte technique de musée Tel Aviv
(Source : Auteur, 2019)

La carte technique de projet:	
Situation:	Tel Aviv
L'architecte:	Preston Scott Cohen
Date d'achèvement:	2007/2010
Matériaux utilisés:	Béton armé
La surface:	18500,0m ²
Les niveaux:	5 étages

1-3-2- Analyse architecturale :

1-3-2-1- L'idée conceptuelle :

Est liée au brutaliste, elle concerne également la plus grande tradition de l'architecture moderne à Tel Aviv, comme en témoignent les multiples vocabulaires de Mendelsohn, le bauhaus et la ville.



Figure 96: musée tel Aviv Israël
Source :

1-3-2-2- La volumétrie :

L'enveloppe extérieure est une surface étendue « pliage » qui rompt au modules disparates rectangle, est un ornement dynamique composée de 430 panneaux de ciment fabriquées sur places.



Figure 97: vue extérieure de musée Tel Aviv
(Source : www.archdaily.com)

La synthèse de l'édifice Amir de géométries radicales et classiques produit un nouveau type d'expérience de musée, l'un qui est comme enraciné dans le baroque comme il est dans le moderne.

1-3-2-3- La description de l'architecture :

Le bâtiment représente une synthèse inhabituelle de deux paradigmes opposés pour le musée d'art contemporain : le musée des boîtes blanches neutres et le musée du spectacle architectural.

Galleries individuelles, rectangulaires sont organisées autour de "lightfall", une spirale de haut atrium de quatre-vingt-sept pieds. Le bâtiment est composé selon plusieurs axes qui dévient de façon significative.

1-3-3-Les spécificités du projet :

1-3-3-1- L'organisation spatiale :

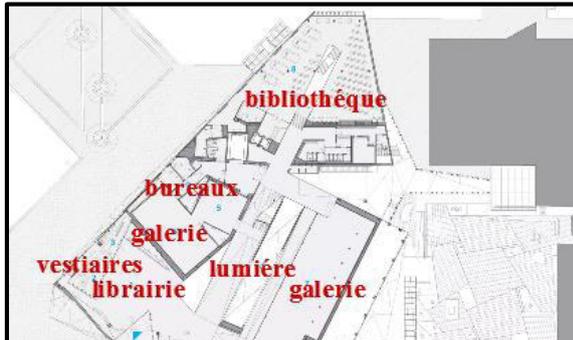


Figure 100: plan de RDC de musée
Source : www.archdaily.com

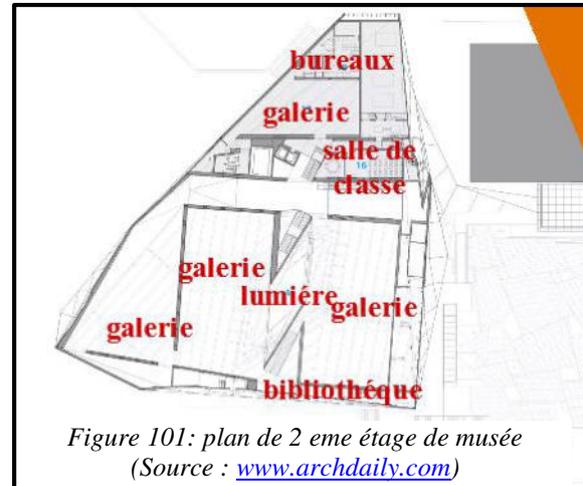


Figure 101: plan de 2eme étage de musée
(Source : www.archdaily.com)

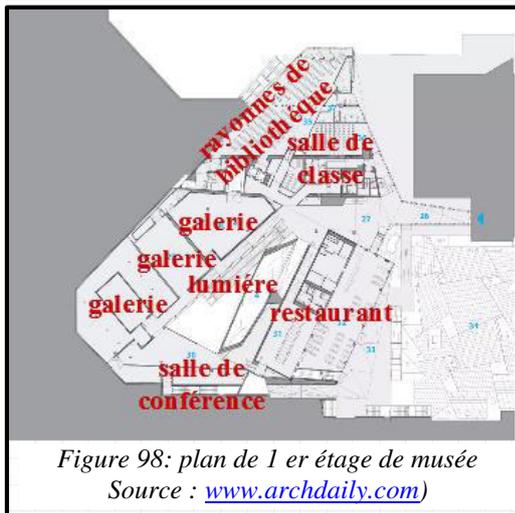


Figure 98: plan de 1er étage de musée
Source : www.archdaily.com

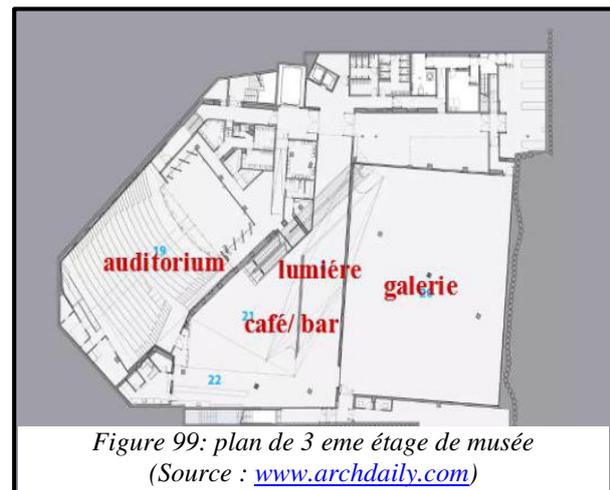


Figure 99: plan de 3eme étage de musée
(Source : www.archdaily.com)

1-3-3-2- Le dispositif des galeries :

Les galeries centrées :

Les galeries sont situées dans le centre du noyau et les façades. Preston Scott explique sont rationnelle en la rapportant à l'emplacement des musées dans le centre de Tel Aviv.



Figure 102: les galeries de musée Tel Aviv
(Source : www.archdaily.com)

1-3-3-3- L'éclairage dans le musée :

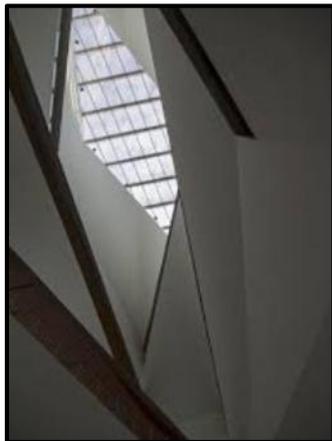


Figure 104: le dispositif de lightfall

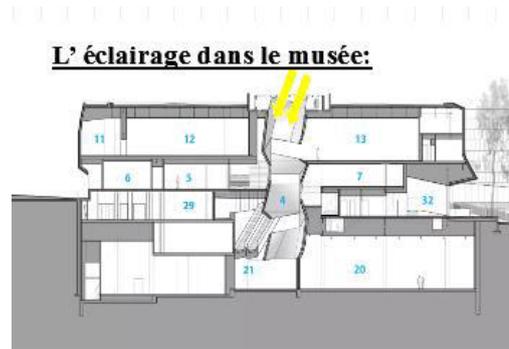
(Source : www.archdaily.com)

Les galeries donnent sur les 26 mètres de haut atrium à travers de longues fenêtres qui découpent à travers ses parois inclinées.

Les parcours et les galeries sont bien éclairés

à cause de lightfall.

Lightfall : Référence au concept de Corbusier, Preston Scott Cohen a conçu des bandes de fenêtres à l'intérieur autour d'un noyau ouvert.



L'éclairage dans le musée:

Figure 103: coupe de musée (éclairage à travers lightfall)

(Source : www.archdaily.com)

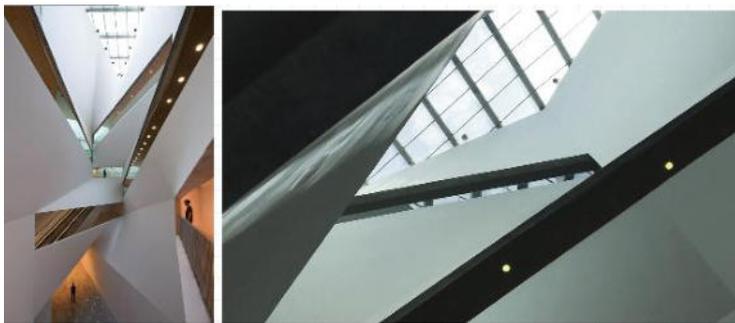


Figure 105: détails de lightfall

(Source : www.archdaily.com)



1-3-3-4- L'étude de circulation :

Les rampes circulatoires :

Ces rampes sont en collation avec le contexte immédiat des niveaux existants et suivent une spirale comme les fenêtres du ruban à la base.



Figure 106: la conception des rampes circulatoires

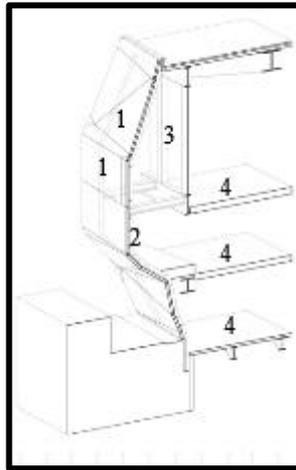
(Source : www.archdaily.com)

1-3-4- Techniques constructives :

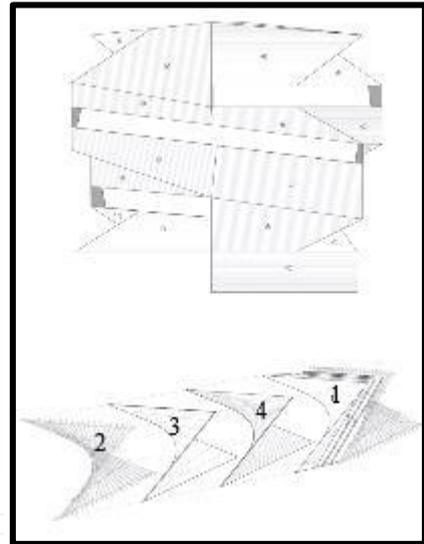
Le musée a un extérieur en béton mosaïque où les fenêtres correspondent aux formes du triangle et des panneaux rectangulaires.

Triangulaires panneaux pré-casting :

Ces panneaux sont directement liés et positionnés pour Lightfall, qui également dicté l'emplacement des fenêtres de ruban. Les extrusions de position des fenêtres à créer la façade des bâtiments et le passage se rapportent à la forme triangulaire forme du bâtiment.



- 1/ panneaux de béton préfabriqués
- 2/ support du panneaux
- 3/ truss vierendell
- 4/ dalles- planchers



- 1/ panneaux de béton
- 2/ tuyaux en acier
- 3/ contre plaqué
- 4/ plancher de sapin

Figure 109: détails constructifs de musée
(Source : www.archdaily.com)



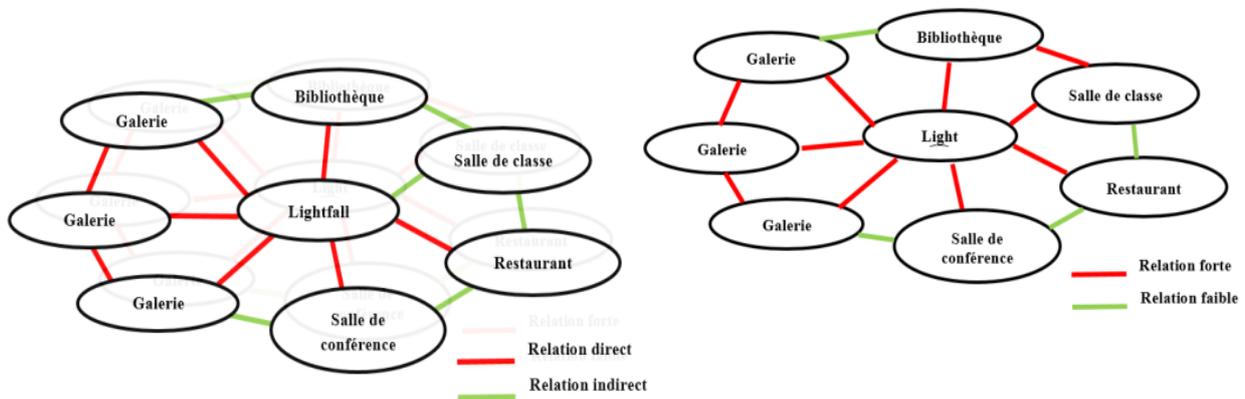
Figure 107: le revêtement extérieur de musée
(Source : www.archdaily.com)



Figure 108: détails de structure de musée
(Source : www.archdaily.com)

1-3-5- L'organigramme fonctionnel :

Les espaces de musée sont organisées autour de "lightfall"



1-4- Exemple 04 : Musée d'art Denver « Frederic C. Hamilton »

1-4-1-Identification du projet :

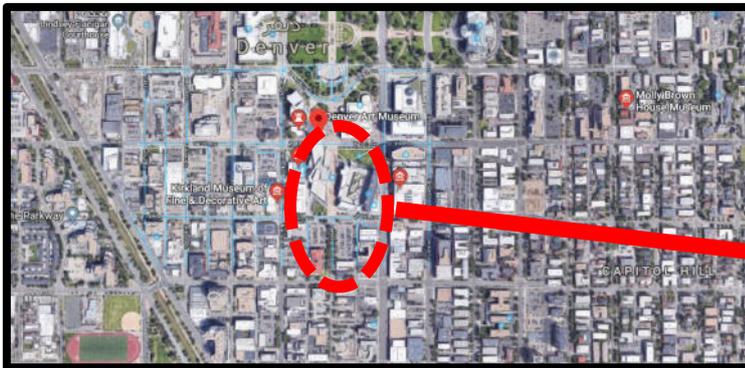


Tableau 21: la carte technique de musée Denver
Source : Auteur, 2019)

La carte technique de projet:	
Situation:	West 14th Avenue Parkway, Denver, United States
L'architecte:	DANIEL LIBESKIND
Date d'achèvement:	Octobre 2006
Matériaux utilisés:	Acier/ béton/ granit/ titane
La surface:	146000.0 m ²

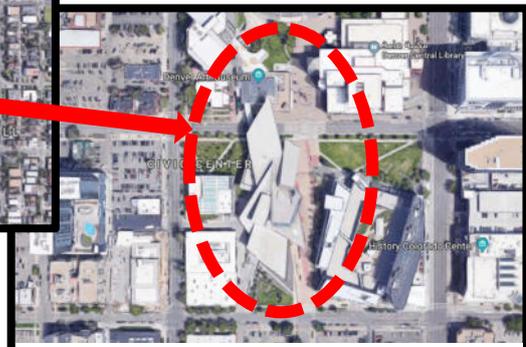


Figure 110: plan de situation de musée Denver
(Source : www.googleearth.com)



Figure 111: vue extérieure de musée Denver
(Source : www.archdaily.com)

1-4-2-Analyse architecturale :

1-4-2-1- Le contexte :

Concernant le concept de design dans son ensemble, Libeskind a déclaré : « Le projet n'est pas conçu comme un bâtiment autonome, mais comme une partie intégrante de la composition des espaces publics, des monuments et des passerelles dans cette partie en développement de la ville, contribuant à la synergie entre voisins, grands et intimes. » Libeskind a conçu une place piétonne paysagère pour le complexe DAM, qui présente également d'importantes œuvres de sculpture en plein air.

Figure 112: l'environnement immédiat de musée
(Source : Auteur, 2019)



Concernant le concept de design dans son ensemble, Libeskind a déclaré : « Le projet n'est pas conçu comme un bâtiment autonome, mais comme une partie intégrante de la composition des espaces publics, des monuments et des passerelles dans cette partie en développement de la ville, contribuant à la synergie entre voisins, grands et intimes. » Libeskind a conçu une place piétonne paysagère pour le complexe DAM, qui présente également d'importantes œuvres de sculpture en plein air.

1-4-2-2- L'idée conceptuelle :

Métaphore choisie pour la forme du bâtiment :

Les angles vifs et la géométrie complexe du bâtiment Frederic C Hamelton du musée d'art de Denver imitent les pics déchiquetés des montagnes Rocheuses environnantes.



⇒ Le projet est conçu comme un bâtiment unique, mais dans le cadre d'une composition d'espaces publics, de monuments et de portes d'entrée dans le développement de cette partie de la ville, ce qui contribue à la relation avec les bâtiments voisins.



⇒ La caractéristique la plus frappante du musée est la forme triangulaire d'un coin qui est tiré de la rue en direction de l'ancien bâtiment Gio Ponti.

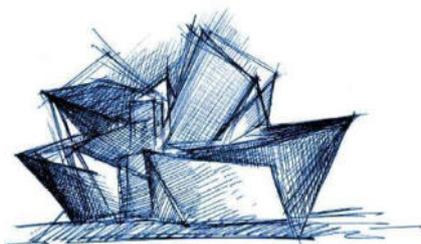


⇒ D'autres formes sont déployées sur la place, recouvrant partiellement l'entrée. Mais la généralité de l'extérieur réside dans la façon dont il change d'aspect lorsque vous regardez dans différentes directions. Les fragments d'un pic peuvent deviner remarquables entre les tours de la ville. Sous un autre angle, la structure semble statique et a l'apparence de bunker. La nuit, le bâtiment a tendance à donner une impression de calme étrange.



1-4-2-3- La volumétrie :

Formes géométriques agressifs, pur irréguliers, ce qui reflète les pics et les cristaux



de roche provenant des proches montagnes Rocheuses.

9 volumes, 8 rhomboïdes se sont des parallélépipèdes sculptés et Un volume nettement en porte à faux traverse la rue pour relier la structure ces 9 volumes emboîté et incluses les uns aux autres



1-4-3-Les spécificités du projet :

1-4-3-1- L'organisation spatiale :

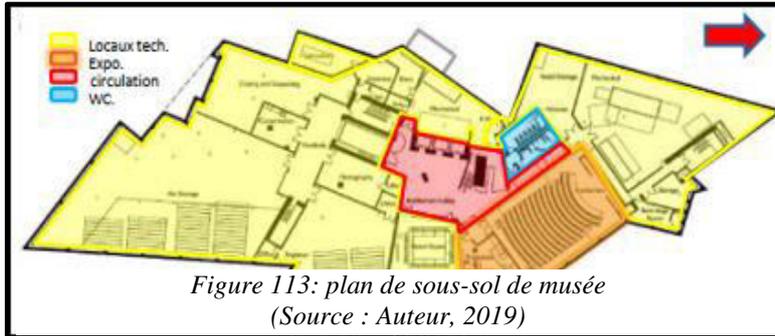


Figure 113: plan de sous-sol de musée
(Source : Auteur, 2019)

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

⇒ Des boutiques en RDC sont destinés à fabriquer une vie de rue instantanément dynamique et pour aider à revitaliser le centre-ville de Denver

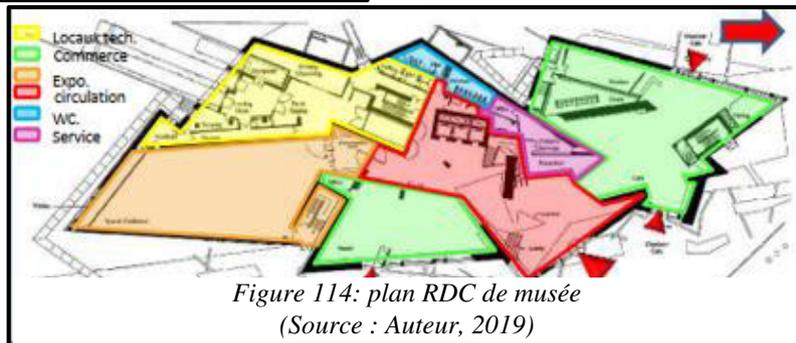


Figure 114: plan RDC de musée
(Source : Auteur, 2019)

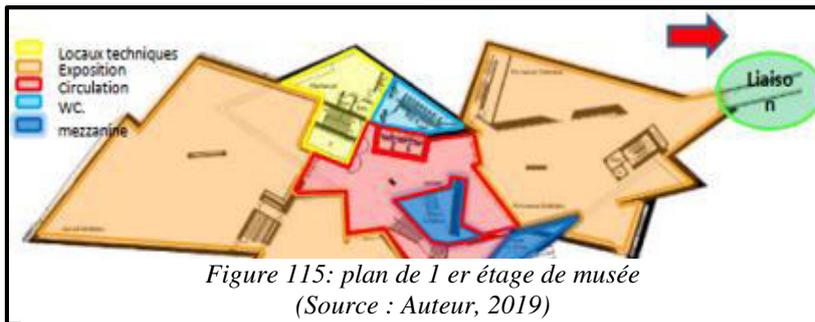


Figure 115: plan de 1er étage de musée
(Source : Auteur, 2019)

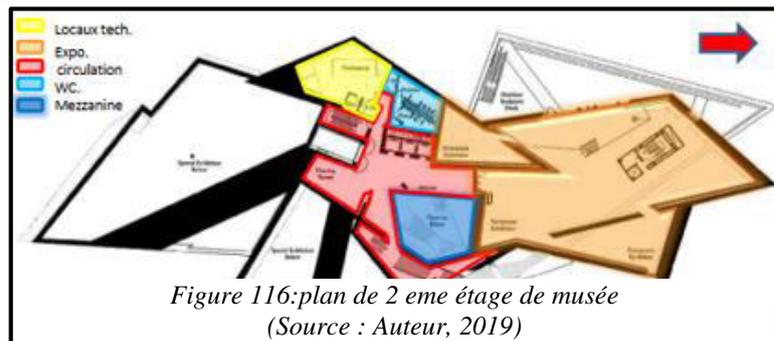


Figure 116: plan de 2eme étage de musée
(Source : Auteur, 2019)

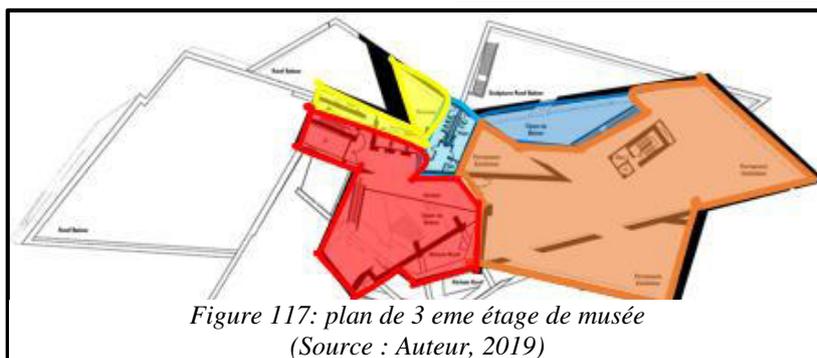


Figure 117: plan de 3eme étage de musée
(Source : Auteur, 2019)

1-4-3-2- L'éclairage dans le musée :

L'éclairage dans l'espace central est assuré par un atrium



Figure 119: coupe (éclairage naturelle)
(Source : Auteur, 2019)

L'atrium offre à un éclairage zénithal



Figure 118: façade de musée
(Source : www.archdaily.com)

1-4-3-3- L'étude de circulation :

⇒ L'espace central occupé par un escalier qui s'enroule à travers un atrium de quatre étages.

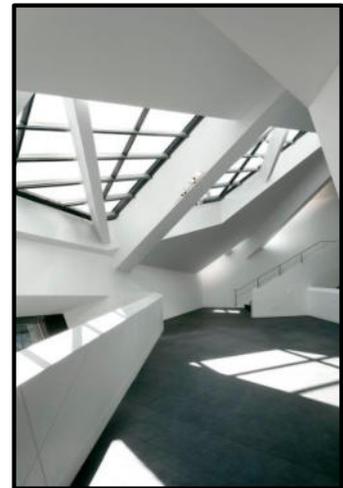
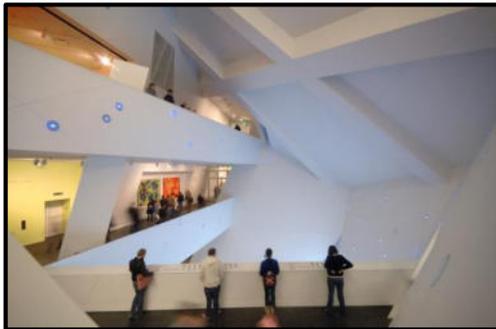


Figure 120: la circulation intérieure de musée
(Source : www.archdaily.com)

⇒ 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

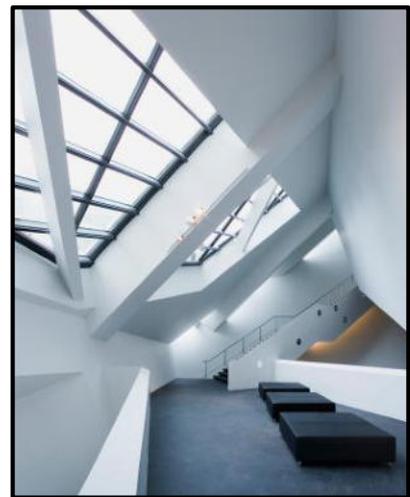
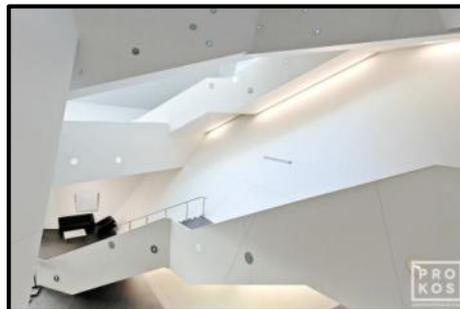


Figure 121: l'intersection des espaces
(Source : www.archdaily.com)

1-4-4- Techniques constructives :

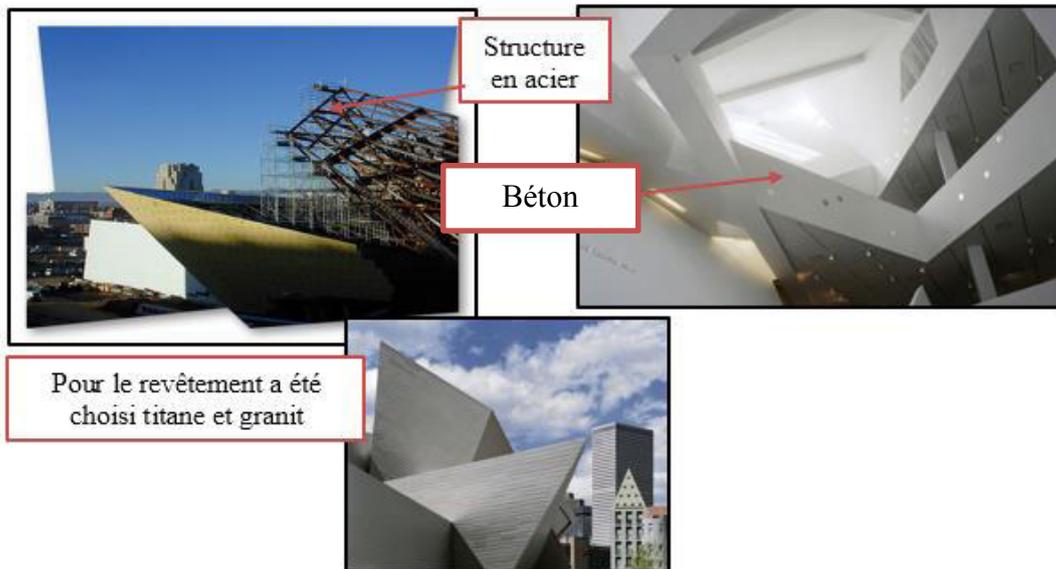
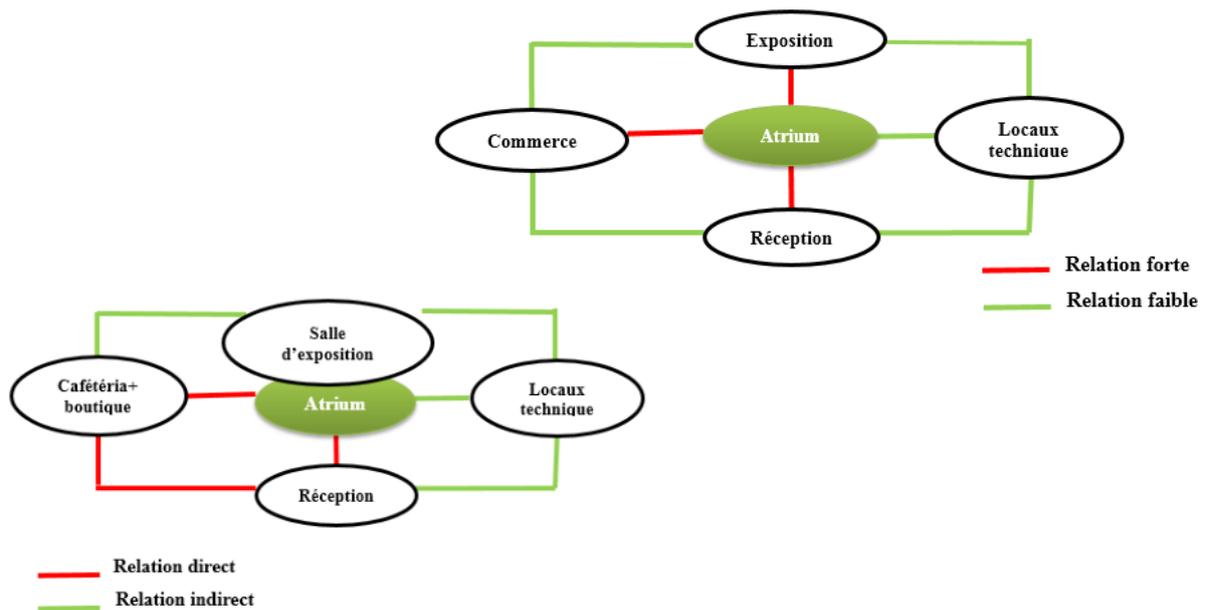


Figure 122: détails constructif de musée
(Source : Auteur, 2019)

1-5- L'organigramme fonctionnel :



Conclusion :

En conclusion et après l'études des analyses des exemples des musées,
Il faut bien étudier l'organisation spatiale et fonctionnelles entre les différentes espaces.
Et ainsi que bien traiter les parcours et son relation avec l'exposition. Et la relation entre le publique et les objets exposés.
Le mode d'éclairage dans le musée doit être adapté à l'œuvre exposée.

2- Analyse de terrain :

2-1- La situation de la ville de Biskra :

La wilaya est située au centre-est de l'Algérie aux portes du Sahara. Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- ⇒ Batna au Nord.
- ⇒ M'Silla au Nord- Ouest.
- ⇒ Khenchela au Nord- est.
- ⇒ Djelfa, El Oued et Ouargla au Sud.

Le Chef-lieu de la wilaya est située à 400 km au Sud- est de la capitale, Alger.

La wilaya s'étend sur une superficie de 21 671 Km².

Son altitude est de 125m au niveau de la mer.

2-2- Le climat de wilaya :

Le climat de Biskra est caractérisé par un été très chaud et sec, la température moyenne est de 43.5 °C. et un hiver très froid (température minimale moyenne de 4 °C,

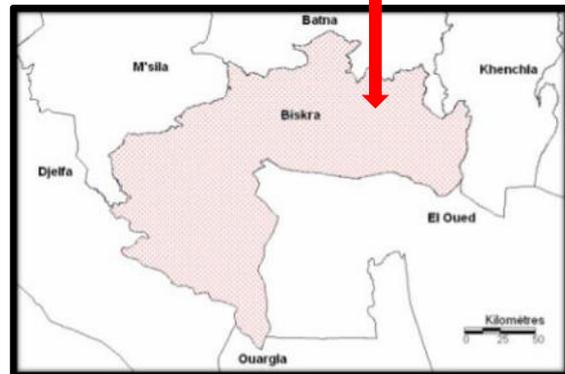
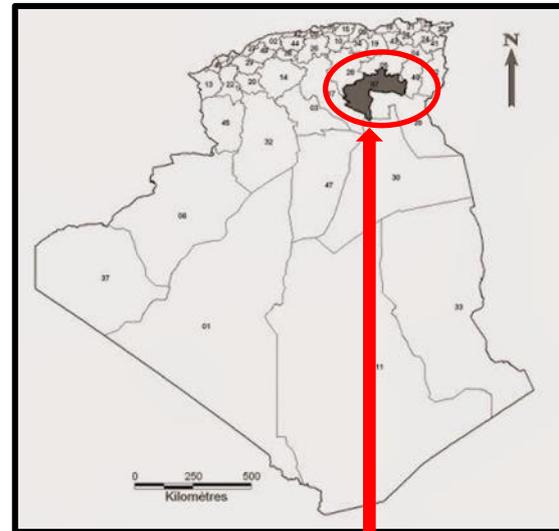


Figure 123: plan de situation de la ville de biskra
Source :

2-3- La situation du terrain :

L'aire d'étude se situe dans la nouvelle zone d'extension du nord de Biskra. Limité par la route nationale qui mène à Batna.



Figure 124: plan de situation de terrain
(Source : www.googleearth.com)

2-4- Délimitation de terrain :

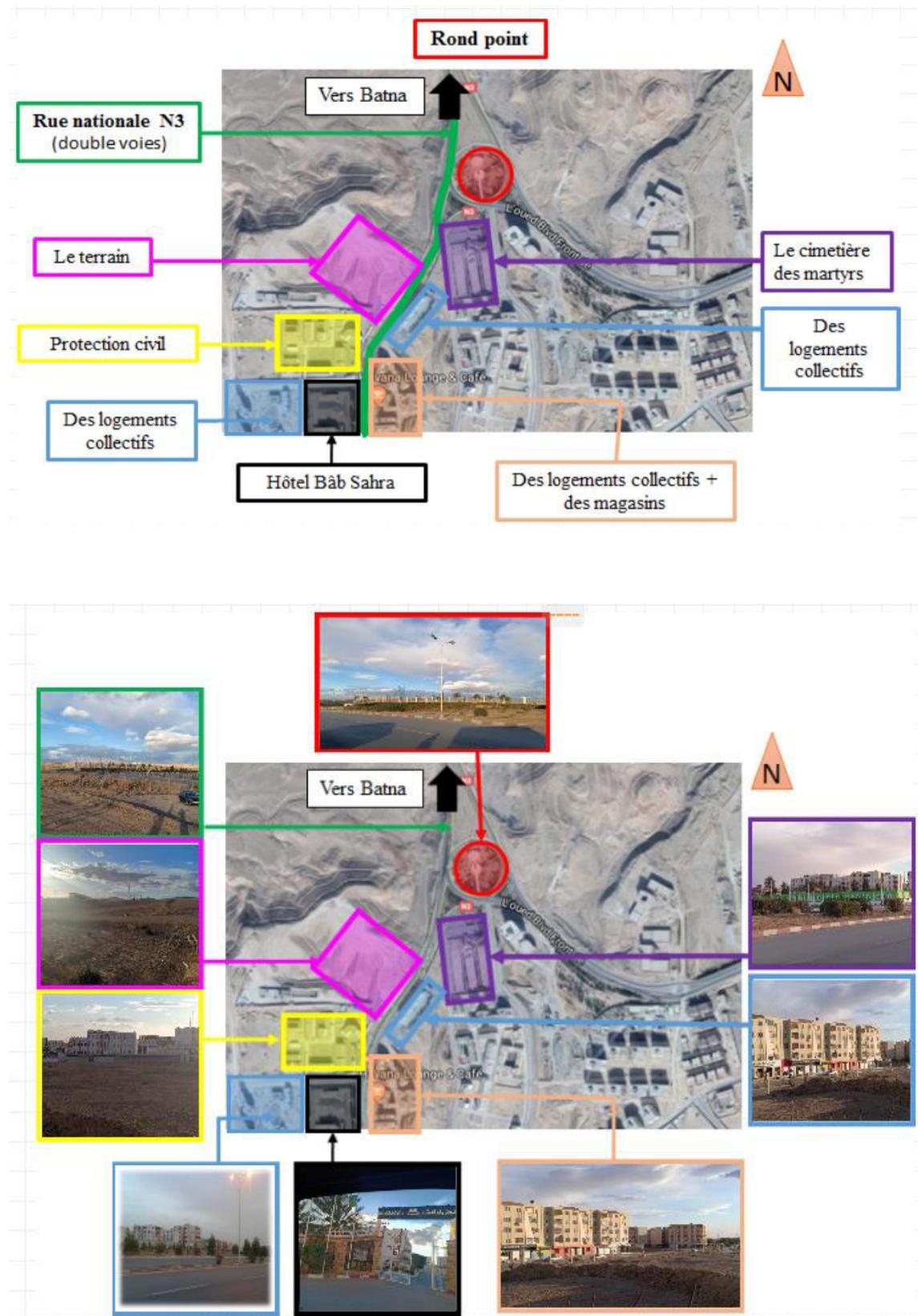


Figure 125: délimitation de terrain
(Source : Auteur, 2019)

2-5- La morphologie de terrain :

Le relief de terrain :

⇒ Le terrain est accidenté, sa pente est orienté d'ouest à l'est.

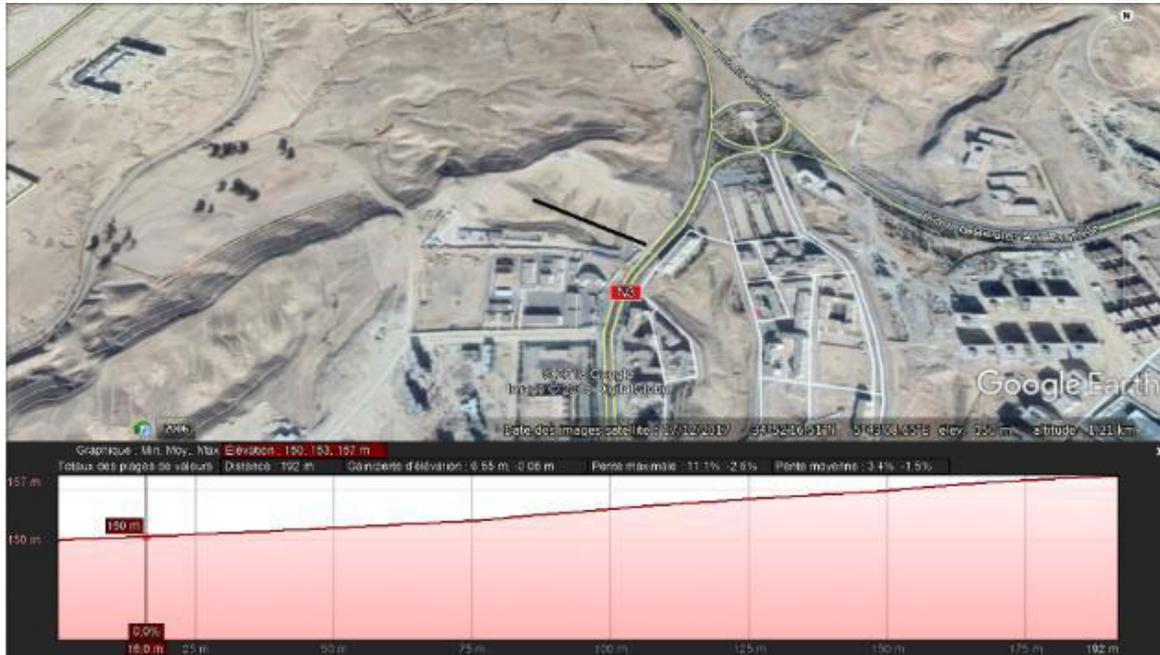


Figure 126: coupe topographique de terrain
(Source : www.googleearth.com)

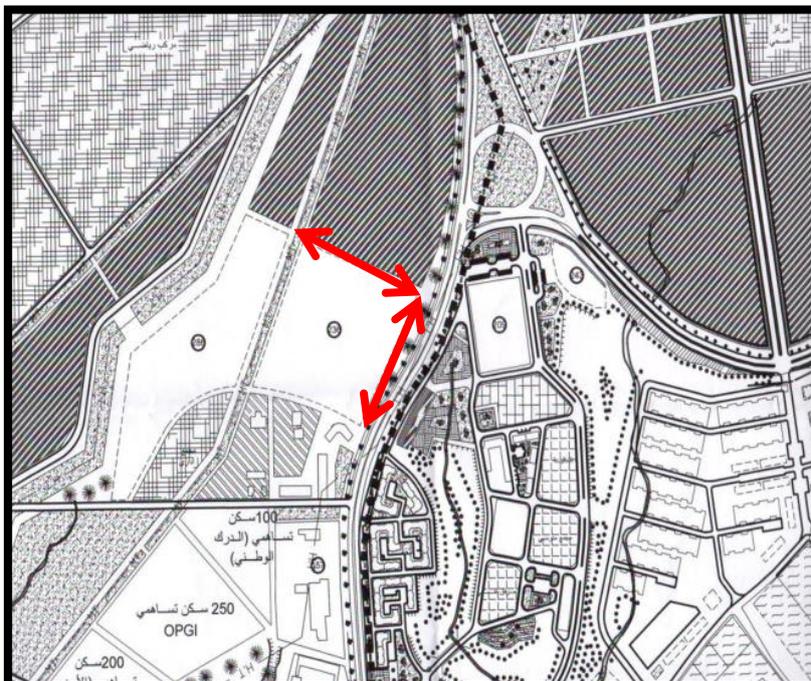


Figure 127: plan de situation (les limite de terrain)
Source : PDAU

La surface et la forme de terrain :

La forme de terrain :

⇒ Le terrain a une forme géométrique rectangulaire

La surface totale :

$$189 * 195,5 = 36949,5$$

2-6- L'enseillement :

Le terrain est bien ensoleillé toute la journée.

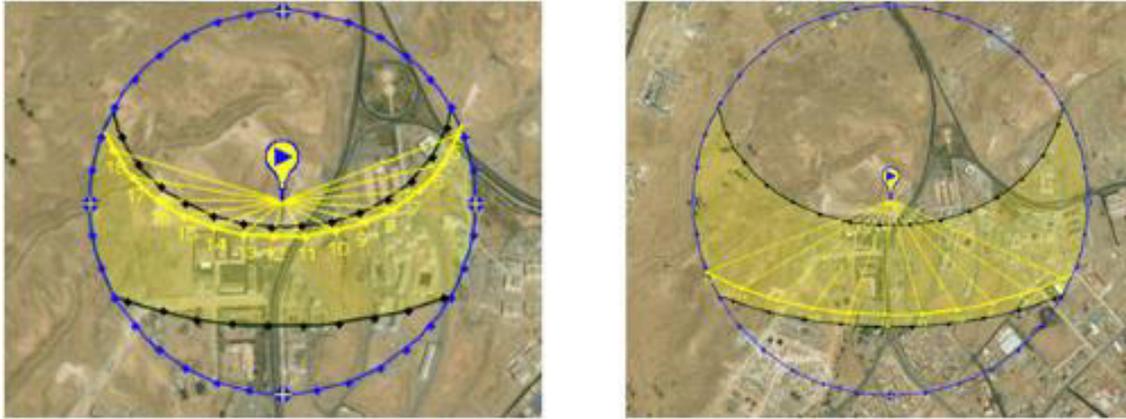
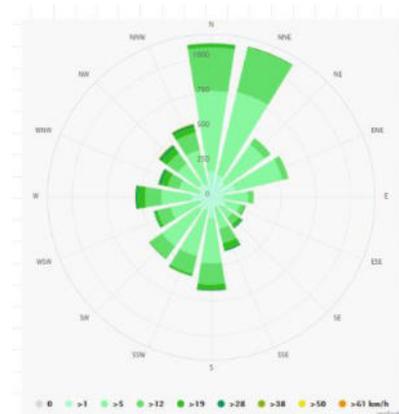


Figure 128 : l'étude de l'enseillement de terrain
(Source : www.sunpath.in.com)

2-7- Les vents :

- ⇒ Le vent souffle du sud-ouest (SO) au nord-est (NE).
- ⇒ Le terrain est ouvert sur les vents froids du nord-ouest et les vents chauds sud-est. (Figure : 129).



2-8- L'accessibilité :

Les flux mécanique et piéton les plus importants viennent du sud de terrain (le centre-ville) par contre du nord viennent des flux moins importants.

Figure 129: la rose des vents de la ville de Biskra
(Source : www.meteoblue.com)

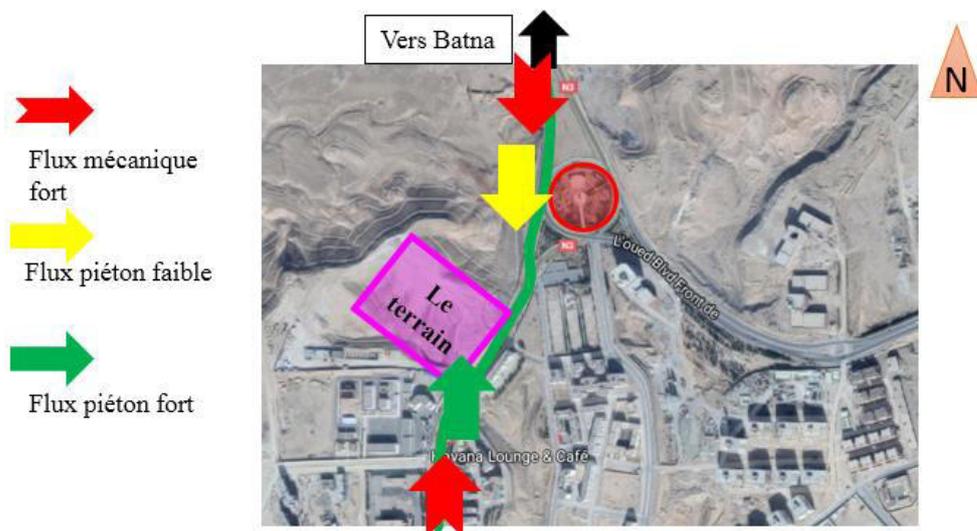


Figure 130: l'accessibilité de terrain
(Source : Auteur, 2019)

2- Rapport pleine et vide :

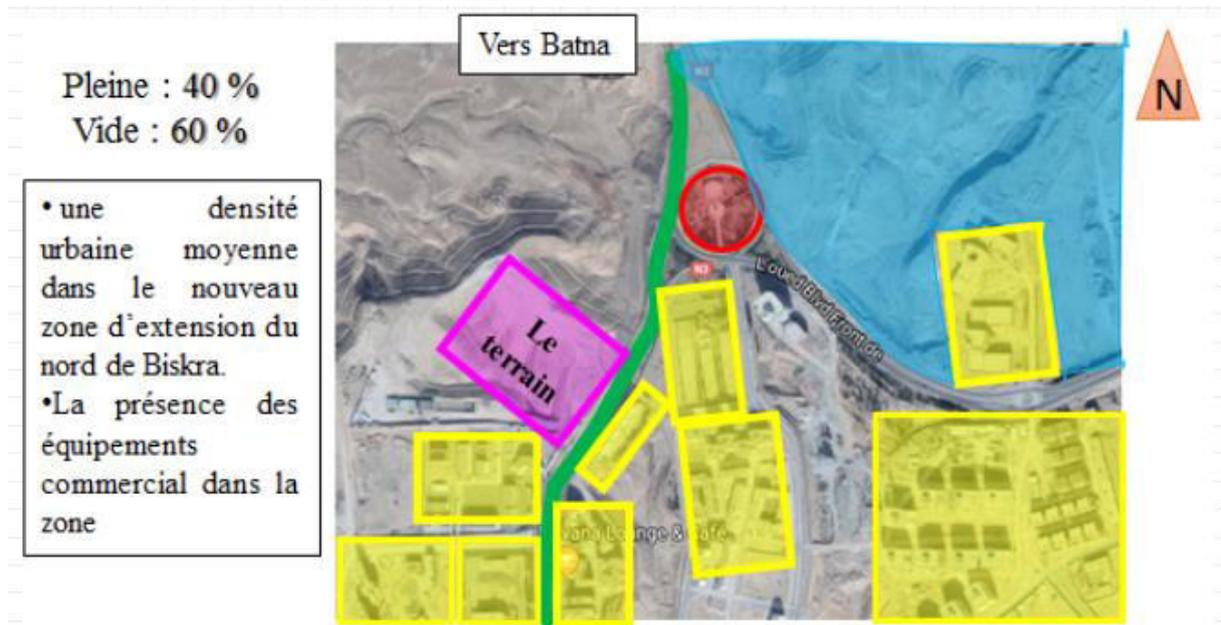


Figure 131: l'étude de rapport de pleine et vide de terrain
(Source : Auteur, 2019)

Conclusion :

Tableau 22: les points forts et faibles de terrain
(Source : Auteur, 2019)

Les points forts:	
<ul style="list-style-type: none"> • La présence d'un axe mécanique important. • L'interface entre la route et l'espace privé réalise également la transition entre l'espace public et l'espace privé. Bien souvent cet espace concentre le stationnement et les trottoirs. • Le terrain situé dans une zones de extension. 	
Les points faibles:	
<ul style="list-style-type: none"> • Le terrain est exposé au soleil et toutes les contraintes climatiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le projet doit être protégé contre les contraintes climatiques.

3- La conception du projet :

3-1- Présentation du projet :

La conception d'un musée d'art contemporain en origami, situé dans la zone nord de la ville de Biskra, à proximité de la protection civile.

A la base des recherches théoriques sur l'origami et les musées et selon les différents exemples analysés en origami et hors origami on a relevé des éléments pour être le soubassement de la conception de musée d'art contemporain en origami.

Ces éléments sont :

- ⇒ Prendre en considération tous les points cités dans les conclusions.
- ⇒ Le programmes officiel d'un musée et le programme proposé des projets analysés.
- ⇒ Prendre en considération les exigences des espaces muséales en termes de lumière, les parcours, l'exposition,
- ⇒ Les différents types de plis et leur utilisation selon l'espaces et les ambiances lumineuses.

3-2- Le programme officiel d'un musée régional :

Tableau 23: le programme officiel d'un musée régional

Source :

1- L'accueil:	289m²
▪ hall de dégagement:	120
▪ Accueil général de public	50
▪ Accueil groupes et scolaire	30
▪ Billetterie	10
▪ Boutique	15
▪ Cafétéria	25
▪ Vestiaires	15
▪ Sanitaires publics	15
▪ infirmerie	09
2- Animation:	139m²
▪ Ateliers animation	64
▪ Rangement	15
▪ Terrasse extérieure	60
3- Expositions:	260m²
Exposition permanente	120
Exposition temporaire	60
Forum	80

4- Conservation:	164m ²
Ateliers	64
Reserve	100
5- Bibliothèque:	195m ²
Gestion et banque de prêt	20
Lecture/ rayonnage enfants/ adultes/ périodiques	80
Multimédia/ audio	35
Rangements de bibliothèque	60
6- Salle de conférence	200m ²
7- Gestion musée	135m ²
8- Locaux techniques	50m ²
9- Circulations	218m ²
Total surface:	1650m ²

⇒ Après l'étude des analyses des exemples et en pris en considération le programme officiel d'un musée régional, nous avons obtenu le programme proposé :

3-3- Le programme proposé :

Tableau 25: le programme proposé
(Source : Auteur, 2019)

Les espaces:	Les surfaces:
▪ hall de dégagement:	100m ²
▪ Accueil général de public	300m ²
▪ Billetterie	15m ²
▪ Boutique	20m ²
▪ Cafétéria	50
▪ restaurant	60
▪ Sanitaires publics	15
▪ Ateliers	100m ²
▪ Exposition permanente	800m ²
▪ Exposition temporaire	360m ²
▪ stockage	150m ²
▪ Bibliothèque:	200m ²
▪ Salle de conférence	320m ²
▪ Locaux techniques	80m ²
▪ Circulations	/
▪ Total surface:	2570m ²

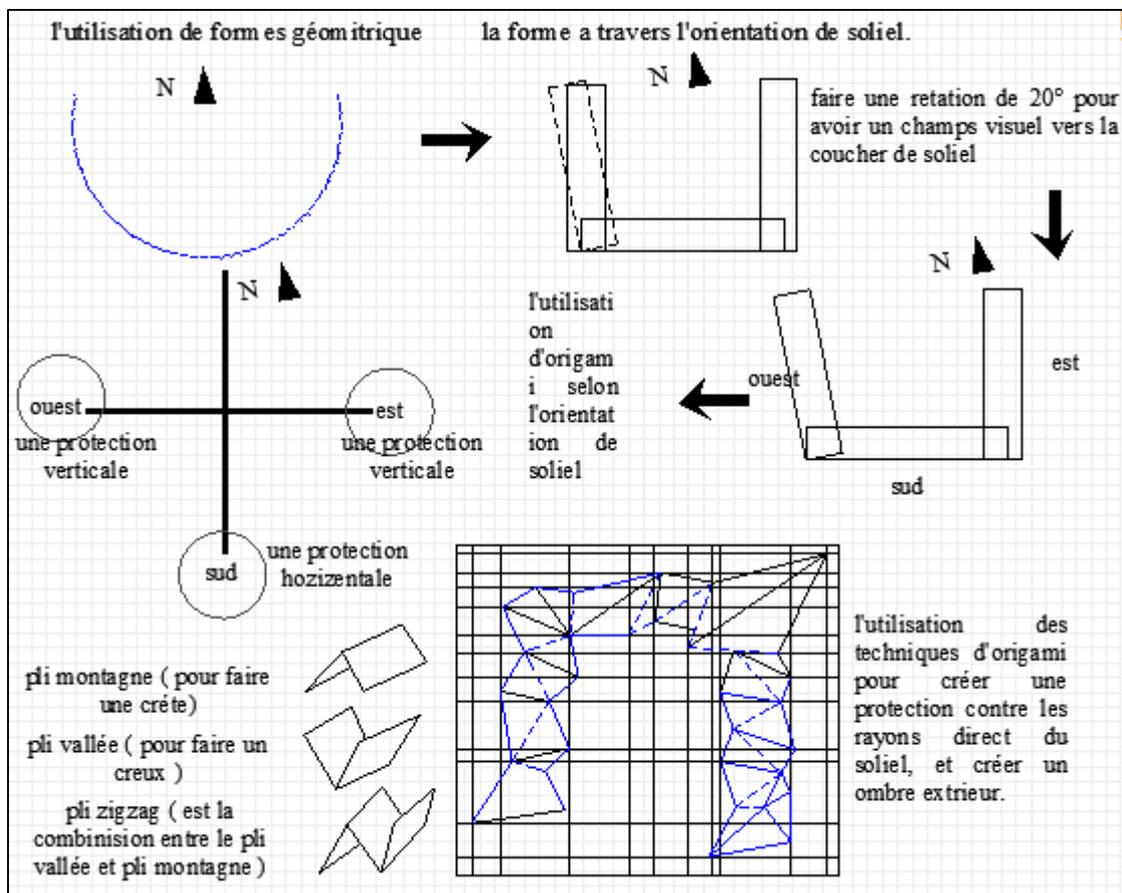
3-4- Les objectifs et les intentions :

D'après avoir les analyses des exemples et l'analyse de terrain on a élaboré des objectifs selon les exigences du musée moderne et les techniques d'origami pour la conception de musée d'art contemporain.

Tableau 27: les objectifs et les intentions
(Source : Auteur, 2019)

Les objectifs	Les intentions
La continuité spatiale et visuelle dans le musée	Plan libre (l'ouverture des espaces d'expositions entre eux)
La promenade architecturale La transparence spatiale	Le parcours
Concevoir des lieux de rencontre dans le musée pour la détente	La placette publique
La connexion visual entre l'intérieur et l'extérieur	Les ouvertures
Montre la valeur et l'identité du projet (la volumétrie du projet est devenu un travail artistique très important)	L'utilisation de l'origami
La protection de projet contre les contraintes climatique (l'ensoleillement).	L'utilisation de l'origami

3-4- L'idée Conceptuelle :



1- Le choix d'outil de simulation « ECOTECT » :

C'est un outil de simulation qui combine une interface de modélisation 3D très visuelle et interactive avec une vaste gamme de fonctions d'analyse solaire, thermique, visuelle, acoustique et de coûts. ECOTECT se présente comme un outil parfait pour communiquer avec les architectes et les concepteurs.

« Le but est de permettre aux concepteurs d'adopter une approche holistique au processus de conception du bâtiment facilitant ainsi de créer des bâtiments énergétiquement efficaces » (Crawley, 2005).

Ses résultats d'analyse peuvent être montrés directement sur les surfaces du bâtiment ou dans les espaces concernées par l'analyse, donnant au concepteur la meilleure possibilité de comprendre les performances du bâtiment et, donc, apporter les vraies améliorations conceptuelles.

2- Le logiciel utilisé pour la simulation :

2-1- Ecotect Analysis 2011 :

Le logiciel d'analyse de conception Ecotect Analysis est un outil complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail. Ecotect Analysis offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse de l'énergie des bâtiments qui peut améliorer les performances des bâtiments et des nouveaux projets de bâtiments.

Les fonctionnalités d'analyse de consommation d'énergie, d'eau et d'émissions de carbone intègrent des outils qui permettent de visualiser et de simuler les performances d'un bâtiment dans son environnement : analyses énergétique du bâtiment, performance thermique, consommation d'eau et évaluation des coûts, rayonnement solaire, éclairage naturel, ombres et réflexions.

C'est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. Il a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design. Ce logiciel qui possède une large gamme d'application (thermique, acoustique, ensoleillement et éclairage) permet :

- Calculer la consommation d'énergie et des émissions de carbone d'un bâtiment sur une base annuelle, mensuelle, quotidienne et horaire, en utilisant une base de données d'informations météorologiques ;
- Calculer les besoins en chauffage et climatisation des modèles et d'analyser les effets de l'occupation, des gaines internes, de l'infiltration et de l'équipement.
- Estimer la consommation d'eau à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment.
- Visualiser le rayonnement solaire sur les fenêtres et les autres surfaces, à n'importe quelle période de l'année.
- Calculer les facteurs d'éclairage naturels et les niveaux d'éclairage à n'importe quel point du modèle.
- Afficher la position et le parcours du soleil par rapport au modèle à n'importe quelle date, heure et emplacement.

2- Les Avantages :

- Prise en main assez rapide.
- Résultats très visuels (parfaits pour communiquer avec des architectes).
- Bon outil pour la phase esquisse et pour bien orienter la conception.
- Nombreuses sorties vers des logiciels plus performants.

3- Etape du travail via ECOTECT :

Les étapes du travail de simulation via le logiciel ECOTECT sont :

3-1- Préparation :

- Donner un nom au dessin.
- Fixer le type du bâtiment étudié.
- Télécharger les données climatiques de la région.
- Fixer l'environnement du bâtiment (urbain, rural, etc.).

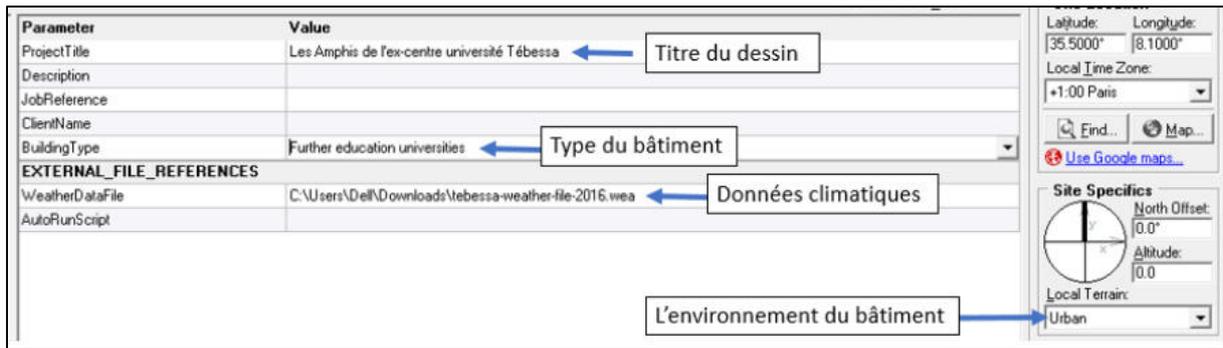


Figure 132: capture d'écran Ecotect 2011
 (Source : Auteur, 2019)

3-2- Dessin :

- Fixer le Nord.
- Fixer la hauteur des espaces.
- Choisir les matériaux de construction de chaque élément.
- Définir les différentes propriétés de chaque zone (données générales, propriétés thermiques).
- Nous pouvons, aussi, désactiver le calcul des données thermiques pour les zones non concernées par l'étude.

3-3- Analyse :

- Définir le paramètre à mesurer (température, gains thermiques, etc.).
- Définir la période et l'heure d'étude.
- Lancer l'analyse.

3-4- Intégration des données météorologique à la ville de Biskra :

- Cliquer sur projet et chercher Weather data file

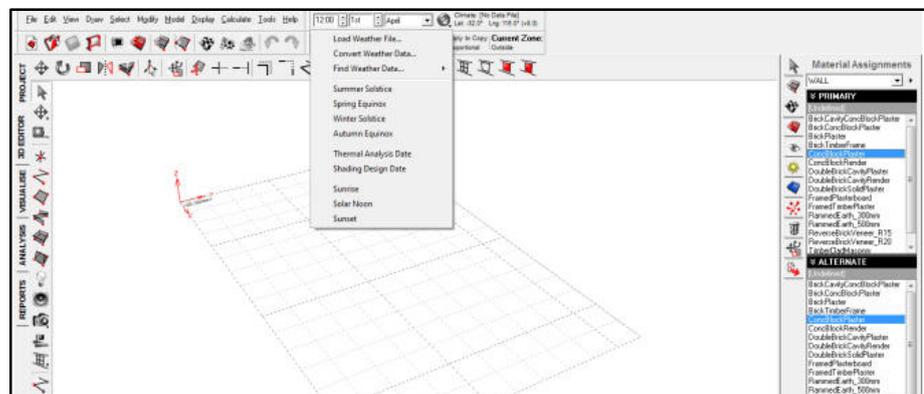


Figure 133: capture de l'interface logiciel Ecotect 2011 (inséré les données climatiques de la ville de Biskra)
 (Source : Auteur, 2019)

- Sélectionné le fichier (Weather Data) de la ville de Biskra sur le boîte de dialogue et cliquer sur ouvrir.
- Les données climatiques de la ville de Tébessa vont être affichées sur le logiciel ECOTECT 2011.

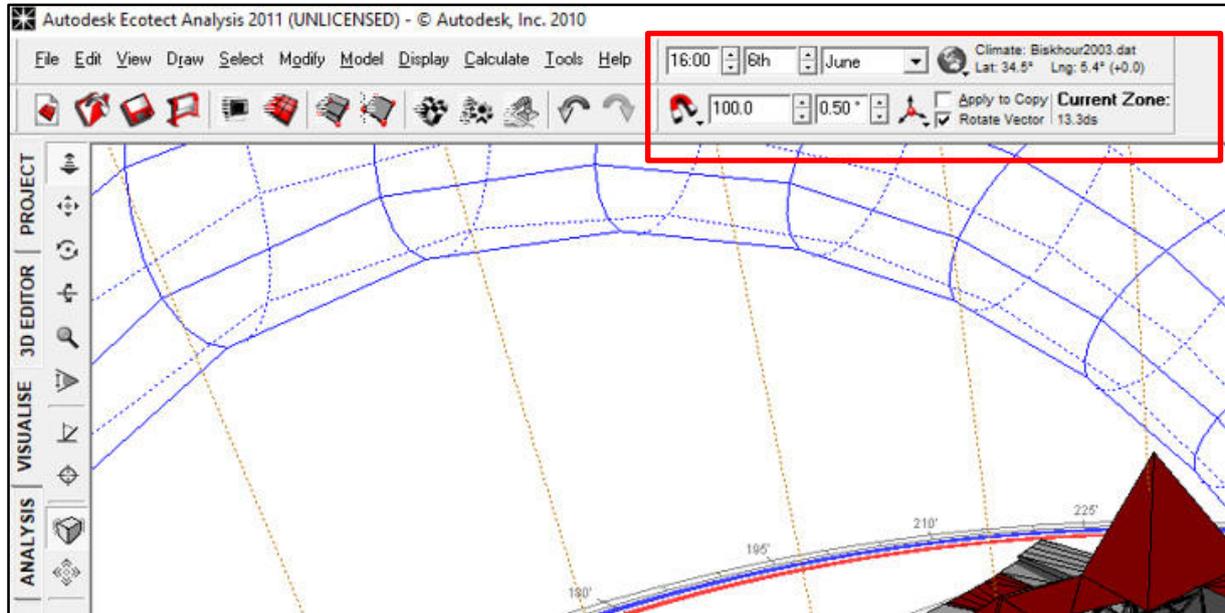
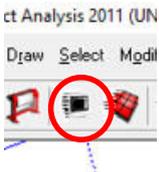


Figure 134: capture de l'interface de logiciel Ecotect 2011(choix des données climatiques de la ville de biskra
(Source : Auteur, 2019)

3-5- Réglage des paramètres de ECOTECT :

Cliquer sur le symbole suivant  : (préférence) pour choisir l'unité de dessin

4- L'analyse thermique de musée :

On a choisi pour effectuer la simulation deux moment différents à travers l'année universitaires le 6 janvier et le 6 juin, et ainsi on a Pénétré les données climatiques indispensables au travail dans l'Ecotect 2011 et après l'analyse et on a détecte ce qui est suivant :

Etude d'ensoleillement et l'ombrage :

La période hivernale :

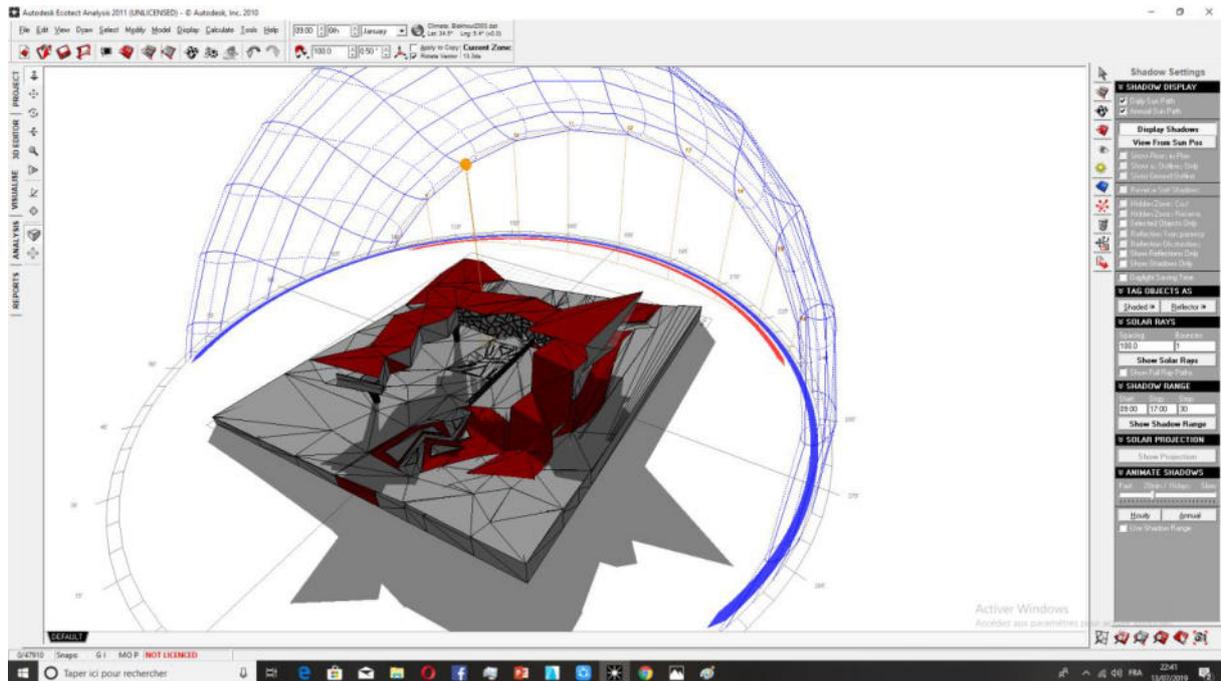


Figure 135: l'ensoleillement et l'ombre de musée. Le 06 janvier à 09.00h
(Source : Auteur, 2019)

Les résultats présentés dans le figure n° 135 que le musée est exposé totalement au rayonnement solaire pendant toute la journée, le projet crée l'ombre dans la placette à travers sa forme pliante et suspendue (self shading).

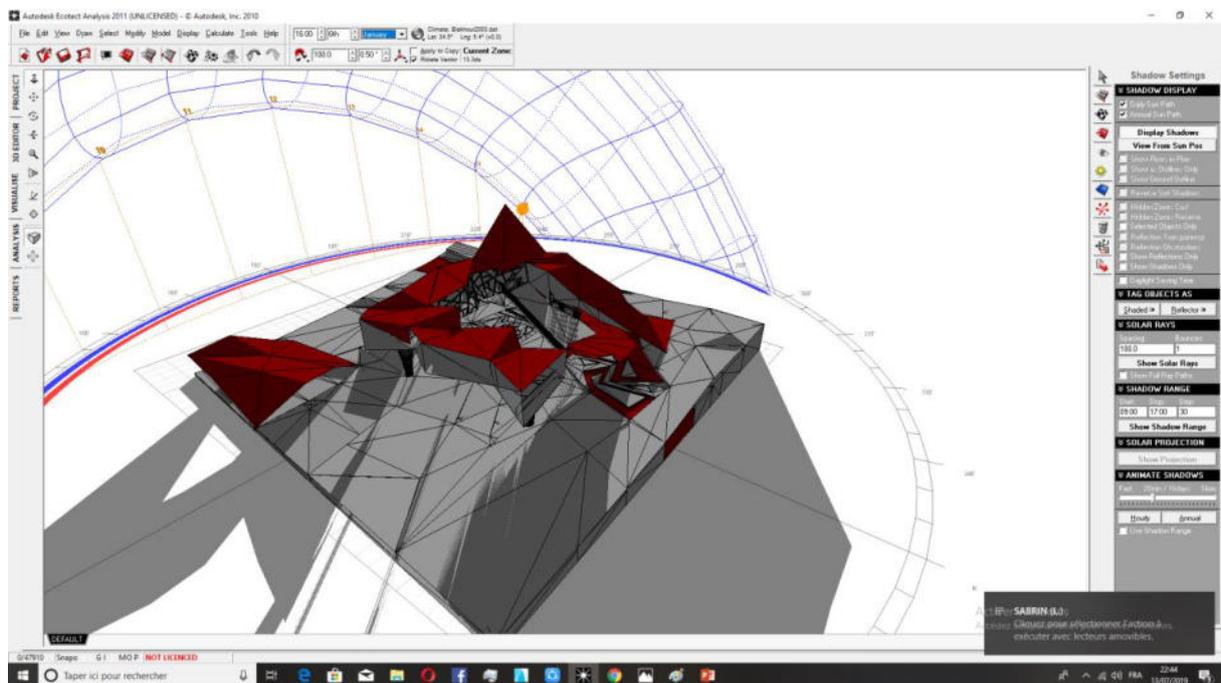
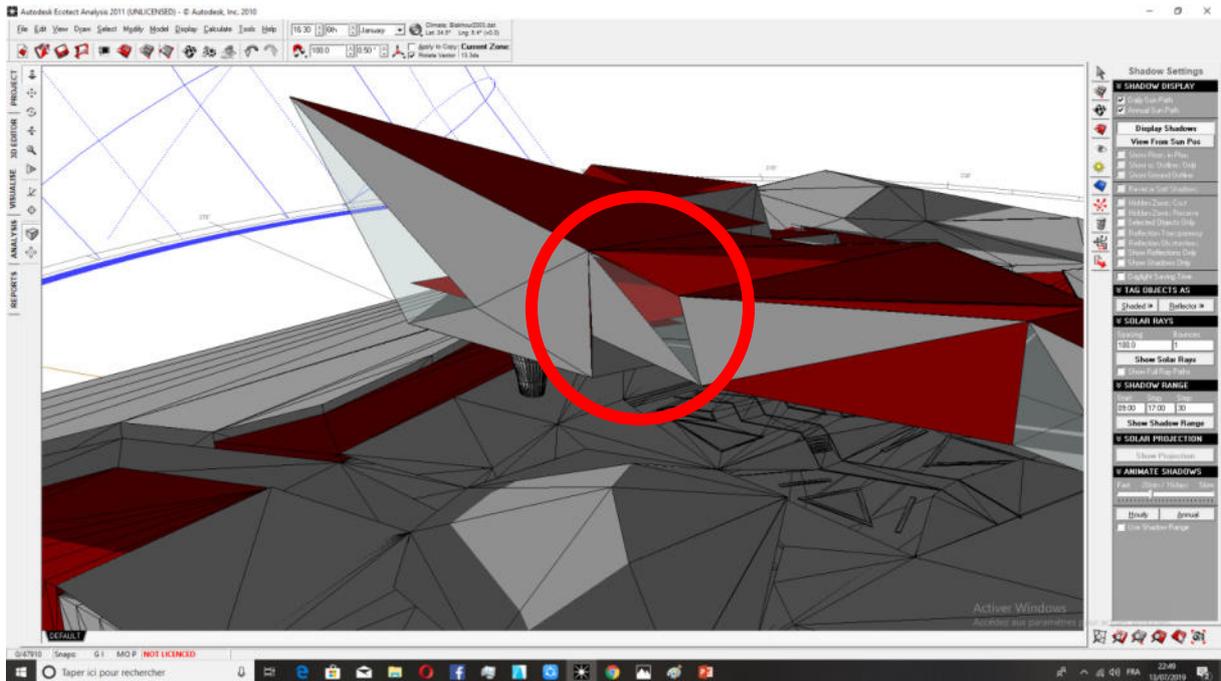


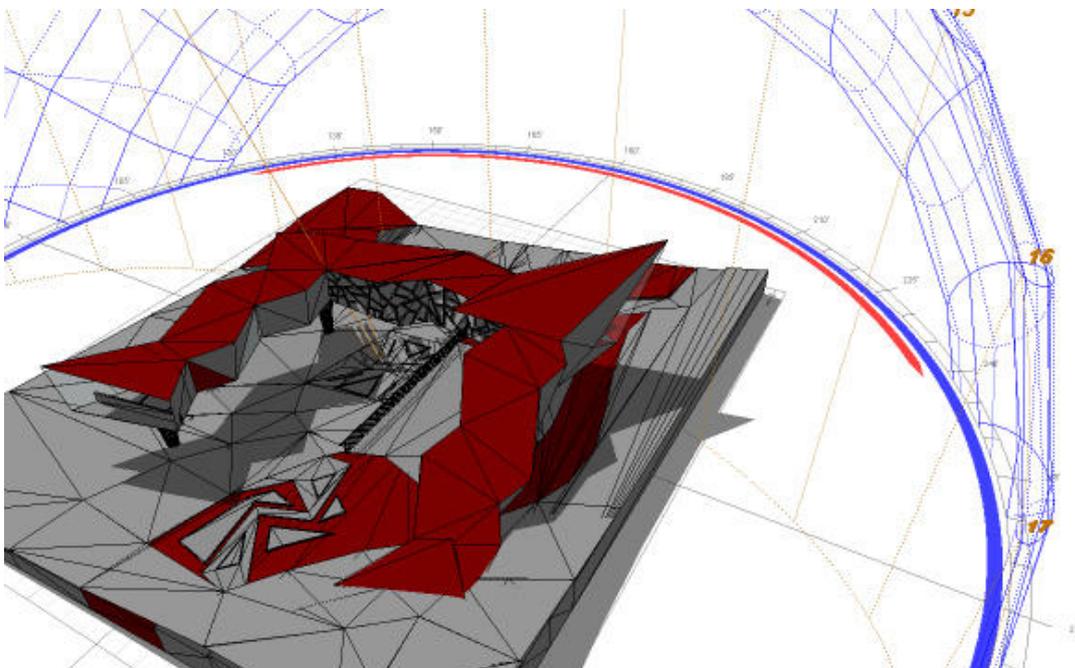
Figure 136: l'ensoleillement et l'ombre de musée. Le 06 janvier à 16.00h
(Source : Auteur, 2019)



*Figure 137: la façade sud de projet (janvier à 16.00h)
(Source : Auteur, 2019)*

La figure 137 présentée l'ouverture dans la façade sud. Pendant le 6 janvier à 16.00, la façade sud est protégée contre les rayons solaires, à cause l'inclinaison de paroi.

La période estivale :



*Figure 138: l'ensoleillement et l'ombre de musée. Le 06 juin à 09.00h
(Source : Auteur, 2019)*

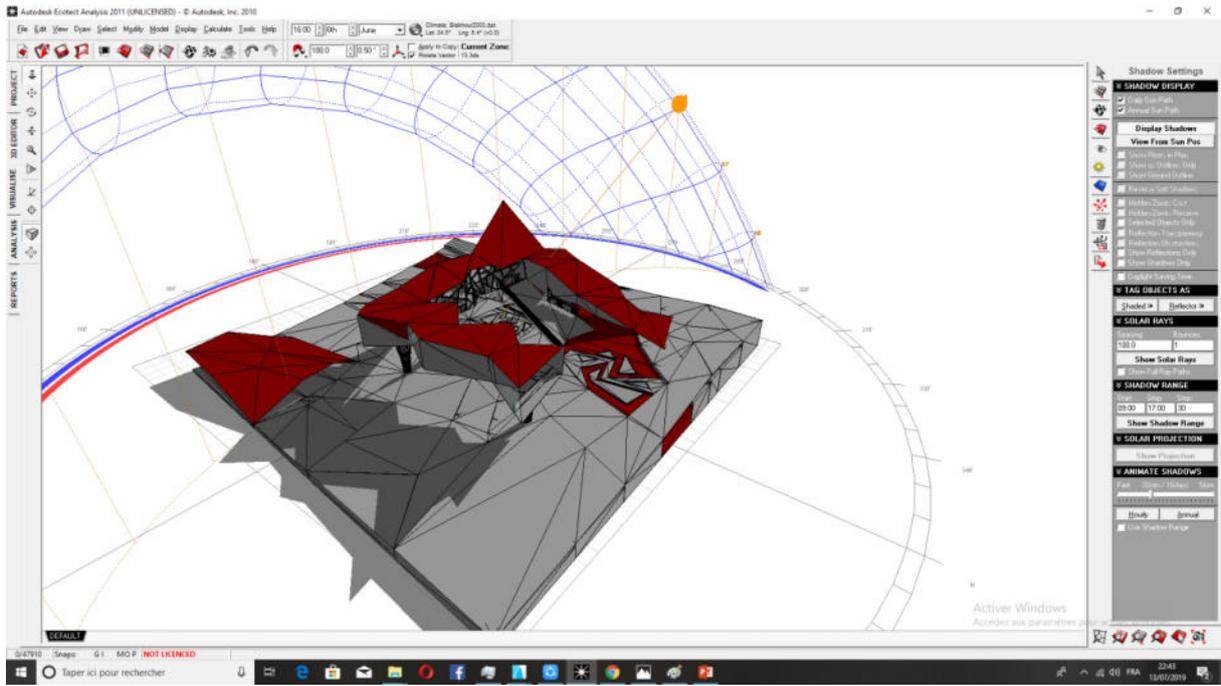


Figure 139: l'ensoleillement et l'ombre de musée. Le 06 juin à 16.00h
(Source : Auteur, 2019)

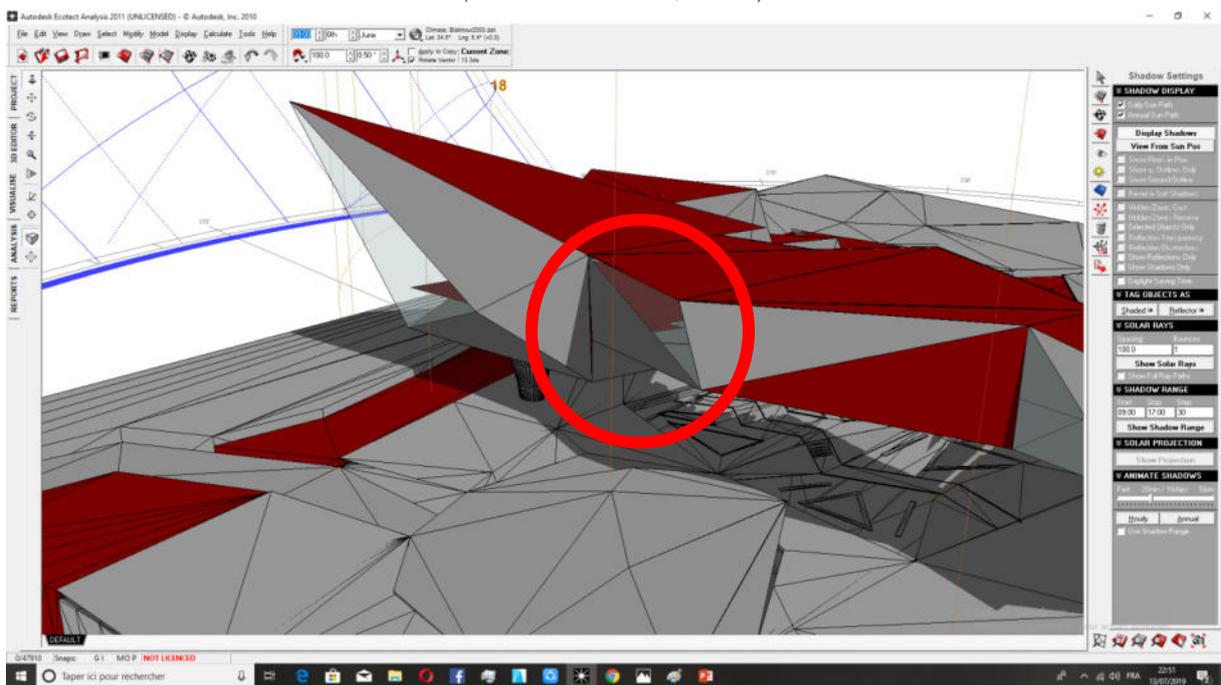


Figure 140: la façade sud de projet (juin à 09.00h)
(Source : Auteur, 2019)

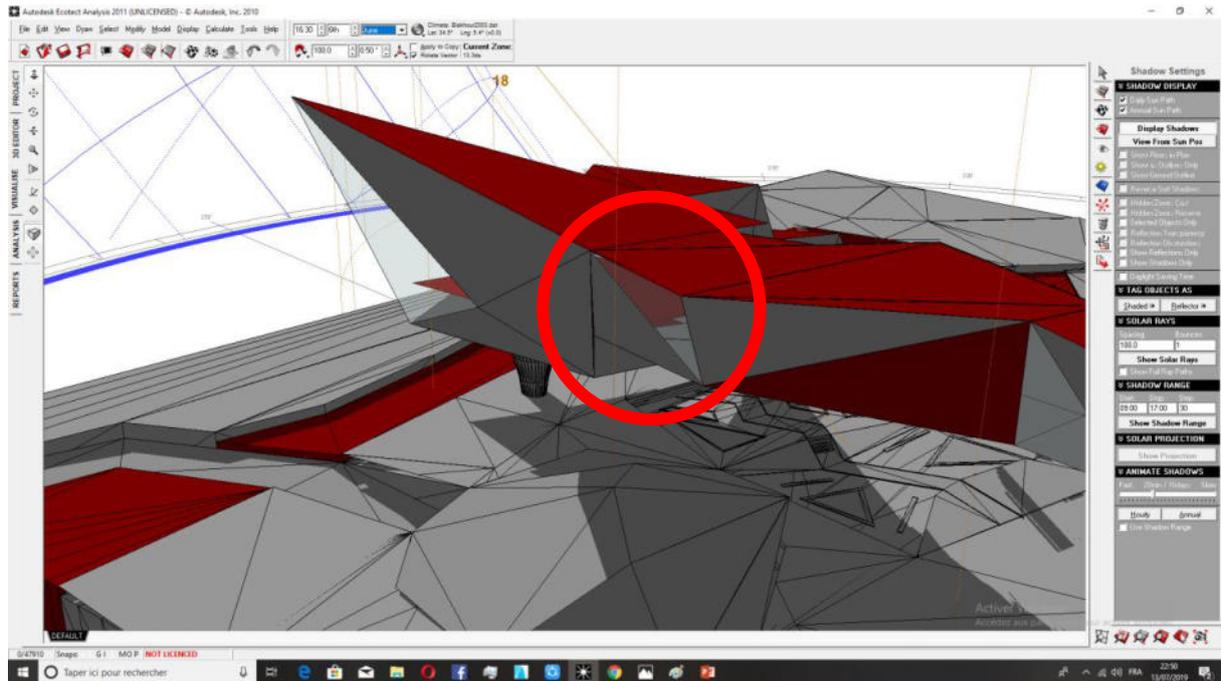


Figure 141: la façade sud de projet (juin à 16.00h)
(Source : Auteur, 2019)

La façade sud de musée est protégée contre les rayonnement solaire pendant tout la journée a cause sa forme pliante et l'inclinaison de paroi.

Alors, On peut dire et comme une réponse à la question de recherche si Le pliage (Folding) pourrait être, en plus de l'expression formelle recherchée, un moyen formel pour se protéger du climat : protection solaire des ouvertures et minimiser la radiation solaire de l'enveloppe, par la création d'ombre, ainsi améliorer la performance énergétique.

Donc l'hypothèse suivante : Le Folding améliorerait sensiblement la performance énergétique du bâtiment.

Cette hypothèse est confirmée.

Conclusion générale :

L'origami est l'art traditionnel japonais du pliage de papier. A partir d'un simple carré de papier, les adeptes de cette discipline artistique, maintenant répandue dans le monde entier, peuvent créer des boîtes de formes géométriques variées.

Mais l'origami ne se limite pas à la création artistique. Cet art ancestral du pliage à trouver de multiples domaines d'applications et tout particulièrement l'architecture car malgré une simplicité apparente, l'Origami apporte des solutions techniques à des problématiques tridimensionnelles, et ouvre ainsi un large champ de possibilités architecturales.

L'origami comme source d'inspiration pour l'architecture à travers nombreux projets.

Les plis caractéristiques d'un origami appliqués à l'architecture permettent de déboucher sur des constructions sortant des sentiers battus. L'esthétique à la fois minimaliste et subtile, faite d'angles et de reliefs continue d'influencer les architectes contemporains. Ce développement a permis son extension à la création des ambiances lumineuse et de jeux d'ombrage, ou l'usager principale utilisateur de ces espaces, et a trouvé la sensation et la perception de nouvelles dimensions.

L'utilisation de l'origami n'est pas exclusive à l'idée conceptuelle mais peut être également réalisé comme enveloppe extérieure de protection, un élément décoratif ou bien structurelle.

La notion de pli avec ses différentes techniques de pliage et de la protection contre les conditions climatiques, donne au concepteur la possibilité de manipuler la forme et le système de protection et de créer l'ambiance intérieure nécessaire dans les musées ainsi que le type d'éclairage à utiliser, direct ou indirect selon les fonctions de l'espace réservé et ses besoins.

On dit que l'origami et les techniques de pliages faire une protection solaire des ouvertures et minimiser la radiation solaire de l'enveloppe, par la création d'ombre, ainsi améliorer la performance énergétique de bâtiment.

Bibliographies :

Livres :

- *Sophia Vyzoviti, Folding architecture spatial, structural and organisationnel diagrams 2004.*
- *Jean-Marc, CECI Monsieur Origami, Gallimard 2016.*
- *Friedrich Fröbel, pédagogue allemand concepteur des jardins d'enfants 1782-1852.*
- *Kazuo Haga, ORIGAMICS Mathematical Explorations through paper Folding Devin 2008.*
- *J.Balkcom. Robotic Origami Folding. PhD thesis, Carnegie Mellon University, 2004*
- *Tomohiro Tachi. Simulation of rigid origami. In R. J. Lang, editor, Origami 4: Fourth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education .*
- *Tomohiro Tachi. Generalization of rigid foldable quadrilateral mesh origami. 2009.*
- *JEAN-JACQUES EZRATI, Théorie, technique et technologie de l'éclairage muséographique, L'Harmattan,*
- *Alain LIEBARD et André De HERDE, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique (concevoir, édifier et aménager avec le développement durable). Observer décembre 2005.*

Articles :

- *Milena STAVRIC and Albert WILTSCHKE "INVESTIGATIONS ON QUADRILATERAL PATTERNS FOR RIGID FOLDING STRUCTURES" Graz University of Technology, Graz, Austria*
- *Tao Shen, Yukari Nagai, « An Overview of Folding Techniques in Architecture Design » "Institute of Science and Technology, Nomi, Japan.*
- *David Dureisseix, Francesco Gioia, René Motro, Bernard Maurin, « Conception d'une Enveloppe Plissée Pliable-Dépliable ».*
- *Mark Schenk and Simon D. Guest « Origami Folding: A Structural Engineering Approach » ,September 14, 2010.*
- *Matthieu Aubry et Anthony Combe présenté le 9 février 2005.*

Site web :

- <http://musée.type.archi.fr>
- <http://dispositif.eclairage.archi.musée.fr>.
- <http://origami.passion.free.fr>.
- <http://chine-culture.com>
- www.archdaily.com
- <http://audience.cerma.archi.fr>
- <https://ezrati-eclairage.weebly.com>