



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

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville
Filière : Architecture
Spécialité : **ARCHITECTURE**
Thématique : **Architecture, Environnement et Technologies**

Présenté et soutenu par :
MELAS Souhila

Le : dimanche 26 juin 2022

Le Thème :

**Le Biomimétisme Comme Approche
Environnementale En Architecture**

Le projet :

Centre Culturel A Biskra

Jury

Mr	Mahaya Chafik	MA (A)	Université de Biskra	Président
Dr	Madhoui Meriem	MC (B)	Université de Biskra	Examineur
Mme	MELIOUH Fouzia	MA (A)	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2021 - 2022

Dédicace

Avec l'aide de dieu, je dédie ce travail :

À Ma chère mère

À la source d'amour qui m'a arrosé, qui m'a soutenu et qui ma bénie par ces prières,

À Mon cher père

À mon support dans ma vie, qui m'a appris et ma dirigé vers la gloire, pour que je puisse atteindre mes objectifs.

À ma chère sœur et son mari

Pour ses soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

À mes chères amies, Sara, Meriem.

Pour leurs aides et supports, qui m'ont toujours encouragé, et à que je souhaite plus de succès.

A tous mes collègues et mes amis.

SOUHILA

Remerciements

Après -avoir rendu grâce è dieu, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma directrice de mémoire, madame **MELIOUH Fouzia**, je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé. La qualité de son formation, le soutien et la confiance qu'il m'accordés, me permis de réaliser cette recherche dans les meilleures conditions.

J'adresse mes sincères remercîments à tous l'équipe pédagogique du département d'Architecture de l'Université Mohamed Kheider-Biskra-, les professeurs, et les enseignants qui m'ont inculqué l'amour de l'architecture.

Mes remerciements vont aussi aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail. Au président du jury monsieur **MAHAYA Chafik**, et madame **MADHOUI Meriem**.

Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi. je remercie ma sœur et mon frère pour leurs conciles.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire.

Résumé

L'architecture est l'expression de l'évolution des peuples et leurs civilisations. Au siècle passé elle est arrivée au sommet de l'esthétique et la technologie. Avec la crise énergétique et le réchauffement climatique l'homme est confronté à ses responsabilités envers la planète et son devenir car cela met en danger la survie même de l'humanité. De ce fait la durabilité de l'environnement est devenu son souci majeur. L'architecture actuelle a intégré cette vision et aujourd'hui tous les efforts vont dans le sens d'une approche respectueuse de l'environnement. Le biomimétisme comme approche globale dans différentes disciplines et en particulier en architecture représente une opportunité de revenir à la nature pour s'y inspirer de ses solutions naturelles à des problématiques variées.

C'est dans cette vision que notre intérêt s'est orienté vers ce thème pour l'explorer dans le cadre de la préparation du mémoire de fin d'études du Master 02, spécialité architecture environnement et technologie. Donc ce travail porte sur une thématique d'actualité qui est le biomimétisme et son application en architecture comme approche environnementale de premier choix. En effet l'architecture biomimétique ne consiste plus uniquement à donner forme et mesure à l'espace, mais aussi à assurer une synergie entre le bâtiment et son environnement. À ce propos nous avons utilisé le niveau d'organisme par la forme de base inspiré de nombre d'or, plus que le niveau de comportement par une méthode de ventilation naturelle (façade double peau) inspiré de système de termitière. Ce travail porte aussi sur la thématique de la culture et le centre culturel comme support d'application de l'approche biomimétique dans un environnement aride tel que celui de la ville de Biskra. Le centre culturel comme projet architectural a été choisi pour la relation très forte entre le projet et ses usagers qui sont la population locale à travers l'usage permanent de ses espaces. Cette opportunité permet une sensibilisation de cette population à la dimension environnementale du projet.

Donc en concret, ce travail est constitué d'un chapitre introductif, trois chapitres principaux ainsi qu'une conclusion générale. Le chapitre introductif se présente sous forme d'une introduction générale expose le fondement de ce travail qui sont la problématique à double volets : le thème de recherche qui est le biomimétisme et son application en architecture d'un côté et le centre culturel comme projet de fin d'étude sur lequel sera appliqué le thème de l'architecture biomimétique comme approche environnementale. Dans cette même introduction générale sont exposés les objectifs de ce travail ainsi que la méthodologie adoptée et la structure du mémoire. Vient après le premier chapitre qui englobe l'analyse conceptuelle portant à la fois sur le biomimétisme et ses applications en architecture ainsi que la thématique de la culture et le projet Centre culturel. Le deuxième chapitre vient exposer l'approche analytique qui porte sur l'aspect pratique comme l'analyse des exemples la programmation et l'analyse contextuelle. Le dernier chapitre consiste en un aperçu sur le parcours conceptuel du projet comportant la présentation des éléments de passage au projet l'idée conceptuelle générative de ce projet ainsi qu'un aperçu de son aboutissement.

ملخص

العمارة هي تعبير عن تطور الشعوب وحضاراتها. في القرن الماضي وصلت إلى ذروة الجماليات والتكنولوجيا. مع أزمة الطاقة والاحتباس الحراري، يواجه الإنسان مسؤولياته تجاه الكوكب ومستقبله لأن هذا يعرض بقاء البشرية ذاته للخطر. ونتيجة لذلك، أصبحت الاستدامة البيئية شاغلا للرئيسي. لقد دمجت الهندسة المعمارية الحالية هذه الرؤية واليوم تسير جميع الجهود في اتجاه نهج يحترم البيئة. تمثل محاكاة الطبيعة كنهج عالمي في مختلف التخصصات وخاصة في الهندسة المعمارية فرصة للعودة إلى الطبيعة للاستلهام من حلولها الطبيعية لمختلف المشاكل.

في هذه الرؤية تم توجيه اهتمامنا نحو هذا الموضوع لاستكشافه في إطار إعداد الأطروحة النهائية للماستر 02، تخصص بيئة العمارة والتكنولوجيا. لذلك يركز هذا العمل على موضوع موضوعي وهو التقليد الحيوي وتطبيقه في الهندسة المعمارية كنهج بيئي أول خيار. في الواقع، لم تعد الهندسة المعمارية للمحاكاة الحيوية تتمثل فقط في إعطاء الشكل والقياس للفضاء، ولكن أيضا في ضمان التآزر بين المبنى وبيئته. في هذا الصدد، استخدمنا مستوى الكائن الحي بالشكل الأساسي المستوحى من النسبة الذهبية، أكثر من مستوى السلوك بطريقة التهوية الطبيعية (واجهة الجلد المزدوجة) المستوحاة من نظام كومة النمل الأبيض. يركز هذا العمل أيضا على موضوع الثقافة والمركز الثقافي كدعم لتطبيق نهج المحاكاة الحيوية في بيئة قاحلة مثل بيئة مدينة بسكرة. تم اختيار المركز الثقافي كمشروع معماري للعلاقة القوية للغاية بين المشروع ومستخدميه من السكان المحليين من خلال الاستخدام الدائم لمساحاته. تتيح هذه الفرصة لهؤلاء السكان أن يكونوا على دراية بالبعد البيئي للمشروع.

إذن، بشكل ملموس، يتكون هذا العمل من فصل تمهيدي وثلاثة فصول رئيسية وخاتمة عامة. يقدم الفصل التمهيدي في شكل مقدمة عامة ويحدد أساس هذا العمل، وهي المشكلة ذات شقين: موضوع البحث، وهو التقليد الحيوي وتطبيقه في العمارة من جهة، والمركز الثقافي. كنهاية للدراسة التي سيتم فيها تطبيق موضوع هندسة المحاكاة الحيوية كنهج بيئي. في هذه المقدمة العامة نفسها يتم الكشف عن أهداف هذا العمل وكذلك المنهجية المعتمدة وهيكل الأطروحة. يأتي بعد الفصل الأول الذي يتضمن التحليل المفاهيمي المتعلق بكل من التقليد الحيوي وتطبيقاته في الهندسة المعمارية بالإضافة إلى موضوع الثقافة ومشروع المركز الثقافي. يعرض الفصل الثاني المنهج التحليلي الذي يركز على الجانب العملي مثل تحليل الأمثلة والبرمجة والتحليل السياقي. يتكون الفصل الأخير من نظرة عامة على المسار المفاهيمي للمشروع بما في ذلك عرض عناصر المرور إلى المشروع الفكرة المفاهيمية التوليدية لهذا المشروع بالإضافة إلى نظرة عامة على نتائجه.

Sommaire

Dédicace

Remerciements

Résumé.....	I
ملخص	II
Sommaire.....	III
Liste des figures	VII
Liste des tableaux :	XI

CHAPITRE INTRODUCTIF

Introduction générale :.....	2
Problématique :.....	3
Objectifs :	3
Méthodologie :.....	3
Structure de mémoire :	4

CHAPITRE I : ETUDE THEORIQUE

Introduction	6
1.1 Etude théorique de Biomimétisme :.....	6
1.1.1 Histoire du biomimétisme :.....	6
1.1.2 Définition de biomimétisme	7
1.1.3 Processus du biomimétisme	8
1.1.3.1 Du défi à la biologie :.....	8
1.1.3.2 la biologie au design :	8
1.1.4 L'intelligence des formes de la nature (La bio-inspiration) :	9
1.1.5 Exemples de Biomimétisme :	11
1.1.5.1 Du martin-pêcheur au Shinkansen Bullet Train :.....	11
1.1.5.2 la peau du gecko :	12
1.1.5.3 L'écran de smartphone bientôt inspiré des ailes de ce papillon.....	13
1.1.6 Quelques domaines d'application de biomimétisme :	14
Synthèse	14
1.2 Le Biomimétisme dans l'architecture :.....	15
1.2.1 Principes de Biomimétisme :	15
1.2.2 La démarche biomimétique :.....	16

1.2.3 Pratique du biomimétisme dans l'architecture :	17
1.2.3.1 l'approche formelle (l'organisme) :	17
1.2.3.2 l'approche fonctionnelle (le comportement) :	23
2-4-3-l'approche écosystème :	25
1.2.4 Exemples de biomimétisme dans l'architecture :	27
1.2.4.1 Eastgate building :	27
1.2.4.2 L'Eden Project :	31
1.2.4.3 Council House (CH2) :	34
Synthèse :	37
1.3 La façade double peau utilisations et développements :	38
1.3.1 Définition :	38
1.3.2 Les différents composants de FDP	39
1.3.3 Ventilation dans les FDP	39
a-Ventilation mécanique :	39
b-Ventilation naturelle :	39
Synthèse	39
1.4 Etude Théorique de La culture et le Centre culturel	40
1.4.1 Définitions de la culture :	40
1.4.2 Aperçu historique de la culture et l'espace culturel :	40
1.4.3 Importance de la culture :	41
1.4.5 les équipements culturels :	41
1.4.5.1 définition de l'équipement culturel :	41
1.4.5.2 classification des équipements culturels :	42
1.4.5.3 les équipements culturels en Algérie :	43
1.5 Le centre culturel :	43
1.5.1 Définition :	43
1.5.2 Objectifs :	44
1.5.3 Rôle de centre culturel :	44
1.6 Etude des normes de conception de centre culturel :	45
1.6.1 Le hall de réception :	45
1.6.2 La Salle de conférence :	46
1.6.3 Galerie d'exposition :	48
1.6.4 La bibliothèque :	51

A-Salle de lecture pour adulte :	52
B-Rayonnement et stockage :	53
C-Salle de lecture pour enfants :	54
CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE.....	56
2.1 Analyse des exemples des centres culturels :	57
Introduction	57
2.1.1 Les exemples livresques :	57
2.1.2 Synthèse Analytique des exemples livresques	67
2.1.3 Exemple existant : Le Centre Culturel Amir Khaled à Ain Beida :	68
2.1.3.1 Fiche technique de projet :	68
2.1.3.2 contexte :	69
2.1.3.3 Les limites de terrain :	69
2.1.3.4 Accessibilité :	70
2.1.3.5 Accès auCentre :	70
2.1.3.6 Organisation spatiale de projet :	71
2.1.3.7 Organisation fonctionnelle de projet :	74
2.1.4 Synthèse Analytique des exemples existants	75
2.1.5 Programmation.....	75
2.1.5.1 Programme des projets analysés :	75
2.1.5.2 Programme :	76
2.2 Etude Contextuelle et Analyse du site :	78
2.2.1 Analyse de contexte :	78
Introduction	78
Présentation de la ville :	78
2.2.1.1 Situation géographique :	78
2.2.1.2 Climat de la ville Biskra :	78
2.2.1.3 Analyse bioclimatique de la ville de Biskra :	79
2.2.1.4 Application de la méthode de Mahoney :	80
2.2.1.5 Synthèse des recommandations :	80
2.2.2 Analyse de terrain :	80
2.2.2.1 Critère du choix du terrain :	80
2.2.2.2 Situation du terrain dans la ville :	81
2.2.2.3 l'environnement immédiat :	81

2.2.2.4 Accessibilité :	82
2.2.2.5 Analyse des usages :	83
2.2.2.6 la trame viaire :	84
2.2.2.7 La trame bâti –espace libre :	84
2.2.2.8 Etude de la parcelle :	85
2.2.2.9 Morphologie :	85
2.2.2.10 Topologie :	86
2.2.2.11 Environnement naturel et végétale :	86
2.2.2.12 l'ensoleillement :	86
2.2.2.11 les vents :	87
Synthèse :	88

CHAPITRE III : ETUDE CONCEPTUELLE

3.L'application du thème dans le projet.....	90
Introduction	90
3.1 Présentation des éléments de passage :	90
3.1.1 Synthèse de Biomimétisme :	90
3.1.2 Synthèse de l'analyse de terrain :	90
3.1.3 Synthèse de l'analyse des exemples des centres culturels :	91
3.2 L'application du projet :	92
3.2.1 La première réflexion de l'idée :	92
3.2.2 L'évolution de l'idée :	93
3.2.3 Élaboration du plan de masse.....	94
3.2.4 Elaboration de détail biomimétique au projet :	96
Conclusion	96
Conclusion générale.....	98
Bibliographie.....	100

Liste des figures

CHAPITRE INTRODUCTIF

Figure 1: Diagramme de la structure du mémoire..... 4

CHAPITRE I : ETUDE THEORIQUE

Figure 1 : évolution de biomimétisme.....7

Figure 2: Approche de biomimétisme 8

Figure 3: Du défi à la biologie 8

Figure 4: De la biologie au design 9

Figure 5 : La suite de Fibonacci, au cœur du morceau Lateralus 9

Figure 6: La spirale de la suite de Fibonacci Dans une galaxie 10

Figure 7: La suite de Fibonacci et le Nombre d'or au cœur de la fleur de tournesol 10

Figure 8: Vue étroite d'une queue de caméléon casqué (Chamaeleo calyptratus)..... 10

Figure 8: Vue microscopique de l'ovaire d'un poisson (la lotte de mer) 11

Figure 10: l'Ouragan Irène 11

Figure 11: Escargot 11

Figure 12: Empreintes Digitales..... 11

Figure 13: Nuisance sonore provoquée par chaque partie du train, le pantographe vient en première place après vient la forme du corps du train 12

Figure 14: Shinkansen en gare de Tokyo 12

Figure 15: Un martin-pêcheur - J.M.Garg 12

Figure 16: Un geckos 12

Figure 17: Le Greta Oto, papillon translucide d'Amérique Latine 13

Figure 18 : De l'essaim d'abeilles aux robots-abeille 13

Figure 19: quelques domaines d'application de biomimétisme 14

Figure 20: La spirale itérative de la démarche biomimétique 16

Figure 21: le processus dans la recherche biomimétique : progression d'un projet biomimétique à partir de modèles biologiques aux produits biomimétiques 16

Figure 22: Le coléoptère namibien Stenocara, Le Centre hydrologique de l'Université de Namibie, conçu par Matthew Parkers de KSS Architectes..... 17

Figure 23: termitière dans le Parc national de Nitmiluk, Territoire du Nord, Australie 20

Figure 24: Bâtiment conçu par Richard Meier 20

Figure 25: Le Swiss Headquarter inspiré par la Corbeille de fleurs de Vénus 21

Figure 26: Vue aérienne de Art Science Museum de Singapour, inspiré de la fleur de lotus..... 22

Figure 27: Art Science Museum de Singapour, inspiré de la fleur de lotus..... 22

Figure 28: L'Esplanade Théâtre de DP Architectes et Michael Wilford..... 23

Figure 29: l'Eastgate Building à Harare au Zimbabwe inspiré de la termitière..... 24

Figure 30: Castor nord-américain et son barrage caractéristique 24

Figure 31: Project Lloyd Crossing, Portland, Oregon USA..... 25

Figure 32: Dragon Fly à Manhattan (New-York) 26

Figure 33: La structure flottante de Lilypad 26

Figure 34: A gauche : illustration du fonctionnement des termitières, à droite une présentation graphique des principes de conception tirés des termitières	28
Figure 35: Différentes vues du bâtiment Eastgate Building à Harare	28
Figure 36: Schéma de la distribution thermique dans l'Eastgate building et de son système de ventilation passive	30
Figure 37: Façade de l'Eastgate	30
Figure 38: Réflexion du soleil sur les surface lisses et épineuses	31
Figure 39: Vues de Eden Project	32
Figure 40: La fabrication structurelle des Eden Dômes	33
Figure 41: Chemin de l'eau et recyclage	34
Figure 42: Vue sur la façade ouest du bâtiment CH2 avec les volets automatiques en bois	34
Figure 43: schéma de fonctionnement des systèmes de rafraîchissement et de renouvellement de l'air et vue intérieure des bureaux du bâtiment CH2.....	35
Figure 44: Système de rafraîchissement « tours de douche » du bâtiment CH2.....	36
Figure 45: Façade Nord du bâtiment CH2 où du béton massif est utilisé	36
Figure 46: "Façade de type double-peau" et ses différents composants.....	38
Figure 47: coupe et plan de façade double peau.....	38
Figure 48:Exemple de façade double peau	39
Figure 49:les éléments de la culture.....	41
Figure 50: équipements culturels.....	42
Figure 51: vues intérieures des centres culturels.....	44
Figure 52:Les grandes activités culturelles	45
Figure 53: Organigramme de la réception.....	45
Figure 54: organigramme d'une salle de conférence	46
Figure 55: Plans exemplaire de la salle de conférence	47
Figure 56: Exemples des salles de conférences	48
Figure 57: Dimensionnement d'une salle de conférence.....	48
Figure 58:Exemplaire d'un plan de galerie d'exposition	49
Figure 59:Organigramme de galerie d'exposition	49
Figure 60:L'éclairage naturel de la salle d'exposition	49
Figure 61:L'éclairage du parcournaturel latérale.....	49
Figure 62:L'éclairage artificiel de la salle d'exposition.....	49
Figure 63:L'éclairage du parcoure artificiel latérale.....	50
Figure 64:Type de relations entre espaces	50
Figure 65:Type de parcoure d'exposition	51
Figure 66: : Champ de vision : dimensionnement hauteur / taille et distance	51
Figure 67: Organigramme générale de la bibliothèque	52
Figure 68: Plans exemplaires d'une bibliothèque	52
Figure 69: poste de consultation des catalogues.....	52
Figure 70: espace libre minimale pour le secteur de lecture.	53
Figure 71: distance minimal entre tables.....	52
Figure 72 : Surface d'un poste de travail individuel.....	53

Figure 73: Hauteur d'un rayonnage à 5 étagères	53
Figure 74: rayonnage pour élèves	53
Figure 75: Exemplaires d'une bibliothèque.....	54
Figure 76:Hauteur d'un rayonnage à 4 étagères pour enfants.....	54
Figure 77:Salle de lecture pour les enfants	54
Figure 78: Exemplaires d'une bibliothèque pour les enfants.....	54
conclusion:.....	55

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Figure1:Centre Culturel AMIR KHALED.....	67
Figure 2:Les limites de terrain	70
Figure 3:Accessibilité	70
Figure 4:Accès au Centre	71
Figure 5:Plan RDC.....	71
Figure 6:Vues intérieures de RDC.....	72
Figure 7:Plan 1er étage	72
Figure 8:Vues intérieures de 1er étage	72
Figure 9:Plan 2em étage	73
Figure 10:Plan de toiture	73
Figure 11:Atrium.....	73
Figure 12:Organisation fonctionnelle de 1er étage	74
Figure 13:Organisation fonctionnelle de RDC	74
Figure 14:Organisation fonctionnelle de 2em étage.....	74
Figure ;(a)et(b), Situation géographique de la ville de Biskra ; (c) carte de découpage administratif, wilaya de Biskra	78
Figure 15:(a) Graphe relatif à la moyenne mensuelle des températures de l'air b) Graphe relatif à la moyenne mensuelle des humidités relatives	79
Figure 17:Graphe climatique des températures.....	79
Figure 18:(a) Graphe relatif au rayonnement incident sur un plan horizontal par heure d'un jour d'ensoleillement moyen pour chaque mois de Biskra (b)Graphe relatif au rayonnement incident sur un plan horizontal par heure d'un jour d'ensoleillement moyen pour chaque mois de Biskra	79
Figure 19:Situation de terrain.....	81
Figure 20:Vue panoramique de la façade urbaine	81
Figure 21:L'environnement immédiat	82
Figure 22:Accessibilit	83
Figure 23:Analyse des usages	83
Figure 24:Trame viaire	84
Figure 25:Trame bâti- espace libre.....	84
Figure 26:Trame parcellaire	85
Figure 27: Forme du terrain	85
Figure 28: Coupe topographique	86
Figure 29: Coupe topographique	86

Figure 30: des arbres et des palmiers devant le terrain.....	86
Figure 31: L'enseillement du terrain.....	87
Figure 32:Parcoure de soleil -Source : traité par l'auteur	87
Figure 33: Parcoure des vents	88

CHAPITRE III : ETUDE CONCEPTUELLE

Figure 1: illustre un diagramme fonctionnel du centre culturel que nous avons utilisé dans la conception de notre projet.....	92
Figure 2: Diagramme La première réflexion de l'idée	92
Figure 3: L'évolution de l'idée	93
Figure 4: Diagramme d'élaboration de détail biomimétique.....	94
Figure 5: Présentation du plan de du projet avec l'espace extérieure.....	94
Figure6 : Diagramme d'élaboration de détail biomimétique.....	96
Figure7: Détails de façade double peau dans le projet.....	96

Liste des tableaux :

CHAPITRE I : ETUDE THEORIQUE

Tableau 1: E astgate building.....	27
Tableau 2: L'Eden Project	31
Tableau 3: Council House (CH2).....	34
Tableau 4: classification des équipements culturels	42
Tableau 5: les équipements culturels à Algérie	43
Tableau 6: les équipements culturels à Biskra	43

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Tableau 1: Les exemples livresques	67
Tableau 2: Synthèse Analytique des exemples livresques	68
Tableau 3: Tableau des espaces et des surfaces (RDC)	71
Tableau 4: Tableau des espaces et des surfaces (1er étage).....	72
Tableau 5: Tableau des espaces et des surfaces (2em étage).....	73
Tableau 6: Synthèse Analytique des exemples existants.....	75
Tableau 7: Programmation	75
Tableau 8: Programme	77

CHAPITRE INTRODUCTIF

Introduction générale :

De nos jours, la planète fait face à une crise environnementale majeure à cause du réchauffement climatique et l'épuisement des ressources naturelles. Cette crise a affecté tous les aspects de la vie et tous les domaines y compris la production architecturale.

« L'Architecte du futur construira en imitant la nature parce que c'est la méthode la plus rationnelle, plus durable et la plus économique » **disait Gaudi** (Florence Rosier,2020)

En tant que domaine interdisciplinaire, l'architecture est influencée par de nombreux Aspects des sciences naturels, les architectes se sont tournés vers la nature pour s'inspirer des formes de construction et approche de la décoration. Visant à étudier un aspect particulier de la « nature comme livre de référence » qui est distinct de la majorité des références architecturales au monde naturel.

Face aux enjeux du développement durable et de son impact sur l'environnement, le secteur du bâtiment et d'architecture sont confrontés à un nécessaire besoin d'innovation. En septembre 2015, le Conseil économique social et environnemental émet un avis intitulé « Le biomimétisme: s'inspirer de la nature pour innover durablement » (Ricard, 2015).

« A chaque fois que vous rencontrez un problème, observez la nature. Celle-ci a peut-être déjà eu les mêmes difficultés, et si c'est le cas, elle a sûrement trouvé une solution il y a quelques milliers d'années. Voilà la devise du biomimétisme » (Benyus 2005)

L'architecture biomimétique est une philosophie architecturale contemporaine qui questionne la nature pour repérer des solutions à la durabilité, non pas en copiant les formes naturelles, mais en décryptant les règles qui régissent la durabilité dans ces formes-là. Il est question d'une approche multidisciplinaire de la conception durable obéissant à un ensemble de principes conceptuels. Le biomimétisme, donc est l'examen de la nature, de ses modèles, de ses systèmes et de ses processus à la recherche d'inspiration afin de résoudre des problématiques créés par l'homme. L'architecture biomimétique est qualifiée comme l'un des domaines d'application prometteurs de conception architecturale qui s'inspire de la nature pour répondre aux défis environnementaux d'aujourd'hui.

D'un autre côté la question de la promotion de la culture est une question vitale dans l'évolution des peuples et de leurs civilisations. Notre pays l'Algérie en est concerné et pour cette raison l'état met en œuvre une politique qui vise à promouvoir cet aspect à travers plusieurs stratégies et particulièrement la création d'équipements culturels qui encadrent activité. Notre intérêt à l'un de ces types d'équipements qui est le centre culturel projeté à Biskra ville très riche par son patrimoine culturel, vient du fait qu'il représente d'un côté un cas intéressant pour englober différentes activités culturelles dans un même lieu et aussi qu'il peut être un cas intéressant d'application de notre thème qui est l'architecture biomimétique en intégrant la dimension culturelle dans sa conception.

Problématique :

Biskra, ville de l'Est algérien, est caractérisée par une forte densité démographique dans son chef-lieu de wilaya, ce qui augmente le besoin en équipements de tout genre. Elle est aussi caractérisée par son climat semi-aride ce qui demande une attention particulière à la typologie de leur conception architecturale qui pourrait prendre ses racines dans l'approche architecturale biomimétique.

Biskra connue aussi pour son patrimoine culturel très riche, ne dispose pas suffisamment d'espace culturels destinés à répondre aux besoins des habitants et en particulier la population jeune en matière d'activités culturelles. Ce manque impacte négativement le quotidien des jeunes et les orientent vers la délinquance dans la plupart des cas.

Sur un autre plan la qualité de la conception de ce type de projet est très loin de répondre à leurs besoins environnementaux car ils sont conçus sans tenir compte des caractéristiques géo climatiques de leur contexte. Ceci les rend inadaptés au climat par les choix de conception et de matériaux. Sur un plan spatio-fonctionnel ils ne sont ni accueillants ni attirant.

Sur la base de ses éléments nos questions de recherche qui s'imposent sont :

- Comment peut-on concevoir un centre culturel dans une région aride tel que Biskra en tenant compte de sa dimension culturelle ?
- Comment peut-on concevoir une architecture biomimétique pour un centre culturel accueillant et attirant l'attention du public ?
- Comment le biomimétisme peut résoudre les problèmes de conception et les problèmes environnementaux, en tenant compte des spécificités de la région ?

Objectifs :

Notre projet de fin d'étude un centre culturel, est proposé dans l'objectif de répondre à des besoins fonctionnel et environnementaux, il vient pour enrichir le paysage culturel de la région.

Ce travail de recherche a pour objectif :

- De proposer un projet de centre culturel qui répondra aux besoins quantitatifs et qualitatifs de la population locale en terme d'équipements culturels qui est le centre culturel
- Adopter l'architecture biomimétique entant qu'approche environnementale aux contraintes climatiques de la région.

Méthodologie :

La méthodologie adoptée pour ce travail est basée sur deux étapes principales dans lesquelles nous commençons par une approche conceptuelle thématique. Il s'agit dans ce cas d'identifier les différents concepts liés au thème et au projet, puis nous mettons en évidence les aspects théoriques et pratiques de la thématique du biomimétisme ainsi que de la culture et en particulier le projet architectural « centre culturel » ainsi que différents normes et lois techniques.

Le deuxième volet s'est basé sur l'étude analytique qui se rapportent aux exemples et aussi au site. Après cela nous procédons à la programmation pour extraire le programme final

CHAPITRE INTRODUCTIF

proposé du centre culturel avec le respect des normes techniques nationales et internationales ainsi qu'à travers l'analyse d'exemples et enfin nous passons aux éléments de passage qui exprime une synthèse de tous les acquis de l'étude conceptuelle et analytique pour passer à la conceptualisation concrète du projet avec application de l'architecture écologique dans la conception du centre culturel.

Structure de mémoire :

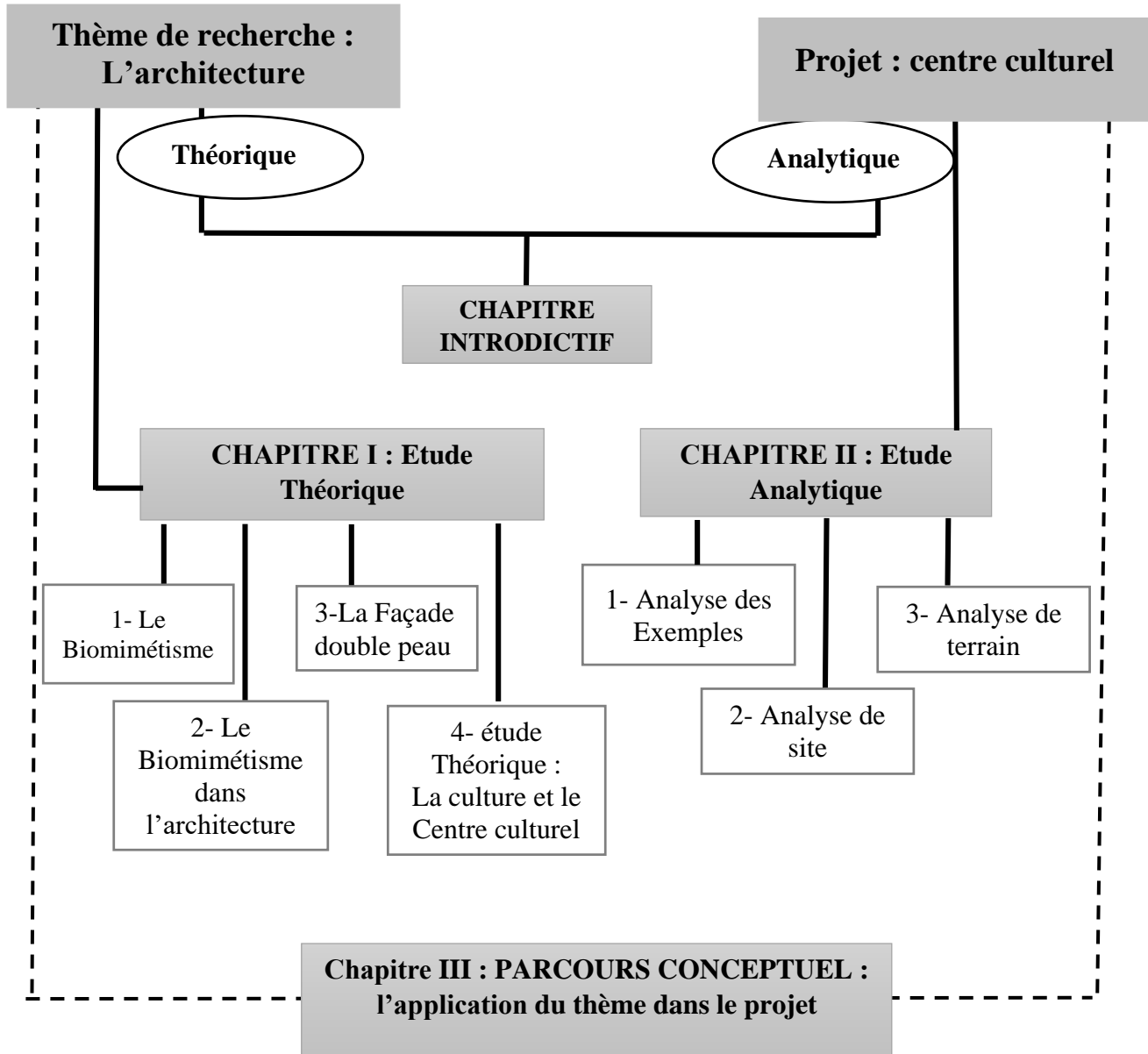


Figure 1: Diagramme de la structure du mémoire

Source : auteur

CHAPITRE I : ETUDE THEORIQUE

Introduction

Dans ce chapitre nous allons nous intéresser à l'approche conceptuelle des deux volets de notre travail qui sont la thématique du biomimétisme et son application en architecture d'un côté et de l'autre le projet en soi qui est le centre culturel sur lequel sera appliquée cette thématique.

1.1 Etude théorique de Biomimétisme :

Aujourd'hui, en tant qu'experts de l'environnement du bâtiment, les architectes doivent résoudre les problèmes très urgents et difficiles associés à l'atténuation et à l'adaptation au changement climatique. Il peut être utile de regarder des exemples où le même problème a été résolu par d'autres organismes et écosystèmes. Il s'agit de la bio-ingénierie, qui, par définition, est une science appliquée qui s'inspire des solutions aux problèmes humains à travers l'étude de la conception, des systèmes et des processus naturels.

L'intérêt croissant pour la biomimétisme dans les environnements construits souligne la perception des concepteurs du potentiel offert par la nature pour améliorer le fonctionnement des humains et de l'ensemble du corps. La biomimétique est largement utilisée dans la technologie des matériaux de pointe. Cependant, son potentiel dans l'architecture et la construction durables n'a pas encore été entièrement discuté. Par conséquent, cette étude fournit un aperçu complet de l'utilisation de la biomimétique dans l'architecture et le génie civil. Nous examinerons également comment la biomimétique peut aider à réaliser des bâtiments efficaces et durables.

Le biomimétique recèle non seulement les germes de solutions à nos problèmes actuels, mais aussi les germes d'un nouvel imaginaire collectif fondé sur la grâce de la vie et les merveilles de l'ingéniosité. Par conséquent, reconnaissons notre profonde dépendance à la biodiversité pour permettre l'émergence d'une nouvelle éthique qui peut conduire à des relations avec les non-humains. Cela signifie notamment le partage équitable et le respect des ressources et de l'espace, l'acceptation de toutes les formes de diversité et l'irréductibilité de la vie à toutes les formes d'utilitarisme.

1.1.1 Histoire du biomimétisme :

Depuis l'avènement du biomimétique, l'humanité n'a cessé de chercher des solutions dans la nature. Par conséquent, cette science est connue depuis longtemps. L'un des premiers exemples de bioimitation fut l'étude du vol des oiseaux par Abbas ibn Fernas (810-887), suivi de Léonard de Vinci (1452-1519), dans lequel le peintre s'intéressa au corps humain jusqu'à ce qu'il soit disséqué. Il lui incombait d'étudier ce qui se cachait sous le phénomène afin d'utiliser ces découvertes dans ses peintures et dans ses diverses inventions. Cela a conduit au premier avion contrôlé par les frères Wright en 1903.

Le terme biomimétisme est apparu pour la première fois en 1980 et a été popularisé par la biologiste et écologiste Janine Benyus, dans son livre *Biomimetics : Nature-Inspired Innovation* (Benyus, 1997). Le biomimétique est défini dans son livre comme une nouvelle science qui étudie la nature pour l'imiter pour résoudre des problèmes humains ou s'en inspirer. Benyus propose de voir la nature comme un modèle, une norme ou un mentor.

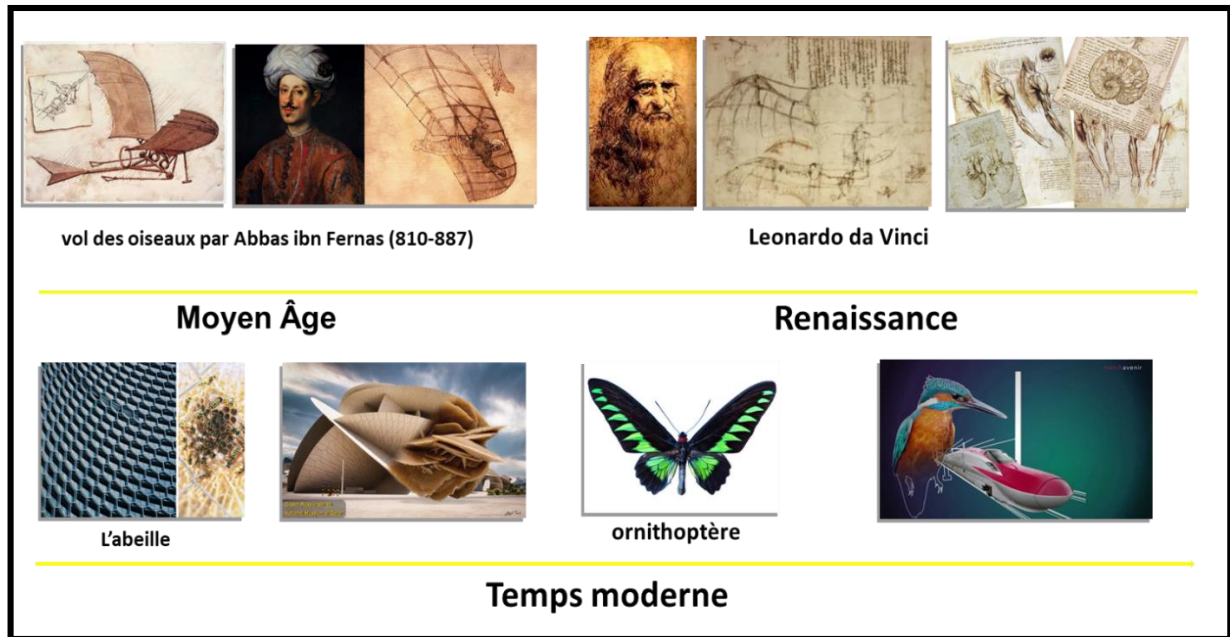


Figure1 : évolution de biomimétisme

SOURCE : AUTEUR MONTAGE A PARTIR DES IMAGES WIKIPEDIA

1.1.2 Définition de biomimétisme

La démarche a été définie par la norme ISO TC 266 – ISO 18458 avec les notions connexes :

- **La bio-inspiration** : approche créative basée sur l'observation des systèmes biologiques.
- **La biomimétique** : coopération interdisciplinaire de la biologie et de la technologie ou d'autres domaines d'innovation dans le but de résoudre des problèmes pratiques par le biais de l'analyse fonctionnelle des systèmes biologiques, de leur abstraction en modèles ainsi que le transfert et l'application de ces modèles à la solution.
- **La bionique** : discipline technique qui cherche à reproduire, améliorer ou remplacer des fonctions biologiques par leurs équivalents électroniques et/ou mécaniques.
- **Le biomimétisme** : philosophie et approches conceptuelles interdisciplinaires prenant pour modèle la nature afin de relever les défis du développement durable (social, environnemental et économique). (La norme ISO TC 266 – ISO 18458).

<< Apprenez de la nature, vous y trouverez votre futur >> (*Léonard de Vinci*)

- **Le biomimétisme** : (des mots grecs bios, signifiant la vie, et mimesis, signifiant imiter) désigne un processus d'innovation et une ingénierie, est une nouvelle science qui s'inspire des formes, matière propriétés, fonctions et processus du vivant, il peut concerner des échelles microscopiques et biomoléculaires par exemple l'ADN et l'ARN jusqu'à des échelles macroscopiques et écosystémique.
- **Le biomimétisme** représente une opportunité inédite d'innovation, s'inspire du vivant et tirer parti des solutions et inventions qui y sont produites, éprouvées par 3.8 milliard d'années d'évolution. C'est une approche interdisciplinaire qui rassemble deux

mondes souvent déconnectés : la nature et la technique, la biologie et l'innovation, la vie et la conception. (Fig. 2)



Figure 2:Approche de biomimétisme

(Source : Janine Benyus,2015)

1.1.3 Processus du biomimétisme

Le biomimétisme se matérialise à travers deux processus :

1.1.3.1 Du défi à la biologie :

A travers la pensée biomimétique. Ce processus spécifique est particulièrement utile pour les scénarios lorsqu'on a un problème particulier qu'on cherche des aperçus biologiques pour la solution, Evidemment, Cela crée clairement un processus de conception itératif.

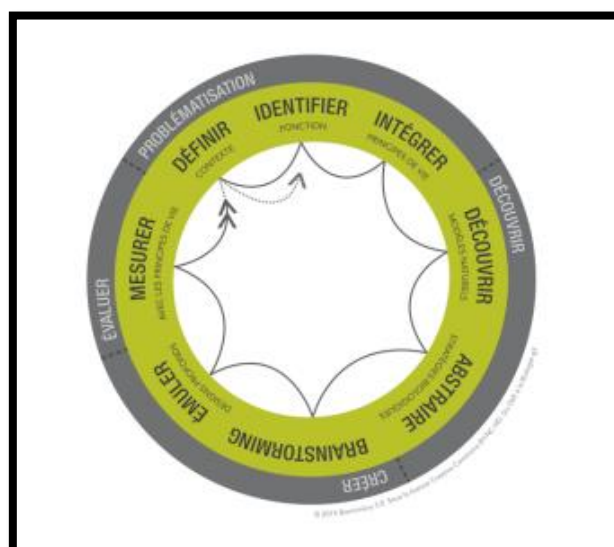


Figure 3:Du défi à la biologie

(Source : Janine Benyus,2015)

1.1.3.2 la biologie au design :

A travers la pensée biomimétique. Ce processus particulier est le mieux adapté pour commencer avec une stratégie biologique inspirante (incorporant l'un des principes de la vie) que nous voulons articuler comme une conception.

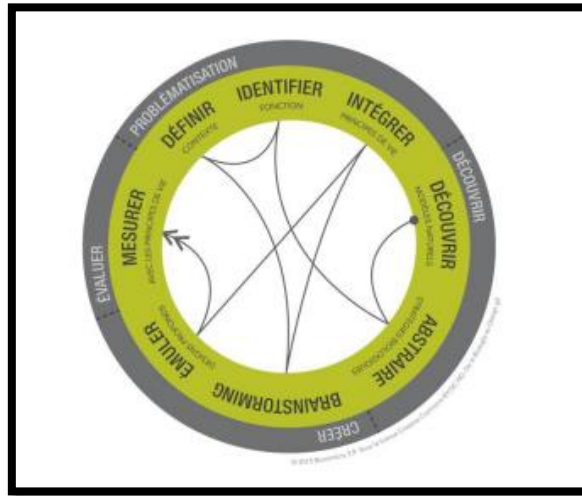


Figure 4: De la biologie au design

(Source : Janine Benyus, 2015)

1.1.4 L'intelligence des formes de la nature (La bio-inspiration) :

Un examen plus attentif de ce qui nous entoure révèle qu'il y a des formes, des ordres, des géométries et des structures en bois.

Un exemple le plus marquant est la suite de Fibonacci. La suite de Fibonacci est une suite d'entiers, où chaque terme est la somme des deux termes précédents. Le nom vient du mathématicien italien Leonardo Fibonacci. Le nombre d'or semble être très abondant non seulement dans la géométrie de la nature, des plantes et des fleurs, mais aussi dans l'architecture et l'art.

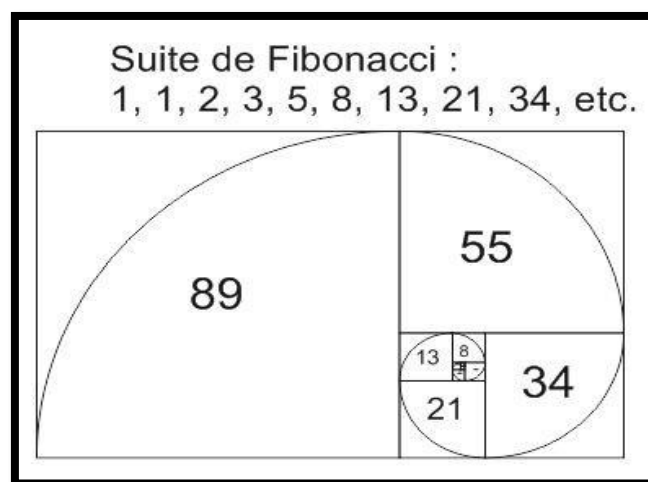


Figure 5 : La suite de Fibonacci, au cœur du morceau Lateralus

Source : Wikipédia.com

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Le nombre d'or et la suite de Fibonacci sont des constantes qui couvrent de nombreux domaines, dont certains semblent très éloignés du monde des mathématiques. Ils apparaissent en fait autour de nous dans la nature sous de nombreuses formes biologiques. Branches d'arbres, arrangements de feuilles de tige, fleurs d'artichaut, arrangements de pommes de pin et même coquilles d'escargots. Les marguerites ont le plus souvent des pétales qui suivent la séquence de Fibonacci. (Arnaud Sacleux, 2021)

Ces constantes intègrent les domaines culturels, artistiques et architecturaux. La plupart des artistes, quelle que soit leur discipline, utilisent le concept du nombre d'or, qui relie les œuvres de **musique, d'art, d'architecture et de photographie à des rapports géométriques.**

Dans la nature, on retrouve plein des motifs basés sur cet suit. Par exemple le nombre d'or dans divers êtres vivants ; À partir d'organismes microscopiques, l'ovaire d'un poisson (la lotte de mer), la division d'une cellule cancéreuse, et alors le nombre de pétales des fleurs **1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89...** Une iris aura **3** pétales, un bouton d'or **5** et la marguerite **21, 34, 55 ou 89**, les ananas, les pommes de pins, les cactus, les étoiles de mer et les coquilles, et plus largement, les cyclones et les galaxies...

La nature est perçue comme une géométrie vivante. Tous les êtres vivants sont organisés selon des principes mathématiques à la fois précis et attractifs. La suite de Fibonacci et le nombre d'or sont des symboles d'harmonie universelle.



Figure 7: La suite de Fibonacci et le Nombre d'or au cœur de la fleur de tournesol

Source : www.futura-sciences.com

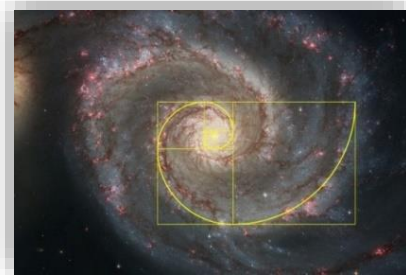


Figure 6: La spirale de la suite de Fibonacci Dans une galaxie

Source : www.eauvie.fr

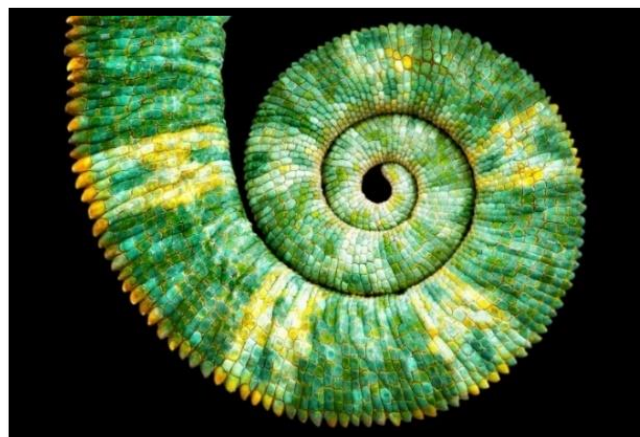


Figure 8: Vue étroite d'une queue de caméléon casqué (*Chamaeleo calypttratus*)

Source : nationalgeographic.com

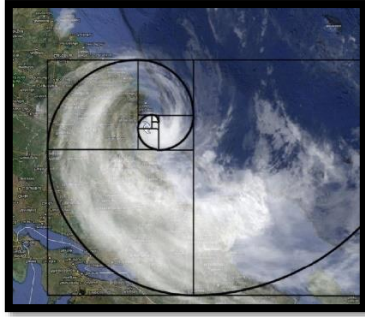


Figure 10: l'Ouragan Irène

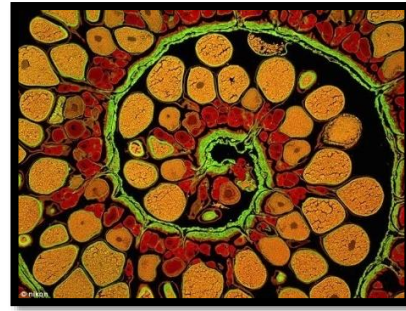


Figure 9: Vue microscopique de l'ovaire d'un poisson (la lotte de mer)



Figure 11: Escargot

Source : www.123rf.com et artcatalyst.blogspot.com

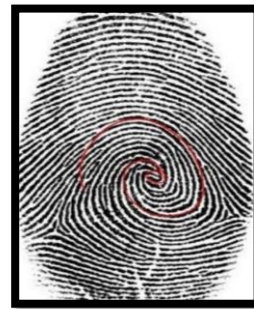


Figure 12: Empreintes Digitales

Source : www.123rf.com et artcatalyst.blogspot.com

1.1.5 Exemples de Biomimétisme :

Quelques exemples réussis de solutions biomimétiques dans diverses disciplines où les concepteurs cherchent à réfléchir à des idées dans le but de développer des concepts applicables pour relever les défis de manière innovante. On peut citer :

1.1.5.1 Du martin-pêcheur au Shinkansen Bullet Train :

Le TGV japonais est de très bonne qualité. Il roule à une vitesse très élevée de 300 km/h ou plus. Plus le train est rapide, plus le bruit est fort. Le bruit du Shinkansen va bien au-delà des normes acoustiques car il passe dans des tunnels très étroits. Cependant, à chaque intersection, l'air du tunnel était brutalement comprimé et relâché, provoquant une énorme explosion sonore.

La solution est venue d'Eiji Nakatsu, un ingénieur ferroviaire célèbre pour sa passion pour la biologie. C'est lui qui a relié le train aux oiseaux, se demandant pourquoi le martin-pêcheur était si bruyant lorsqu'il traversait le tunnel, alors même que le martin-pêcheur était capable d'attraper sa proie sans éclabousser. Les deux phénomènes sont similaires. Comme un oiseau, le train rencontre soudain une forte résistance. Cependant, les oiseaux traversent l'eau comme des fleurs grâce à leur bec pointu.

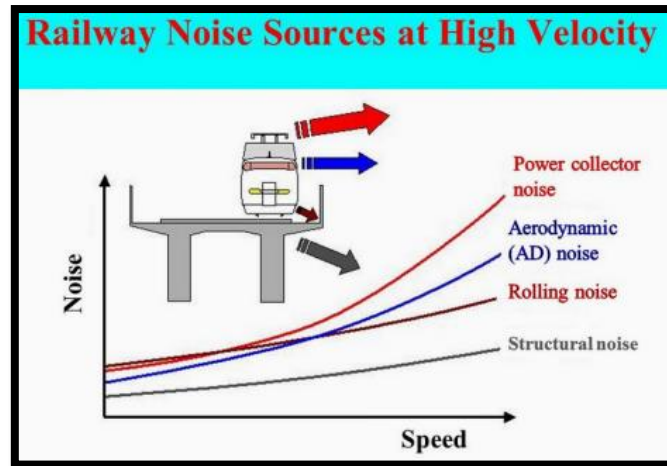


Figure 13: Nuisance sonore provoquée par chaque partie du train, le pantographe vient en première place après vient la forme du corps du train

(Source : <http://labs.blogs.com>, 2017)

En émulant l’oiseau « Martin-pêcheur » dont la forme du corps est optimale pour passer de l’air à l’eau pour attraper les poissons. Le nez du train était remodelé comme le bec du martin-pêcheur, le bruit à la sortie du tunnel a été éliminé. (Asknature, 2016).



Figure 14: Shinkansen en gare de Tokyo

Source : BradBeattie/Wikimedia Commons/CC



Figure 15: Un martin-pêcheur - J.M.Garg

Source : Wikimedia Commons/CC

1.1.5.2 la peau du gecko :

En 2011, des chercheurs américains ont mis au point cet adhésif sec, très résistant, incolore et capable de supporter un poids considérable. Pour ce faire, ils ont imité la peau de gecko. Ce lézard géant est l'une des rares créatures à pouvoir se déplacer librement la tête en bas au plafond. Mieux encore, grâce à la préhension de ses doigts et à la force adhésive de Van der Waals, un seul de ses doigts peut supporter tout son poids. Force très complexe.

Par conséquent, les chercheurs ont copié cette merveilleuse invention pour produire Geckskin, un adhésif solide, sec et incolore. Tous utilisent des matériaux courants et peu coûteux. Geckskin a la taille d'une petite fiche et facilite le transport d'un écran plat de 40 pouces. Le créateur le jure.



Figure 16: Un geckos

Source : Laos Richard Ling/Wikimédia Commons/CC

1.1.5.3 L'écran de smartphone bientôt inspiré des ailes de ce papillon

Des chercheurs allemands de l'Institut de technologie de Karlsruhe (KIT) travaillent sur des matériaux transparents qui ne réfléchissent pas la lumière. Son travail s'inspire des ailes du papillon Greta Oto qui possède cette particularité.

Ce petit papillon d'Amérique centrale a de multiples atouts sur ses manches. Non seulement les plumes de Greta Oto sont très transparentes, mais elles reflètent également très peu de lumière, ce qui les rend difficiles à trouver pour les prédateurs. Ces excellentes propriétés antireflets proviennent de la façon dont les ailes sont texturées en surface. Les chercheurs de (KIT) ont modélisé cette étonnante nanostructure pour la première fois. La première étape dans la conception d'un nouveau matériau antireflet qui pourra un jour être monté sur l'écran des smartphones et des ordinateurs.

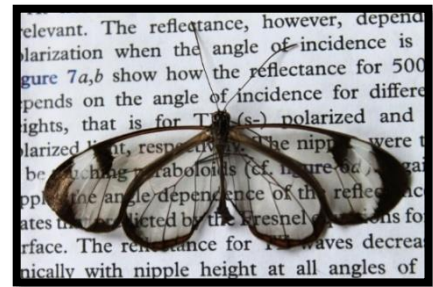


Figure 17: Le Greta Oto, papillon translucide d'Amérique Latine

Source : actualitte.com

1.1.5.4 De l'essaim d'abeilles aux robots-abeille :

Des chercheurs de l'Université de Harvard ont réussi à créer des robots-abeilles. L'abeille robot (avec l'aimable autorisation du Harvard Micro robot Institute) vise à imiter le vol des insectes et à reproduire avec succès le comportement coordonné d'un essaim d'abeilles. Par conséquent, ils sont équipés de capteurs et de caméras pour permettre aux abeilles de chaque robot de collecter des données qui peuvent être envoyées directement entre les abeilles ou au poste de contrôle de la machine, surveiller les plantes et semer les graines, et même faire évoluer le climat. Il est possible de mesurer. Dans un espace restreint.



Figure 18 : De l'essaim d'abeilles aux robots-abeille

Source : www.nouvelobs.com

1.1.6 Quelques domaines d'application de biomimétisme :

Domaines d'application	Exemples et illustration
Matériaux bio-inspirés	Matériaux aux propriétés hydrodynamiques similaires à la peau de requin (Bhushan, 2009) ou encore matériaux auto nettoyants et hydrophobes comme la feuille de lotus (Bhushan, 2009)
Aérodynamisme appliqué au transport	Le train Shinkansen développé par la West Japan Railway Company possède un « nez » inspiré du martin-pêcheur (Bhushan, 2009). Cette innovation permet la diminution des frottements aérodynamiques, la réduction du bruit lors du passage dans les tunnels et entraîne une baisse de 15 % de la consommation énergétique. La forme de la Bionic Car est inspirée du poisson-coffre (Mercedes-Benz, 2014).
Énergie éolienne	L'entreprise Whale Power (2015) développe des pales d'éoliennes inspirées des tubercules présentes sur les nageoires de baleines. Cette conception limiterait la traînée aérodynamique et le bruit tout en augmentant le rendement (Quinn et Gaughran, 2010).
Photosynthèse artificielle	Inspirée de la photosynthèse de plantes, les cellules photosensibles développées par Sun Catalytix (Ojo et Thomas, 2011) sont munies de catalyseurs électrolysant l'eau en hydrogène et oxygène lors de l'exposition au rayonnement solaire.
Énergie hydrolienne	L'entreprise BioPower Systems (BioPowerSystems, 2015) a développé des hydroliennes imitant l'oscillation de la queue des poissons ou encore inspirées de la forme des algues sous-marines. Ceci constitue une approche bioinspirée pour capter l'énergie cinétique de l'eau et la transformer en électricité.

Figure 19: quelques domaines d'application de biomimétisme

Synthèse

La nature a toujours été une source d'inspiration, et s'en inspirer n'est pas une idée nouvelle, mais imiter la nature dans le but d'innover de manière durable, c'est là que l'énergie et l'environnement sont de mise. Sens dans les domaines énergétique et écologique.

Le biomimétisme est une démarche qui cherche à concilier progrès et respect de l'environnement. Aujourd'hui, le biomimétisme est un concept qui doit être la meilleure solution aux problèmes que nous avons créés au fil des ans, avec des réflexions dans l'industrie, la construction et l'architecture.

Ces dernières années, le biomimétisme est déjà passé du stade de l'idée et la recherche puis de la pratique. Dans le chapitre suivant, nous étudierons le concept du biomimétisme, et nous verrons comment il appliqué au domaine de l'architecture, pour comprendre le transfert d'un mécanisme de la vie à des systèmes non vivants, et comment nous pouvons construire, vivre issue de la nature.

1.2 Le Biomimétisme dans l'architecture :

L'architecture biomimétique est une philosophie contemporaine de l'architecture qui cherche des solutions durables dans la nature (Pawlyn, 2011), En identifiant les règles qui les régissent, sans vouloir dupliquer ces formules. Il s'agit d'une activité de durabilité interdisciplinaire qui cherche à s'inspirer des principes de la nature qui permettent aux organismes de mener une vie durable dans l'environnement et de survivre à des cataclysmes soudains. Les organismes naturels sont résilients, optimisés et adaptables, basés sur des systèmes et des valeurs propices à la vie.

L'objectif de l'architecture biomimétique ne consiste plus uniquement à donner forme et mesure à l'espace, mais aussi à développer des relations synergiques entre le construit et son environnement. L'approche heuristique du biomimétisme consiste à apporter à l'architecture le « vitalisme » au-delà de la seule vision mécaniste de la vie (Gruber, 2008).

Le transfert d'un concept ou d'un mécanisme de la vie à des systèmes non vivants est une réplique simple et directe du prototype biologique est rarement réussie même si cela est possible avec la technologie actuelle. Une forme ou une procédure d'interprétation ou de traduction de la biologie à la technologie est nécessaire (Vincent et al. 2009).

1.2.1 Principes de Biomimétisme :

L'architecture biomimétique pourrait être à l'origine d'une transformation du rôle de l'architecte évoluant du contrôle de la nature vers une participation durable avec la nature.

- La nature est depuis toujours une source d'inspiration
- La nature adapte la forme à la fonction
- La nature n'utilise que l'énergie dont elle a besoin
- La nature recycle tout
- La nature récompense la coopération
- La nature parie sur la diversité pour s'adapter
- La nature valorise l'expertise locale
- La nature ne fait pas d'excès
- La nature transforme les limites en opportunités

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Ces principes peuvent être intégrés dans un processus de conception biomimétique, modélisé par la « spirale du biomimétisme » :

- ❖ **IDENTIFIER** : Elaborer le mémoire explicatif du besoin/problème humain
- ❖ **INTERPRÉTER** : Traduire le mémoire explicatif en termes biologiques et définir des paramètres
- ❖ **CHERCHER** : Chercher des exemples biologiques qui répondent aux besoins définis
- ❖ **EXTRAIRE** : Identifier des schémas et créer une taxinomie (description et classification des organismes vivants)
- ❖ **IMITER** : Développer des solutions qui s'appuient sur les schémas biologiques
- ❖ **EVALUER** : Evaluer les solutions selon les Principes du Vivant

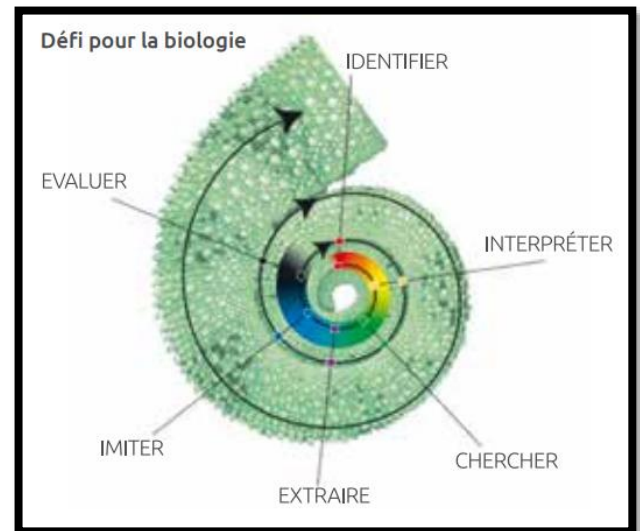


Figure 20: La spirale itérative de la démarche biomimétique

1.2.2 La démarche biomimétique :

Si nous considérons le processus de conception biomimétique dans son ensemble, de l'idée initiale au produit final, deux démarches essentielles ont été identifiées :

- La première part d'un besoin humain ou d'un problème de conception puis examine les façons dont des organismes ou écosystèmes présents dans la nature résolvent ce problème. Il s'agit d'une démarche orientée problème. Cette approche est effectivement menée par des concepteurs qui cherchent des solutions dans le monde végétal ou animal. (Helms et al, 2009.) (Figure. a).
- La seconde démarche menée par des personnes ayant une connaissance scientifique de la nature et qui recherchent des applications possibles pertinentes pour la conception, aussi consiste à identifier une caractéristique particulière, un comportement ou une fonction dans un organisme ou un écosystème, puis à rechercher à quel problème de conception cela pourrait répondre. Il s'agit d'une démarche orientée solution (Biomimicry Guild, 2007). (Figure b).

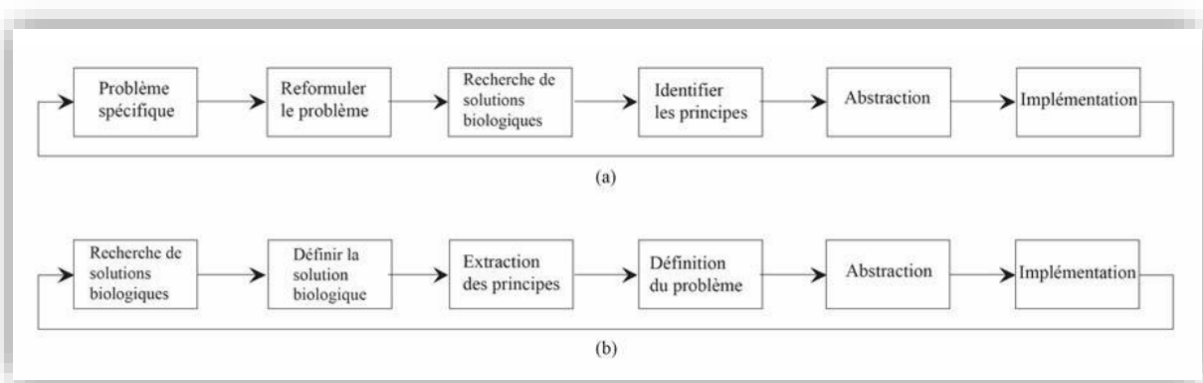


Figure 21: le processus dans la recherche biomimétique : progression d'un projet biomimétique à partir de modèles biologiques aux produits biomimétiques

(a) Processus orienté problème, (b) Processus orienté solution. (Helms et al, 2009.)

1.2.3 Pratique du biomimétisme dans l'architecture :

A travers Les processus de conception biomimétique en architecture, Janine Benyus distingue qu'il existe trois niveaux de biomimétisme : l'organisme (**Organism**), le comportement (**Behaviour**) et l'écosystème (**Ecosystem**).

Pedersen Zari (2006) déclare qu'à l'intérieur de chacun de ces niveaux, il existe cinq dimensions possibles du biomimétique. Par exemple, un design peut être biomimétique : à quoi il ressemble (forme), de quoi il est fait (matériau), comment il est fait (construction), de quoi il s'agit, comment il fonctionne (processus) ou ce qu'il peut faire (fonction). En examinant comment différents aspects des termites et des écosystèmes sont imités, les différences entre chaque aspect de la biomimétique sont présentées dans le tableau.

Certains types de biomimétiques se chevauchent et ne s'excluent pas mutuellement. Par exemple, un ensemble de systèmes qui peuvent interagir comme un écosystème. Les détails de ces systèmes sont basés sur un seul organisme ou un comportement imitant, car les écosystèmes biologiques sont composés de relations complexes entre de nombreux organismes endémiques. (Pedersen Zari 2006)

1.2.3.1 l'approche formelle (l'organisme) :

Correspond à un biomimétisme de forme ou de surface, Il s'agit de s'inspirer et d'imiter les formes retrouvées dans la nature pour créer des formes architecturales sont nombreux, Les organismes ont évolué depuis des millions d'années, leur morphologie s'est parfaitement adaptée à l'environnement dans lequel ils vivent. L'approche formelle peut être présentée sous trois dimensions :

❖ L'esthétique architecturale, Les structure, Les matériaux

- Par exemple, le coléoptère namibien *Stenocara* a influencé de nombreux bâtiments biomimétiques tels que le Centre hydrologique de l'Université de Namibie conçu par Matthew Parkers de KSS Architects. (Knight, 2001)

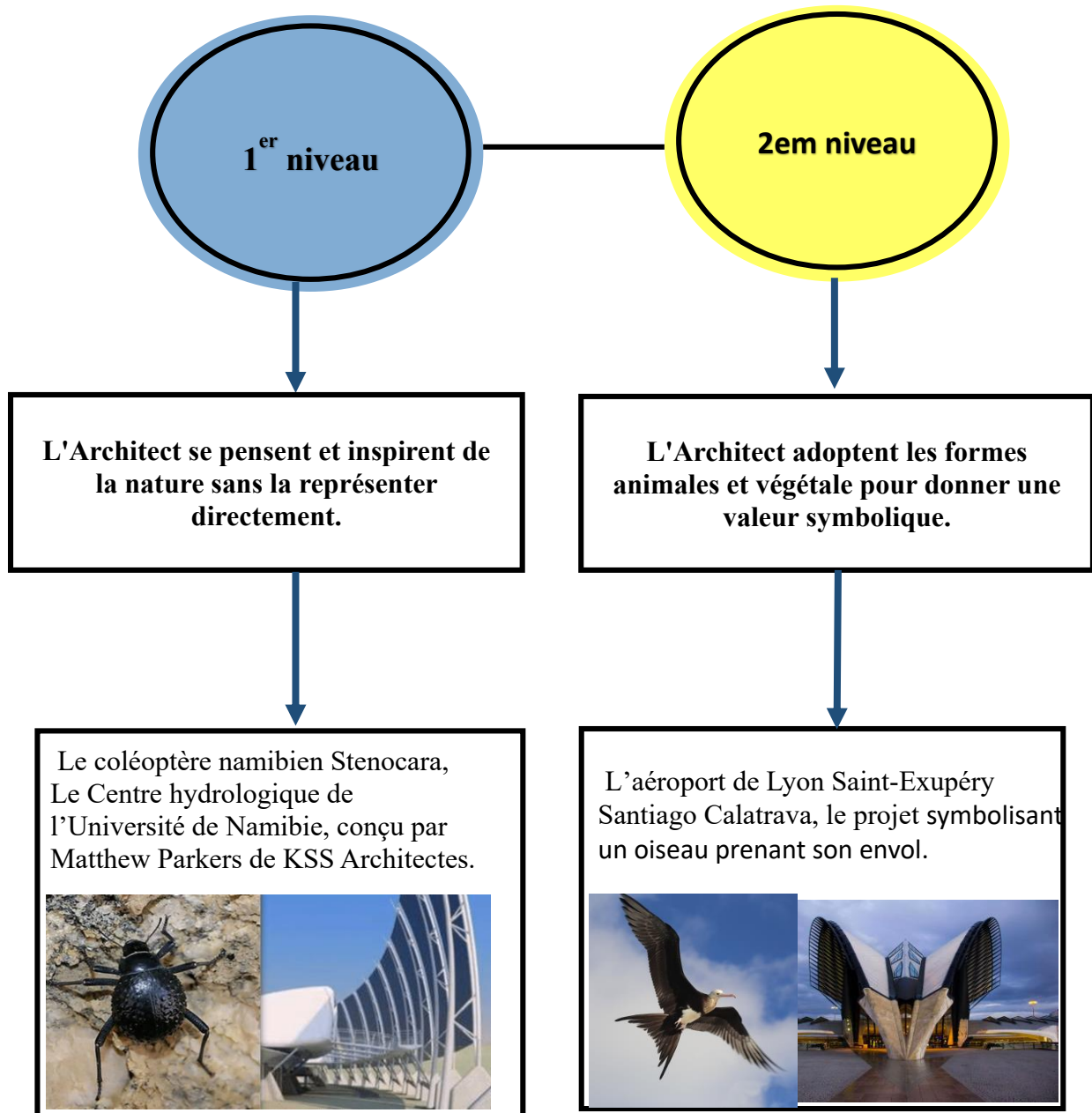
Un bon exemple de ce niveau est une copie du scarabée du désert namibien *Stenocara*. Il peut absorber l'eau du brouillard du désert en mouvement rapide en inclinant son corps vers le vent. Des gouttelettes se forment sur le dos de l'insecte et à la surface de ses ailes (grossières, alternant hydrophile-hydrophobe) et roulent dans sa bouche. L'architecte du KSS, Matthew Parkes, a imité ce modèle dans la conception du "capteur de brouillard" proposé au Centre d'hydrologie de l'Université de Namibie. Modèle avec sa conception proposée « fogcatcher » pour le centre hydrologique de l'Université de Namibie (Pedersen Zari 2006 ; Parker & Lawrence 2001)



Figure 22:Le coléoptère namibien *Stenocara*, Le Centre hydrologique de l'Université de Namibie, conçu par Matthew Parkers de KSS Architectes. **Source :** Cruz, 2016.

Ces caractéristiques ont directement inspiré ces architectes pour concevoir les capteurs de brouillard de leurs bâtiments (forme et matériau)

❖ L'esthétique architecturale :



3em niveau : L'Architect se pensent et inspirent de la nature et la représenter directement, l'architecture exprime explicitement la morphologie d'un organisme vivant.

❖ Les structure :

La nature est une source d'inspiration et de créativité pour nombreux architectes, L'efficacité réside dans le fait d'avoir compris que la nature cherche toujours à employer la structure la plus efficace pour une forme donnée, cela permet de :

-De rendre la structure du bâtiment à la fois solide et flexible.

-D'augmenter les capacités de supporter les charges et offrir la résistance.

Les structure :

L'Architect fait référence à la nature pour développer les systèmes constructifs et rendu les problèmes de structure

Bâtiment de Crystal palace Joseph Paxton, l'architecte utilisant les propriétés d'une espèce de nymphéa, cet organisme sous son apparente fragilité possède un système de nervures radiales rigides.



❖ Les matériaux :

Les matériaux jouent un rôle décisif dans l'architecture, concernant l'expressivité d'une construction. Le phénomène impressionne les architectes que la nature produit des matériaux hautement intelligents marqués par leurs fonctions et leurs propriétés physico-chimique, telle que la densité, la résistance, flexibilité et rigidité.

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

On constate donc que la nature ou plutôt ces créations garantissent la meilleure productivité et en utilisant un maximum de matériel.

Prenons l'exemple de termitières, solide comme du béton alors qu'elles sont faites d'un matériau produit à température ambiante, à base de terre, de poussière, de salive d'insectes et de bois.



Figure 23: termitière dans le Parc national de Nitmiluk, Territoire du Nord, Australie.

Source : Wikipédia

Un autre exemple : conçu par Richard Meier, ce bâtiment (fig) est un bon exemple de l'utilisation de matériaux de construction d'inspiration naturelle. Il a été réalisé en béton spécial autonettoyant inspiré des plantes autonettoyantes. Un composant spécial du béton oxyde la saleté sur le béton et est facilement emporté par le vent. Par conséquent, le bâtiment conserve sa belle couleur blanche immaculée et évite l'utilisation d'agents de nettoyage énergivores.

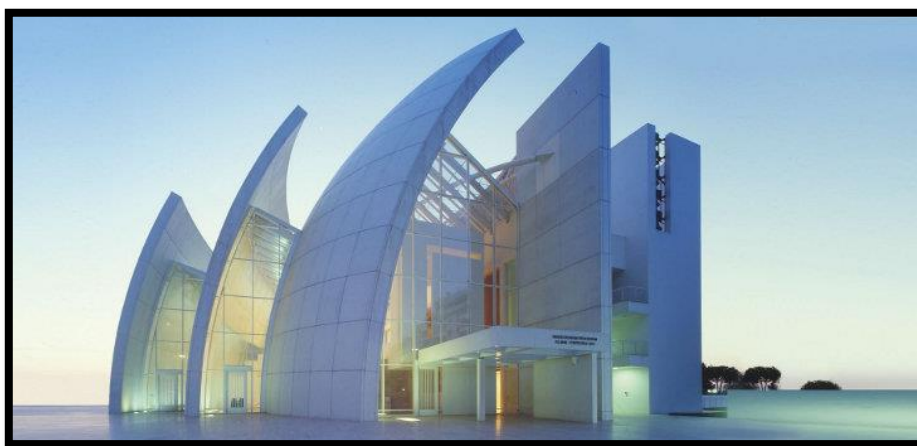


Figure 24: Bâtiment conçu par Richard Meier

Source : bati-energie.be

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

- ❖ D'autres exemples d'architecture biomimétique, C'est le cas du Swiss Re Headquarter, construit par Norman Foster. (Fig)

Ce bâtiment emblématique est situé dans le quartier financier de Londres. Le design a été inspiré par l'éponge connue sous le nom de "Fleur de Vénus". Ces éponges vivent profondément dans l'ouest de l'océan Pacifique, où il y a peu de lumière. Ils sont fabriqués en fibre de verre et utilisent leur structure unique pour filtrer l'eau de mer et retenir les nutriments.

La Swiss Tower est construite autour d'un noyau central qui agit comme un centre de ventilation et un puits de lumière. De cette manière, les besoins en chauffage et en refroidissement sont réduits et la lumière du soleil peut être utilisée pour éclairer la majeure partie du bâtiment. Cela peut réduire la consommation globale d'énergie de 40 %.

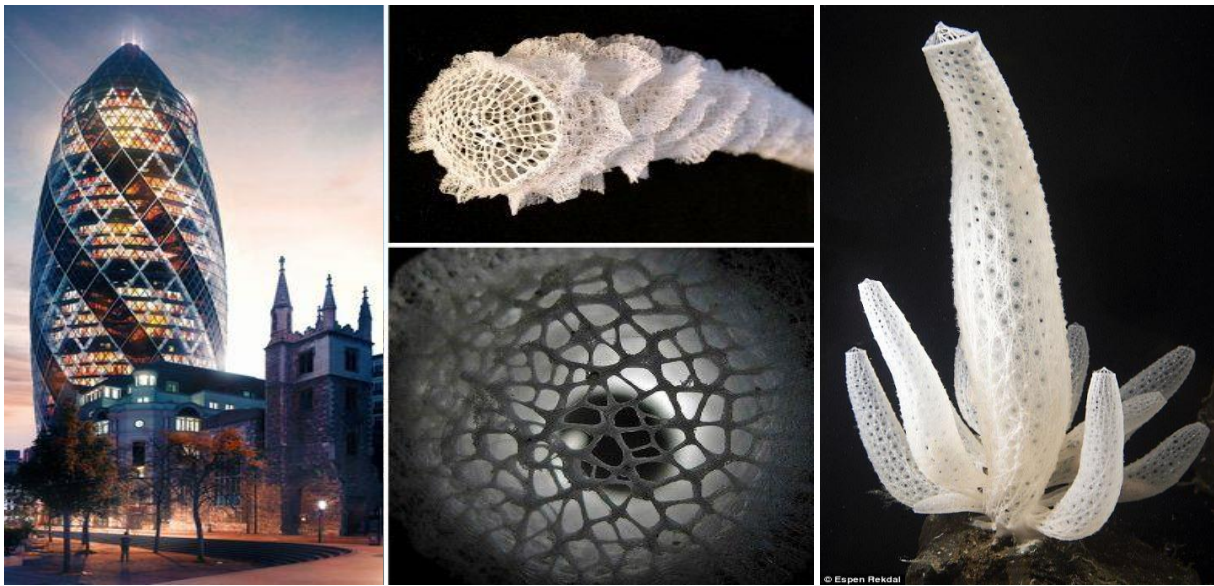


Figure 25: Le Swiss Headquarter inspiré par la Corbeille de fleurs de Vénus

Source : penterest.com

- ❖ A Singapour, Moshe Safdie s'est inspiré de la fleur de lotus pour la conception de l'Art Science Museum (Fig),

Le bâtiment a des pétales (10 extensions) reliés en cercle au centre, formant le centre de la lotus. Chaque "pétale" forme un espace de galerie différent avec du verre sur les bords pour laisser entrer la lumière naturelle.

La forme de fleur architecturale en forme de bol est conçue pour permettre aux pétales de collecter l'eau de pluie et de s'écouler vers le centre de recyclage (bâtiments, toilettes, etc.), en absorbant la lumière naturelle dans plusieurs directions et espaces. L'élimination de l'utilisation de l'éclairage artificiel est réduite.

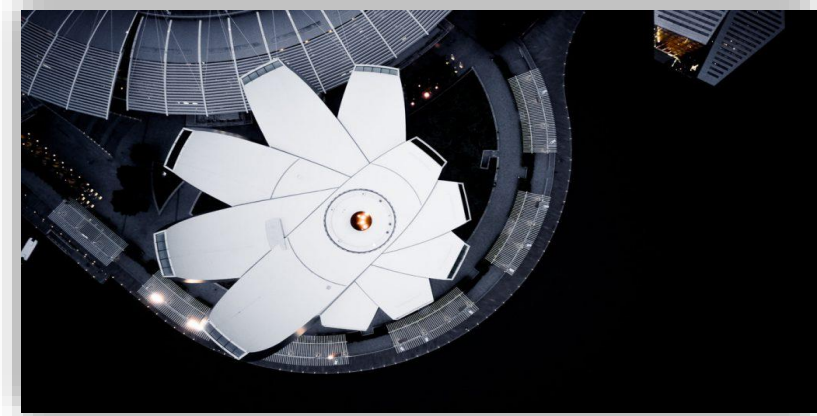


Figure 26: Vue aérienne de Art Science Museum de Singapour, inspiré de la fleur de lotus

Source : www.techniques-ingenieur.fr

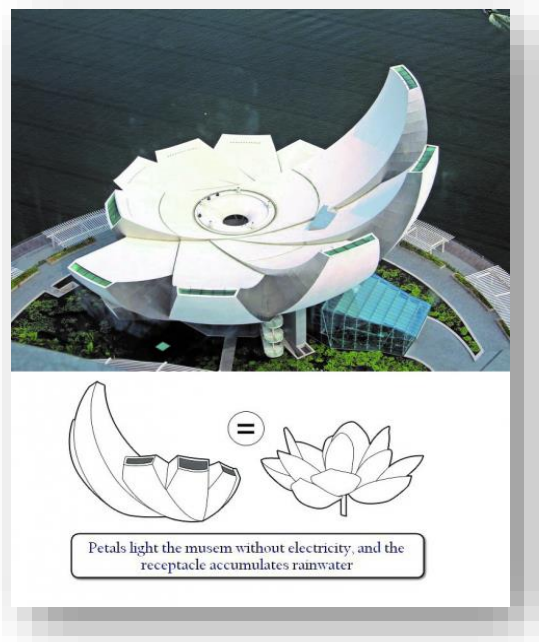


Figure 27: Art Science Museum de Singapour, inspiré de la fleur de lotus

Source : <http://homeklondike.site>

- ❖ Toujours à Singapour, L'Esplanade Théâtre de DP Architectes et Michael Wilford dispose d'une couverture inspirée par la peau des fruits du Durian (plante) (fig).

Ce fruit a une coquille solide pleine d'épines pour protéger les graines à l'intérieur. De même, ce bâtiment a une coque pleine d'étagères qui protège le bâtiment de la surchauffe. L'orientation de ces saillies change tout au long de la journée pour obtenir suffisamment de lumière solaire. Il se compose d'un panneau en aluminium qui filtre la lumière naturelle et tourne en fonction de la position du soleil.

Cette conception biomimétique réduit de 30 % l'énergie totale consommée dans le bâtiment et de 55 % l'utilisation de l'éclairage artificiel. Donc elle aide à maintenir la chaleur du bâtiment et à économiser de l'énergie.

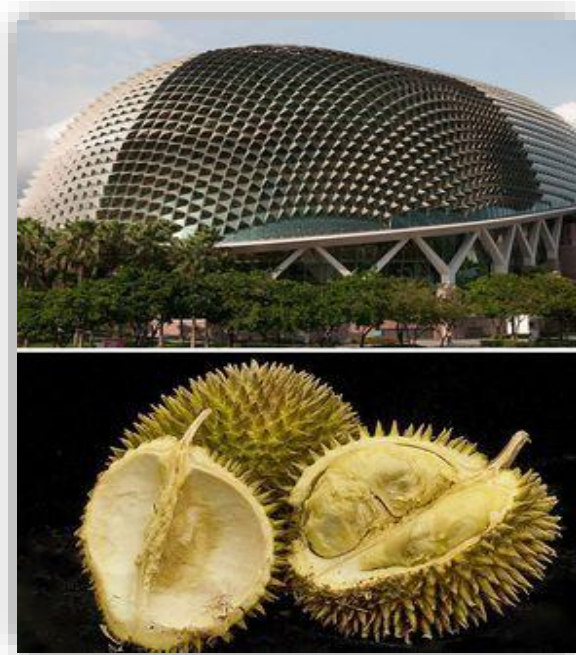


Figure 28: L'Esplanade Théâtre de DP Architectes et Michael Wilford

Source : Pinterest.com.

1.2.3.2 l'approche fonctionnelle (le comportement) :

Le niveau comportement correspond à un biomimétisme de fonction ou de processus à la manière de la nature. Il s'agit d'observer comment la nature fait pour « faire les choses tel que les organismes vivants »

Selon cette approche, l'optimisation des formes provient de l'inspiration des mécanismes et de la minimisation des contraintes.

De nombreux êtres vivants rencontrent les mêmes conditions environnementales que les humains et doivent résoudre les mêmes problèmes que les humains.

Ce niveau de la biomimétique se pose fréquemment les grandes problématiques architecturales tel que :

1. **La thermique et la ventilation**
2. **L'aérodynamisme**
3. **L'autosuffisance en ressources naturelles**

❖ **Le thermique et la ventilation :**

Alors que l'enveloppe du bâtiment est une surface essentielle de perte d'énergie, le biomimétique a trouvé une solution innovante au problème du renouvellement de la chaleur et de l'air sans refroidissement. Voici les projets qui ont fonctionné selon ce principe :

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Les travaux de l'architecte Mick Pearce⁶ illustrent parfaitement le niveau comportement du biomimétisme. Son bâtiment le plus remarquable est l'Eastgate Building à Harare au Zimbabwe. Il est en partie fondé sur des techniques de ventilation et de régulation de température observées dans les termitières dans le but de créer une ambiance thermique stable à l'intérieur de l'édifice (fig) (Levillain et Thebaud, 2016).

Ce système de ventilation passive permet de diminuer considérablement les consommations d'énergie. Une étude comparative menée avec six autres bâtiments a montré que l'Eastgate Building utilise 35 % moins d'énergie qu'un bâtiment conventionnel avec air conditionné. (Levillain et Thebaud, 2016).



Figure 29: l'Eastgate Building à Harare au Zimbabwe inspiré de la termitière

Source : siamagazin.com

Autre exemple de biomimétique architecturale réalisée au niveau comportemental, le castor canadien transforme l'ensemble du paysage en construisant des barrages et en se nourrissant en créant des zones humides. Ce faisant, il aide à retenir les nutriments, à accroître la diversité végétale et animale et à rendre les écosystèmes plus résistants aux perturbations.

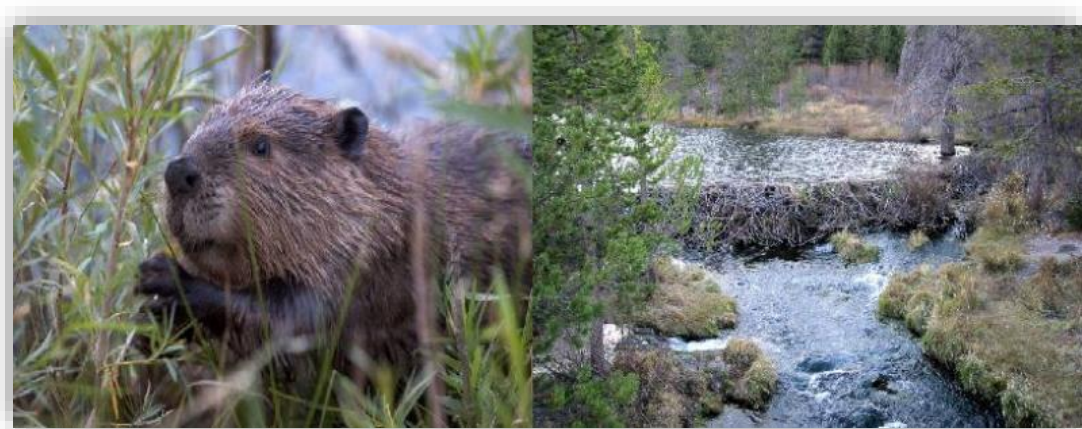


Figure 30: Castor nord-américain et son barrage caractéristique

Source : <http://www.wikiwand.com>

2-4-3-l'approche écosystème :

L'imitation des écosystèmes fait partie intégrante du biomimétisme, selon cette approche, car elle fournit des plans de vie, des recettes et des stratégies écosystémiques qui permettent aux humains de trouver des solutions durables.

Un autre avantage de l'approche de conception biomimétique écosystémique est qu'elle peut être appliquée à différentes échelles temporelles et spatiales.

Nous soulignons que l'approche écosystémique est une relation qui permet d'aborder la durabilité. Il est également possible d'intégrer des méthodes de construction durables existantes. Par exemple, production de déchets par certains organismes et utilisation par d'autres organismes. Par conséquent, il existe un système basé sur une boucle.

Certains projets proposent des aspects d'une telle approche : **le projet Lloyd Crossing proposé pour la ville de Portland, Oregon aux USA**, réalisé par une équipe de conception comprenant Mithūn Architects et Green Works Landscape Architecture Consultants.

Cette approche appelée « Pre-développement Metrics™ » parmi ces principes :

- ✚ Fixe des objectifs pour la performance écologique du projet sur une longue période de temps (Pedersen Zari 2006).



Figure 31: Project Lloyd Crossing, Portland, Oregon USA

(Source : <http://www.aiatopten.org>)

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

« Le biomimétisme en architecture fait en sorte qu'une construction évoluera le mieux possible dans son contexte et dans le respect de valeurs de durabilité et de l'environnement. »

D'autre exemple on peut citer l'architecte **Vincent Callebaut**, il est conçu plusieurs projets en basant sur le fonctionnement des écosystèmes par rapport sa réflexion de l'avenir proche « les ressources seront épuisées. »

- **Dragon Fly à Manhattan (New-York) réinvente le concept de la tour. Ces fermes verticales auto-suffisantes.**

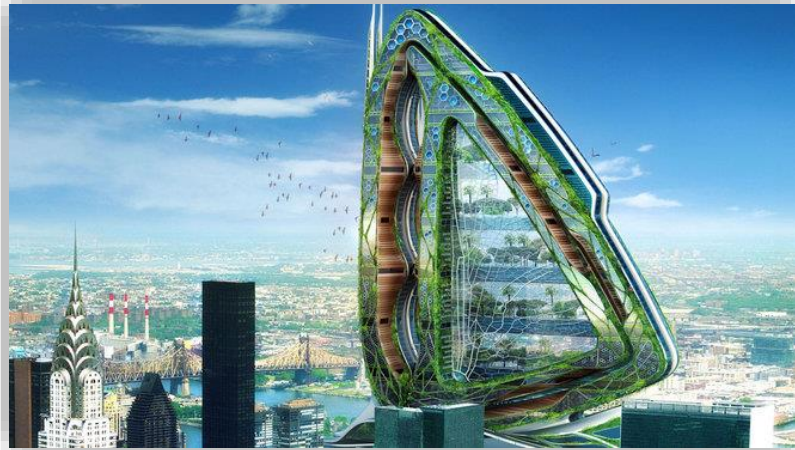


Figure 32: Dragon Fly à Manhattan (New-York)

Source : www.maison.com

- **La structure flottante de Lilypad est directement inspirée de la grande plante aquatique de la famille des Nymphéas, Amazonia Victoria Regia a augmenté de 250 fois. Sa double peau est en fibre de polyester recouverte d'une couche de dioxyde de titane et peut absorber efficacement la pollution de l'air en réagissant aux rayons ultraviolets (UV).**



Figure 33: La structure flottante de Lilypad

Source : www.maison.com

1.2.4 Exemples de biomimétisme dans l'architecture :

L'un des exemples les plus importants dans le biomimétisme, Les nids de termites ou bien les termitières (fig), Résister aux conditions météorologiques ; les températures variant de -1°C à plus de 38°C et une humidité relative précise. Grâce à un système de ventilation naturel et de circulation de l'air chaud et froid. Ce système de respiration qui est conduit par le cycle jour/nuit des activités de ces animaux sociaux. Plus vite ils travaillent la nuit, Cela provoque l'échappement de l'air évacué vers le haut de la pile qui attire simultanément de l'air frais riche en oxygène, plus le différentiel est important et donc plus il y a d'échange de CO_2 à O_2 . Ces termitières ont inspiré nombreux d'architectes pour utiliser cette méthode, comme Eastgate building.

1.2.4.1 Eastgate building :

Eastgate building connu sous le nom d'immeuble « termitière » car il utilise le même système de ventilation qu'une termitière.



L'Eastgate building	
L'Architect	Mick Pearce 
Date de construire	1996
Situation	Harare au Zimbabwe 
Inspiration	termitière 
Type de projet	26000m ² Bureaux et de 5600m ² centre commerces

Tableau 1:Eastgate building

Il s'agit d'un **complexe de bureaux et de commerces**, dispose de 5600m² de commerces, de 26000 m² de bureaux et de 450 places de parking. Il est probablement le premier bâtiment au monde à utiliser un système de refroidissement naturel.

Il se compose également de deux blocs identiques de 9 étages reliés par un atrium au toit de verre. Cet atrium central éclairé naturellement, offre un espace de détente avec un grand bassin et une fontaine, créant un espace tampon entre l'intérieur et l'extérieur. L'air frais y est stocké. (fig)

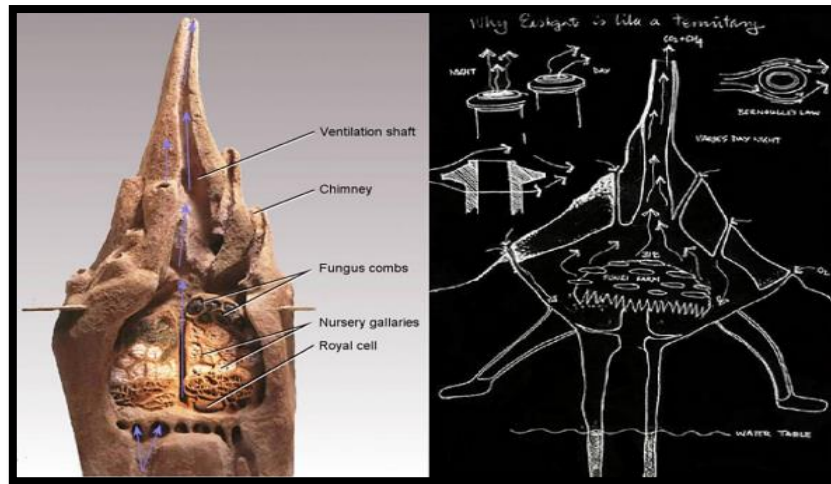


Figure 34: A gauche : illustration du fonctionnement des termitières, à droite une présentation graphique des principes de conception tirés des termitières

Source : www.mickpearce.com.



Figure 35: Différentes vues du bâtiment Eastgate Building à Harare

Source : www.mickpearce.com

Le bâtiment a été inspiré de la termitière, le système vivant autorégulateur dans lequel le bâtiment est devenu une extension du métabolisme des termites individuels. Le bâtiment consomme 35% d'énergie de moins que six immeubles traditionnels, reprend les deux fonctionnements

- **L'effet de cheminée :** Ceci est réalisé par la différence de température à l'intérieur et à l'extérieur la nuit. Le principe du courant induit est également soutenu par la forme du bâtiment (semblable aux termitières).

- **L'effet thermosiphon** : Utilisé dans les bureaux et les magasins. L'air chaud apporté dans la pièce par les résidents, les appareils et la lumière du soleil est élevé au plafond par convection.

La combinaison de ces deux principes permet de maintenir constante la température à l'intérieur du bâtiment

Les principes :

- ✚ Principe de l'air conditionné : La cheminée crée un flux d'air rafraîchissant et élimine le besoin de climatisation électrique. Alternativement, la température peut dépasser 35°. En effet, le système de ventilation passive permet de renouveler l'air.
- ✚ Au nuit, l'air froid pénètre dans le bâtiment depuis le sol et est stocké au centre de l'atrium. Pendant la journée, un ventilateur mécanique aspire l'air dans le bureau depuis l'atrium du sol au plafond.
- ✚ Phénomène de convection : Après la cheminée, l'air chaud monte vers le haut du bâtiment, remplaçant progressivement l'air froid du sol et continuant la circulation.

Les Résultats :

- ✚ Grâce à son architecture inspirée des termites, La température à l'intérieur de l'immeuble est constamment de 25°C. et réalise jusqu'à 90 % d'économie d'énergie.
- ✚ Une construction autonome, c'est à dire les pannes d'électricité fréquentes n'ont pas d'incidence sur son fonctionnement aussi la ventilation passive ne fonctionne pas à l'électricité, contrairement à la climatisation.
- ✚ Ce système a permis d'économiser 3,1 millions d'euros sur trois ans sur la consommation énergétique.

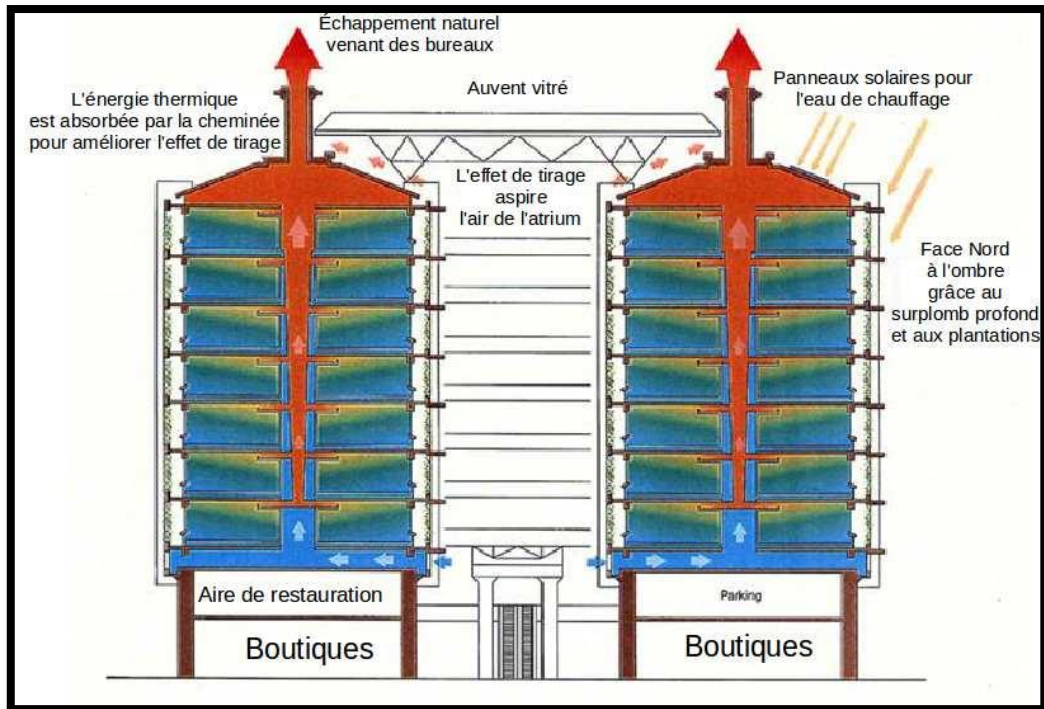


Figure 36: Schéma de la distribution thermique dans l'Eastgate building et de son système de ventilation passive

Source : biomimtismesite.wordpress.com

Tout d'abord, Le bâtiment a été construit à partir d'une ossature brique et béton récupérée sur place, profitant notamment de la fraîcheur du rafraîchissement nocturne dans une optique de développement durable- à forte inertie thermique., Élève la température, stocke la chaleur du soleil pendant le jour et le relâche à nouveau le soir.

La façade de l'Eastgate est épineuse (comme un cactus), la protégeant du soleil et distribuant plus efficacement la chaleur la nuit. Les surfaces irrégulières n'absorbent pas la chaleur, mais la dissipent plus efficacement grâce au rayonnement multidirectionnel.



Figure 37: Façade de l'Eastgate

Source : biomimtismesite.wordpress.com

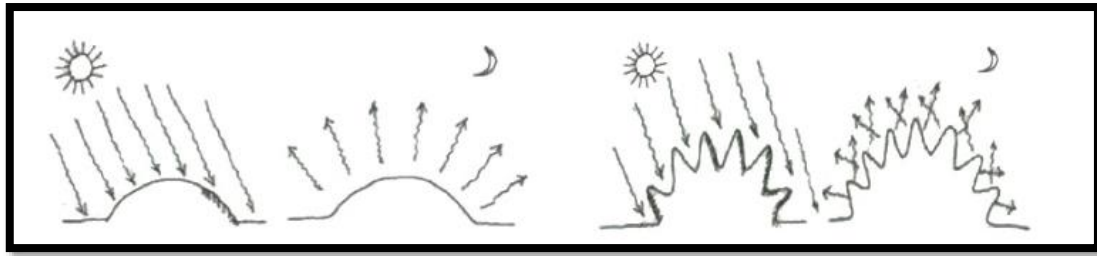


Figure 38: Réflexion du soleil sur les surface lisses et épineuses

Source : biomimintimesite.wordpress.com

1.2.4.2 L'Eden Project :

Lorsque la nature inspire la forme et fonction, l'Eden Project est un complexe environnemental inspiré de bulles de savon.




L'Eden Project	
L'Architect	Nicholas Grimshaw 
Date d'ouverture	2001
Situation	Royaume Uni
Inspiration	Bulles de savon 
Type de projet	Complexe environnemental

Tableau 2:L'Eden Project

Le projet est situé dans une fosse de kaolinite récupérée, Les biomes artificiels comprennent des plantes du monde entier. Le complexe se compose d'une série de dômes contenant des espèces végétales du monde entier, chaque dôme imitant un biome naturel.

Les dômes sont constitués de centaines d'hexagones et de quelques pentagones qui relient l'ensemble de la construction ; chacun d'eux est un coussin transparent en plastique résistant.

Le parc comporte cependant tous les ingrédients du parc à thème : Parcours prédéterminé, hall d'attractions, bâtiment d'exposition, salles de projection², restaurant et l' incontournable boutique qui clôt la visite en un passage obligé. Le premier dôme émule un environnement tropical, le second un environnement méditerranéen tempéré chaud.



Figure 39: Vues de Eden Project

Source : ar.tripadvisor.com.

Les bulles de savon s'adaptent à toutes les surfaces qui atterrissent. De plus, lorsque deux bulles ou plus sont connectées, la ligne de connexion monte et descend toujours verticalement. Construire une structure de biome "unilatérale" sur des bulles de savon était le moyen idéal pour construire sur des sables mouvants inégaux dans les fosses.

Les principes :

- ✚ L'Eden Project représente une matérialité et une régularité géométrique.
- ✚ Il est organisé de façon à avoir la forme la plus résistante d'un point vu structurel, par la connexion entre les bulles par le long fil conducteur de façon à adapter à la topographie.
- ✚ Il se veut aussi être le plus léger possible, pour résoudre le dénivelé du site
- ✚ Egalement est un lieu d'apprentissage où le visiteur se questionne sur la nature, l'environnement, l'avenir et sur la relation entre l'homme et les plantes.

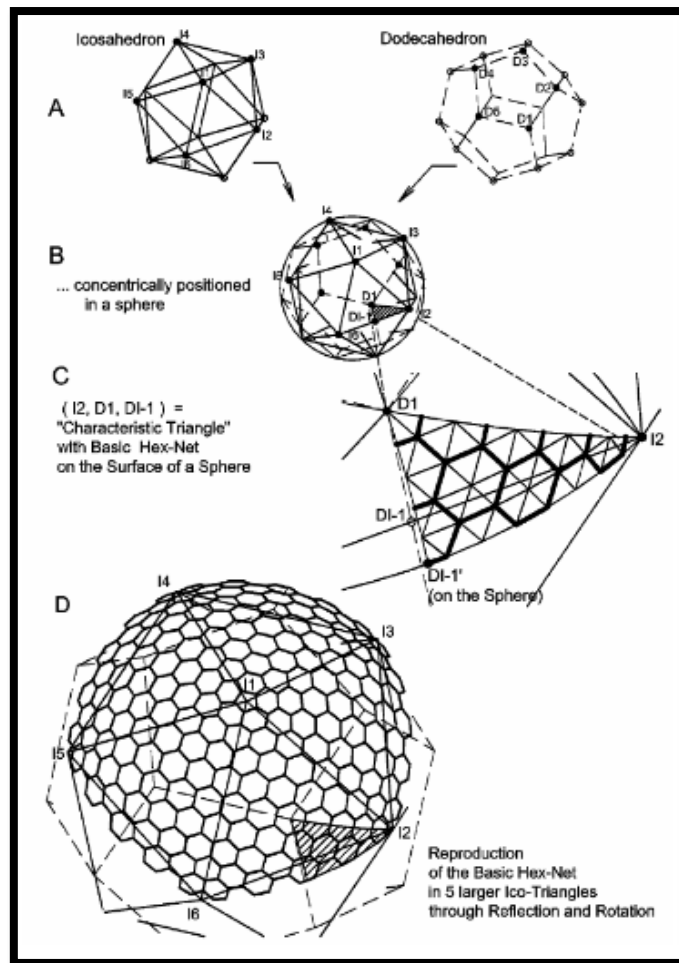


Figure 40: La fabrication structurelle des Eden Dômes **Source :**
www.researchgate.net

Aspects Environnemental

- ✚ Les concepteurs de l'Eden Project contestent les qualifications du parc pour démontrer leur capacité à utiliser la nature pour régénérer des zones endommagées par l'activité humaine.
- ✚ L'Eden Project comprend une éducation environnementale axée sur l'interdépendance des plantes et des humains. La plante a une étiquette médicamenteuse.
- ✚ Les quantités massives d'eau nécessaires pour créer les conditions humides du biome tropical et entretenir les toilettes est de l'eau de pluie stérilisée, sinon elle s'accumule au fond de la carrière. La seule eau courante utilisée pour le lavage des mains et la cuisine. La station utilise également de l'électricité verte.
- ✚ Le complexe utilise également L'électricité provient de l'une des nombreuses éoliennes de Cornouailles, l'une des premières éoliennes d'Europe.

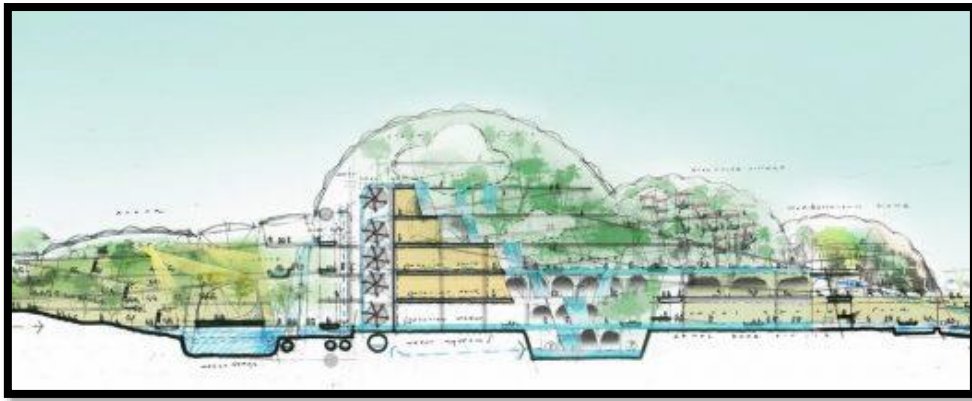


Figure 41: Chemin de l'eau et recyclage Source : www.e-architect.com

1.2.4.3 Council House (CH2):


Council House (CH2)	
L'Architect	City of Melbourne in association with Mick Pearce with DesignInc.
Date d'ouverture	2006
Situation	Melbourne en Australie
Inspiration	exploitant les principes de conception tirés du comportement des termites
Type de projet	un bâtiment administratif multi-récompensé

Tableau 3: Council House (CH2)

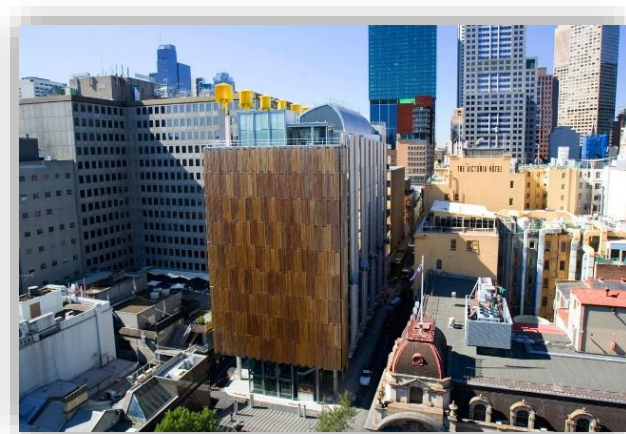


Figure 42: Vue sur la façade ouest du bâtiment CH2 avec les volets automatiques en bois

Aspects Environnemental :

- ✚ Réduire la consommation d'électricité de 82%.
- ✚ Réduire la consommation de gaz de 87%.
- ✚ Ne produisent que 13 % des émissions.
- ✚ Réduire la consommation d'eau de 72 %.

Council House est rafraichi par une gestion opportune de la différence de température entre l'air nocturne et l'air diurne. Un côté entier du bâtiment est ouvert pour diriger la prise d'air à travers des volets automatiques en bois.

Le bâtiment purge l'air vicié la nuit et tire à 100% de l'air frais pendant la journée, il transforme les eaux usées en eaux utilisables. Sa façade suit le mouvement du soleil pour réfléchir ou collecter la chaleur. (Pearce, 2016).

Cette ventilation nocturne est un processus passif suffisant pour maintenir une partie de l'espace de la journée confortable en extrayant l'air chaud directement du bureau ou de l'espace de vente au détail et en refroidissant le plafond en béton. L'air chaud monte vers les bouches d'aération du plafond, circule à travers le plancher surélevé vers les conduits verticaux et atteint finalement les bouches d'aération du toit.

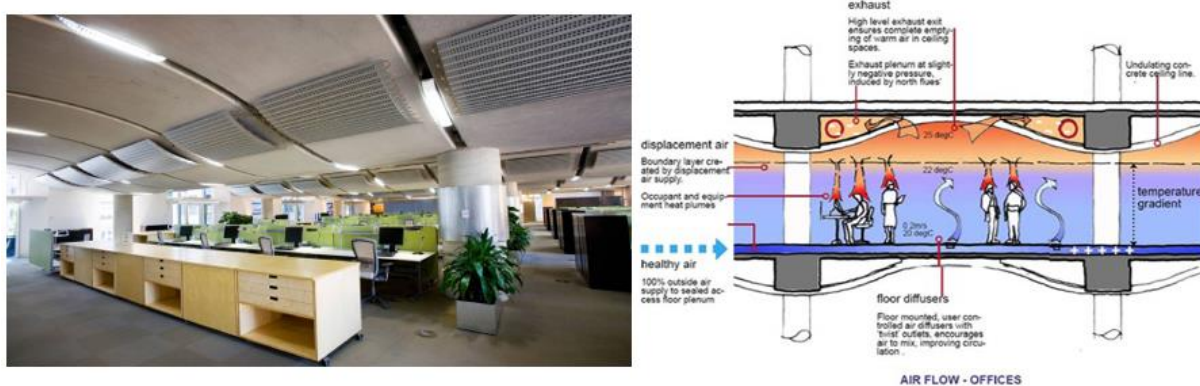


Figure 43: schéma de fonctionnement des systèmes de rafraîchissement et de renouvellement de l'air et vue intérieure des bureaux du bâtiment CH2

Source : www.mickpearce.com

Tout d'abord, le bâtiment CH2 utilise un autre gradient de température, le gradient de température de l'eau, pour réguler l'air à l'intérieur du bâtiment. L'eau est puisée dans le réseau d'égouts de la ville, filtrée trois fois, puis utilisée pour la chasse d'eau des toilettes, l'arrosage des plantes et la climatisation. L'eau à courant alternatif circule à l'extérieur de la structure à travers cinq tours de douche de 15 mètres.

Les tours de douches créent de l'air rafraichi par évaporation d'eau pour le diffuser dans les espaces commerciaux inférieurs, L'eau restante est canalisée et stockée au sous-sol pour être refroidie à travers un appareil, Cette eau est refroidie et pompée du sous-sol vers un

radiateur à convection à tube de cuivre. Ce dissipateur thermique à convection libre de l'air froid plus tard dans la journée lorsque les effets du rinçage nocturne ont disparu.

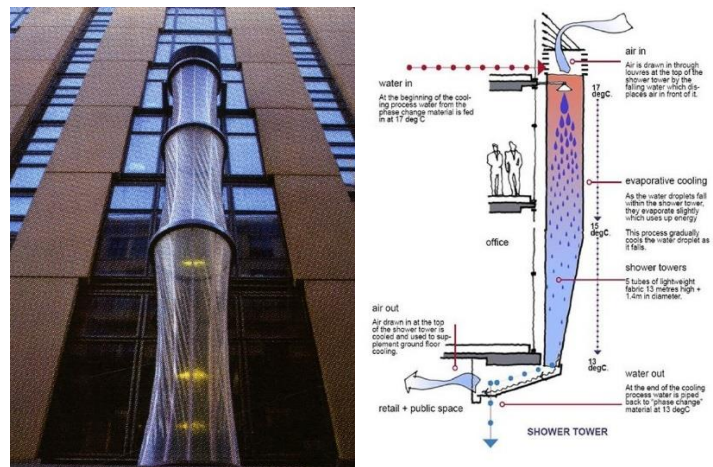


Figure 44: Système de rafraîchissement « tours de douche » du bâtiment CH2

Source : www.mickpearce.com

Le bâtiment utilise la masse thermique pour :

- Absorber la chaleur.
- Réduisant ainsi les gains de chaleur par un placement stratégique du vitrage.
- Produire de l'énergie par des panneaux photovoltaïques et thermiques.

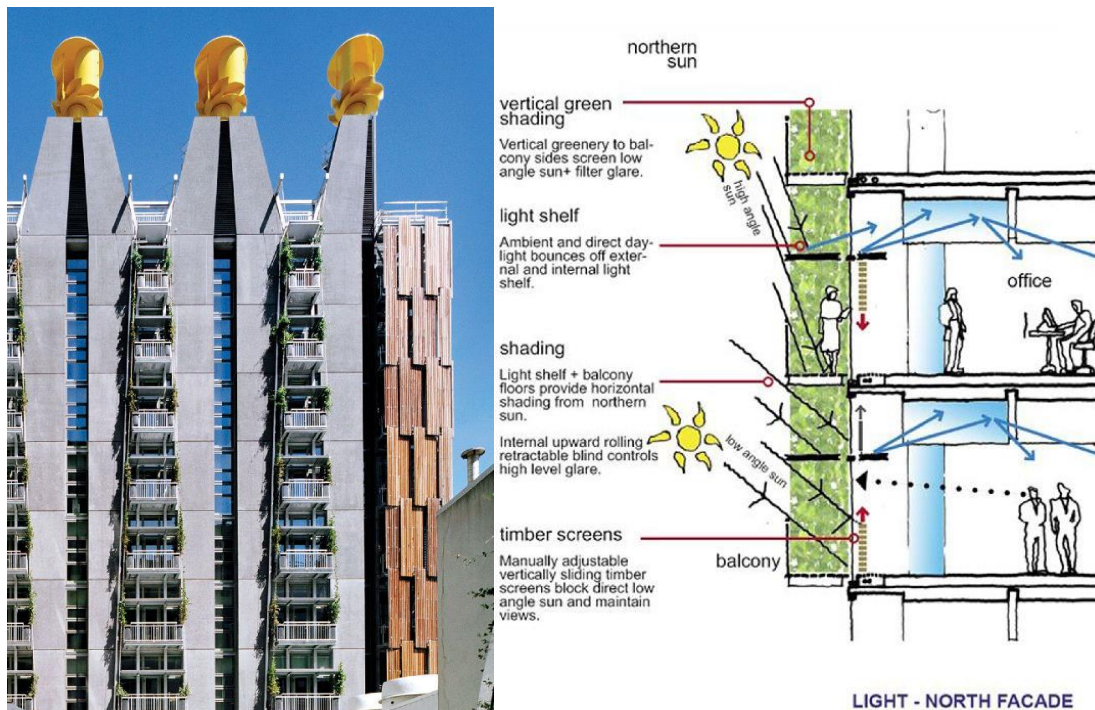


Figure 45: Façade Nord du bâtiment CH2 où du béton massif est utilisé

Source : www.mickpearce.com

Synthèse :

La nature a toujours été le véritable fondement de la réflexion. Inspirés par la nature, nous créons des conceptions écologiques et appliquons des solutions concrètes. Les projets architecturaux pensés de manière biomimétique visent à réduire l'impact sur l'environnement et peuvent optimiser l'architecture dans la recherche d'un équilibre entre l'homme et l'environnement. A travers l'exploration des travaux traitant du biomimétisme en architecture, ce domaine est une source d'inspiration en matière de gestion hyper efficace des ressources et d'économie. Dans le prochain titre, l'application du biomimétisme en architecture, nous fera découvrir de nombreuses illustrations de modèles des façades biomimétiques adaptatives inspirées de la nature, tel que la façade double peau qui s'appliquent aux bâtiments.

1.3 La façade double peau utilisations et développements :

Aujourd'hui, les concepts de façade innovante sont plus pertinents qu'avant, La consommation d'énergie et le confort dans les constructions liées aux façades, Pour réaliser des constructions à basse énergie. L'incorporation de l'intelligence dans leur design et conception est une façon effective. Encore, il faut impliquer la planification prudente pour atteindre des économies satisfaisantes et l'acceptation d'utilisateur.

La façade intelligente est une façade active s'adapte aux exploites pour atteindre aux besoins de confort de ses occupants et aux différentes conditions climatiques, Elle sait anticiper les exigences énergétiques du bâtiment et permet de faire des économies d'énergie consommée en chauffage, en climatisation et en air conditionné, Aide aussi à limiter le réchauffement climatique.

1.3.1 Définition :

- La façade double peau est une paroi extérieure à plusieurs couches composées de deux niveaux de façade ;

- Façade primaire intérieur : assure en règle générale la fonction d'isolation thermique.
- Façade secondaire extérieur : pour fonction de supporter les contraintes environnementales.

L'espace entre ces deux façades constitue une zone climatique généralement est en liaison ouverte sur plusieurs étages.

La zone climatique intermédiaire, Est en contact avec Les fenêtres de la façade primaire, Lorsque les fenêtres sont ouvertes, une circulation d'air située entre l'espace intérieur et la zone climatique intermédiaire.

Le canal de la " façade double peau " est généralement ventilé par un système naturelle ou mécanique. De même, des grands bâtiments utilisent une ventilation mixte ou hybride, un accord entre " économie d'énergie " et " confort des individus " est l'intérêt majeur de cette ventilation. Les deux figures présentent cette façade aussi que ces différents composants.

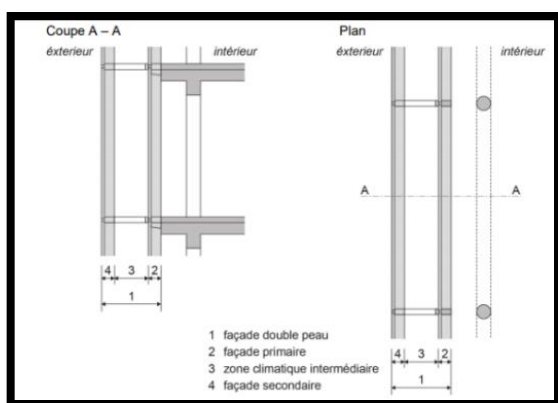


Figure 47: coupe et plan de façade double peau

(Source : SAFER Nassim 2006)

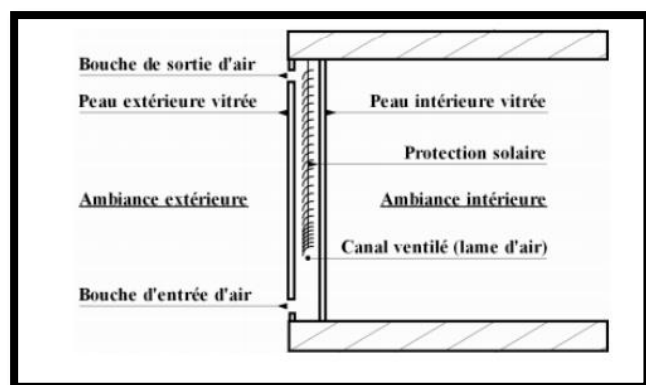


Figure 46: "Façade de type double-peau" et ses différents composants.

(Source : SAFER Nassim 2006)

1.3.2 Les différents composants de FDP

- ✚ Type du vitrage et son emplacement
- ✚ Protections solaires et leur position
- ✚ Epaisseur du canal de la façade

1.3.3 Ventilation dans les FDP

a-Ventilation mécanique :

Dans le cas de la ventilation mécanique, le débit global traversant le canal de la FDP est contrôlé directement par un ventilateur. Ainsi les écoulements d'air dans le canal sont besoins des entrées et des sorties d'air (leurs dimensions et positions).

b-Ventilation naturelle :

La fonction en ventilation naturelle basée sur le même principe : l'effet de cheminée, L'air frais à l'entrée de forte densité est en contact avec l'air chaud de faible densité, cette différence de densité suscite un mouvement d'air à l'intérieur du canal de la FDP.

Synthèse :

La façade intelligente permet de lier la modernité, l'esthétique, et de bonnes performances énergétiques. Il existe deux types de façade intelligente façade double - peau et façade photovoltaïque.

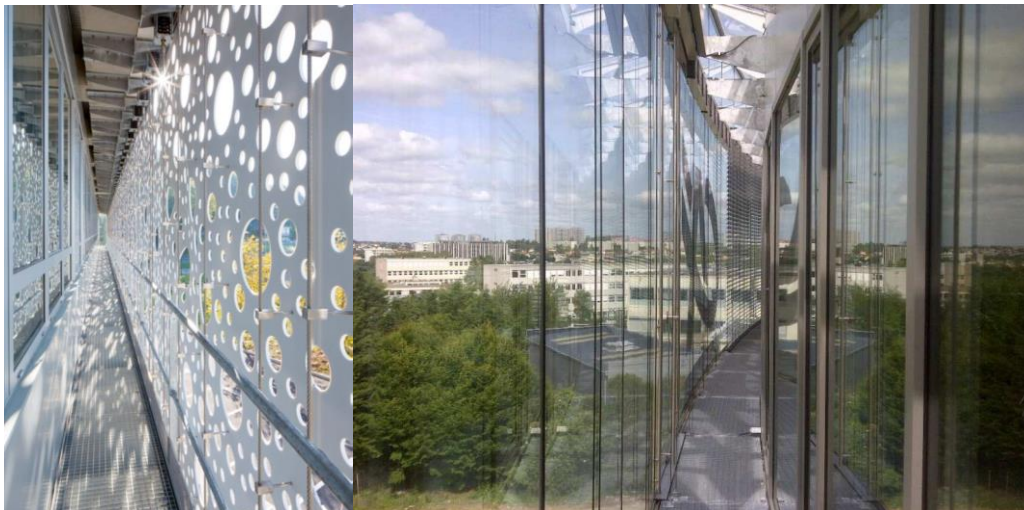


Figure 48:Exemple de façade double peau

Source : penterest.com

1.4 Etude Théorique de La culture et le Centre culturel

1.4.1 Définitions de la culture :

- **Définition de la culture par l'UNESCO :** « La culture, dans son sens le plus large, est considérée comme l'ensemble des traits distinctifs, spirituels et matériels, intellectuels et affectifs, qui caractérisent une société ou un groupe social. Elle englobe, outre les arts et les lettres, les modes de vie, les droits fondamentaux de l'être humain, les systèmes de valeurs, les traditions et les croyances. » (Conférence mondiale sur les politiques culturelles, Mexico City, 26 juillet - 6 août 1982)
- **Selon la dictionnaire Hachette :** c'est l'ensembles des activités soumises à des normes socialement et historiquement différencier, et des modèles de comportement transmissibles par l'éducation propres à un groupe social donnée.
- **Selon Larousse :** La culture est l'ensemble des manifestations artistiques religieuses et intellectuelles, et des phénomènes matériels et idéologiques qui caractérisent un groupe ou une société par rapport à une autre groupe et culture de masse ; culture traduite et diffusée à l'intérieur de l'ensemble du public par le moyen de communication de masse La culture est un ensemble de connaissances acquises dans un ou plusieurs domaines. (Larousse)
- **Selon Malek Ben nabi :** « La culture a un effet cumulatif et il est temps de proposer un nouveau concept celui d'accumulation culturelle existe non seulement par ce qu'elle est fondée sur un héritage transmissible et effectivement ou partiellement transmis. Mais encore, par ce que comme en économie, elle a un effet entraînant à partir du moment où il existe un système culturel, celui-ci mis en brante suscite échange, commerce, émulation, productivité et inventivité» « La culture est une ambiance, un milieu où chaque détail est l'indice d'une société qui marche vers le même destin, ce n'est pas une séance particulière réserve a une classe ou une catégorie d'âge de gens mais une doctrine du comportement général d'un peuple dans tout sa diversité, et tout gamme social » «Synthèse d'habitudes, de talents, de traditions, de goûts, de comportements et d'émotions qui donnent un visage a une civilisation : la culture est une ambiance, un milieu où chaque détail est Etude de concepts 19 l'indice d'une sociale qui marches vers un même destin» (Malek Ben nabi)

« ... la culture est la somme des connaissances propre à élever l'individu moralement et intellectuellement... » Encarta

« ... la culture est l'ensemble des connaissances et des sus et coutumes d'un groupe, d'un pays, d'une personne...>> Arca international N°43 / 2001

1.4.2 Aperçu historique de la culture et l'espace culturel :

- **La cité grecque :** Dans les villes grecques, la place du marché est le centre de la vie publique. Ce lieu est un espace public ouvert accessible à tous. En particulier, la place principale combine des événements culturels et sociaux pour permettre des réunions, des débats, des débats et d'autres cérémonies formelles.
- **Le forum romain :** Le forum romain est dans l'Antiquité la place publique où les citoyens romains se réunissent pour traiter d'affaires commerciales, politiques, économiques, judiciaires ou religieuses, à l'image de l'agora dans le monde grec. Un

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

des premiers forums est celui établi à Rome sur les rives du Tibre à hauteur du premier port fluvial de la ville : le forum Boarium (littéralement le « marché aux bœufs »). Sa construction remonte à l'époque de la fondation de la ville. (Wikipédia, 2022)

- **La cité islamique :** Le concept de souk comme espace public central d'une ville arabe traditionnelle se démarque et est le statut de cet espace neutre ou neutre. A Djerba, le marché "aurait été le lieu des contacts les plus fréquents et les plus divers entre juifs et musulmans. C'est donc l'espace où se définissent et se réalisent de nombreux aspects de l'identité de chaque groupe. Reconnaissance mutuelle"

1.4.3 Importance de la culture :

- ✚ Préserve et renvoie à la structure des activités humaine et leurs symboles
- ✚ La culture, en enrichissant le capital social, qui permet de vraiment valoriser les autres ressources pour le développement.
- ✚ Les valeurs culturelles donnent une identité propre de la société. –la culture offre également le moyen d'exprimer sa créativité, de se forger une identité propre et de renforcer ou de préserver le sentiment d'appartenance à la communauté.
- ✚ Les expériences culturelles offrent des possibilités de loisirs, de divertissement, d'apprentissage et de partage d'expériences avec d'autres.
- ✚ La culture assure la continuité d'identité propre des personnes plus âgées vers les plus jeunes, on a un système de contrôle sociale.

1.4.4 les éléments de la culture :

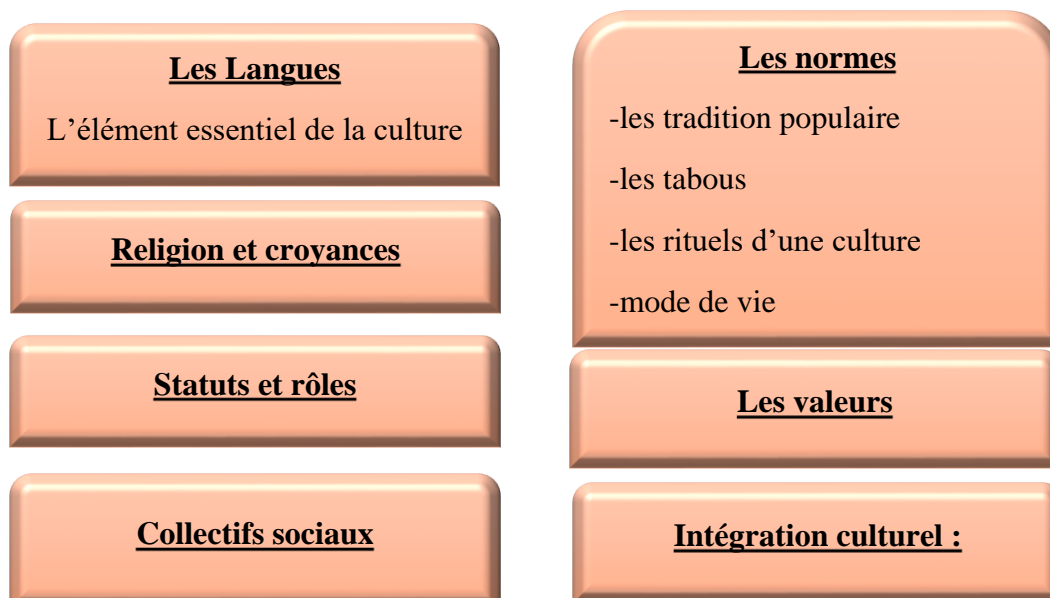


Figure 49:les éléments de la culture

1.4.5 les équipements culturels :

1.4.5.1 définition de l'équipement culturel :

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Un équipement géré par le ministre de la culture et par les collectivités locales chargé d'encourager et de promouvoir des manifestations artistiques et culturelles.

On rassemble des équipements qui contribuent à définir la fonction culturelle des villes, en dressant un panorama des activités culturelles qu'offrent les villes à leurs habitants.

1.4.5.2 classification des équipement culturels :

Les équipements culturels sont différents, ils sont classés selon son programme, besoins, la taille, la notoriété et la fonction :

<u>Culture publique</u>	Diffusion des livres et des documentations.	-Salles d'exposition -Centre culturel
<u>Beaux-arts et monuments historique</u>	Organisation des exposition	-musées -salles d'exposition
<u>Animation culturelle</u>	Organisation des manifestations et des spectacles	-Théâtre -Opéra -Salle de spectacle
<u>Publication et information</u>	Organisation des conférences et des débats	-bibliothèque

Tableau 4: classification des équipement culturels

(Source : Auteur)



Figure 50: équipements culturels

Source : pentester.com

1.4.5.3 les équipements culturels en Algérie :

<u>Niveau</u>	<u>Type d'équipement</u>
national	-Complexe culturel -Palais culturel
La wilaya	-Maison de la culture
La commune	-Centre culturel
Le village	-Division culturelle

Tableau 5: les équipements culturels à Algérie

(Source : Auteur)

1.4.5.4 Les équipements culturels à Biskra :

Type d'équipement culturel	existant
Maison de culture	2
Centre culturel	1
Centre culturel islamique	2
Maison de jeune	4
Bibliothèque publique	1
Cinéma	3
Théâtre	2
Musée	1

Tableau 6: les équipements culturels à Biskra

(Source : Auteur)

On a choisi le centre culturel pour notre recherche thématique car cet équipement en train de mettre en valeur les aspects de l'art et de la culture et répondre aussi aux inspirations des jeunes.

1.5 Le centre culturel :

1.5.1 Définition :

Un équipement culturel « Est une institution, également à but non lucratif, qui met en relation les œuvres de création et le public, afin de favoriser la conservation de patrimoine, la création et la formation artistiques et plus généralement, la diffusion des œuvres de l'art et de l'esprit, dans un bâtiment ou un ensemble de bâtiments spécialement adaptés à ces missions » (Claude Mouillard)

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Un **centre culturel** est une institution qui propose notamment une programmation de spectacles, des expositions, des conférences, aussi de l'animation socioculturelle du centre culturel à destination de la population locale et visiteurs.

« Lieu public destiné à accueillir des activités culturelles, art, musique et spectacles. »

Dictionnaire le robert 1999



Figure 51: vues intérieures des centres culturels

Source : penterest.com

1.5.2 Objectifs :

- ✚ Créant un milieu de vie social.
- ✚ Créer un nouvel espace culturel, un lieu qui peut résumer l'histoire de la ville à travers l'exposition.
- ✚ Offrir à tout le monde la possibilité de se cultiver et de pratiquer l'activité désirée.
- ✚ Encourager l'échange d'idée, d'expérience, augmenter le contact entre individus.
- ✚ L'évolution du niveau d'instruction et de connaissance.
- ✚ L'affirmation de l'identité culturelle algérienne et favoriser le développement.
- ✚ Favoriser la conservation du patrimoine culturelle et de l'artisanat.
- ✚ La création et la formation artistique.
- ✚ Développement d'une culture vivante nationale et populaire.
- ✚ Offrir à toutes les catégories d'âges la possibilité de se cultiver. Renforcer la vie en communauté.
- ✚ L'élévation du niveau d'instruction et de la connaissance.

1.5.3 Rôle de centre culturel :

- Le Centre culturel, un moteur du développement.
- Le Centre Culturel est aussi un lieu permanent d'initiatives bénévoles, inséré dans des zones géographiques qui facilitent son développement, ouvert sur d'autres territoires, culturellement attractif et porteur pour les habitants.
- Fournit des opportunités à tous les groupes d'âge de grandir et d'améliorer la vie communautaire.

1.5.4 Les grandes activités culturelles :

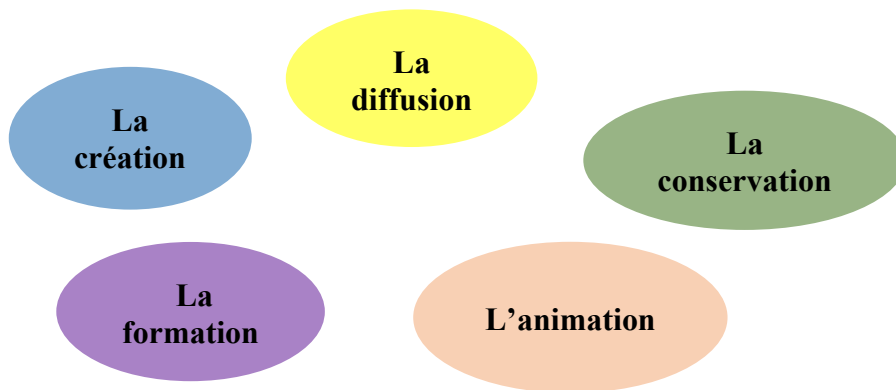


Figure 52: Les grandes activités culturelles

1.6 Etude des normes de conception de centre culturel :

1.6.1 Le hall de réception :

Est un espace de transition de l'espace urbain aux fonctions de la bibliothèque et une vaste salle publique de distribution vers d'autres espaces. Il remplit les rôles suivants :

- ✚ Réception/orientation
- ✚ Inscription /transaction
- ✚ Attente/ appel
- ✚ Restitution des documents

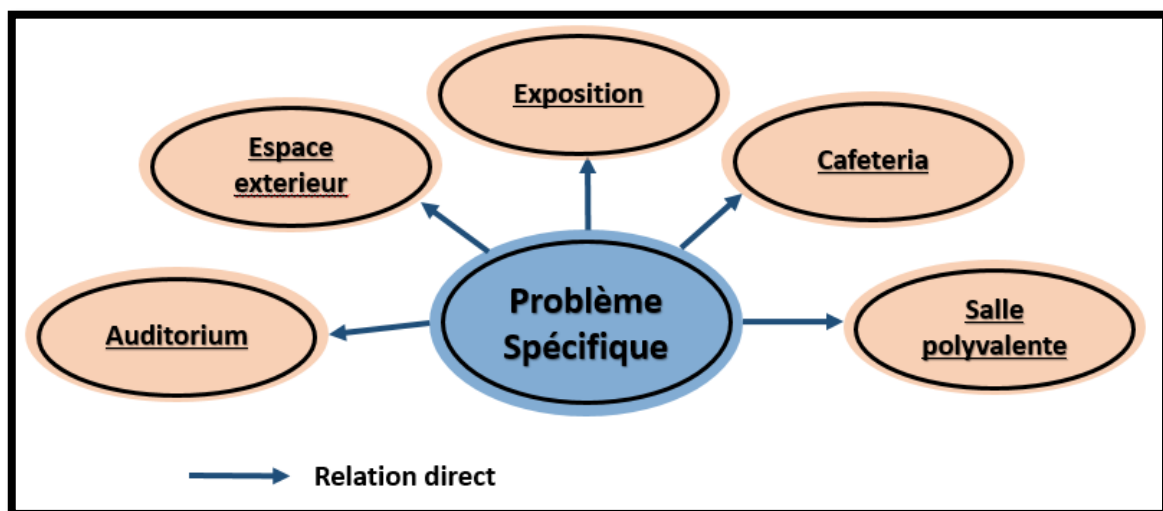
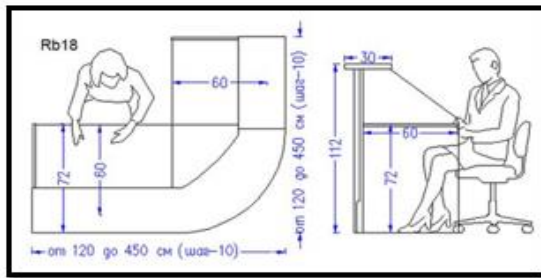
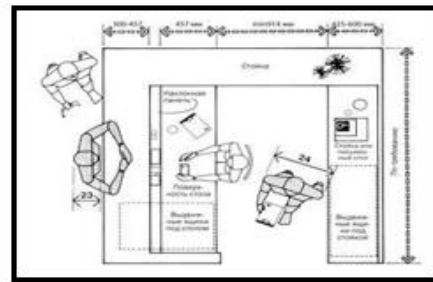


Figure 53: Organigramme de la réception

Source : auteur



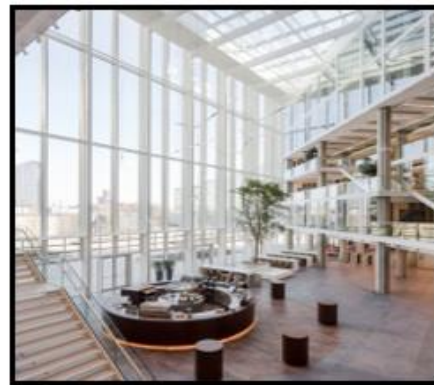
Dimensionnement



Plan de comptoir



Exemple de comptoir



Exemple de hall de réception

1.6.2 La Salle de conférence :

Est un vaste local a ménagé pour recevoir des réunions, conférences, fêtes, spectacle et aussi destinée à l'écoute, l'enregistrement ou la reproduction d'œuvres musicales ou théâtrale. Il répondre à toute mesures des sécurités.

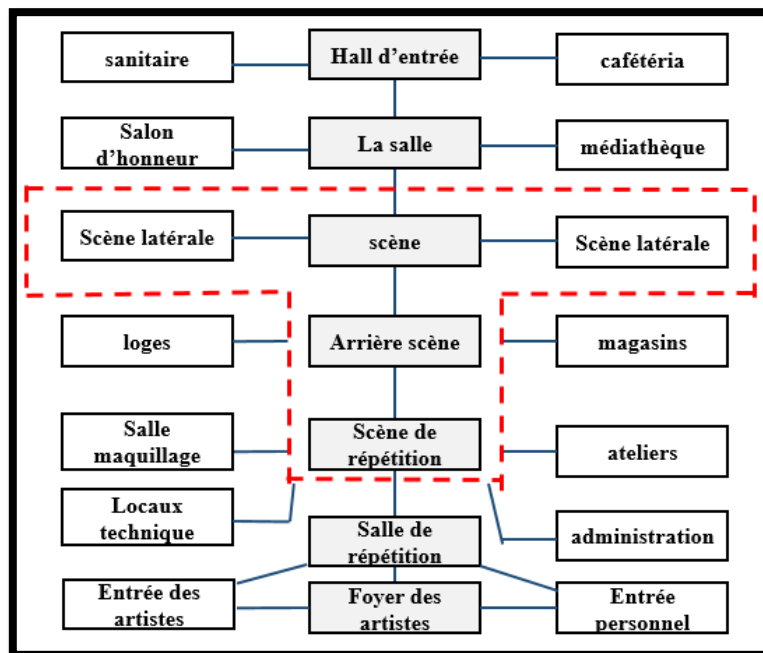


Figure 54: organigramme d'une salle de conférence

Source : auteur

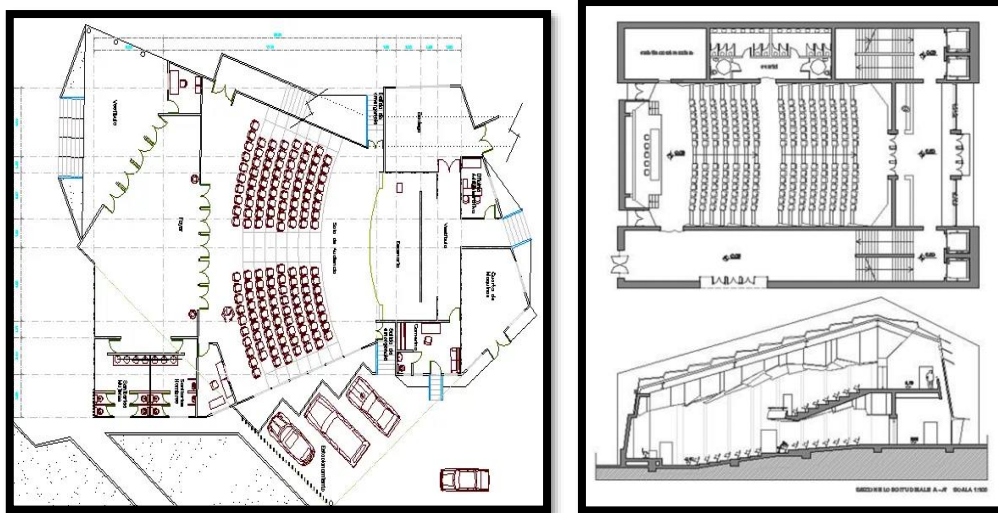
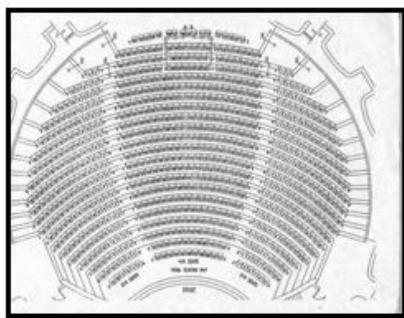


Figure 55: Plans exemplaire de la salle de conférence

(Source : penterest.com)

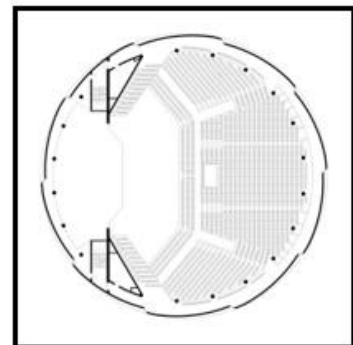
➤ Les formes générales de la salle :



Forme elliptique



forme éventail



forme circulaire

Prendre en considération les paramètres suivants :

-la visibilité, l'acoustique, l'éclairage et la sécurité.

-Surélévation des sièges (pente) dans la salle : Selon Neufert

La qualité de vision depuis la salle dépend de : Echappée visuelle :

- Echappée visuelle minimale : 6,0 cm.
- Echappée visuelle moyenne : 12,5 cm Portée visuelle.

Dans les théâtres couverts env. 20-35 m une surélévation totale pour la vue (12 cm) (Neufert 8eme édition)

-Types de scènes : Selon Neufert

- Petite scène : pas plus que 100 m².

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

- Scène entière : plus de 100 m², Le plancher plus 1m, est un rideau de fer de protection nécessaire pour séparer la scène de la salle de spectacle en cas de danger. (Neufert 8eme édition)

La taille de la salle : Selon Neufert

Le nombre de spectateurs donne la surface totale nécessaire, (il faut compter 0.8m²/spectateur pour les spectateurs assis). (Neufert 8eme édition)

-Encombrement : Selon Neufert

-L'entrée principale se trouve dans le mur arrière du la salle. Les théâtres doivent avoir des issues donnant sur une voie Publique.

On compte pour un :

- Foyer 0,8-2,0 m² par personne (pour les cinémas 0,45 m²), Étant admis que le 1/6 du public passe au foyer.
- W. C 1 pour 75-100 personnes dont 2/ 5 pour hommes, 3/ 5 pour femmes. (Neufert 8eme édition)

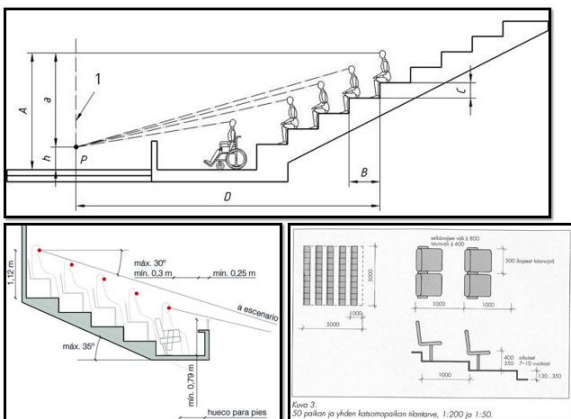


Figure 56: Dimensionnement d'une salle de conférence

Source : penterest.com

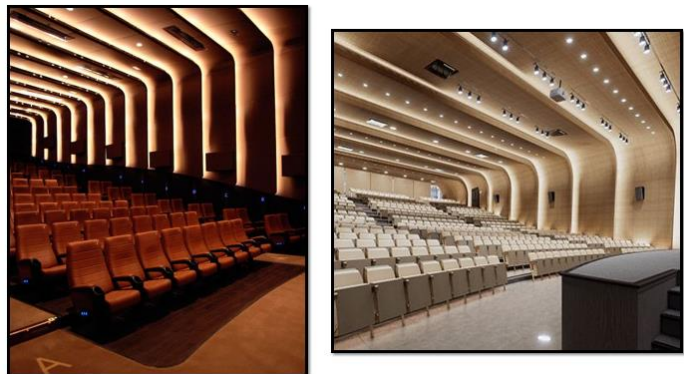
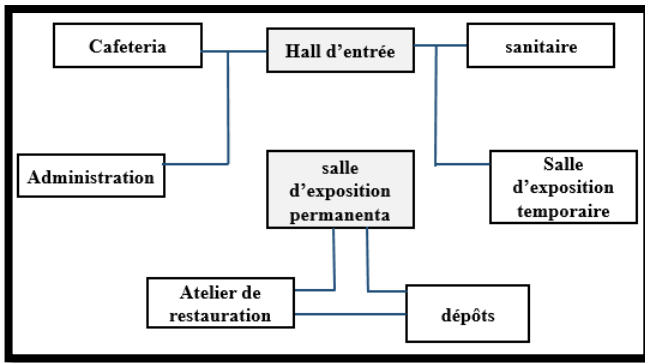


Figure 57: Exemples des salles de conférences

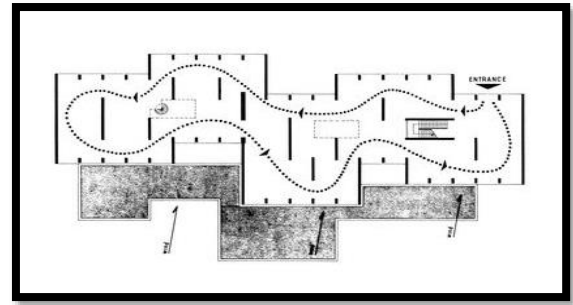
Source : penterest.com

1.6.3 Galerie d'exposition :

Un lieu spécialement aménagé pour mettre en valeur et montrer les œuvres artistiques et historiques. Les expositions présentées dans cette salle attirent un public visiteurs de tous âges, dans le cadre d'expositions temporaires ou permanentes.



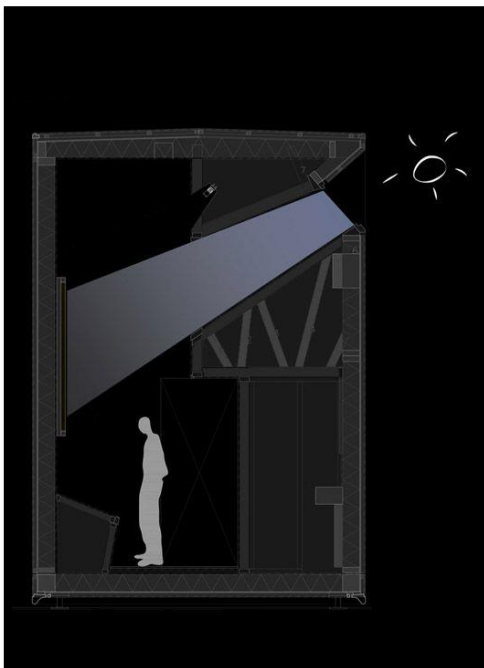
**Figure 59:Organigramme de galerie
D'exposition Source : auteur**



**Figure 58:Exemple d'un plan de
galerie d'exposition**

Type d'éclairage :

Naturel :



**Figure 61:L'éclairage naturel de
la salle d'exposition**



**Figure 60:L'éclairage du
parcour naturel latérale**

Artificiel :



Figure 63:L'éclairage artificiel de la salle d'exposition

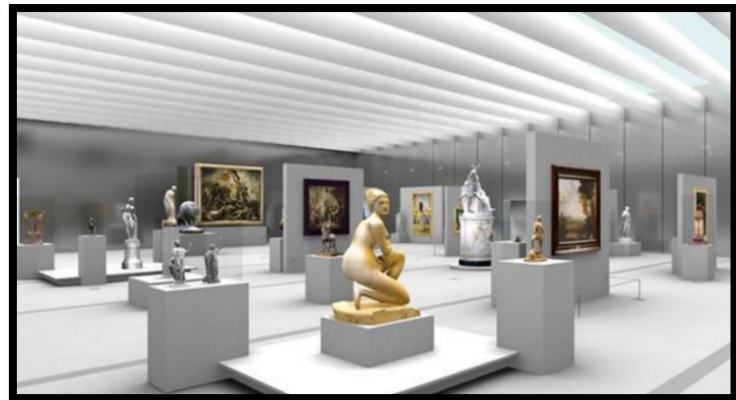
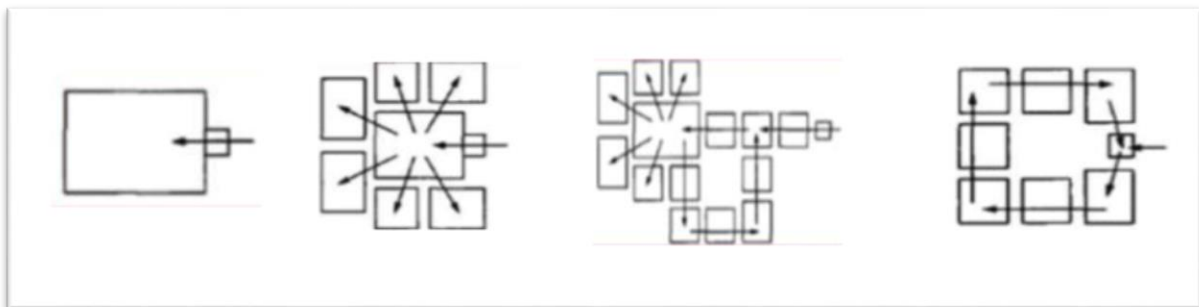


Figure 62:L'éclairage du parcours artificiel latérale.

Type de relations entre espaces :



Plan ouvert

Plan Noyau

Plan complexe

Plan boucle



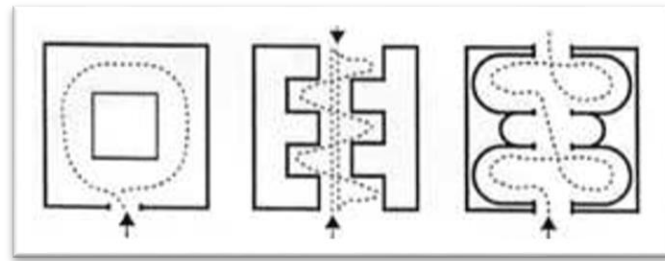
Plan Labyrinthe

Plan Annulaire

Plan linéaire

Figure 64:Type de relations entre espaces

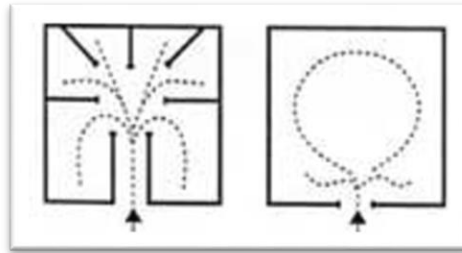
➤ Type de parcours d'exposition :



3 Artériels

peine

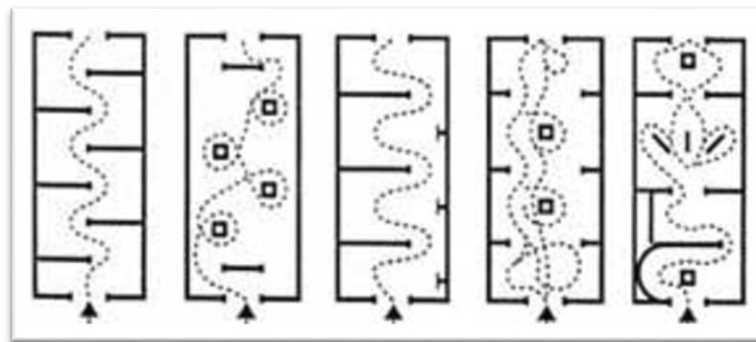
séquentiellement



Etoile

bloque

Figure 65: Type de parcours d'exposition



Linaire

libre

couloir

irrégulier

mixte

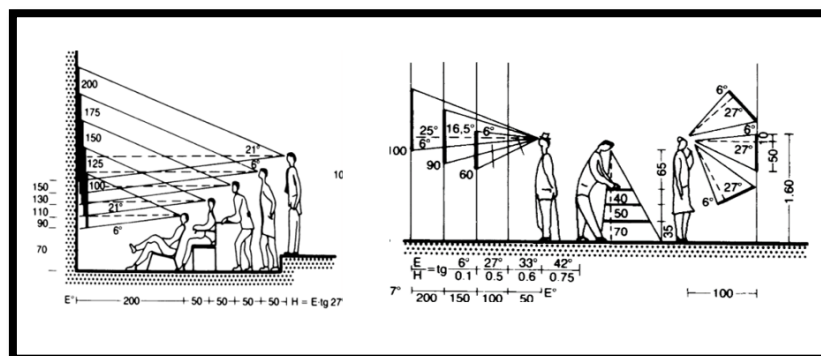


Figure 66 : Champ de vision : dimensionnement hauteur / taille et distance

1.6.4 La bibliothèque :

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Un Local ou édifice où sont déposées, rangées, cataloguées diverses collections de livres ou documents qui peuvent être consultés sur place ou emprunter.

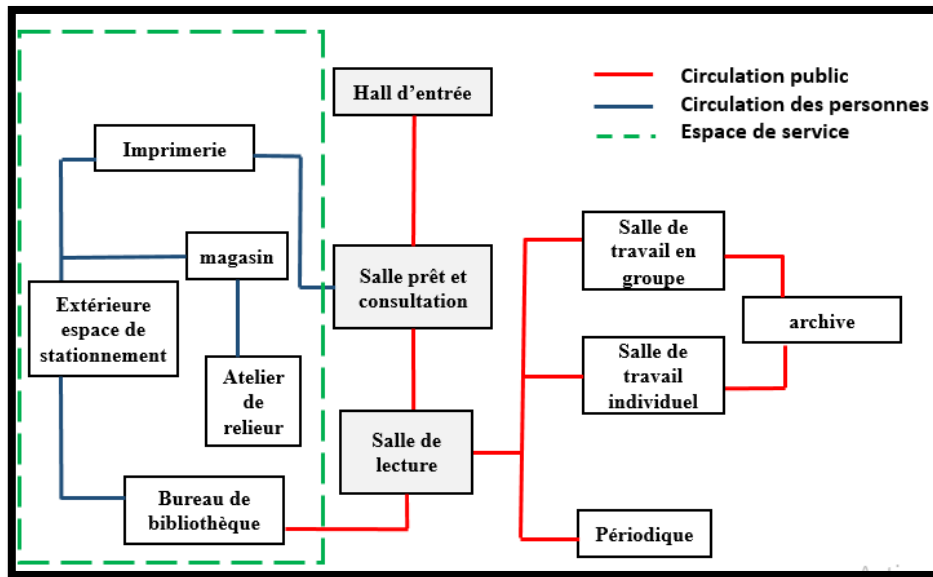


Figure 67: Organigramme générale de la bibliothèque

Source : Auteur

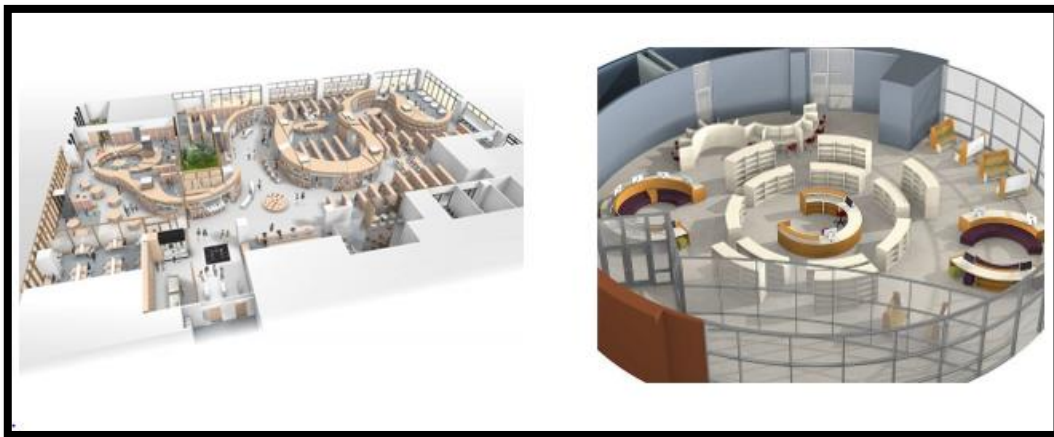


Figure 68: Plans exemplaires d'une bibliothèque

Source : penterest.com

A-Salle de lecture pour adulte : un espace principal a un rôle d'emprunter des documentaires, des livres, des magazines et des partitions.

Les paramètres nécessaires pour la salle de lecture :

- L'éclairage : espace aéré lumineux avec l'éclairage naturel des tables de consultation.
- La hauteur : hauteur importante pour noyer un éventuel bruit.
- Le revêtement de sol : doit être particulier (absorbe de bruit).

Zones d'utilisation et de lecture : **Selon Neufert** :

- Largeur des circulations principales : 1,50m et 2m,

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

- Largeurs des passages entre rayons : 0,75m.
- Les secteurs de stockage sont à relier d'un côté au secteur de la préparation des livres et au secteur administratif (transport de matériel).

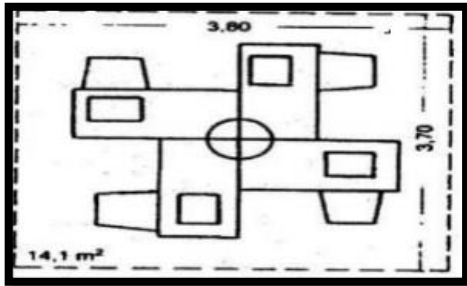


Figure 69: poste de consultation des catalogues

Source : Neufert 8 Emme édition.

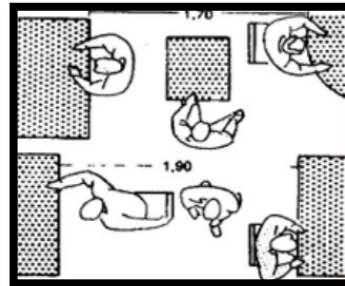


Figure 70: espace libre minimale pour le secteur de lecture.

Source : Neufert 8 Emme édition.

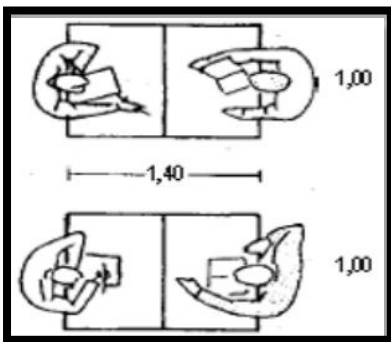


Figure 71: distance minimal entre tables.

Source : Neufert 8Emme édition.

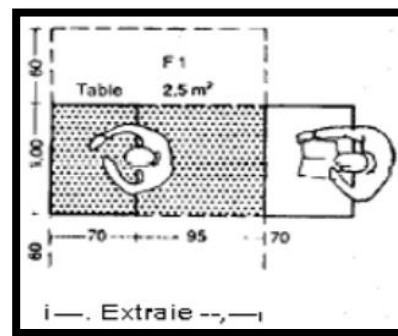


Figure 72 : Surface d'un poste de travail individuel

Source : Neufert 8Emme édition.

B-Rayonnement et stockage :

Un espace pour le stockage des livres en relation verticale ou horizontale avec la salle de prêt.

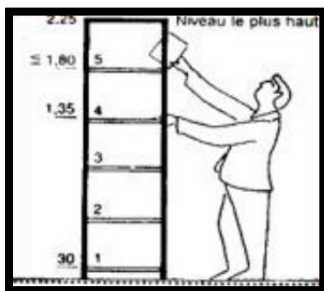


Figure 73: Hauteur d'un rayonnage à 5 étagères

Source : Neufert 8Emme édition.

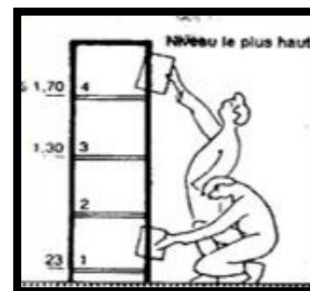


Figure 74: rayonnage pour élèves

Source : Neufert 8Emme édition.

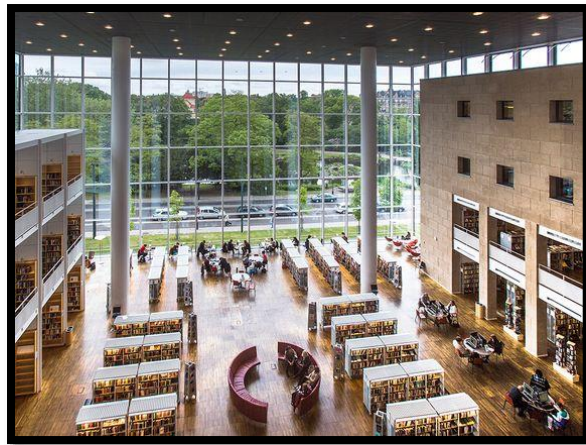


Figure 75: Exemples d'une bibliothèque.

Source : penterest.com

C-Salle de lecture pour enfants :

Cet espace doit être vaste et suffisante, et les dimensions doit être à l'échelle des enfants, avec une hauteur entre 2.70 m à 3.20 m, et équipé des rayonnages bas, poufs, podium, petits fauteuils, tables de lecture avec des tapis.

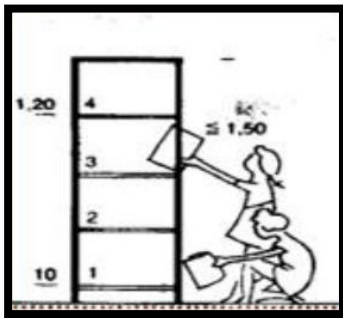


Figure 77:Hauteur d'un rayonnage à 4 étagères pour enfants

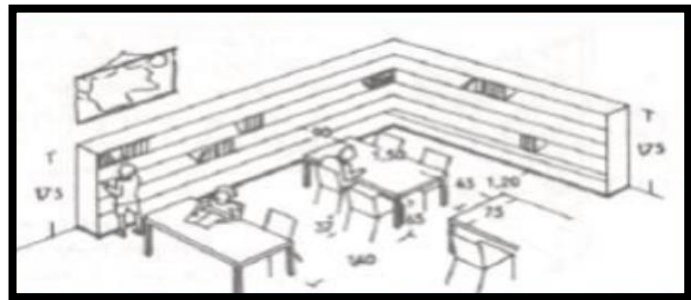


Figure 76:Salle de lecture pour les enfants

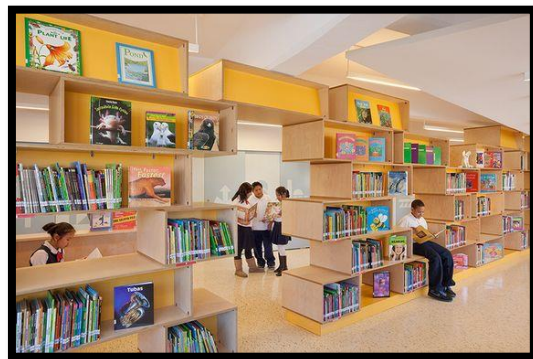


Figure 78: Exemples d'une bibliothèque pour les enfants

Source : penterest.com

Conclusion :

Dans le chapitre précédent nous sommes occupés de l'étude théorique de la thématique du biomimétisme et son application en architecture, Et nous avons conclu que La nature a toujours été le véritable fondement de la réflexion. Inspirés par la nature, Les projets architecturaux pensés de manière biomimétique visent à réduire l'impact sur l'environnement et peuvent optimiser l'architecture dans la recherche d'un équilibre entre l'homme et l'environnement. Dans le contexte de l'application du biomimétisme en architecture, nous fera découvrir un des façades biomimétiques adaptatives inspirée de la nature, tel que la façade double peau qui s'appliquent aux bâtiments, qui a un effet biomimétique dans l'environnement. Et d'autre côté le projet en soi qui est le centre culturel sur lequel sera appliquée cette thématique. Le but de cette analyse est de saisir en considération les concepts élémentaires spécifiques pour mieux définir les choix des stratégies au niveau de la conception.

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE



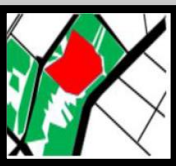


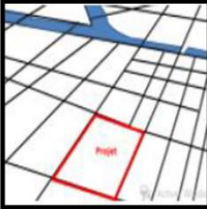






Introduction




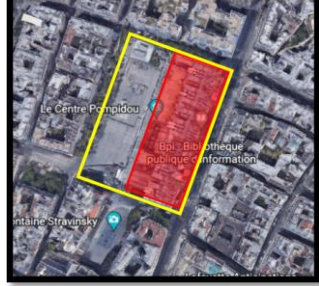


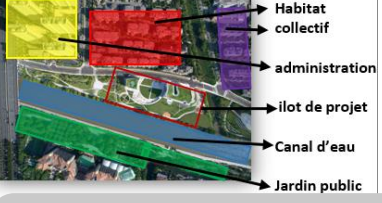
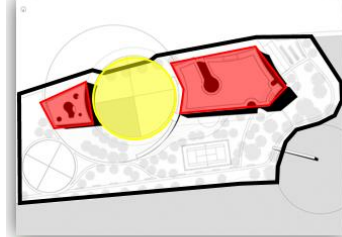
Dans ce chapitre nous allons nous intéresser à l'approche analytique des trois volets de notre travail, nous allons analyser quelques exemples livresques et existants des centres culturels, pour mieux comprendre le fonctionnement des espaces. Puis nous allons analyser le contexte, c'est-à-dire les données de la ville Biskra, une analyse du climat de la ville de (une analyse bioclimatique). Et une analyse de terrain. Le but de cette analyse est de saisir en considération les données climatiques spécifiques de la région, et les données morphologiques pour mieux définir les choix des stratégies au niveau de la conception. À la fin on a présenté le programme proposé pour un centre culturel et un synthèse globale.

2.1 Analyse des exemples des centres culturels :



2.1.1 Les exemples livresques :

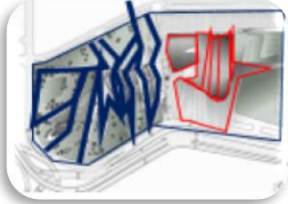
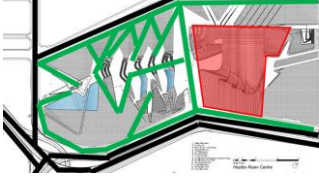
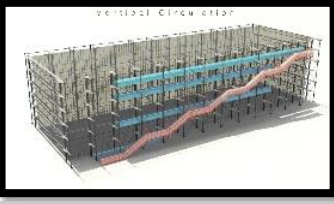

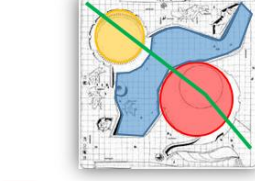
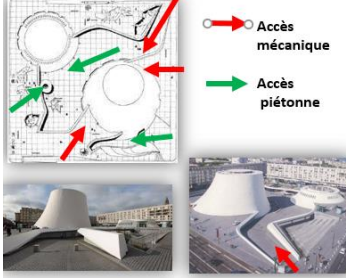
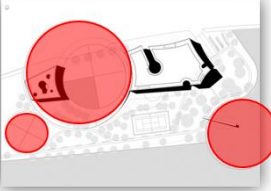
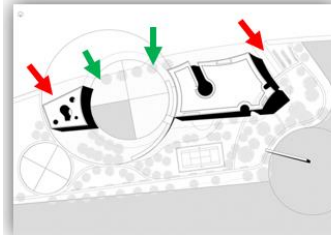
CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Le projet Le projet	Le projet dans son environnement lointain		
	Fiche technique	Situation	
<p>Centre culturel Heydar Aliyev</p> 			<p>Le projet est situé dans la capitale de l'Azerbaïdjan, Bakou, sur le côté occidental de la ville.</p> <p>Le projet est situé dans un site compact et bien intégré dans l'environnement.</p>
<p>Centre national de culture Georges Pompidou</p> 			<p>Le projet est situé en plein site urbain, Son intégration en plein centre-ville de Paris.</p>
<p>Maison de la culture du Havre</p> 		<p>Type : Centre culturel Date de réalisation : 1978- 1982 Surface : 14 118 m² Architect : Oscar Niemeyer</p>	<p>Située dans la ville du Havre, le projet est situé dans un site urbain compact et bien planifié.</p>
<p>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</p> 		<p>Type : Centre culturel et de santé Date de réalisation : 2021 Surface : 7520 m² Architect : Steven Holl Architects</p>	<p>Situé le long du canal Punan dans le quartier Fengxian de la ville de Shanghai, Chine.</p>
<p>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</p> 		<p>Type : Centre de culture Date de réalisation : 1998 Surface : Superficie de 6970 m², s'étend sur 8 hectares. Architect : Renzo Piano</p>	<p>Situé au milieu d'une forêt et bien intégré dans ce site.</p>



Le projet	Le projet dans son environnement immédiat	La parcelle de projet
<p>Centre culturel Heydar-Aliev</p>	 <p>1- Milli hydrometeorology departemet 2- Babite bank 3- Academy fine arts 4- Collège technologie</p> <p>Le projet est entouré par des équipement culturels</p>	 <p>La partie bâtie La partie non bâtie</p> <p>Le projet occupe 45% de terrain et le reste pour l'exposition extérieur</p>
<p>Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou</p>	 <p>Le projet à proximité des nombreuses populations donc un tissu urbain compact</p>	 <p>La partie bâtie le terrain</p> <p>Le centre Pompidou occupe l'emplacement de l'ancien îlot insalubre, il occupe la moitié de terrain</p>
<p>Maison de la culture le havre</p>	 <p>Le projet est entouré par des équipements culturels et commerciales</p>	 <p>La partie bâti La rampe en spirale La large rampe</p> <p>Le projet occupe moitié de terrain et le reste pour l'exposition extérieur</p>
<p>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</p>	 <p>Le projet réunissant la communauté des nouveaux blocs de logements environnants dans un espace public et un parc le long d'un canal existant</p>	 <p>La partie bâti Le forum</p> <p>Le projet occupe 40% de terrain et le reste pour le parcourer et l'espace verte</p>

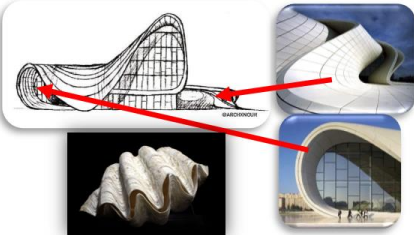
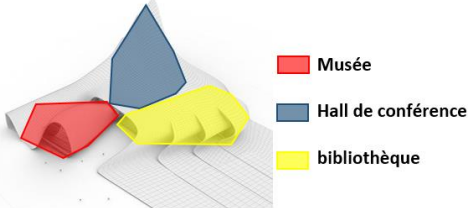
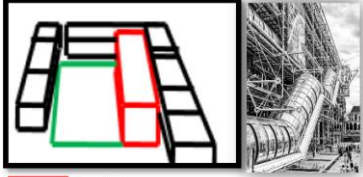

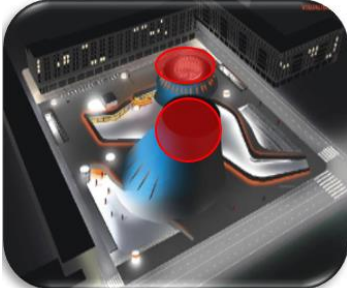
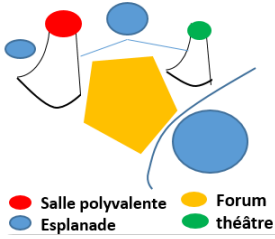
CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

<p>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</p>	 <p>1- terrain de Golf 2- forêt 3- Habitation 4- aéroport Magenta</p> <p>Le projet s'intégrer dans un site naturel (forêt/mer), urbain (habitations/aéroport)</p>	 <p>La partie bâti La partie non bâti La mer</p> <p>Le projet occupe 50% de terrain et le reste pour le forêt</p>
---	--	---

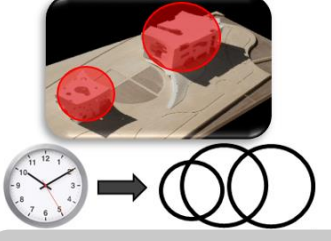
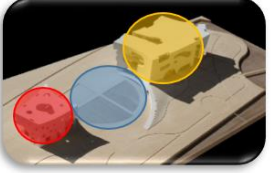

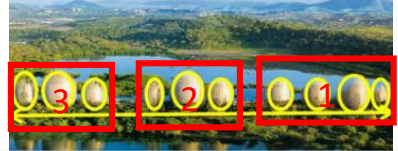
Le projet	Intégration de projet	L'accessibilité
<p>Centre culturel Heydar-Alivey</p>	 <p>Le projet Les espaces extérieurs</p> <p>Une relation fluide et continue entre l'intérieur du bâtiment et la place environnementale</p>	 <p>Le projet Accès piétonne Accès mécanique</p> <p>Le projet a une forte accessibilité car il est entre 3 axes mécanique principale</p>
<p>Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou</p>	 <p>Le centre est un parallélépipède de verre et d'acier en deux parties 1- une vaste superstructure 2- une infrastructure</p>	 <p>la rue Beaubourg la rue Saint-Meri. la rue Saint-Martin</p> <p>Flux mécanique élevé dans 3 axes principaux en raison de l'emplacement stratégique du projet</p>
<p>Maison de la culture le havre</p>	 <p>Le grand volcan Le parcours Le petit volcan Axe de vent</p> <p>L'architecte a pris en considération l'axe principale la direction de vents dominants</p>	 <p>Accès mécanique Accès piétonne</p> <p>Le projet est bien desservi par des accès et des rampes</p>
<p>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</p>	 <p>Le projet suit les stratégies d'architecture post- covid (maximisant l'air frais et la lumière naturelle),</p> <p>Le centre est façonné par les courbes du paysage, développant une relation forte entre ses parties « nuageuses » et l'ensemble du paysage</p>	 <p>Accès mécanique Accès piétonne</p> <p>Le projet est bien desservi par des accès mécaniques et piétonnes</p>

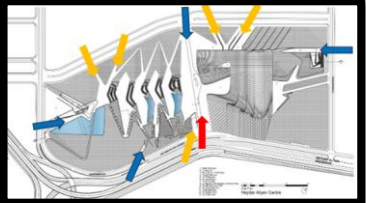

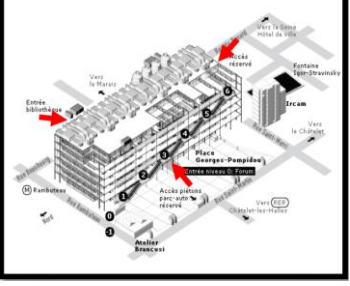

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

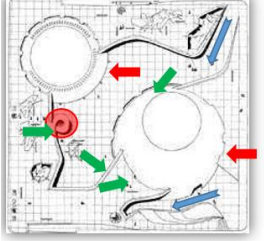





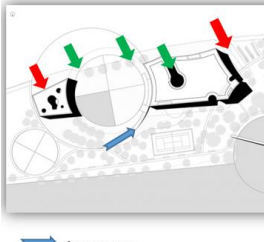




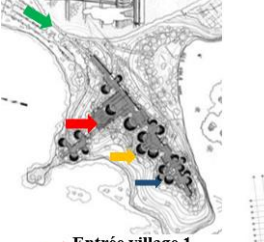




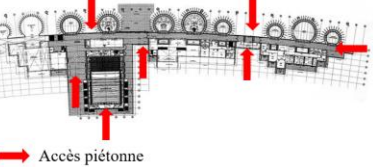

<p>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</p>	 <p>La forme des coquilles négocie un mélange de méthodes de construction traditionnelles et un profil effilé et dématérialisant qui joue magnifiquement sur la texture des arbres environnants.</p>	 <p>Accessibilité direct avec la ville par la Rue des accords de Matignon, Tina BP 378, ou par les rues secondaires qui relie les habitations et le centre.</p> <p> ○ Le projet — Accès principale — Accès secondaire </p>
--	---	--

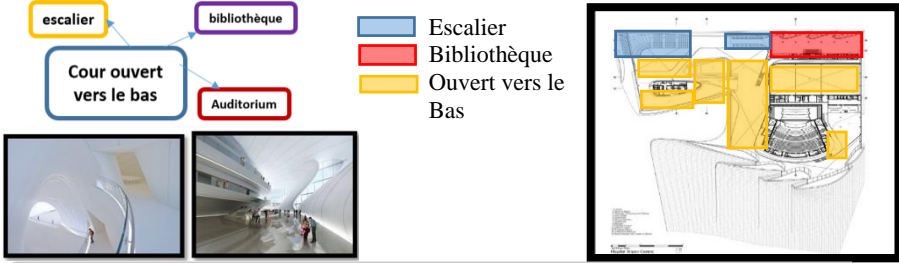



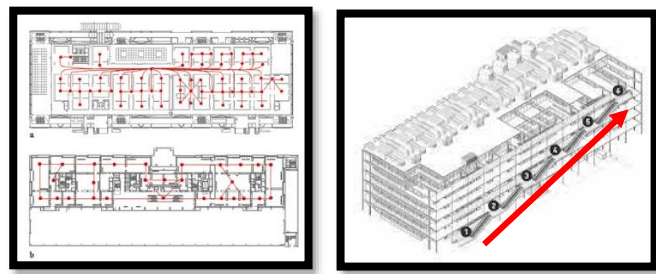
Le projet	La volumétrie	La composition
<p>Centre culturel Heydar-Aliev</p>	 <p>Inespéré d'une forme coquillage, Une forme fluide qui émerge par le pliage de la topographie naturelle du paysage.</p>	 <p> ■ Musée ■ Hall de conférence ■ bibliothèque </p> <p>L'architecte a choisi les formes irrégulières pour un parcours d'exposition entre les espaces clé de projet</p>
<p>Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou</p>	 <p> ■ Projet ■ Voisinage ■ forum </p> <p>Le bâtiment est un parallélépipède de verre et d'acier, d'une conception de (High Technologie)</p>	 <p>L'architecte a choisi un forme régulière, escalator semblable à une chenille transparente, passerelles métalliques, tous ce qui est traditionnellement dissimulé est ici volontairement montré</p>
<p>Maison de la culture le havre</p>	 <p>Le volume se compose de 2 formes de volcan A B asymétrique et relié par une pente.</p>	 <p> ● Salle polyvalente ● Esplanade ● Forum ● théâtre </p> <p>L'architecte a choisi les formes irrégulières et les volumes clos pour la curiosité des gens, c'est une façon de</p>

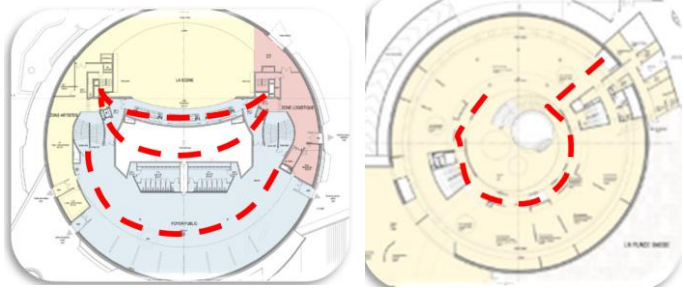

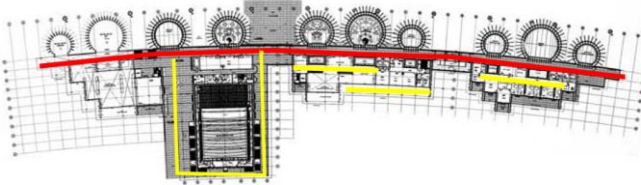
CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

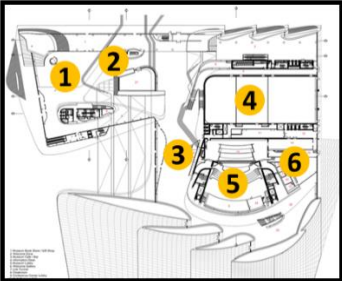
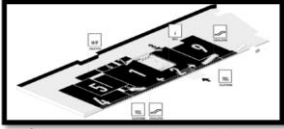
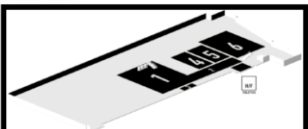
<p>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</p>	 <p>Le paysage s'organise en grands cercles formant un espace public central,</p> <p>Les deux bâtiments ressemblent à des nuages dans leur porosité (concept de « Clouds & Time »)</p>	 <p>● Forum ● Centre de culture ● Centre de santé</p> <p>Les deux bâtiments cherchent à ressembler à des nuages dans leur porosité et leur ouverture</p> <p>Le centre culturel est ponctué d'un grand atrium extérieur</p>
<p>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</p>	 <p>Conception Volumétrique forme des cases inspirer de la culture kanake le centre présente un volume monumentale éclaté composé de formes complexe et dynamique qui donne au projet un aspect inachevé</p>	 <p>Principe de composition une composition linéaire autour d'une colonne vertébrale, Elle s'étend en 03 villages Chacun de ses villages à son fonction Pédagogie Documentation Exposition</p>

Le projet	Les entrées	
<p>Centre culturel Heydar-Aliyev</p>	 <p>Diversité et abondance d'entrées en accord avec l'énormité du projet et lui conférant une valeur architecturale, ainsi que dans le but de guider les visiteurs vers l'intérieur</p>	 <p>→ Entrée principale → Entrée piétonne → Entrée véhicule</p>
<p>Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou</p>	 	<p>-Accès principale au Centre Pompidou se fait à partir de la place la piazza -Accès du personnel situé à l'angle de la rue du Renard -Accès à la bibliothèque à partir de la rue Beaubourg</p>

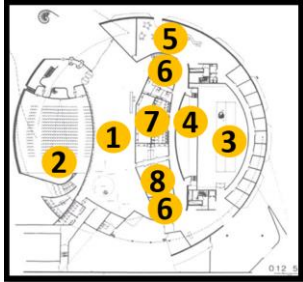
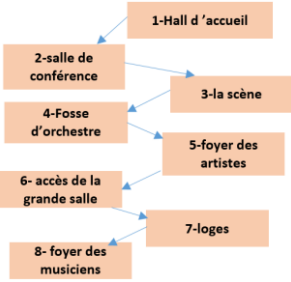
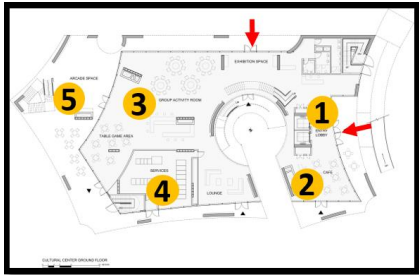
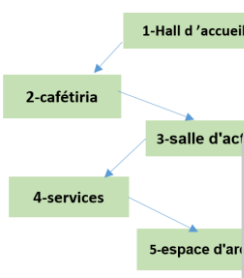
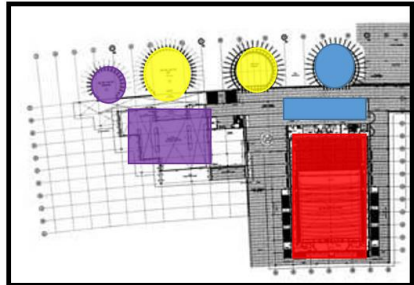
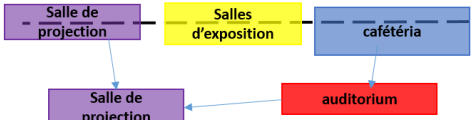
<p><u>Maison de la culture le havre</u></p>	 <ul style="list-style-type: none">  La large rampe  La rampe spirale  Entrée principale  Entrée secondaire 		<p>Plusieurs entrées pour correspondre au site urbain, préservée par des entrées piétonnes à travers des larges rampes et une rampe en spirale</p>
<p><u>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</u></p>	 <ul style="list-style-type: none">  La rampe  Entrée principale  Entrée secondaire 		<p>Diversité d'entrées et une rampe légèrement incurvée qui mène de la cour centrale à une entrée aménagée dans une ouverture vitrée de trois étages</p>
<p><u>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</u></p>	 <ul style="list-style-type: none">  Entrée village 1  Entrée village 2  Entrée village 3  Entrée principale 	 <p> Accès piétonne</p>	<p>Diversité d'entrées pour chaque village, pour correspondre au site naturel, préservée par des entrées piétonnes</p>

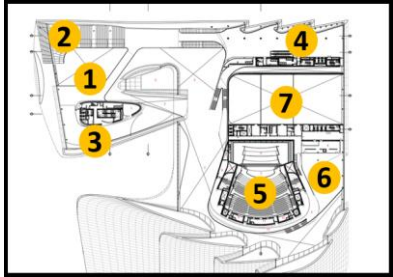


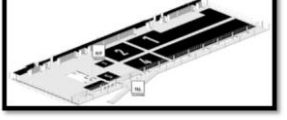
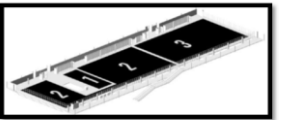
<p>Le projet</p>	<p>La circulation</p>
<p><u>Centre culturel Heydar-Aliyev</u></p>	 <ul style="list-style-type: none">  Escalier  Bibliothèque  Ouvert vers le Bas <p>Le parcours dans ce projet est fluide et irrégulière libre relié les espaces</p>
<p><u>Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou</u></p>	 <p>Le parcours est libre dans l'espace, avec la circulation verticale (escalier extérieure)</p>

<p><u>Maison de la culture le havre</u></p>	 <p>Un parcours de type circulaire</p>
<p><u>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</u></p>	 <p>Un parcours de type libre</p>
<p><u>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</u></p>	 <p>— Circulation courbé — Circulation linéaire</p> <p>L'Architect a utilisé le parcours courbé pour relier entre les 3 villages, et le parcours linéaire pour les espaces intérieurs.</p>

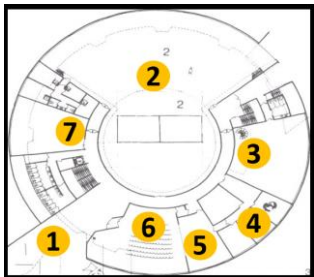
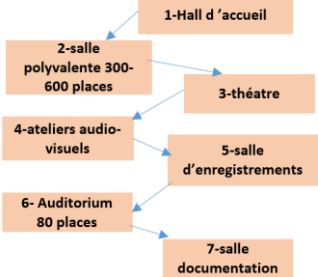
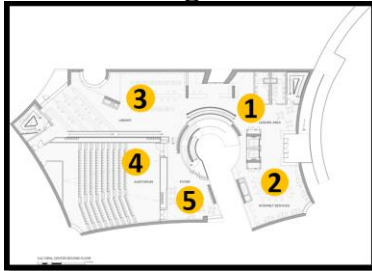
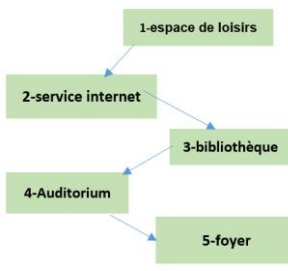
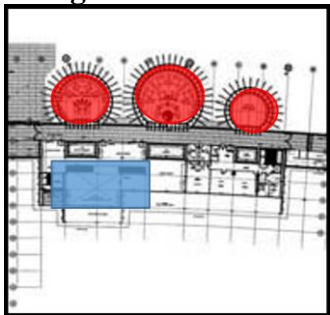
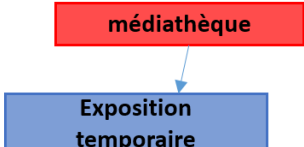
<p>Le projet</p>	<p>Organisation spatiale et fonctionnelle</p>
<p><u>Centre culturel Heydar-Aliev</u></p>	 <p>Plan RDC</p> <ul style="list-style-type: none"> 1-Hall de musée 2-caféteria 3-Hall de salle de conférence 4-Salle multifonctionnel 5-auditorium 6-Salle des présidents <ul style="list-style-type: none"> ■ Espace d'accueil ■ Espace pour conférence ■ Espace pour invités <p>Le RDC devise les secteurs selon leurs fonctions</p>
<p><u>Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou</u></p>	<p>Niveau: 0 forum</p>  <ul style="list-style-type: none"> 1. L'entrée 2. Forum 3. Information générale 4. Accueil des groupes 5. Galerie des enfants 6. Billetterie 7. Vestiaire 8. La poste 9. Librairie <p>Niveau: 1 BPI</p>  <p>(entrée par la rue du Renard)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Bibliothèque 2. Cinéma 3. Boutique 4. Café "Le Mezzanine" 5. Espace 6. Galerie Sud <p>-D'un Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique (IRCAM) Et des salles de spectacle.</p>

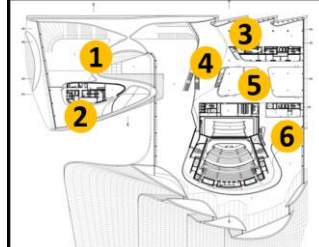


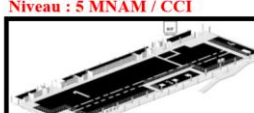
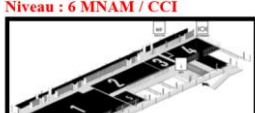
CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

<p>Maison de la culture le havre</p>	<p>Le grand volcan:</p>   <p>Une organisation circulaire pour des espaces de conférence</p>
<p>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</p>	<p>Plan RDC :</p>   <p>Une organisation libre pour des espaces, chaque espace a un balcon ou une loggia à l'extérieur</p>
<p>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</p>	<p>Village 1 :</p>   <p>Une organisation spatiale linéaire pour des espaces muséographiques qui sert à la présentation des cultures traditionnelles et modernes du pacifique.</p>

<p>Le projet</p>	<p>Organisation spatiale et fonctionnelle</p>
<p>Centre culturel Heydar-Aliyev</p>	 <p>Plan 1^{er} étage</p>  <p>Le 1^{er} étage à devisé les espaces selon la fonction.</p> <ul style="list-style-type: none"> Espace d'accueil Espace pour conférence Espace pour invités
<p>Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="448 1720 746 1861"> <p>Niveau : 1 forum1</p>  <p>Studio 13/16 Foyer Billetterie des spectacles</p> </div> <div data-bbox="762 1720 1050 1861"> <p>Niveau: 2 bibliothèque</p>  <p>1. Fonds général 2. Espace d'autoformation 3. Télévisions du monde</p> </div> <div data-bbox="1066 1720 1353 1861"> <p>Niveau : 3 BPI</p>  <p>4. Salle de presse 5. Cafétéria de la BPI</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="448 1861 746 1928"> <p>1-Espace son-vidéo 2-Fonds général</p> </div> <div data-bbox="762 1861 1050 1928"> <p>3-Bibliothèque Kandinsky et cabinet 4-d'art graphique</p> </div> </div>

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

<p>Maison de la culture le havre</p>	<p>Le petit volcan :</p>   <p>Niveau de conférence avec une organisation circulaire.</p>
<p>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</p>	<p>Plan 1^{er} étage</p>   <p>Niveau de conférence et de loisir avec une organisation libre.</p>
<p>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</p>	<p>Village 2 :</p>   <p>Niveau pour conférence et d'exposition avec une organisation linéaire.</p>

<p>Le projet</p>	<p>Organisation spatiale et fonctionnelle</p>
<p>Centre culturel Heydar-Aliyev</p>	  <p>Plan 2eme étage</p> <ul style="list-style-type: none"> Espace d'accueil Espace pour conférence Espace pour invités <p>Il y a une extension des espace de conférence, En plus de la vue plongeante depuis la mezzanine</p>
<p>Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Niveau : 4 MNAM / CCI</p>  <p>1-Musée, collection contemporaine 2-Espace nouveaux média et film 3-Salon des visiteurs 4-Galerie du musée 5-Boutique 6-Librairie</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Niveau : 5 MNAM / CCI</p>  <p>1-Musée, collection moderne 2-Terrasse Nord 3-Terrasse Ouest 4-Terrasse Sud</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Niveau : 6 MNAM / CCI</p>  <p>1-Galerie 1 2-Galerie 2 3-Restaurant, "Le George" 4-Librairie</p> </div> </div>

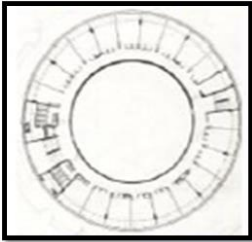
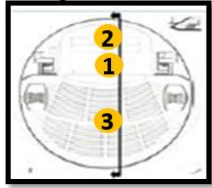
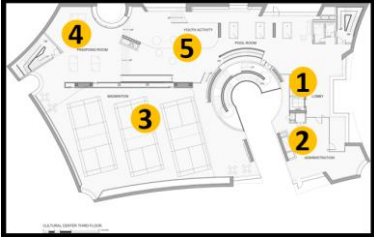
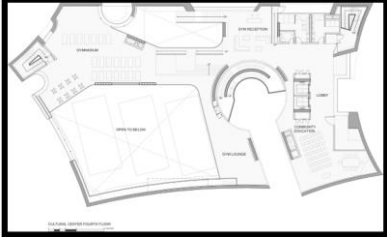
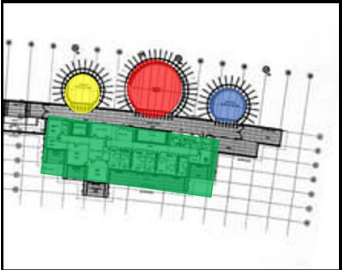

<p><u>Maison de la culture le havre</u></p>	<p>Plan de niveau supérieur</p>  <p>Administratifs → Bureaux des services</p>	<p>Plan de la grande salle</p>  <p>1-La scène 2-élévation de la scène 3-gradins</p>	<p>Exprime la composition et la relation entre les espaces de la salle de conférence</p>
<p><u>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</u></p>	<p>Plan 2eme étage</p>  <p>1-hall d'accueil 2-administration 3-salle de badminton 4-salle de Ping Pong 5-activités jeunesse</p>	 <p>Étage pour GYM</p>	<p>Niveau d'activités sportifs et déférents salle de sport</p>
<p><u>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</u></p>	<p>Village 3 :</p> 	<p>Niveau pour l'administration et la salle des réunions et de conférence.</p>  <p>Galerie permanente, Salle de conférence, Salle de réunion, Administration</p>	

Tableau 7:Les exemples livresques source auteur

2.1.2 Synthèse Analytique des exemples livresques

Tableau 1 : Synthèse Analytique des exemples livresques

	Synthèse
Situation	Les projets sont majoritairement situés au cœur des villes, dans le site urbain compact, aussi que les autres projets sont bien adaptés au site naturel. loin des villes
Le projet dans son environnement lointain	Les projets ont une fort relation avec les éléments de l'environnement naturelle et urbain lointain.
Le projet dans son environnement immédiat	Les projets sont bien situé dans l'environnement urbain, et entourés par des équipements culturels, commerciaux et résidentiels
La parcelle de projet	La plupart des projets sont construits sur des parcelles irrégulières, 50% pour le projet et le reste pour Les espaces extérieurs aménagés en plein air.
Intégration de projet	L'Intégration des projets a des formes régulières et irrégulières et les volumes clos pour la curiosité des gens.
L'accessibilité	Les projets sont bien équipés par des accès (escaliers, rampes), des parcours suit les formes des masses.
La volumétrie	Les projets sont majoritairement ont une Conception Volumétrique Inespéré des formes depuis la nature.
La composition	La plupart des projets ont des formes architecturales avec un espace centrale(atrium, cour, forum) pour un parcours d'exposition entre les espaces clé de projet.
Les entrées	Diversité des entrées (entrée principale, entrées secondaire, entrée mécanique et piétonne)
La circulation	Diversité des parcours, un parcours de type libre, circulaire, courbé et linaire pour relier les espaces des projets.
Organisation spatiale et fonctionnelle	Les espaces principaux composants des centres culturels sont : Espaces événementiels, expositions, bibliothèque et cafétéria.

2.1.3 Exemple existant : Le Centre Culturel Amir Khaled à Ain Beida :

2.1.3.1 Fiche technique de projet :

- Maître d'ouvrage : APC AIN BEIDA
- Maître d'œuvre : BET S.A.T.O / OUM EL BOUAGHI
- Nom du centre culturel : centre culturel AMIR KHALED
- Les parties les plus importantes du projet : Bibliothèque-Ateliers- Salle de Conférence -Cinéma -Administration
- Structure : Rez-de-chaussée +1+2
- Surface :2087.84 m²



Figure1: Centre Culturel AMIR KHALED

Source : BET SATO

2.1.3.2 contexte :

Le centre culturel situé au sud de la commune d'Aïn Beïda la wilaya d'Oum el Bouaghi dans une zone administrative. Le projet a un site direct avec l'environnement urbain, le terrain d'une forme régulière (rectangle).

2.1.3.3 Les limites de terrain :

(Source : Auteur)

Le centre culturel est limité par :

- Au nord : équipements administratif
- Au nord-ouest : Station Naftal
- Au sud : la CNAS
- Au sud-ouest : Habitat collectif et RN10 au sud-ouest

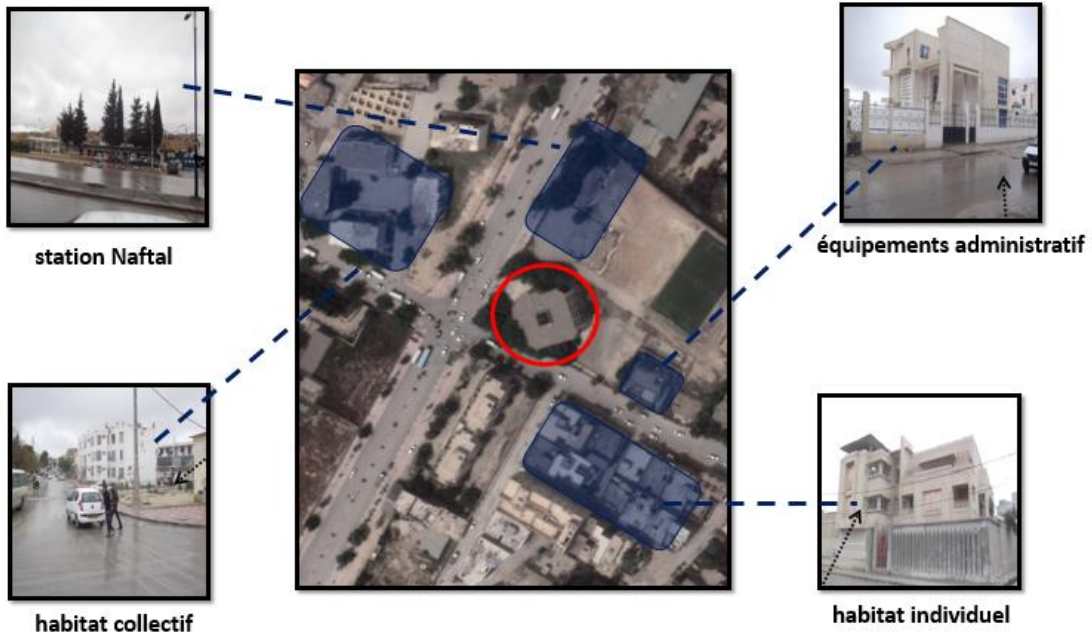


Figure2 : Les limites de terrain

(Source : Auteur).

2.1.3.4 Accessibilité :

(Source : Auteur)

Le terrain est limité par 2 voies mécaniques :

- Voie secondaire
- Voie principale RN10

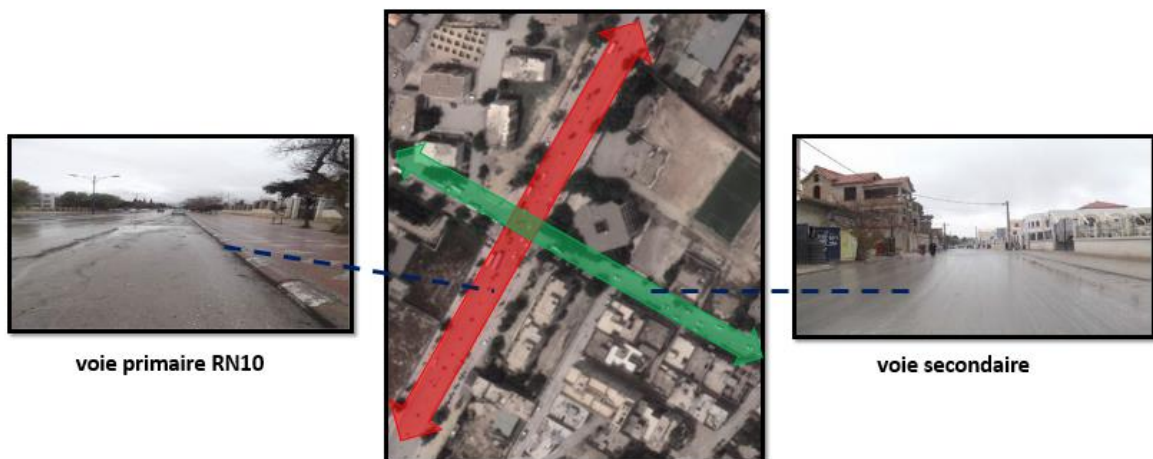


Figure3 : Accessibilité

(Source : Auteur)

2.1.3.5 Accès au Centre :

Un seul accès qui donne sur RN10



l'accès au centre



Figure 4: Accès au Centre

(Source : Auteur)

2.1.3.6 Organisation spatiale de projet :

➤ **Plan RDC :**

- Le RDC est composé de plusieurs formes de base Rectangles ou polygones.
- La présence de deux cages d'escalier pour l'accès aux niveaux supérieurs.
- Le patio : un espace accessible bien éclairé aménagé par une petite fontaine.

Bureau	22.30m ²
accueil 2 escaliers	155.85m ²
Bureau	14.20m ²
Atelier de musique	63.15m ²
Sanitaire	9.50m ²
Dépôt	10m ²
Chaufferie	17.60m ²
Salle polyvalente	86.60m ²
Bureau	20m ²
Bureau	30.35m ²
Patio	32.45m ²
Surface total	462.15m²

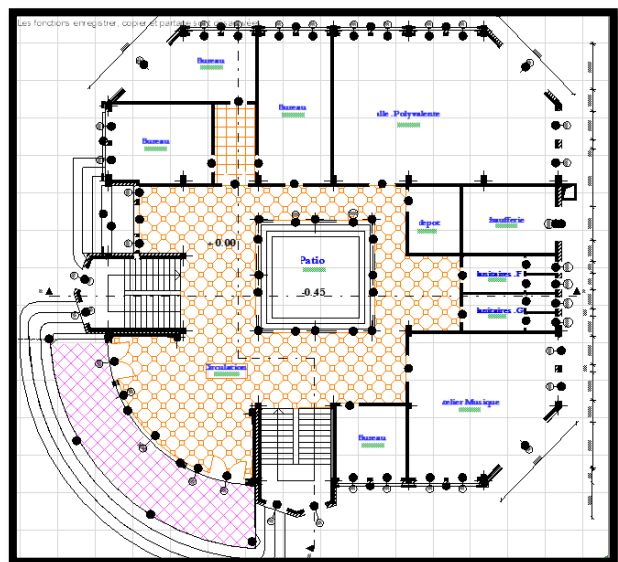


Tableau2 : Tableau des espaces et des Surfaces(RDC)

(Source : Auteur)

Figure5 : Plan RDC

Source : BET SATO



Le patio



Hall d'accueil



administration

Figure6: Vues intérieures de RDC

(Source : Auteur)

➤ Plan 1^{er} étage :

Le 1^{er} étage est composé des espaces de conférence avec les ateliers

Bureau	14m ²
atelier porterie	38,80m ²
Atelier spécialisé	42,40m ²
Atelier de chorégraphie	46.15m ²
circulation	94.50m ²
Atelier scientifique	90,70m ²
Atelier peinture	59,50m ²
Cyber café	60m ²
Bureau	15m ²
Surface total	460.15m²

Tableau 3 : Tableau des espaces et des surfaces (1er étage)

(Source : Auteur)

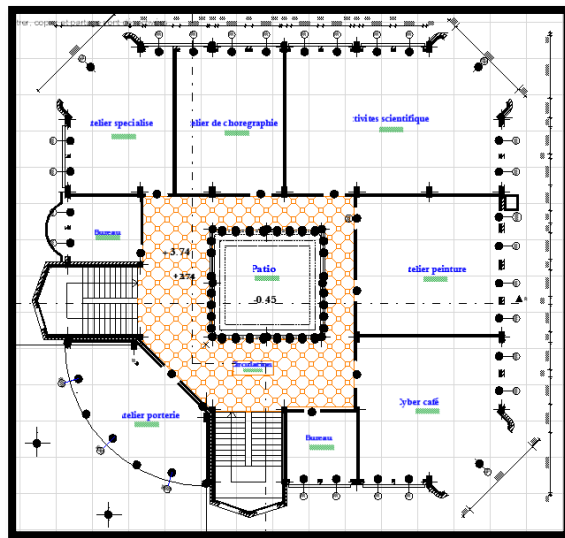
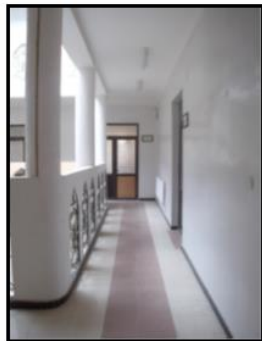


Figure6 : Plan 1er étage

Source : BET SATO



espace de circulation



espace de circulation

Figure7: Vues intérieures de 1er étage

(Source : Auteur)

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

➤ Plan 2eme étage :

Le 2eme étage est composé des bureaux et des salles d'activités

Bureau	14m ²
salle d'informatique	60m ²
Dépôt	60m ²
Salle de prêt	57,4m ²
Circulation	94,50m ²
Bureau	15m ²
Surface total	460.15m²

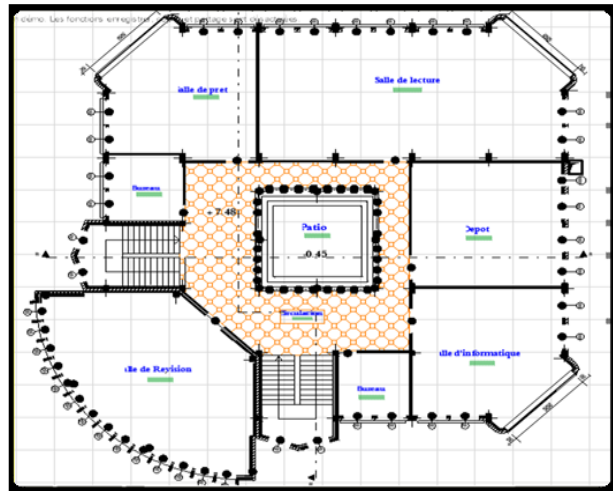


Tableau4 : Tableau des espaces et des surfaces (2em étage)

(Source : Auteur)

Figure8: Plan 2em étage

Source : BET SATO

➤ Plan de toiture :

La toiture du patio est élevée, l'épaisseur d'élévation a assuré le bon éclairage des espaces, et détermine par un prisme d'une structure métallique.



Figure9 : Atrium

Source : BET SATO

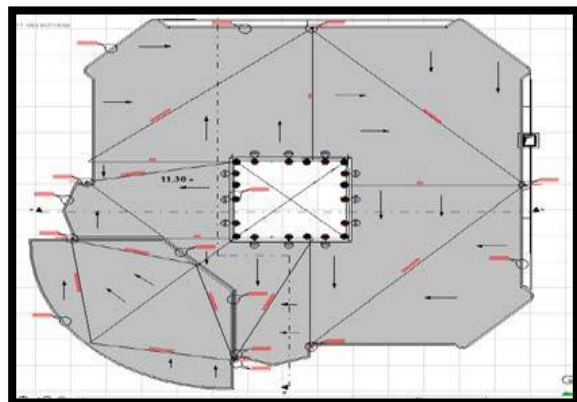


Figure10 : Plan de toiture

Source : BET SATO

2.1.3.7 Organisation fonctionnelle de projet :

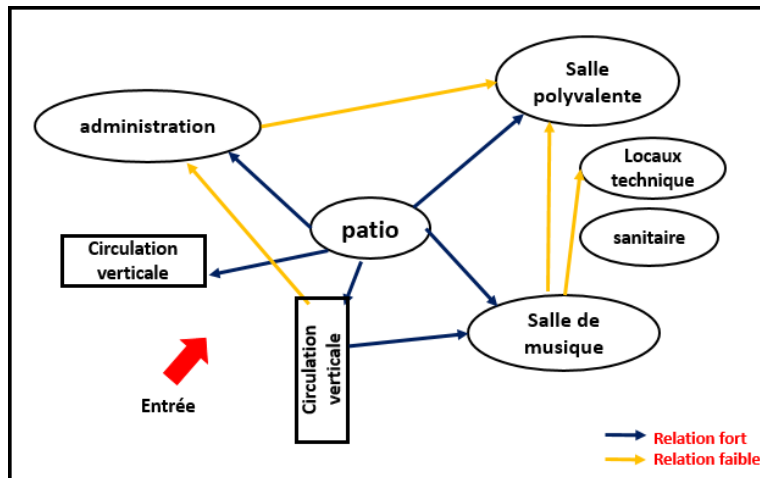


Figure11 : Organisation fonctionnelle de RDC (Source : auteur)

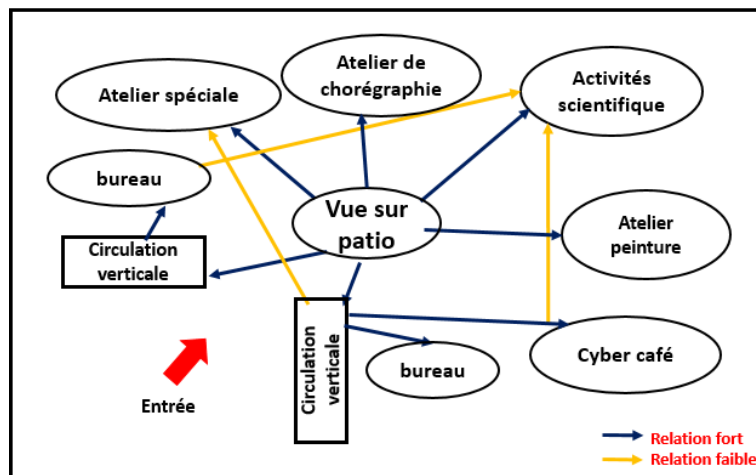


Figure 12 : Organisation fonctionnelle de 1er étage (Source : auteur)

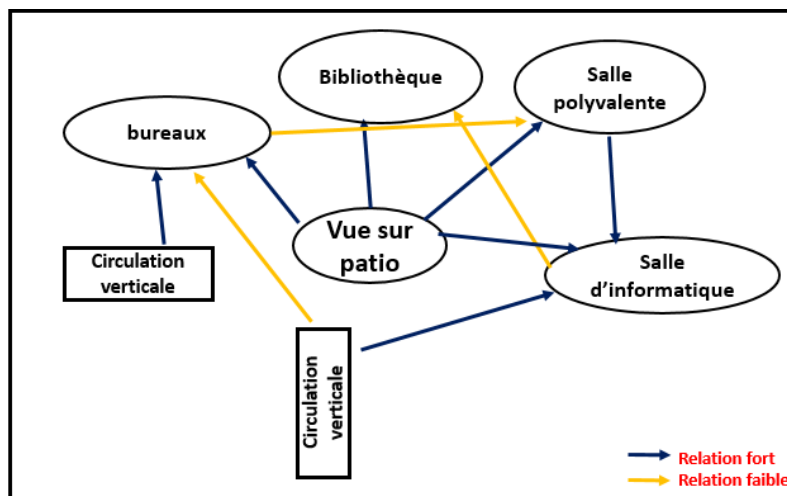


Figure 13 : Organisation fonctionnelle de 2em étage
(Source : auteur)

2.1.4 Synthèse Analytique des exemples existants

Tableau 5 : Synthèse Analytique des exemples existants

	Synthèse
Le projet dans son environnement immédiat	Le projet a un site direct avec l'environnement immédiat urbain.
Composition	Le terrain d'une forme régulière (rectangle), avec un patio
Circulation	Un seul accès, avec une circulation linéaire
Organisation fonctionnelle	Les espaces principaux composants de centre culturel sont : Salle polyvalente, ateliers, bibliothèque et cafétéria. Autour d'un patio qui fournit l'éclairage.

2.1.5 Programmation

Tableau 6 : Programmation

Projet Espace	<u>Centre culturel Heydar Aliyev</u>	<u>Centre national d'art et de culture Georges Pompidou</u>	<u>Maison de la culture le havre</u>	<u>Centre culturel et de santé Cofco de Shanghai</u>	<u>Centre culturel Jean-Marie Tjibaou</u>
Accueil	100	40	80	60	80
administration	300	100	100	100	100
Exposition	250	150	400	/	250
bibliothèque	300	80	200	200	/
Salle polyvalente	200	120	/	/	300
Salle de conférence	200	/	/	/	200
Auditorium	200	/	/	200	200
Salle permanente	100	80	/	80	100
Cafétéria	100	40	80	60	80
Restaurant	200	/	200	100	/
Dépôt	80	40	100	80	/

2.1.5.1 Programme des projets analysés :

2.1.5.2 Programme :

Le programme :			
	Espace	Surface (m²)	totale (m²)
Accueil	-Réception et orientation	40	220
	-Hall d'accueil	180	
Administration	-Réception	40	197
	-Bureau directeur	25	
	-Bureau secrétariat	15	
	Bureau comptabilité	20	
	-Salle de réunion	60	
	-Archive	25	
	-Sanitaire	12	
Espaces événementiels	-Hall d'accueil + espace d'attente	120	904
	-Salle Polyvalente	400	
	-Auditorium 200 places	300	
	-espace de préparation	60	
	-Sanitaire(femme)	12	
	-Sanitaire(homme)	12	
	Galeries d'exposition	-Galerie d'exposition permanente	
-Galerie d'exposition temporaire		200	
-Atelier de restauration		100	
-Stockage		80	
-Sanitaire(femme)		80	
-Sanitaire(homme)		12	
-Sanitaire(homme)		12	
Ateliers	-Atelier poterie + dépôt	80+40	924
	-Atelier sculpture + dépôt	80+40	
	-Atelier peinture + dépôt	80+40	
	-Atelier de céramique + dépôt	80+40	
	-Atelier de calligraphie + dépôt	80+40	
	-Club photographie+ dépôt	80+40	
	-Club scientifique + dépôt	100	
	-Bureau de responsable	20	
	-Bureau de coordination	20	
	- Vestiaires homme	20	
	- Vestiaires femme	20	
	-Sanitaire(femme)	12	
	-Sanitaire(homme)	12	

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Bibliothèque	-Hall d'accueil + attente + orientation	40	728
	Adulte		
	Salle de lecture	220	
	-Salle de travaux groupe	40	
	-Sanitaire(femme)	12	
	-Sanitaire(homme)	12	
	Enfant		
	Salle de lecture	100	
	-Atelier de lecture	80	
	-Salle de travaux groupe	40	
-Sanitaire(filles)	12		
-Sanitaire(garçons)	12		
Espaces communs			
-Rayonnage	40		
-Stockage et restauration	40		
- Espace audiovisuel	80		
Service	- Salle de jeux	100	380
	- Cafétéria	200	
	- Boutique	80	
Locaux Techniques	- Dépôt	20	60
	- Groupe électrogène	20	
	- Entretien	20	
Espaces extérieurs	-Parking	50 véhicules	/
	-Esplanade et espace d'exposition extérieur		

Tableau7: Programme

Surface totale utile de projet : 4097 m²

Circulation : + - 20 % (800) m²

2.2 Etude Contextuelle et Analyse du site :

2.2.1 Analyse de contexte :

Introduction

Cette analyse est composée de deux parties : Dans la première partie, nous allons analyser les données de la ville Biskra, une analyse bioclimatique qui va être organisée en deux parties: la première est une analyse du climat de la ville de Biskra, la deuxième c'est l'analyse du terrain choisi, le but de cette analyse est de saisir en considération les données climatiques spécifiques de la région, et les données morphologiques pour mieux définir les choix des stratégies au niveau de la conception.

Présentation de la ville :

2.2.1.1 Situation géographique :

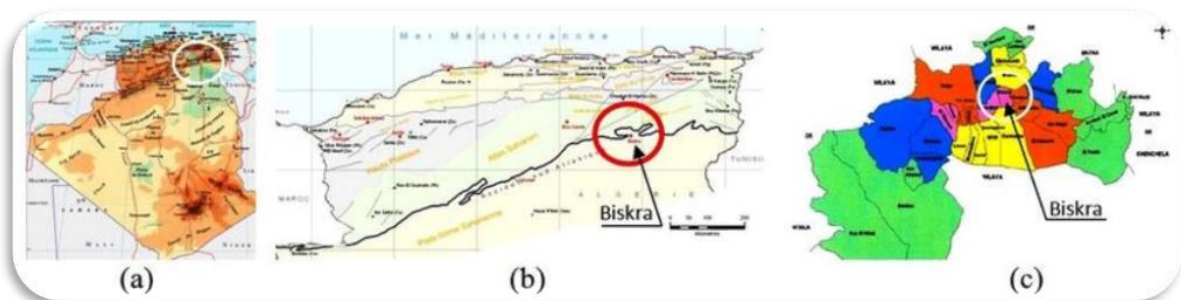


Figure 14: (a) et (b), Situation géographique de la ville de Biskra ; (c) carte de découpage administratif, wilaya de Biskra

Article jan 2017 Alkama Djamel

Biskra est une commune du Nord-est du **Sahara algérien**, La ville de **Biskra** se trouve entre deux Zones bien distinctes. Au Nord la chaîne montagneuse de l'Atlas Saharien qui constitue une limite naturelle entre le nord et le sud.

Coordonnées géographiques Biskra -Algérie :

- Latitude : **34° 51' 1 N** ;
- Longitude : **5° 43' 40 E**.

2.2.1.2 Climat de la ville Biskra :

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

L'altitude de la ville est d'une moyenne de 88 m, au-dessus du niveau de la mer. Le climat de Biskra est **subtropical désertique**, avec des hivers doux (durant lesquels il peut faire froid la nuit) et des étés très chauds, secs et ensoleillés. En été, la température moyenne est de 43.5 °C, l'humidité relative moyenne est de 12 %, et en hiver (température minimale moyenne de 4 °C, humidité relative maximum moyenne de 89 %). Les précipitations sont rares et ne dépassent pas les 31 jours par an. Biskra se place dans la région aride, dans le côté d'Insolation, Le rayonnement solaire incident est très intense et de l'ordre de 7680 Wh/m², Sur un plan horizontal pendant le mois de juillet, qui correspond à une durée d'ensoleillement de 383 heures. En hiver, il atteint son minimum pendant le mois de décembre pour une intensité de 2712 Wh/m², ce qui correspond à une durée d'insolation de 219 heures / mois.

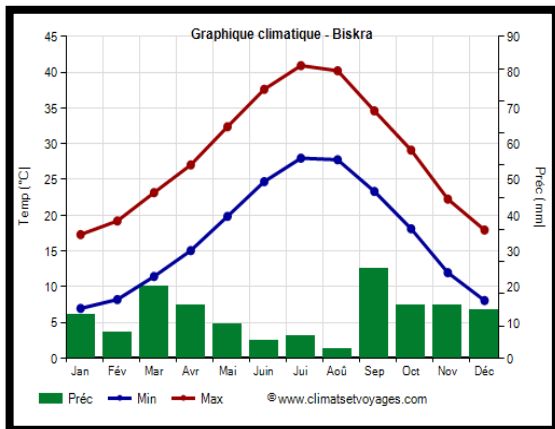


Figure15:Graphe climatique des températures
source : Données station météorologique de Biskra

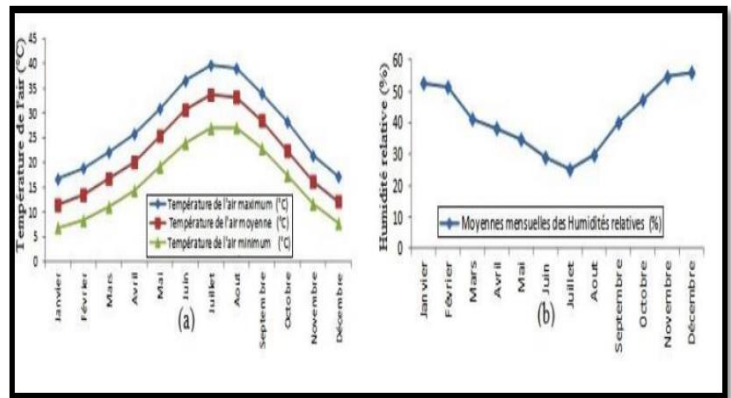


Figure 16:(a) Graphe relatif à la moyenne mensuelle des températures de l'air b) Graphe relatif à la moyenne mensuelle des humidités relatives

(Source : Données station météorologique de Biskra)

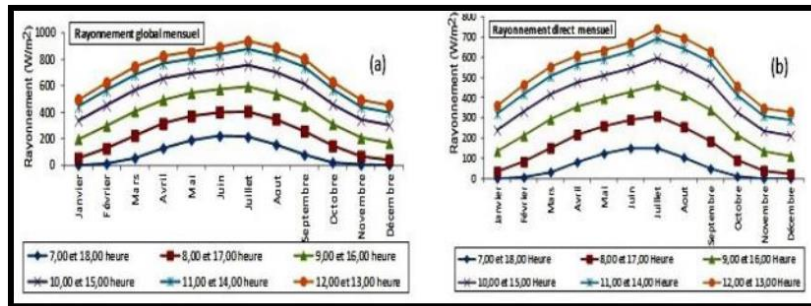


Figure16:(a) Graphe relatif au rayonnement incident sur un plan horizontal par heure d'un jour d'ensoleillement moyen pour chaque mois de Biskra (b)Graphe relatif au rayonnement incident sur un plan horizontal par heure d'un jour d'ensoleillement moyen pour chaque mois de Biskra

(Source : Données station météorologique de Biskra)

2.2.1.3 Analyse bioclimatique de la ville de Biskra :

L'analyse et la lecture bioclimatique de la ville de Biskra basée particulièrement sur l'analyse des données climatiques en exploitant les tableaux de Mahoney et le diagramme de Givoni pour avoir des recommandations qui nous aident à l'état de conception.

L'analyse bioclimatique

Diagramme de Giovanni

Tables de Mahoney

2.2.1.4 Application de la méthode de Mahoney :

(Les tables de Mahoney sont une série de tables de référence d'architecture utilisées comme guide pour obtenir des bâtiments au design adapté aux conditions climatiques).

En appliquant cette méthode sur la ville de Biskra, on peut ressortir avec un certain nombre de recommandations variantes :

- ✚ **Plan de masse** : Plans compacts avec cours intérieures
- ✚ **Espacement entre bâtiments** : plan compact
- ✚ **Circulation d'air** : circulation d'air inutile
- ✚ **Des ouvertures** : moyennes, 25 à 40% de la surface des murs
- ✚ **Position des ouvertures** : ouverture dans les murs Nord et Sud, y compris ouvertures pratiquées dans les murs intérieurs
- ✚ **Protection des ouvertures** : se protéger de l'ensoleillement

2.2.1.5 Synthèse des recommandations :

D'après le diagramme de Givoni et les tableaux de Mahoney, on conclut que :

- Le climat de la wilaya de Biskra avait des étés très chauds et secs. Donc Le climat de BISKRA besoin pendant la période estivale (mai jusqu'à septembre) de :
- Ventilation nocturne pour le bâtiment il doit être compact pour diminuer l'exposition au soleil.
- Utilisation des isolants et la végétation comme outils d'ombrage et de fraîcheur.

2.2.2 Analyse de terrain :

2.2.2.1 Critère du choix du terrain :

- ✚ Situé dans un environnement urbain très dense qui justifie le besoin de sa population de ce projet
- ✚ Le terrain a une situation stratégique dans une zone urbaine résidentielle importante.
- ✚ Le terrain est situé sur un axe principal, et sur une route à forte circulation. Il offre une accessibilité à multiples possibilités
- ✚ Le terrain offre une vue panoramique sur le côté urbain (façade urbaine).
- ✚ Une superficie suffisante pour implanter le projet.

2.2.2.2 Situation du terrain dans la ville :

Le terrain est situé à l'est de la ville de Biskra, dans un tissu urbain (El Alia). le terrain est situé à côté de la route principale, qui offre un site stratégique et des vues ouvertes sur la ville.

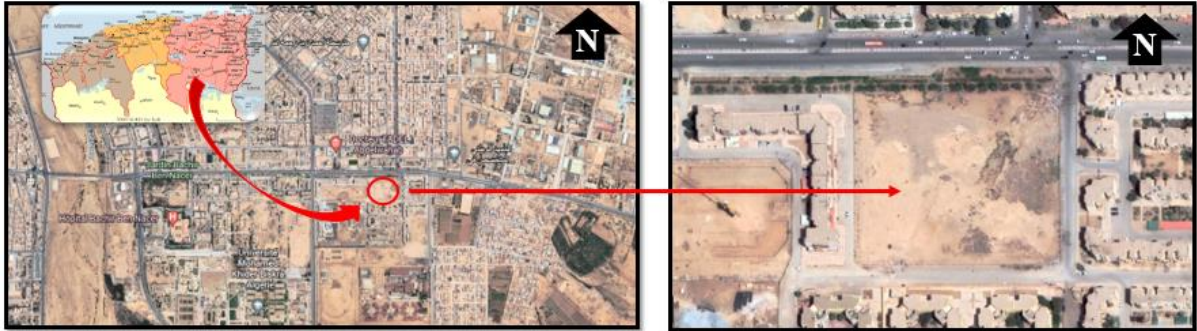


Figure17 : Situation de terrain
Source : Image Google Earth traité par l'auteur



Figure18 : Vue panoramique de la façade urbaine
(source : Auteur)

2.2.2.3 l'environnement immédiat :

- ✚ A l'ouest : logement habitat collectif
- ✚ Au nord : logement habitat collectif
- ✚ Au sud : logement habitat collectif
- ✚ A l'est : logement habitat collectif



Figure19 : L'environnement immédiat.

(Source : Image Google Earth traité par l'auteur)



2.2.2.4 Accessibilité :

Le terrain est situé à proximité des deux voies mécaniques, la voie principale (N83), ce qui facilite l'accès au projet, et la 2^{ème} voie mécanique secondaire

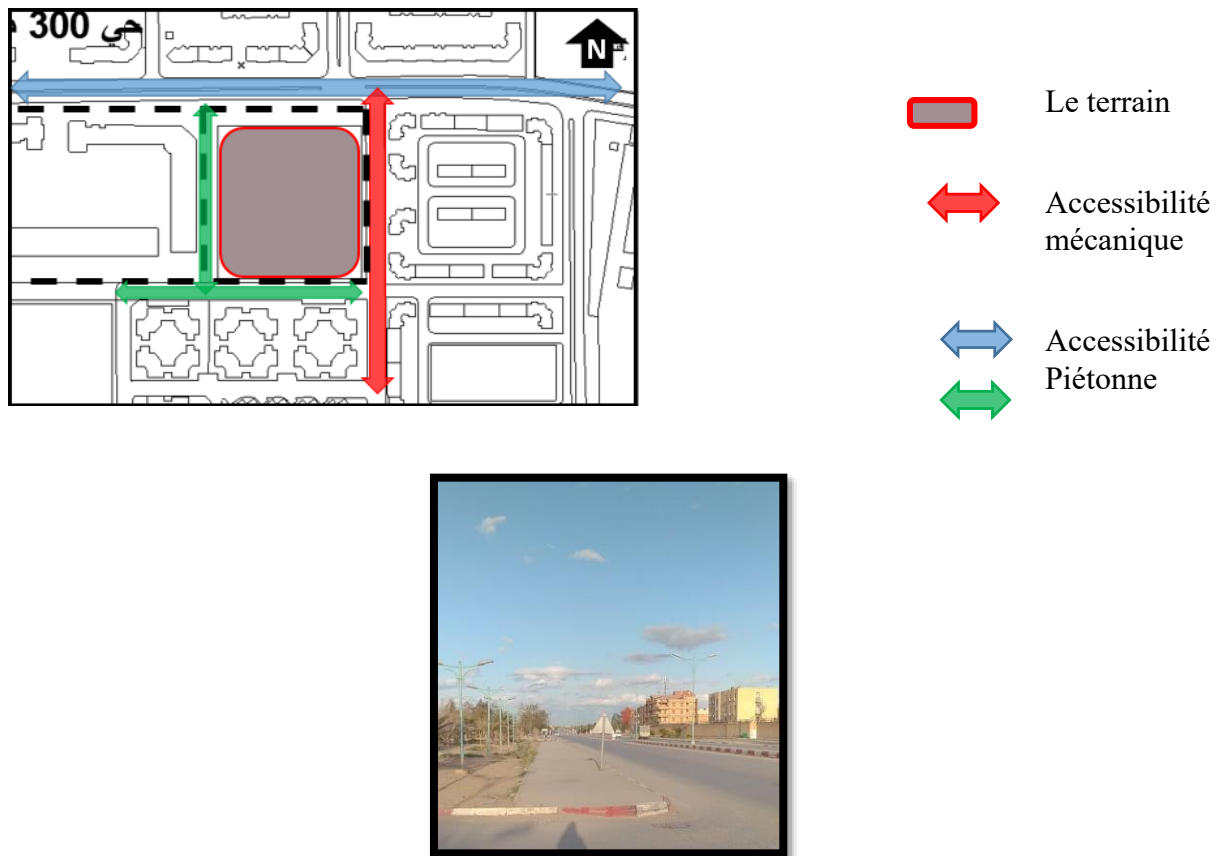


Figure 20 : Accessibilité

2.2.2.5 Analyse des usages :

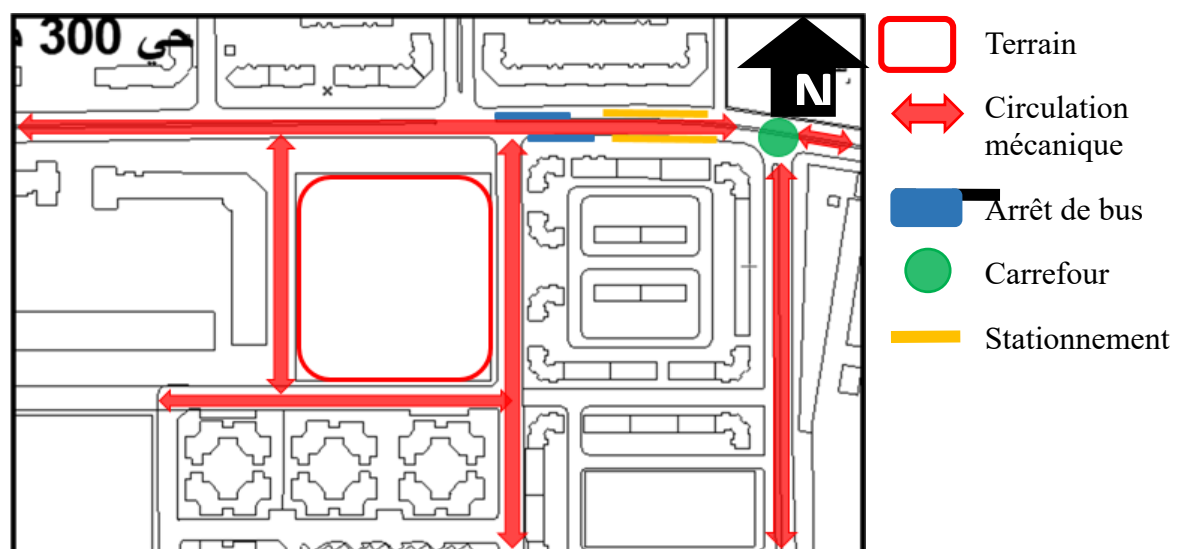


Figure 21: Analyse des usages

Source : PDAU de Biskra traité par l'auteur

2.2.2.6 la trame viaire :

- ✚ Elle est caractérisée par un trame régulière
- ✚ Une diversité des voies mécaniques (principale, secondaire, tertiaire)

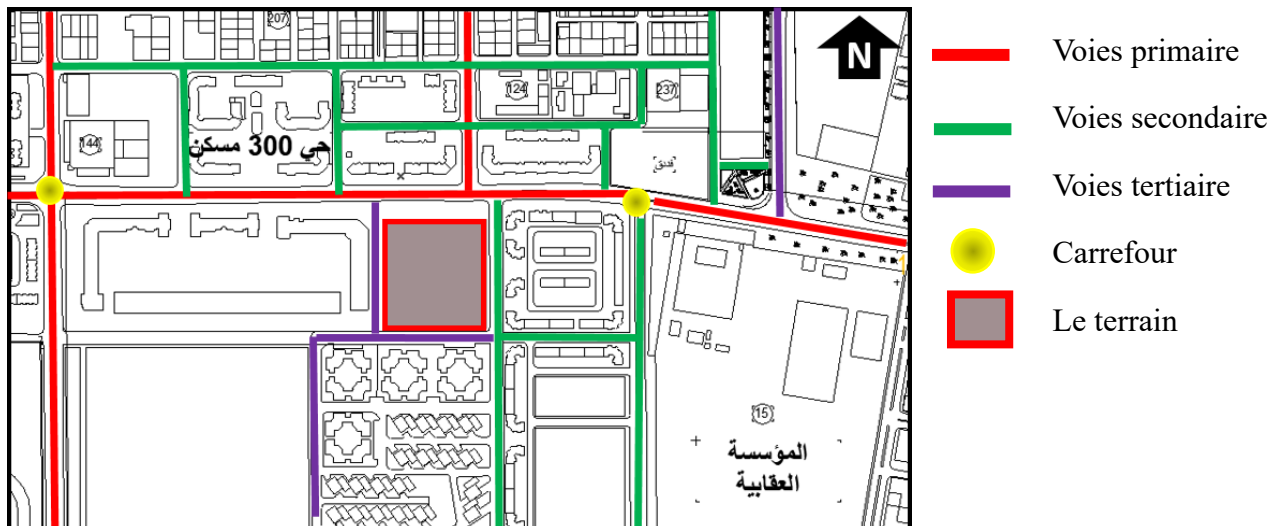


Figure22: la trame viaire

Source : PDAU de Biskra traité par l'auteur

- ✚ Il y a une trame bâtie vu que la trame viaire régulière.
- ✚ Dans cette partie de site : la surface bâtie occupe plus de 80% et la surface libre occupe 20% de la surface totale.
- ✚ Le type des vides urbains est : des rues, des ruelles, des voies principales, des places, des espaces verts.

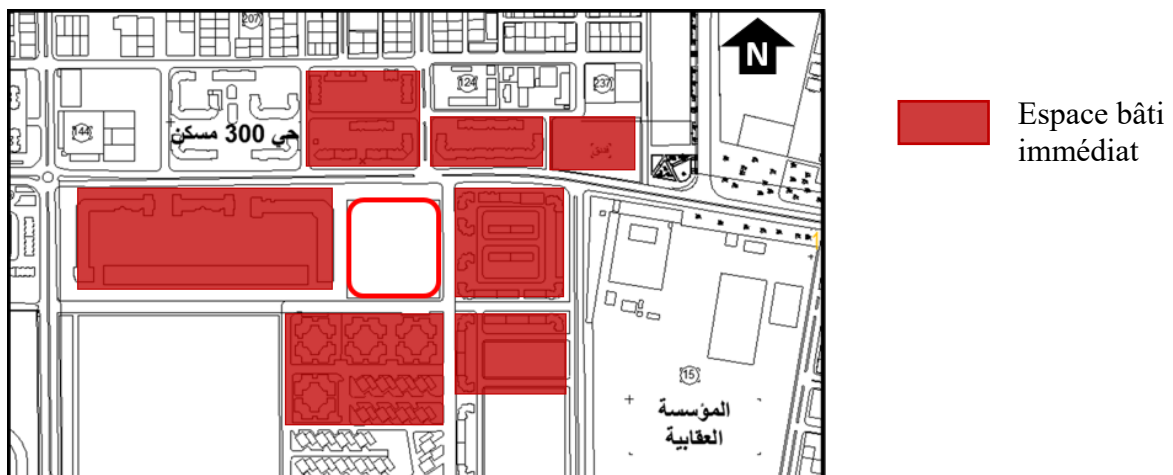


Figure 23 : Trame bâtie- espace libre

Source : PDAU de Biskra traité par l'auteur

La typologie du tissu urbain dominante : résidentiel (habitat collectif)

2.2.2.8 Etude de la parcelle :

La parcelle du terrain est de forme rectangulaire, Il est délimité au nord par la route principale, et à l'est par la route secondaire, et deux voies tertiaire à l'ouest et sud.

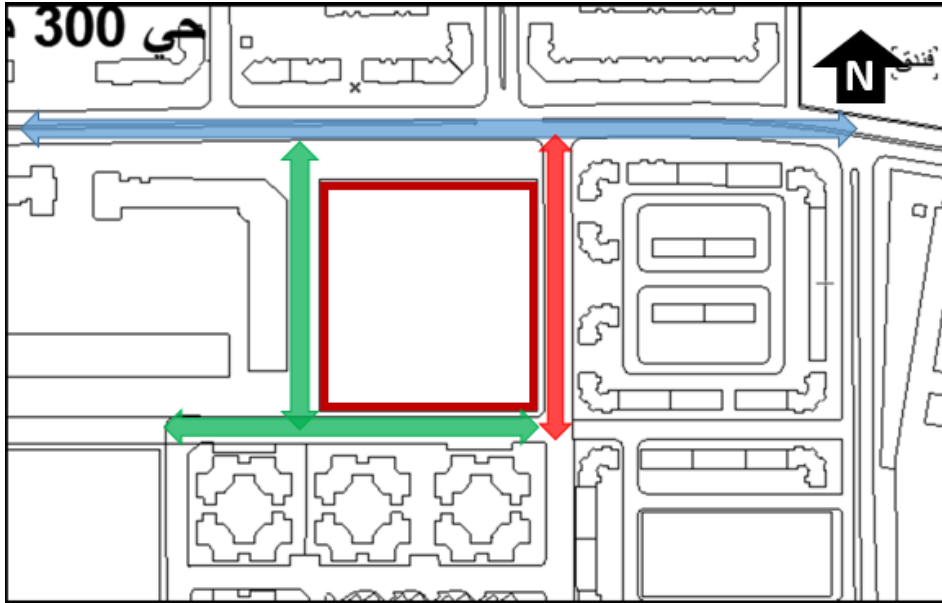


Figure 24 : Trame parcellaire

Source : PDAU de Biskra traité par l'auteur

2.2.2.9 Morphologie :

- La forme du terrain : une forme géométrique régulière presque carrée. Cette forme est amenée par la route principale est bordée d'une part et les équipements d'autre part.
- Dimensionnement : 113m *104m.
- Surface : 11535,67m².

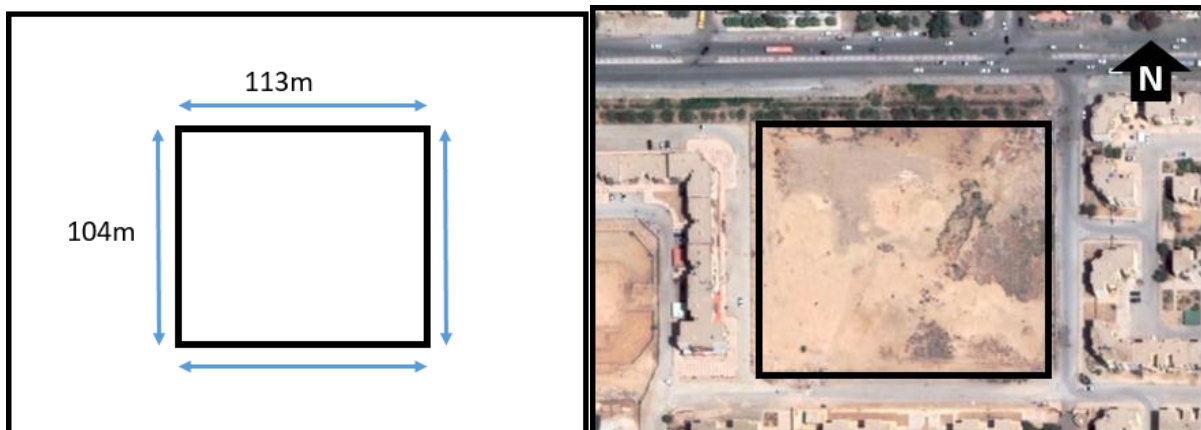


Figure 25 : Forme du terrain

Source :Image Google Earth traité par l'auteur

2.2.2.10 Topologie :

Du point de vue relief, la topographie du terrain est plate avec une dénivellation d'environ $\frac{1}{2}$ m

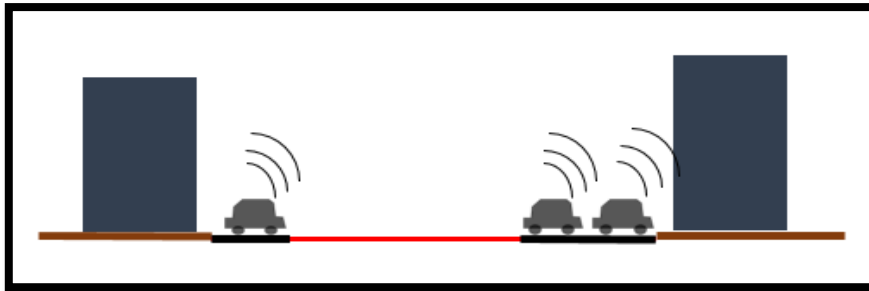


Figure 26 : Coupe topographique

Source : traité par l'auteur



Figure 27 : Coupe topographique

Source : Google Earth

2.2.2.11 Environnement naturel et végétale :

Il y a une végétation dans le site, des différents éléments végétaux : des arbres avec des palmiers sur le côté de terrain, et des arbustes dans les trottoirs.



Figure 28 : des arbres et des palmiers devant le terrain

Source : Auteur

2.2.2.12 L'enseillement :

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

Le terrain est ensoleillé en permanence, à cause de l'absence d'écran immédiat direct dans l'environnement.

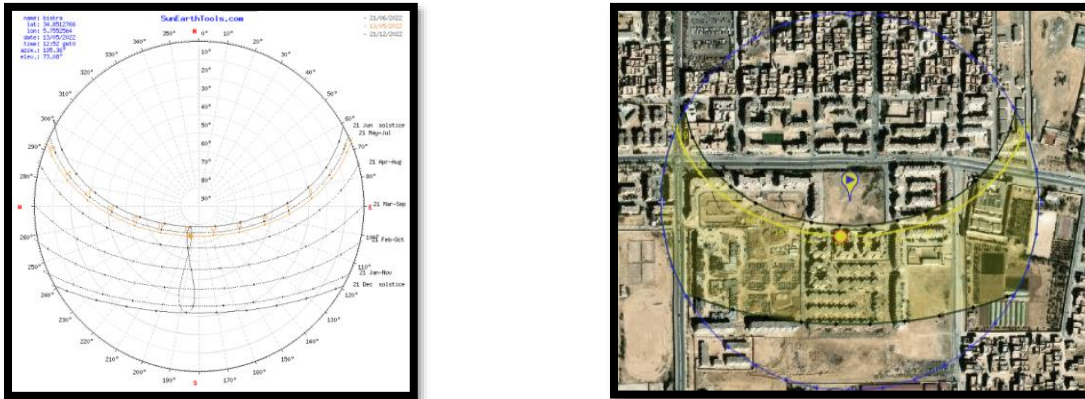


Figure 29 : L'enseillement du terrain

Source : sunearthtools.com

- ✚ Le côté nord le moins exposé à l'enseillement.
- ✚ Le côté est exposé au soleil le matin.
- ✚ Le côté ouest exposé au soleil après -midi.

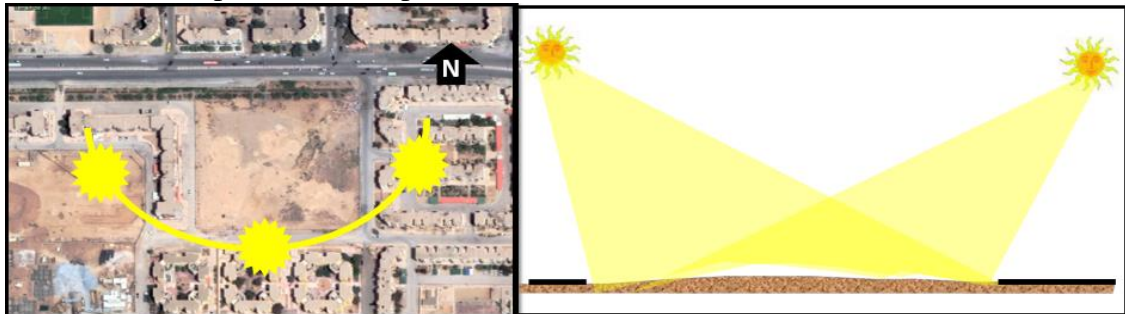


Figure 30: Parcours de soleil -Source : traité par l'auteur

2.2.2.11 les vents :

Le terrain d'intervention est exposé aux vents dominants d'hiver par le côté Nord-Ouest, et aux vents chauds des siroccos d'été du côté Sud Est.



Figure 31 : Parcours des vents

Source : traité par l'auteur.

Synthèse :

- Le terrain se situe dans un endroit facile à déterminer, dans le tissu urbain (El Alia), alors le projet aura une façade urbaine, ce qui a nous aidé à créer un site plein de végétation.
- Le terrain est accessible de deux directions, l'axe d'accessibilité principale donne une importance au terrain, renforce son implantation, grand flux piéton dans l'entourage (station des bus et commerce).
- La majorité des îlots qui entourent notre zone d'étude sont denses. Les îlots occupés par des équipements et habitat collectif.
- Morphologie de terrain : Sol a une morphologie plate sans aucune contrainte topologique
- Le terrain est éclairé naturellement, et bien exposé à l'ensoleillement, permet une bonne utilisation d'éclairage naturel des espaces selon les besoins, le côté nord le moins exposé à l'ensoleillement peut offrir une possibilité d'ouverture intéressante pour enrichir la façade urbaine sur le boulevard
- Le terrain est exposé aux vents chauds (E/S) et froids (S/O), on peut améliorer la qualité des espaces extérieurs et réduire l'exposition aux vents par l'intégration des végétations.

CHAPITRE III : ETUDE CONCEPTUELLE

3.L'application du thème dans le projet

Introduction

Dans ce dernier chapitre, nous allons présenter, premièrement, les différentes recommandations, les concepts et les synthèses les plus importants de l'étude précédente de chaque chapitre : Objectifs concernant le projet, synthèses concernant le biomimétisme et l'architecture en biomimétisme, synthèses concernant l'analyse de terrain, synthèses des analyses des exemples. Deuxièmement, nous allons voir comment nous pouvons traduire ces recommandations dans la conception de notre projet. Nous allons expliquer également les différentes étapes de conception, puis les techniques et stratégies utilisées, Ce qui au final nous permet de le visualiser le projet graphiquement.

3.1 Présentation des éléments de passage :

3.1.1 Synthèse de Biomimétisme :

- La nature a toujours constitué une base de l'inspiration, pour éco-concevoir des architecturaux en respectant de l'environnement.
- La protection de l'environnement naturelle par l'utilisation des principes de biomimétisme.
- Il existe trois niveaux de biomimétisme : l'organisme (Organism), le comportement (Behaviour) et l'écosystème (Ecosystem).
- Concevoir un équipement culturel qui répond aux exigences par l'adaptation de l'architecture de biomimétisme dans la conception du projet.
- Assurer la bonne intégration de la haute technologie à l'aide par la nature.

3.1.2 Synthèse de l'analyse de terrain :

D'après l'analyse de terrain qui situé dans la zone est et résidentiel de la ville de Biskra, on remarque le manque d'un style architectural, donc nous permet de crée une identité culturelle pour le lieu, et notre projet devient un projet initiateur pour les autres projets.

D'après la synthèse du diagramme de Givoni et les tableaux de Mahony, on peut conclure que le climat de la wilaya de Biskra avait des étés très chauds et secs. Les bâtiments de Biskra ont besoin de la ventilation pendant la période estivale, et de la protection contre l'ensoleillement, en utilisant les techniques de façade double peau.

➤ Les recommandations qui doit être prendre par considération :

- Assurer une circulation d'air permanente.
- Diminuer l'exposition au soleil et dégager l'air chaud.
- Compacité du plan de masse avec atrium centrale intérieure.
- Positionnement des ouvertures : ouverture dans les murs Nord et Sud.

3.1.3 Synthèse de l'analyse des exemples des centres culturels :

Après l'analyse des exemples livresques et existantes on a trouvé que la conception du centre culturel basé sur des services de fonction principales comme : la documentation et l'auditorium et l'exposition, loisir et formation, et après l'analyse de terrain on a trouvé que le terrain est vierge permet de créer une identité culturelle de lieu.

Au niveau urbain :

En matière de situation :

- ✚ La situation d'un centre culturel dans un centre urbain à proximité des voies principale et des équipements importants pour qu'il soit accessible et attractif.
- ✚ Le centre culturel doit avoir des aménagements extérieurs qu'il soit des parcours, des esplanades, des espace d'eau et des espaces verts pour devient un espace de transition et un lien de détente.



En matière d'environnement immédiat :

- ✚ Le centre culturel doit créer une nouvelle façade urbaine pour la ville à travers d'un élément d'appel
- ✚ Accessibilité au projet doit être clair, facile et sécurisé
- ✚ L'harmonie de l'intégration de projet avec l'environnement
- ✚ La nécessité d'existence des parkings publics et privé

Au niveau architectural :

Richesse et diversité dans l'architecture des centres culturels : Volume compacte ou éclate simple ou complexe, fluide ou régulier

En matière de composition :

- ✚ Ouvert pour publics/ Fermé pour privés
- ✚ Hiérarchisation Fonctionnelle / Hiérarchisation Spatiale

En matière de la flexibilité des espaces :

- ✚ Diversité des accès.
- ✚ Mise en valeur les espaces d'exposition.
- ✚ Bon traitement de parcours.

En matière de relation visuel :



D'après cette figure, nous pouvons traduire les éléments suivants : l'accueil et l'orientation c'est le point commun entre les quatre grandes fonctions comme se trouve une relation directe forte entre les activités d'arts (ateliers et exposition), et une relation forte et directe entre l'exposition et l'espace central de projet, avec une relation indirecte entre administration et autres espaces.

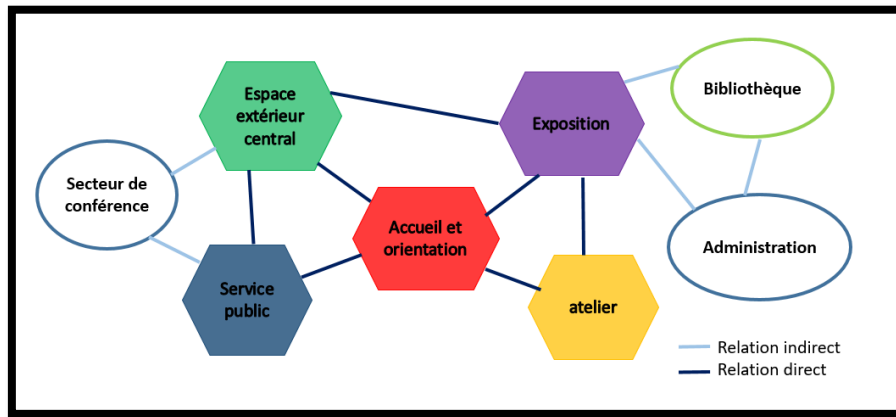


Figure 1 : illustre un diagramme fonctionnel du centre culturel que nous avons utilisé dans la conception de notre projet.

(Source : Auteur)

3.2 L'application du projet :

3.2.1 La première réflexion de l'idée :

En effet, l'idée philosophique de notre projet vient d'un socle des définitions philosophiques des quelques concepts que nous pouvons les décrire comme des définitions opérationnelles. Nous résumons ces concepts dans les diagrammes suivants :

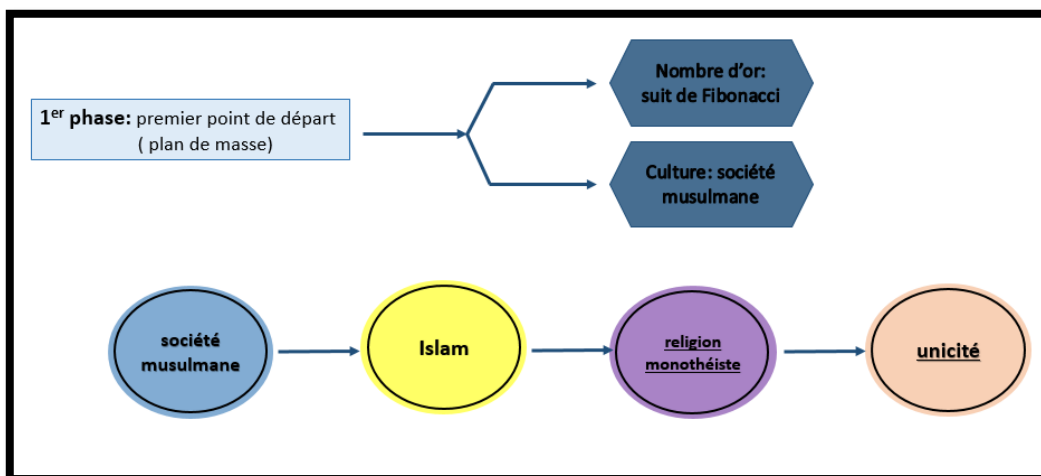


Figure 2: Diagramme La première réflexion de l'idée

(Source : auteur)

Tout d'abord, l'idée conceptuelle de ce projet a été commencée par l'utilisation d'un modèle de base de la suite de Fibonacci et démonter ses éléments composants et les restructurer ; sur la base de :

La forme cubique est la forme pure globale représentant la simplicité le calme et qu'elle renvoie nous pensés à l'environnement extérieur, où cette forme de base à une relation vigoureuse avec les caractères des maisons typiques de la région de Biskra, Mais en utilisant une géométrie spéciale et différente de l'environnement immédiat, Il contient la plupart des espaces d'exposition et de conférences avec les ateliers et l'administration.

Et puisque notre projet est caractérisé par le mouvement, nous avons introduit la forme circulaire au niveau de l'entrée principale et une partie d'exposition. La grande forme circulaire représente l'espace unique (unicité) et le plus fort du projet, C'est le lien entre l'intérieur et l'extérieur du projet.

La petite forme circulaire représente un espace important du projet, C'est le lien entre la terre et le ciel (atrium), espace d'exposition.

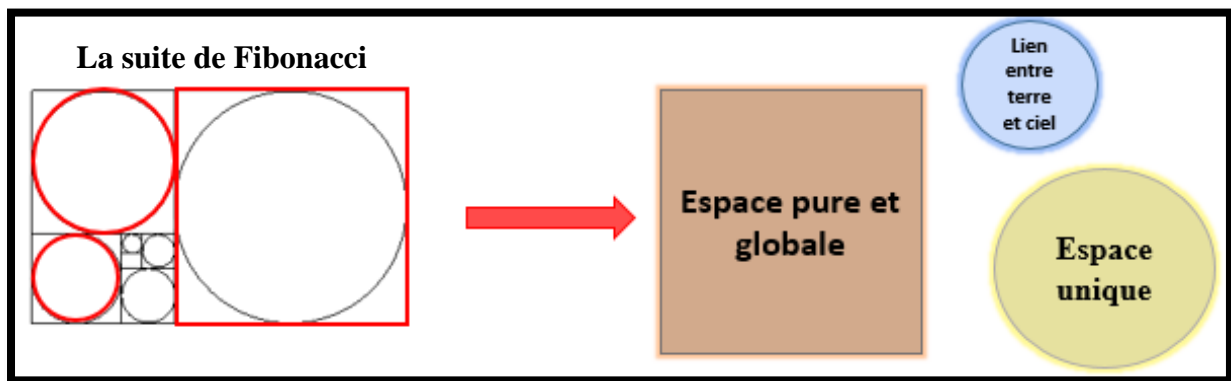


Figure 3 : L'évolution de l'idée

(Source : Auteur)

3.2.2 L'évolution de l'idée :

L'étape suivante c'est l'imbrication des trois (3) volumes avec la présence d'une simple orientation de l'espace unique circulaire d'exposition en face de la rue principale pour marquer l'entrée du projet.

Pour avoir un lien qui traduise l'intégration de volume nous avons utilisé le petit cercle est situé au centre du cube com atrium (centralité).

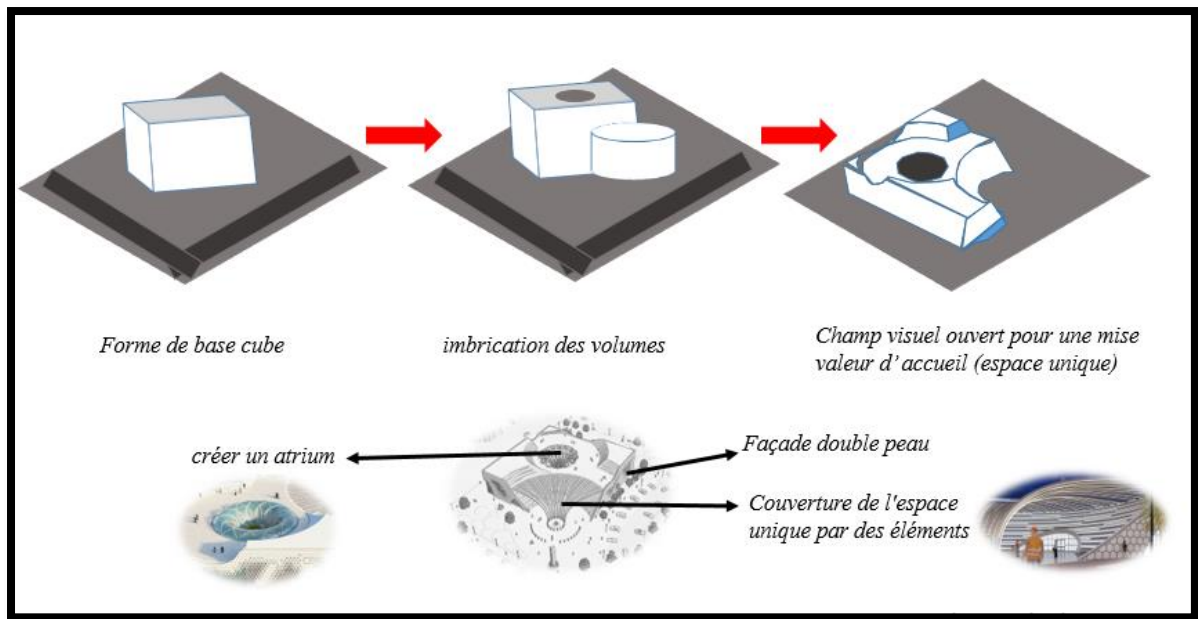


Figure 4: Processus du développement du volume du projet

(Source : auteur)

3.2.3 Élaboration du plan de masse

La figure présente un sketch de plan de masse du projet en relation avec l'espace extérieur, avec la présence de l'accès principale, avec l'espace unique et un grand espace pour les piétons qui mener à tous les espaces extérieurs du projet.

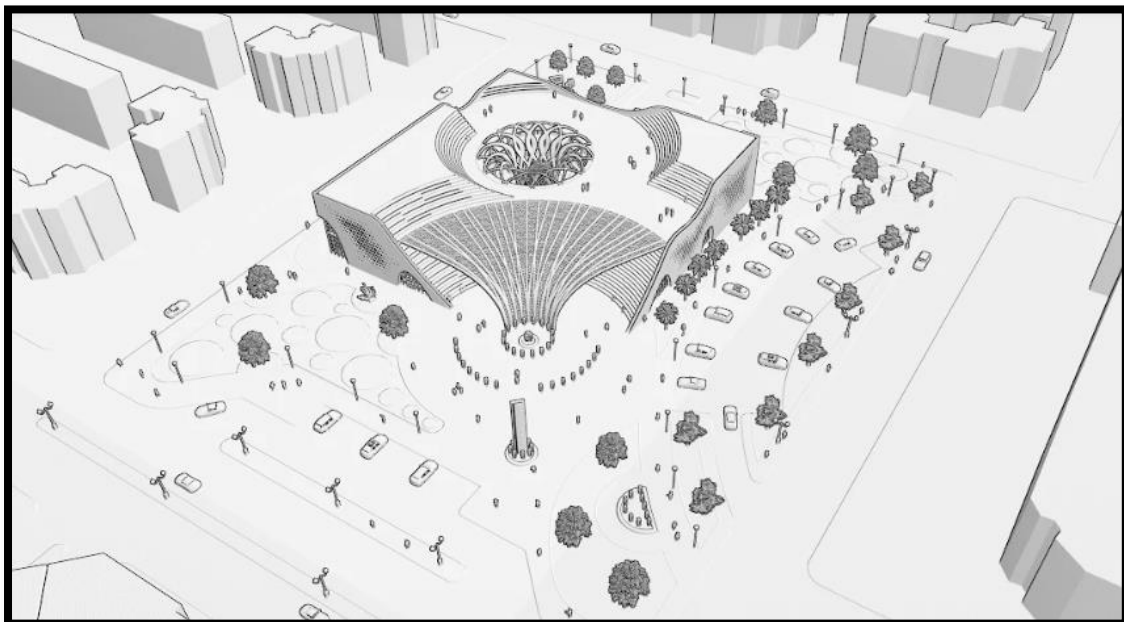
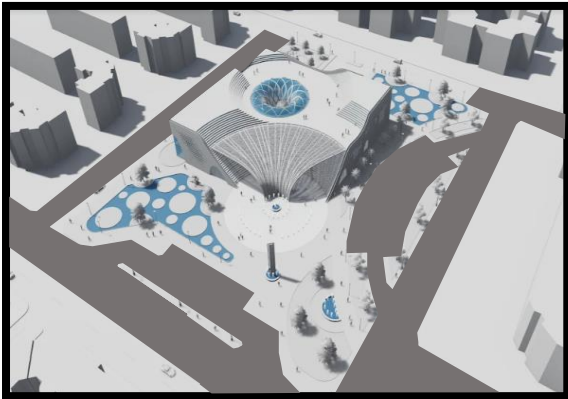
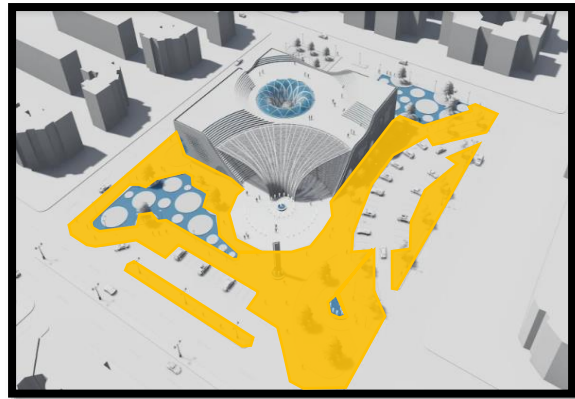


Figure 5 : Présentation du projet avec l'espace extérieur

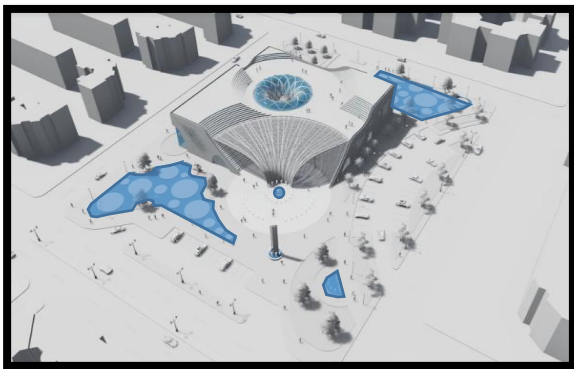
(Source : auteur)



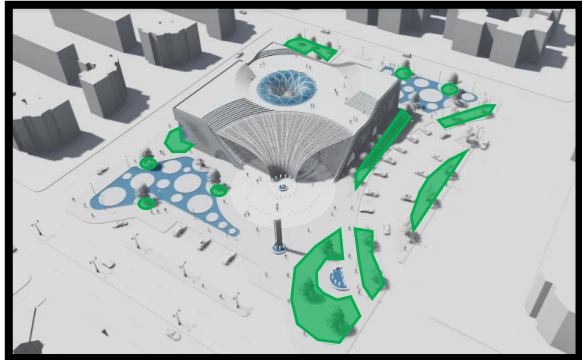
Accès mécanique (source : auteur)



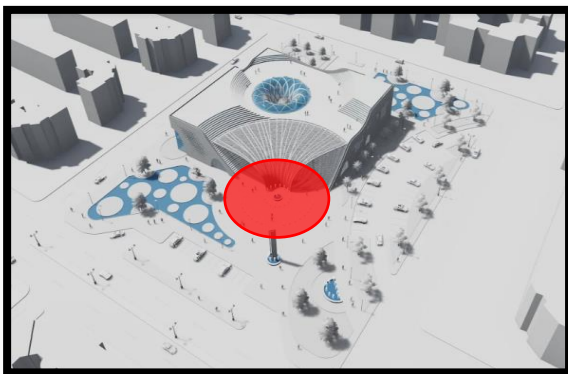
Espaces piétons (source : auteur)



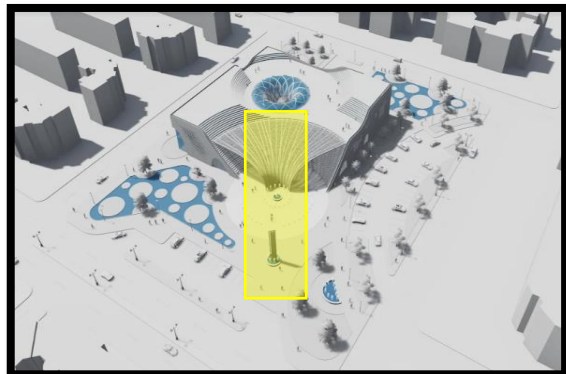
Espaces d'eau (source : auteur)



Espaces végétalisés (source : auteur)



Espaces d'exposition (source : auteur)



Entrée principale du projet (source : auteur)

3.2.4 Elaboration de détail biomimétique au projet :

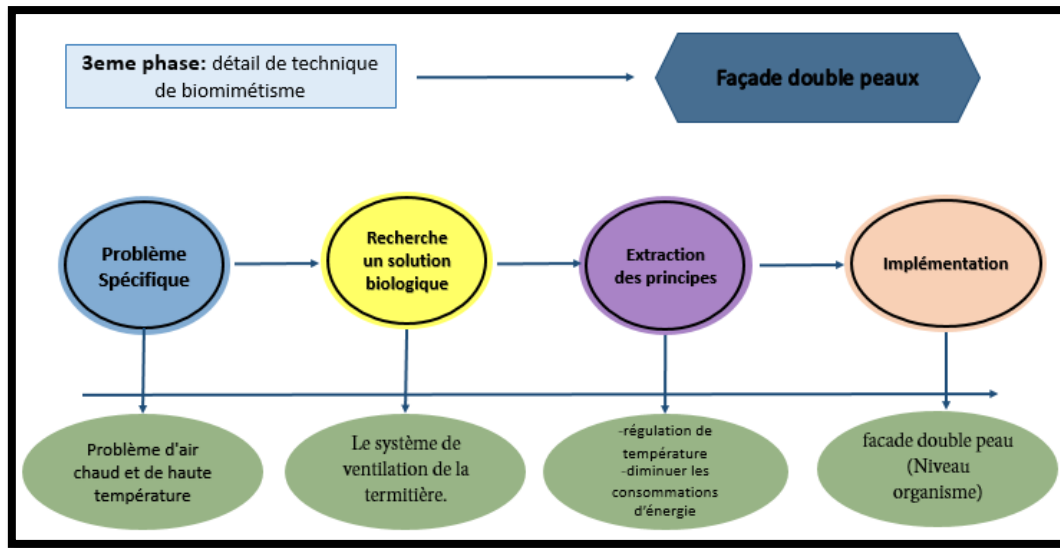


Figure 6: Diagramme d'élaboration de détail biomimétique

(Source : auteur)



Figure 7: Détails de façade double peau dans le projet.

(Source : auteur)

Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté le fruit de notre travail de recherche et nous avons montré également comment nous avons appliqué les éléments de passage dans notre projet de centre culturel.

Conclusion générale

Conclusion générale

Notre étude a porté sur une thématique d'actualité qui est le biomimétisme et son application en architecture comme approche environnementale, ainsi que son application sur un projet de centre culturel qui inclue un intérêt particulier à la dimension contextuelle géo climatique mais aussi socioculturelle.

Notre intérêt à ce sujet c'est que nous savons que l'architecture est l'un des indices de l'évolution civilisationnelle de l'humanité. Il n'y a pas très longtemps elle a atteint un grand niveau de perfection technologique et esthétique. Mais ces dernières décennies, l'intérêt dans ce domaine comme beaucoup d'autres s'est orienté vers les conséquences néfastes de la crise énergétique et du réchauffement climatique sur l'environnement, menaçant le devenir de l'humanité et de tous les écosystèmes existant sur la planète. Par conséquent la recherche d'un environnement durable est devenue la préoccupation majeure de tous les intervenants dans différents secteurs et parmi eux le secteur de la production architecturale. C'est dans ce contexte que les architectes soucieux de cette problématique se sont orientés vers une architecture plus respectueuse de l'environnement. Ils ont cherché des solutions diverses pour le faire, parmi ces solutions ils se sont orientés vers la nature même pour s'inspirer des réponses naturelles à des problématiques de durabilité complexes. C'est dans ce contexte que on s'est intéressé à l'architecture biomimétique comme cas d'étude thématique. Sur un autre plan la question du vide

Par ailleurs, la dimension culturelle représente un enjeu important dans le développement des sociétés et leur civilisation. Parmi les stratégies adoptées par l'état en Algérie dans ce contexte, c'est la mise en œuvre des politiques visant à promouvoir cet aspect à travers, notamment la création des institutions culturelles qui valorisent toutes les activités culturelles des différentes catégories de la société et en particulier la jeune population qui est l'avenir du pays. Parmi ces institutions, on trouve les Centres Culturels qui viennent répondre à un besoin de canaliser les activités des jeunes vers la créativité au lieu du vide qui mène vers la délinquance. C'est pour ces raisons que notre choix s'est porté sur ce type de projet. Le contexte géoclimatique aride que représente Biskra, ville au patrimoine culturel très riche a été choisi car il représente d'un côté un cas intéressant pour englober différentes activités culturelles dans un même lieu et aussi qu'il peut être un cas intéressant d'application de notre thème qui est l'architecture biomimétique en intégrant la dimension culturelle dans sa conception. Sur un autre plan la qualité de la conception de ce type de projet à Biskra est très loin de répondre à leurs besoins environnementaux car ils sont conçus sans tenir compte des caractéristiques géo climatiques de leur contexte. Ceci les rend inadaptés au climat par les choix de conception et de matériaux. Sur un plan spatio-fonctionnel ils ne sont ni accueillants ni attirants.

Notre étude thématique de l'approche architecturale biomimétique s'est intéressée d'abord au biomimétisme comme approche globale dans différents domaines où l'homme s'est inspiré de la nature pour résoudre différentes problématiques allons du domaine de l'aviation au domaine médical.

En effet, l'architecture biomimétique à une conception directement influencée par les formes les fonctions et les processus proposés par la nature. Il s'agit d'une activité interdisciplinaire de développement durable qui cherche à s'inspirer des principes du nature basé sur des systèmes et des valeurs qui permettent la vie. A travers Les processus de conception biomimétique en architecture, Janine Benyus distingue qu'il existe trois niveaux de biomimétisme : l'organisme (Organism), le comportement (Behaviour) et l'écosystème (Ecosystem).

Notre étude de l'approche architecturale biomimétique nous a permis d'explorer diverses techniques bio-inspirées ainsi que des modèles de façades biomimétiques adaptatives inspirées de la nature, et d'en choisir la technique de la façade à double-peau comme stratégie environnementale adaptée au climat aride de la région.

Le deuxième volet de notre étude thématique nous a permis de développer nos connaissances sur le thème de la culture à travers des quelques définitions et notions de la culture ainsi que la spécificité d'un projet de centre culturel, à travers d'abord les normes réglementaires de la conception d'un centre culturel et puis dans le chapitre suivant à travers l'analyse des exemples des centres culturels livresques et existants, nous avons conclu les critères essentiels de construire un centre culturel, tels que le bon choix de la situation du projet, l'intégration immédiat et lointaine, bon accessibilité, et plus profondément l'étude du circulation et l'organisation spatiale et fonctionnelle des projets. Pour objectif de savoir comment fonctionne ce genre de bâtiments, et avoir un programme surfacique.

Le chapitre suivant nous a permis d'étudier les conditions climatiques et les ressources environnementales de région aride a climat chaud et sec de Biskra. Nous avons fait aussi une étude de l'environnement physique de région aride ainsi qu'une étude bioclimatique en prenant la bonne décision de l'idée e qui affecte non seulement la forme du projet mais son fonctionnement, sa relation avec l'environnement immédiat, et les exigences d'un bâtiment culturel peuvent réussir dans la conception et concevoir un bâtiment pouvant attirant l'attention du public.

Quant au dernier chapitre, il a est dédié à la présentation du projet et nous avons expliqué nos objectifs et les déférents éléments de passage, qui ont permis de concevoir un équipement culturel, qui répond aux exigences biomimétiques par l'utilisation des principes de biomimétisme (la ventilation naturelle par l'utilisation de façade double peau), dans la conception du projet.

Bibliographie

Bibliographie

Abaeian, H, R Madani, and A Bahramian. 2016. "Ecosystem Biomimicry : A Way to Achieve Thermal Comfort in Architecture." *Int. J. Hum. Capital Urban Manage* 1(4) : 267–78.

Ansar, A. mounir, & Djebaili, I. (2016). *L'efficacité énergétique dans le bâtiment architectural*.

Benyoucef, Y. M., & Razin, A. (2018). *BIOMIMICRY ARCHITECTURE, FROM THE INSPIRATION BY NATURE TO THE INNOVATION OF THE SAHARAN ARCHITECTURE* (Issue Figure 1). <https://doi.org/10.23968/2500-0055-2018-3-4-3-12>.

Benyus, Janine. 2005. *February Janine Benyus : Biomimicry's Surprising Lessons from Nature's Engineers*.

Biomimicry Guild, *Innovation Inspired by Nature Work Book*, Biomimicry Guild, 2007.

BRIANT, F. (2018). *BIOMIMÉTISME EN FRANCE*

Buck, N. T. (2015). *The Art of Imitating Life : The Potential Contribution of Biomimicry in Shaping The future of our cities* (Issue October).

Chayaamor-Heil, Natasha, François Guéna, and Nazila Hannachi-Belkadi. 2018. "Biomimétisme En Architecture. État, Méthodes et Outils." *Cahiers de la recherche architecturale, urbaine et paysagère*.

Chloé, L., & Caroline, R. (2020). *PROJETS URBAINS BIO-INSPIRES*. Elghawaby, M. M. (2013). *Vers un confort thermique grâce à des concepts d' enveloppes de Bâtiments, inspirés de la nature : Le mur respirant comme un exemple biomimétique Approprié aux bâtiments en zones chaudes*.

Faid, Salah. 2018. "Culture et Conversion Culturelle Dans l'islam Dynamismes Réflexifs de Malek Bennabi." *الخطاب*.

(Florence Rosier,2020)

(Gruber, 2008).

Hargroves, K. J., & Smith, M. H. (2016). *Innovation inspired by nature : Biomimicry. International Journal of New Technology and Research*, 5(6). <https://doi.org/10.31871/ijntr.5.6.17>

Julian Vincent, « Biomimetics : its practice and theory »*Journal of the Royal Society Interface*, 18 avril 2006, 3, pp. 471-482.

John, Godfaurd, Derek Clements-Croome, and George Jeronimidis. 2005. "Sustainable Building Solutions : A Review of Lessons from the Natural World." *Building and Environment* 40

(Knight, 2001)

Bibliographie

Marine Delbreil-Bergès, (Le biomimétisme en architecture : analyse d'une démarche en pleine émergence), mémoire master 1 ENSA de Toulouse septembre 2015, ffdumas-01883385.

Natasha Chayaamor-Heil, François Guéna et Nazila Hannachi-Belkadi, Biomimétisme en architecture. État, méthodes et outils, Les Cahiers de la recherche architecturale urbaine et paysagère, 1 | 2018

Neufert, E. (2010). NEUFERT Les éléments des projets de construction (L. Moniteur (ed.) ; 10^e ed).

Nessim, M. A. (2016). BIOMIMETIC ARCHITECTURE AS A NEW APPROACH FOR ENERGY EFFICIENT BUILDINGS.

(Parker & Lawrence 2001)

Pawlyn, Michael. 2010. "Using Nature's Genius in Architecture." *TEDSalon London 2010*.

(Pedersen Zari 2006)

Pitrou, Perig, Anne Dalsuet, and Bérengère Hurand. 2015. "Modélisation, Construction et Imitation Des Processus Vitaux. Approche Pluridisciplinaire Du Biomimétisme." *Natures Sciences Societes*.

(Ricard, 2015).

Sahel, Malika, Samia Louna, and Fadila Mokrane. 2019. "The Importance of Culture and Civilization in Malek Bennabi's Educational Project : The Algerian Case." *European Journal of Social Science Education and Research*.

Thierry, N. (2018). *Biomiétisme la nouvelle aquitaine, une région bio inspirée*. (Vincent et al. 2009).

Zari, M. P. (2006). BIOMIMETIC APPROACHES TO ARCHITECTURAL DESIGN FOR INCREASED SUSTAINABILITY.

Site web :

https://www.biomimicrynl.org/uploads/2/5/7/8/25784046/biomimicry38_designlens_g1.1.pdf

<https://www.nationalgeographic.fr/sciences/mathematiques-la-fascinante-suite-de-fibonacci-et-le-nombre-dor>

<https://ceebios.com/biomimetisme/>

www.canva.com

www.nationalgeographic.fr

www.nouvelobs.com

www.sciencesetavenir.fr

<https://bati-energie.be/fr-be/blog/post/biomimetisme>

Bibliographie

www.techniques-ingenieur.fr

<https://biomimtismesite.wordpress.com/>

<http://www.mickpearce.com/>

www.maison.com

www.researchgate.net

<https://books.openedition.org/>

