

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Seddik Benyahia – Jijel
Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Architecture



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :
MASTER ACADEMIQUE

Filière :
ARCHITECTURE

Spécialité :
ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT URBAIN

Présenté par :
TOUIER Anis
HAROUCHE Amer



THEME :
Le bio-mimétisme dans le cadre du design durable

Date de la Soutenance : 11 Juin 2016

Composition du Jury :

Samira BOUKETTA	Enseignante doctorante maitre assistante A, université de Jijel. Présidente du Jury
Warda BOULFANI	Enseignante doctorante maitre-assistante A, université de Jijel. Directeur de mémoire
Mounia Ouari	Enseignante maitre-assistante A, université de Jijel, Membre examinateur du Jury

REMERCIEMENTS

Louange à **Dieu** le tout puissant de nous avoir accordé toute la volonté et la persévérance durant nos cinq années d'études.

Nous ne pouvons empêcher de sourire en pensant aux nombreuses personnes qui ont contribué à faire de cette aventure, une période d'épanouissement et de réel plaisir.

Tentons ici quelques lignes de les remercier à hauteur de ce qu'ils nous ont apporté.

Nous tenons avant tout à exprimer nos très reconnaissance à **M BOULFANI Warda**, notre encadreur, qui par son exigence, sa disponibilité et sa rigueur, a permis de faire converger cette recherche, nous le remercions tout particulièrement pour tous les efforts consentis chaque jour, dès tôt le matin et jusqu'au soir, pour mener à bien ce projet et aussi pour sa gentillesse et son soutien à chaque étape de ce travail.

Nos vifs remerciements sont aussi adressés à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Nos parents, nos frères et sœurs qui nous ont aidés moralement et physiquement.

A tous nos amis.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin ne serait-ce que par le simple signe d'encouragement.

HAROUCHE Amer, TOUIER Anis

Promotion Juin 2016

DEDICACE

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence , à ceux qui m'ont donné la vie, l'espoir et l'amour, à ceux qui m'ont encouragé le long de mes études :

A la bougie qui éclairé mon chemin depuis ma naissance, à la source de ma vie ma très chère maman **Fatiha**.

A mes chers frères: **Ossama et Ramzi**.

A ma chère sœur : **Anfal**.

Je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

A ma chère amie avant d'être mon binôme **Amer** que j'aime trop et à toute sa famille.

A mes adorables amies : Zino, Messaude, Lotfi, Baki et khaled en souvenir de notre sincère amitié et des moments agréables et inoubliables que nous avons passé ensemble.

A notre promoteur et encadreur, **BOULFANI Warda** pour avoir dirigé ce travail.

A tous les étudiants de l'architecture et particulièrement mes collègues de la promotion 2016.

Et enfin à toute personne pour qui j'ai une place dans son cœur, que je connais, que j'estime et que j'aime.

Anis

DEDICACE

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence , à ceux qui m'ont donné la vie, l'espoir et l'amour, à ceux qui m'ont encouragé le long de mes études :

A la bougie qui a éclairé mon chemin depuis ma naissance, à la source de ma vie ma très chère maman **Razika**.

A ma chère **grande mère** la Baraka de notre maison que dieu nous la garde.

A mon cher frère: **Mohammed**.

A mes chère sœur : **Lamia et Bouchera**.

A mon chère amie avant d'être mon binôme **Anis** que j'aime tellement et à toute sa famille.

A mes adorables amies : Chouaibe, Ammar, Ossama, Massaude, Zino, en souvenir de notre sincère amitié et des moments agréables et inoubliables que nous avons passé ensemble.

A notre promoteur et encadreur **BOULFANI Warda** pour avoir dirigé ce travail.

A tous les étudiants de l'architecture et particulièrement mes collègues de la promotion 2016.

Et enfin à toute personne pour qui j'ai une place dans son cœur, que je connais, que j'estime et que j'aime.

Amer

Table des matières

• Remerciement/Dédicace.....	
• Table des matières	
• Table des illustrations.....	
Introduction générale.....	1
I. Préambule.....	1
II. Motivation du choix du thème et du site	2
III. Problématique.....	3
IV. Hypothèses et objectifs.....	5
V. Méthodologie et structure du mémoire	5

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

Introduction	8
I.1. Terminologie et définitions	9
I.2. Historique: le bio mimétisme avant la lettre	10
I.3. Différences d'approches	12
I.3.1. Le bio morphisme : innovation esthétique	12
I.3.2. La bionique : innovation technologique.....	13
I.3.3. Le bio mimétisme : innovation durable.....	14
I. 4. Le bio mimétisme dans notre vie quotidienne	14
I. 4. 1. L'exploration cruciale du bio mimétisme	14
I. 4. 2. Des enjeux et des contraintes pressants	15
I. 4.3. Les problèmes résolus par le bio mimétisme	16
I. 5. Positionnement du bio mimétisme architectural face aux autres courants architecturaux «naturalistes»	16
I.5.1. Présentation des principaux mouvements architecturaux inspirés des organismes vivants	16
a. L'Art Nouveau	17
b. L'architecture organique	18
c. L'architecture biomorphique et bionique	20
I.5.2. L'architecture biomimétique, un mouvement en continuité des courants passés	22
I. 6. Les principes de l'architecture biomimétique	24

I.6.1. Un fonctionnement lié aux énergies renouvelables et une optimisation des ressources	25
I.6.2. Une adaptation de la forme à la fonction	25
I.6.3. Un fonctionnement en boucle et une organisation régénérative basée sur le recyclage	26
I. 6. 4. La récompense de la coopération et des interactions	27
I. 6. 5. Une capitalisation sur la diversité	27
I. 6. 6. Une expertise locale	28
I. 6. 7. Des techniques et matériaux simples et sains	28
Conclusion.....	29

CHAPITRE II: LE BIO-MIMETISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECOCONCEPTION)

Introduction	30
II.1. Généralité sur le développement durable	30
II.1.2. Objectifs et finalités	31
II.1.3. L'agenda 21 du développement durable.....	31
II.2. Le bio-mimétisme une démarche de conception architecturale	31
II.2.1. L'approche formelle	32
a. La forme, l'apparence esthétique	32
b. La structure.....	33
c. Les matériaux	36
II.2.2. L'approche fonctionnelle	36
a. La thermique et la ventilation.....	37
b. L'aérodynamisme.....	38
c. L'autosuffisance en ressources naturelles.....	39
II.2.3. L'approche éco systémique	39
II.2.4. La bio-assistance.....	41
II.3. L'architecture biomimétique, une nouvelle tendance de l'architecture durable (éco-conception)	44
II.3.1. Eco-conception	44
II.3.2. Naissance de L'éco-conception.....	44
II.3.3. Objectifs d'éco-conception.....	45

II.3.4. Applications en architecture	45
Conclusion.....	48

CHAPITRE III: LES TECHNIQUE ET LES PROCEDES DU BIOMIMETISME

Introduction	49
III.1. Le biomorphisme: (des toitures copiées sur des toiles d'araignées)	49
III.2. Structure: (des bâtiments résistants inspirés d'une éponge de mer)	52
III.3. La ventilation et la thermique : (système de ventilation des termitières)	53
III.4. L'éclairage: (des bactéries pour remplacer l'éclairage électrique)	57
Conclusion.....	60

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

Introduction	61
IV.1. Généralité sur la ville de Jijel	61
IV.1.1. Présentation de la ville de Jijel	61
IV.1.2. Analyse climatique de la ville de Jijel.....	62
IV.2. Cas d'étude	63
IV.2.1. Motivation du cas d'étude.....	63
IV.2.2. Présentation du cas d'étude.....	63
IV.2.3. Climatologie	64
IV.2.4. Hydrologie et hydrographie du site.....	66
IV.2.5. Méthode de l'enquête sur terrain.....	66
a. Construction du questionnaire.....	66
b. Collecte de données (les échantillons)	67
c. L'analyse des résultats de l'enquête	67
1. La perception de la richesse naturelle du site de BOUBLATTEN (faune et flore)	67
2. La possibilité de faire un projet bio mimétique et durable dans le site de BOUBLATTEN	68
3. La perception de plaisance de la bande littorale.....	69
IV.3. L'approche conceptuelle.....	71
IV.3. 1. Présentation du terrain.....	71
a. Situation et délimitation.....	71

b. La superficie	71
c. Réseau d'assainissement.....	71
d. Réseau d'électricité.....	71
e. Servitude et nuisances.....	72
IV.3.2. Les données d'inspiration	72
IV.3.3. Objectifs et intentions	72
IV.3.4. Projet d'intervention	72
IV.3.5. Argumentations.....	72
a. Acquis et expériences des architectes ou écrivains célèbres	73
b. Constat	73
IV.3.6. Le scénario d'idée	73
IV.3.7. Les étapes de travail.....	74
a. Etape de fertilisation	74
b. Etape embryonnaire	74
c. Etape de croissance fœtale Etape de transition	75
d. Etape de transition	75
e. Etape finale	76
IV.3.8. L'organisation de l'idée.....	76
a. Les unités	76
b. Le plan de masse.....	77
Conclusion	78

Conclusion générale.....	79
---------------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Abstract

ملخص

Table des illustrations

Liste des figures	1
Figure 1: structure et méthodologie de travail (Source : Auteur)	7
Figure 2: exemple d'architecture organique (Source : www.maison.com)	18
Figure 3: Darmstadt et maison Hundertwasser (Source : projets-architecte-urbanisme.fr)	20
Figure 4: Genève 2020 (Vincent Callebaut), jungle urbaine a Hong Kong, jacques bougerie (Source : projets-architecte-urbanisme.fr)	21
Figure 5: Les 3 piliers du développement durable (Source : www.picardietourisme-acteurs.com)	30
Figure 6: les radiolaires et les diatomées (Source : www.microscopies.com)	34
Figure 7: Le Crystal palace de Joseph Paxton, Feuille de nymphéa, coquillage, Le marché de Royan de Louis Simon (Source : fr.wikipedia.org)	34
Figure 8: Tour Swiss de Norman Foster & éponge de mer (Source : citiesnature.wordpress.com)	38
Figure 9: Système de ventilation naturelle d'une termitière, Fonctionnement de l'Eastgate, Mike Pearce (Source : lewebpedagogique.com)	38
Figure 10: Théâtre de l'eau à Las Palma, Nicolas Grimshaw (Source : www.greenunivers.com)	39
Figure 11: Le stenocara, insecte bioinspirateur (Source : www.naturalhistorymag.com)	39
Figure 12: Cycle de vie d'un produit (Source: www.eco-conception.fr)	44
Figure 13: Immeuble de bureaux (Maxon), vue int et ext, ville de Preston, Angleterre (Source : www.enerzine.com)	47
Figure 14: stade olympique de Munich. Allemagne (Source : www.info-stades.fr)	51
Figure 15: Squelette de l'armature soutenant la membrane souple (Source : biomimétisme.eklablog.com)	51
Figure 16: La structure de construction du squelette de l'éponge de mer (Source : www.siratus.com)	53
Figure 17: Schéma du système de ventilation d'une termitière (Source : www.divinatix.com)	53
Figure 18: Schéma du système de ventilation de L'Eastgate Building (Source : smartwave.altervista.org)	55
Figure 19: Schéma du système de ventilation de La maison de plantes alpins à Kew Gard (Source : www.lankaart.org)	56
Figure 20: Bioluminescence. Place des Festivals, Montréal (Source : www.openform.ca)	59
Figure 21: Situation géographique de la wilaya de Jijel et ses limites (Source : www.wilayadejijel.net)	61

Figure 22: Situation du cas d'étude par rapport à la ZET de Boublatten (Source : google earth pro, 2013)	63
Figure 23: Situation et délimitation du terrain de BOUBLATTEN (Source : Google Earth Pro, 2013)	70
Figure 24 : Planning d'idée (Source : Auteurs)	72
Figure 25: Etape de fertilisation du DAUPHIN (Source : fr.wikipedia.org)	73
Figure 26: l'administration du projet (Source : Auteurs, 2016)	73
Figure 27: Etape d'embryonnaire du DAUPHIN (Source : fr.wikipedia.org)	73
Figure 28: Bloc de recherche en faune et flore du projet (Source : Auteurs, 2016)	73
Figure 29: Bloc de recherche en chimie industrielle (Source : Auteurs, 2016)	74
Figure 30: Etape de (Source : fr.wikipedia.org)	74
Figure 31: Etape de (Source : fr.wikipedia.org)	74
Figure 32: Le musée maritime du projet (Source : Auteurs, 2016)	74
Figure 33: Forme finale du projet selon le cycle de vie du DAPHIN (Source : Auteurs, 2016)	75
Figure 34: Structure des éléments du projet.....	76
Figure 35: Structure des éléments du projet.....	77

Liste des photos

Photo 1 : Robot Arqua Jelly inspiré des mouvements d'une pieuvre, par Femto, 2008 (Source : www.Humanoides.fr)	13
Photo 2: la zoologue allemand. Luc schuler (Source : www.rfi.fr)	22
Photo 3: l'inspiration végétale contractant l'image de l'arbre (Source : www.rfi.fr)	22
Photo 4: le village olympique de Barcelone, Franck Gehry. (Source : www.aviewoncities.com) ...	33
Photo 5: Aéroport Lyon Saunt-Exupéry, Santiago Calatrava. (Source : www.wikipedia.org)	33
Photo 6: The yellow lost dog, François Scali. (Source: www.skyscrapercity.com)	33
Photo 7: pavillon américain de l'exposition universelle (Source: https://fr.wikipedia.org)	34
Photo 8: la Sagrada Familia (Antonio Gaudi), une cathédrale de nature (Source :holeinthedonut.com)	35
Photo 9: terminal international Waterloo de Londres, Nicolas Grimshaw & partners (Source: www.engineering-timelines.com)	38
Photo 10: Dragonfly, un projet de biomimétisme écosystémique de Vincent Callebaut (Source : vincent.callebaut.org)	41
Photo 11: L'auer world palace (Source : www.atlasobscura.com)	41

Photo 12: La cité tressée et la cité des habitarbres, Luc Schuiten. (Source : www.vegetalcity.net)	.43
Photo13: projets d'Eugène Tsui (Source : www.sfgate.com)	.....45
Photo 14: Ministère du Qatar, plante de cactus (Source : www.designboom.com)	.....46
Photo 15: Le centre d'art Esplanade à Singapour (Source : www.enerzine.com)	.....47
Photo 16: toile d'araignée (Source : www.divinatix.com)	.....51
Photo 17: La toiture vitrée originale du centre commerciale Fiera Milano, en Italie (Source : biomimetisme.eklablog.com)	.....51
Photo 18: Euplectella aspergillum dit Fleur de Vénus (Source : www.pinterest.com)	.....52
Photo 19: tour swiss re londres 2004 (Source : www.arc.ulaval.ca)	.....53
Photo 20: Hearst Tower (2002) Manhattan. William Randolph Hearst (Source: en.wikipedia.org)	53
Photo 21: L'Eastgate Building, Mick Pearce (Source: www.divinatix.com)	.....54
Photo 22: vue intérieure et extérieure de L'Eastgate Building (Source: greenhomenyc.org)	.....55
Photo 23: La maison de plantes alpins à Kew Gard, conçu par Wilkinson Eyre et Patrick Bellew (Source : www.lankaart.org)	.....56
Photo 24: Le Singapore Arts Centre à Singapour (Source : www.e-architect.co.uk)	.....56
Photo 25: méduses, Pouple bioluminescent (Source : trufaut.nature.free.fr)	.....57
Photo 26: Lampe autonome éclairant grâce au principe de chimiluminescence (Source : huffingtonpost.fr)	.....58
Photo 27: Plante de tabac bioluminescent (Source : huffingtonpost.fr)	.....58

Liste des tableaux

Tableau 1: La comparaison entre la soie d'araignée, le kevlar et l'acier (Source : biomimetisme.eklablog.com)	..... 49
Tableau 2 : Pluviométrie moyenne mensuelle (mm/an), (Source : SELTZER et station météo de JIJEL)	.....64
Tableau 3 : Nombre de jours pluvieux par mois (SELTZER et station météo de JIJEL)	..... 64
Tableau 4 : Les précipitations de pluie pour chaque saison (Source : SELTZER et station météo de JIJEL)	.....64
Tableau 5 : différentes températures calculées sur une période de l'année 2015 (Source : Station météorologique de Jijel)	..... 75
Tableau 6 : Force du vent : Moyenne mensuelle (Source : SELTZER et station météo de JIJEL)	..66

Liste des graphes

Graphe 1: Graphique réalisé à partir des données de l'USGS (le service géologique des : États-Unis). (Source : fr.earthquake-report.com)	15
Graphe 2 : Variation des températures moyennes, maximales et Minimales, année 2015 (Source : Station météorologique de Jijel)	65
Graphe 3: Evaluation de la richesse naturelle	67
Graphe 4 : Evaluation de richesse du site en faune et flore	67
Graphe 5: Evaluation de l'état actuelle de la faune et la flore	67
Graphe 6: Evaluation de l'impact environnementale.....	67
Graphe 7: Evaluation du confort psychique de la band littoral	68
Graphe 8: Evaluation de l'aspect agréable de la plage	68
Graphe 9: Evaluation de l'aspect agréable de la plage	68
Graphe 10: Evaluation de l'aspect désagréable de la plage	68
Graphe 11: Evaluation de l'extension vers un autre projet.....	69
Graphe 12: Evaluation des espaces de plaisances à proximité.....	69
Graphe 13: Evaluation de l'exploitation de faune et flore maritime	69
Graphe 14: Evaluation des facteurs qui peuvent rendre la bande littorale agréable	69
Graphe 15: Evaluation de l'atout d'adition un centre d'exposition en écologie marine.....	70
Graphe 16: Evaluation des niveaux de satisfaction.....	70
Graphe 17: Evaluation de possibilité de faire un projet bio mimétique.....	70
Graphe 18: Evaluation de la durabilité d'un projet bio mimétique	70
Graphe 19: Evaluation de la notion bio mimétique.....	70
Graphe 18: Evaluation de la durabilité d'un projet bio mimétique.....	70
Graphe 19: Evaluation de la notion bio mimétique.....	70
Graphe 20: Evaluation de faire différemment	70

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

I. Préambule

« La Nature est un professeur universel et sûr pour celui qui l'observe. »¹ Carlo Goldoni.

De nos jours la planète fait face à une crise environnementale majeure contre le réchauffement climatique, l'épuisement des ressources naturelles, une prévision d'une sixième grande extinction animales et végétales. Ceci est provoqué majoritairement par l'homme, et surtout, si son mode de vie continue de cette manière.

La durabilité a plusieurs domaines d'application, dont les bâtiments ont des répercussions sur le quotidien des citoyens, et génèrent l'empreinte sur l'environnement, d'où l'architecte est l'un des acteurs majeurs, des questions environnementales et de durabilité, comme le dit **Antonio Gaudi** « *L'architecte du futur construira en imitant la nature parce que c'est la plus rationnelle, durable et économique des méthodes* »².

De plus des nouvelles démarches sont apparues pour approprier les questions de l'architecture environnementales, par exemple la création des bâtiments ayant une haute qualité environnementale, une haute performance énergétique et qui ont une basse consommation énergétique, ou par de nouvelles méthodes scientifiques telles que le calcul de l'empreinte écologique, pour analyser l'effet des bâtiments sur l'environnement...etc.

Cependant, les évolutions techniques sont bien fortes mais n'oublions pas les nouveaux mouvements de l'architecture qui se trouve généralement dans l'ingénierie et le design (mode de conception) qui intègre le fait environnemental, ou le **bio mimétisme** apparait comme courant prometteur. Il a une forte progression révolutionnaire qui consiste à imiter les réalisations les plus efficaces de la nature, et s'en inspirer dans la production de solutions pour notre quotidien. En une phrase nous pouvons dire que c'est un concept, qui s'inspire de la nature pour concevoir des objets, voir même des bâtiments. C'est pour cela que nous avons souhaité développé ce sujet novateur dans le cadre de notre recherche.

¹ ROCCA Alessandro, PIOT Christine, Architecture naturelle, édition actes Sud, collection architecture. P.04.

² MONFORT-WINDELS Fabienne, Le bio mimétisme, la Nature formidable source d'inspiration. P.29.

INTRODUCTION GENERALE

II. Motivation du choix du thème

Bien avant d'entamer l'étude sur notre thème d'intervention, nous avons toujours eu un intérêt envers une question de priorité concernant l'éco conception. Elle est très sûrement initiée par la situation actuelle aggravant au fur et à mesure. nous avons dans une crise écologique et environnementale croissante qui est devenue visible pour la majorité des gens autour des années 2000, avec l'élévation du taux d'urbanisation et l'empiétement généralement sur les terres agricoles et montagneuses.

Or, nous savons désormais qu'en suivant notre système de production et de consommation actuel, nous ne garantissons pas un avenir stable pour les prochaines décennies, que peut-on faire ? Pour répondre a cette question nous avons pris un intérêt spécifique pour une démarche de conception durable, basé sur une inspiration biomimétique, donc on fait le retour à la nature. « *Le génie de l'homme peut reproduire de nombreuses inventions grâce à la mise en œuvre de divers instruments contribuant au même but. Cependant, il n'en fera jamais de plus beau, de plus simples ou de plus adaptées que celles de la nature car, dans ses inventions à elle, rien ne manque et rien n'est superflu.* »³ Léonard de Vinci.

Le bio mimétisme peut nous aider à dégager un mode de vie plus attrayant, car l'imitation consciente de l'esprit nature par l'homme est une stratégie de survie, une voie vers un avenir soutenable. Il peut également modifier notre façon de voir et d'appréhender le monde. En effet, nous approfondissons notre respect de la nature, et celui ci mène à la gratitude, puisque grâce à lui naît le désir ardent de protéger la nature qui nous entoure.

Notre mémoire s'oriente donc tout naturellement vers une étude reliant la conception à la durabilité, c'est " le bio mimétisme "qui se résume généralement sous le nom d'éco conception. Par éco-design, on comprend la création de produits qui limitent leur impact sur l'environnement par une réflexion globale autour du cycle de vie de l'objet, cette pratique très large a aussi pour intérêt d'introduire de nouvelles méthodes de réflexion, et de nouvelles manières de penser.

L'inspiration bio mimétique, qui se définit comme une nouvelle ingénierie inspirée du vivant, il est donc le fait de contempler et de s'inspirer de la nature pour créer et innover durablement.

³ BENYUS Janine, Bio mimétisme, quand la Nature inspire des innovations durables, édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD, 2011.P.06.

INTRODUCTION GENERALE

Cette idée finalement reste toujours vieille comme le monde n'a pas toujours débouché sur des créations élégantes. Dans cette rubrique un regard particulier envers cette démarche notamment lorsqu'elle devient un outil du développement durable. En effet, on peut apercevoir une infinité de choses dans la nature, mais ce qui compte, c'est le fait d'en extraire quelque chose d'intelligent.

Pour nous, ce sujet est une grande opportunité à ne pas rater, vu son importance et son poids dans notre professionnelle.

Motivation du choix du site

Un relais envoûtant niché entre deux villes réputées pour leur beauté, Bejaïa et Jijel, qui s'incrustent parfaitement dans leurs reliefs, et prolonge indéniablement le destin de l'une et l'autre.

La proximité au porte de pêche et parc nationale de TAZA ou se déroule des émissions de recherche sur la biodiversité. C'est deux choses qui vont contribué a renforcé la vocation touristique et scientifique du site.

La zone de BOUBLATTENE est l'une des plus belles régions touristiques de la bande littoral L'ouest de la wilaya de Jijel, vu les grands atouts et les potentialités naturelles diversifiées qu'elle possède. En fait c'est un bon exemple pour aboutir a une conception durable et bio mimétique.

III. Problématique

Aujourd'hui malgré le fait que nous traversons une crise environnementale grave, quand d'autre s'inquiètent plus particulièrement aux problèmes économiques ou sociaux, par exemple. Pour nos part, l'urgence est bien de protéger notre environnement pour tendre vers des lendemains sereins et pérennes.

Néanmoins, les zones côtières de l'Algérie compte 80% de zones montagnard (direction du tourisme, relation urbanisme-végétation 2004), il possède des richesses naturelles, une diversité paysagère et environnementale, il est donc important de s'intéresser à l'investissement dans l'inspiration de la nature, en la revalorisant par une architecture respectueuse à son environnement .

Aussi, Jijel est l'une des villes forestières de l'Algérie, à son tour, elle se particularise par des potentialités naturelles énormes. L'espace forestier s'étend sur une superficie de **104844ha** soit **47.3 %** de la superficie totale de la wilaya (**recensement régionale de la direction de préservation des forêts 2001**). Cette

INTRODUCTION GENERALE

couverture forestière est constituée par des forêts naturelles telles que le parc national de Taza qui est classé dans le réseau mondial des réserves de la biosphère de l'*UNESCO*, il abrite parfaitement la faune et la flore et assure l'équilibre écologique du milieu.

Dans notre mémoire, nous cherchons à concilier **l'interaction entre l'inspiration bio mimétique et la création durable**, car l'homme doit changer l'état d'esprit. Maintenant suite à cette course effrénée de création et des techniques d'inspiration durable, la nature a besoin de reprendre son souffle. D'un côté elle a des capacités de régénération mais, elle est aussi discutable, car elle ne pourra le faire qu'avec l'aide de l'homme conscient de sa responsabilité.

Enfin, en tant que futur architecte innocent et naïf. Notre mémoire portée sur les questions suivantes :

- Comment l'architecte peut-il générer **des techniques et procédés d'inspiration** naturelles pour créer des produits ou services durables ?
- Autrement-dit, Comment le **bio mimétisme** peut-il nous **produire une architecture durable** ?

IV. Hypothèses

Afin de répondre à notre problématique, deux hypothèses ont été établies, et qui se présentent ainsi :

- La ré-exploitation des principes et **systèmes durables** peut se faire à travers le puisement dans la **nature**.
- Le **bio mimétisme** est une source d'inspiration pour innover **durablement de point de vue forme, procédés et techniques**.

Objectifs

Dès lors ces constats, nos préoccupations majeurs s'articulent autour des questions suivantes :

- **Puiser dans la nature** des principes et systèmes durables à **ré-exploiter** pour renaitre le **bio mimétisme**.

INTRODUCTION GENERALE

- Exploiter la richesse naturelle du site dans la zone de **BOUBLATTENE** afin de contribuer au développement économique et à l'épanouissement de la société local, tout en préservant l'environnement.
- **Appuis** sur les trois volets du **bio mimétisme (forme, procédées et techniques)** pour réaliser un projet qui répond aux principes de la **conception durable** .

V. Méthodologie et structure du travail

1. Méthodologie du travail

Après l'identification de la question majeure, autour de laquelle s'articule notre recherche, nous avons suivi une méthodologie structurée comme suit :

a) La collecte des données

Le travail de recherche est précédé par un recueil de documentations, de divers types bibliographiques livresques (livres, revues, bilans.....) ou électroniques.

A savoir les illustrations en image tirée de l'internet, ou bien des livres , revues..... concernant la présentation de la wilaya de Jijel et Zima Mansourah et la zone de **BOUBLATTENE**, ainsi que l'utilisation de Google Earth pour la lecture des cartes (les vues aériennes).

b) Le travail opérationnel

Il est matérialisé essentiellement par le travail mené sur terrain :

➤ Travail sur terrain

- Les interviews avec les directions et les gens ayant côtoyé le site.
- Les différentes visites effectuées sur l'assiette d'intervention et la prise des photos, afin de connaître les caractéristiques du terrain d'intervention et tirer une synthèse des potentialités et des contraintes de .
- Des entretiens ont été menés avec les directions concernées à savoir : la direction du tourisme, la commune de Zima Mansourah.....

Cela nous permet de cerner le projet dans toutes ses dimensions « maîtrise du fonctionnement, les relations entre les différentes composantes du projet.

INTRODUCTION GENERALE

2. Structure du mémoire

Généralement, un projet d'étude obéit à un processus de développement bien défini pour assurer une succession logique, une cohésion et une continuité entre les différentes étapes théorique et analytique qui constituent le fond de ce travail, nous avons adopté une structure qui va déterminer la progression et le sens de développement de notre travail, qui est divisé en trois approches :

a) Approche thématique

Elle concerne l'ensemble de définition, de notions thématique et de normes relatives à notre thème de recherche. Cette partie est importante, car elle nous permet d'avoir une base théorique, on peut la considérer comme point de départ pour l'élaboration des principaux éléments qui constitueront notre projection architecturale et urbanistique.

b) Approche analytique

Dans laquelle nous élaborons une analyse spatiaux-fonctionnelle des exemples, afin de bien comprendre les espaces, leurs utilités, et le fonctionnement général, pour enfin sortir avec un programme spatial adéquat, de qualité et de quantité.

Cette analyse des exemples est suivie par une étude de site et du terrain d'intervention.

c) Approche conceptuelle

Elle sera le fruit de toutes les études et les analyses précédentes, dans laquelle nous permet de mettre en place une programmation pour ce projet, suivie par une image initiale construite du projet qui la complétera, dans le but d'obtenir le programme final. En ce qui concerne la conception, ou nous irons exposés l'idée de base, ainsi que le principe d'organisation des éléments constitutants notre projet d'étude, à partir des recommandations et des objectifs arrêtés.



INTRODUCTION GENERALE

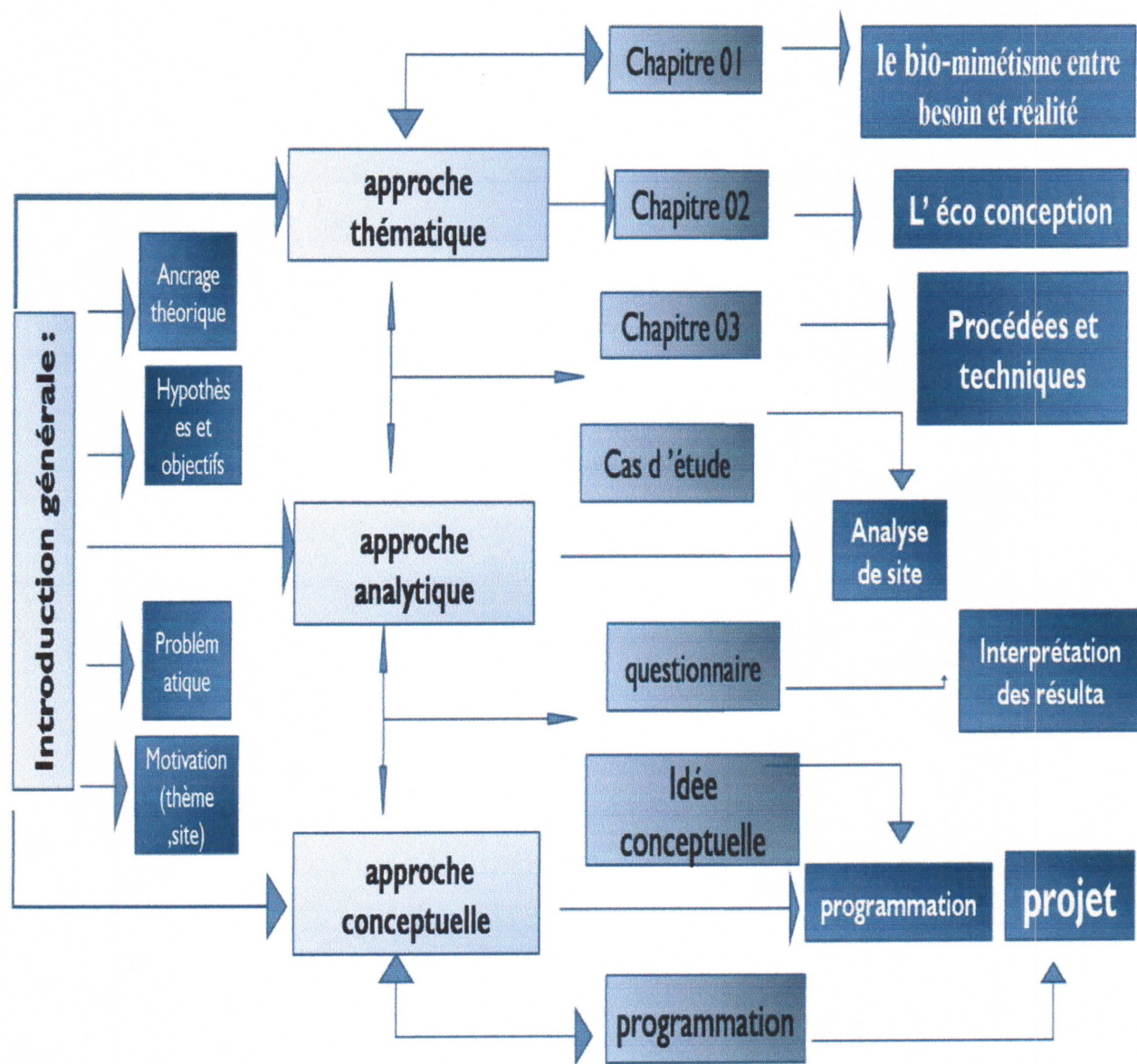


Fig. 1: structure et méthodologie du travail

Source: Auteurs

CHAPITRE I : le bio-mimétisme entre besoin et réalité.

« C'est une triste chose de songer que la nature parle et que le genre humain n'écoute pas ». (Victor Hugo)

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

Introduction

« *C'est une triste chose de songer que la nature parle et que le genre humain n'écoute pas* ».
(Victor Hugo)¹.

Aller chercher l'inspiration dans la nature n'est pas une idée neuve, la pratique a été courante tout au long de l'histoire de l'humanité, mais s'inspirer de la nature pour innover de façon durable, voilà une idée qui à l'objet de nos interrogations écologiques, prend un sens nouveau, la précision de nos outils d'observation nanométrique, nous a ouvert un champ d'exploration inédit, une source de connaissances inattendues sur des formes, des matières et des fonctions efficaces et durables. Due essentiellement à l'action de l'homme et dont les effets devraient aller en s'accroissant si aucun changement de pratiques et de modes de vie n'intervient à brèves et moyennes échéances. Si les phénomènes ne sont pas nouveaux, la prise de conscience de la responsabilité humaine dans la perturbation de l'environnement a gagné plus récemment toutes les strates de la société.

C'est dans ce contexte que de nouvelles pratiques et démarches sont apparues depuis une dizaine d'années pour intégrer avec plus d'acointance les questions environnementales dans l'architecture. En France, cela s'est traduit notamment par l'apparition de labels (HQE, HPE, BBC ...)². De nouvelles normes réglementaires ou encore de nouvelles méthodes scientifiques (calcul de l'empreinte écologique, bilan carbone...) pour mesurer et évaluer l'impact de l'homme, la pression que peut exercer un bâtiment sur l'environnement avec des matériaux, procédés, techniques et savoir-faire « écologiques », les grilles d'analyse se sont multipliées pour savoir si l'architecture produite ou envisagée est vertueuse.

Parallèlement aux évolutions techniques, de nouveaux mouvements et courants en architecture, qui ont émergés dans le monde de la conception (ingénierie, design, etc.) intégrant le « fait » environnemental apparaissent. Parmi ceux-ci, le bio mimétisme apparaît comme un courant prometteur, il s'affiche en effet comme un mouvement en forte progression et en plein essor. Cependant, s'inspirer de la nature - définition littérale du bio mimétisme - pour concevoir des objets, des techniques, des matériaux, des bâtiments est sans doute l'une des pratiques les plus

¹ ARUN Y, (2009). *Bio mimétisme la technologie imite la Nature*. P.06.

² HQE, Haute Qualité Environnementale. HPE, Haute Performance Energétique. BBC, Bâtiment Basse Consommation.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

anciennes dans le domaine créatif, mais depuis les années 90, un nouveau souffle en matière d'éco-conception, et le bio mimétisme en est un des leviers.

En fait, convient-il de s'interroger sur les apports du **bio mimétisme** en architecture ? En quoi est-il source de solutions pour une **architecture durable** ?³

I.1. Terminologie et définitions

« Imiter la nature » telle pourrait être la définition simplifiée du bio mimétisme, mais celle-ci serait bien incomplète et peu prédisposée à recouvrir l'ensemble des fondamentaux avancés par le bio mimétisme. Des précisions doivent être apportées.

Etymologiquement, le terme **bio mimétisme** provient de la réunion de deux mots grecs : **bios**, (la vie) et **mimesis**, (imitation).

Bios, la vie

- Cette première partie étymologique permet de circonscrire le champ de la « Nature » aux seuls organismes vivants (végétaux, animaux, micro-organismes) : ce qui vit, ce qui évolue et qui est par nature mortel, cela exclut de fait toute propension liée au substrat, à la minéralité de la nature (roche, sous-sol), à la matière inerte et abiotique, cette première circonscription a son importance car elle met de côté tout un pan de la mimétique qui s'est appliquée en architecture : l'architecture minérale en particulier (exemple : imitation de formes cristallines...). Cela ne porte pas non plus sur les éléments naturels (eau, terre, feu, air). Les objets d'observation du bio mimétisme sont les organismes vivants.⁴

Par la suite, dans la présente description par mesure de simplification, les termes « nature » et « environnement » seront utilisés de manière indifférenciée et se référeront à l'acception retenue d'organismes vivants.

³ BENYUS Janine, (2011). Bio mimétisme, quand la Nature inspire des innovations durables, édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD. P.54.

⁴ Idem.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

Mimesis, l'imitation

- Est une recherche de solutions architecturales inspirées par une étude approfondie de la vie, de la nature au sens large, celle-ci faisant preuve d'une incroyable ingéniosité dans la résolution des problèmes auxquels elle doit faire face. «*Petit Larousse illustré*».
- C'est l'art d'observer, de comprendre, d'apprendre du vivant et de s'en inspirer ou de l'imiter pour concevoir des produits, des procédés ou des **systèmes humains innovants et compatibles avec la biosphère**.⁵
- Cette notion se comprend dans un sens élargi allant de l'inspiration, jusqu'à la copie stricte des propriétés de ce qui est imité en passant par l'identification. Cela porte ainsi tout autant sur les formes poétiques et symboliques, les apparences physiques que sur le fonctionnement d'une entité. La biomimétique s'inscrit dans le registre de l'inspiration, au point que l'on parle aujourd'hui de bio-inspiration.

Imitation ou bien le **bio mimétisme** s'intéresse à tous les niveaux de la vie que ce soit au niveau des formes naturelles (spirales, cônes, branchages...), des phénomènes naturels (évaporation, aérodynamique...), d'organismes vivants, **même de conception architecturale**, chose qui nous s'intéresse dans notre mémoire.

I.2. Historique: le bio-mimétisme avant la lettre

Le terme de bio mimétisme apparaît au début des années 1980 mais il est popularisé par une biologiste naturaliste et écrivaine américaine : **JANINE BENYUS**, au milieu des années 90. Celle-ci s'est proposée, à travers son ouvrage « Bio mimicry : Innovation inspired by nature » (1997) de montrer et de décrypter les secrets de la nature dont l'homme peut s'inspirer pour concevoir des objets, des processus s'inscrivant dans une démarche de durabilité. Avec **DAYNA Baumeister**, naturaliste également, elles apparaissent comme les fers de lance d'une nouvelle discipline qui se met en place alors, consistant à observer les plantes, les animaux, les micro-organismes, à repérer ce qu'il y a de « meilleur » dans la nature en vue de trouver des solutions innovantes en termes de développement durable.

⁵ BAHAMON Alejandro, PEREZ Patricia, (2007). Architecture minérale, *analogie entre le monde minéral et l'architecture contemporaine*, Edition l'inédite, collection analogies. P.102.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

Si copier la nature n'est pas une nouveauté de tout temps, depuis l'origine de l'humanité, l'homme s'est inspiré de la nature pour créer et concevoir. la biomimétique apparaît pour la première fois, comme une démarche structurée et reproductible, une pensée présentant un certain nombre de principes. "Les exemples « bio-inspirés » sont très anciens, mais la formulation d'une démarche et d'une discipline rentrant en résonance avec le développement durable, elle, est récente ".⁶

"Les différentes espèces animales ou végétales ont dû et résolu de manière efficace, depuis 3,8 milliards d'années, des problèmes auxquels les hommes sont confrontés "⁷. Le **bio mimétisme** consiste dès lors à exploiter cette « recherche-développement » améliorée et optimisée en continu de génération en génération, pour trouver réponse aux problématiques humaines. L'idée soutenue par le bio mimétisme est que les organismes vivants sont les champions de la durabilité. Ils ont su trouver ce qui a marché, ce qui a résisté au temps tout en permettant une évolution (théorie de Darwin). La nature a résolu des problèmes dans tous les domaines de la vie (énergie, gestion de l'eau, utilisation de matière, etc.) avec toujours un minimum de moyen. "Par exemple, le colibri a la capacité de traverser le golfe du Mexique (2500 km) avec moins de 3 grammes de carburant, chose, pour l'heure impossible pour l'homme"⁸.

Le **bio mimétisme** est ainsi une approche basée sur la nature en recherchant les innovations nécessaires à la résolution de problèmes liés à la durabilité, cette approche s'est invitée dans la plupart des champs de la création, de la conception (design, ingénierie, robotique...) et de l'organisation (sécurité, management, information-communication...). Plusieurs exemples probants quant à leur application dans le domaine de la conception peuvent être cités :

- la création de la locomotive du **SHINKANSEN** ; le **TGV** japonais s'est inspiré du bec du martin pêcheur pour améliorer son profil aérodynamique (+10% de vitesse avec -15% de consommation électrique et une diminution des impacts sonores).
- les récentes combinaisons de plongées ou encore le fuselage de l'air bus a 320 se sont inspirés des micro-rainures de la peau du requin pour diminuer leur résistance à l'eau.

⁶ BENYUS Janine, (2011). *Bio mimétisme : quand la Nature inspire des innovations durables*, édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD. P.77.

⁷ MONFORT-WINDELS Fabienne, *Le bio mimétisme : la Nature formidable source d'inspiration*, SIRRIS Centre collectif de l'industrie technologique belge. P.91.

⁸ Idem.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

"Ces exemples sont infinitésimaux par rapport à la somme des expérimentations existantes, passées ou en cours⁹".

L'architecture est aujourd'hui un nouveau domaine d'application du bio mimétisme. Cependant, l'architecture biomimétique ne correspond pas simplement à un placage de principes mais s'inscrit dans le prolongement de plusieurs mouvements architecturaux qui se sont inspirés de la nature. "Aussi, paraît-il nécessaire, avant de détailler les fondamentaux de l'architecture biomimétique, de rappeler et de repositionner ce nouveau « courant » architectural dans l'évolution des autres mouvements architecturaux liés à la nature"¹⁰.

I. 3. Différences d'approches

I.3.1. Le bio morphisme : innovation esthétique

Le terme biomorphisme a été utilisé par des historiens d'art pour qualifier un certain nombre d'œuvres produites dans les années 1920-1930-1940, présentant des formes aux contours souples, plus ou moins complexes et évoquant la biologique. Concernant les arts plastiques, ce mouvement pictural n'a jamais été proprement envisagé comme un style mais seulement comme un vocabulaire formel spécifique, souvent associé au surréalisme, il prend inspiration directe de la nature.¹¹

Les processus propres à la nature guident l'œuvre biomorphique : naissance, croissance, génération, etc., le processus y est plus important que le résultat, il est morphologiquement dominé par la ligne courbe, libre, sinueuse et souvent refermée pour créer des formes irrégulières, la ligne courbe symbolise l'évolution du temps, l'aléatoire, la contingence, la matière s'opposant à la ligne droite atemporelle et absolue, cette tendance se place donc à mi-chemin entre le monde réel, les lois qui le régissent et l'imagination.¹²

On a donc recours à des formes issues de la nature, mais simplifiées et choisies pour des raisons structurelles et plastiques fortes, c'est un moyen de montrer le monde vivant dans toute sa vivacité, plus encore, il a pour vocation de reconstituer les liens rompus entre le monde et l'homme, or les artistes associés à ce courant sont *Kandinsky, Miro, Giacometti* ou encore *Picasso* pour n'en citer que quelques-uns.

⁹ BROSSARD Pauline, GAUTHIER Clélia, (2010). *Architecture et développement durable, un gigantesque défi*, édition archibooks. P.98.

¹⁰ Idem.

¹¹ GAUZIN-MÜLLER Dominique, (2001). *L'architecture écologique, 29 exemples européens*, édition le Moniteur. P.64.

¹² Id. P.70.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

I.3.2. La bionique : innovation technologique

De tout temps, l'intelligence humaine a sondé celle de la nature pour perfectionner ses inventions même si, parfois, les moyens techniques nécessaires pour les réaliser ne suivaient pas, les machines volantes inspirées des oiseaux ou des chauves-souris que dessinait *Léonard de Vinci* ne pouvaient pas décoller, faute de matériaux assez légers ou de moteurs assez puissants. "En revanche, depuis le XIXème siècle, les progrès technologiques ont été impressionnants notamment grâce à la révolution industrielle, que l'homme a commencé à maîtriser de nouveaux outils de fabrication et a su techniquement répondre à de nombreux besoins."¹³

De nos jours, une autre révolution est en route, celle de l'exploration de l'infiniment petit, bien qu'existant précédemment sous une forme artisanale, la bionique prend de plus en plus de sens aujourd'hui grâce aux progrès technologiques grandissants, a cet propos la nature peut se révéler alors très instructive pour tout chercheur déterminé, et la bionique est donc une forme de bio mimétisme qui s'applique surtout à l'ingénierie et concerne les technologies avancées, bien que le designer travaille en permanence aux frontières de ces domaines, il ne sera pas proprement question de bionique dans cet écrit, même si 'y ferai tout de même référence ponctuellement.¹⁴

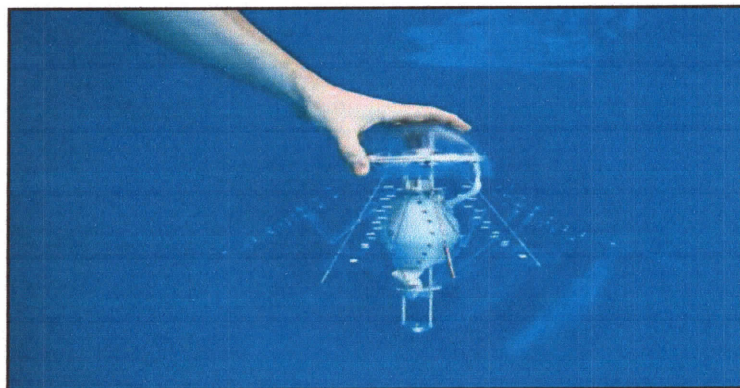


Photo. I.1 : Robot Arqua Jelly inspiré des mouvements d'une pieuvre, par Femto, 2008.
Source : Source : [www. Humanoides.fr](http://www.Humanoides.fr)

¹³ YAHYA Arun, (2009). *Bio mimétisme, la technologie imite la Nature*. P.29.

¹⁴ Id. P.34.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

I.3.3. Le bio mimétisme : innovation durable

Le bio mimétisme est une discipline qui étudie les meilleures idées de la nature pour ensuite les imiter et appliquer leurs concepts et processus aux problèmes humains, le processus de l'imitation est à la base de tout apprentissage, et imiter les autres espèces est un phénomène que l'on retrouve dans la plupart des cultures en contact étroit avec le monde vivant.¹⁵

" La nature a de tout temps dû imaginer des solutions permettant de résoudre des problèmes auxquels nous-mêmes sommes confrontés, **Janine Beynes**, biologiste initiatrice de cette grande philosophie explique que lorsque l'homme construit un gratte-ciel, c'est analogue au rouge-gorge qui fait son nid : c'est une extension de corps soumise à la sélection naturelle. Les questions à se poser sont donc :

Cette extension est-elle bien adaptée à son environnement et à une vie prolongée sur Terre ?- Répond-elle à des besoins vitaux de manière durable. Bien que nous trouvions peu d'intérêt à la copie dite « poétique » qu'apporte le biomorphisme, ainsi, par la copie technologique que représente la bionique, toutefois, nous suis passionner par la démarche globale que propose le nouveau bio mimétisme, car extraire des principes intelligents de la nature pour les adapter dignement à nos besoins quotidiens.

Pour répondre aux questions précédentes, nous sommes mener de dire que, tout ce que nous concevons doit en définitive s'accorder avec la nature et s'inscrit dans le cadre du désigne durable ou ce qu'on appelle **éco -conception**."¹⁶

I. 4. Le bio-mimétisme dans notre vie quotidienne

I. 4. 1. L'exploration cruciale du bio mimétisme

L'homme est arrivé à un tournant de son évolution, partant d'une petite population dans un vaste monde, l'espèce humaine s'est si bien étendue en nombre et en territoire que ce monde risque d'exploser, nous sommes trop nombreux et nos modes de vie ne sont pas soutenables, alors que, les limites de tolérance de la nature étant atteintes, nous cherchons enfin à répondre à cette question : « comment vivre sur notre planète sans la détruire ? », alors que nous commençons à réaliser tout ce que nous pouvons apprendre de la nature, nos modèles sont en voie d'extinction- non pas juste quelques espèces isolées, mais des écosystèmes entiers, une nouvelle étude du service national de

¹⁵ SCHROETER D'orna, (2006). *Introduction au bio mimétisme*, traduit par Rachid ROUBA. P.13.

¹⁶ Idem.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

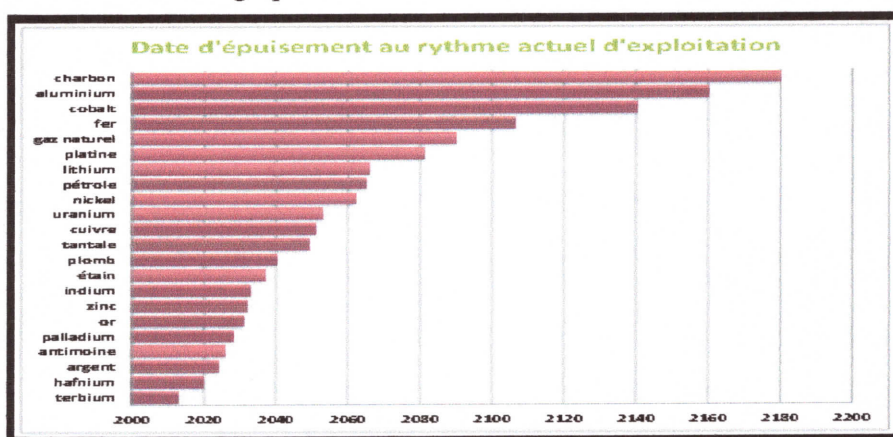
biologie révèle qu'aux *Etats-Unis*, la moitié des écosystèmes d'origine sont dégradés au point d'être en danger, le bio mimétisme n'est plus seulement une nouvelle manière de voir et de mettre en valeur la nature, c'est aussi le chemin de la survie.

I. 4. 2. Des enjeux et des contraintes pressants

Au cœur de l'actualité, la question des changements climatiques et la responsabilité des activités humaines dans ce phénomène ne fait plus guère débat. Il est d'autant plus urgent d'agir que plus nous attendons, plus le niveau de *GES*¹⁷ dans l'atmosphère va s'accroître et plus il nous sera difficile de faire face aux conséquences à long terme de cette augmentation.

Comme on le sait, la majeure partie des émissions de *GES* est due à la combustion massive d'énergies fossiles, cela signifie qu'il va modérer sa consommation d'énergie et s'orienter résolument vers les énergies renouvelables, même si toutes dépendent aussi en partie du pétrole.

S'ajoutent au réchauffement climatique et à la question énergétique ? la crise des ressources minérales, se sont par nature finies et certaines d'entre elles risquent de manquer ou de devenir très onéreuses dans les prochaines années, malgré des évolutions technologiques tendant à les utiliser de manière plus rationnelle et à limiter les parties non valorisables. D'un point de vue général, la tendance à la baisse globale des concentrations moyennes des minerais, à l'augmentation de la profondeur d'extraction et les limites d'accès aux ressources conduisent à penser que le temps est compté pour l'exploitation des gisements « faciles » pour de nombreuses matières premières critiques, comme le montre le graphe suivant.



Graphe. I.1: Graphique réalisé à partir des données de l'USGS (le service géologique des États-Unis)
Source : Source : fr.earthquake-report.com

¹⁷ GES, gaz à effet de serre.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

I. 4. 3. Les problèmes résolus par le bio mimétisme

La nature suit une approche bien différente, puisque les organismes fabriquent des matériaux tels que l'os, le collagène ou la soie dans leur propre corps, il est inutile de « chauffer, presser et traiter », l'araignée par exemple produit une soie battant largement la résistance et l'élasticité du kevlar¹⁸, à titre de comparaison, elle est cinq fois plus solide que l'acier ! de plus l'araignée la fabrique dans l'eau, à température ambiante, sans haute pression, chaleur ou agents chimiques, et surtout, elle ne dépend d'aucun forage pétrolier ; elle capture des mouches et des criquets d'un côté et produit ce miraculeux matériau de l'autre, si elle peut même manger sa vieille toile pour en fabriquer une neuve. Prenons une de ces catégories : les matériaux, jusqu'à présent, nous fabriquons selon le principe de « chaleur, pression et traitement », le kevlar¹⁹ par exemple, des molécules provenant de la pétrochimie sont polymérisées sous pression et à haute température (quelques centaines de degrés Fahrenheit) en présence d'acide sulfurique concentré, les fibres sont alors alignées selon le schéma souhaité sous haute pression, l'énergie nécessaire est extrêmement importante et les sous-produits odieusement toxiques.²⁰

Le processus amènerait d'intérêt majeur à notre industrie de la fibre, une matière première renouvelable, un produit de grande qualité et peu de consommation d'énergie et de production de déchets, nous avons assurément beaucoup à apprendre de ce petit être qui tisse sa soie depuis 380 millions d'années, en réalité, le bio mimétisme a réussi à faire tout ce dont nous avons besoin, sans recourir aux énergies fossiles, sans polluer la planète ou hypothéquer leur futur .

I. 5. Positionnement du bio mimétisme architectural face aux autres courants architecturaux «naturalistes»

I.5.1. Présentation des principaux mouvements architecturaux inspirés des organismes vivants

Les mouvements architecturaux qui abordent les questions environnementales sont pléthoriques (architecture bioclimatique...), mais quelques uns d'entre eux ont abordé de manière spécifique la question du « vivant ». Pour bien comprendre les réalités couvertes par l'architecture

¹⁸ Kevlar: c'est un matériau utilisé pour les gilets pare-balle, est le matériau high-tech par excellence. Rien n'est plus résistant ou solide.

²⁰ BENYUS Janine, (2011). *Bio mimétisme : quand la Nature inspire des innovations durables*, édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD. P.39.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

biomimétique, il apparaît nécessaire de comprendre au préalable les influences de chacun de ces courants qui ont eu des répercussions sur le **bio mimétisme** architectural. Chacun de ces courants dans leur contexte historique montre également des évolutions dans le rapport à la nature, aux organismes vivants et dans l'angle adopté pour concevoir les espaces.²¹

A cet propos on trouve trois grands courants architecturaux peuvent être identifiés :

a. L'Art Nouveau

L'un des premiers mouvements architecturaux transcrivant l'idée de la nature à l'échelle internationale est sans doute "l'Art Nouveau". Ce courant artistique qui s'est développé à la fin du XIXème siècle et au début du XXème siècle s'est cristallisé autour d'une esthétique basée sur les formes de la nature (végétaux, animaux). Compte tenu de la variété des contextes géographiques, culturels, politiques, le mouvement s'est décliné en des particularismes locaux : quasiment chaque pays disposait d'un "Art Nouveau" qui lui était propre (le **JUGENDSTIL** en Allemagne, l'Arts and **CRAFTS** en Grande-Bretagne, le style **TIFFANY** aux Etats-Unis...).

L'émergence de "l'Art Nouveau" répond à des évolutions sociétales majeures. En effet, à la fin du XIXème siècle, toutes les formes de pensées qu'elles soient philosophiques, scientifiques... donnent un rôle primordial à la vie et à ses processus. Une tendance au bio centrisme s'affirme mettant au premier plan les sciences du vivant pour éclairer le rapport au monde. L'Art Nouveau apparaît concomitant à l'affirmation des sciences du vivant (la biologie, la naissance de l'écologie...). Les recherches illustrées d'**ERNST HAEKEL**, père de l'écologie scientifique et artiste-dessinateur, auront un fort impact auprès des milieux artistiques. Parallèlement, la contestation des règles classiques amènent les architectes à sortir des codes traditionnels, rationnels, faits d'angles droits pour explorer de nouvelles pistes formelles.²²

Les architectes de "l'Art Nouveau" vont ainsi faire l'éloge de la nature copiée pour ses qualités esthétiques, influencés par les beautés du monde naturel, ils vont retranscrire les dimensions formelles dans leurs œuvres avec des arabesques, des courbes et autres sinuosités. Ils vont essayer de refléter « l'énergie dynamique » de la nature en exprimant les phénomènes de croissances. Plusieurs figures de proue vont marquer ce mouvement (Horta à Bruxelles, **HECTOR GUIMARD** à Paris...). L'anticonformisme de l'art nouveau conduira l'un des historiens de l'art influant de l'époque

²¹ GAUZIN-MÜLLER Dominique, (2001), *L'architecture écologique : 29 exemples européens*, édition le Moniteur. P.44.

²² Idem.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

a porté de vives critiques et à en caricaturer les principes, « D'une courge sort une bibliothèque, d'un chardon un bureau, d'un nénuphar une salle de bal ». *Gaudi R.1997*.

L'Art Nouveau apparaît ainsi comme le premier grand mouvement architectural «naturaliste ». Il aura traité de l'espace architectural à travers le prisme morphologique : la forme du bâti et le traitement de ses détails (décoration).

b. L'architecture organique

Outre Atlantique, dans le prolongement de "l'Art Nouveau" (style Tiffany aux Etats-Unis), l'architecte américain Louis Sullivan initie le mouvement organique. Popularisé par Franck *Lloyd Wright*, ce mouvement s'intéresse à l'harmonie entre l'habitat humain et le monde naturel, au moyen d'une approche conceptuelle à l'écoute du site. Contrairement à l'Art Nouveau qui a une vision essentiellement formelle, l'architecture organique se base sur une géométrie sensible du vivant. Il s'agit de poursuivre le principe édicté par Louis Sullivan « la forme suit la fonction » mais en opérant une plus grande liberté d'intervention. ²³

Ainsi *F.L. Wright* entend par architecture organique, « une architecture qui se développe de l'intérieur vers l'extérieur en harmonie avec les conditions de son existence, ce qui la distingue d'une architecture appliquée de l'extérieur ». ²⁴

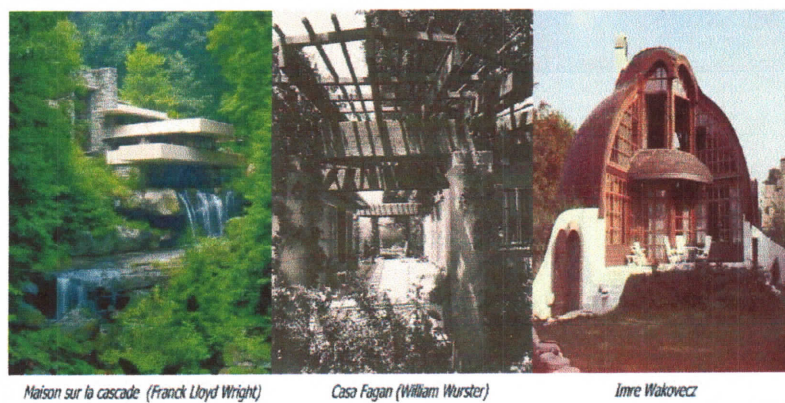


Fig. I.2 : exemple d'architecture organique.
Source : www.maison.com

²³ GAUZIN-MÜLLER Dominique, (2001). « *L'architecture écologique, 29 exemples européens* », édition le Moniteur. P.55.

²⁴ Id. P.67.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

Dans un contexte où le développement urbain est très important aux Etats-Unis (constructions multiples de tours...) où l'architecture rationnelle est forte, *Wright* insiste sur le fait qu'il ne faut pas se couper de la nature, une relation harmonique entre le tout et les parties doit exister, il pousse l'analogie avec le fonctionnement des organismes vivants jusqu'à prétendre que la construction doit représenter la croissance d'un être vivant. Les formes de chaque pièce d'une construction doivent donc être déterminées de manière autonome (selon leurs propres dynamiques, usages), répondre aux besoins d'un être vivant, mais interagir les unes avec les autres, cela donne une forte diversité de typologies architecturales. « L'architecture provient de la terre, et l'implantation, le cadre environnant, la nature des matériaux et la finalité de la construction déterminent la forme de l'édifice». ²⁵

Alors que, l'Art Nouveau a un registre purement formel, l'architecture organique remplace le fonctionnement « à la manière des organismes vivants » comme un axe principal de composition architecturale. L'espace organique se présente comme une forme résultante d'un « processus de croissance ». A côté de ce principe, l'architecture organique intègre également d'autres dimensions telles que : l'insertion dans le paysage, l'orientation du bâti, l'utilisation de matériaux naturels... ces préceptes trouveront souvent des modèles formels liés à la nature tels que des nervures, des branchements, des méandres, délaissments ou des coques, à l'opposé de l'architecture rationnelle et classique, l'architecture organique se traduira ainsi par des formes irrégulières et dynamiques. ²⁶

Plusieurs mouvements prônent le retour à une autre architecture plus respectueuse de l'environnement et de l'être humain, l'idée d'une architecture naturelle se développe en parallèle d'autres mouvements artistiques (Land Art...).²⁷ Plusieurs architectes (HUNDERTWASSER en Autriche, LUC SCHUITEN en Belgique, MARCEL KALBERER en Allemagne, GIULLIANO MAURI en Italie...) tentent de renouer des relations avec la nature en appréhendant la beauté et l'authenticité des éléments des paysages naturels, et les mouvements d'inspiration environnementale se multiplie.

²⁵ GAUZIN-MÜLLER Dominique, (2001). « *L'architecture écologique, 29 exemples européens* », édition le Moniteur. P.74

²⁶ Idem.

²⁷ BRADBURY Dominici, POWERS Richard. « *Maisons naturelles contemporaines* », édition, Thames & Hudson. P.31.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE



Fig. I.3 : Darmstadt et maison Hundertwasser
Source : projets-architecte-urbanisme.fr

c. L'architecture biomorphique et bionique

Parmi ces mouvements, l'architecture biomorphique ou bionique se fait une place, le biomorphisme fait son apparition dans la première moitié du XX^{ème} siècle. Comme son nom l'indique, ce courant artistique, purement formaliste (littéralement « forme du vivant ») s'attache à représenter la vie, les organismes vivants (représentations végétales, animales ou humaines). En réaction aux œuvres purement abstraites, cet art se concrétise par une omniprésence de courbes et de lignes souvent irrégulières, les formes ont des contours souples, plus ou moins complexes et évoquent la sphère biologique. Le **biomorphisme** apparaît comme un art de la figuration empreint d'abstraction, l'architecture **biomorphique** peut ainsi se caractériser par une forte expressivité, une architecture plastique voire sculpturale.²⁸

Les formes **biomorphiques** sont forgées à partir des processus naturels (naissance, croissance, génération, etc.) , elles permettent à l'artiste d'explorer le monde naturel sans le représenter directement, le processus est plus important que le résultat, la logique de processus inscrit le bio mimétisme en lien avec ce courant , en privilégiant une recherche formelle sur la dimension fonctionnelle, le biomorphisme se positionne en contrepoint des architectures traditionnelles à angles droits, dans cela, les formes issues de la nature sont simplifiées et choisies pour des raisons structurelles et leurs plastiques fortes. L'historien de l'art **Alfred Barr** écrivait en 1936 : « L'abstraction organique ou biomorphique relève de l'intuition et de l'émotion plutôt que de l'intellect Elle est curviligne plutôt que rectiligne, décorative plutôt que structurale et romantique

²⁸ BENYUS Janine, (2011). « *Bio mimétisme: quand la Nature inspire des innovations durables* », édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD. P.88.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMETISME ENTRE BESOIN ET REALITE

plutôt que classique dans son exaltation du mystique du spontané et de l'irrationnel, la plaçant dans la tradition non géométrique de Gauguin et de l'expressionnisme ».

Malgré une conceptualisation et une pratique dans le milieu artistique dont l'origine remonte au début du XXème siècle, l'architecture ne s'est engouffrée dans le courant biomorphe qu'à partir des années 60 mais en adoptant une nouvelle terminologie, celle de bionique, l'architecture bionique se présente comme un courant expressionniste de l'architecture reposant sur des compositions et des lignes de force empruntant aux formes naturelles et biologiques, cependant, un certain flou gagne cette notion puisque au-delà de la forme, les bioniciens considèrent les constructions comme des organismes, la **bionique** dans son sens premier est en effet la **science qui étudie les processus biologiques en vue de les appliquer à la résolution de problèmes humains**, elle est un mode d'approche des problèmes, le terme bionique provient d'une contraction de « biologie et technique » ou « biologie et électronique ».

La bionique possède ainsi une forte empreinte technologique, ceci étant d'autant plus visible dans les projets architecturaux dont, les projets bioniques sont souvent considérés comme futuristes, dans ce courant, plusieurs architectes sont reconnus pour leurs formes avant-gardistes inspirées de la nature, mais ces dernières restent souvent à l'état de projet (Vincent Callebaut, Jacques Bougerie).

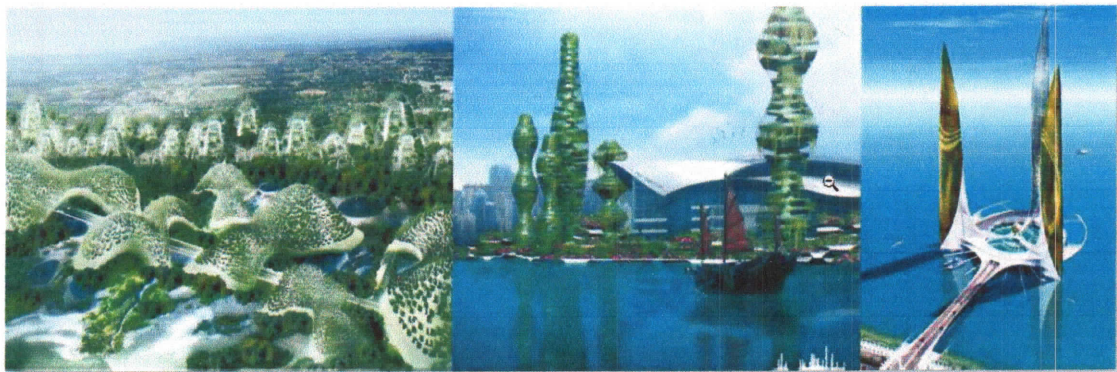


Fig. I.4 : Genève 2020 (Vincent Callebaut), jungle urbaine a Hong Kong, jacques bougerie.
Source : projets-architecte-urbanisme.fr

Avec son essence biologique, l'architecture bionique s'est ramifiée en plusieurs courants, parmi lesquels sont apparus :

- **le zoomorphisme** : consistant à créer une architecture ressemblant aux formes animales (le zoologue allemand *Karl Von Frisch* est l'un des premiers dans les années 70 à parler « d'architecture animale » en observant certains produits humains).



CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

- **l'archiborescence** : un courant d'inspiration végétale contractant l'image de l'arbre à celle de l'architecture ; l'un de ses plus grands représentants étant l'architecte belge Luc Schuiten.²⁹

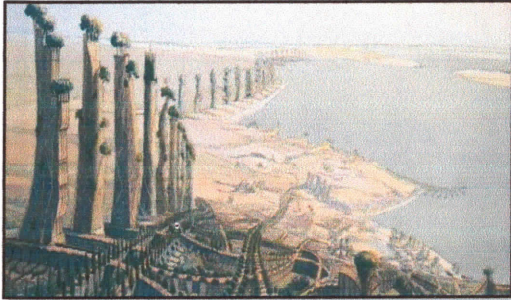


Photo I.2 : la zoologie allemand. Luc schuler.
Source : www.rfi.fr



Photo I.3 : l'inspiration végétale contractant
l'image de l'arbre
Source : www.rfi.fr

I. 5 .2. L'architecture biomimétique, un mouvement en continuité des courants passés

L'analyse de différents mouvements architecturaux inspirés des organismes vivants montre des liens mais aussi des postures radicalement différentes selon les registres et les thèmes adoptés, ce point est important car le bio mimétisme, en tant que courant « bio-inspiré » s'inscrit nécessairement dans un registre plus qu'un autre, au regard de l'histoire, des oppositions s'observent sur deux types de registres :

- la forme architecturale : les formes « **linéaires** » contre celles des « **curvilignes** », en effet, les courants architecturaux naturalistes ont saisis souvent plus facilement la courbe que la ligne droite. Les architectes **JEAN-PHILIPPE ZIPPER** et **FREDERIC BEKAS** synthétisent ces deux grands types d'approches en démarquant l'architecture vitaliste de l'architecture rationnelle. Si le rationalisme trouve ses fondements dans la Grèce antique, la renaissance et dans l'esthétique du mouvement moderne, le vitalisme, lui est un écho de l'art primitif. « Le rationalisme recherche la mesure, l'équilibre et la stabilité alors que le vitalisme aime la spontanéité et le pittoresque, le dynamisme, la profondeur. »
- L'architecture biomimétique s'inscrit dans la continuité de ces mouvements mais apporte également une forme de renouveau et une synthèse de diverses conceptions architecturales.³⁰

²⁹ BROSSARD Pauline, GAUTHIER Clélia, (2010). « Architecture et développement durable, un gigantesque défi », édition archibooks. P.102.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

Longtemps, l'aspect formel ou esthétique des organismes vivants a prévalu, les hommes reproduisaient les formes de la nature en s'inspirant des courbes et des motifs présents dans les formes organiques. Le **bio mimétisme** se propose d'aller plus loin que les apparences, que la copie formelle **en imitant les principes et les stratégies de la nature**. Il n'y a pas de formes propres au bio mimétisme même si l'accent vitaliste a tendance à être une forme de reconnaissance.³¹

Le renouveau de la démarche **biomimétique** par rapport aux autres courants est beaucoup plus issu des **évolutions techniques** et du regard porté sur infiniment petit, en effet, les technologies d'imagerie permettant d'observer la nature et de comprendre les échelles nanoscopiques non appréhendables jusqu'à présent, sont au fondement du bio mimétisme, ce regard inédit insufflé par les sciences permet de décrypter à la fois des questions organisationnelles, techniques (micro-assemblage), mécaniques (biochimiques), mais aussi conceptuelles.³²

A l'heure où les architectes sont interrogés sur diverses problématiques environnementales (gestion énergétique, gestion de l'eau, économie de matière...), l'importance des logiques de flux devient prégnante. Le **bio mimétisme** s'inscrit dans une **pensée du flux** et de l'évolution car dans la nature, tout est à l'état de flux, il se démarque également des autres mouvements architecturaux en raison du développement et de l'utilisation importante des études scientifiques (développement de nouveaux matériaux qui ne sont pas nuisibles à l'environnement naturel, enseignements tirés des organismes vivants...), les exigences de conception écologique telles que la réduction ou l'élimination de l'utilisation de l'énergie électrique, l'entretien à base d'eau de nettoyage des systèmes végétaux, la maximalisation de l'aérodynamisme, la minimisation de l'utilisation de matériaux nécessitent une information plurielle passant par les savoirs et savoir-faire traditionnels de l'architecture (résistance des matériaux, langage plastique...), mais aussi dans des domaines plus éclectiques tournant autour des sciences du vivant : Comment poussent les plantes ? Comment les insectes fonctionnent ? Où les sources d'eau peuvent-elles être découvertes ?

Ainsi, plusieurs champs disciplinaires d'essence scientifique transparaissent dans la biomimétique architecturale :

- **La bionique:** consistant à comprendre le fonctionnement des organismes vivants et à exploiter les mécanismes de la nature,

³⁰ BROSSARD Pauline, GAUTHIER Clélia, (2010). « *Architecture et développement durable, un gigantesque défi* », édition archibooks. P.102.

³¹ Idem.

³² Id. P.120.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

- **La physiologie:** qui étudie le rôle, le fonctionnement et l'organisation mécanique, physique et biochimique des organismes vivants et de leurs composants (organes, tissus, cellules et organites cellulaires).
- **L'écologie:** pour trouver des applications « interactionnistes » s'inspirant de l'organisation des écosystèmes et plus généralement du fonctionnement des êtres vivants avec leur milieu . Le **bio mimétisme** apparaît aujourd'hui comme une **démarche globale consistant à reproduire les propriétés d'un ou plusieurs systèmes biologiques**. De manière moins scientifique, la biomimétique consiste à dire que nous avons beaucoup à **apprendre du monde naturel** en tant que guide et ainsi à utiliser les recettes, les fonctions et les stratégies décelées dans le monde naturel pour les intégrer et les appliquer à l'action humaine.³³

Suivant cette pensée, la nature est considérée à la fois comme :

- **Un modèle :** étudier la nature pour voir ce qu'elle peut nous enseigner, imiter puis s'inspirer de ces idées et procédés pour résoudre des problèmes humains .
- **Un étalon :** le **bio mimétisme** utilise des critères écologiques pour déterminer si nos innovations sont « bonnes » .
- **Un « maître » :** le **bio mimétisme** est une nouvelle façon de considérer et d'apprécier la nature, non pas sur ses ressources, mais sur ce qu'elle peut nous apprendre.

I. 6. Les principes de l'architecture biomimétique

Fort de cette acception et de multiples analyses réalisées auprès de la nature, quelques principes directeur guidant la biomimétique et le **bio mimétisme** architectural peuvent être dégagées, ces principes convergent vers ce qui caractérise l'architecture durable même si la définition et les contours de cette dernière ne sont pas vraiment stabilisés, ainsi, plusieurs principes régissent la conduite des organismes vivants et sont transposables à l'architecture.³⁴

³³ ROCCA Alessandro, PIOT Christine, (2007). « *Architecture naturelle* », édition actes Sud, collection architecture. P.22.

³⁴ BENYUS Janine, (2011). « *Bio mimétisme, quand la Nature inspire des innovations durables* », édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD. P.16.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

I. 6 .1. Un fonctionnement lié aux énergies renouvelables et une optimisation des ressources

Les organismes vivants ont toujours capté et utilisé des formes d'énergies renouvelables comme sources stables, inépuisables et durables de « mise en mouvement ». Dans la nature, le soleil est le principal moteur énergétique et la plupart des organismes vivants fonctionne directement ou indirectement avec l'énergie solaire (croissance par la photosynthèse...), a cela s'ajoutent les autres formes de production énergétiques : l'éolien, la richesse calorifique du sol, les masses hydrauliques... Le vivant repose sur des énergies de flux dynamiques, alors que les humains ont tendance à consommer essentiellement des énergies de stock (exemple : pétrole). la question de la production et de la consommation d'énergie est aujourd'hui une question importante en architecture. Or l'optimisation et l'efficacité de l'adéquation production/consommation des énergies ne sont pas encore pleinement explorées, les organismes vivants optimisent leur production d'énergie grâce à leur structure, l'architecture des ruches des abeilles va dans ce sens en utilisant moins de matière.³⁵

Le **temps de renouvellement des énergies** avant un réemploi est également une donnée du monde biologique ne conduisant pas à l'épuisement de ressources énergétiques. Pour les adeptes du **bio mimétisme**, l'enseignement que l'on peu tirer de ce principe serait l'instauration d'un nouveau rapport au temps, plus patient et plus attentif, ainsi que la nécessité de mettre l'accent sur l'efficacité de la structure, comme celle d'un habitat par exemple, pour mieux économiser les consommations d'énergie à long terme. En s'adaptant au fil des saisons, les équations énergétiques changent, les organismes vivants sont les premiers à tester cette forme d'approche : certains animaux hibernent ou déploient d'autres activités pendant les saisons moins nourricières.

Les organismes vivants utilisent un minimum de matière, joue avec la forme et la structure afin d'être le plus « fonctionnels » possibles, en cela, la nature constitue un modèle pour l'architecture dans la gestion des ressources au regard des limites de l'environnement.

I. 6 .2. Une adaptation de la forme à la fonction

La forme est moins coûteuse que la matière première, les organismes vivants se sont adaptés aux contraintes de leurs fonctions, la morphologie des êtres vivants répond à diverses contraintes : conditions climatiques, facteurs du milieu : disponibilité en eau, exposition au vent et à

³⁵ Idem.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

la lumière, forte ou basse température, nature du sol... Tous ces facteurs influencent la morphogénèse des organismes vivants (minimisation de la taille et compacité pour mieux résister face au froid, développement important de feuilles ou de systèmes racinaires pour capter le maximum d'eau...). Le contexte biotique et abiotique influence les organismes vivants, tout comme les caractéristiques d'un site peuvent influencer un projet d'architecture.

Pour *JANINE BENYUS*, il faudrait à l'image de la nature « découvrir comment utiliser moins de matière et jouer avec la forme et la structure des choses pour créer les fonctions dont nous avons besoin». ³⁶

I.6. 3. Un fonctionnement en boucle et une organisation régénérative basée sur le recyclage

Tout système, en cas de surcharge, se dégrade au fil du temps. Par conséquent, les systèmes de régénération doivent travailler dans leur capacité de charge. Cette problématique est valable aussi bien dans le monde naturel que humain dans les écosystèmes, la surexploitation d'une ressource fait craindre de sa disparition, de même que la surproduction de déchets, dans les milieux naturels, les déchets ou rejets ne sont pas perdus. Comme le disait *Lavoisier* « rien ne se perd, tout se transforme ». Les déchets produits par un organisme servent de ressources à un autre organisme, sous une forme qu'on peut qualifier de circulaire, ainsi, par exemple, dans la forêt tropicale, malgré l'absence de lumière et d'eau, se développe une nature riche et proliférante grâce à l'utilisation optimale des déchets, les plantes mortes sont récupérées par les champignons et les moisissures, ces derniers les redistribuant ensuite sous forme de nutriments aux autres êtres vivants, cette observation pourrait inciter les hommes à créer des matériaux facilement biodégradables, ou à mieux réutiliser leurs déchets, notamment en se fondant sur des réseaux intersectoriels, selon les besoins des uns et des autres, à défaut d'être recyclable, les organismes vivants ont des stratégies d'autoréparation, source de longévité. ³⁷

Dans la nature, **chaque déchet produit par un organisme sert de ressource à un autre.**, la notion même de déchets n'a plus lieu d'être car ceux-ci sont immédiatement réutilisés, en concevant dès le départ les biens avec des matériaux biodégradables ou pouvant circuler indéfiniment d'une utilisation à l'autre (comme pour le métal), la notion de déchets peut disparaître au sein de «

³⁶ BENYUS Janine, (2011). « *Bio mimétisme, quand la Nature inspire des innovations durables* », édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD. P.20.

³⁷ Idem. P.22.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

l'écosystème humain », au-delà d'un simple trajet circulaire, la matière devrait idéalement se déplacer à travers un véritable réseau puissamment ramifié.

Notre système actuel tend à favoriser une croissance indéfinie avec une utilisation toujours plus importante de ressources naturelles, dont 85% sera éliminé en tant que déchets. dans une conception inspirée par le **bio mimétisme**, la production des biens est calquée sur le modèle des écosystèmes de la nature limite les excès de l'intérieur.³⁸

I. 6.4. La récompense de la coopération et des interactions

Le principe précédent implique une forme d'activité commune, nécessaire aux organismes pour vivre. Les scientifiques soulignent qu'aucune plante ne peut s'auto-suffire avec uniquement ce qu'elle retire du sol ou de la roche, contrairement à l'idée préconçue d'une lutte acharnée au sein de la nature pour la survie et pour l'utilisation des ressources disponibles.

Des expériences ont ainsi démontré que l'apport en carbone fourni par les bouleaux aux sapins permet à ces derniers de réaliser leur photosynthèse, c'est ce modèle de « civilisation en boucle » ou de « réseau de veines » qui est préconisé par les biomiméticiens., pour parvenir à un **fonctionnement en boucle**, il est indispensable de ne pas seulement assurer la récolte des ressources mais aussi de développer les coopérations et synergies nécessaires pour que les déchets puissent être utilisés comme ressources pour les suivants.

I. 6.5. Une capitalisation sur la diversité

Coopérer implique de pouvoir compter sur plusieurs espèces (ou fonctions). Les écologistes ont mis en évidence la **proportionnalité** qui existe **entre la diversité et la productivité** d'un système, confirmant ainsi la thèse de Darwin selon laquelle, plus le nombre d'espèces est élevé, plus la coopération est efficace.

Les scientifiques qui défendent le bio mimétisme aimeraient voir ce principe de la diversité davantage se développer, afin d'encourager les échanges entre les fonctions et les activités complémentaires, plus favorables à une consommation d'énergie réduite que l'autarcie.³⁹

³⁸ Idem.

³⁹ BENYUS Janine, (2011). « *Bio mimétisme, quand la Nature inspire des innovations durables* », édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD. P.27.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

I. 6. 6. Une expertise locale

Les organismes vivants n'ont pas la possibilité, ou rarement, de multiplier les sources d'énergie d'origines géographiques différentes, pour cela, ils deviennent spécialistes ou experts de leur « niche » locale, et vivent en symbiose avec l'écosystème dont ils font partie, pour les partisans du bio mimétisme, utiliser les ressources locales permet de diminuer les frais de transport, mais également, en apprenant à **mieux connaître ses ressources, à gagner en efficacité.**, parce que les organismes vivants ne peuvent pas se permettre de dépendre de ressources lointaines, ils sont devenus des experts locaux. Cette priorité donnée aux ressources locales permet de réduire les flux d'énergie nécessaires en minimisant les distances.⁴⁰

I. 6. 7. Des techniques et matériaux simples et sains

Les êtres vivants mangent, respirent, se reproduisent et dorment sur leur « lieu de production ». Ils ne peuvent se permettre d'empoisonner leur habitat, tout le contraire de l' « Homo industrialisé », cela renvoie à la « parabole » du nid d'oiseau, un oiseau qui ne parvient pas à réaliser convenablement son nid (que ce soit de manière structurelle, par l'utilisation de matériaux toxiques ou l'utilisation de matériaux trop éloignés ou rares l'obligeant à dépenser beaucoup d'énergie) est voué à disparaître (incapacité de se protéger, de se reproduire, globalement de s'adapter aux conditions de son environnement...). L'oiseau qui fait son nid et l'architecte qui construit des bâtiments doivent tous deux être attentifs à la manière dont « les poussins s'épanouiront ». ⁴¹

Les organismes vivants produisent dans la simplicité, sans avoir recours à de hautes pressions ou de fortes chaleurs, sans « chauffer, traiter ou forcer », c'est-à-dire en ne pratiquant que ce que leur organisme leur permet.

Les possibilités offertes par la chimie verte et les énergies renouvelables offrent de solides alternatives pour l'homme et pour le milieu de la construction, l'usage de techniques simples et de matériaux sains est ainsi souhaité de même que l'abandon de techniques ou matériaux non

⁴⁰ Id. P.31.

⁴¹ BENYUS Janine, (2011). *Bio mimétisme, quand la Nature inspire des innovations durables*, édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD. P.33.

CHAPITRE I: LE BIO-MIMÉTISME ENTRE BESOIN ET REALITE

renouvelables, toxiques et consommateurs d'énergie, c'est dans ce sens que va l'architecture biomimétique.⁴²

Les principes énoncés précédemment sont relativement connus, ils constituent de grandes règles générales des règnes animal et végétal. Loin de se limiter à ces principes, le bio-mimétisme propose des modes d'application passant par plusieurs arraches, en effet, **le bio-mimétisme**, tel qu'il a été défini dans les premiers paragraphes de ce mémoire, est avant - tout une méthode qui vise l'innovation des solutions durables en imitant les modèles offerts par la nature, l'utilisation des stratégies de la nature permet de créer des produits, des processus, des politiques, des modes de vie adaptés à la vie sur terre sur le long terme.⁴³

Conclusion

L'humanité est confrontée à des problèmes qui se doivent d'être résolus. Pour cela le bio mimétisme est un principe recherché et développé. Il attise d'ailleurs de plus en plus la curiosité des chercheurs, puisque c'est une "révolution" qui permet de résoudre plusieurs problèmes. S'inspirer de la nature n'est pas tout à fait nouveau cependant cela peut permettre d'innover durablement.

En effet, puisque l'objectif de ce domaine est de s'inspirer de structures présentes dans la nature donc l'innovation s'inscrit tout à fait dans le développement durable. Enfin le Bio mimétisme nous permet de préserver les sources épuisables de la planète dont nous avons besoin.

⁴² Idem.

⁴³ Id. P.36.

**CHAPITRE II: *le bio-mimétisme et la notion de durabilité*
*(éco-conception).***

« Encourager la vie n'est pas une option mais un passage obligé pour tout organisme qui prévoit de rester ici à long terme. Si nous voulons continuer à vivre ici, nous devons apprendre de nos prédécesseurs comment filtrer l'air, purifier l'eau et enrichir le sol – préserver la richesse et la viabilité de notre habitat. C'est la règle d'or du bon voisinage ». (Gauthier Chapelle)

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

Introduction

Les expérimentations concernant les opérations de construction durable s'accompagnent de la recherche de nouveaux modes de conception, de gestion et de planification.

L'éco-conception constitue une nouvelle tendance appliquée dans les opérations de construction dont l'objectif principal est de minimiser les impacts sur l'environnement le long de cycle de vie du projet.

II.1. Généralité sur le développement durable

C'est une nouvelle stratégie qui sert à exploiter et protéger les ressources naturelles disponibles, ainsi que l'environnement dans la perspective d'une croissance économique saine, continue, durable, tout en préservant notre patrimoine culturel hérité des ancêtres.

La définition classique du développement durable issue de 1987, peut apparaître à certains dépassée. En effet, il ne s'agit plus de viser, comme il y a une vingtaine d'années, la satisfaction des besoins lointains de générations futures. C'est la satisfaction actuelle des besoins qui est maintenant compromise par les crises environnementales et sociales que connaît le 21^e siècle.

La définition nouvelle du développement durable, adoptée par le gouvernement du Québec en avril 2006, propose une définition de ce concept qui met d'avantage l'accent sur la pérennité du développement : « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ; le développement durable s'appuie sur une vision à long terme qui répond en compte le caractère indissociable des dimensions environnementale, sociale et économique des activités de développement* ».

C'est à dire produire, mais en tenant compte de préservation des biens durable que sont les ressources naturelle élémentaire de planète, et dans le respect des équilibres sociaux ainsi que tout un ensemble d'effort pour unifier la pensée de développement dans un monde multiple. L'interprétation de la notion de développement durable dépend aussi fortement de la discipline à laquelle appartient une personne.¹

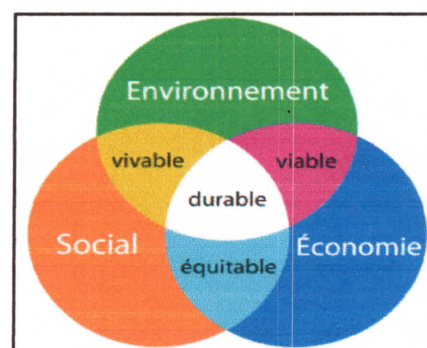


Fig.3.5: Les 3 piliers du développement durable
Source : www.picardietourisme-acteurs.com

¹ <http://www.lyc-ferry-conflans.ac-versailles.fr> consulté le 2/02/2016

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

II.1.2. Objectifs et finalités

Le développement durable a pour vocation de réconcilier l'homme (la société), la nature (l'écologie) et l'économie à long terme et a une échelle mondiale.

La finalité du développement durable est d'assurer le bien-être de tous les êtres humains qui vivent aujourd'hui et vivront demain sur la terre, en harmonie avec l'environnement dans lequel ils évoluent. Il s'agit de trouver un équilibre viable, vivable et durable entre l'efficacité économique, l'équité sociale et la protection de l'environnement, en y appliquant un principe de gouvernance.

Les finalités du développement durable

- Lutte contre le changement climatique et protection de l'atmosphère,
- Préservation de la biodiversité et protection des milieux et des ressources,
- Epanouissement de tous les êtres humains,
- Cohésion sociale et solidarité entre générations et entre territoires,
- Dynamiques de développement suivant des modes de production et de consommation responsables.²

II.1.3. L'agenda 21 du développement durable

L'agenda 21 est un guide de mise en œuvre du développement durable à l'échelle d'un pays, d'un ou plusieurs territoires, ou d'une organisation. Le principe de l'agenda 21 a été lancé lors du sommet de Rio organisé par les nations Unies en 1992, les sujets traités par ce plan d'action sont nombreux. Ils concernent entre autre :

- ✓ La coopération internationale, afin d'accélérer les politiques de développement durable des pays en développement.
- ✓ La lutte contre la pauvreté.
- ✓ La protection de la biodiversité.
- ✓ La dynamique démographique.
- ✓ La promotion de l'éducation et de la formation du public au développement durable.³

II.2. Le bio-mimétisme, une démarche de conception architecturale :

Les créations de la nature constituent une quasi perfection, elles constituent alors une grande source d'inspiration pour les architectes. Dans le passé, de nombreux architectes se sont inspirés de la nature pour en reproduire les formes, mais de nos jours les concepteurs vont plus loin de

² BROSSARD Pauline, GAUTHIER Clélia. (2010). « *Architecture et développement durable, un gigantesque défi* », édition archibooks. P.98.

³<http://www.wikiterritorial.cnfpt.fr> consulté le 2/02/2016

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

l'esthétique de la nature, mais plutôt de ses fonctionnalités et bien d'autres dimensions environnementales tel qu'un bâtiment produisant de l'énergie grâce à la copie de la nature.

L'architecture biomimétique est loin d'être considéré en « tant qu'un simple courant, il se perçoit véritablement comme une démarche de conception écologique ».

Quatre approches fondamentales sont mises en relief à travers le bio-mimétisme architectural :

- ❖ L'approche formelle
- ❖ L'approche fonctionnelle
- ❖ L'approche éco systémique
- ❖ La bio assistance.⁴

II.2.1. L'approche formelle

L'approche formelle que l'on pourrait dénommer « bio-mimétisme morphologique » est la partie la plus visible et appréhendable de l'imitation de la nature. Les mouvements qui se sont inspirés de la nature pour créer des formes architecturales sont nombreux. Ainsi, l'approche formelle n'est pas propre au bio-mimétisme mais elle en constitue l'un des maillons explicatifs et descriptifs. La différence entre le bio-mimétisme et les autres courants architecturaux impliquant le style de la nature est que dans le bio-mimétisme, la forme n'a pas de but purement stylistique et symbolique.

L'approche formelle peut être présentée sous trois dimensions :

- La dimension morphologique (l'esthétique architecturale).
- La structure, élément principal d'expression de la forme.
- Les matériaux.⁵

A. La forme, l'apparence esthétique

Trois registres peuvent être identifiés pour caractériser les formes entretenant un lien avec la nature :

1/ Les formes « inspirées » : dans ce cas, l'architecture se caractérise par quelques curvilignes fortes « faisant penser à » la nature sans la représenter directement.

2/ Les formes « suggérées » : la représentation végétale ou animale s'affiche plus lisiblement, telle l'architecture biomorphique ou bionique mais elle n'est pas figurative.

Plusieurs architectes reconnus ont adopté des formes animales pour donner une valeur symbolique à leurs œuvres. **Franck Gehry** a ainsi construit des bâtiments faisant penser au poisson : le village

⁴ URBEO. (2014). « Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable ». P.20.

⁵ ID. P.21.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

olympique de Barcelone pour sa forme et le musée Guggenheim de Bilbao pour la représentation d'écaillés. **Santiago Calatrava** a repris des formes d'oiseaux pour représenter l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry.

3/ Les **formes « directes »** : l'architecture exprime explicitement la morphologie d'un organisme vivant.

On peut prendre comme exemple « The yellow lost dog » qui est un musée destiné à la ville perdue et aux cités englouties de Shanghai. Ce bâtiment conçu par l'architecte français **François Scali** a une forme animale évidente (le chien) qui a un empreint symbolique (le chien est le symbole de l'abandon et de l'errance), ainsi il ne vise pas à résoudre de problématiques environnementales. Or, le bio-mimétisme cherche à travers les spécificités morphologiques de l'animal ou du végétal à résoudre un problème architectural particulier (exemple : aérodynamisme du tour).⁶



Photo II.4: le village olympique de Barcelone (Franck Gehry).
Source : www.aviewoncities.com

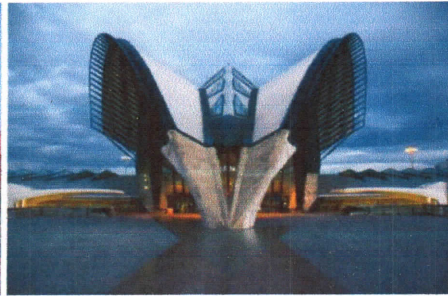


Photo II.5: Aéroport Lyon Saunt-Exupéry (Santiago Calatrava).
Source : www.wikipedia.org



Photo II.6: The yellow lost dog (François Scali).
Source: www.skyscrapercity.com

B. La structure

Pour plusieurs architectes, la nature a été une source créative visant à résoudre des problèmes de structures, ils sont donc fait référence a la nature pour développer leurs systèmes constructifs.

L'architecte américain *Richard Buckminster Fuller* mentionnait dès la moitié du XXème siècle que les formes de la Nature sont des « **modèles merveilleux** » pour les structures. D'après lui, « l'efficacité optimale résidait pour l'essentiel dans la technologie naturelle qui est par essence dynamique, fonctionnelle et légère ».

L'architecte allemand *Frei Otto* était également fasciné par la résistance et la stabilité des structures tendues en tant elles permettaient une stabilité maximale tout en offrant une structure ultra légère. Celui-ci a été précurseur de l'architecture bionique.

Ces deux architectes ont démontré que les caractéristiques nécessaires à une structure telle que l'aspect économique, esthétique, fonctionnel et durable sont déjà présentes dans la nature.

⁶ URBEO. (2014). « Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable ». P.21.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMETISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

Ils sont revenus aux formes élémentaires trouvées dans la Nature, source d'inspiration en matière structurelle, tel que *Fuller* qui s'est-il inspiré de micro-organismes planctoniques (les radiolaires et les diatomées).

Il a interprété la « fatalité » de ces micro-organismes, qui est **expression naturelle de la résistance, de la stabilité et de la légèreté des structures**. Le pavillon américain de l'exposition universelle de 1976 à Montréal en est une illustration.⁷

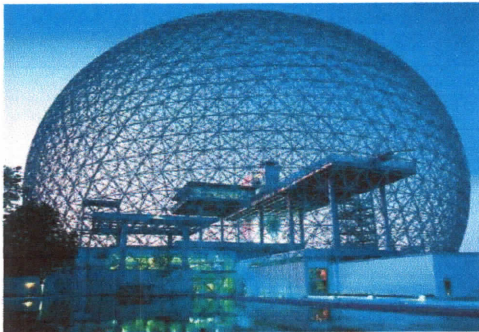


Photo II.7: pavillon américain de l'exposition universelle.
Source : <https://fr.wikipedia.org>

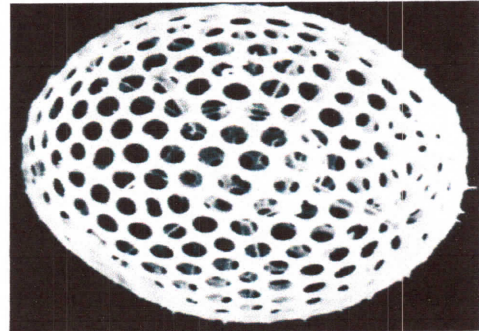


Fig. II.6: les radiolaires et les diatomées.
Source : www.microscopies.com

Avant lui, d'autres architectes ont résolu des problèmes de structures en s'inspirant des végétaux. Par exemple :

-Le *Crystal Palace* est un bâtiment conçu par *Joseph Paxton* (1851) à Londres a réinterprété les propriétés d'une espèce de nymphéa (le *Victoria* d'Amazonie). Cet organisme sous son apparente fragilité possède un système de nervures radiales rigides et de fines nervures transversales. Paxton a reproduit ce principe avec des soutènements en fer, et les larges feuilles en des vitres de verre, pour créer un toit très léger et solide.

- Le *marché de Royan* de *Louis Simon* et *André Morisseau* (1955) s'est inspiré de la structure des coquilles de mer pour leur structure ultra résistante. Celles-ci a ensuite était comme référence a de nombreux grands ouvrages (tel que le CNIT à la Défense). Leur forme permet malgré leur poids léger de supporter des pressions énormes.

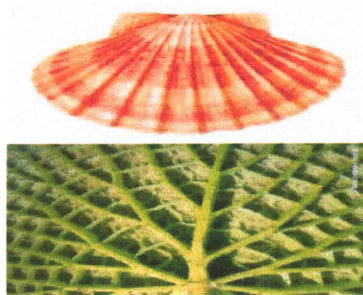
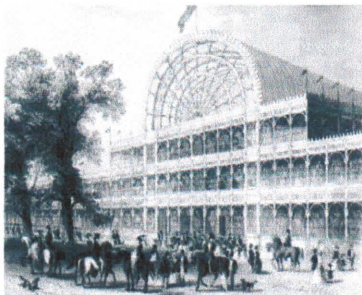


Fig. II.7: Le Crystal palace de Joseph Paxton, Feuille de nymphéa, coquillage, Le marché de Royan de Louis Simon.
Source : fr.wikipedia.org

⁷ URBEO. (2014). « Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable ». P.22.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

-Colonnes torsadées pour *la Sagrada Familia* imitant des branches d'arbres ramifiées, Gaudi est allé dans un sens biomimétique pour leurs créations, Ces torsades permettent non seulement d'utiliser moins de matériaux mais aussi d'améliorer la solidité de son ouvrage.⁸ (La photo ci-contre) montre que Gaudí inventa un nouveau type de colonnes pour supporter la voûte : les colonnes arborescentes. Ce sont de grands piliers divisent en plusieurs branches à partir d'un nœud de lumière. Ces piliers sont inclinés pour offrir plus de résistance. Gaudí s'inspira des arbres pour concevoir ce modèle. On a ainsi l'impression d'entrer dans une forêt imaginée pour la prière et le recueillement.⁹



Photo II.8: *la Sagrada Familia* (Antonio Gaudi), une cathédrale de nature.
Source : holeinthedonut.com

Enfin, l'exemple des structures anti-tremblement de terre des constructions est éloquent. En effet, l'architecte pour pouvoir répondre à ce problème de stabilité reprend le principe des nids d'abeille. Le frêtillement des abeilles à l'intérieur d'une ruche est équivalent, à l'échelle humaine à de tremblements de terre. Les parois conçues par les abeilles offrent une grande rigidité pour une faible masse et permettent d'atténuer les vibrations.

Ainsi, la nature est une inspiration structurelle très évidente. Mais, ce n'est pas tout l'économie rigoureuse du processus et de même très admirable. Mais nous pouvons citer de même que la bonne utilisation de la matière réduit les pertes en tout genre, cela révèle un autre principe de la nature : « **rien ne se perd** ». L'arbre en est un exemple. C'est un modèle expert en résistance des matériaux et en autoréparation car il privilégie une réparation équilibré des charges et les rétablissements en cas de fissures ou de cavités.

Tout comme les choix de forme et de structure ont un impact sur l'énergie consommée, la résistance, **le rapport poids/performance, la répartition des charges sont essentiels pour le choix d'un matériau**. Ainsi, dans la conception le bio-mimétisme présente un intérêt dans le choix des matériaux et dans les techniques de réalisation, car il marque l'économie des ressources.¹⁰

⁸ BAHAMON Alejandro, PEREZ Patricia, CAMPELLO Alexandre. (2007). « Architecture végétale, analogie entre le monde végétal et l'architecture contemporaine », Edition l'inédite, collection analogies. P.192.

⁹ https://fr.vikidia.org/wiki/Sagrada_Fam%C3%ADlia#Les_colonnes_arborescentes consulté le 10/03/2016

¹⁰ BENYUS Janine. (2011). « Biomimétisme, quand la Nature inspire des innovations durables », édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

C. Les matériaux

Dans le domaine de l'architecture, les matériaux jouent un rôle décisif concernant l'apparence et l'expressivité d'une construction. Ils sont le lien, l'intermédiaire entre l'homme et le bâtiment. Ils illustrent et explicitent la forme. Ils renseignent sur la construction et sa structure. La Nature produit des matériaux hautement « intelligents » marqués par leurs propriétés physico-chimiques et leurs fonctions telle que la densité, perméabilité, flexibilité-rigidité, comportement mécanique...

On constate donc que la nature ou plutôt ces créations garantissent **la meilleure productivité en fournissant un moindre effort et en utilisant un minimum de matériel.**

On trouve des matériaux qui ont une auto réparation, qui se répare elle-même, sont compatible avec leur environnement, par exemple un matériel non polluant, et sont totalement recyclables ce qui insiste leur durabilité.

Les matériaux naturels sont incomparables avec les matériaux produits par l'homme, ces derniers sont négligés en présence de matériaux naturels qui constitue une technologie durable. Alors que les matériaux produits par l'homme depuis la révolution industrielle sont issus du processus « heat, beat, treat » comme le disent les anglo-saxons « chaleur, pression et traitement ».

Prenons l'exemple des termitières qui sont de véritables miracles architecturaux : elles peuvent atteindre jusqu'à 3 m, solides comme du béton alors qu'elles sont faites d'un matériau produit à température ambiante, à base de terre, de poussières de bois et de salive d'insectes ce qui impressionne les architectes.

La plupart des matériaux naturels sont des composites, matériaux solides résultants de la combinaison de deux substances ou plus qui vont former une nouvelle substance ayant des propriétés supérieures à celles de l'élément d'origine.

Jusqu'à présent les composites artificiels fabriqués par l'homme sont beaucoup plus sommaires et fragiles que ceux produits par la Nature. Par exemple, la toile d'araignée a des caractéristiques incroyables de résistance face à la tension tout en conservant une très forte souplesse, propriété non égalée par l'homme.¹¹

II.2.2. L'approche fonctionnelle

L'approche fonctionnelle, également nommée « l'approche comportementale » (pour désigner le comportement futur d'un bâtiment au regard de la Nature) a une place importante pour la réalisation d'une architecture biomimétique.

¹¹ URBEO. (2014). « Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable ». P.25-26.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

Selon cette approche, l'optimisation des formes provient de l'inspiration des mécanismes de croissance en biologie et de la minimisation des contraintes. Chaque niveau fonctionnel biologique (moléculaire, cellule/tissu, organe, organisme) a des applications différenciées et reproductibles en architecture.

Les bioniciens et les adeptes de l'architecture organique, se réfèrent en partie à cette pensée en avançant que les constructions sont comme des organismes vivants.¹²

On sait déjà que le bio-mimétisme met en avant les fonctions et processus à la manière de la Nature c'est-à-dire **faire les choses comme le feraient les organismes vivants** (recueillir de l'énergie, recycler ses déchets, assainir ses eaux usées...). Mais c'est à ce niveau de la biomimétique que se posent fréquemment les grandes problématiques architecturales tel que :

A/ La thermique et la ventilation

Tout comme la peau animale ou végétale respire, l'enveloppe d'un bâtiment constitue une surface essentielle de perte d'énergie. Il s'agit de concilier à la fois les problèmes de chaleur et de renouvellement de l'air (exemple : sortir l'air vicié sans perdre de chaleur, ou renouveler l'air sans rafraîchir).

Mais en suivant le bio-mimétisme, des projets architecturaux ont trouvé des solutions innovantes pour répondre à ces questions :

- L'exemple le plus reconnu celui de L'architecte **Mick Pearce** qui a conçu *le bâtiment Eastgate*, un centre commercial situé à Harare au Zimbabwe. Celui-ci s'est inspiré de solutions indigènes : des termitières présentes dans le pays pour concevoir son bâtiment et en reprenant le mode de ventilation. Grâce à un système de galeries qui assurent une très bonne ventilation, les termitières possèdent d'incroyables vertus thermiques : elles restent à température intérieure constante, quel que soit le niveau de chaleur à l'extérieur. L'architecte a repris ce principe pour créer un bâtiment capable de se refroidir naturellement, sans aucune climatisation. Le système de ventilation passif permet de ne consommer que 10% d'énergie par rapport à un bâtiment de taille comparable refroidi par air conditionné. Cet immeuble pionnier est l'exemple le plus parlant de l'architecture biomimétique.¹³
- « Le concombre » ou le « cornichon » de Sir **Norman Foster**, immeuble de bureau localisé à la City de Londres inspirés d'une *éponge de mer*, un animal marin constitué de verre ciselé

¹² URBEO. (2014). « Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable ». P.27.

¹³ BAHAMON Alejandro, PEREZ Patricia. (2007). « Architecture animale, analogie entre le monde animal et l'architecture contemporaine », Edition l'inédite, collection analogies. P.192.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

(bio-silice). La façade par sa forme et sa structure en treillis qui évoque l'exosquelette de l'organisme marin, permet de résoudre de manière similaire les questions de circulation d'air et de ventilation. Le système aurait cependant été reproduit fortuitement sans recherche de bio-mimétisme alors que le fonctionnement écologique est bien présent.¹⁴

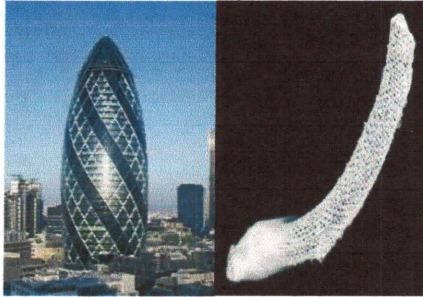


Fig II.8: Tour Swiss de Norman Foster & éponge de mer.
Source : citiesnature.wordpress.com

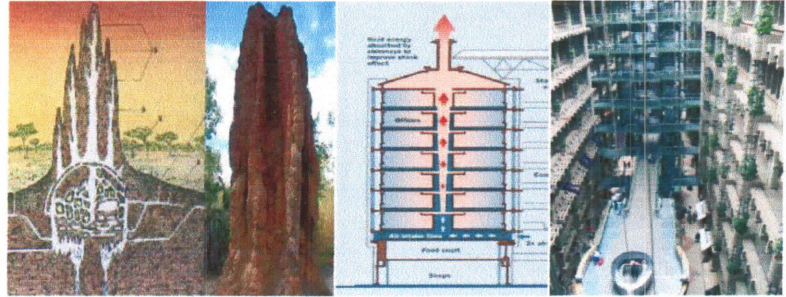


Fig. II.9 : Système de ventilation naturelle d'une termitière, Fonctionnement de l'Eastgate (Mike Pearce).
Source : lewebpedagogique.com

B/ L'aérodynamisme

Les constructions sont souvent aux prises avec les conditions météorologiques. Celles-ci ont des effets sur le bâti. Comme par exemple le comportement d'un bâtiment par rapport aux mouvements d'air (problèmes d'usage pour les personnes empruntant un couloir, voire des risques de stabilité d'une construction telle qu'une tour).

Lors de la conception du terminal international Waterloo de Londres, Nicolas Grimshaw and partners, se sont inspirés de la carapace en forme d'écailles du pangolin, un mammifère insectivore, pour résoudre des problèmes d'aérodynamisme. Pour assurer la flexibilité souhaitée à la construction, ils ont conçu un bâtiment capable de fléchir simultanément dans plusieurs sens : vers le haut, le bas mais aussi sur les côtés. Cette flexibilité a été obtenue par un système de panneaux de verre pouvant glisser le long de trois côtés, ce qui correspond à une solution similaire à la flexibilité des écailles du pangolin.¹⁵



Photo II.9: terminal international Waterloo de Londres, Nicolas Grimshaw & partners.
Source: www.engineering-timelines.com

¹⁴ BAHAMON Alejandro, PEREZ Patricia. (2007). « Architecture animale, analogie entre le monde animal et l'architecture contemporaine », Edition l'inédite, collection analogies. P.194.

¹⁵ RAHMOUNI Bilel. (2015). « Le biomimétisme dans l'architecture ». P.18.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

C/ L'autosuffisance en ressources naturelles :

Ce même architecte Grimshaw a une autre fois utilisé le bio-mimétisme pour le «théâtre de l'eau» à Las Palma, aux Canaries.

Il avait constaté que la nécessité de l'eau potable est augmentée et qu'il y a présence de mer immédiate, il est alors dit que l'on peut dessaler l'eau de mer pour en récupérer l'eau potable son équipement. Il s'est alors inspiré des techniques développées par un insecte du désert : le coléoptère sténocara pour récupérer l'eau. Il a créé un système alternant captation de l'eau de mer, évaporation conduisant à une désalinisation de l'eau, puis condensation pour récupérer l'eau douce.¹⁶

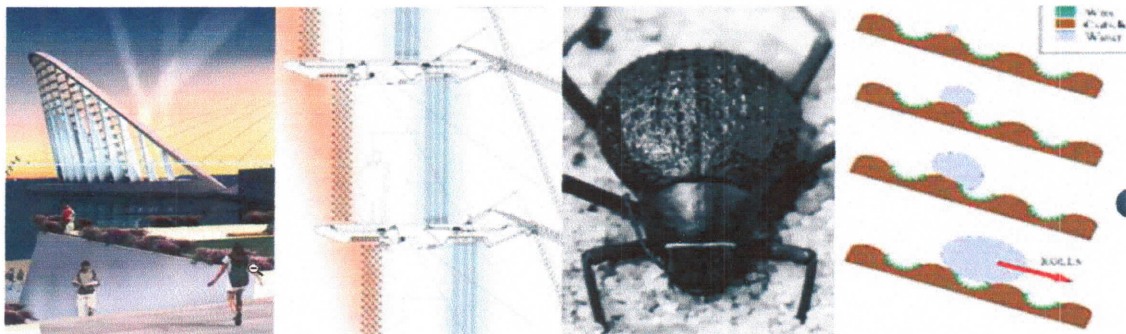


Fig II.10: Théâtre de l'eau à Las Palma, Nicolas Grimshaw.
Source : www.greenunivers.com

Fig. II.11: Le sténocara, insecte bioinspirateur.
Source : www.naturalhistorymag.com

Les exemples offerts par la Nature sont excellents et forment une source inépuisable pour des solutions architecturales. Cependant, les organismes vivants ne peuvent être regardés isolément, ils s'insèrent dans des contextes écologiques où ils jouent un rôle, une fonction spécifique.

II.2.3. L'approche éco systémique

Selon cette approche, il s'agit de répliquer les principes des écosystèmes naturels. Pour rappel, un écosystème désigne l'ensemble des relations existantes entre une communauté d'êtres vivants et son environnement biologique, géologique, climatique... A ce stade du bio-mimétisme, il ne s'agit plus d'imiter les propriétés d'un organisme vivant, d'un individu particulier végétal ou animal mais les principes relationnels entre organismes.

L'approche éco-systémique met en évidence que c'est la relation qui permet d'engager la durabilité. Par exemple, la production de déchets par certains organismes est utilisée par d'autres.

¹⁶ SANCHEZ Clément, ARRIBART Hervé, GURAUD GUILLE Marie Madeleine. (2005). « *Biomimeticism and bioinspiration as tools for the design of innovative materials and Systems* ». P.12.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

Ce mode de relation permet d'engager un système basé sur la réciprocité et un fonctionnement en boucle.

Par ailleurs, cette approche s'inscrit dans une vision reconnaissant le monde comme étant « fini », il a alors des limites, des ressources limitées qu'il s'agit d'exploiter de manière optimale.

D'après les écologues, notre civilisation se comporte exactement comme un écosystème pionnier, ces écosystèmes sont normalement minoritaires et éphémères, ils apparaissent généralement après des événements ponctuels créant de nouvelles surfaces à envahir (incendie de forêt, glissement de terrain...). Mais surtout, ils se caractérisent par une faible diversité, une utilisation gourmande des ressources (eau, éléments nutritifs...) favorisant une croissance rapide, préférant la quantité à la qualité, extrêmement prodigues en production de déchets et en utilisation d'énergie.

L'approche biomimétique et le bio-mimétisme architectural font en sorte qu'une construction évoluera le mieux possible dans son contexte, dans le respect de valeurs de durabilité. Ces principes, sont plutôt négligés et peu de projets architecturaux réalisés traduisent aujourd'hui ces principes (Cf. ci-avant Eastgate et le théâtre de l'eau).¹⁷

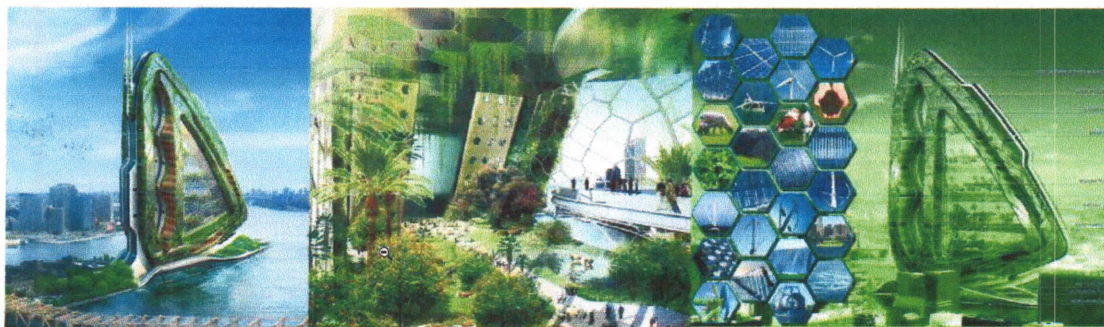
Vincent Callebaut est l'un des architectes pionniers en biomimétique et en résilience environnementale. Il a conçu plusieurs projets en basant sa réflexion sur le fonctionnement des écosystèmes et en se projetant dans un avenir proche où les ressources seront épuisées (eau potable, énergie...). Son projet Dragonfly à New York est un projet d'architecture nourricière, favorable à la réutilisation de déchets biodégradables, à la conservation de l'énergie et des ressources renouvelables dans un contexte de forte densité. Il s'agit d'une tour avec un programme diversifié (logements, bureaux et fermes urbaines). Cette tour, prenant la forme d'un papillon, fonctionne comme un organisme vivant : autosuffisante en eau, en énergie et en bio fertilisant. Autour de ces ailes, viennent s'arc-bouter deux anneaux habités dont l'exo-structure ciselée organiquement abrite des espaces inter-climatiques recevant les cultures agraires. L'ensemble forme une architecture « double-peau » en résille de nid d'abeille qui exploite au maximum l'énergie solaire passive en accumulant l'air chaud en hiver dans l'épaisseur de l'exo-structure et en rafraîchissant l'atmosphère par ventilation naturelle et par évapotranspiration des plantes l'été. Ces espaces tampons sont mis à profit pour repenser l'agriculture non plus en termes de superficies mais en termes de volumes. En effet, tandis que les sols nourrissent des vergers, chaque mur et chaque plafond sont métamorphosés en potagers tridimensionnels. Les jardins verticaux permettent de filtrer l'eau de pluie et les effluents des eaux usées domestiques des habitants de la tour. Les eaux récoltées subissent ainsi un

¹⁷ RAHMOUNI Bilel. (2015). « Le biomimétisme dans l'architecture ». P.19.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

traitement biologique approprié pour leur réutilisation agricole, apportant tout l'azote et une bonne partie du phosphore et du potassium requis pour la production des fruits, légumes et céréales.¹⁸

Le concept de tour hypergreen développé par Jacques Ferrier s'inscrit également dans cette logique en diffusant toutes les solutions techniques environnementales du moment (serres tempérées créant un microclimat toute l'année et cherchant à assurer une protection solaire pour les façades les plus exposées et à rafraîchir l'air ambiant).



PhotoII.10: Dragonfly, un projet de biomimétisme écosystémique de Vincent Callebaut.
Source : vincent.callebaut.org

Finalement dans cette approche il s'agit plus de s'inspirer de l'organisme vivant mais plutôt s'inspirer des propriétés essentielles d'un ou plusieurs systèmes écologiques pour résoudre des problèmes humains et ceci en ayant recours aux énergies gratuites, utilisation des rétroactions, circuit en boucle, recyclage, absence de toxicité rémanente ou non biodégradable,...le bâtiment devient alors facilitateur dans les relations avec son environnement.¹⁹

II.2.4. La bio-assistance

Le bio-assistance ou bio-processing est le niveau ultime du bio-mimétisme où finalement l'homme est totalement en phase avec la nature. Dans cette approche, ce n'est plus la copie des organismes vivants tels que leurs structures, matériaux, fonctionnement... mais les organismes eux-mêmes.

Quand la copie devient impossible, l'alliance entre l'homme et un autre organisme vivant peut devenir très bénéfique. Les exemples en



Photo II.11: L'auer world palace.
Source : www.atlasobscura.com

¹⁸ URBEO. (2014). « Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable ». P.30-31.

¹⁹ ROCCA Alessandro, PIOT Christine. (2007). « Architecture naturelle », édition actes Sud, collection architecture. P.212.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

architecture adaptant cette approche sont quasi-inexistants.

« L'aerworld palace » de Marcel Kalberer situé à Weimar construit sur la croissance des végétaux se rapprochent de cette signification mais il ne s'agit pas de projets « habitables ». ²⁰

Les exemples appliquant cette approche peuvent en ce moment être retrouvés que dans les **utopies** ou l'architecte belge, Luc Schuiten est l'une des personnalités les plus engagées dans ce sens. On peut citer deux projets utopiques incluant cette approche:

La cité des habitarbres

Dans cette cité, les habitants ne sont plus des consommateurs de Nature, mais les acteurs d'un écosystème au même titre que les autres espèces animales et végétales. Du point de vue formel, les parois des façades sont constituées d'une peau bio-textile à base de protéines translucides inspirées de la chitine des ailes de libellules. Les dalles de sol et les parois intérieures sont réalisées en terre stabilisée par de la chaux, et armées de structures végétales. Les matériaux, choisis à jouer un rôle thermique en stockant les calories et en rediffusant la chaleur de la terre. La ventilation naturelle des édifices est calquée sur le modèle des termitières. Enfin, l'éclairage nocturne des habitations est produit par bioluminescence en imitant le procédé utilisé par les vers lumineux ou certains poissons abyssaux. ²¹

La cité tressée

Les constructions ont une structure basée sur un maillage végétal produit par les racines d'un figuier étrangleur ayant poussé sur un arbre support. Les parois extérieures des logements sont en bio-textile, matériau comparable à celui des cocons des vers à soie ou ceux des toiles d'araignées. Ces matériaux semi transparents peuvent également capter l'énergie solaire pour fournir l'énergie nécessaire au chauffage et à l'électricité. La circulation dans la cité se fait par des passerelles surplombant la prairie sauvage, permettant ainsi aux cycles naturels de se poursuivre, de garder le sol meuble, d'irriguer et d'alimenter les arbres porteurs en nutriments provenant de la décomposition des déchets organiques. ²²

²⁰ SCHUITEN LUC. (2009). « *Végétal City* ». Editions Mardaga. **Collection** : art contemporain. France. P.64.

²¹ SCHUITEN LUC. (2010). « *Vers une cité végétale* ». Editions Mardaga. **Collection** : art contemporain. France. P.32.

²² ID. P.35.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

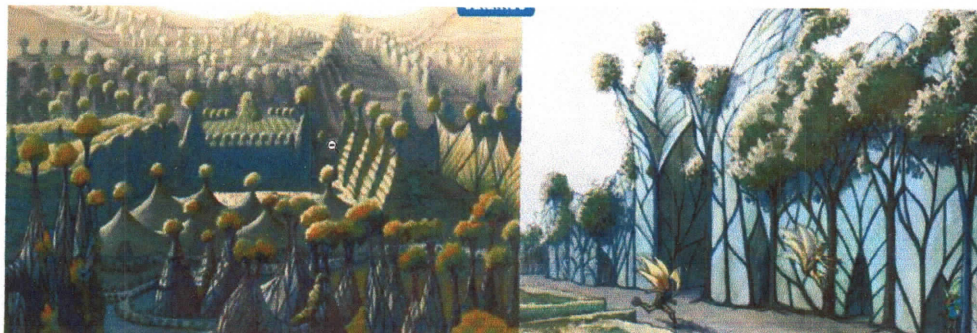


Photo II.12: La cité tressée et la cité des habitarbres (Luc Schuiten)
Source : www.vegetalcity.net

L'application des quatre approches biomimétiques (formes, procédés, relations et assistance naturelle) permet de créer les conditions encourageant « la vie ». Le naturaliste Gauthier Chapelle précise que « *Encourager la vie n'est pas une option mais un passage obligé pour tout organisme qui prévoit de rester ici à long terme. Si nous voulons continuer à vivre ici, nous devons apprendre de nos prédécesseurs comment filtrer l'air, purifier l'eau et enrichir le sol - préserver la richesse et la viabilité de notre habitat. C'est la règle d'or du bon voisinage.* » Ces dimensions exposées peuvent ainsi devenir des guides de durabilité pour l'architecture. Autant de qualités qui paraissent aujourd'hui indispensables à une architecture durable. Cependant, quand bien même le bio-mimétisme est source de solution innovante et relève d'une approche vertueuse, celui-ci peut aussi faire l'objet de nombreuses critiques.

II.3. L'architecture biomimétique, une nouvelle tendance de l'architecture durable (éco-conception)

L'architecture biomimétique apparaît comme une nouvelle tendance au même titre que l'architecture bioclimatique. Le bio-mimétisme constitue une forme d'éco-conception avec ses exigences propres.

II.3.1. Eco-conception

L'éco-conception consiste à intégrer la protection de l'environnement dès la conception des biens ou services. Elle a pour objectif de réduire les impacts environnementaux des bâtiments tout au long de leur cycle de vie : extraction des matières premières, production, distribution, utilisation et fin de vie. Elle se caractérise par une vision globale de ces impacts environnementaux : c'est une approche multi-étapes (prenant en compte les diverses étapes du cycle de vie) et multicritères

CHAPITRE II: LE BIO-MIMETISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

(prenant en compte les consommations de matière et d'énergie, les rejets dans les milieux naturels, les effets sur le climat et la biodiversité).

L'éco-conception peut ainsi être définie comme une méthodologie ou démarche de mise en œuvre d'instruments d'aide à la conception des projets soutenable. Elle est le fruit d'un ensemble de travaux pratiques et académiques de construction d'outils de mesure et d'évaluation dans des secteurs d'activité divers.²³

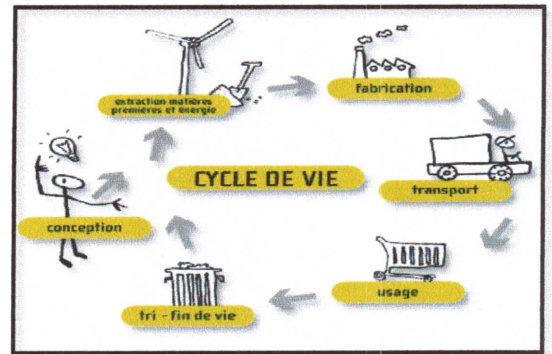


Fig. II.12 1: Cycle de vie d'un produit.
Source: www.eco-conception.fr

II.3.2. Naissance de l'éco-conception

La crise environnementale et ses enjeux constituent un défi majeur pour le capitalisme du XXIe siècle : comment en effet les entreprises peuvent-elles devenir à la fois " vertes " et compétitives. Une réponse originale apparaît au cours des années 1990 chez les ingénieurs et les designers avec la pratique dénommée " éco-conception ", qui s'est diffusée depuis dans la majorité des grandes entreprises. Cette démarche, qui vise à reconcevoir les biens et services pour les rendre plus durables, s'accompagne de multiples innovations comme l'analyse de cycle de vie (ACV) qui introduit une rupture dans la manière de cartographier les enjeux environnementaux d'un objet en passant du territoire au cycle de vie.²⁴

II.3.3. Objectifs d'éco-conception

Limiter les impacts environnementaux des biens de consommation sur la biosphère, car une réduction des impacts environnementaux conduit à une réduction des impacts sur la biodiversité. Par exemple : L'utilisation de ressource bio-sources, exploitées de façon durable implique une diminution de l'impact des extractions de matière première (extraction minière, production agricole intensive, ...), aussi le potentiel de recyclage permet de limiter l'impact du retraitement des déchets (incinération, impact élevé de la séparation des composants).²⁵

²³ <http://www.developpement-durable.gouv.fr> consulté le 22/03/2016

²⁴ <https://halshs.archives-ouvertes.fr> consulté le 22/03/2016

²⁵ BROSSARD Pauline, GAUTHIER Clélia. (2010). « Architecture et développement durable, un gigantesque défi », édition archibooks. P.98.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

II.3.4. Applications en architecture

Les exemples se multiplient dans le monde. **Des agences d'architecture se spécialisent, voire adoptent ce mode de conception comme exclusif dans leur projet.** Désormais plusieurs agences s'inscrivent résolument dans cette tendance. Parmi les pionniers, peuvent être cités :

- Mickaël Pawlin (exploration architecture), auteur de plusieurs projets biomimétiques reconnus : Sahara -Forest Project, Eden Project, Ecorainforest.
- Mike Pearce (projet Eastgate à Harare).
- Eugène Tsui (Watsu center à Middletown, Bablonia résidence, Edises Kitchen, ecological future house).²⁶

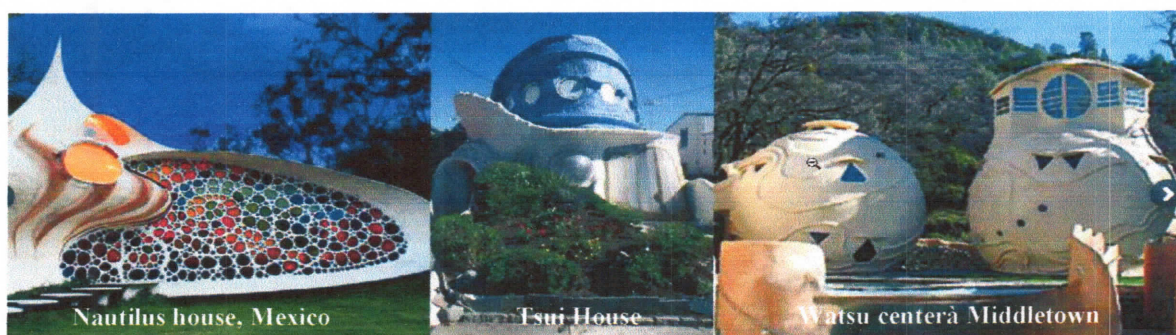


Photo II.13: projets d'Eugène Tsui.
Source : www.sfgate.com

- et la très grande agence new-yorkaise HOK laquelle s'est associée à l'institut de biomimétisme US pour bénéficier des apports des « biomiméticiens », permet ces réalisations :

***Lavasa en Inde** la première ville nouvelle de 300 000 habitants conçue selon les principes du bio-mimétisme par L'agence HOK. Pour cette ville inondée trois mois par an mais sinon aride le reste de l'année, les études des écosystèmes ont permis d'indiquer que le paysage originel de cette partie de l'Inde était constitué autrefois de forêts humides. L'idée des architectes consiste à retrouver ces bases passées :

Concevoir un système dans les fondations de bâtiments qui conserve l'eau comme les arbres le faisaient sur le site autrefois. Les concepteurs adoptent le même principe pour les toitures en reprenant la morphologie des feuilles de figuier des banyans très répandues en Inde afin de canaliser les eaux de ruissellement. A partir de ce modèle HOK a développé un système de tuiles afin de faire ruisseler et récupérer l'eau. Quant à l'évacuation du surplus d'eau pendant les inondations, le cabinet s'est inspiré du système mis en place par les fourmis locales en créant un réseau très dense

²⁶ URBEO. (2014). « Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable ». P.38.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMÉTISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

de petits canaux. Le plan de la ville adopte donc la stratégie des fourmis pour évacuer l'eau durant la moisson.²⁷

*Dans un autre projet à **New Songdo City**, HOK s'est inspiré de la structure de la ruche, pour un concevoir plusieurs bâtiments en torsion. Le bio-mimétisme concerne tant des projets à grande échelle, implantation de villes que l'élaboration de produits de tous les jours, dans la mise au point des techniques de lumière, de peintures, de toitures végétales...²⁸

En dehors de projets urbains, trois projets architecturaux récents ont été remarqués pour leur traduction du bio-mimétisme :

- **Le bâtiment du ministère de l'agriculture du Qatar à Doha**

Aesthetics Architects²⁹ a imaginé une tour en forme de **cactus** pour rester au frais. Cette architecture est directement inspirée des capacités naturelles des cactées pour se développer dans les climats les plus désertiques. Les branches verticales fonctionnent comme un dispositif d'ombre propre ce qui permet de réduire nettement l'usage de l'air climatisé.

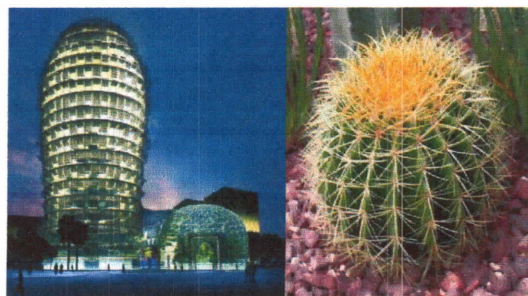


Photo II.14: Ministère du Qatar, plante de cactus.
Source : www.designboom.com

- **Un immeuble de bureau (Maxon)**

Situé à Preston au Nord-Ouest de l'Angleterre Conçu par cabinet d'architecture "Moxon" reprenant les principes du porc-épic. Une architecture faite d'aiguilles en aluminium ayant un but de récupérer la chaleur solaire passif et la conduire dans la structure pour réguler la chaleur et réaliser des économies d'énergie. Le revêtement agit également comme pare-soleil et parapluie géant.

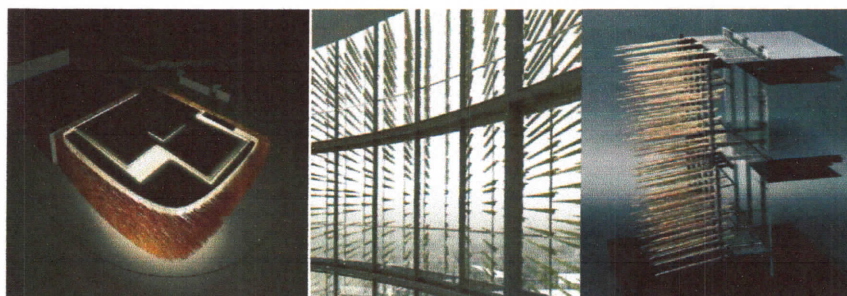


Fig. II.13: Immeuble de bureaux (Maxon), vue int et ext, ville de Preston, Angleterre.
Source : www.enerzine.com

²⁷ URBEO. (2014). « Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable ». P.38.

²⁸ Id. P.39.

²⁹ Esthétique Architecte : société fondée par un groupe d'architectes qui ont pratiqué principalement dans le domaine des aspects architectural. Il est concentré dans la façon dont la construction architecturale va fusionner avec l'homme. Pour donne un design innovant.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMETISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

- **Le centre d'art Esplanade à Singapour**

L'atelier One s'est inspiré de la fourrure des ours polaires. La surface du bâtiment est couverte de losanges en aluminium qui jouent le rôle des poils. Leur orientation est contrôlée par des capteurs de lumière photoélectriques. Par mauvais temps, les losanges s'ouvrent pour laisser passer la lumière directe du soleil et chauffer le bâtiment.³⁰



Photo II.15: Le centre d'art Esplanade à Singapour.
Source : www.enerzine.com

³⁰ URBEO. (2014). « Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable ». P.39.

CHAPITRE II: LE BIO-MIMETISME ET LA NOTION DE DURABILITE (ECO-CONCEPTION)

Conclusion

En s'inspirant de la sorte des méthodes de génie écologique, l'éco-conception d'un projet architectural intègre «naturellement» des notions qu'il est parfois difficile de rendre concrètes, telles que la biodiversité, les relations coopératives ou symbiotiques entre les habitants, les interfaces avec les écosystèmes de contact, l'utilisation raisonnée des ressources, la création du lien social, l'intégration culturelle etc. En faisant exploser les référentiels habituels, par trop anthropocentrés et focalisés sur les enjeux environnementaux, cette approche permet d'intégrer toutes les dimensions des systèmes en présence, humains et non humains, à l'intérieur d'une démarche très structurante.

CHAPITRE III : *les techniques et les procédés du biomimétisme.*

« Nous construisons trop. Nous gaspillons l'espace, la terre, la matière, l'énergie. Nous continuons à construire des bâtiments non naturels comme aux temps passés. Notre époque demande plus de légèreté, d'économies d'énergie, de mobilité d'adaptabilité, en un mot des constructions plus naturelles, sans négliger les besoins de protection et de sécurité ». (Frei Otto)

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIO-MIMÉTISME

Introduction

Le bio-mimétisme est la pratique scientifique qui consiste à imiter, ou à s'inspirer des propriétés essentielles d'un ou plusieurs systèmes biologiques. Elle peut permettre d'exploiter des mécanismes de la nature pour les appliquer dans différents domaines, de faciliter l'étude scientifique de la nature, d'accéder à de nouvelles structures et interfaces moléculaires capables de reproduire certaines fonctions de l'organisme ou encore de s'inspirer de l'organisation des écosystèmes ou plus généralement du fonctionnement des êtres vivants pour tenter de résoudre des problèmes quotidiens et d'améliorer les technologies humaines.

Bien sûr, avant de pouvoir copier un système, il faut déjà comprendre ce qui s'y passe et comment il fonctionne.¹

Donc, ont opté sur trois techniques essentielles pour réussir un projet architectural en termes de forme, structure, ventilation et éclairage.

III.1. le biomorphisme: Des toitures copiées sur les toiles d'araignées

Les araignées et leur toile sont parfois considérées avec crainte ou dégoût. Pourtant les scientifiques à connaissent les particularités impressionnantes des fils produits par ces arachnides.

Ces toiles possèdent des atouts de solidité, et d'élasticité remarquables :

- > Elles sont très légères.
- > Elles présentent une très grande capacité d'absorption des chocs.
- > Elles peuvent s'allonger de 40 % avant de se rompre.
- > Pour rompre une toile d'araignée il faut dix fois plus d'énergie que tout autre matériau biologique similaire.²

Pour mieux illustrer ces propriétés, le tableau III.1 ci-dessous : établit : La comparaison entre la soie d'araignée, le kevlar et l'acier. Source : biomimetisme.eklablog.com

	Résistance (g/d)	Module d'élasticité (g/d)	Énergie de rupture (x103 (j/kg))	Élongation (%)
Fil d'araignée	21	500	120	5,35
Kelvar	22	850	30	2,4
Acier	4	290	2	1,4

¹ JANINE M. BENYUS. "Biomimicry: innovation inspired by nature, edition: HarperCollins e-books. P.160.

² <http://biomimetisme.eklablog.com> consulté le 08/04/2016

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIO-MIMÉTISME

D'après ce tableau on constate que la toile d'araignée est plus résistante que les fibres synthétiques connues.

Les avantages de la structure d'une toile d'araignée

Si la toile d'araignée est aussi résistante, ce n'est pas seulement du aux qualités du fil de soie d'araignée mais également sa structure intelligente.

Pour la construction de la toile, l'araignée dépense beaucoup d'énergie. Il arrive fréquemment qu'un projectile, une chasse ou autre chose, viennent se faire prendre au piège de la toile et des fils collants. Quand il y a un impact sur la toile, celle-ci est détruite mais seulement partiellement et l'araignée aura assez d'énergie pour la reconstruire cela lui permet de réparer sa toile plutôt que de l'assembler à nouveau.³

Application à l'architecture

"Nous construisons trop. Nous gaspillons l'espace, la terre, la matière, l'énergie. Nous continuons à construire des bâtiments non naturels comme aux temps passés. Notre époque demande plus de légèreté, d'économies d'énergie, de mobilité, d'adaptabilité, en un mot des constructions plus naturelles, sans négliger les besoins de protection et de sécurité." (Frei Otto, architecte et pionnier dans l'utilisation des membranes modernes).

La structure d'une toile d'araignée est optimisée pour couvrir la plus grande aire avec le moins de matière possible. Certains bâtiments s'inspirent grandement de cette structure ou présentent des similarités frappantes.

Les architectes utilisent des câbles d'aciers à la place des fils d'araignées et réalisent des toits dont l'ossature légère est recouverte d'une fine membrane posée. (Voir photo ci-contre, stade olympique de Munich. Allemagne.).

Grâce à ce système, les bâtiments dits à **membrane moderne (membrane isotropes et anisotrope)**⁴, ont des toits qui présentent de nombreux avantages, tout d'abord la légèreté qu'une charpente traditionnelle.

³ CEEBIOS. (2013). Les bio-textiles et la chitine. « Pourquoi la nature est plus forte que nous ». P.07.

⁴ Frei Otto, « Structure tendue ». P.31.

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIOMIMÉTISME

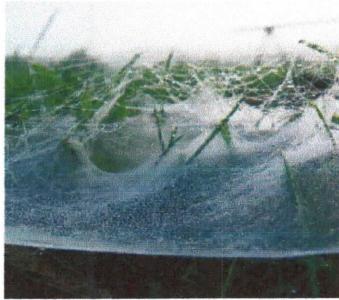
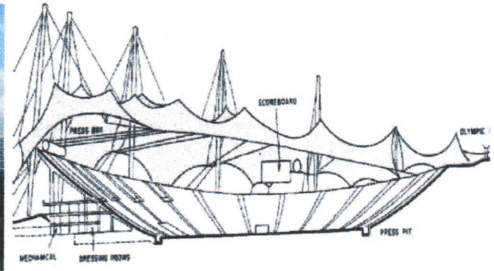


Photo III.16: toile d'araignée.
Source : www.divinatix.com



Fig. III.14: stade olympique de Munich, Allemagne.
Source : www.info-stades.fr



En effet, La structure et la membrane étant très légères, l'ensemble n'est pas soumise à de grandes forces et jouit ainsi d'une grande solidité. La sécurité est également un point important. A l'inverse d'un toit classique qui, lorsqu'il s'écroule crée de gros dégâts, un toit en membrane moderne est moins destructeur s'il est arraché ou s'il s'écroule, du fait de sa légèreté. De plus, si une partie de la toiture est détruite, comme pour une toile d'araignée, les autres zones du toit ne sont pas fragilisées et il n'est pas nécessaire d'en rebâtir la totalité.⁵

Enfin le dernier avantage, c'est la rapidité de montage, un toit classique est beaucoup plus long à construire qu'un toit en membrane moderne supporté par une structure métallique faite de câbles à l'image d'une toile d'araignée.

La structure en câbles d'acier peut être remplacée par des poutres en aciers et la membrane par des carreaux de verres comme au centre commercial de Fiera Milano à Milan, en Italie. Ou encore par un treillage en bois pour le magnifique centre Pompidou de Metz.⁶

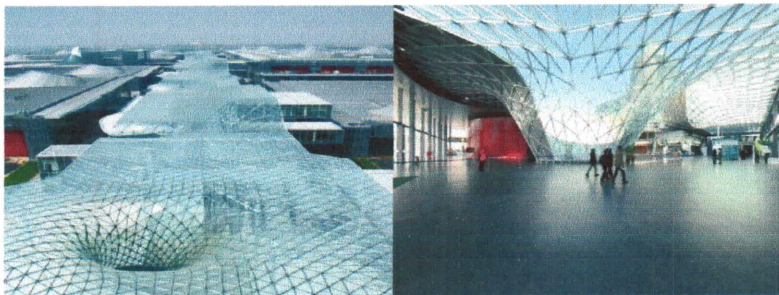


Photo III.17: La toiture vitrée originale du centre commerciale Fiera Milano, en Italie.
Source : biomimetisme.eklablog.com

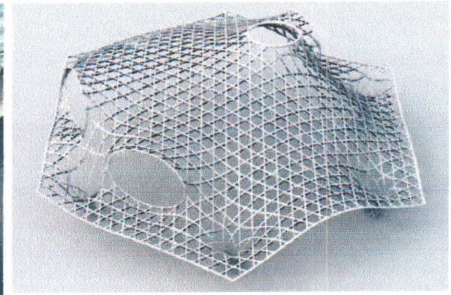


Fig. III.15: Squelette de l'armature soutenant la membrane souple.
Source : biomimetisme.eklablog.com

⁵ Frei Otto, « Structure tendue ». P.50.

⁶ <http://biomimetisme.eklablog.com> consulté le 08/04/2016

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIO-MIMÉTISME

III.2. Structure : Des bâtiments résistants inspirés d'une éponge de mer

Des scientifiques ont découvert que les éponges marines possèdent des propriétés structurales de rigidité mécanique et de stabilité, en dépit de leur composition intrinsèquement fragile. Elle a une forme cylindrique constituée d'un verre naturel appelé bio-silice et peut atteindre 15 cm de hauteur.⁷

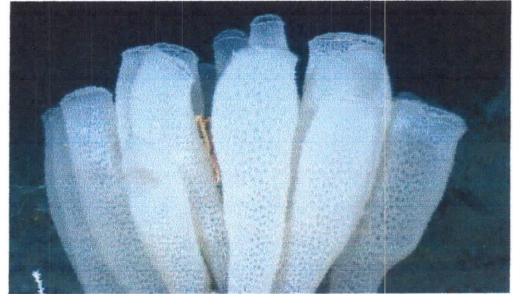


Photo III.18: Euplectella aspergillum dit Fleur de Vénus.
Source : www.pinterest.com

Les causes de solidité de l'éponge de mer (d'Euplectella aspergillum)

Les chercheurs découvrent à la base de l'éponge des touffes de fibres de verre de l'épaisseur d'un cheveu humain. Ces fibres de verre sont des multiples couches de verre liées par une colle organique. Elles sont composées de nano-sphères de silice disposées autour d'une fibre de protéines, Elles rendent extrêmement résistante l'éponge ce qui permet de ne pas la fendre ni de la casser, ces fibres sont très flexibles mais incassables.⁸

La structure de construction du squelette de l'éponge est organisée en contre flèche comme en treillis horizontale et verticale. Des ingénieurs dans le bâtiment ont repris ce système pour construire leurs structures. Ils ont constaté que cette structure confère une solidité remarquable. Puisque la structure est proportionnelle à l'élément, quand le diamètre du squelette de l'éponge augmente, la structure externe doit être évidemment renforcée. Pour cela, il existe des arêtes en spirale placées en diagonale. Ces arêtes en spirale permettent une stabilité maximale et une structure ultra légère, elles rendent l'éponge de mer plus solide.⁹

Dans le bâtiment, ce système est aussi utilisé pour éviter le cisaillement de la structure c'est à dire éviter que la construction ne s'effondre. En effet, les structures cylindriques sont sujettes à s'effondrer s'il n'y a pas de contre carré en diagonale.

⁷ <http://www.siratus.com> 08/04/2016

⁸ <https://biomimeticsite.wordpress.com> 08/04/2016

⁹ <http://biomimetisme.eklablog.com> 08/04/2016

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIO-MIMÉTISME

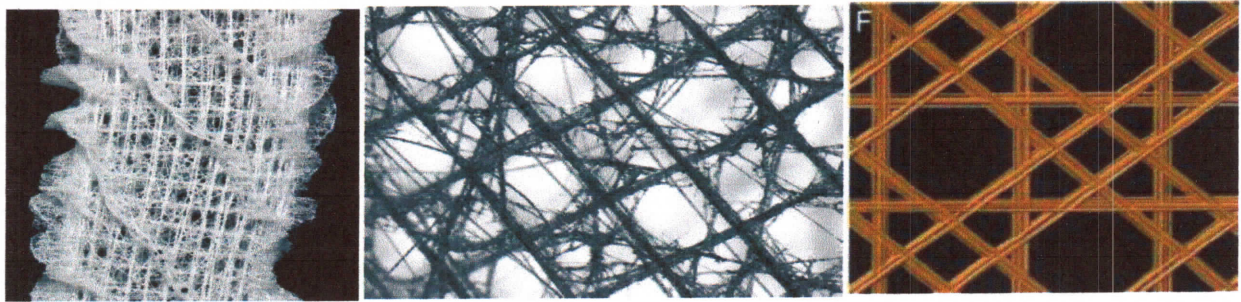


Fig. III.16: La structure de construction du squelette de l'éponge de mer.
Source : www.siratus.com

- Permet les réalisations évoquant cette structure, par exemples : Tour swiss de londres (Norman FOSTER), Hearst Tower Manhattan (William Hearst).

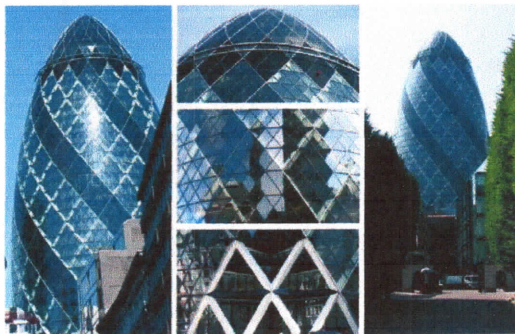


Photo III.19: tour swiss re londres (2004).
Norman FOSTER
Source : www.arc.ulaval.ca

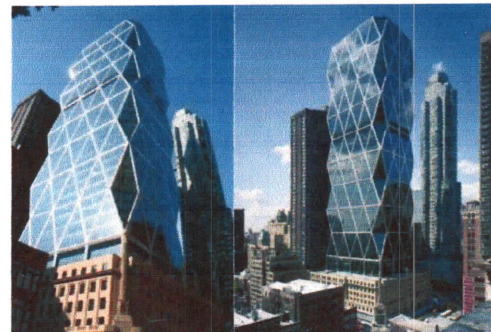


Photo III.20: Hearst Tower (2002).
Manhattan. William Randolph Hearst.
Source: en.wikipedia.org

III.3. La ventilation et la thermique : (Le système de ventilation des termitières)

Les termitières se trouvent en zones tropicales et pourtant, elles sont naturellement climatisées.

Le secret de cette climatisation réside dans de hautes cheminées centrales qui surplombent le nid. L'air chaud est attiré vers le haut de la termitière, puis il est évacué par ces cheminées. Ce phénomène entraîne un courant d'air dans les parties basses du nid : l'air est aspiré par ces parties inférieures grâce à des petits trous situés tout autour du nid. Cet air circule sous terre où il est rafraîchi au contact de puits très profonds (de 15 à 20 m en général), que les ouvrières creusent pour atteindre les nappes

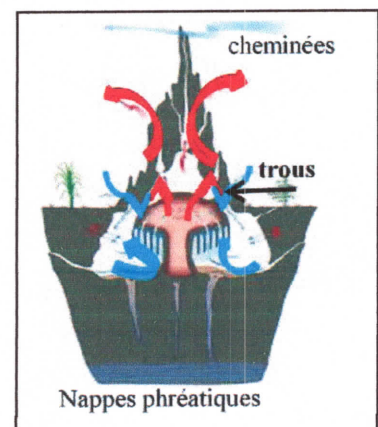


Fig. III.17: Schéma du système de ventilation d'une termitière.
Source : www.divinatix.com

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIO-MIMÉTISME

phréatiques. Cet air frais remonte dans le centre de la termitière qu'il vient rafraîchir. En chauffant, il est ensuite attiré par le haut de la termitière, et ainsi de suite.¹⁰

Les termites peuvent augmenter ou diminuer la chaleur de la termitière en obstruant ou en perçant des trous au sol. Le jour, il peut faire plus de 40°C à 50°C, donc elles creusent plusieurs trous dans le sol afin qu'il y ait une quantité plus importante d'air qui rentre, et par conséquent, permet de rafraîchir la termitière. La nuit, la température peut atteindre 0°C, donc elles suppriment des ouvertures afin de garder de la chaleur dans la termitière. Elles essaient de garder une chaleur à peu près constante de 31°C.¹¹

Les murs de termitières sont faites d'un matériau (terre, poussière de bois et mélange de salive de termite) qui imitent les propriétés du ciment.

❖ application architecturale : l'Eastgate Building

L'exemple le plus reconnu celui de l'architecte Mick Pearce qui a conçu le bâtiment, un centre commercial situé à Harare au Zimbabwe en 1996. Les objectifs des promoteurs du projet étaient de construire un bâtiment ne nécessitant pas l'utilisation de l'air conditionné. Compte-tenu du climat de la région, cet objectif représentait un défi majeur pour l'architecte qui s'est alors inspiré de solutions indigènes du fonctionnement des termitières grâce à un système de galeries qui assurent une très bonne ventilation. Les températures intérieures sont constantes, quel que soit le niveau de chaleur à l'extérieur.¹²

Le bâtiment a été construit en utilisant notamment la fraîcheur nocturne pour climatiser le bâtiment. Pour cela, l'ossature du bâtiment est fabriquée à partir de briques et de béton qui permettent de stocker la chaleur du soleil, dans la journée, pour ensuite la libérer le soir. Afin d'éviter que les espaces intérieurs ne soient trop chauffés par le soleil, moins de 25 % des vitres sont faites de verre et toutes les fenêtres ont une forme ne laissant pas passer les rayons du soleil (protections solaire et végétations pour réfléchir l'air entré à l'intérieur).¹³

L'air frais monte dans des 48 cheminées de briques dans l'atrium. Il entre dans les espaces par de petits creux sous les planchers dans chaque bureau. Comme il se réchauffe et s'élève, il est tiré à

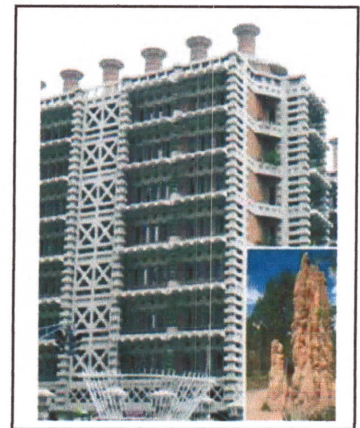


Photo III.21: L'Eastgate Building, Mick Pearce.
Source: www.divinatix.com

¹⁰ Maximilien Quivrin. « *Un exemple d'architecture inspirée des termites* ». P.01.

¹¹ JANINE M. BENYUS, *Biomimicry, Innovation Inspired by nature*. P.02.

¹² URBEO. « *Le biomimétisme, une source pour l'architecture durable* ». P.27.

¹³ Id. P.28.

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIOMIMÉTISME

travers des sorties d'air dans les plafonds vers l'atrium. Finalement, l'air chaud sort par l'effet de cheminée à travers le toit chauffé en verre (voir Fig. 15). Pendant les nuits fraîches d'été, des grands ventilateurs poussent l'air à travers la construction sept fois par heure pour refroidir les planchers creux. Cette technique inspirée de la nature réalisa 35% d'économie d'énergie par rapport aux bâtiments traditionnels. Cette stratégie de refroidissement a entraîné une réduction de 90% de l'énergie dédiée à un système énergétique de refroidissement. Cet immeuble est l'exemple le plus partant de l'architecture biomimétique.¹⁴

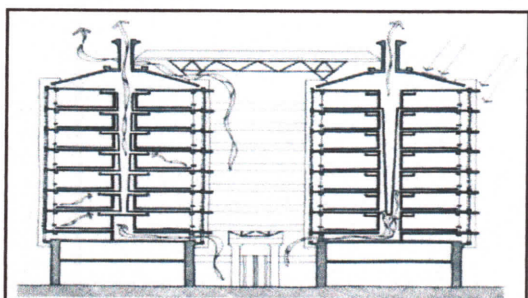


Fig. III.18: Schéma du système de ventilation de L'Eastgate Building.

Source : smartwave.altervista.org



Photo III.22: vue intérieure et extérieure de L'Eastgate Building.

Source: greenhomenyc.org

Serre Alpine Davies

L'exemple d'Eastgate ouvre un nouveau chemin vers l'architecture biomimétique concernant les solutions bioclimatiques. Suite aux leçons tirées des termites, l'architecte Wilkinson Eyre avec Patrick Bellew (un ingénieur en environnement et spécialiste des termites) ont conçu une maison de plantes alpines (voir Fig. n°19). Il est commun que les collections de plantes alpines se conservent dans des lieux réfrigérés ou complètement climatisés, mais le client demandait des concepteurs de proposer une solution plus créative pour ce projet. L'équipe a conçu un bâtiment pour y inclure un labyrinthe thermique, est un sous-sol avec une grande surface de murs en pierre afin de créer une masse thermique très importante. Cette masse peut être ventilée pendant la nuit lorsque les températures sont basses. Le but est de créer une zone de transition thermique entre l'extérieur et l'intérieur qui peut être utilisé pendant la journée en faisant circuler l'air à travers cette espace froid. Ce processus permet un contrôle efficace à travers l'imitation du processus similaire trouvé chez les termites qui vise à contrôler la fermeture et l'ouverture des entrées et des sorties d'air.

¹⁴ Gurtner .P. et Lang. W. (2015). « *Le sens du biomimétisme: formes d'architecture et formes de la nature en Afrique* ». P.119.

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIO-MIMÉTISME

Le bâtiment avec son système de refroidissement a réussi à maintenir les conditions thermiques requises avec un minimum d'énergie pour les ventilateurs.¹⁵



Photo III.23: La maison de plantes alpines à Kew Gard, conçu par Wilkinson Eyre et Patrick Bellew.
Source : www.lankaart.org

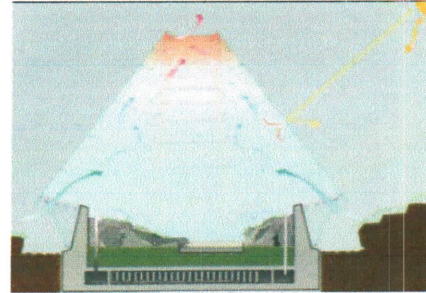


Fig.III.19: Schéma du système de ventilation de La maison de plantes alpines à Kew Gard.
Source : www.lankaart.org

Le Singapore Arts Centre à Singapour (la thermique)

La fourrure de l'ours polaire et sa capacité à réguler les échanges de chaleur se retrouvent dans le Singapore Arts Centre à Singapour. Sa surface est recouverte de losanges en aluminium qui jouent le rôle des poils de la fourrure. Leur orientation est contrôlée par des capteurs de lumière.

Par mauvais temps, les losanges s'ouvrent pour laisser passer la lumière directe du soleil et chauffer le bâtiment. En cas d'ensoleillement, les losanges se referment afin de réduire le rayonnement solaire direct tout en laissant passer suffisamment de lumière indirecte, qui arrive à l'intérieur en se réfléchissant sur la surface en aluminium des losanges.¹⁶

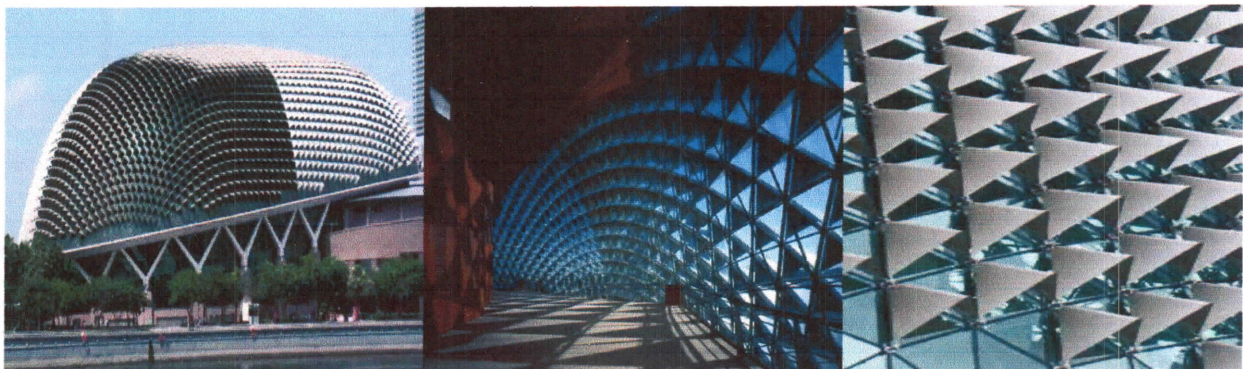


Photo III.24: Le Singapore Arts Centre à Singapour.
Source : www.e-architect.co.uk

¹⁵ BAHAMON Alejandro, PEREZ Patricia. (2007). Architecture animale, « analogie entre le monde animal et l'architecture contemporaine », Edition l'inédite, collection analogies. P.88-89.

¹⁶ <http://www.inspire-institut.org> 17/04/2016

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIOMIMÉTISME

III.4. L'éclairage: des bactéries pour remplacer l'éclairage électrique

La bioluminescence

La bioluminescence désigne la propriété de certains organismes à produire de la lumière pour attirer un partenaire ou une proie, ou au contraire repousser un prédateur ou encore pour se camoufler. Le ver luisant en est un exemple parmi d'autres (méduses, étoile de mer, calmars...). Comparativement à nos méthodes humaines d'éclairage, la bioluminescence est une lumière relativement froide, donc économe en énergie, issue de réactifs non toxiques. Si les LEDS actuelles consomment elles aussi très peu d'énergie et ont l'avantage de ne pas contenir de mercure, elles ont encore des progrès à faire au niveau de la toxicité. La bioluminescence reste donc encore à imiter pour concilier basse consommation énergétique et absence de toxiques.¹⁷

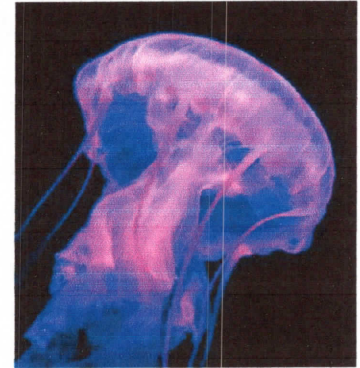


Photo III.25: méduses, Poupe bioluminescent.
Source : trufaut nature.free.fr

Principe

L'émission de lumière se fait par la réaction biochimique entre une protéine substrat, la luciférine, et une enzyme, la luciférase.

Lorsque ces deux protéines se rencontrent, elles s'associent en un complexe qui catalyse la réaction d'oxydation de la luciférine par le dioxygène (O₂). Cette oxydation fait passer la luciférine d'un état stable à un état électroniquement excité et instable. En retournant à son état stable, la luciférine émet un photon qui produit une lumière dans les spectres du bleu et du vert généralement.¹⁸

La chimioluminescence

L'homme a trouvé un moyen de produire quasiment similaire à la bioluminescence. La chimioluminescence fonctionne comme la bioluminescence à la différence près qu'au lieu d'être une réaction faisant intervenir la luciférine et la luciférase, la chimioluminescence fait intervenir le luminol et le peroxyde d'hydrogène, pour créer une lumière bleutée.¹⁹ En architecture des applications en éclairage électrique à la basse des bactéries.

¹⁷ Exposition-biomimétisme, (2013). Les bioluminescences. « Pourquoi la nature est plus forte que nous ». P.06.

¹⁸ <http://www.cpi-plongee.com> 17/04/2016

¹⁹ <http://www.ulb.ac.be> 17/04/2016

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIOMIMÉTISME

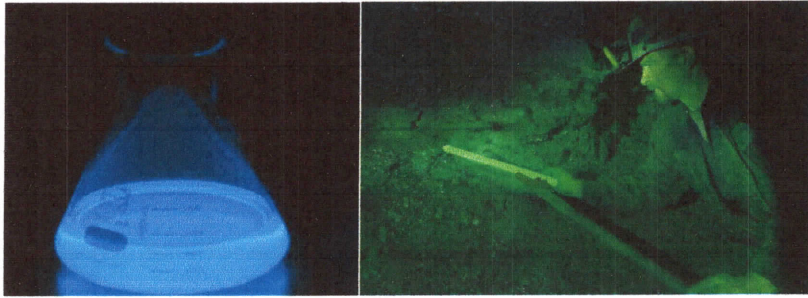


Photo III.26: Lampe autonome éclairant grâce au principe de chimiluminescence.
Source : huffingtonpost.fr

- ✓ Une idée lumineuse : des arbres phosphorescents pour remplacer les lampadaires.

Des scientifiques de Californie ont réussi à créer une plante qui brille dans le noir. En injectant certains gènes issus de l'ADN de luciole ainsi que de ver luisant dotés chacun de bioluminescence, ils espèrent fournir une nouvelle source d'énergie naturelle en guise d'éclairage.

Changer votre vieil éclairage par une plante afin d'éclairer la pièce sera bientôt chose possible à en croire Kyle Taylor et Anthony Evans de l'Université de Cambridge. En effet, les Américains ont récemment réussi à créer une plante luminescente qui peut être visible dans le noir. C'est-à-dire qu'ils sont capables de produire de la lumière à l'aide d'un procédé chimique (utilisé des gènes de lucioles et de vers luisants).

L'objectif des scientifiques est clair, ils désirent proposer une alternative naturelle à l'éclairage électrique. Au cours de leurs travaux, les chercheurs ont en fait prélevé des enzymes brillantes appelées "luciférine" présentes chez la luciole ou dans d'autres bactéries et étant à l'origine du processus de luminescence. A l'aide d'un logiciel, le "Génome Computer"²⁰, ils ont ainsi pu séquencer l'ADN des gènes responsables de la production de ces enzymes. Ces résultats ont alors été envoyés en laboratoire. Puis les gènes obtenus ont été plongés dans un liquide bactérien capable de transférer à la plante ces propriétés luminescentes. Le résultat est une plante irradiée d'une lumière jaune-vert particulièrement brillante, Une fois placée dans le noir.²¹

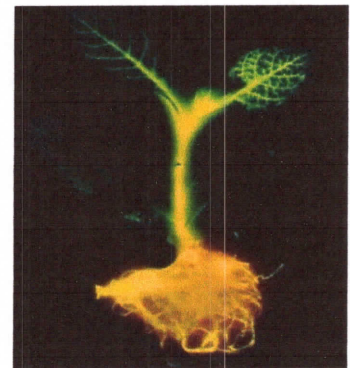


Photo III.27: Plante de tabac bioluminescent.
Source : huffingtonpost.fr

²⁰ Robert J. Robbins. "Informatics and the human genome project".

²¹ <http://www.maxisciences.com> 17/04/2016

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIOMIMÉTISME

- ✓ Le projet Bioluminescence s'inscrit dans l'idée : animé la ville grâce à la lumière sans consommation Électrique.

À la première vue, le rude hiver montréalais semble ralentir les festivités ainsi que les événements extérieurs dans l'entièreté de la ville. Bioluminescence permet de mettre en lumière ces différentes facettes cachées de la vie hivernale de Montréal. Bioluminescence réinterprète les différents phénomènes retrouvés dans les milieux polaires pour ainsi les transformer en ambiances chaleureuses, ludiques et étonnantes. Le projet s'inscrit dans cette prémisse, malgré les conditions hivernales rigoureuses.

L'installation architecturale se déploie sur la Place des Festivals et forme une canopée qui s'inspire du morcellement de la glace à la dérive. La disposition en hauteur de la canopée permet aux passants de circuler sous celle-ci et donne donc l'impression de flotter dans l'espace urbain. La structure légère de tubulaires d'acier est agrémentée de plusieurs cordes suspendues en caténaires qui filtrent la lumière, tout en agissant comme canevas pour celle-ci

Tout comme en milieu polaire, l'installation architecturale s'anime grâce à son éclairage. Le jour, on retrouve la lumière zénithale filtrée par les caténaires. L'interaction entre le vent et la lumière naturelle permet la création d'un jeu d'ombre spectaculaire en constante évolution. De soir, l'installation s'anime par la présence des visiteurs. Intégrés aux caténaires, des cordons lumineux sont suspendus dans chaque alvéole de l'installation, agissant ainsi comme un éclairage de base suscitant la curiosité des passants. Dès l'entrée du visiteur sous la canopée, un éclairage interactif s'active.

En effet, un détecteur de mouvement fixé pour permettre à la lumière d'accompagner les visiteurs dans leur déambulation. Cet éclairage interactif permet ainsi de créer la surprise afin d'inviter d'autres visiteurs à se promener sous la canopée. Plus il y a de visiteurs dans une zone, plus l'éclairage devient puissant.²²



Fig. III.20: Bioluminescence. Place des Festivals, Montréal.
Source : www.openform.ca

²² <http://www.openform.ca> 17/04/2016

CHAPITRE III : LES TECHNIQUES ET LES PROCÉDES DU BIO-MIMÉTISME

Conclusion

La biomimétique est une approche en plein développement son but est de stimuler des technologies nouvelles dans plusieurs secteurs au moyen d'outils d'innovation pour qu'elle réussisse il faut intégrer plusieurs disciplines et Technologies traditionnelles (matériaux simples - structures complexes, Physique simple – exploitation très efficace).

Enfin la mise en place de structures qui transfère le rapport concepts/technologies est essentielle pour que l'innovation se traduise en succès (économique, environnemental...).

CHAPITRE IV: *cas d'étude et conception.*

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

Introduction

Dans ce chapitre on va expliquer la méthodologie de travail suivie par un outil qui complète notre travail, il s'agit d'un questionnaire (le formulaire de **questions-annexe I**). Ce questionnaire va nous permettre d'obtenir des résultats sur la perception de la richesse naturelle de la ZET de BOUBLATTEN (faune et flore), et d'un autre côté pour mieux comprendre la possibilité de faire un projet bio mimétique et durable dans ce site, par sa population et leur perception du confort dans la band littorale vis-à-vis de la température, l'humidité et l'écoulement du vent.

Avant d'entamer l'explication de la démarche adoptée pour cette phase et l'analyse des résultats, nous présenterons d'abord le site d'intervention. Nous avons pris pour centre d'intérêt la ZET de BOUBLATTEN dans son environnement climatique et microclimatique.

IV.1. Généralité sur la ville de Jijel

IV.1.1. Présentation de la ville de Jijel

La wilaya de Jijel est située au nord de l'Algérie s'étalant sur une superficie de 2.396,63 km², avec une façade maritime de 120 Km. Elle est limitée au nord par la mer Méditerranée à l'ouest par la wilaya de Bejaia, à l'est par la wilaya de Skikda, au sud-ouest par la wilaya de Sétif, au sud par la wilaya de Mila et enfin au sud-est par la wilaya de Constantine.

La Wilaya de Jijel est caractérisée par un relief montagneux et jouit d'une position stratégique, à travers un réseau fort d'infrastructures multiformes et complémentaires (port, aéroport, liaisons routières). Cette ville côtière, dont la fondation remonte aux phéniciens, est dotée de potentialités et d'atouts naturels exceptionnels avec des paysages uniques marqués par la rencontre de la montagne et de la mer. Elle est connue pour être une wilaya à vocation agricole mais également touristique et de pêche vu sa façade maritime ainsi que ses caractéristiques naturelles et sa situation géographique.

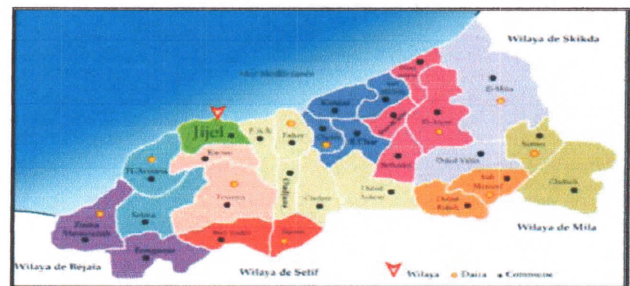


Fig. IV.21: Situation géographique de la wilaya de Jijel et ses limites.

Source : www.wilayadejijel.net

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

IV.1.2. Analyse climatique de la ville de Jijel

- **Données climatologiques de la région de Jijel** (sources : SELTZER et station météo de JIJEL)

La région de Jijel est de climat méditerranéen humide, la présence des hautes montagnes de Kabylie des Babors, le caractérise par un volume important de précipitation pendant les saisons pluviales, c'est l'une des régions les plus arrosées du pays, d'où une verdure à longueur d'année.

Le plus souvent, on observe une transition brutale entre (es saisons. Les pluies hivernales surviennent au mi- automne. Le printemps est clément, marqué par un beau temps et des températures douces et des journées ensoleillées. Le climat ne se stabilise qu'à la fin du mois de mai où il devient carrément chaud et humide.

• Les températures

Les températures de la zone côtière connaissent un adoucissement grâce à la présence d'une végétation abondante d'eau vive et de la mer. La température annuelle moyenne sur la côte est de 18,2°C. La moyenne maximale au mois d'Août avec 26.22 °C, la moyenne minimale au mois de février avec 11.7°C.

•L'humidité de l'air

Le taux d'humidité relative est très élevé durant les deux périodes :

-En hiver, le taux d'humidité relative moyenne le plus élevé est de 77.56% enregistrée au mois de Janvier.

-En été, le taux d'humidité relative moyenne le plus élevé est de 77.06 % enregistré au mois de juin. Cette augmentation du taux d'humidité pendant toute l'année (une moyenne annuelle qui dépasse les 70%) dans la région Djijelienne, s'explique par la présence de la mer.

• Le vent

Pour la saison hivernale, la vitesse moyenne du vent varie entre 3.38 m/s au mois de Février et 2.02 m/s au mois d'octobre. Pour la saison estivale, la vitesse moyenne du vent varie entre 2.52 m/s au mois de juillet et 2.04 m/s au mois de septembre. Les vents dominants soufflent généralement de la mer vers le continent (NNW - SSE).

• Les précipitations

La moyenne annuelle des précipitations est de 83.48 mm. Les précipitations sont réparties comme suit :

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

-Une courte période de sécheresse s'étalant du mois de mai au mois d'Août (c'est la période d'été), durant laquelle les précipitations sont rares, car la précipitation minimale est enregistrée au mois de Juillet avec 3.21mm (le mois le plus sec).

-Une longue période abondante en précipitations s'étalant du mois d'Octobre jusqu'au mois de Mars (c'est la période hivernale). Les précipitations maximales sont enregistrées au mois de Décembre avec 182 mm (le mois le plus pluvieux).

IV.2. Cas d'étude

IV.2.1. Motivation du cas d'étude

Pour mieux répondre a nos objectifs, nous avons sélectionné le **P.O.S N° 04** de BOUBLATTEN, a cause de :

- Elle est l'une des plus belles régions touristiques de la bande littoral Ouest de la wilaya de Jijel, vu les grandes atouts et les potentialités naturelles diversifiées qu'elle possède.
- Sa richesse naturelle en matière de faune et flore .
- Sa grande façade maritime avec une bande littorale merveilleuse.
- L'absence totale de tous contraintes des lois urbanistiques.

IV.2.2. Présentation du cas d'étude

Le **P.O.S** de BOUBLATTEN est situé au coté Ouest de la wilaya de Jijel. Il s'étale sur une superficie de **34.12** hectares. Il est passé par plusieurs étapes de découpage, les premiers de son histoire remontent en 1974 date d'occupation coloniale.



Fig. IV.22: situation du cas d'étude par rapport à la ZET de Boublatten.
Source : google earth pro

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

Le site bénéficie d'un couvert végétal très dense et très varié composé essentiellement de pelouses, de haies, d'arbres d'alignement de type de platane à côté de RN 43, d'arbres isolés tels que le cyprès, le pin et le peuplier, ce type de végétation protège de la chaleur pendant la saison chaude et apporte de la fraîcheur. Elle est limitée au côté sud par la RN 43 qui donne un atout supplémentaire pour la fréquentation et l'accessibilité.

IV.2.3. Climatologie

Nous reprenons les données météorologiques applicables à la région de JIJEL (sources SELTZER et station météo de JIJEL) à savoir :

a. Pluviométrie

C'est une des régions jouissant d'une pluviométrie très importante à l'échelle nationale. Les données du SELTZER lui attribuent une quantité de 1204 mm/an de pluies, les mêmes données donnent sur une période de 25 ans un nombre moyen de 111 jours pluvieux en moyenne.

b. Pluviométrie moyenne mensuelle (mm/an)

Tableau. IV.2 : Pluviométrie moyenne mensuelle (mm/an). Source : SELTZER et station météo de JIJEL

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
Moye	193	143	107	82	57	27	3	7	56	125	192	212	1204

c. Nombre de jours pluvieux par mois

Tableau. IV.3 : Nombre de jours pluvieux par mois. Source : SELTZER et station météo de JIJEL

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
Nb jours	15	12	12	10	8	5	1	2	6	11	14	15	111

Les précipitations de pluie pour chaque saison sont identifiées dans le tableau suivant : Tableau.

IV.4 : Les précipitations de pluie pour chaque saison. Source : SELTZER et station météo de JIJEL

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Été
Quantité (mm)	373	548	246	37

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

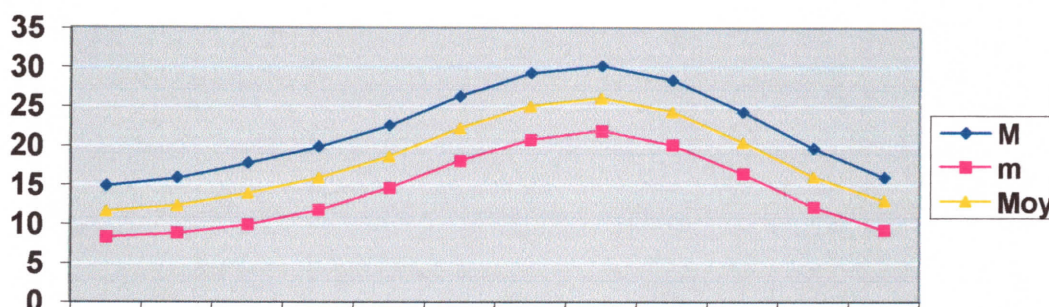
d. Température

Selon les données de la station météorologique de Jijel la température minimale moyenne est de 14,3 C°, pour une température maximale de 22,1 C°. Le tableau suivant fixe les différentes températures calculées sur une période d'une année (Année 2015). Tableau. IV.5 : différentes températures calculées sur une période de l'année 2015. Source : Station météorologique de Jijel.

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
Max C°	14,9	15,9	17,8	19,9	22,6	26,3	29,3	30,2	28,4	24,3	19,7	16	22,1
Min C°	8,3	8,8	9,9	11,8	14,6	18,1	20,8	21,9	20,1	16,4	12,2	9,2	14,3
Moye C°	11,6	12,3	13,9	15,9	18,6	22,2	25	26	24,3	20,4	16	13	18

La température maximale ne dépasse pas les 40° (siroccos et feux de forêts) en été et ne descend guère en dessous de 0° en hiver.

Variation des températures moyennes, maximales et Minimales



Graph. IV.2 : Variation des températures moyennes, maximales et Minimales, année 2015.
Source : Station météorologique de Jijel

e. Vents dominants

Selon les données de SELTZER les vents de l'Ouest sont dominants de la période allant de (janvier à mars et d'octobre à décembre) pour le reste de l'année ce sont les vents du Nord Est et Est qui prédominent.

Force du vent : Moyenne mensuelle

Tableau. IV.6 : Force du vent : Moyenne mensuelle. Source : SELTZER et station météo de JIJEL.

Année 2015	Jan	fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct	Nov	Dec
1,9	2,2	2,2	2,1	2,1	1,6	1,4	1,4	1,3	1,6	1,7	2,2	2,5

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

IV.2.4. Hydrologie et hydrographie du site

L'oued ZIAMA limite la zone d'étude dans toute sa partie 'EST' avec un rejet sur la mer; de même qu'une chaaba assez importante qui suit le même linéaire que l'oued dans sa partie 'SUD' mais qui s'en détache dans sa partie 'NORD' d'autres talus et chaabas de moindre importance traversent les parties centrales de la zone d'étude. Ces chaabas et talus sont responsables en grande partie du mouvement des eaux avec la poussée des terres intensifiée par la présence d'eau qui fait diminuer à cet effet les caractéristiques mécaniques de la plupart des sols .

IV.2.5. Enquête sur terrain

Dans l'objectif de définir des résultats sur la perception de la richesse naturelle de la Z.E.T de BOUBLATTEN (faune et flore), et d'un autre coté pour mieux comprendre la possibilité de faire un projet bio mimétique et durable dans ce site. L'enquête est apparue comme l'un des outils les plus pertinents afin de tester la mise en place d'une méthodologie exploratoire visant à étudier les liens entre la richesse naturelle et la création d'un projet bio mimétique durable.

De plus, l'enquête est une méthode quantitative qui permet d'identifier des comportements majeurs et autorise des inférences statistiques.

a. Construction du questionnaire

Le questionnaire proposé est constitué d'une vingtaine de questions. Quatre axes structurent l'enquête afin d'identifier les pratiques et le ressenti des habitants par rapport a un projet bio mimétique :

- la fiche d'identité.
- la perception de la richesse naturelle du site de BOUBLATTEN (faune et flore).
- la possibilité de faire un projet bio mimétique et durable dans le site de BOUBLATTEN.
- la perception de plaisance de la bande littorale a BOUBLATTEN.

b. Collecte de données (les échantillons)

L'échantillon composant l'enquêté est de 100 personnes ces enquêtes ayant été menée dans l'agglomération secondaire de BOUBLATTEN.

Nous avons effectué notre enquête au niveau du site avec des habitants, des passagers et un ensemble de fonctionnaires.

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

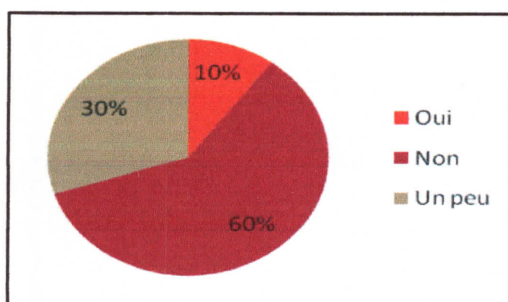
c. L'analyse des résultats de l'enquête

L'interprétation des résultats de l'enquête sous forme de graphique* en secteurs est établie au niveau de l'annexe II.

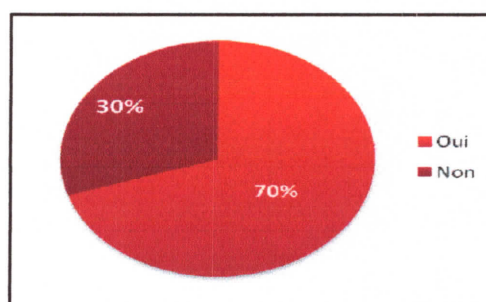
1. La perception de la richesse naturelle du site de BOUBLATTEN (faune et flore)

Cet axe contient des questions générales sur la notion du bio mimétisme et sa relation avec la richesse naturelle du BOUBLATTEN, ce sont des questions à choix ferme.

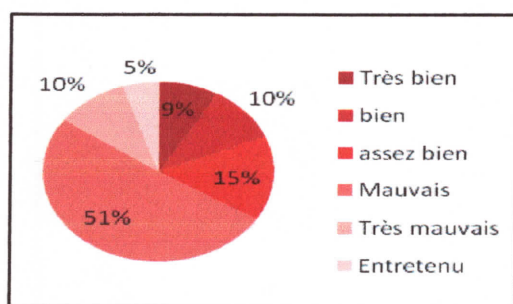
D'après l'analyse des résultats obtenues on constate que la quasi-totalité des personnes dans le site d'étude confirment que la capacité du site est assez remarquable, mais le problème qui se pose malheureusement renvoie au manque d'exploitation. La majorité des habitants du P.O.S cherchent de rendre le site plus confortable et attractif, en exploitant la richesse naturelle de ce site afin de contribuer au développement économique et à l'épanouissement de la société local, tout en préservent l'environnement.



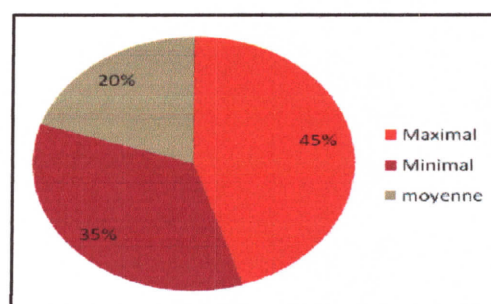
Graphique IV.3: Evaluation de la richesse naturelle.
Source : Auteurs, 2016.



Graphique IV.4 : Evaluation de richesse du site en faune et flore.
Source : Auteurs, 2016.



Graphique IV.5: Evaluation de l'état actuelle de la faune et la flore.
Source : Auteurs, 2016.



Graphique IV.6 : Evaluation de l'impact environnementale.
Source : Auteurs, 2016.

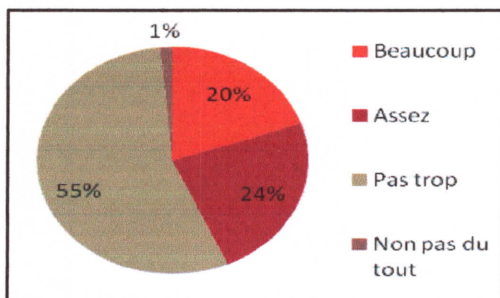
CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

2. La perception de plaisance de la bande littorale

Cet axe comporte des questions à choix ferme et d'autres ouvertes. Les résultats de l'enquête montrent que la plupart des personnes trouvent que la bande littorale a une organisation spatiale ouverte de tous les côtés avec une façade ouverte sur la mer ce qui permet la circulation des vents dominants très forts provenant de la mer, accompagné des températures très élevées en période chaude « le terrain est proche de la mer, mais malheureusement c'est un désert en été ».

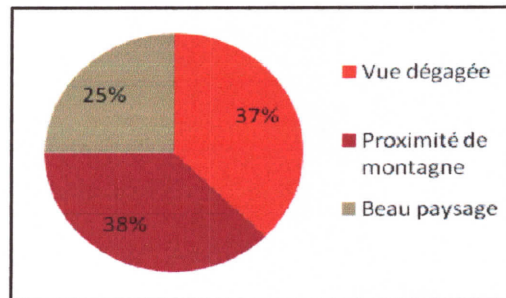
Presque toutes les personnes interviewées ne sentent pas du confort psychique et thermique dans le littoral et ils jugent que tous les aspects désagréables cités dans l'exemplaire (humidité très élevée, température très élevée, aspect venteux, nuisance sonore liée au vent très gênants, le seul aspect agréable est la proximité de la mer et les vues dégagées, ce qui peut s'expliquer par la minéralisation du sol (réflectivité des matériaux) et l'absence de la végétation avec son aspect rafraîchissant.

D'après les résultats de l'enquête la majorité des personnes ne fréquentent pas le littoral sauf que dans la période estivale, parce qu'ils ne sont pas entretenus et non aménagés. Ils proposent d'agrémenter l'espace littoral avec des plantations des plans de verdure et d'eau, des aménagements bien équipés et protégés contre les vents et les rayons solaires.



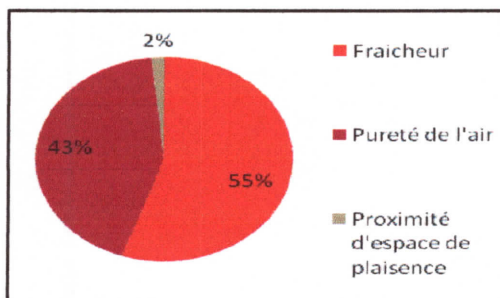
Graphique IV.7 : Evaluation du confort psychique de la bande littorale.

Source : Auteurs, 2016.



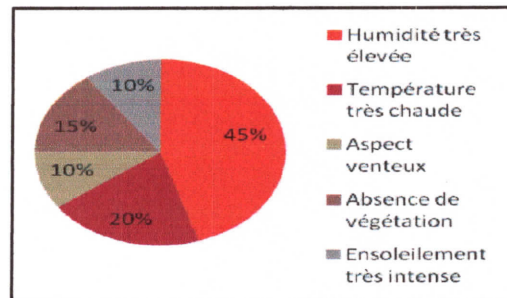
Graphique IV.8 : Evaluation de l'aspect agréable de la plage.

Source : Auteurs, 2016.



Graphique IV.9 : Evaluation de l'aspect agréable de la plage.

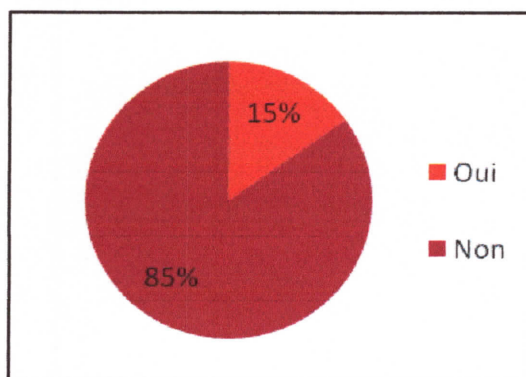
Source : Auteurs, 2016.



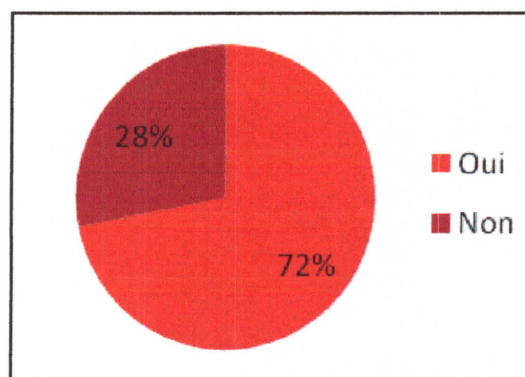
Graphique IV.10 : Evaluation de l'aspect désagréable de la plage.

Source : Auteurs, 2016.

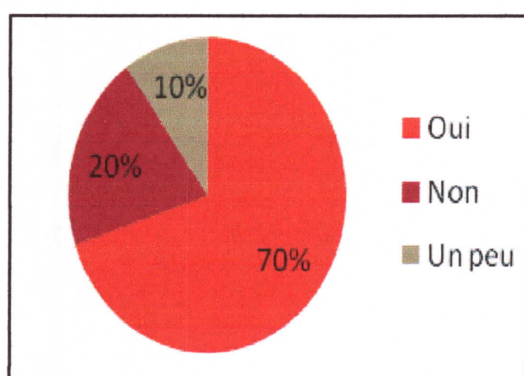
CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION



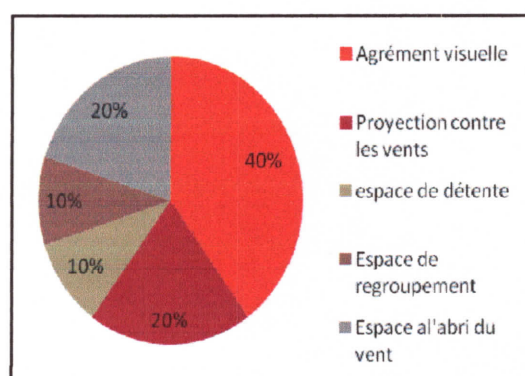
Graphe. IV.11: Evaluation de l'extension vers un autre projet.
Source : Auteurs, 2016.



Graphe. IV.12: Evaluation des espaces de plaisances à proximité.
Source : Auteurs, 2016.



Graphe. IV.13: Evaluation de l'exploitation de faune et flore maritime.
Source : Auteurs, 2016.



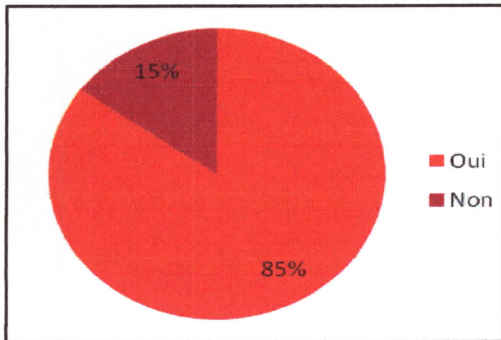
Graphe. IV.14: Evaluation des facteurs qui peuvent rendre la bande littorale agréable.
Source : Auteurs, 2016.

3. La possibilité de faire un projet bio mimétique et durable dans le site de BOUBLATTEN

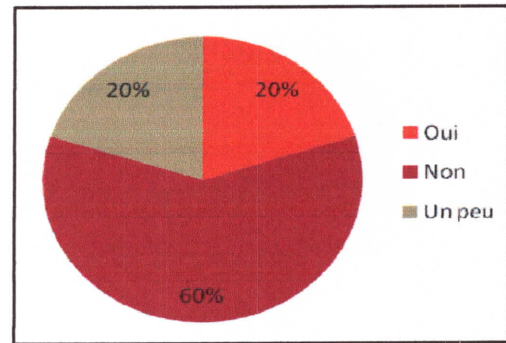
Cet axe englobe des questions spécifiques aux habitants, concernant la perception des personnes vis-à-vis la possibilité de faire un projet bio mimétique et durable dans le site, la dernière question concerne les propositions qui peuvent être données, malgré l'ensemble de critiques qui peuvent s'élever à l'égard de ce « nouveau » courant architectural, pour le rendre plus rentable. D'après le sondage que nous avons effectué presque la totalité des personnes interviewées trouvent que étant donné que, le terrain est constitué d'un couvert végétal dense, et une quantité de faune variée rendre la réalisation d'un projet bio mimétique une nécessité d'urgence.

Ces résultats confirment nos observations du site qui contient une diversité de faune et de flore notamment celles de maritime. La majorité des personnes préfèrent de vivre près des endroits qui reflète son état original du site (faune et flore).

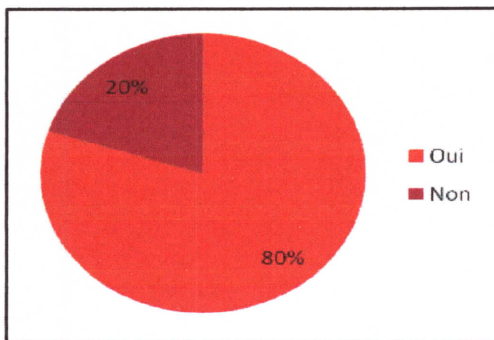
CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION



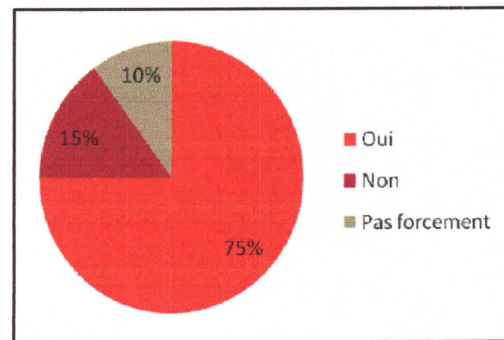
Graphe. IV.15 : Evaluation de l'atout d'addition un centre d'exposition en écologie marine.
Source : Auteurs, 2016.



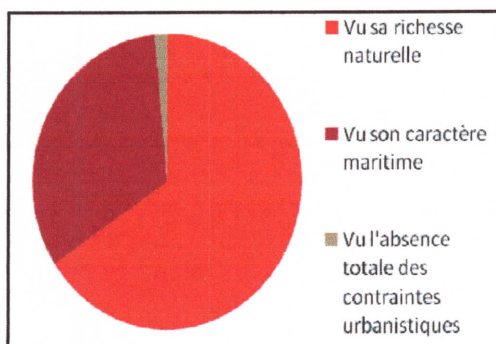
Graphe. IV.16: Evaluation des niveaux de satisfaction.
Source : Auteurs, 2016.



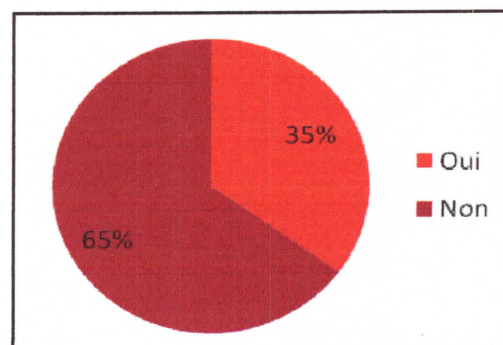
Graphe. IV.17: Evaluation de possibilité de faire un projet bio mimétique.
Source : Auteurs, 2016.



Graphe. IV.18: Evaluation de la durabilité d'un projet bio mimétique.
Source : Auteurs, 2016.



Graphe. IV.19: Evaluation de la notion bio mimétique.
Source : Auteurs, 2016.



Graphe. IV.20: Evaluation de faire différemment.
Source : Auteurs, 2016.

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

IV.3. L'approche conceptuelle

IV.3.1. Présentation du terrain

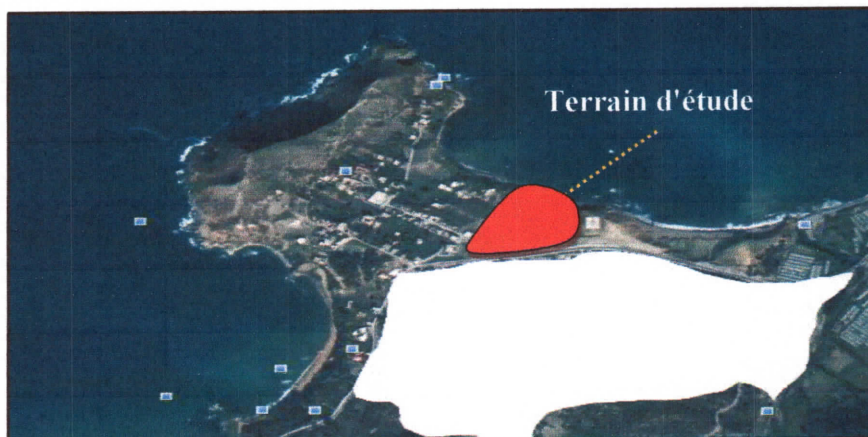


Fig. IV.23: Situation et délimitation du terrain de BOUBLATTEN.
Source : Google Earth Pro, 2013.

a. Situation et délimitation

Le terrain de BOUBLATTENE est situé à l'ouest de l'agglomération chef-lieu de ZIAMA MANSOURIAH il est limité :

- AU SUD : par la R.N n°43 (route reliant JIJEL à BEJAIA) et le P.O.S n° 04.
- AU NORD : par la mer Méditerranée.
- A L'EST : par la maison de jeunesse.
- A L'OUEST : par l'ensemble des habitations individuelles de l'agglomération secondaire de BOUBLATTEN.

b. La superficie

La superficie totale du terrain est de **3.12** hectares.

c. Réseau d'assainissement

Un réseau d'assainissement constitué d'une conduite à la longe de toute la partie 'Sud' avec un rejet dans la partie centrale vers le Nord (mer).

d. Réseau d'électricité

Deux lignes de moyenne tension traversent l'aire d'étude. L'une sur sa partie Sud-Nord ouest et la seconde sur sa partie Sud –Nord est.

Par ailleurs un réseau de basse tension alimente une partie des constructions individuelles existantes sur la partie 'Ouest' du P.O.S.

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

e. Servitude et nuisances

Ce sont des éléments constituant une barrière à tout développement urbain du P.O.S. Les principales servitudes recensées à l'intérieur de notre aire d'étude sont les lignes de moyenne tension, les terrains ravinés, les chaâbats.

IV.3.2. Les données d'inspiration

- A partir de l'approche théorique, ou on déduit que, le bio mimétisme c'est la pratique scientifique qui consiste à s'inspirer des propriétés essentielles d'un **animale** ou d'un **végétale**, par l'exploitation de mécanismes de la nature pour innover durablement.
- Ainsi que, d'après l'approche analytique, on signale que, la ZET de BOUBLATTENE est une zone littorale et maritime par excellence.

IV.3.3. Objectifs et intentions

Nos objectifs majeur résume dans :

- Revitaliser la Z.E.T de BOUBLATTENE, lui donnant une identité spécifique et propre à elle (**île de DAUPHIN**).
- Réaliser un projet qui répand aux principes de la conception durable, on se basant sur l'inspiration bio mimétique.

IV.3.4. Projet d'intervention

-Intitulé du projet : Centre d'exposition en écologie marine. On décortique ce concept principal en sous concepts secondaires. Qui sont :

L'écologie c'est sa veut-dire, **la nature**. Et Marine qui veut-dire **la mer**.

IV.3.5. Argumentations

a. Acquis et expériences des architectes ou écrivains célèbres

" Il ne fera jamais de plus beau, de plus simple ou de plus adoptée que celle de la nature car dans ses inventions à elle rien ne manque et rien à superflus, Cependant la vie d'un animale dans la nature c'est le meilleure exemple pour expliquer ça ". *Leonard Vinci*.

D'après cette citation, on peut faire ressortir un autre sous concept qui est: **Un animal**.

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

b. Constat

La ZET de BOUBLATTENE connus par sa richesse maritime :

- Une grande façade maritime avec une bonde littorale agréable.
- Une grande potentialité portuaire (porte de pêche).

D'après ce constat, on peut faire ressortir un autre sous concept qui est: **La mer.**

Résultat : On opte pour le choix d'un **animal maritime** qui est le **DAUPHIN**. Parce que d'après l'aperçu historique, on signale, que pendant la période coloniale la Z.E.T de BOUBLATTENE été appelée **l'île des DAUPHINS**.

IV.3.6. Le scénario d'idée :

A partir de notre étude thématique, analytique (site, exemples) et programmatique nous avons bien déterminé le but de notre projet, ses fonctions et son emplacement dans le terrain, cela nous dicte ce qu'il faut tenir en compte, lors notre démarche conceptuelle, pour satisfaire nos intentions d'avoir un projet qui répond à ses missions et ses objectifs, c'est bien donc un centre d'exposition en écologie marin .

Il est clair que chaque conception architecturale commence toujours par une idée. Pour nous notre conception est basée sur une idée, qui s'est faite à partir de nos vues bio mimétique, architecturales, techniques et scientifique selon le processus suivant:

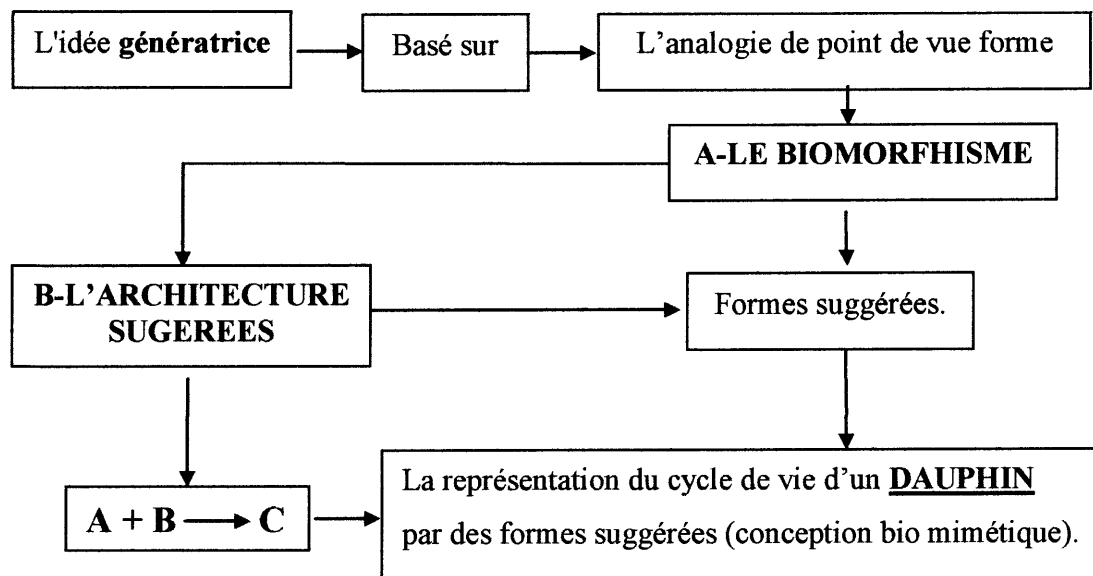


Fig. IV.24 : Genèse d'idée.
Source : Auteurs ,2016.

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

IV.3.7. Les étapes de travail

a. Etape de fertilisation

- **Dauphin** : Dans cette étape, il commence d'étudier le bagage génétique pour **donner l'ordre** à la grossesse du fœtus du Dauphin.
- **PROJET** : l'administration **donne l'ordre** aux différentes entités du projet pour la bonne gestion.

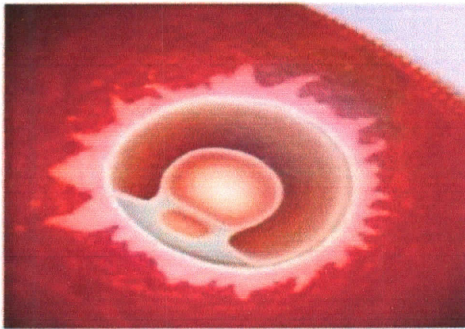


Fig. IV.25: Etape de fertilisation du Dauphin.
Source : fr.wikipedia.org.

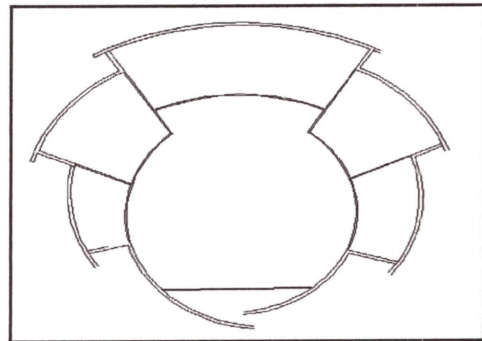


Fig. IV.26: l'administration du projet.
Source : Auteurs, 2016.

b. Etape d'embryonnaire

- **Dauphin** : Dans cette période, il commence de **prendre** le bagage génétique, et le transformer pour apparaitre les premiers organismes du fœtus du Dauphin.
- **Projet** : La partie de recherche du projet qui s'intéresse à **prendre** les données scientifiques sur la faune et la flore pour la préserver.

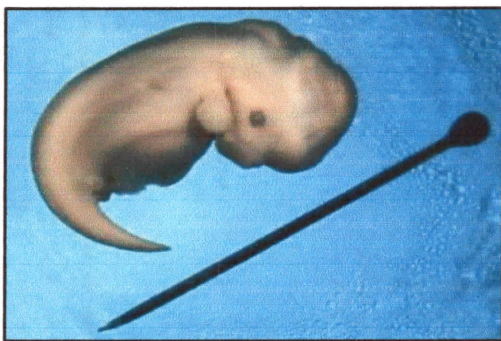


Fig. IV.27: Etape d'embryonnaire du Dauphin.
Source : fr.wikipedia.org



Fig. IV.28: Bloc de recherche en faune et flore du projet.
Source : Auteurs, 2016.

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

c. Etape de croissance fœtale

- **Dauphin** : Il commence a **prise de conscience** vis-à-vis le milieu extérieur.
- **Projet** : Le bloc de recherche industrielle a **prise de conscience**, pour réduire l'impact environnementale, et faire sucer la faune et le flore marine.

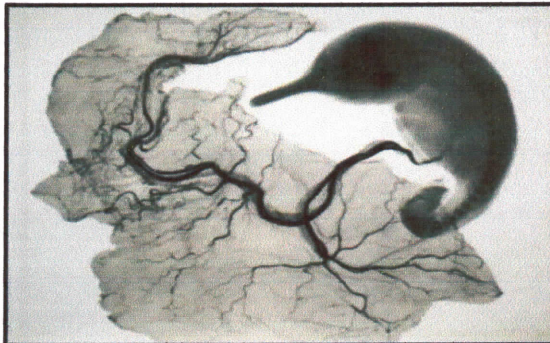


Fig. IV.29: Bloc de recherche en chimie industrielle.
Source : Auteurs, 2016.

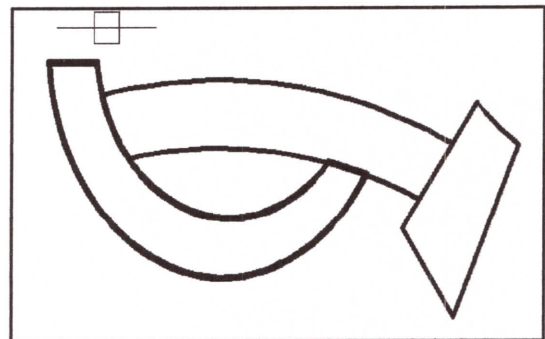


Fig. IV.30: Etape de croissance fœtale
Source : fr.wikipedia.org.

d. Etape de transition

- **Dauphin**: Le fœtus du Dauphin sortir et commencer **la découverte** de la vie externe.
- **Projet** : Au niveau du projet, on fait particulièrement cette étape pour le musée maritime, ou les visiteurs fait de l'échange scientifique et **la découverte** des différent typologies de faune et flores marin.

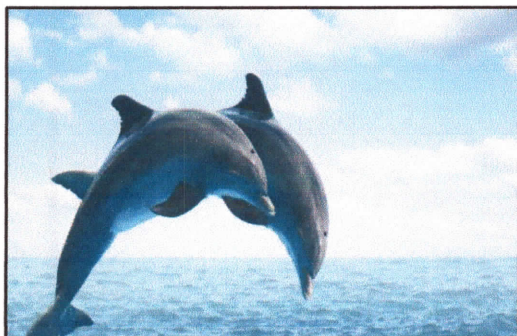


Fig. IV.31: Etape de transition.
Source : fr.wikipedia.org.

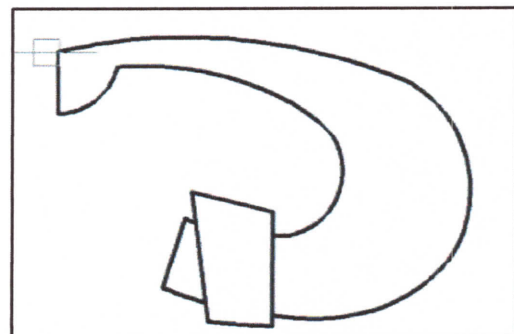


Fig. IV.32: Le musée maritime du projet.
Source : Auteurs, 2016.

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

e. Etape finale

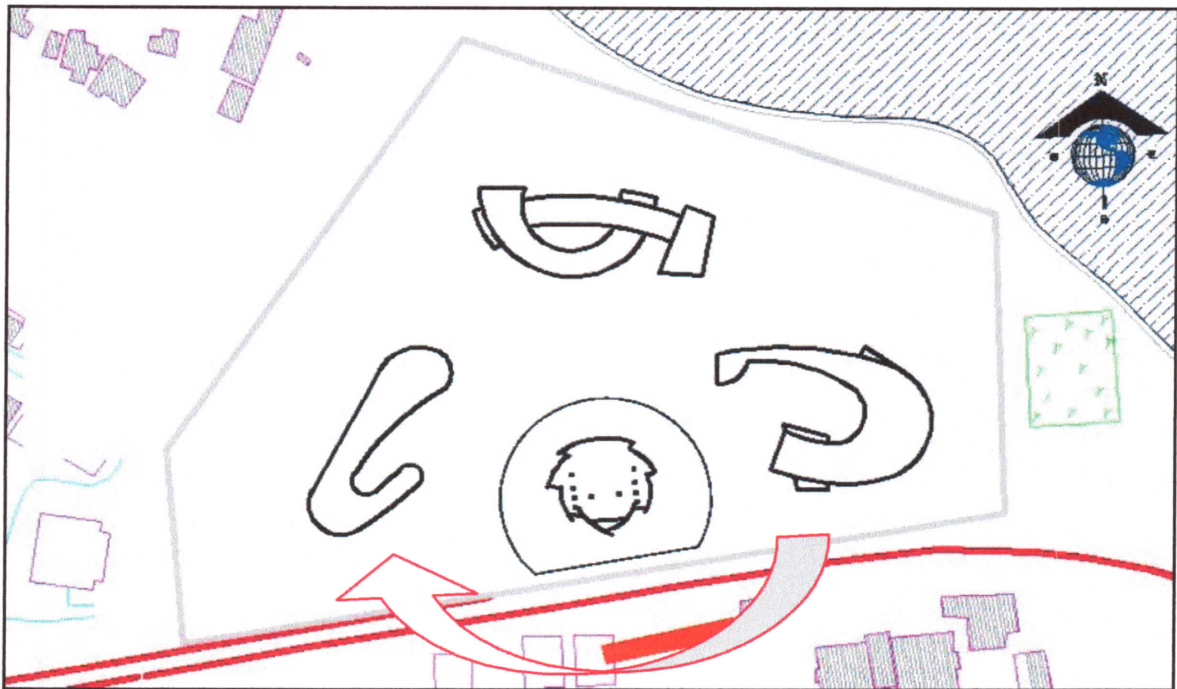


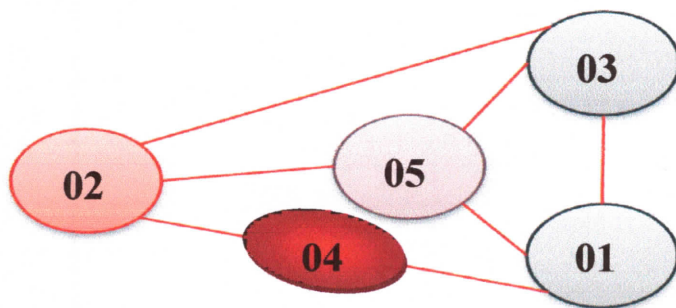
Fig. IV.33: Forme finale du projet selon le cycle de vie du Dauphin.

Source : Auteurs, 2016.

IV .3.8. L'organisation de l'idée

a. Les unités

La traduction de la structuration au niveau de notre projet nous donne l'organisation des éléments qu'ils le composent.



Légende :

01/ Unité de découverte (musée maritime).

02. 03/ Deux unités de recherche présentées par deux centres de recherche.

04/ Unité de service; services administratifs.

05/ Noyau centrale du projet (aquarium).

Fig. IV.34: Structure des éléments du projet.

Source : Auteurs, 2016.

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

b. Le plan de masse

L'implantation des volumes au niveau du plan de masse, se fait par le traçage des 03 axes dont résulte le centre de gravité. Le terrain qui est organisera d'éléments suivant :

1. **L'aquarium** : placé au centre de gravité (au cœur) ou se croisent les 03 axes ; l'axe de l'angle 90° , l'axe de l'angle 60° et celui de l'angle 30° , il joue également le rôle de l'élément directeur du projet.
2. **Bloc de recherche industriel**: placé au coin de l'angle 90° et traversé par cet axe.
3. **Bloc de découverte**: se réside au coin de l'angle 60° .
4. **Bloc de recherche faune et flore**: placé vers le coin de 30° ce bâtiment va servir les autres par des fonctions annexes (services de commodité).

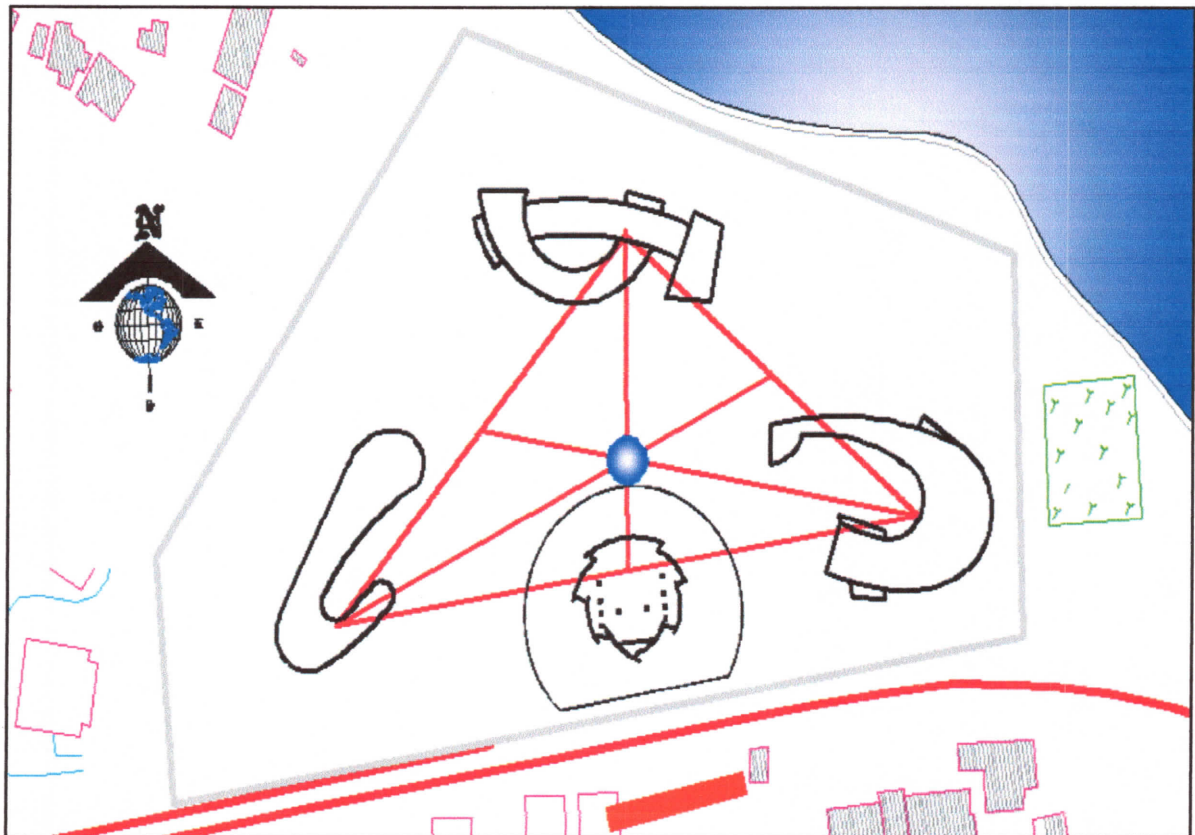


Fig. IV.35: Structure des éléments du projet.
Source : Auteurs, 2016.

CHAPITRE IV: CAS D'ETUDE ET CONCEPTION

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé l'analyse climatique de la Z.E.T de BOUBLATTEN (assiette de notre étude), qui bénéficie d'une situation géographique stratégique et un climat méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été. Ensuite nous avons déterminé notre cas d'étude, c'est le P.O.S n 04 de BOUBLATTEN doté d'une richesse naturelles en faune et flore assez élevée, avec un littorale splendide.

Pour savoir la faisabilité d'un projet bio mimétique dans la zone d'intervention, une enquête et des questions ont été élaborées. Les résultats obtenus ont démontré que l'exploitation de la richesse naturelle du site en matière de faune et flore par une conception bio mimétique, peuvent rendre le site agréable, dont la conception bio mimétique offre plus de confort, un aspect esthétique et d'un microclimat agréable.

Enfin, la conception reste toujours un sujet critiquable. Où nous avons essayé de travailler par un choix judicieux des concepts, relevant d'un procédé analytique, qui est le bio morphisme avec l'approche suggérée, pour aboutir à une conception durable en matière de l'inspiration bio mimétique, tout en prenant en considération la dimension artistique, scientifique et technique de l'architecture.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Le bio mimétisme n'est pas une pratique neuve. Elle a su apporter des solutions fiables au fil du temps, en copiant ponctuellement ce qui marche dans la nature en préservant les sources épuisables de la planète, dont nous avons besoin. Mais cette discipline peut aussi apparaître comme un guide prospectif de changement de mentalités, lançant les nouvelles manières de penser les objets de demain. L'étude de cette démarche de conception a permis de comprendre ce panel des atouts et de possibilités infinies.

Malgré les apports et les intérêts de la démarche biomimétique, plusieurs critiques peuvent s'élever à l'égard de ce « nouveau » courant architectural, d'où la copie de la nature est illusoire. Par essence, le **bio mimétisme** se base sur une imitation de la nature, or, il paraît difficile d'envisager la compréhension dans son entièreté du fonctionnement de la nature, dont seule une copie ou plutôt une inspiration partielle semble possible. En effet les philosophes ont longuement disserté sur ce sujet. Le paradoxe vient du fait que si l'on arrive un jour à comprendre dans son entièreté le fonctionnement de la grande nature, les formes, les architectures qui en résulteront seront forcément d'expression semblable à celle de la nature, donc mimétiques.

Enfin, la nature n'a pas de réponse à tout, le futurologue britannique **James WOULDHUYSEN** confie que *« l'homme moderne a parfois tendance à croire que l'esthétique devrait imiter la nature. Mais il est naïf de penser que la nature apporte toujours la meilleure solution, et que le fait de simplement copier le biologique pourra résoudre tous les problèmes environnementaux, comme par exemple celui des émissions de CO2. Souvent, la pensée naturaliste ne fait que remplacer une vraie réflexion »*, dans ce sens l'homme se doit de trouver les solutions aux problèmes qu'ils créent.

Annexes



ANNEXE I

QUESTIONNAIRE SUR LA NOTION DU BIO MIMÉTISME DANS LE CADRE DU DESIGN DURABLE (ECO CONCEPTION)

Cas d'étude : la ZET de BOUBLATTEN à la commune de Zima Mansourah.

Bonjour, nous sommes étudiantes en architecture à l'université de Jijel, nous vous remercions de bien vouloir nous consacrer de votre temps pour répondre sincèrement à ce questionnaire, dans le cadre d'une recherche sur la démarche **bio mimétique** dans le cadre du **désigne durable**, tout ce que vous direz sera noté avec un total anonymat.

Merci infiniment

I-INFORMATIONS PERSONNELLES ET OBSERVATIONS

◆Sexe : Homme: Femme:

◆Age : < 18 18-30 30-45 45-60

◆Date.....

◆Heure.....

◆Profession :

Etudiant Personne qui travaille Autres

◆Activité: (Assis, en repos, marche, debout, conduire,..) .

**II- Questions relatives à la perception de la richesse naturelle du site de
BOUBLATTEN (faune et flore) :**

1-la richesse naturelle de votre site est bien exploitée : Oui peu Non

2-Cette richesse est-elle variée : Oui Non

3-L'état actuelle de la faune et la flore est : Très bien Bien assez bien

Mauvais Très mauvais Entretenu

4-le site est riche de faune et flore maritime : Oui Non

5-dans votre site, y'a-t-il un équipement ou bien un endroit bien aménagé en faune et flore:

Oui Non

6-Quelle est l'état de l'impact environnemental du site : Minimale Maximale

Moyenne

7-Selon vous, quelles sont les contraintes existant dans ce site :

.....

8-Quelles sont vos propositions pour rendre le site plus confortable et attractif :

.....

9- Comment exploiter la richesse naturelle de ce site afin de contribuer au développement économique et à l'épanouissement de la société local, tout en préservent l'environnement dans la zone de BOUBLATTENE ?

.....

III- Questions relatives a la possibilité de faire un projet bio mimétique et durable dans le site de BOUBLATTEN :

1-Que mettez vous dans la notion du bio mimétisme ?

Approche Démarche conceptuelle Mode d'inspiration Autres

2-Dans votre site y'a-t-il possible de faire un projet bio mimétique et durable ?

Oui Non

3- le **bio mimétisme** nous permet d'**acquérir une architecture durable** ?

Oui Non pas forcément

4- -Peut-il le faire différemment ? Oui Non

5-Le choix d'un centre d'exposition en écologie marine est le bon choix pour réaliser un projet bio mimétique dans le site de BOUBLATTEN ? Oui Non

Si oui , pourquoi ?

Vu sa richesse naturelle Vu son caractère maritime

Vu l'absence totale des contraintes urbanistiques

6-Selon vous, Comment puiser alors dans la nature de BOUBLATTENE des principes et systèmes durables à ré-exploité ?

.....
.....

7- Malgré les apports et intérêts de la démarche biomimétique, plusieurs critiques peuvent s'élever à l'égard de ce « nouveau » courant architectural. D'après vous, quelles sont vos propositions pour rendre cette conception plus rentable ?

.....
.....

IV- Questions relatives a la perception de plaisance de la bande littorale a BOUBLATTEN :

1-Niveau de satisfaction (évaluation de l'environnement)

En quelques mots, comment pourriez-vous décrire l'endroit de votre plage ?

.....
.....

2-Sentez-vous du confort psychique lorsque vous êtes a la plage ?

Oui, extrêmement beaucoup beaucoup assez
Pas trop Non pas du tout

4-Quels sont les aspects que vous jugiez de votre plage, et ceux que vous jugiez désagréables?

a-agréables :

Vue dégagée, proximité de la colline et montagne, beaux paysages

Fraicheur, pureté de l'air, proximité des espaces de plaisance

b-désagréables :

Humidité très élevé Température très élevé surtout en période chaude

Aspect venteux lié a la forte préséance du vent Absence de végétation

Ensoleillement très intense (rayons solaire directe)

5- Existe-t-il des espaces de plaisance a proximité ? Oui Non

Si non, pourquoi ?

.....
.....
.....
.....

6-Quels sont, selon vous, les facteurs qui peuvent rendre cet plage agréable a vivre ?

Agrément visuel: agrémenter l'espace extérieur avec des aménagements et des espaces de plaisances.

Protection contre les vents dominants : espace de détente et de regroupement a l'abri du vent, qui permettent de profiter de l'espace extérieur en toute tranquillité et durant toute l'année.

7-Dans votre plage, y' a-t-il une possibilité de faire une extension vers un autre projet.

Oui Non

8-La proposition d'un centre d'exposition et d'écologie marin, peut-t-il injecter un plus pour renforcer la plaisance de la plage de BOUBLATTEN ?

Oui Non Un peu

Autre, merci de préciser

.....
.....
.....
.....

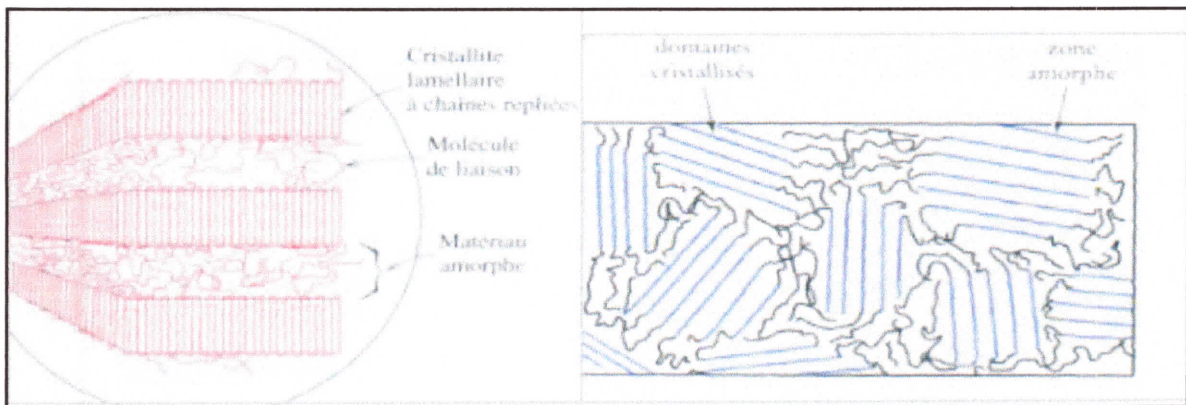
ANNEXE II

	Résistance (g/d)	Module d'élasticité (g/d)	Energie de rupture ($\times 10^3$ J/kg)	Elongation (%)
Fil d'araignée	21,0	500	120	5-35
Kevlar	22,0	850	30	2,4
Fibred'acier	4,0	290	2	1,4

	Fil d'araignée	Kevlar	Fibred'acier	Fil de nylon	Fil de polyester	Fil de coton
Résistance (g/d)	21,0	22,0	4,0	2,5	2,5	2,5
Module d'élasticité (g/d)	500	850	290	1,5	1,5	1,5
Energie de rupture ($\times 10^3$ J/kg)	120	30	2	2,5	2,5	2,5
Elongation (%)	5-35	2,4	1,4	2,5	2,5	2,5

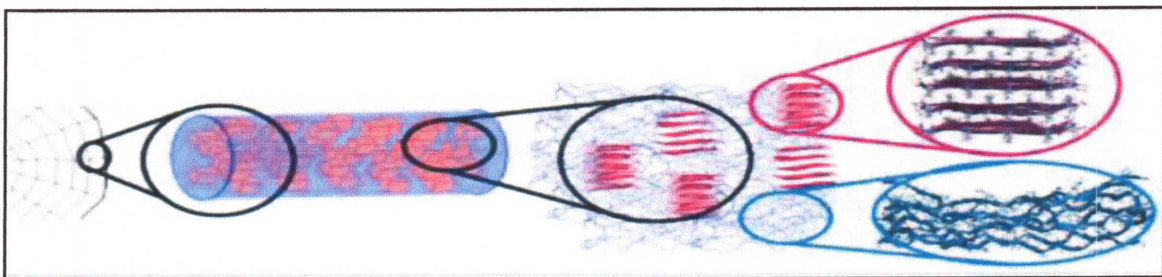
Les propriétés physiques des toiles en comparaison avec d'autres matériaux

Source :E. U. et Edmond Petit. Aviation. In Encyclopédie universalise, Corpus 3 p. 643.



La structure interne du kevlar

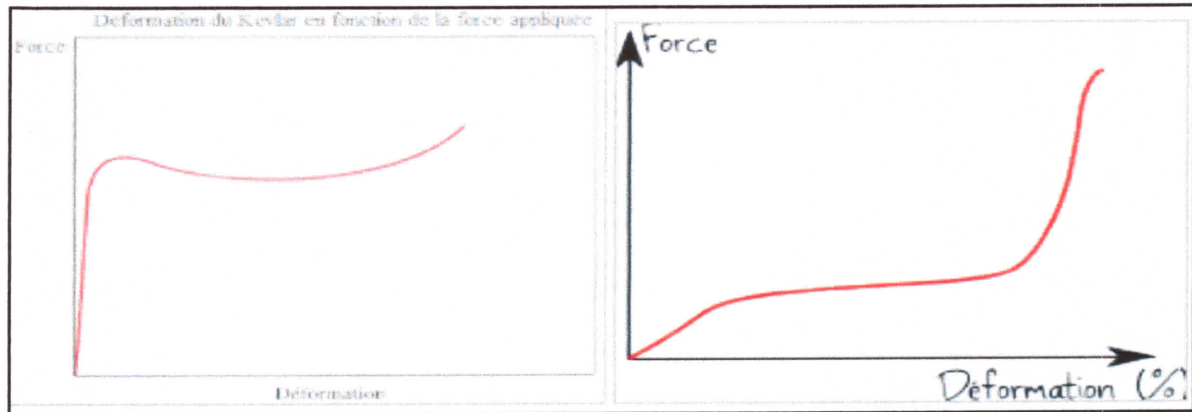
Source :E. U. et Edmond Petit. Aviation. In Encyclopédie universalise, Corpus 3 p. 643.



L'exacte configuration de la structure interne de la toile

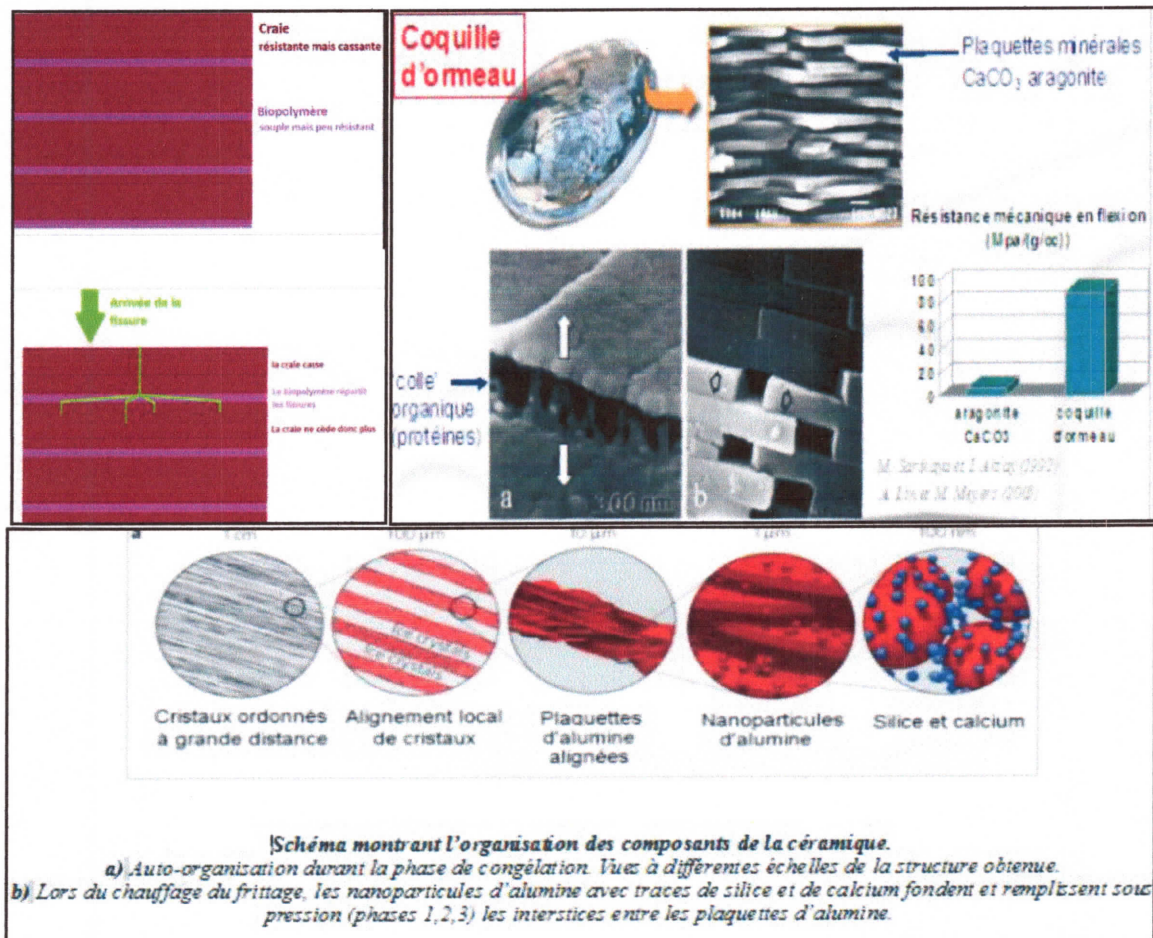
Source : E. U. et Edmond Petit. Aviation. In Encyclopédie universalise, Corpus 3 p. 643.

ANNEXE III



Déformation de point similaire de la toile d'araignée

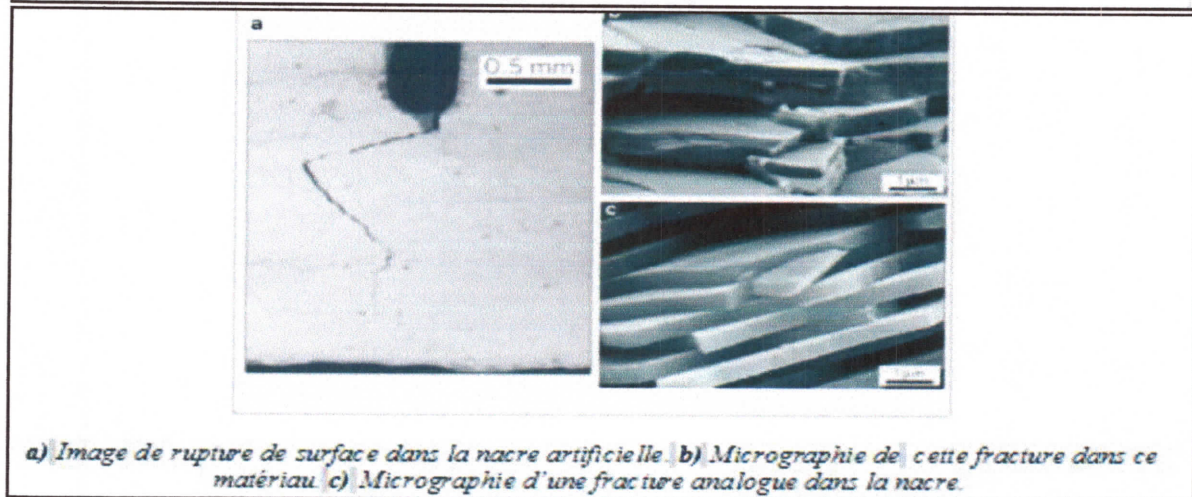
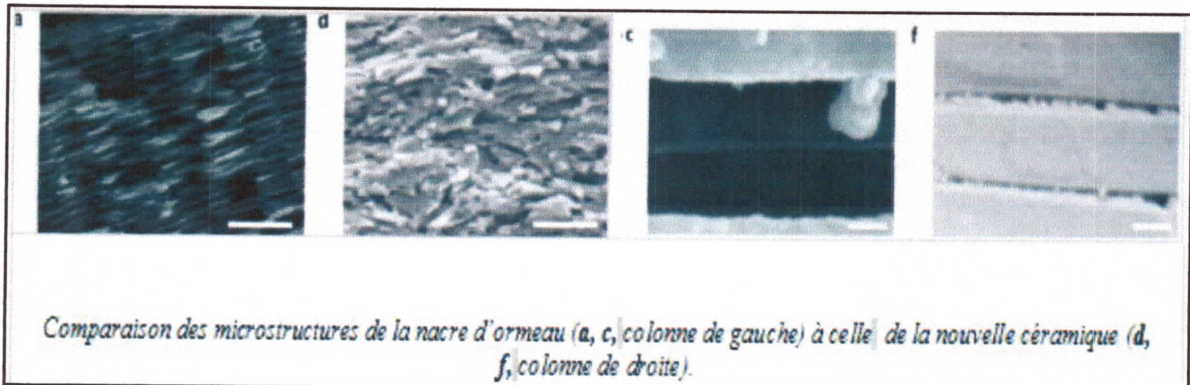
Source : Thierry Du Puy de Goyne. *Initiation à l'aérodynamique*. Cépaduès édition, 2000. 175 p.



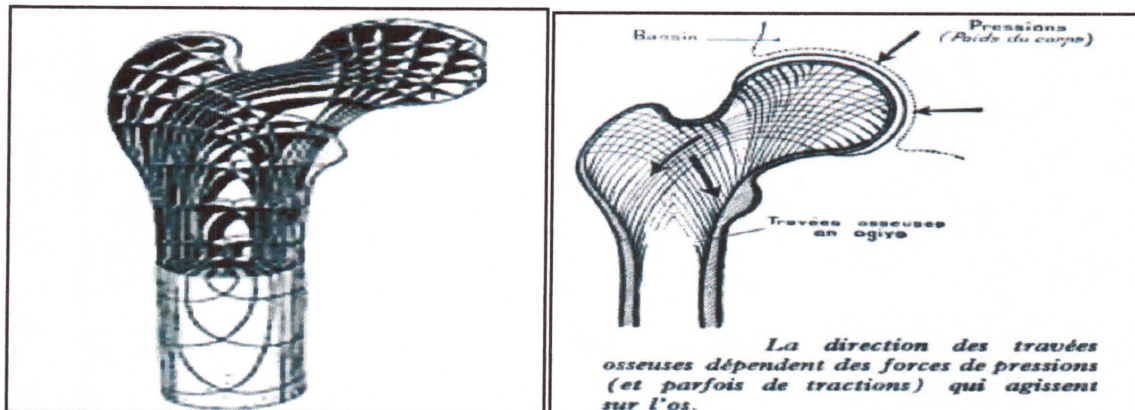
L'alternance de craie et de bio polymère résistant

Source : Thierry Du Puy de Goyne. *Initiation à l'aérodynamique*. Cépaduès édition, 2000. 175 p.

ANNEXE IV



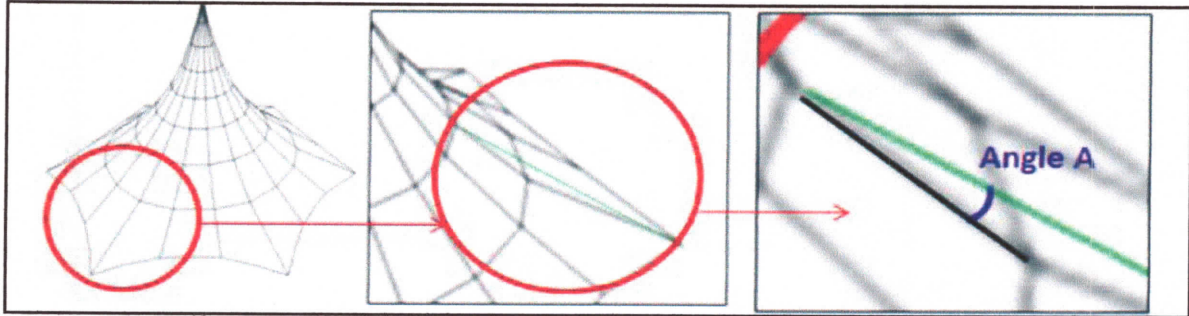
Source : TPE bio mimétisme .Des élèves de 1ère S. Disponible sur:<http://tpebiomimetisme.e-monsite.com>



L'organisation architecturale du fémur.

Source : TPE bio mimétisme .Des élèves de 1ère S. Disponible sur:<http://tpebiomimetisme.e-monsite.com>.

ANNEXE V



La toile d'araignée du fait de cette géométrie particulière, parvient à supporter des charges très importantes.

Source : Géraldine Mosna-Savoie. Le bio mimétisme. *Philosophie magazine*. Octobre 2013, n°73, p.74.

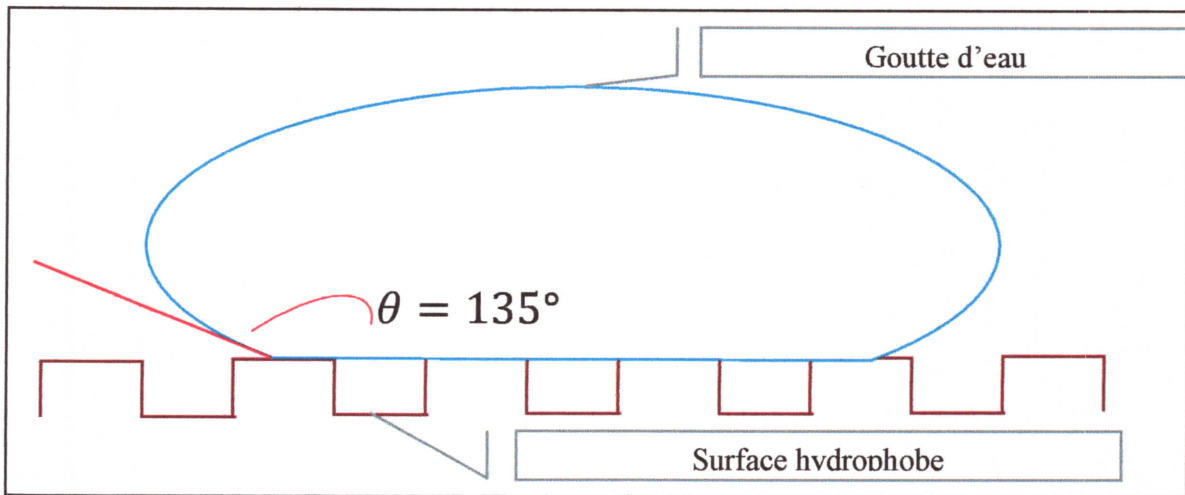


Schéma d'interaction d'une goutte d'eau avec une surface hydrophobe

Source : Géraldine Mosna-Savoie. Le bio mimétisme. *Philosophie magazine*. Octobre 2013, n°73, p.74.

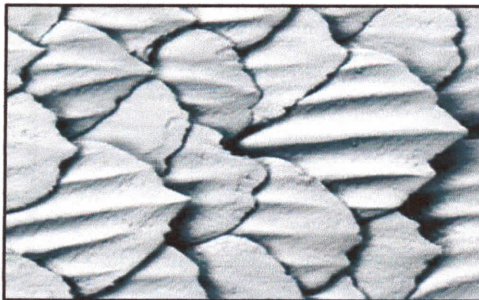


Schéma de Denticules de Dauphin observées au microscope.

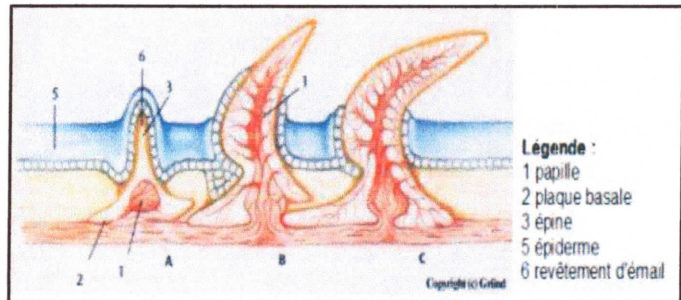


Schéma montrant la croissance d'une « écaille » de Dauphin.

Source : Géraldine Mosna-Savoie. Le bio mimétisme. *Philosophie magazine*. Octobre 2013, n°73, p.74.

Annexe VI

❖ **Les infrastructures de la recherche scientifique** : Le tableau suivant montre les différents équipements ainsi que les services qui s'y trouvent (source : mémoire fin d'étude)

Etablissement		Situation
Les laboratoires universitaires		on les trouve dans tous les universités et les centres universitaires nationaux.
Les centres de recherche scientifique	CRED : centre de recherche en économie application pour le développement	Alger
	CERIST : centre de recherche sur l'informatique scientifique et technique	Alger
	CRASC : centre de recherche en anthropologie sociale et culturelle	Oran
	CDER : centre de développement des technologies avancées	Bouzaréah - Alger
	CDTA : centre de développement des technologies avancées	El Madania - Alger
Les centres de recherche scientifique	CRSTDLA : Centre de Recherche Scientifique et Technique pour le Développement de la Langue Arabe	Alger Rostomia
	CRAAG : Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique	Alger
	CNRPAH : Centre National de Recherche Préhistoriques Anthropologiques et Historiques	Alger
	CRSTRA : Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides	Biskra, Algérie.
	Centre de Développement des Technologies Avancées	Baba Hassen, Alger
Les instituts de recherche scientifique	INRF : Institut National de la Recherche Forestière	Chéraga-Alger
	INPS : Institut National de la Planification et de Statistique.	Ben Aknoun- Alger
	INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie	El Harrach, Alger
	INA : Institut National Agronomique	El-Harrach - Alger

Annexe VII

La faune de la méditerranée : (Source : parc Taza)

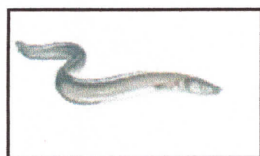
❖ vivre dans la méditerranée quatre(04) types de dauphin:

- Le dauphin commun (*Delphinus delphis*)
- Le dauphin souffleur (*Pursiops truncatus*)
- Le dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*)
- Le dauphin de Risso-Marsouin (*Grampus griseus*)



Photo : dauphin de la méditerranée
Source : musée parc de Taza

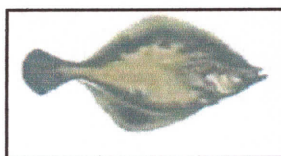
❖ 634 espèces de poissons peuplent la mer Méditerranée, parmi ces espèces on trouve : (Source : parc Taza)



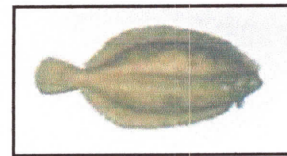
Congre



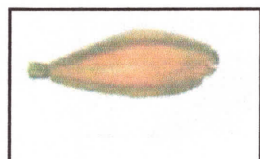
Sole orangée



flet



Plie a petite tête



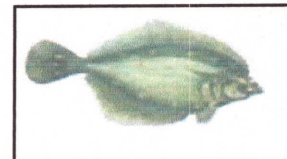
Solenette



Sole vulgaire



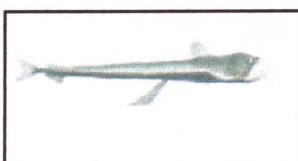
Limande



Plie franche



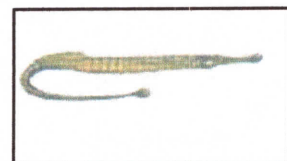
Sole panachée



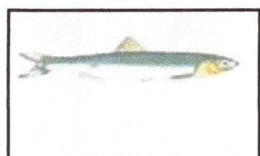
Chauliode de Soane



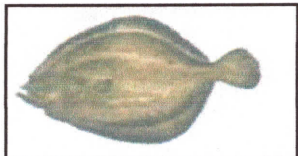
Pole



Syphonostome typhle



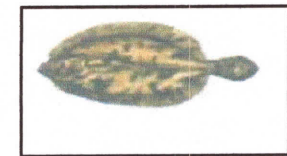
Anchois



Turbot



Donzelle



Rhombe norvégien



Blennie gattorugine



Anhérine prêtre



Cépole rougeâtre



Trachyptère bogmare



Bennie papillon



Tétragonure de cuvier



Muge capiton



Gymnètre de banks



Gonelle vulgaire



Anarrhique loup



Muge dorée



Lophobe



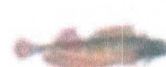
Uranoscope



Cotte scorpion



Liparis vulgaire



Tryptérigion nase



Cycloptère lump



Gobie paganel



Gobie noir



Zoarces vivipare



Aiguille de mer



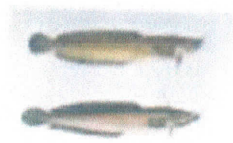
Murène hélène



Blennie montagu



Callyonime lyre



Motelles à 4 et 5 barbillons



Merlu barbu



Capelan



Morue commune



Argentine de yarrel



Merluche vulgaire



Morue commune (jeune)



Exocet volant



Volve vulgaire



Tacaud



Eglefin



Scombrésoce campérien



Squale renard



Girelle commune



Centrolabre du nord



Labre varié



Carcharodon



Ctenolabre de roches



Crénilabre de baillon



Baudroie



Centrisque bécasse



Acantholabre de couch



Vieille commune

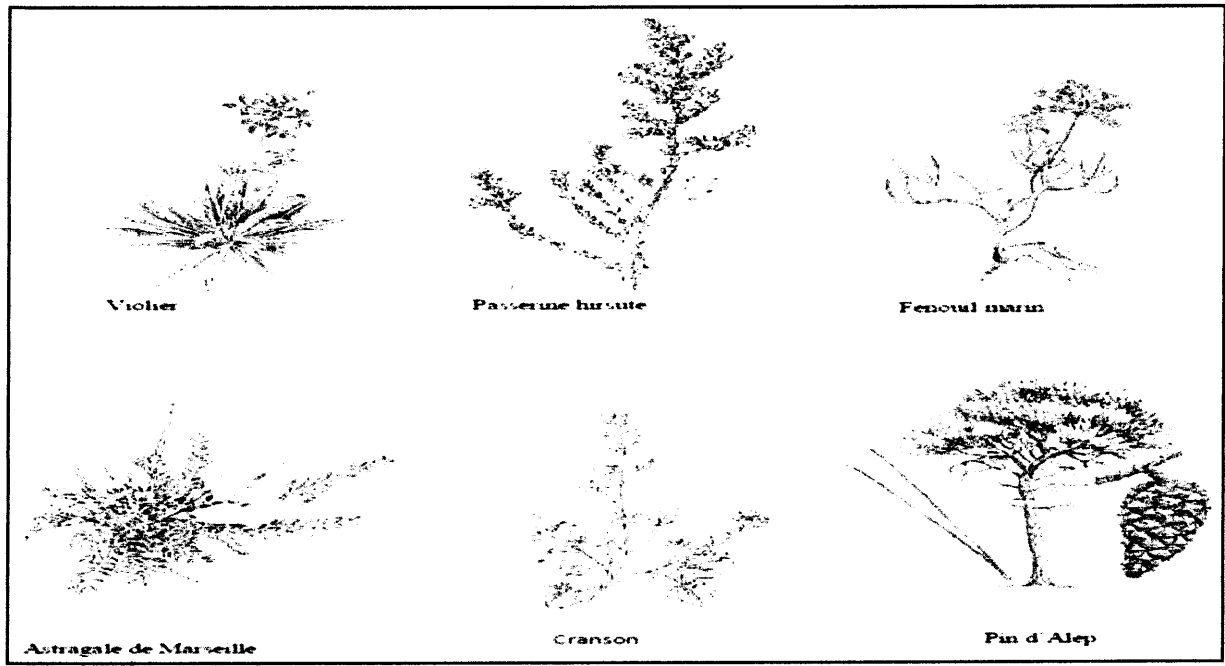


Vive commune

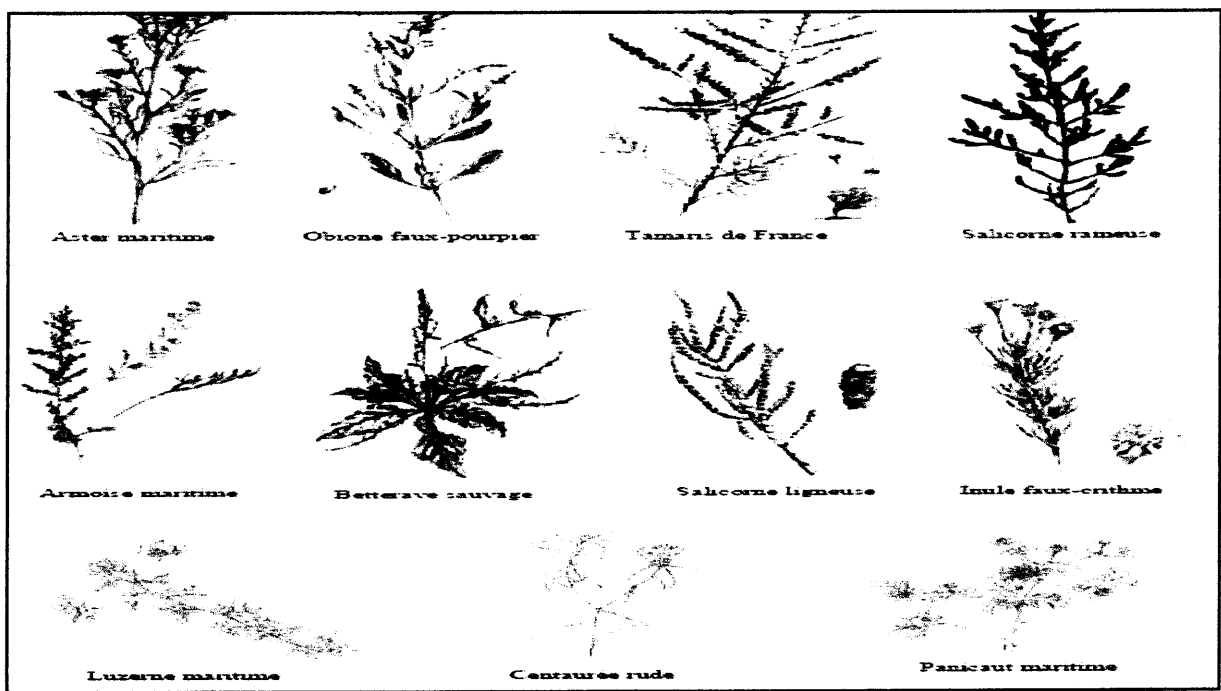
Annexe VIII

La flore méditerranéenne : quelques plantes du bord de la mer (source : parc Taza)

- Rochers et falaises :



- Marais et vasières :



• Plages et dunes



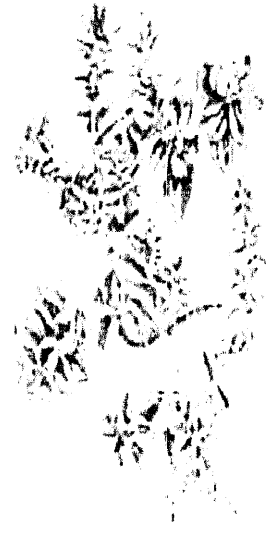
Pin maritime



Argousier



Oyat



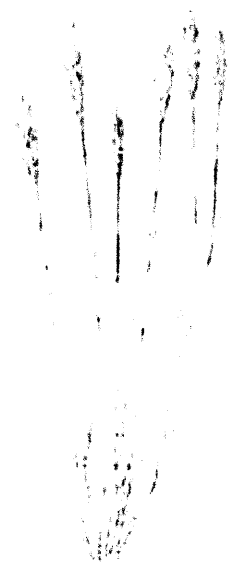
Pourpier de mer



Euphorbe maritime



Gaillet des sables



Fléole des sables

Annexe IX

Fabrication de l'aquarium (source : mémoire E.P.A.U) :

Un aquarium est la reproduction artificielle d'un morceau de la nature, il faut donc un équipement technique particulier pour recréer et maintenir les écosystèmes marins.

Préparation des vitres :

Figure : positionnement des vitres.

Tout d'abord, usage des arrêtes des vitres Positionnement des vitres, le collage, l'assemblage.

Volume	Dimension (en mètre)	Epaisseur (en millimètres)
20	0.2 x 0.1 x 0.1	3
50	0.5x0.33x0.3	4
100	0.8 x 0.3 x 0.4	6
200	1 x 0.4 x 0.5	8
250	1.2 x 0.4 x 0.5	De 8 jusqu'a 30
450	1.5 x 0.5 x 0.6	

L'éclairage de l'aquarium :

Il est assuré par des néons horticoles ou "lumière du jour" et des spots halogènes. L'éclairage a pour but de remplacer le soleil. Il est donc important de respecter le rythme nyctéméral (équilibre entre la durée du jour et de la nuit) auquel les poissons sont très sensibles.

Un aquarium doit être éclairé, en moyenne, pendant environ 8 à 10 H par jour par des lampes suffisamment puissantes.

La température dans l'aquarium :

En effet dans la nature nous trouvons des gammes de température très diverses, un chauffage est indispensable dans tout aquarium d'eau douce et d'eau de mer. La température sera choisie en fonction des espèces maintenues.

La température des bacs monte souvent bien trop en été pour que l'aquarium n'en subisse aucune conséquence.

Références bibliographique

Sites internet

1. **Biomimicry Institute.** « *Architecture* ». (Consulté le 07/02/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/architecture.html>.
2. **Amory B. Lovins.** « *Heroes of the Environment* » Janine Benyus. (Consulté le 20/02/2016), [En ligne] http://www.time.com/time/specials/2007/article/0,28804,1663317_1663319_1669888,00.html.
3. **Autodesk.** « *Sustainable Design* », Janine Benyus. (Consulté le 20/04/2016), [En ligne] <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/item?siteID=123112&id=12606570>.
4. **Biomimicry.** *Wikipedia.* (Consulté le 16/03/2016), [En ligne] <http://en.wikipedia.org/wiki/Biomimicry>.
5. **Biomimicry Institute.** « *Toxics* ». (Consulté le 22/03/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/toxics.html>.
6. **Biomimicry Institute.** « *Board* ». (Consulté le 20/04/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryinstitute.org/about-us/board.html>.
7. **Biomimicry Institute.** « *Transportation* ». (Consulté le 27/04/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/transportation.html>.
8. **Benyus, Janine M.** « *Innovation inspired by nature* ». (Consulté le 27/04/2016), [En ligne] http://tropicaldesign.org/biomimicry/tnep_biomimicry_000.
9. **Biomimicry Institute.** « *Energy* ». (Consulté le 27/04/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/energy.html>.
10. **Benyus, Janine M.** « *Chapter 1- Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* ». *Biomimicry Guild.* (Consulté le 15/02/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryguild.com/janinefirstchap.html>.
11. **Biomimicry Guild.** « *A Conversation with Janine Benyus. Biomimicry Guild* ». (Consulté le 15/02/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryguild.com/janineinterview.html>.
12. **Baker, Randall.** « *Rachel Carson's Silent Spring and the Beginning of the Environmental Movement in the United States* ». (Consulté le 27/03/2016), [En ligne] http://classwebs.spea.indiana.edu/bakerr/v600/rachel_carson_and_silent_spring.htm.
13. -. « *Pollution* ». *Wikipedia.* (Consulté le 23/03/ 2011), [En ligne] <http://en.wikipedia.org/wiki/Pollution>.
14. -. « *Control of fire by early humans* ». *Wikipedia.* (Consulté le 15/02/2016), [En ligne] http://en.wikipedia.org/wiki/Control_of_fire_by_early_humans.
15. **Dave Loos.** « *Biomimicry's Janine Benyus Honored by Time Magazine* ». *New West Environment.* (Consulté le 15/02/2016), [En ligne] http://www.newwest.net/topic/article/biomimicrys_janine_benyus_honored_by_time_magazine/C38/L38/.
16. **Biomimicry Institute.** « *Education and Training* ». (Consulté le 06/05/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryinstitute.org/home-page-content/home-page-content/education.html>.

17. **Biomimicry Institute.** « *Energy Efficiency* ». (Consulté le 07/02/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/energy-efficiency.html>.
18. **Janine_Benyus.** *Wikipedia.* (Consulté le 20/04/2016), [En ligne] http://en.wikipedia.org/wiki/Janine_Benyus.
19. **Janine Benyus.** « *shares nature's designs* ». *TED.* (Consulté le 20/04/2016), [En ligne] http://www.ted.com/talks/janine_benyus_shares_nature_s_designs.html.
20. **Janine Benyus.** « *Biomimicry in action* ». *TED.* (Consulté le 07/02/2016), [En ligne] http://www.ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_in_action.html.
21. -. Job Openings. *Biomimicry Institute.* (Consulté le 07/02/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryinstitute.org/about-us/about-us/job-openings.html>.
22. -. Medicine. *Biomimicry Institute.* (Consulté le 07/02/2016), [En ligne] <http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/medicine.html>.
23. Nuclear power. *Wikipedia.* (Consulté le 23/03/2011), [En ligne] http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power.
24. Stone tool. *Wikipedia.* (Consulté le 15/02/2016), [En ligne] http://en.wikipedia.org/wiki/Stone_tool.
25. **The Biomimicry Institute.** « What Is Biomimicry? ». (Consulté le 10/03/2016), [En ligne] http://www.asknature.org/article/view/what_is_biomimicry.
26. **Wiser Earth.** Biomimicry. *WiserEarth.org.* (Consulté le 06/05/2016), [En ligne] <http://www.wiserearth.org/aof/22>.
27. [En ligne] <http://www.masc.ulg.ac.be/>
28. [En ligne] <http://biomimetic-architecture.com/>
29. [En ligne] <http://www.harunyahya.com/>
30. [En ligne] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Biomim%C3%A9tisme>
31. [En ligne] <http://www.biomimicry.eu/>
32. [En ligne] <http://www.biomimicry.net/>
33. [En ligne] <http://biomorphisme.midiblogs.com>
34. [En ligne] <http://www.futura-sciences.com>
35. [En ligne] <http://www.biomimesis.fr>
36. [En ligne] <http://ceebios.com>
37. [En ligne] biomimetisme.eklablog.com
38. [En ligne] <http://www.citazine.fr>
39. [En ligne] <https://issuu.com>
40. [En ligne] Biomimétisme, Naturellement génial ! Documentaire, Arte, EMS Film, Gebrueder Beetz production, 2010
41. [En ligne] <http://www.youtube.com/watch?v=ghvx8k4Et20>
42. [En ligne] <http://www.youtube.com/watch?v=PZrK58o1r8&feature=related>
43. [En ligne] <https://www.youtube.com/watch?v=iM8eOC5QReA>
44. [En ligne] <https://www.youtube.com/watch?v=aPe3Ikb4Awg>
45. [En ligne] <https://www.youtube.com/watch?v=Y0H3fAuQMkK>
46. [En ligne] <https://www.youtube.com/watch?v=DYDfRNHX9C8>

Bibliographie

1. **BENYUS J.** (2005). Introduction au biomimétisme "L'innovation inspirée par la nature". (L. B, Intervieweur)
2. **BAHAMON A, PEREZ P.** (2007). *Architecture animale, analogie entre le monde animal et l'architecture contemporaine.* Edition l'inédite, collection analogies.
3. **BAHAMON A, PEREZ P.** (2007). *Architecture minérale, analogie entre le monde minéral et l'architecture contemporaine.*,. Edition l'inédite, collection analogies.
4. **BAHAMON A, PEREZ P.** (2007). *Architecture végétale, analogie entre le monde végétal et l'architecture contemporaine.* Edition l'inédite, collection analogies.
5. **BRADBURY D, GAUTHIER C.** *Maisons naturelles contemporaines.* édition, Thames & Hudson.
6. **BROSSARD P, GAUTHIER C.** (2010). *Architecture et développement durable, un gigantesque défi.* édition archibooks.
7. **CREISER C.** (2008). *le biomimétisme est-il l'avenir du développement durable ?* working paper, Think tank européen pour la solidarité.
8. **LELOY C.** (2008). *Des maisons écologiques de la conception à la décoration.* édition Aubanel, groupe Lamartinière.
9. **CEEBIOS.** (2013). *Biomimétisme: pour quoi la nature est plus forte que nous?* Senlise.
10. **DOLLENS D.** (2014). *Digital Biomimetic Architecture.*
11. **GAUZIN-MÜLLER D.** (2001). *L'architecture écologique, 29 exemples européens.* édition le Moniteur.
12. **SCHROETER D.** (2006). *Introduction au biomimétisme.*
13. **MONFORT-WINDELS F.** *Le biomimétisme, la Nature formidable source d'inspiration.* belge: SIRRIS Centre collectif de l'industrie technologique.
14. **BAUDUIN G.** (2010). *Biomimétisme.*
15. **BAUDUIN G.** (2001, janvier). *Le bio-mimétisme.* I.S.A. Saint-Luc.
16. **G C.** (2010). *Biomimétisme.*
17. **Gurtner P, L. W.** (2015). *Le sens du biomimétisme: formes d'architecture et formes de la nature en Afrique.* 7.
18. **Harun, Y.** (2009). *Biomimétisme, la technologie imite la Nature.*
19. **BENYUS J.** (2011). *Biomimétisme, quand la Nature inspire des innovations durables.* édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD.
20. **BENYUS J.** (2011). *Biomimétisme, quand la Nature inspire des innovations durables.* édition Rue de l'échiquier, collection Initial(e) DD.

21. **J, G.** Biomimétique: la biologie comme inspiration de nouvelles techniques de structures. (p. 55). the university of reading-centre for biomimetics.
22. **STEELE J.** (2005). *Architecture écologique, une histoire critique*. édition actes Sud.
23. **Jean-Louis P, O. J.** (2014). Biomimétique et aménagement durable de l'espace :l'exemplarité d'un territoire côtier face à ses îles-parc. *XIIIèmes Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil* , 8.
24. **SCHUITEN L.** (2010). *Végétal City*.
25. **ALBAN M.** (2009, Mai). « Le biomimétisme pour un design durable ».
26. **P M.** (2001). *Le sens de la Nature dans l'oeuvre architecturale, colloque philosophie et architecture*.
27. **Q M.** (2008). Un exemple d'architecture inspirée des termites. Mali.
28. **R P.** (2015). Le biomimétisme :s'inspirer de la nature pour innover durablement. *JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE* , 138.
29. **ROCCA A P, C.** (2007). *Architecture naturelle*. édition actes Sud, collection architecture.
30. **S D.** (2007). *Le biomorphisme dans la culture artistique moderne*.
31. **SANCHEZ C, A. H.** (2005). *Biomimetism and bioinspiration as tools for the design of innovative materials and Systems*.
32. **Velizy, E. V.** (2013). LE BIOMIMÉTISME OU L'ART DE S'INSPIRER DU VIVANT.

Résumé

La nature était toujours la première source d'inspiration pour l'homme. Dans le domaine du bâtiment, on parle de son inscription dans l'architecture durable et sa considération durable pour les êtres vivants comme source d'inspiration (gestion durable des ressources naturelles, optimisation énergétique ...). Ces points sont la base du bio mimétisme, qui est liée aux formes, au fonctionnement et aux relations entre les organismes vivants.

Le bio mimétisme ne s'arrête pas là, les idées qu'ils adoptent ont pour but d'améliorer la vie du quotidien, il ne sert pas à copier de la nature, mais d'avoir des idées innovatrices. Et pour ceci, il rentre en écho avec les grands enjeux de la société actuelle intégrant désormais les problématiques environnementales. Ainsi, il ne s'agit pas de considérer les ressources naturelles comme inépuisables mais de changer le regard sur elles pour apprendre à concevoir autrement.

Pour avoir la capacité de changer le mode de vie de l'homme. Le bio mimétisme doit être un atout qui touche tous les besoins de l'homme. On parle d'une interdisciplinarité, cette démarche s'appuie sur les sciences humaines, les sciences de l'ingénierie (résistance des matériaux) des arts plastiques ou encore des paysages, les sciences du vivant (écologie, biologie).

Mots clés : Bio mimétisme, architecture durable, éco conception, sciences de l'ingénierie, interdisciplinarité.

Abstract

Nature is considered throughout the ages the first source of inspiration, especially in the field of architecture and intellectual suggestion for creating different geometric shapes in order to develop the architectural design. Recall in this context of sustainable considerations of nature for all living organisms (steering rational, natural resources, optimization of the energy ... etc.) these points mentioned are considered in their entirety basic rule to biomimicry on the one hand: formats, work and process facilities construction.

Biomimicry does not stop here, but includes several other suitable ideas to improve the daily living style, nature Peer pressure not indicated only for reproduction but goes beyond that to incorporate social dilemmas and ocean inadvertently eliminated and decrease. Should not be considered as elements of natural resources does not perish, but must change human look to it to learn on the one hand and on the other hand cognition.

In order to know the possibility of changing the lives of individual style, biomimicry must be a trump card, that's why it touches all the points related to man, it takes into account the human sciences, engineering sciences (resistant materials), fine arts and natural, biology (ecology, biology), Peer pressure nature of this topic by integrating all the behaviors we can have access to the perfect person who lives sustainable thinking.

Key Word: Biomimicry, ecodesign, sustainable, engineering sciences, interdisciplinarity.

ملخص

تعتبر الطبيعة علي مر العصور المصدر الأول للإلهام والإيحاء الفكري خاصة في مجال العمارة من اجل ابتكار أشكال هندسية مختلفة بهدف تطوير التصميم المعماري. نذكر في هذا السياق الاعتبارات المستدامة للطبيعة بالنسبة لجميع الكائنات الحية على سبيل المثال (التسيير العقلاني للموارد الطبيعية، التحسين الطاقوي... الخ) هذه النقاط المذكورة تعتبر في مجملها القاعدة الأساسية لتقليد الطبيعة من جهة: الأشكال، عمل و سيرورة المنشآت العمرانية.

إن تقليد الطبيعة لا يتوقف هنا، بل يشمل عدة أفكار أخرى مناسبة لتحسين نمط المعيشة اليومي، فتقليد الطبيعة لا يستعمل فقط من اجل الاستتساخ بل يتعدى ذلك إلى إدماج العضلات الاجتماعية والمحيط قصد القضاء عليها وإنقاذها. لا يجب اعتبار الموارد الطبيعية عناصر لا تقنى وإنما يجب تغيير نظرة الإنسان إليها للتعلم من جهة والإدراك من جهة أخرى.

من اجل معرفة إمكانية تغيير نمط معيشة الفرد، تقليد الطبيعة يجب أن يكون ورقة رابحة، لهذا السبب هو يلمس جميع النقاط المتعلقة بالإنسان، هو يأخذ في الحسبان العلوم الإنسانية، العلوم الهندسية (مقاومة المواد)، الفنون التشكيلية و الطبيعية، علوم الأحياء (علم البيئة، بيولوجيا)، فتقليد الطبيعة بإدماج جميع هذه السلوكيات يمكننا من الوصول إلى الإنسان المثالي الذي يعيش بالتفكير المستدام.

الكلمات المفتاحية : تقليد الطبيعة، التصميم المعماري، المستدامة، علوم الأحياء