

LA REVALORISATION DU DESIGN PRODUIT EN TANT QU'OUTIL DE RÉTABLISSEMENT DE NOTRE RELATION AVEC LE VIVANT

Le biomimétisme comme philosophie de
création inclusive, respectueuse, et adaptative

Soutenance du 30.06.2023

Présenté par

Pamela BERNAL TRUJILLO

Sous la direction de

Lucie Ling: MCF en Arts Appliqués

Responsable Professionnel

Pierre Dubourg: PAST

Master design d'objet,
expérimentation
et développement

Page de couverture :

Superposition de la carte actuelle de Bordeaux et celle des effets à long terme sur le niveau de la mer avec une augmentation de +3°C.

Création graphique originale basée sur les estimations actuelles de Coastal.climatecentral.org

Anée universitaire 2022-2023
Soutenance du 30.06.2023

LA REVALORISATION DU DESIGN PRODUIT EN TANT QU'OUTIL DE RÉTABLISSEMENT DE NOTRE RELATION AVEC LE VIVANT.

Le biomimétisme comme philosophie de création inclusive, respectueuse, et adaptative.

Présenté par

Pamela BERNALTRUJILLO

Sous la direction de

Lucie Ling: MCF en Arts Appliqués

Responsable Professionnel

Pierre Dubourg: PAST





SOMMAIRE

Avant Propos	p.10
Introduction	p.12
Problématique	p.16
I Les enjeux autour du design produit dans la lutte contre le changement climatique	p.21
A Prendre du recul pour comprendre l'importance de s'impliquer	p.23
1.1 Le pouvoir collectif de vivre en société	p.23
1.2 Changer de style de vie grâce aux institutions ou malgré elles	p.24
1.3 Le rôle du designer produit en tant que médiateur: Faciliter les actions individuelles	p.27
1.4 Responsabilité individuelle, responsabilité collective	p.28
B Nous n'avons pas tous le même point de départ	p.33
1.1 Le changement climatique comme amplificateur d'inégalités	p.34
1.2 Le rôle du designer produit dans la croissance des biens et produits	p.38
1.3 L'importance d'un design plus intelligent, plus démocratique	p.39
II L'impact des inventions humaines sur l'évolution de notre relation au vivant	p.45
A Notre relation au vivant à travers le temps	p.47
1.1 Rupture avec le vivant	p.47
1.2 Rapprochement au vivant	p.52

B	Le biomimétisme: comment utiliser la technologie au service du Vivant?	p.63
1.1	Biomimétisme : Comment cette pratique à toujours été présente et de quelle façon nous nous l'avons appropriée ?	p.63
1.2	Exemples du biomimétisme appliqué à partir des trois niveaux d'imitation	p.69
III	En quoi la créativité du designer produit peut être déterminante dans la façon de trouver des solutions pour les défis climatiques, notamment la montée des eaux?	p.111
A	Quelles sont les conséquences le plus critiques et comment nous y faisons face?.	p.113
1.1	L'importance et la menace de la mer qui nous à vu naître.	p.115
1.2	Programmes de prévention à l'échelle mondiale	p.120
1.3	Le design de produit comme complément dans la stratégie de prévention d'inondation	p.125
B	Conception d'un dispositif d'urgence à partir de la méthodologie biomimétique : Mettre en pratique ses outils créatifs	p.129
1.1	Quête d'un objet pour préparer l'avenir	p.129
1.2	Scénario fictif	p.130
1.3	Stress hydrique	p.132
1.4	Conception d'un collecteur d'eau biomimétique	p.134
	Conclusión	p.143
	Glossaire	p.144
	Bibliographie	p.146
	Annexes	p.151
	Remerciements	p.155
	Abstract (résumé en anglais)	p.158

*A tod*s los que estan en busqueda de co-crear un
mejor futuro*

A la vida por tenernos tanta paciencia

AVANT-PROPOS

La première fois qu'un cours a abordé le changement climatique comme un sujet sérieux, c'était quand j'étais au lycée, à l'âge de 16 ans. Le programme académique prévoyait un seul chapitre mais l'institutrice, passionnée par le sujet, à décidée d'en faire le thème principal du semestre. Elle nous a montré à travers des chartes et des articles scientifiques, l'indéniable réalité de nos effets sur la planète depuis l'industrialisation. Bien sûr, j'étais consciente de la nécessité de respecter la nature, de ne pas jeter de déchets par terre ou d'éviter de gaspiller les ressources, mais je ne comprenais pas le poids de ces actions.

Je ne pouvais pas croire qu'une telle question n'était pas abordée de manière plus approfondie dans la vie quotidienne. Je ne pouvais pas croire que les adultes étaient au courant et que nous continuions à vivre nos vies dans un déni. Je me souviens du soulagement dans les yeux de l'institutrice quand 15 adolescents, à qui elle venait d'apprendre la réalité du monde, ne se montraient pas indifférents comme la plupart des adultes.

Peut-être que c'est là où je me trompe, peut-être que tout le monde n'est pas entièrement au courant de la gravité de la situation. Nous n'avons pas tous eu le privilège d'avoir une éducation de qualité ou la fortune d'avoir une institutrice passionnée. Peut-être que derrière le déni se cache des enfants dont la curiosité n'a pas été encouragée. Nous n'avons pas tous eu des parents qui nous ont encouragés à nous questionner sur le monde autour de nous.

Ce mémoire je le rédige sans prétendre que le défi que nous avons devant nous est simple à résoudre. Je ne prétends pas non plus connaître absolument tous les facteurs qui composent la complexité de nos problèmes sociétaux. C'est peut-être pour cela aussi que j'ai encore la motivation de voir les choses sous un autre angle. Si bien que je n'ai pas fini de m'intéresser au sujet, je crois sincèrement que le défi le plus grand c'est de continuer à s'informer, à découvrir et à trouver derrière tout cela de l'espoir.

INTRODUCTION

Notre génération a grandi au milieu de l'éveil de conscience de l'urgence climatique. Pourtant, il n'y a pas plus de deux ans, l'ancien président des États-Unis, l'un des cinq États membres permanents de l'ONU, a publiquement nié l'existence du changement climatique. En parallèle, un discours fataliste résonne de plus en plus : *de toute façon, il est trop tard*. Face à des années d'inaction, et même de déni sur la question, le sentiment est que nous aurions dû commencer il y a bien longtemps. Ce discours fataliste est utilisé pour convaincre de l'urgence de la situation et de la nécessité d'agir, mais il représente aujourd'hui notre plus grande menace. Le changement climatique est réel et nous ne devrions plus perdre de temps à essayer d'expliquer à une minorité de sceptiques, les données scientifiques sont indiscutables. Il faut se focaliser sur les personnes qui voudraient en faire plus mais qui ne savent pas par où commencer.

Les scientifiques alertent sur le fait que la sixième extinction de masse a déjà commencé, et qu'il s'agit de la première causée exclusivement par l'homme. Nadia Drake décrit, dans son article sur National Geographic, l'insensibilité des gens face aux chiffres alarmants de cette extinction en masse. Les enfants nés au cours des 20 dernières années ont grandi avec ces chiffres et ne les considèrent pas comme particulièrement inhabituels. Ce que Drake décrit est un phénomène dû à une réponse collective, adaptative à notre réalité.¹ Soit nous sommes trop conscients de la complexité de la situation au point de nous décourager, soit nous ne sommes pas suffisamment informés et cela ne nous paraît pas une priorité.

Par exemple, Paul Watson, fondateur de Sea Shepherd, parle de l'importance de l'océan, en particulier du phytoplancton, qui est notre source la plus efficace de production d'oxygène, représentant 50 à 70 % de la production. Depuis 1950, nous avons perdu 40 % du phytoplancton² et, au-delà de ce que cela signifie

1 Drake, N. (2017, février 16). La sixième extinction massive a déjà commencé. National Geographic. Consulté février 16, 2023, à l'adresse <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/la-sixieme-extinction-massive-a-deja-commence>

2 Watson, P. (2016). Paul Watson, fondateur de Sea Shepherd : Plongée en eaux troubles. Consulté février 16, 2023, à l'adresse <https://open.spotify.com/episode/6f2ArxxwUDaNSWEv->

pour l'homme, nous ne pouvons pas calculer l'impact sur les autres espèces. Selon Watson, le problème est que les gens ne sont pas conscients de tout cela et, si nous avons une vague idée de la situation, nous ne lui accordons pas l'importance qu'elle mérite.

Certaines pertes sont inévitables car les températures mondiales ont déjà augmenté d'environ 1 °C en moyenne par rapport à l'ère préindustrielle. Mais si nous parvenons à maintenir le réchauffement à moins de 2 °C (comme le prévoit l'accord de Paris signé en 2015), les pertes seront limitées à moins de 10 %¹. De plus, les premières prédictions sur le réchauffement climatique ne tiennent pas compte des énergies renouvelables qui, bien qu'elles ne soient pas toutes au point, ne cessent de s'améliorer.

L'urgence d'agir est là, mais nous devons la prendre avec du recul et de la patience. J'ai grandi en entendant le même discours : le changement climatique n'est pas de votre faute, mais c'est votre problème. Je comprends les propos de Greta Thunberg avec beaucoup d'empathie, car à l'époque j'ai eu la même réaction de vouloir tout arrêter pour combattre ce problème qui me semblait prioritaire. Et pourquoi devrais-je étudier pour un avenir qui pourrait bientôt cesser d'exister parce que personne ne fait rien pour le sauver ? Quel est l'intérêt de suivre les enseignements du système scolaire quand nos hommes politiques et nos sociétés n'écourent pas les plus grands scientifiques issus de ce même système scolaire ?

Mon père a réussi à me convaincre de poursuivre mes études pour en maximiser mon impact. À l'époque, je ne savais pas que je choisirais le design produit comme profession, mais j'étais consciente qu'il y avait un manque de créativité dans la construction des solutions de notre avenir. Du point de vue de ma profession, je vois tous ces défis et je me dis que le champ des possibles est infini. Comment transmettre ce sentiment de défi et non de défaite ? Tout d'abord, il faut changer de discours.

Dans cette quête d'espoir, je me suis demandé ce que mon métier pouvait apporter à la société, tout d'abord en essayant de comprendre les enjeux autour du design de produit. C'est à dire, comprendre la lutte sociale et politique derrière les objets que nous créons ce qui nous permet de mieux nous positionner dans une démarche engagée. Cette démarche est essentielle pour pouvoir concevoir des produits respectueux de l'environnement à travers un design démocratique dans la continuité du développement durable.

En étudiant l'évolution de la position de l'homme par rapport à la nature, nous pouvons analyser son impact sur la crise actuelle de notre relation avec le vivant. Pour rétablir cette relation, il est essentiel de retrouver le respect et l'admiration

1 Welch, C. (2022, mai 2). Une extinction de masse semblable à celle du Permien se prépare dans les océans. National Geographic. Consulté février 16, 2023, à l'adresse <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/une-extinction-de-masse-semblable-a-celle-du-permien-se-prepare-dans-les-occeans>

que le vivant mérite. La philosophie du biomimétisme offre une méthodologie de création alignée sur les principes de la vie qui peut servir de guide à une nouvelle façon de créer des produits pour rétablir l'harmonie avec les écosystèmes.

Les exemples qui seront présentés constituent un échantillon des possibilités créatives à utiliser comme référence lors de la conception des produits engagés. Cette recherche des créations exemplaires est à la fois un souffle d'espoir ainsi qu'une façon de guérir notre vision de la technologie comme le responsable de la crise climatique. La technologie reste un outil, et les outils ne font pas des choix par eux-mêmes (pas pour l'instant). L'utilisation que nous en donnons à ces outils est entièrement de notre responsabilité et nous offre autant de possibilités que de devoirs.

Se préparer pour le long terme fait partie d'une vision holistique de l'existence de notre espèce. Profiter du moment présent tout en laissant assez de ressources pour les générations suivantes semble une démarche logique, pourtant elle remet entièrement en question nos modes de vie actuels.

Enfin, pour mettre en pratique la méthodologie biomimétique, mon projet de fin d'études prend la forme d'un collecteur de brume biomimétique pour les situations d'urgence. Avec ceci je ne cherche pas à résoudre la crise de l'eau douce, mais à découvrir des alternatives à nos modes de consommation. Par ailleurs, il alerte sur un problème qui, bien que découlant d'un scénario fictif basé sur l'année 2100, est tout à fait d'actualité.

Vivant

•

Dérèglement climatique

•

Responsabilité

•

Potentiel

•

Biomimétisme

•

Holistique

•

Phénomènes naturels

•

Technologie

•

Eau

PROBLÉMATIQUE

Comment le design produit peut-il trouver sa place dans la lutte contre le changement climatique, à travers une philosophie créatrice inspirée du vivant qui permet de mieux préparer l'avenir ?

UNO





Les enjeux autour du design de produit dans la lutte contre le changement climatique

La lutte contre le changement climatique est un sujet qui doit être traité de façon pluridisciplinaire. Certains métiers peuvent contribuer d'une façon plus directe que d'autres, en sachant que nous sommes tous concernés par les conséquences.

Un élu de l'Assemblée nationale, un actionnaire ou le PDG d'une multinationale peuvent avoir un rôle profond dans la lutte contre le changement climatique, tandis qu'une notaire ou un vendeur n'auront pas le même impact. Comme décrit dans l'article *Inégalités mondiales et changement climatique* «Les inégalités dans l'accès à la décision proviennent du fait que certains individus ou groupes sociaux ont moins de pouvoir pour infléchir les décisions politiques»¹. Dans le cas du métier de designer produit, la responsabilité repose d'une façon importante. Né avec l'industrialisation, le métier de designer produit a explosé en même temps que notre empreinte carbone sur terre. Créer plus de produits pour un monde qui en a déjà assez semble contradictoire à la cause que l'on évoque. C'est pourquoi Victor Papanek met en avant la responsabilité du designer non seulement en tant que créateur d'objets, mais en tant que créateur d'emplois et j'aimerais rajouter en tant que créateur de déchets.

La conception de produits a été confrontée à de nombreux défis tout au long de l'histoire du métier. D'abord peut-être de standardisation, l'objet devait pouvoir être reproduit et industrialisé. Ensuite d'optimisation, il devait être plus résistant, plus flexible, plus performant. Les mouvements suivant l'industrialisation ont fait des allers-retours entre l'industrie et l'artisanat à la fois pour expérimenter leurs avantages comme pour fuir leurs nuisances.

Aujourd'hui, grâce au chemin parcouru, on a pour objectif d'explorer les limites du métier dans le contexte où il est né. Sauf que le contexte a changé depuis et il est temps de s'adapter. Les contextes climatiques, socio-économiques et politiques que nous vivons au XXI^e siècle demandent que le design devienne une démarche engagée. «Tout ce que l'on fait est politique» expliquait Enzo Mari².

1 Guivarch, C., & Taconet, N. (2020). Inégalités mondiales et changement climatique. Revue de l'OFCE, 165(1), 35-70. Paris: OFCE. Consulté mars 9, 2023, à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-de-l-ofce-2020-1-page-35.htm>

2 Oddo, E. (2021, septembre). Enzo Mari, gardien de la déontologie du design. Emmanuelle Oddo. Consulté février 6, 2023, à l'adresse <https://www.emmanuelle-oddo.com/textes/enzo-mari-gardien-de-la-dontologie-du-design>



(fig.1) La chaise Sedia 1, fait partie de la série *Autoprogettazione*, dans laquelle Enzo Mari redonne le pouvoir aux gens grâce à un livret gratuit contenant des plans pour créer ses propres meubles.
Photographie par Jouko Lehtola © Artek

Un design respectueux de l'environnement qui rejette l'obsolescence programmée, un design libre d'accès, un design démocratique est un design engagé. (fig. 1)

Le designer produit suivant la bonne philosophie, ayant le talent et la créativité nécessaire se verra confronté par des blocages économiques, de production ou législatif dans son chemin pour délivrer la solution aux gens dans le besoin. Il ne suffit pas d'avoir la bonne idée, d'étudier le cas, et de trouver la solution, parfois

le designer n'est pas le seul acteur pour que le produit puisse voir la lumière du jour. C'est pourquoi il est important que des politiques agissent en s'engageant pour l'utilisateur. Un exemple de type de cette intégration politique, culturelle et sociale est le cas de l'usage du vélo dans les Pays-Bas. Bien que la mise au point du vélo moderne date de 1891, il est intéressant de voir la quantité d'étapes qu'ils ont dû réaliser en tant que pays pour que le vélo en devienne un symbole. Quels sont les facteurs qui ont poussé le gouvernement à créer autant d'infrastructures et de lois adaptées ? Comment cela a rendu l'usage de cet objet au quotidien des citoyens néerlandais ? À quel moment l'assimilation culturelle de cet objet a eu lieu ? Ces questions seront abordées dans les chapitres suivants, mais il est impératif de commencer à ouvrir le sujet sur l'importance de voir l'objet comme une partie d'un système, parfois complexe, auquel on doit s'intégrer pour avoir l'espoir de le changer.

A

Prendre du recul pour comprendre l'importance de s'impliquer

L'exemple positif de l'usage du vélo aux Pays-Bas, démontrant le succès des actions coordonnées par les autorités, est une exception qui confirme la règle. Souvent, le discours que l'on peut entendre rejette la faute aux institutions et pouvoirs publics. Cette affirmation est plus ou moins vraie dans différents pays, selon le niveau de développement sociétal. Néanmoins, tout pays capitaliste qui dépend des oligarchies n'aura pas une liberté entière de prendre des décisions fortes. Le système est fait pour cela. Sauf que le système aura à faire face aussi aux conséquences du changement climatique amplifié par l'inaction dudit système. Ce qui l'obligera à agir tôt ou tard, aux citoyens de mettre pression pour que cela puisse s'accomplir.

1.1 Le pouvoir collectif de vivre en société

Avant de dire que tout est de la faute du gouvernement, que nous n'avons pas le choix et que nous sommes victimes du système, rappelons-nous des fondements sur lesquels se sont construites nos sociétés actuelles. Les gouvernements des grands pays occidentaux ont été établis sur les idées de certains philosophes tels que Thomas Hobbes et John Locke. Hobbes nous explique par sa théorie du contractualisme que pour établir une société pacifique, le chemin rationnel est de céder certaines libertés en échange des bénéfices qui résultent de vivre en communauté. Ce contrat social a été signé par tous et chacun de nous de façon implicite ou explicite. Dans le cas des citoyens français qui sont nés sur le territoire français, ceci a été fait de façon implicite, tandis que les immigrants, qui veulent la naturalisation française, le feront de façon explicite au moment d'accepter la nationalité. Les citoyens français nés sur le territoire ne peuvent pas essayer d'échapper aux obligations en stipulant qu'ils n'ont jamais agréé explicitement. Au moment où l'on peut profiter des droits du pays, tel que des infrastructures adéquates et de services d'urgence, une contribution en retour est attendue. Toutefois, on ne peut pas forcer les gens à faire partie d'un contrat social. John Locke, stipule suite à la pensée de Hobbes, que les contractants doivent être en meilleure posture dans le système qu'en-dehors de lui. Il est possible que certaines règles ne soient pas dans notre sens, mais la totalité du système doit être meilleur que si l'on est seul. Ceci prenant en considération que l'humain est fondamentalement bon par nature comme le présente Rousseau et que si l'on accepte de donner une partie de nos libertés le but est de potentialiser les bénéfices que l'on peut obtenir de vivre en société.

Dans cette théorie, nous sommes collectivement responsables pour les actions que nous permettons au gouvernement de faire pour l'intérêt de la majorité. Les Français sont le meilleur exemple d'un peuple capable d'exercer ce droit. La révolution française a inspiré une réaction en chaîne des peuples qui ont suivi le chemin vers l'indépendance durant le XVIII^e et le XIX^e siècle. La France a également inspiré les expositions universelles qui ont permis le partage d'informations et l'avancement technologique du XIX^e et du XX^e siècle. Sa capitale est l'une des villes les plus emblématiques pour l'art et la culture à travers le monde. La prospective qui a caractérisé la France depuis des siècles laisse à désirer quant aux actions menées aujourd'hui face au sujet de survie le plus important du XXI^e siècle. Comment se fait-il que la France soit si en retard vis-à-vis de ses objectifs de décarbonation de ces énergies par l'accord de Paris ? Bien évidemment qu'il n'est pas le pire exemple, mais le potentiel qu'il porte avec les départements en outre-mer et son placement en tant que cinquième puissance mondiale pourrait vraiment faire une différence au niveau mondial. Est-ce que ses citoyens ne sont pas assez conscients des conséquences du changement climatique ? Et s'ils le sont, pourquoi cela n'est pas une des plus grandes priorités ? Se sentent-ils vraiment concernés ?

1.2 Changer de style de vie grâce aux institutions ou malgré elles

La phrase que l'on entend souvent dire quand il s'agit des élections, est «Choisir entre la peste et le choléra» pour mettre en avant le fait que nous ne sentons pas que nous avons vraiment le choix, ni que notre choix soit vraiment important. Comment faire confiance à ces personnes, censées nous représenter et améliorer notre société quand elles ne font preuve que d'agissement pour leurs intérêts ? Paul Watson parle de son désespoir face aux actions menées par les politiciens. Il se rappelle d'avoir rencontré Justin Trudeau au début de son mandat et de sentir une sincère intention d'avoir un impact pertinent au sujet du changement climatique. Quelque temps après, les paroles de Trudeau se sont effacés par son soutien aux gazoducs et à l'exploration des sables bitumineux. Watson dit que ce sont les oligarchies qui contrôlent tout, que la démocratie n'est qu'une illusion face à elles.

Bien que j'en suis sûre, l'expérience de Paul Watson à la tête du champ de bataille est bien réelle, sans recul, il semble être sans espoir. Son discours dénonce une problématique très complexe qui semble inabordable, néanmoins cela ne l'empêche pas d'agir, car il sait que ses actions ont un impact pertinent pour le vivant. Il conseille aux gens qui veulent s'engager, de poursuivre leurs passions jusqu'au bout. Comme mentionné dans l'introduction, peut-être que chaque métier n'a pas le même poids vis-à-vis du changement climatique, mais notre style de vie peut faire la différence. Quand il parle des politiciens, Watson dit qu'ils ne proposent pas de solutions viables, car les solutions viables demandent de faire des changements de style de vie. En vue de leurs courts mandats, les politiciens ne sont pas intéressés par des solutions pérennes, mais par des résultats immédiats.¹

¹ Watson, P. (2016). Paul Watson, fondateur de Sea Shepherd : Plongée en eaux troubles. Consulté février 16, 2023, à l'adresse <https://open.spotify.com/episode/6f2ArxxwUDaNSWEv-rZybdD>

Il retombe sur nous, non seulement d'éviter les distractions créées par les médias, mais d'exiger dans un premier temps, des solutions durables et dans un deuxième temps, d'être prêt pour assumer les changements que cela impliquerait. Cela veut dire, être cohérent avec son discours et ses actions au quotidien. Nous ne pouvons pas nous plaindre de nos conditions de travail tout en achetant des objets manufacturés dans des pays où les conditions de travail sont déplorables. Le boycott envers le gouvernement passe par les entreprises qui vont collaborer main dans la main avec les politiciens. Ces deux entités s'influencent l'une avec l'autre et prennent des décisions à notre place pour leurs propres intérêts et non les nôtres.

Elisabeth Laville, fondatrice d'Utopies, parle de comment traiter le business et les enjeux sociaux comme deux entités séparées ne peut que créer le conflit que nous avons aujourd'hui :

Les lois, comme nous le soulignons à l'instant, ne permettent pas que les entreprises exercent des activités différentes de leur objet, autrement dit agissent pour l'intérêt collectif. Comment résoudre ce décalage entre un cadre juridique contraignant et la prise de conscience de la part des entreprises dépendantes du milieu où elles sont implantées et qu'elles ne peuvent pas prétendre à la prospérité dans des environnements qui déperissent?¹

Laville met dans le cœur de son agence l'engagement citoyen et social comme partie intégrale de l'activité même de l'entreprise. Ceci passe par les matières premières durables, par une rémunération adéquate des employés, et par une promotion des produits de façon transparente plutôt qu'embellie. Derrière l'énorme travail que Laville a fait avec son agence, il n'en reste que le dernier pas qui agira pour choisir cette valeur ajoutée derrière le prix de ces produits.

Elle arrive dans un contexte socio-économique qui la pousse à s'insérer dans une révolution par la création engagée. Elle n'est pas l'exception, mais elle fait partie d'une minorité. Le rôle du gouvernement devrait être non seulement de permettre des initiatives, telles que promues par l'agence Utopies, d'émerger. Mais aussi de restructurer le système pour que l'engagement citoyen devienne la norme et pas l'exception.

Les changements des styles de vie ne sont pas poussés par un produit innovant à lui seul, ni par une entreprise unique, ils sont favorisés par un ensemble des facteurs qui s'entraident à bouleverser nos habitudes. Par exemple, il est bien connu que les habitants des Pays-Bas ont adopté l'usage du vélo mieux que quiconque et pourtant, il ne s'agit pas uniquement de la géographie du pays, ni de sa culture, mais d'un ensemble de facteurs fortuits.

L'ancienneté de l'urbanisation fait que les Hollandais se sont appropriés les espaces publics et les ont rendus semi-privés. Ils cultivent eux-mêmes leurs propres espaces sur les trottoirs et veillent sur leurs enfants depuis leurs fenêtres

¹ Corlette Theuil, R. (2000). Design et utopies : Les villages 2000. Collection des industries françaises de l'ameublement. Paris: Industries françaises de l'ameublement.

qui n'ont pas de rideaux. Cette appropriation de l'espace public* contribue au rejet de l'introduction de la voiture qui menaçait la sécurité des enfants et qui aurait empiété sur les trottoirs.

***Un woonerf «zone de loisirs» est une rue vivante avec des espaces partagés, une circulation modérée et des limites de vitesse basses. (fig.2)**

La forte densité du pays a également contribué à ralentir l'adoption de la voiture dans les villes vers les années 1930-1950. En même temps, le transport public ne se développe pas à la même vitesse que dans le reste de l'Europe, ce qui pousse les populations les plus vulnérables à se déplacer à vélo.

Durant les années 1960-1970, les contestations contre la consommation sont poussées par la crise pétrolière de 1973, faisant quadrupler le prix du pétrole. Ceci fait accélérer la prise de conscience sur la nécessité de modes alternatifs de déplacement.

En 1977, 9 000 cyclistes défilent à Amsterdam en demandant des aménagements pour une ville plus accueillante pour les cyclistes. À la fin des années 1990, la famille royale hollandaise adopta ce moyen de déplacement comme une façon de se «rapprocher du peuple». Ceci a contribué à donner une image civilisée et

(fig.2)

Extrait d'Erauch via Wikipedia.



respectable que les gens ont associé à cet objet.

En 2011 la maîtrise Hollandaise se consolide dans la création de la Dutch Cycling Embassy, composée de designers ingénieurs, techniciens, vendant son savoir-faire au reste du monde. Si le savoir-faire du vélo est aujourd'hui une expertise des Hollandais, ce n'est pas seulement, car l'invention du vélo était innovante, mais l'appropriation culturelle progressive a créé une demande qui justifie le réinvestissement dans cet objet de la part des industries, du gouvernement et de la population.

En parallèle, tandis que les Pays-Bas ont 27% d'utilisation du vélo dans les déplacements, l'Allemagne est à 10%, et la France n'est qu'à 3%. Ce qui démontre comment l'objet ne peut ne pas se suffire à lui-même si le contexte politique, économique et social ne l'accompagne pas avec les infrastructures et investissements qui vont avec.¹

1.3 Le rôle du designer produit en tant que médiateur : Faciliter les actions individuelles

Dans l'imaginaire collectif, nous avons tous l'image de la tortue avec une paille en plastique coincé dans le nez. Pourtant, les plus engagés d'entre nous, nous sommes déjà vu piégés dans des situations où l'on n'a pas pu prévoir un contenant réutilisable et cela nous a amené à utiliser un objet en plastique à usage unique. Quand la loi a finalement débuté l'interdiction de leur mise sur le marché à partir du 1er janvier 2021, cela a ouvert la place au marché d'alternatives engagées.² Ceci a permis à un nombre plus important des personnes d'effectuer une action engagée sans demander en retour un énorme sacrifice dans leur quotidien. Le geste de refuser la paille de façon individuelle pendant des années n'est pas comparable à l'impact que ces mesures gouvernementales ont eu en une seule année d'implémentation. C'est pourtant ce geste individuel qui est devenu collectif et qui a finalement poussé la législation à implémenter une mesure significative. Ceci a obligé aux industriels de muter vers des produits plus engagés car un nouveau marché s'est établi.

Le récent rapport du WWF France détaille des solutions plausibles pour la mise en œuvre de cette nouvelle mesure. En 2019, dans une enquête auprès de 1 004 personnes âgées de 18 ans et plus, «85 % des Français se déclarent favorables à l'interdiction des produits et emballages plastiques à usage unique».³ Dans ce rapport, ils ne proposent pas que des solutions d'objets jetables faits à base de matériaux recyclables, mais ils proposent un changement de style de vie, accompagné par les acteurs économiques, sociaux et publics. Paul Watson disait que nous n'étions pas prêts pour de véritables mesures. Les années à venir

1 Héran, F. (2015). Pourquoi tant de cyclistes aux Pays-Bas ? *Transports urbains*, 126(1), 10-15. Groupement pour l'Étude des Transports Urbains Modernes. Consulté à l'adresse Cairn.info.

2 [ecologie.gouv.fr](https://www.ecologie.gouv.fr). (2023). Lutte contre la pollution plastique. Ministères Écologie Énergie Territoires. Consulté février 25, 2023, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/lutte-contre-pollution-plastique>

3 WWF. (2020). *Etude_Le plastique ça n'emballé plus*. Studio BMC France. Consulté janvier 3, 2023, à l'adresse https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2020-09/20200924_Etude_Le%20plastique%20C3%A7a%20n%27emballe%20plus_WWF%20EY.pdf

seront une opportunité en or pour mettre à l'épreuve l'engagement citoyen face au réchauffement climatique. Entre la volonté de vouloir bien faire les choses des citoyens et les mesures gouvernementales pour le faire, le designer peut offrir un lien de communication pour que ces mesures soient adoptées au plus vite par les usagers.

Dans ce rapport, ils parlent de l'implémentation à grande échelle de la consigne, du vrac, et de la vente assistée. Comment le designer peut-il concevoir des cuisines, des salles de bains, des armoires, de manière à ce que chaque chose ait sa place ? Comment peut-il concevoir des conteneurs avec des matériaux faciles à nettoyer et respectueux de l'environnement pour un mode de vie moderne ? Comment peut-il aider à optimiser la logistique de récolte, nettoyage et transport des contenants ? Le design peut avoir des solutions pertinentes et des apports clé pour mieux introduire les changements de style de vie qui s'annonce en France dans les années à venir. Plus que jamais, un regard holistique tel que le processus de design compris dans sa méthodologie, peut aider à saisir les besoins de chaque individu et faciliter la transformation. Le designer, au sens global, peut créer des services qui s'adaptent à chaque profil et aider à l'automatisation des nouveaux besoins quand cela est nécessaire. «Il ne s'agit pourtant pas de rejeter a priori toute approche technique ou technologique, mais de ne pas se contenter d'une réponse technologique sans explorer toutes les dimensions du sujet, notamment ses aspects culturels ou comportementaux.»¹ Le designer peut comprendre la subtilité des aspects comportementaux ainsi que les besoins des industries pour mettre en place un service en chaîne. Le designer joue le rôle de traducteur, de médiateur ou encore de facilitateur dans cette lutte commune. Dans une démarche encore plus poussée, le designer produit engagé peut aider la société à consommer moins et à consommer mieux. Bien que pendant des années, il était l'alliée des entreprises qui poussaient à la consommation, le besoin actuel appelle à une réduction et à une répartition des biens.

1.4 Responsabilité individuelle, responsabilité collective.

En attendant l'exécution des mesures à long terme des gouvernements qui visent à réduire les émissions de carbone, en attendant que les entreprises comprennent que leur méthodologie n'est plus d'actualité, que pouvons-nous faire de plus ? Que pouvons-nous faire dans nos quotidiens pour se préparer à acheter moins, mieux et plus intelligemment ?

Sir David King, chef du CCAG (groupe consultatif sur la crise climatique), nous explique que l'un des principaux obstacles du développement durable est l'inertie pure et simple du système. Constitué des infrastructures existantes, des assurances données par les gouvernements, et d'une mentalité publique qui fait que les gens ne se questionnent pas dans leurs habitudes.² Le travail ne vient donc pas que des institutions et entreprises mais aussi en tant que consommateurs, et

1 Delannoy, E. (2021). Biomiméthique. Répondre à la crise du vivant par le biomimétisme. Paris: Rue de l'Echiquier Editions.

2 Powell, A. (2013, avril 22). Earth feels impact of middle class. Harvard Gazette. Consulté mars 9, 2023, à l'adresse <https://news.harvard.edu/gazette/story/2013/04/earth-feels-impact-of-middle-class/>

comme cette fois-ci cela nous concerne, c'est là vérité la plus dure à accepter. Nous sommes des êtres d'habitudes : les changer signifie de sortir de sa zone de confort. Il est plus simple de dire que c'est de la faute à quelqu'un d'autre que d'assumer soi-même, que les deux parties doivent travailler ensemble pour obliger à l'autre à se réformer. C'est pourquoi le premier pas doit venir de sa volonté et de croire qu'on peut faire la différence. Car assumons que demain toutes les institutions adoptent les bonnes pratiques et les bonnes politiques, sommes-nous prêts pour ce que cela représente ? Quel pourcentage de nos habitudes est un luxe caché que nous prenons pour acquis ?

En termes d'alimentation, il ne s'agit pas d'attendre qu'une viande synthétique, bio et sans émissions soit mise au marché, il s'agit de réapprendre à déguster la nourriture et d'améliorer notre relation avec celle-ci. Cela peut passer par réduire notre consommation de viande, en achetant moins, mais de meilleure qualité chez le boucher local. Pourquoi pas aller découvrir un restaurant végétarien qui nous donnera une idée à incorporer dans nos repas à la maison. En regardant des vidéos sur Internet pour essayer de cuisiner plus et d'acheter moins des produits ultra-transformés, ou même d'aller prendre un cours de cuisine et faire un bon pain à l'ancienne ou des pâtes fraîches. Il s'agit de réapprendre la valeur des produits et des matières premières et de se rappeler que si l'industrialisation nous permet d'avoir autant de variété à portée de main cela n'est pas gratuit.

Il est possible que nous n'ayons pas le budget d'aller à un magasin bio pour y faire les courses. Si nous n'avons le choix que d'aller au supermarché, prendre le temps au moins une seule fois de regarder absolument toutes les étiquettes et comparer ce qui est pour vous, le plus important. Consommer local ? Consommer moins de viande ? Moins de produits ultra-transformés ? Choisir une marque engagée ? Des produits de saison ? Cela peut prendre des heures, mais les fois d'après, les habitudes conscientes seront là. Il ne s'agit pas de faire un régime, mais d'un nouveau mode de vie, et pour cela, il faut choisir ce qui marchera pour vous dans le temps et non dans l'immédiat. Choisir sa lutte par rapport à son mode de vie reste la façon la plus simple de perdurer dans le temps.

En termes d'achat de produits nous pouvons nous inspirer des philosophies orientales comme le minimalisme. Avant d'acheter, nous devrions nous demander s'il s'agit d'un besoin temporaire ou d'un besoin à long terme. S'il s'agit d'un besoin temporaire, il peut être préférable de louer plutôt que d'acheter. Dans le cas d'un besoin à long terme, il convient de prendre le temps de rechercher toutes les alternatives disponibles sur le marché et, si possible, de se renseigner sur l'entreprise qui le fabrique et sur son éthique sociale et environnementale. Aujourd'hui, nous disposons d'applications qui nous aident à mieux choisir nos vêtements, notre nourriture et nos produits de beauté, par exemple. Pour les autres objets, une démarche plus engagée auprès du consommateur est demandée. Pour les appareils électroniques, il est préférable de privilégier les produits ayant un taux de réparabilité élevé et de les utiliser le plus longtemps possible. Pour les objets de décoration, pourquoi ne pas essayer de le faire soi-même ? Dans le monde du design, les imprimantes 3D ont permis de rapprocher l'industrie à l'atelier. Avec l'Internet, le partage des informations

pour la création est plus démocratisé que jamais. Il ne s'agit pas de tout faire soi-même, mais d'approcher la matière et de comprendre le travail qui se cache derrière. Apprendre à apprécier la valeur ajoutée de l'objet.

Les ruptures de dialogue entre le design et l'industrie ne datent pas d'hier, elles se manifestent cycliquement et régulièrement, et trahissent, pour l'heure, la difficulté des designers à trouver des industriels ou des structures aptes à soutenir des démarches plus atypiques. Elles attestent aussi parfois d'un manque de clairvoyance de la part des structures institutionnelles qui ne parviennent pas à mettre en place des moyens de convergence pérennes. Si, depuis quelque temps, les designers se tournent vers l'autoproduction, c'est aussi afin de penser à une alternative à l'industrie telle qu'elle existe dans son rapport au commerce et à la production des biens de consommation. Il s'agit davantage de rechercher d'autres modèles industriels que de rejeter toute forme d'industrie ou de rompre définitivement le dialogue.¹

Féto appelle à l'autoproduction comme une distanciation de l'industrie actuelle, toujours avec l'espoir de voir apparaître des nouveaux modèles d'industrie. * L'idée de s'éloigner de l'industrie définitivement n'est pas la solution face aux bientôt 8 milliards d'humains sur terre. Mais une réforme est nécessaire et doit être menée par les consommateurs.

***Le studio 5.5 mets en lumière l'importance de donner une deuxième vie aux objets avec leur série Réanim.**
(fig.3) Extrait de 5.5 designers

Faire la distinction entre le greenwashing et de véritables mesures pour éviter que les entreprises s'achètent une fausse place au sein des entreprises qui font l'effort d'être responsables. Bien que permettre aux entreprises d'acheter des crédits carbone pour compenser leur impact écologique est une bonne mesure de transition, elle doit rester temporaire. Aujourd'hui, nous ne pouvons pas continuer à vivre de la même manière, en pensant que quelqu'un à l'autre bout du monde fera quelque chose pour nous. Les crédits carbone ne sont pas là pour dire que nous avons déjà payé l'impact de nos actions, car l'impact est loin d'être correctement mesuré. Il est hors de question que cette société capitaliste, puisse permettre aux entreprises d'acheter des valeurs en envoyant de l'argent pour planter des arbres à l'autre bout de la planète, alors qu'ils ne font aucun effort pour changer leur modes de fabrication.²

1 Féto, S. (2000). Design et utopies : Les villages 2000. Collection des industries françaises de l'ameublement. Paris: Industries françaises de l'ameublement.

2 Fischbacher, F. (2023, janvier 19). Forêt tropicale : La plupart des crédits carbone achetés par les entreprises «ne valent rien». Le Temps. Consulté février 8, 2023, à l'adresse <https://www.letemps.ch/economie/foret-tropicale-credits-carbone-achetes-entreprises-ne-valent-rien>



(Fig.3)

B

Nous n'avons pas tous le même point de départ.

Quand il s'agit de répartir la responsabilité du changement climatique, plusieurs facteurs qui remontent sur l'histoire et les contextes socio-politiques de chaque pays doivent être considérés. «L'approche top-down consistant à se partager le fardeau de l'effort de réduction des émissions a été abandonnée après la COP de Copenhague (2009) du fait de l'impossibilité à définir un partage équitable aux vues de tous.»¹ Accepter une répartition équitable veut dire responsabiliser les nations colonialistes après leurs années d'explorations et d'esclavagisme qui les ont enrichies en premiers. Les pays et communautés les plus privilégiés auront les moyens de se déplacer, reconstruire et agir. Néanmoins, les conséquences du changement climatique vont se ressentir d'abord dans les communautés sous-développées. En sachant que : «ce sont ceux qui risquent de subir le plus les conséquences du changement climatique qui contribuent le moins au problème.»² C'est pourquoi il est impératif de responsabiliser les groupes sociaux privilégiés afin d'accompagner correctement la croissance des pays les moins favorisés.

Les pays en développement sont face à une véritable gageure : ils ne peuvent plus miser d'abord sur un modèle de développement intensif en carbone, puis s'engager plus tard dans la dépollution et la décarbonation. C'est aujourd'hui qu'ils ont besoin d'aide pour réaliser des investissements à même de ralentir le changement climatique et d'offrir à des milliards de personnes une vie plus sûre, plus prospère, plus inclusive et plus durable.³

Le privilège qui résulte de vivre dans un pays développé est aussi une énorme responsabilité vis-à-vis de son potentiel pour le bien comme pour le mal. Souvent, nous prenons pour acquis notre liberté d'expression, qu'importe le sexe, couleur de peau, ou orientation sexuelle. Pourtant, elle est chargée d'une responsabilité de lever la voix pour ceux qui n'ont pas le droit ou les moyens de le faire à travers le monde.

1 Guivarch, C., & Taconet, N. (2020). Inégalités mondiales et changement climatique. *Revue de l'OFCE*, 165(1), 35-70. Paris: OFCE. Consulté mars 9, 2023, à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-de-l-ofce-2020-1-page-35.htm>

2 *Ibid.*

3 Banque Mondiale. (2022). Changement climatique. *World Bank*. Consulté mai 29, 2023, à l'adresse <https://www.banquemondiale.org/fr/topic/climatechange/overview>

1.1 Le changement climatique comme amplificateur d'inégalités

Les pays et communautés en développement ont beaucoup de travail sur leur dos pour couvrir leurs besoins basiques, et à cela s'ajoute le devoir de lutter contre les conséquences du changement climatique. Selon un rapport de la banque mondiale :

Les pays en développement sont face à une véritable gageure : ils ne peuvent plus miser d'abord sur un modèle de développement intensif en carbone, puis s'engager plus tard dans la dépollution et la décarbonation. C'est aujourd'hui qu'ils ont besoin d'aide pour réaliser des investissements à même de ralentir le changement climatique et d'offrir à des milliards de personnes une vie plus sûre, plus prospère, plus inclusive et plus durable.¹

Le terrain d'expérimentation que les pays développés ont eu pendant la révolution industrielle n'a pas encore eu lieu dans les pays colonisés et n'est déjà plus envisageable aujourd'hui. Le progrès technologique, le savoir-faire et les infrastructures existantes sont le fruit de la pollution qui s'accumule dans l'atmosphère. Encore une fois, aider les pays en développement relève non pas de la charité, mais de la responsabilité historique. Le château en pierre datant d'il y a 200 ans construit par des esclaves résistera beaucoup mieux aux inondations, qu'une école municipale en Éthiopie qui a été construite au plus vite et qui servira de centre de refuge temporaire pour toute une communauté.

La création d'infrastructures, de services et de produits durables dans le développement des pays et communautés défavorisées n'est plus un acte de bonne volonté, mais une nécessité. Le partage, du savoir-faire, des outils et des innovations entre les pays est le moyen le plus intelligent et pertinent pour réagir face à une crise de cette envergure.

Aider les communautés en développement sans les infantiliser, c'est créer des alliés. Ces communautés et des pays entiers ont beaucoup à nous apprendre et à nous à leur apprendre. Il s'agit d'établir une coopération responsable dont les aides ponctuelles se suivent d'une logistique complète qui a pour but de rendre ces communautés autosuffisantes.

Le terme de communautés défavorisées inclut non seulement les pays en développement, mais aussi minorités:

Ces inégalités de vulnérabilités qui touchent les individus les plus désavantagés s'articulent avec d'autres phénomènes socio-économiques, tant à l'échelle des groupes sociaux qu'à celle des pays. La vulnérabilité est multidimensionnelle et peut être accentuée par différentes formes de discriminations dont sont victimes certains groupes, basées sur le genre, l'appartenance ethnique ou la classe sociale. Dans de nombreux pays

¹ Banque Mondiale. (2022). Changement climatique. *World Bank*. Consulté mai 29, 2023, à l'adresse <https://www.banquemondiale.org/fr/topic/climatechange/overview>

en développement, ce sont les femmes qui sont chargées de la collecte de l'eau et du bois de chauffe, ce qui les rend vulnérables aux effets du réchauffement climatique.¹

Une vulnérabilité multidimensionnelle comprend toutes les couches qui peuvent donner un désavantage à une personne par le simple fait d'être née avec des caractéristiques lourdes en discrimination historique. Une femme autochtone qui est née dans la campagne d'un pays en développement, est née avec un destin écrit qui l'amènera à une vie de servitude auprès de ses frères, son mari, ses enfants et sa communauté. À moins qu'elle n'arrache son destin, elle est obligée de se lever à l'aube et d'être la dernière à se coucher pour s'occuper de ses frères et sœurs. Son éducation se verra interrompue à ses 12 ans pour être mariée. Mais si elle refuse et choisit de créer son propre destin, son père et sa mère, qui ne faisaient que lui répéter les traditions et coutumes de leur communauté, lui disent au revoir en étant incapables de lui proposer un autre chemin. Ceci est l'histoire d'Eufrosina Cruz Mendoza, Députée Mexicaine qui se bat pour l'égalité des sexes et droits des femmes autochtones. Eufrosina raconte dans son livre² les échelles de discrimination qu'elle a dû surmonter d'abord en tant que femme, mais aussi en tant que femme autochtone, puis en tant que femme autochtone venant d'un pays en développement.

L'histoire d'Eufrosina ne tourne peut-être pas entièrement autour du changement climatique, mais elle illustre le chemin qu'une femme doit traverser avant de pouvoir se faire entendre dans un contexte comme le sien. Il faut comprendre que beaucoup des minorités doivent d'abord lutter pour qu'on respecte leur seule existence avant de pouvoir engager une autre lutte sociale.

David Lammy, Membre du parlement pour le district de Tottenham, fusionne la lutte raciale avec celle du changement climatique dans son discours «Climate justice can't happen without racial justice»^{*3}. Il explique que dans le passé, il n'avait jamais envisagé d'inclure le changement climatique dans ses politiques visant la justice raciale, car il ne l'avait pas considéré comme une priorité dans sa lutte.

*** (La justice climatique ne peut se faire sans justice raciale [traduction libre])**

Il explique que la montée des océans ne semble pas importante quand nous nous retrouvons à découvert avant la fin du mois. Le réchauffement climatique n'est pas une priorité quand nous n'avons pas les moyens de se chauffer en hiver. Or, après s'être renseigné, il s'est rendu compte que la communauté noire respire l'air le plus toxique en comparaison à la population générale à Londres. Ceci est dû au fait que les logements les moins chers sont à côté des routes fortement empruntés par les véhicules polluants et de gares routières.

1 Guivarch, C., & Taconet, N. (2020). Inégalités mondiales et changement climatique. Revue de l'OFCE, 165(1), 35-70. Paris: OFCE. Consulté mars 9, 2023, à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-de-l-ofce-2020-1-page-35.htm>

2 Cruz Mendoza, E. (2022). Los sueños de la niña de la montaña (Primera edición.). Ciudad de México: Grijalbo.

3 Lammy, D. (2022). David Lammy : Climate justice can't happen without racial justice | TED Talk. Consulté mars 9, 2023, à l'adresse https://www.ted.com/talks/david_lammy_climate_justice_can_t_happen_without_racial_justice

* **(Les vies noires comptent «Je ne peux pas respirer»)**
[traduction libre]

Black lives matter

Mouvement politique qui milite contre le racisme systémique envers les Noirs.

I can't breathe

Slogan associé au mouvement, récemment repris suite à la mort de George Floyd en 2020 victime de violence policière.

****(Ce monde ressemble encore trop à ce qu'il était lorsqu'il faisait partie d'un empire impérialiste.)**
[traduction libre]

*****(Fonds des pertes et dommages)** [traduction libre]

******(Comment des entreprises peuvent-elles réaliser 200 milliards de bénéfices au cours des trois derniers mois et ne pas s'attendre à verser au moins 10 cents pour chaque dollar de bénéfice à un fonds pour pertes et dommages ?)** [traduction libre]

Simon Kofe, ministre des affaires étrangères de Tuvalu, met en avant la menace de l'élévation du niveau de la mer lors d'un discours à la COP26. (Fig.4) Capture d'écran du discours officiel.

Pour lui, ceci donne au slogan du mouvement «Black lives matter "I can't breathe"»^{*1} un tout nouveau sens. Chaque lutte qui prétend l'égalité sociale doit contempler la justice climatique si elle veut vraiment réussir sa cause.

Les études sur le sujet montrent que climat et égalité ne s'opposent pas nécessairement et qu'il existe des moyens d'articuler politiques climatiques et justice sociale. Mais cela suppose d'abord de reconnaître les contradictions potentielles entre justice sociale et politiques climatiques et ensuite de mettre en place des dispositifs d'accompagnement et de compensation.²

Pousser les gouvernements à mettre en place ces dispositifs d'accompagnement et de compensation, c'est ce que Mia Mottley, première ministre des Barbades, a défendu pour la COP 27. Dans son discours, elle dit : «This world looks still too much like it did when it was part of an imperialistic empire.»^{* *3} Elle met en avant l'injustice que c'est de lutter contre le changement climatique sans ressources ni structures pour y parvenir. Mottley défend le «loss and damage fund»,^{* * *} une initiative pour aider les pays les plus vulnérables à se reconstruire en cas de désastre naturel.

Elle exclame «How do companies make 200 billion in profits in the last three months and not expect to contribute at least 10 cents in every dollar of profit to a loss and damage fund?»^{* * * *} La pandémie nous a montré les conséquences du manque de coopération entre pays : elle ne doit pas relever d'un acte d'altruisme, mais de survie

1 Lammy, D. (2022). David Lammy : Climate justice can't happen without racial justice | TED Talk. Consulté mars 9, 2023, à l'adresse https://www.ted.com/talks/david_lammy_climate_justice_can_t_happen_without_racial_justice

2 Guivarch, C., & Taconet, N. (2020). Inégalités mondiales et changement climatique. Revue de l'OFCE, 165(1), 35-70. Paris: OFCE. Consulté mars 9, 2023, à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-de-l-ofce-2020-1-page-35.htm>

3 Quartucci, S. (2022, novembre 8). Mia Mottley, Prime Minister of Barbados, Speaks at the Opening of COP27. Latina Republic. Consulté mars 12, 2023, à l'adresse <https://latinarepublic.com/2022/11/08/mia-mottley-prime-minister-of-barbados-speaks-at-the-opening-of-cop27/>



(Fig.4)

1.2 Le rôle du designer produit dans la croissance des biens et produits.

La croissance démographique prévue pour les années à venir fait que nous allons dépenser plus dans l'infrastructure dans les prochains 40 ans que ce qu'on a dépensé dans les dernières 1000 ans. ¹ces chiffres montrent que nous sommes finalement dans une période où la construction prime sur la guerre, mais elles nous montrent également que nous ne sommes pas prêts d'arrêter d'exploiter nos sols.

D'ici 2050, on estimait à 4,8 milliards de personnes qui atteindront la classe moyenne. Non seulement, nous aurons une croissance démographique, mais nous espérons pouvoir niveler le niveau de vie d'une partie de la population défavorisée.² Pour couvrir ses besoins basiques, nous devons adopter une stratégie plus intelligente que celle utilisée jusqu'à présent. Les pratiques qui poussent à la consommation de masse et les objets conçus sur la base de l'obsolescence programmée doivent disparaître. En parallèle, nous devons retourner aux pratiques telles que la réparation et la réutilisation.

Dans le site du gouvernement [ecologie.gouv](https://www.ecologie.gouv.fr) ils qualifient «Le modèle de production et de consommation linéaire (extraire, produire, consommer, jeter) est à l'origine de forts impacts environnementaux...»³ C'est pourquoi face à une demande croissante de produits, il est indispensable de prendre le temps, durant la conception et de réfléchir au cycle complet de la vie du produit pour enfin changer ce modèle. Le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires dit qu'allonger la durée de vie des produits implique :

Pour les fabricants, de concevoir des produits ayant le moins d'impact possible sur l'environnement (éco-conception) en les rendant plus robustes, plus facilement réparables, plus adaptables aux évolutions technologiques et plus faciles à entretenir, ainsi qu'en favorisant, lors de leur fabrication, l'utilisation de matières recyclées.⁴

Si d'un côté les lois conseillent aux entreprises d'adopter les bonnes pratiques, le designer produit doit accompagner ceci en adoptant une méthodologie engagée, mais surtout intelligemment présentée auprès de ces entreprises. Pour l'entreprise, il n'est pas toujours intéressant de rendre leurs produits durables et de perdre du chiffre d'affaires. C'est pourquoi même si la loi existe, les entreprises feront le minimum syndical pour cocher les critères. Si l'on veut pousser ces entreprises vers le bon chemin, il faut parler d'économies, d'efficacité et de rendement. En parallèle, il faut penser à comment faciliter l'entretien, la

1 Khanna, P. (2016). How megacities are changing the map of the world I. Consulté mars 12, 2023, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=U7y4GimwPLQ>

2 Powell, A. (2013, avril 22). Earth feels impact of middle class. Harvard Gazette. Consulté mars 9, 2023, à l'adresse <https://news.harvard.edu/gazette/story/2013/04/earth-feels-impact-of-middle-class/>

3 www.ecologie.gouv.fr.(2021). Durée de vie des produits. Ministères Écologie Énergie Territoires. Consulté mars 9, 2023, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/duree-vie-des-produits>.

4 *Ibid.*

réparabilité et l'adaptabilité des produits pour encourager les bonnes pratiques auprès des consommateurs. Le designer produit doit articuler ces deux mondes dans chacun des produits qu'il conçoit. Sans oublier ses valeurs, il doit penser au bénéfice économique qui aidera à rendre ce produit rentable, tout en pensant à l'intérêt du consommateur. Il semble contradictoire ou presque impossible de penser qu'on peut articuler l'industrie et l'écologie, mais comme Elsa Francès dit : «Le design part d'un idéal et en tire tout ce qu'il peut pour le ramener vers le réel»¹. Le design transforme les problèmes en opportunités, il se doit d'être le seul à voir une possibilité là où le reste ne voit que du chaos.

1.3 L'importance d'un design plus intelligent, plus démocratique.

L'idée d'un design écologique et social n'est pas une nouveauté même s'il est d'actualité aujourd'hui plus que jamais. Depuis l'industrialisation elle-même, le mouvement moderne s'investit dans le nivellement des classes sociales en mettant en service du peuple, les avantages de l'industrie. En étant encore jeune cette idée et sans pouvoir mesurer l'impact de l'industrialisation, cela n'a pas pu aboutir dans une utopie qu'ils rêvaient pour tous, mais il a établi les bases d'un design social. Victor Papanek explique que : «Le design, s'il veut assumer ses responsabilités écologiques et sociales, doit être révolutionnaire et radical. Il doit revendiquer pour lui le principe du moindre effort de la nature, faire le plus avec le moins.»² Non seulement Papanek introduit le concept du Biomimétisme, mais il établit qu'un design écologique et responsable est un design révolutionnaire. Paradoxalement, des valeurs telles que le respect à la nature et le partage deviennent des actes révolutionnaires quand on les applique au monde industriel.

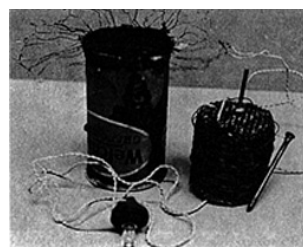


Fig.5 Tin can radio. Victor Papanek

Papanek voyage dans des communautés dans le besoin et propose des solutions avec des matériaux locaux. Il partage son savoir-faire et laisse derrière lui sa connaissance qui pourra être répétée à l'infini et améliorée si besoin. Il s'intéresse à l'économie des ressources et propose des objets qui peuvent être fabriqués à partir des matériaux recyclés.

La *tin can radio*, (fig.5) est un exemple de cette démarche inspirée des ressources limitées des pays en développement. Ce qui est intéressant, c'est le parallèle qui se trouve avec des pratiques ingénieuses présentes dans la vie de tous les jours dans les pays en développement. Pour eux, la réutilisation des ressources n'est pas un choix engagé, mais un moyen de survie, transformé en mode de vie.

¹ Corlette Theuil, R. (2000). Design et utopies : Les villages 2000. Collection des industries françaises de l'ameublement. Paris: Industries françaises de l'ameublement.

² Papanek, V. J., Clarke, A. J., & Quinz, E. (2021). Design pour un monde réel : Écologie humaine et changement social. Design-théories. Dijon Vienne: les Presses du réel Fondation Victor J. Papanek.



(Fig.6) Project RE: Un projet qui explore l'impression 3D pour la révalorisation des déchets Samuel N Bernier

Le projet RE de Samuel N Bernier propose l'impression 3D de pièces complémentaires pour créer des objets fonctionnels à partir de bocaux et de boîtes de conserve. La couleur orange, de la même manière que le studio 5.5 a fait avec le projet réanim (fig.4), met en avant l'intervention du designer dans l'adaptation d'un produit pour une utilisation optimale. Ses impressions 3D invitent à donner un nouvel usage à ces objets qui, autrement, deviendraient des déchets.

La croissance de la classe moyenne qui vise à améliorer le niveau de vie des communautés défavorisées, doit se faire intelligemment. Ne gaspillons pas cette ingéniosité et stimulons-la pour qu'elle s'engage dans cette lutte pour la valorisation des ressources.

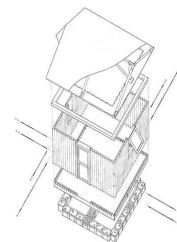
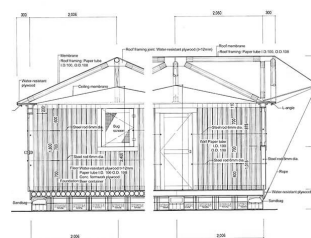
Quand nous voulons aider, souvent, nous tombons dans le piège de ne pas impliquer les communautés affectées. Un design conçu pour engager l'action, réveille cette curiosité et invite les usagers à s'approprier les solutions proposées.

La maison en rondins de papier (Fig.7) créée par Shigeru Ban en 1995 après le tremblement de terre de Kobe au Japon en est un exemple. Ce refuge temporaire a été conçu avec des tubes en carton (déchet de l'industrie textile), ce qui le rendait peu coûteux et facile à recycler par la suite. Des plans de construction ont été distribués pour que les communautés construisent elles-mêmes les abris.

Shigeru Ban est l'exemple parfait que même lorsqu'une catastrophe naturelle survient, cela ne nous empêche pas de trouver des solutions ingénieuses, durables et engagées.

Aujourd'hui, plus que jamais, nous sommes conscients des conséquences d'un manque de préparation aux catastrophes naturelles qui nous attendent. Nous sommes suffisamment interconnectés entre les pays pour pouvoir partager des connaissances qui sauvent des vies. La prise en charge des conséquences à court terme du changement climatique ne doit pas amplifier ses conséquences à long terme. C'est pourquoi les solutions immédiates ne sont pas les solutions aux défis de l'avenir. La prévoyance doit faire partie de notre présent pour préparer notre avenir, dès aujourd'hui.

(Fig.7) Paper log house-
Shigeru Ban



DOS





L'impact des inventions humaines sur l'évolution de notre relation au vivant

Même si nous nous plaisons à dire que ce n'est pas *nous* qui avons construit les usines qui polluent la planète depuis des décennies, que ce n'est pas directement *nous* qui avons détruit les forêts et les barrières de corail, ce sont bien *nous* qui profitons des fruits de l'industrialisation. Lorsque l'on parle du poids moral des privilégiés par rapport aux non-privilégiés, ils se défendent souvent en justifiant qu'ils ne sont pas les responsables directs de cette exploitation. Pourtant, quand nous sommes dans une position de pouvoir, nous oublions qu'il y a bien un prix qui à payer pour avoir ce privilège.

C'est bien pour cela que même si ce n'était pas *nous* qui sommes responsables des dégâts depuis des siècles, c'est quand même *nous* qui choisissons chaque jour de le perpétuer ou de l'arrêter. Aujourd'hui, l'empreinte de l'humain est si profonde que les microplastiques ont déjà atteint les zones les plus éloignées de la Terre, là où aucun humain ne vit. Si demain, l'humain disparaissait soudainement, cela prendrait des siècles pour effacer les plus grosses traces et des millénaires pour que toutes les traces s'effacent.

Si bien qu'il est important de comprendre les conséquences que nos modes de vie ont sur la planète, il ne s'agit pas non plus de couper tout progrès technologique, de détruire tout ce que nous avons construit jusqu'à présent. Il s'agit de potentialiser les usages pour réparer ce que nous avons pris à la nature.

Aujourd'hui, nous avons la possibilité et la capacité technologique d'apprendre de nos erreurs et de continuer à tendre vers une meilleure façon de vivre tout en respectant la nature qui nous a tant donné. Pourquoi ne pas profiter de la sagesse que 3,8 milliards d'années d'évolution nous offrent.¹ Le vivant est rempli des stratégies ingénieuses issues de l'apprentissage de ce long chemin parcouru. Tout cela en utilisant les ressources que la planète nous offre, les énergies et les matériaux qui nous permettent de maintenir l'équilibre. Du microscope au télescope, les progrès technologiques nous permettent aujourd'hui plus que jamais de bénéficier de cette sagesse. Non seulement pour survivre, mais aussi pour s'améliorer et, surtout, pour tenter de réparer les dégâts causés par nos expériences.

¹ Delannoy, E. (2021). Biomiméthique. Répondre à la crise du vivant par le biomimétisme. Paris: Rue de l'Echiquier Editions.

Le designer, l'ingénieur, l'architecte et toutes les autres disciplines créatives ont une occasion exceptionnelle d'appliquer la bonne méthode de construction pour changer le schéma de création. Le designer produit peut être la clé de la transformation du cycle de vie non durable dans lequel nous sommes piégés. Il peut faciliter le recyclage, la réparation et l'échange de produits afin d'éviter le gaspillage de ressources limitées. L'une des définitions du design est qu'il facilite la vie quotidienne. Aujourd'hui, nous devrions reformuler cette définition pour dire que le design devrait faciliter la vie, tout court.

A

Notre relation au vivant à travers le temps

«... comprendre comment nous avons rompu avec la nature devrait nous aider à comprendre comment renouer avec elle.»¹

1.1 Rupture avec le vivant

Notre relation au vivant a évolué au fil du temps et est fortement liée au contexte culturel de chaque civilisation. Dans l'Antiquité, Platon et Aristote s'interrogent sur le monde en tant qu'être vivant dont découle notre existence. Platon dit dans *Timée*: «Nous pouvons par conséquent affirmer que le monde est un être vivant doué d'une âme et d'une intelligence [...] une entité vivante et indivisible portant en elle-même tous les êtres vivants, qui lui sont par nature apparentés.»²

Platon rattache le concept d'intelligence au monde et de notre intelligence comme un résultat de celui-ci.³ Aristote avait la théorie des trois âmes : les plantes, les animaux et les humains, chacun se plaçant dans un niveau plus complexe que le précédent, mais ils étaient tous dotés d'une âme.⁴ Certaines philosophies orientales perpétuent cette relation avec la nature. Dans le bouddhisme et le Taoïsme, non seulement les plantes ont une âme, mais les roches et les métaux sont tous connectés par une énergie appelée le *ch'i*. Cette connexion à la nature, aujourd'hui est rapidement rattachée à la spiritualité comme dans le cas des religions orientales, pourtant dans la philosophie de la Grèce antique, elle résultait d'une méthodologie de recherche et d'observation.

De nos jours, l'origine de notre existence reliée à la nature, se construit plus à partir d'un imaginaire collectif rattaché à l'art ou à la fiction, plutôt qu'à l'expérience. L'art, utilisé pendant des siècles comme moyen de transmission, racontait une histoire entre l'homme et le vivant dont nous nous sommes éloignés aujourd'hui. À travers des mythes comme celui d'Adam et Eve la relation utopique Homme/Nature est portraiturée comme le *paradis* dont on

1 Hamilton, C. (2013). Chapitre 5 / divorce d'avec la nature. Requiem pour l'espèce humaine, Académique (p. 155-180). Paris: Presses de Sciences Po. Consulté mars 29, 2023, à l'adresse <https://www.cairn.info/requiem-pour-l-espece-humaine--9782724614015-p-155.htm>

2 Plato, Rivaud, A., & Plato. (2011). *Timée*. Critias. Oeuvres complètes / Platon (8. tirage.). Paris: Belles Lettres.

3 *Ibid.*

4 Sauvanet, P. (2014). *Éléments d'esthétique*. Ellipses poche. Paris: Ellipses.

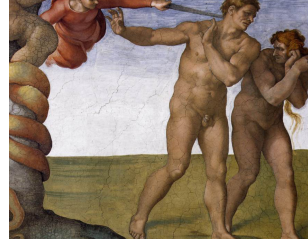
a été chassé une fois que le lien fut rompu. Ce moment a été représenté de nombreuses fois comme le début de la souffrance humaine. Michel-Ange représente ce sentiment de punition dans sa célèbre fresque à la chapelle Sixtine *Le Pêché originel et l'expulsion du paradis terrestre* en 1512, (fig.8) dont on peut apprécier les émotions d'Adam et Eve avant et après la condamnation. Encore avant, Masaccio représente un profond sentiment de regret et douleur dans son tableau «Adam et Ève chassés de l'Éden» en 1425.

Du côté de la mythologie grecque, le progrès technologique est condamné dans le Mythe de Prométhée. Rubens représente la punition de Zeus dans son tableau *Prometheus Bound* peint en 1612 (fig.9). Prométhée est puni pour avoir aidé l'avancement technologique en donnant comme cadeau à l'humanité le feu sacré de l'Olympe.

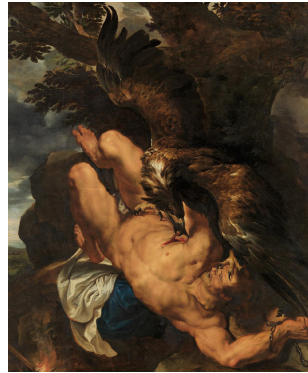
Ces tableaux datant du XVe, XVIe et XVIIe siècles, glorifient la relation de l'homme et la nature, et condamnent la séparation de ceux-ci.

En 1615 Bruegel, l'Ancien peint, *Adam et Eve dans le jardin d'Eden* dans une vision qui représente une relation étroite entre l'homme et la biosphère. (Fig.10)

(Fig.10) Adam et Eve dans le jardin d'Eden, 1615 Bruegel, l'Ancien.



(Fig.8) Le Pêché originel et l'expulsion du paradis terrestre (Détail), 1512 Michel-Ange.



(Fig.9) Prometheus Bound, 1612 Rubens



Au contraire des peintures précédentes, Bruegel met en scène Adam et Ève dans un arrière-plan, donnant plus de place à la représentation de la nature. Ceci montre une vision plus humble de notre existence dans le monde.

Tandis que pendant des siècles cette séparation entre homme et nature était condamnée, l'idée du progrès moderne se base sur une claire distinction hiérarchique entre l'humain et le vivant. Depuis la révolution scientifique du XVII^e siècle en passant par la révolution industrielle au XVIII^e, l'humain se focalise à dévoiler les mystères qui lui étaient cachés. Clive Hamilton écrit dans son livre *Requiem pour l'espèce humaine* : «Dans la science nouvelle, la "vie" ne cache plus rien de mystérieux, elle devient compréhensible en termes biologiques. Ainsi disparu l'idée d'une Terre vivante.»¹ Le pouvoir acquis par la maîtrise de la science a conduit la société à se détacher émotionnellement du vivant et à le considérer comme une simple ressource et non plus comme un système complexe.



(Fig.11) Jardin à Versailles, Paris, 2022 Photo par Pamela BERNAL

Comme pour les mouvements artistiques, les courants de pensée font des allers-retours sur le positionnement de l'humain et le vivant. Un exemple de ce positionnement est la façon dont nous concevons les zones vertes qui entourent nos espaces de vie.

Au XVII^e siècle le jardin à la française montre une mentalité de contrôle et maîtrise parfaite de la nature. Rien n'est dû au hasard, la nature ne choisit pas sa place, mais prends place au sein d'une composition méticuleusement arrangée. Selon le philosophe Saint-Simon, à propos des jardins des Versailles (fig. 11) «La violence qui y a été faite à la nature repousse et dégoûte, malgré soi». Saint-Simon n'a pas peur d'utiliser le mot *violence* pour décrire quelque chose qui est pourtant si harmonique pour l'œil. Pourtant, le mot n'est pas si loin de la vérité si l'on considère qu'un paysage monotone représente un massacre pour la biodiversité (fig. 12).



(Fig.12) Vues des jardins de Versailles, dans le temps qu'on abattait les arbres, 1777 Hubert Robert.

En contraste, le jardin à l'anglaise prend force au siècle suivant en réponse à cette rigidité dérivée du courant précédent. Le jardin à l'anglaise décrit par Vassort stipule : «On n'aspire plus à un paysage paisible et clairement structuré, mais à une nature sauvage, où l'âme, en quête d'émotion et de sublime, peut se laisser aller à rêver de forêts profondes ou de cimes toujours plus élevées.»² Ce type de jardin célèbre la nature dite *sauvage* et l'invite de retour à nos côtés.

Dans le tableau de Hubert Robert, nous pouvons apprécier le Bosquet des Bains d'Apollon (fig. 13), un jardin d'inspiration

1 Hamilton, C. (2013). Chapitre 5 / divorce d'avec la nature. *Requiem pour l'espèce humaine*, Académique (p. 155-180). Paris: Presses de Sciences Po. Consulté mars 29, 2023, à l'adresse <https://www.cairn.info/requiem-pour-l-espece-humaine--9782724614015-p-155.htm>

2 Vassort, J. (2020). 6. Entre jardin à la française et jardin à l'anglaise, depuis le XVIII^e siècle. *Les jardins de France*, Hors collection (p. 191-222). Paris: Perrin. Consulté à l'adresse Cairn. info.



(Fig.13) Les Bains d'Apollon à Versailles, 1803 Hubert Robert

anglo-chinoise qui vient remplacer le Bosquet du Chêne Vert. Le Bosquet du Chêne Vert (fig.14) consistait en un rectangle avec un arbre de métal central qui crachait de l'eau. Le Bosquet des Bains d'Apollon (fig.13) vient contraster par un paysage constitué d'une grotte, des cascades et des petits bassins d'eau. L'atmosphère dégagée par les deux styles est complètement différente. Pour avoir pu voir les jardins de Versailles, le jardin à la Française dégage un sentiment clair de pouvoir, de maîtrise, de contrôle et de rigidité. La quantité de travail requise pour son entretien est explicite, le pouvoir et les ressources déployées sont clairs.



(Fig.14) Vue du Bosquet du Marais (détail), XVIIe siècle Jean Cotelle, le Jeune

La sensation dégagée au Bosquet des Bains d'Apollon est complètement différente. Il semblerait qu'à cet endroit, on ait choisi de conserver la nature telle qu'elle était (bien qu'elle soit aussi artificielle que le reste).

Dans les deux types de jardins, l'intervention de l'humain altère l'écosystème original, mais l'approche de conception des jardins reflète l'évolution de la vision de l'homme occidental vis-à-vis de son environnement.

La vision orientale de la nature avec le jardin japonais relève d'une toute autre philosophie de partage et de respect du vivant. Si le jardin anglais a été influencé par la pensée orientale, c'est dans le jardin japonais que l'on peut voir un véritable espace de cohabitation avec le vivant.



(Fig.15)Jardin Japonais au
Musée Albert Kahn, Paris
2022 Photo par Pamela
BERNAL.

(Fig.16)Jardin Japonais au
Musée Albert Kahn, Paris 2022
Photo par Pamela BERNAL



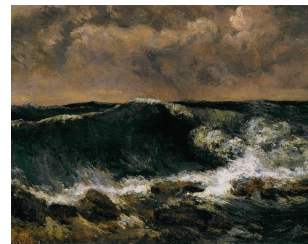
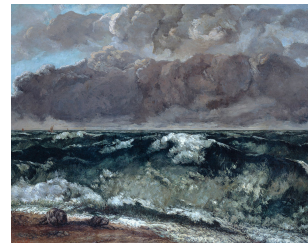
Le positionnement de l'être humain vis-à-vis de la nature, la place qui est créée en elle ou à partir d'elle, projette les répercussions ultérieures de cette relation. Émerveillé par le progrès technologique, l'homme oublie le lien qui le reliait au vivant. Il oublie ainsi l'interdépendance de la biosphère et se croit au-dessus de toutes conséquences. Si aujourd'hui il y a un réveil de conscience, c'est parce que nous avons eu un petit avant-goût des conséquences de nos actions. Les catastrophes naturelles, l'épuisement des ressources, et l'extinction en masse des espèces nous rappellent à quel point le monde est immense et limité à la fois. Puissant et fragile à la fois. L'abondance de la nature respecte les cycles que nous avons brisés et qui ne trouvent plus leur équilibre. Si nous nous soucions aujourd'hui du bien-être de la nature, c'est parce qu'elle joue un rôle dans la perpétuation du *moi*. Notre intérêt pour son bien-être, ainsi que nos valeurs, sont le résultat des liens que nous (re)construisons avec elle.

1.2 Rapprochement au vivant

Bien que la technologie ait pu affaiblir le lien que nous avons avec la nature, elle a également permis de mieux la comprendre et potentiellement de mieux se rapprocher d'elle. Autant dans l'art, l'architecture ou encore dans le design, l'avancement technologique crée la possibilité de s'en éloigner ou de réconcilier le lien perdu. Nous pouvons apprécier cette quête dans les différents mouvements artistiques du XIXe et XXe siècle qui se succèdent en contestation au contexte socio-politique créé par l'industrialisation. Par exemple, le mouvement romantique est décrit par Hamilton comme un mouvement qui se « ...posa en réaction contre le déni, opéré par la mécanique et par la pratique industrielle, de toute essence ou de toute force vitale au cœur de la matière.»¹

Le mouvement romantique conteste le rationalisme et privilégie l'expression des sentiments, de l'imagination et finalement de la nature. L'art romantique met en avant une nature qui a un pouvoir incontrôlé, imprévisible et doté d'un potentiel catalytique. Ceci peut-être apprécié dans la série des Vagues de Courbet dont chaque tableau est un exercice d'observation et d'introspection de l'ampleur de la force de la nature. Courbet, comme Monet dans sa série de Meules, n'aurait pas pu observer la nature de si proche si le tube de peinture n'avait pas été inventé par John Goffe Rand en 1841.

Autant le romantisme comme l'impressionnisme et les mouvements suivants, ont été enrichis par cette liberté qui a permis à l'artiste de sortir de son atelier. Grâce à cette invention, Courbet se rapproche de la mer, observe ses mouvements,



(Fig.17) *Série des Vagues*
(1869-1870) Gustave Courbet

¹ Hamilton, C. (2013). Chapitre 5 / divorce d'avec la nature. Requiem pour l'espèce humaine, Académique (p. 155-180). Paris: Presses de Sciences Po. Consulté mars 29, 2023, à l'adresse <https://www.cairn.info/requiem-pour-l-espece-humaine--9782724614015-p-155.htm>

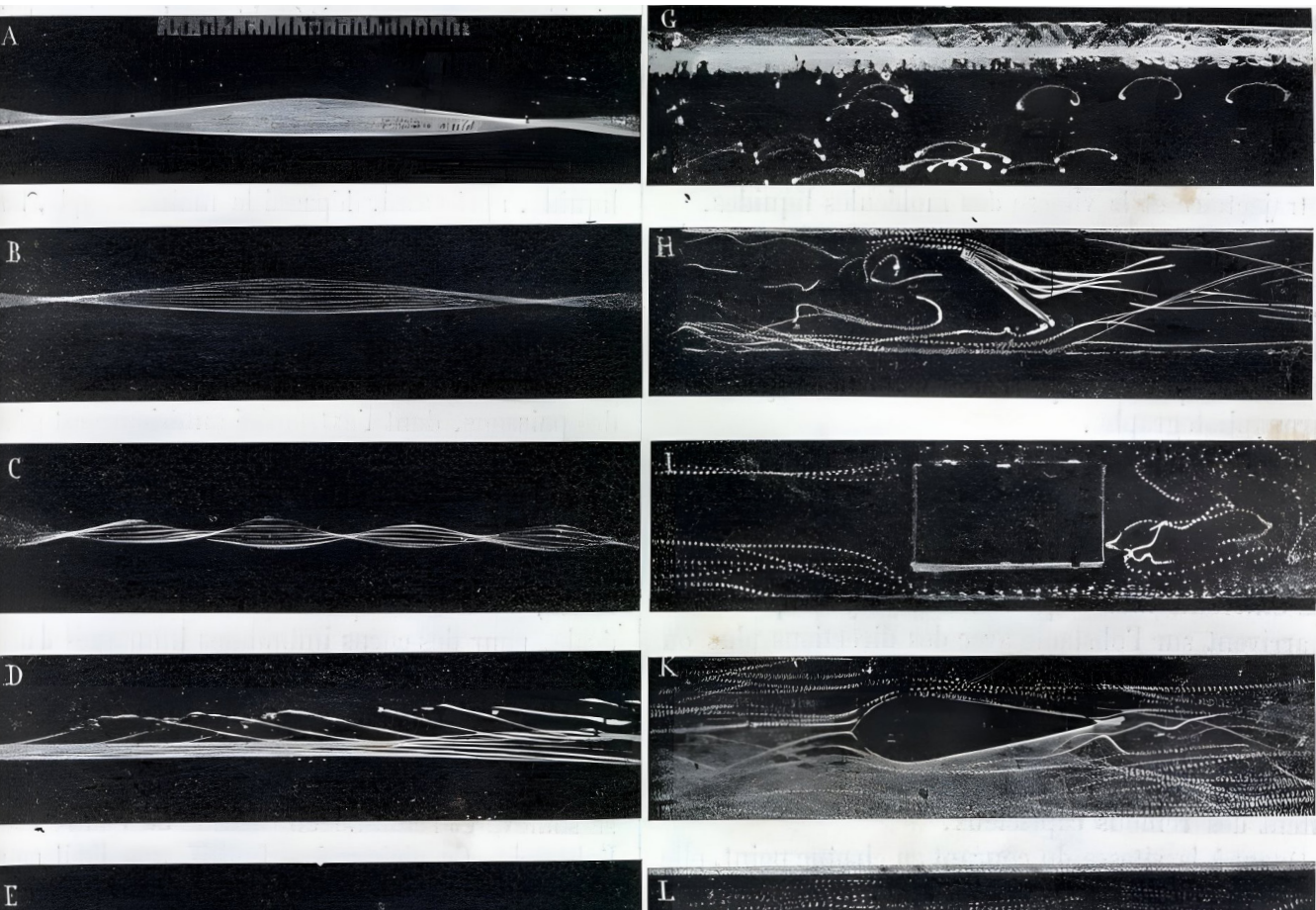
reproduit la sensation des vagues et nous délivre une synthèse sensible.

Un autre exemple bien connu de l'impact de la technologie dans le rapprochement de la nature par l'art, est la chronophotographie. La série d'images d'un cheval en galop produites par Muybridge sont souvent comparées à Le Derby d'Epsom de Géricault pour prouver la conception erronée du mouvement que l'on avait jusqu'à présent. Muybridge photographe autodidacte se consacre à poser un regard artistique du mouvement.

En parallèle, Étienne-Jules Marey, l'inventeur de la chronophotographie, pose un regard de méthodologie scientifique des phénomènes naturels et étudie le mouvement des phénomènes naturels au plus près. Entre ces nombreux sujets, il étudie également le mouvement de l'eau (fig.18) et des organismes l'utilisant pour se déplacer. Il créa notamment un canal elliptique artificiel pour observer le déplacement dans l'eau à travers sa chronophotographie. Cela rendra possible l'étude des phénomènes éphémères que notre œil n'est pas capable d'apprécier avec précision car ils sont soit trop rapides, soit trop petits.¹

¹ Blaizot, D. (2023, mai 31). Le mouvement des liquides étudié par la chronophotographie. Gloubik Sciences. Consulté mai 31, 2023, à l'adresse <https://sciences.gloubik.info/spip.php?article132>

(Fig.18) Etude du mouvement de l'eau (1892) Étienne-Jules Marey



Tandis que Courbet rend visible les sensations de mouvements de la mer, Marey décortique l'anatomie des vagues, ondes et remous. D'après les études de Marey et Muybridge les futuristes s'inspirent pour représenter le mouvement et la temporalité comme un sujet plastique. Ses études ont permis aux artistes d'admirer autant le dynamisme d'un chien en laisse (Giacomo Balla), que celui de la machine du XIXe siècle : l'automobile (Luigi Russolo).

En parallèle des mouvements artistiques, l'architecture s'est également enrichie des nouveaux outils et processus de fabrication pour se rapprocher de la nature. Une anecdote qui décrit cela de façon accidentelle est l'histoire de la conception du palais de cristal pour l'exposition universelle de 1851.

Après avoir réuni les meilleurs architectes de l'époque, les nombreuses propositions n'arrivaient pas à attendre les critères de construction pour ledit événement. Le jardinier Joseph Paxton, habitué à construire des serres pour ses jardins, propose un édifice ingénieux, modulaire et à bas coût, prêt à être construit en cinq mois. Quand les dessins furent publiés, le public l'a nommé le *Crystal Palace* (fig.19) en vue du matériel de construction qui ressortait le plus. Paxton s'est inspiré d'une technique utilisée dans la nature pour faire tenir la structure qui semblait impossible à faire reposer sur du verre. Tout comme les nerfs d'une feuille (fig.20), Paxton a utilisé le fer de façon structurelle et le verre venait simplement fermer l'édifice. Grâce à son métier de jardinier, il a respecté les arbres à l'intérieur et une fois fini l'exposition, le Palais de Cristal a pu être démonté en laissant le terrain tel qu'il était. Les architectes en ingénieurs qui

(Fig.19) Crystal Palace (1854)
Extrait de Science Photo Library

**(Fig.20) Dessous de feuille de
Victoria Amazonica** Extrait de
Science Photo Library





(Fig.20)

avaient envoyé leurs propositions ne prenaient pas en compte le vivant dans leurs dessins. La majorité des projets envisageaient de construire l'édifice en arrachant les arbres du parc et en démolissant l'édifice après l'exposition. Paxton, habitué à construire pour mettre en avant le vivant, a pensé la structure autour des arbres et a réussi à créer un édifice en résonance avec le lieu. Sa proposition, non seulement, respectait le lieu, mais proposait une structure qui pouvait se démonter et remonter pour réutiliser les matériaux et éviter ainsi de gaspiller des ressources pour un événement temporaire.¹

Tandis que l'approche de Paxton mettait en avant l'industrialisation et les modules préfabriqués en faisant preuve d'ingéniosité, les objets qui seront présentés lors de cette exposition provoqueraient une réaction plutôt négative vis-à-vis de la communauté artistique de l'époque. Ceci est le cas des mouvements Arts and Crafts et ultérieurement de l'Art Nouveau, qui mettaient en avant l'artisanat et les motifs naturels au cœur de leurs conceptions.

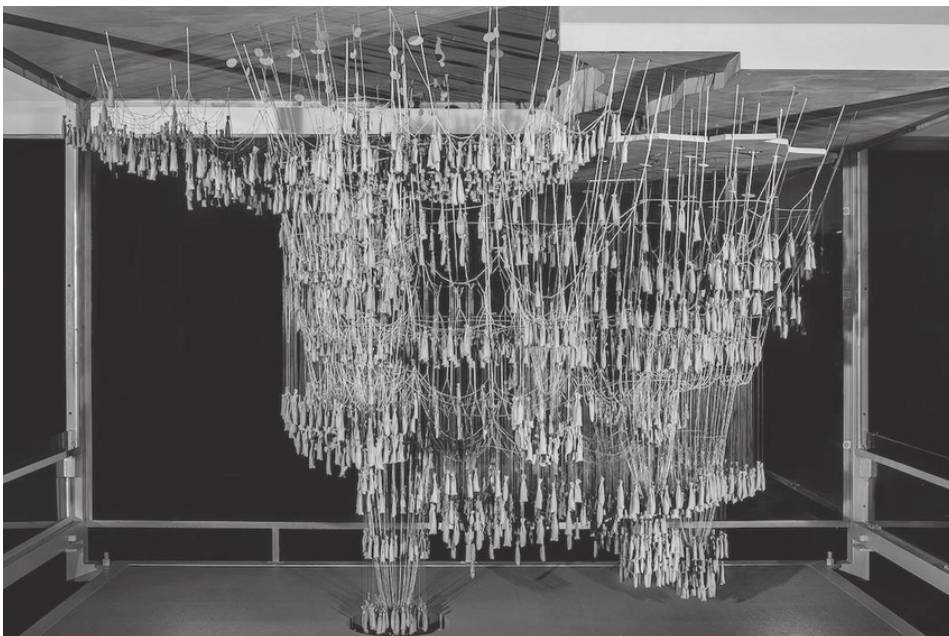
Le mouvement Arts and Crafts est né en Angleterre comme une contestation à l'industrialisation massive et à la production en série. William Morris et John Ruskin décrivent dans leurs ouvrages théoriques l'impact que l'exposition universelle de 1851 a eu chez les artistes de l'époque par la médiocrité des objets présentés lors de cet événement. Cette exposition avec un but purement commercial et a mis en avant un chaos esthétique total, a été le point de rupture des artistes anglais. «Les artistes, architectes, designers, artisans et écrivains du mouvement Arts and Crafts pensent que l'industrialisation détruit l'environnement, anéantit l'artisanat traditionnel et amoindrit la qualité des produits manufacturés.»² Ils s'opposent à la machine, mais pas à la production mécanique. Ils ne considèrent pas la fabrication en série comme l'ennemi du renouveau, mais ils voulaient élever la qualité des produits manufacturés ou industriels. Bien évidemment, ils défendaient le produit fait main comme un produit d'une plus haute qualité, la qualité humaine.

En parallèle, ils ont pris conscience des désastres causés par l'industrialisation tels que l'affaiblissement du niveau de vie des ouvriers et la désertification des campagnes. À partir de cela, William Morris fonde l'Arts and Crafts Exhibition Society en 1887 pour promouvoir les valeurs du mouvement. Morris peut-être considéré comme celui qui débute la notion d'*artiste engagé*, un principe qui inspirera des mouvements tels que celui du modernisme et qui inspirera la méthode d'enseignement de l'école du Bauhaus. Le Corbusier voyait les germes de la modernité dans l'art nouveau : «Un geste magnifique, l'art nouveau, on secoue les nippes d'une vieille culture.»³ Les mouvements qui succéderont à l'Art nouveau peuvent s'éloigner plus ou moins des autres principes, mais ils ont tous gardé le principe de la résistance face à l'ordre établi.

1 La trágica HISTORIA del Palacio de Cristal y los 6 OLMOS. (2023). . Consulté avril 12, 2023, à l'adresse https://www.youtube.com/watch?v=T_ve96f7hLQ

2 Hodge, S. Cité par Glancey, J. (Ed.). (2016). Design—The whole story. (pg.74) London: Thames & Hudson.

3 Cité par Leuck, K., & Ducouso-Mao, B. (2006a, mars 21). L'Art Nouveau : Les principes fondamentaux (2/7). Canal Académies. Consulté avril 13, 2023, à l'adresse <https://www.canalacademies.com/emissions/lart-nouveau/lart-nouveau-les-principes-fondamentaux-2-7>



(Fig.21) *Maquette suspendue de La Sagrada Familia (1884)* par Antonio Gaudi

***La courbe caténaire est la forme que prend une chaîne lorsqu'elle est suspendue à ses deux extrémités. La force gravitationnelle exercée uniformément lui donne la forme la plus solide et la plus efficace pour supporter son propre poids.**

Gaudí a utilisé des sacs de sable pour simuler le poids supplémentaire que chaque partie supporterait. De cette manière, la caténaire adopte la forme qui lui permettra de supporter le poids qui lui est attribué.

Antonio Gaudi est un référent iconique de l'art nouveau et la représentation dans l'imaginaire collectif du vivant dans l'architecture. Bien qu'il pouvait s'amuser à faire des Iguanes et des tortues en mosaïque, les principes de construction de Gaudi étaient fondés par les *courbes caténares** théorisées par le mathématicien Robert Hooke au XVII^e siècle. Gaudi construisait des maquettes qui lui permettaient de conceptualiser la forme de ses édifices grâce aux courbes données par la force de gravité. En étudiant la *courbe caténaire*, et expérimentant avec des poids, il arrive à incorporer des paraboles et des paraboles cubiques dans ses constructions. Ce principe lui permet de construire de la façon la plus efficace pour les matériaux et les structures.

Dans le même principe, les coquilles d'œufs ont cette forme non pas parce que la poule a eu l'intelligence de les construire ainsi, mais parce que des années d'évolution, des années en contact avec la force de gravité, ont moulé les œufs à la forme la plus optimale entre résistance et économie des matériaux.

Gaudi n'a pas été le seul à utiliser le principe des caténaïres. L'ingénieur Heinz Isler a expérimenté tout au long de sa carrière avec ce principe pour créer des fines coques en béton, de la façon la plus optimisée.(fig.22) Le restaurant sous-marin océanographique conçu par Felix Candela utilise le même principe pour donner vie au toit construit en béton. (fig.24) Chaque innovation est liée aux matériaux disponibles et aux technologies de l'époque. Les arches romaines étaient entièrement justifiées au contexte et aux matériaux de l'époque. Si le monument *Gateway Arch*, la caténaire la plus grande au monde tient, c'est grâce à sa structure en acier. (fig.23) Ce qui est remarquable chez Gaudi ce n'est pas que l'expérimentation avec le principe des caténaïres, mais la combinaison du principe mathématique avec une matière ancienne comme la brique.

Bien que les innovations peuvent se porter par la technologie, elles peuvent aussi se porter par un nouveau regard sur l'existant.



(Fig.22) *Modèle suspendu* par Heinz Isler



(Fig.23) *Gateway Arch, USA* (2022 Extrait de Unsplash par Barrett Doherty

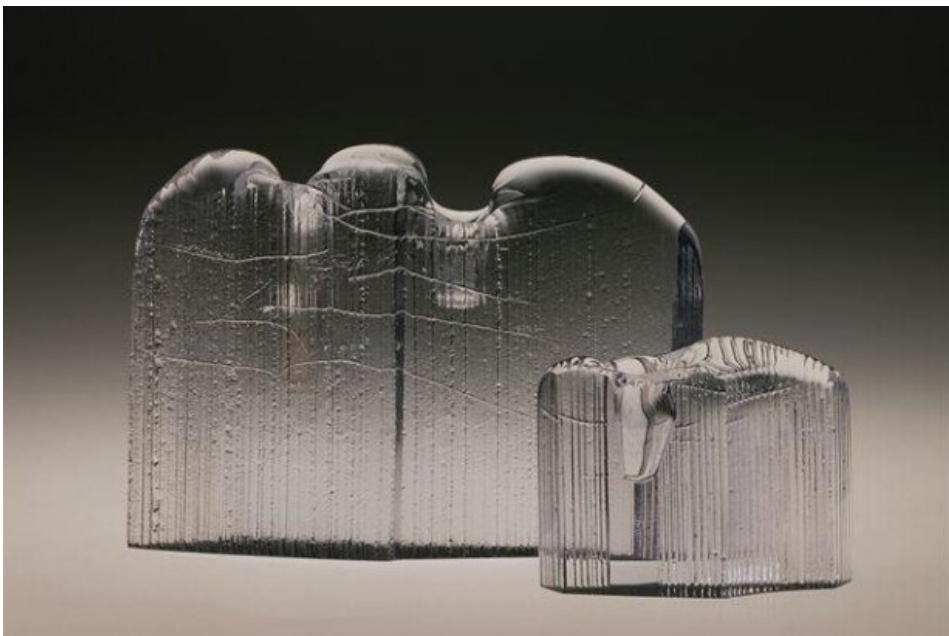
(Fig.24) *Restaurant sous-marin océanographique de Valencia, Espagne* (2013) Felix Candela

(Fig.25) *La Sagrada Familian, Barcelone* (2022) Photo par Pamela BERNAL





(Fig.25)



(fig.26) Paader's Ice (1960)
Tapio Wirkkala.

L'imitation de la nature par sa forme ou par sa fonction peut se voir reflétée dans des designers tels que Tapio Wirkkala avec sa verrerie d'art ou encore chez Poul Henningsen avec sa lampe Artichoke. Bien que les deux ont une forme inspirée directement de la nature, celle de Wirkkala reste purement poétique tandis que celle du Henningsen répond à une stricte fonctionnalité. Pourtant, si ici, on oppose les principes de *forme* et *fonction* dans l'imitation de la nature, elles sont des concepts indissociables dans la pratique du design.

Toutes les choses ont dans la nature une forme, un aspect extérieur, qui nous indique ce qu'elles sont, ce qui les distingue par rapport à nous et entre elles... Il semble que la vie et la forme soient un tout inséparable et que le sens de l'accomplissement soit dans cette correspondance mutuelle.

Qu'il s'agisse de l'aigle planant dans les airs ou du pommier en fleur, du cheval de trait qui peine ou du cygne alerte, de l'eau qui suit les méandres de la rivière ou du chêne ramifié, des nuages qui passent ou du mouvement du soleil, la forme suit toujours la fonction et telle est la loi. Pas de changement de forme sans changement de fonction.

La loi de tout ce qui est organique, ou inorganique, de toutes les choses physiques et métaphysiques, humaines et surhumaines, de toutes les manifestations effectives de la tête, du cœur et de l'âme, est que la vie est décelable par son expression, que la forme suit la fonction. Et telle est la loi.¹

1 Sullivan, L. (1896). Louis Sullivan, « La forme suit la fonction », 1896. – Article.net. Consulté juin 1, 2023, à l'adresse <https://www.article.net/2019/09/30/louis-sullivan-la-forme-suit-la-fonction-1896/>

Ce que Sullivan décrit dans son texte est que la nature ne connaît pas de superflu, les formes sont purement fonctionnelles. Bien que ce principe soit vrai pour la création dans la nature, elle ne l'est pas forcément pour la création humaine. Sullivan décrit le principe de création de la nature comme un tout inséparable car derrière ses formes se cache une grande sagesse, une sagesse purement mathématique.

Si la verrerie de Wirkkala reproduit la nature, sortie de son contexte, nous pouvons juger que l'utilité de celle-ci n'est plus à jour. En parlant de la pièce *Paader's Ice*, Lesley Jackson dit : «...est un exemple des sculptures de Wirkkala inspirées par la nature. C'est un objet purement abstrait, puissamment tactile, qui ne remplit aucune fonction.»¹ Jackson décrit *Paader's Ice* comme un objet qui ne remplit aucune fonction, car la notion de fonction est strictement liée à la notion d'argent de nos jours. La définition de *fonction* ne s'arrête pas à sa capacité de s'insérer dans la productivité du Marché, mais elle peut être beaucoup plus subtile. Tout comme au mouvement d'Arts and Crafts avec leur principe de *renouveau domestique* qui voulait améliorer la qualité de vie des gens passait par le billet de l'art et du ressenti ; la qualité de l'humain à transmettre leur propre vision de l'intériorisation de la nature peut aussi devenir une fonction à elle-même. Si à cela les créateurs peuvent s'inspirer des principes du vivant, pendant leur processus de création, pour leur choix des matériaux et des processus de fabrication, l'imitation de la nature peut prendre la forme que l'on souhaite.

1 Wilhide, E. (2017). *Tout sur le design*. Paris: Flammarion.

B

Le biomimétisme: Comment utiliser la technologie au service du Vivant?

Le progrès technologique a créé l'illusion que nous n'appartenons pas à la biosphère au même titre que les autres créatures. Ceci nous pousse à adopter une méthodologie de développement égoïste et autodestructrice. Une méthodologie remise en cause des nombreuses fois par les plus sensibles, mais perpétuée au fil des années par l'inertie de l'inconscience collective.

Comme décrit ultérieurement, cette méthodologie est au profit d'un cercle très restreint des personnes qui sont ravies de voir que la majorité des gens préfèrent le déni plutôt que l'action. L'inaction plutôt que l'innovation. Pour agir dans le domaine du design de produit, il est indispensable de prendre un engagement social ainsi qu'écologique. Pour cela, la création ne doit pas être *neutre* mais *réparatrice*. Cela veut dire non seulement que nous devons arrêter de polluer tout en continuant le progrès technologique, mais que nous devons réparer simultanément nos dégâts. Pour casser l'inertie et commencer la révolution climatique, il faut faire preuve d'une énorme intelligence, de perspicacité, mais surtout d'ingéniosité. C'est pourquoi les métiers créatifs sont aujourd'hui mis à l'épreuve, car les défis sont plus grands que jamais. La créativité peut s'appuyer sur de nombreuses références, mais si les êtres humains se sont souvent tournés vers le vivant pour trouver des réponses, c'est parce qu'il constitue la banque de données la plus ancienne, la plus importante et la plus fiable qui soit.

1.1 Biomimétisme: Comment cette pratique a toujours été présente et de quelle façon nous nous l'avons appropriée ?

Bien que l'observation du milieu naturel ait certainement inspiré la création des outils les plus anciens, aujourd'hui la puissance d'observation que nous pouvons porter sur la nature a évolué exponentiellement. C'est pourquoi même si le concept n'est pas nouveau, c'est à partir du livre publié en 1997 par Janine Benyus *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*.^{*} que le terme *Biomimétisme* a été divulgué. Dans celui-ci, Benyus définit le biomimétisme comme : «... L'émulation consciente du génie de la vie, l'innovation inspirée par la nature.»¹ Elle

***Biomimétisme: Quand
La Nature Inspire Des
Innovations Durables.** (Titre
original en français)

¹ Benyus, J. M. (1998). Biomimétisme : Quand la nature inspire des innovations durables. L'éco poche (édition spéciale 25 ans.). Paris: Rue de l'échiquier.

explique que «Dans une société accoutumée à dominer ou à “ améliorer “ la nature, cette imitation respectueuse est une approche radicalement nouvelle, une véritable révolution.»¹ Pour recontextualiser notre existence et celle du vivant au sein de la terre Janine Benys explique :

Si l'âge de la Terre était une année calendaire et que nous étions à un instant de la Saint-Sylvestre*, nous serions apparus quinze petites minutes avant minuit, et les soixante dernières secondes auraient suffi pour voir défiler la totalité de notre histoire. Heureusement pour nous, nos compagnons - le formidable réseau de plantes, d'animaux et de microbes avec qui nous partageons notre planète - ont, de leur côté, patiemment perfectionné leur technique depuis mars, et pour la première bactérie, depuis 3,8 milliards d'années.²

*Nouvel An

L'analogie de notre existence représentée par une horloge est un bon outil pour en tirer une leçon d'humilité. Notre progression dans la technologie est si impressionnante et exponentielle que l'on oublie souvent, à quel point nous sommes infimes dans l'échelle du temps de notre planète..

L'étymologie du terme biomimétisme du grec *bio*, vie et *mimesis*, imitation peut-être analysée d'un point de vue du design. Le terme *bio*, vie est utilisé pour englober la totalité du vivant, laissant volontairement de côté le débat Nature/Culture de Baudelaire. Dans le terme *vivant* nous sommes intégrés au sein de la biosphère au même titre que le reste des créatures avec qui l'on partage cette planète. La *mimesis*, ou imitation est une notion qui a été amplement explorée par la philosophie de l'art. *L'art imite la nature* dit Aristote.³ En grec le mot *tekhnè* désignait à la fois l'art, le métier, le savoir-faire, la technique.⁴ C'est pourquoi d'un point de vue du design de produit, l'interrogation philosophique que l'art à exploré à travers le concept de *mimesis*, nous est pertinente.

La légende grecque de Zeuxis et Parrhasios est une histoire souvent racontée pour comprendre les origines de la peinture occidentale à travers l'imitation comme illusion. Cette légende explique :

Zeuxis avait peint, dit-on, des grappes de raisin si ressemblantes que des oiseaux venaient les picorer. On organise alors un concours entre les meilleurs peintres de l'époque : Parrhasios, rival de Zeuxis l'invite à visiter son atelier. Et lorsque Zeuxis lui-même veut soulever un rideau recouvrant un cadre, il s'aperçoit que le rideau est peint. Les raisins peints trompent les oiseaux ; le rideau peint trompe l'autre peintre...⁵

Hedgel critique l'imitation dans l'art en répondant avec cette phrase au mythe de Zeuxis et Parrhasios «que penser de l'art si la stupidité des oiseaux devait être un critère de réussite artistique ?»⁶

1 *Ibid.*

2 *Ibid.*

3 Sauvanet, P. (2014). *Éléments d'esthétique*. Ellipses poche. Paris: Ellipses.

4 *Ibid.*

5 *Ibid.*

6 *Ibid.*

Selon lui :

L'art est limité dans ses moyens d'expression et ne peut produire que des illusions partielles, qui ne trompent qu'un seul sens ; en fait, quand l'art s'en tient au bout formel de la stricte imitation, il ne nous donne, à la place du réel et du vivant, que la caricature de la vie. {...} En ce sens, l'invention technique la plus insignifiante a une valeur bien supérieure et l'homme a lieu d'être plus fier d'avoir inventé le marteau, le clou, etc., que de réaliser des chefs d'œuvre d'imitation.¹

Hedgel défendrait le design, car elle ne crée pas une *illusion* ou une simple *reproduction*, mais il conçoit la technique. J'ose comparer cette *illusion* dans l'art condamné par Hedgel, aux milliers d'objets non réfléchis qui polluent nos sols, car dans le contexte moderne quand la *technique* ne représente plus un défi, il ne s'agit plus d'une création réfléchie, mais d'une *reproduction* qui perd toute sa valeur inventive. N'est-il pas une *illusion* quand un produit conçu pour avoir une obsolescence programmée sort sur le marché en sachant que si un composant, aussi petit soit-il, casse, il est moins cher d'en acheter un nouvel objet plutôt que de le réparer ? Ne s'agit-il pas d'une simple *reproduction* quand l'industrie copie les produits phares de la concurrence, donnant au designer, prise dans son système, comme seule tâche d'adapter le produit à leur marque ?

Il y a bien encore des nouvelles techniques pour découvrir : nous n'avons pas tout inventé. La créativité et l'intelligence de l'Homme est comme l'univers, infini. En revanche, si nous avons aujourd'hui plus de facilité avec certains moyens de production, le temps gagné devrait être réinvesti pour réfléchir au produit. Dans le contexte actuel, ne pas intégrer la problématique du réchauffement climatique dans la conception des nouveaux produits veut dire ignorer le critère le plus important de la conception contemporaine.

Les principes du biomimétisme

Ceebios, le Centre d'études et d'expertises en biomimétisme en France, donne comme définition du biomimétisme :

Le biomimétisme, du grec bio, "vie" et mimesis, "imitation", est une démarche visant à considérer les stratégies d'adaptation du vivant à son environnement comme le fruit d'une R&D de 3,8 milliards d'années par essais-erreurs, et à s'en inspirer pour innover de manière soutenable.²

Ce qui est intéressant dans cette définition du biomimétisme est la notion de la *Recherche et Développement* qu'ils intègrent dans la démarche du vivant comme moyen d'adaptation. Que nous choisissons ou pas de suivre une méthodologie purement biomimétique, il reste intéressant de regarder les résultats du laboratoire du vivant.

¹ *Ibid.*

² Ceebios—Centre d'études et d'expertise en biomimétisme. (2023). Ceebios. Consulté juin 1, 2023, à l'adresse <https://ceebios.com/>



PRINCIPES DE LA VIE

DesignLens du Biomimétisme

(Fig.27)

Au centre, la phrase « la vie crée des conditions qui sont favorables à la vie » nous encourage à comprendre que cette méthodologie est durable et circulaire en même temps que la forme du diagramme.

Évoluer : le principe qui donne naissance à l'efficacité du biomimétisme. Si l'on fait appel à cette méthodologie, c'est, car elle marche et elle peut nous aider à survivre.

Le principe de *s'adapter aux conditions changeantes* est lié au principe précédent et devient de plus en plus pertinent face au contexte du changement climatique, dont les années à venir mettront en évidence notre capacité comme espèce à s'adapter.

Localement à l'écoute et réactif : un défi à mettre en place dans un monde de plus en plus globalisé et connecté.

Utiliser une chimie connexe avec la vie est un principe qui n'aurait pas eu du sens avant l'industrialisation, construire avec un petit groupe d'éléments était la seule chose que l'on connaissait. Ce principe suppose de prendre la responsabilité de ce que l'on a créé et incite non pas à revenir à l'argile et à la paille (ou si ?) mais à être encore plus intelligent avec notre façon de concevoir les matériaux de l'avenir (2e niveau).

L'utilisation efficace des ressources est un principe que même les moins ouverts d'esprit apprécieront, parce qu'il s'agit d'une question de bon sens économique. Ce principe peut nous aider à persuader à l'emploi de cette méthodologie, il faut juste mettre en avant qu'il s'agit d'un principe fondamental dans la nature.

L'intégration du développement et de la croissance est probablement le principe que nous savons le moins bien appliquer. Néanmoins, nous arrivons à comprendre son fonctionnement à travers des modèles informatiques et ce principe existe de façon virtuelle dans nos systèmes informatiques.

(fig.27) Principes du biomimétisme selon la Biomimicry 3.8 (Le premier cabinet de conseil au monde en matière de bio-inspirations cofondé par Janine Benyus)

Encadrement de la méthodologie

Bien que Janine Benyus reste une référence incontournable du biomimétisme, dans ses définitions elle parle très souvent «d'une approche radicalement nouvelle» quand il s'agit d'interagir de façon respectueuse avec le vivant. Certes, dans le contexte actuel, cela concerne un changement total du paradigme occidental et capitaliste, mais n'oublions pas que cette déconnexion du vivant est relativement récente et issue du système économique moderne.

S'il n'est pas absolument nécessaire de rejeter le progrès technologique pour retrouver notre lien avec le vivant, les cultures autochtones peuvent être menées

à maintenir un lien plus étroit avec le vivant. En Amérique Latine les cultures autochtones appellent la terre : *Pachamama*, qui se traduit comme «mère terre» pour signifier ce rapport à la nature comme l'origine ou la *mère* de notre existence. La société moderne aime mystifier les pratiques autochtones et ignorer complètement les valeurs derrière leurs coutumes. Lorsqu'une personne sensible découvre les avantages de ces valeurs, et qu'elle réussit à adapter le message aux habitudes modernes, nous oublions souvent d'où vient cette sagesse.

Janine Benyus n'a rien inventé que le bouddhisme n'a pas dans sa philosophie holistique, mais elle a aidé à intellectualiser et à rendre digeste cette information pour ensuite l'insérer dans des protocoles. Ces protocoles qui inciteront ensuite les institutions qui façonnent la transition de notre société. Grâce à Benyus, nous avons aujourd'hui une méthodologie claire et précise sur le fonctionnement du vivant que nous pouvons transmettre pour que chacun puisse l'approprier dans son processus de création.

Depuis fin 2011, l'AFNOR travaille sur un projet international de normalisation du biomimétisme. Aujourd'hui, il existe trois ISO qui fournissent un cadre de biomimétisme pour le développement de matériaux, de structures, de surfaces, de composants et de technologies de fabrication.¹²

L'ISO 18458:2015: fournit un guide et un soutien aux développeurs, concepteurs et utilisateurs qui souhaitent comprendre le processus de développement biomimétique et intégrer les méthodes biomimétiques dans leurs pratiques professionnelles visant à un langage commun entre scientifiques et ingénieurs travaillant dans le domaine de la biomimétique.³

En 2000 Janine Bens fonde la Biomimicry 3.8 basé aux Etats-Unis et devient l'agence leader dans le domaine du biomimétisme.⁴ En France c'est en 2014 que le Ceebios (Centre d'études et d'expertises dédié au déploiement du biomimétisme) rassemble un «Réseau national d'acteurs industriels, académiques et institutionnels " qui ont comme objectif " d'accélérer la transition écologique et sociétale par le biomimétisme .»⁵

Des sociétés telles que Le Myceco (Conseil en biomimétisme pour le Secteur Public-Défense-Aéronautique et des industriels comme levier d'innovation soutenable et de sobriété et conseil Stratégie RSE & biodiversité) ont suivi le Ceebios en 2019.⁶ Les secteurs qu'il vise sont les secteurs où le biomimétisme

1 AFNOR. Biomimétisme — Matériaux, structures et composants biomimétiques.ISO 18457:2016. Consulté avril 26, 2023, à l'adresse <https://www.iso.org/fr/standard/62499.html>

2 AFNOR.Biomimétisme - Optimisation biomimétique.ISO 18459:2015(fr).(2015) . Consulté avril 26, 2023, à l'adresse <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/iso-184592015/biomimetisme-optimisation-biomimetique/xs023118/2173>

3 AFNOR.Biomimétique—Terminologie, concepts et méthodologie.ISO 18458:2015(fr).(2015). Consulté avril 26, 2023, à l'adresse <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:18458:ed-1:v1:fr>

4 Biomimicry 3.8.(2023).Who We Are.Consulté juin 1, 2023, à l'adresse <https://biomimicry.net/who-we-are/>

5 Ceebios—Centre d'études et d'expertise en biomimétisme. (2023). Ceebios. Consulté juin 1, 2023, à l'adresse <https://ceebios.com/>

6 *Ibid.*

du niveau 1 devient le plus rentable, mais son domaine d'application ne s'arrête pas là.

Dans la même année, le biomimétisme est cité dans le contrat d'objectifs et de performance 2019-2023 du CNRS :

Véritable opportunité pour le futur, la bio-inspiration observe et décrypte les mécanismes du vivant pour tirer parti des solutions et des inventions produites par la nature. Appliquée à un niveau d'intégration supérieur, celui des systèmes écologiques, elle anime les démarches d'ingénierie écologique et permet de concevoir des méthodologies innovantes de restauration des milieux, de compensation écologique et de gestion durable et efficiente des services écosystémiques.¹

Le Ministère de la Transition Écologique fait la promotion pour la démarche biomimétique comme outil du développement durable. Mais concrètement comment est-il mis en avant ? Il « soutient des colloques scientifiques », soutient le Ceebios et « Il contribue à la visibilité de certaines recherches. »²

La pertinence de la démarche biomimétique semble être bien connue. A tel point que des industries telles que l'aéronautique et la défense sont bien conscientes de son importance. Malheureusement, leur façon de l'appliquer reste uniquement au premier niveau et les industriels ne prennent pas en compte le concept d'intégrer le développement avec la croissance et encore moins le niveau trois de l'interdépendance des espèces. Il semble incohérent qu'après l'analyse réalisée dans le premier chapitre, la biomimétique (la technique pure du vivant à différencier du biomimétisme comme philosophie holistique) soit utilisé pour que *Nike* fasse des chaussures plus performantes et non pas pour attaquer les crises humanitaires les plus urgentes.

1.2 Exemples du biomimétisme appliqué à partir des trois niveaux d'imitation

Il existe plusieurs termes autour de l'inspiration du vivant. Le terme *biomimétisme* est utilisé dès le début uniquement parce qu'il est celui qui étend le concept à partir d'une approche philosophique, globale et pluridisciplinaire. Le *biomimétisme*, comme décrit par Janine Benyus, a trois niveaux:³

1) *La forme* : La forme la plus visible et la plus *simple*, concerne directement le domaine du design de produit. Du volume visible à l'échelle nano, grâce à la technologie la forme peut atteindre de nouveaux paliers.

Dès Léonard da Vinci avec ses machines volantes reproduisant la morphologie des oiseaux, en passant par la pointe du TGV japonais inspirée du martin-pêcheur, jusqu'à la peinture auto-nettoyante issue de nano-formes observées à la surface des feuilles de lotus.

1 Vidal, F., & Petit, A. (2020). Contrat d'objectifs et de performance 2019-2023 Entre l'état et le Centre National de la Recherche Scientifique.

2 Ministères Écologie Énergie Territoires. (2022). Le biomimétisme. Consulté juin 1, 2023, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/biomimetisme>

3 Benyus, J. M. (1998). Biomimétisme : Quand la nature inspire des innovations durables. L'écopeche (édition spéciale 25 ans.). Paris: Rue de l'échiquier.

2) *Le processus* : la synthèse de matériaux produits à température et pression ambiantes, et avec des solvants non-toxiques. En remettant en cause notre approche pétrochimique de la synthèse des matériaux. Aujourd'hui, le défi de créer de la matière sans polluer est à peine à ses balbutiements.

Nous parlons par exemple de *bio-assistance* lorsque nous utilisons des matériaux tels que le bois, dont nous sommes encore incapables de reproduire les propriétés aussi efficacement que les arbres : sans polluer. Et le tout en aidant à absorber le dioxyde de carbone. Si on veut continuer à exploiter ces ressources, il est important de comprendre leur rôle dans l'écosystème et de trouver le moyen de s'en servir en les perturbant le moins possible.

3) *Le système* : l'étude du fonctionnement des écosystèmes, les relations entre les espèces qui permettent à l'ensemble d'être dynamiquement stable et durable. Les notions de flux de matière, d'énergie et d'information peuvent inspirer des domaines tels que le transport, l'énergie et l'informatique, mais aussi l'économie et le social.

C'est là où une approche interdisciplinaire et globale prend toute son importance. Dans ce niveau, l'énergie est l'un des sujets les plus recherchés, car nous sommes conscients des limites de notre système actuel. Les énergies dites *renouvelables* telles que les panneaux solaires inspirés de la photosynthèse, semblent le chemin à poursuivre. Cependant, ils ne sont qu'au début de leur développement. Le panneau solaire, construit avec des minéraux rares qui sont de plus en plus difficiles à extraire, est le *remède magique* proposé par les politiques comme seul objectif de transition écologique. Il est loin de la vérité de dire que cette transition repose entièrement sur des méthodes d'extraction qui polluent les sols, les nappes phréatiques et qui se reposent sur des conditions de travail inhumaines dans des pays en voie de développement. Bien que l'intérêt de la recherche sur l'énergie solaire, pour citer un exemple, est des plus pertinents, il ne faut pas prendre la finalité du produit, si l'écosystème de sa production n'est pas durable.

Ces trois niveaux aident à mieux comprendre et classifier les façons d'imiter le vivant. Il s'agit également de démontrer que le design de produit peut aller au-delà de la forme et s'inscrire dans un système de création circulaire. Dans les prochaines pages, une compilation non-exhaustive mais significative des applications des trois niveaux du biomimétisme sera déroulée afin de mieux illustrer le potentiel d'application de cette méthodologie.

La Forme : Premier niveau d'imitation

Les exemples les plus cités du biomimétisme sont ceux portant sur la forme. Naturellement, ce que nous pouvons apercevoir le plus facilement d'un organisme est son apparence extérieure. À partir du XVII^e siècle le microscope permit d'approfondir ce regard et la nanotechnologie au XXI^e siècle, de l'appliquer. Ceci n'est pas négligeable puisque dans la nature la forme suit la fonction et si la forme est transposée de façon judicieuse, cela peut donner des résultats de performance surprenant, et parfois inattendus. De l'architecture au design de produit, en passant par le génie des matériaux, la forme empruntée du vivant peut avoir de nombreuses applications.

L'architecture est un domaine qui a su très rapidement s'approprier les leçons tirées de la nature, car elles se sont avérées pertinentes pour la résistance structurelle et pour l'économie des matériaux. L'exemple de Gaudi, cité précédemment, montre une compréhension du lien entre forme et fonction dans la nature. Gaudi n'était pas le seul à comprendre le principe mathématique de la caténaire, mais il a su s'approprier le concept avec des matériaux traditionnels au lieu du béton utilisé par ses contemporains.

Aujourd'hui, notre modèle de construction est remis en question, car l'industrie de la construction représente «... 43 % des consommations énergétiques annuelles françaises et il génère 23 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) français.»¹ C'est pourquoi, même s'il existe des projets très complexes tels que le 30 St Mary Axe par Norman Foster* ou l'Institut du Monde Arabe à Paris**, l'Eastgate Center au Zimbabwe (fig.28), reste un projet architectural phare du biomimétisme par sa simplicité.

*****Des projets qui, après l'inauguration, ont connu des problèmes et dont le mécanisme principal ne fonctionne plus aujourd'hui.**

Le défi de la construction de ce bâtiment était la climatisation, car pour le Zimbabwe, tous les appareils, équipements et matériaux nécessaires pour la construction, l'installation et l'entretien doivent être importés. Suivant l'approche de Gaudi, l'architecte

¹ Ministères Écologie Énergie Territoires. (2022). Construction et performance environnementale du bâtiment. Ministères Écologie Énergie Territoires. Consulté mai 2, 2023, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/construction-et-performance-environnementale-du-batiment>

(fig.28) L'Eastgate Center d'Harare, au Zimbabwe, s'inspire du principe de la termitière. Extrait de Le Monde par David Brazier



Mick Pearce s'est non seulement inspiré de la structure des termitières, mais il a également veillé à la cohérence des matériaux choisis pour la construction du centre. Le résultat est un bâtiment dont le refroidissement est passif à 90 % et qui consomme 35 % d'énergie en moins que les autres bâtiments de la région.¹

Mick Pearce a continué à utiliser cette méthodologie dans d'autres bâtiments à travers le monde, en l'adaptant aux conditions locales. Comme notamment l'exemple de la Council House 2 (CH2) un des édifices ayant obtenu la plus haute qualification d'efficacité énergétique en Australie (fig.29). Le gouvernement australien a voulu donner un exemple de construction avec ce bâtiment qui a dépassé les attentes. L'extérieur du bâtiment bouge avec le soleil pour refléter et collecter la chaleur, et transforme les eaux usées en eau potable. Ceci a permis de réduire les émissions de CO2 de 87 %, la consommation d'électricité de 82 %, de gaz de 87 % et d'eau de 72 %.

¹ Pearce, M. (2016). Mick Pearce Architect. Consulté mai 2, 2023, à l'adresse <https://www.mickpearce.com/>

(fig.29) Council House 2 (CH2) Extrait de DesignInc par Dianne Snape.





(fig.30) Chaise Go-Ross
Lovegrove.

Dans le domaine du design de produit, l'innovation inspirée de la nature la plus incroyable qu'il puisse être, est l'inspiration des arbres et des os pour faire un logiciel qui améliore la performance des structures. Les arbres utilisent la forme pour répartir des tensions mécaniques tout en gardant une utilisation efficace des matériaux. Par exemple, ils ajoutent du bois aux points où la charge mécanique est la plus forte. Au niveau de la composition cellulaire, les fibres du bois suivent la direction du flux des forces pour minimiser le cisaillement et augmenter la résistance. Leur conception structurelle adaptative optimise la résistance et la résilience des matériaux. Les os, en raison des forces dynamiques qu'ils doivent supporter, ont perfectionné la stratégie consistant à éliminer la matière là où elle n'est pas strictement nécessaire, ce qui permet d'obtenir la structure la plus légère possible.

En rassemblant ses paramètres, la simulation informatique Soft Kill Option (SKO) a été développée pour améliorer la performance des structures. Elle permet de calculer une structure résistante aux charges mécaniques en utilisant le moins de matière possible. L'industrie automobile a été la première intéressée par ce concept et en 2005 le concept, car de Mercedes-Benz bionic a été conçue avec cette technologie et a réussi à baisser le poids du produit fini par 30% ayant conséquence augmenté son rendement d'un point de vue économique et performance.¹

¹ Groeneveld, K. (2008, février 21). Design and technology inspired by nature : Mercedes-Benz bionic car at The Museum of Modern Art in New York. MarsMediaSite. Consulté mai 2, 2023, à l'adresse <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Design-and-technology-inspired-by-nature-Mercedes-Benz-bionic-car-at-The-Museum-of-Modern-Art-in-New-York.xhtml?oid=9907850>

Le designer Joris Laarman s'intéresse également à cette technologie et a expérimenté son potentiel dans sa *web bone series* qui utilise cette simulation pour calculer la forme optimale de support de charge pour chaque objet. (fig.31)

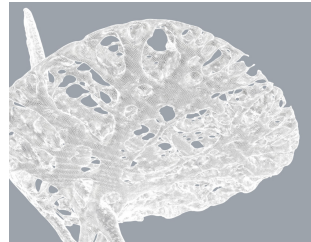
Un autre designer qui s'intéresse aux os comme source d'inspiration est Ross Lovegrove dans sa *Colorised Chair*. Lovegrove imagine une chaise conceptuelle également à partir d'un logiciel 3D. (fig.32) Sa chaise GO plus simplifiée est aujourd'hui une icône du monde de la science-fiction. (fig.30)

Ross Lovegrove explore un monde conceptuel à partir de la forme comme c'est le cas des *Floral Gytrators*, un concept développé également à partir d'un logiciel et dont on peut voir l'évolution de la forme. (fig.33)

(fig.31) Web bone series Joris Laarman.



(fig.32) Colorised Chair. Ross Lovegrove.



(fig.33) Floral Gytrators Ross Lovegrove.





(Fig.32)



(fig.34) Bouilloire Nautille
Guillian Graves

Dans la catégorie du design pour la vie quotidienne l'exemple de la bouilloire Nautille créé par le designer Guillian Graves et le bio-ingénieur Michka Mélo concentre un grand nombre de stratégies biomimétiques. Cela démontre le potentiel du biomimétisme si nous appliquons cette méthodologie en profondeur pour repenser notre vie quotidienne à travers les objets qui nous entourent. Guillian Graves s'intéresse au manque d'efficacité des bouilloires classiques et à la perte d'énergie qui s'accumule en utilisant cet objet dans notre quotidien. Leur but est de réduire la consommation énergétique, car pour ce produit en particulier, son impact environnemental se produit à 80 % lors de son utilisation.

Les stratégies empruntées du vivant proviennent principalement de quatre organismes : le nautille, les termites, le toucan et l'ours polaire. Tous ces animaux ont des astuces pour réguler la température au sein de leurs corps. Ci-dessous, les planches de conception qui montrent les stratégies mises en place :

Les dessins de Guillian Graves servent à la fois de planches de conception, mais aussi de support pédagogique pour illustrer concrètement les applications du biomimétisme dans le design de produit. À travers ces planches, nous pouvons voir l'organisme, la stratégie et sa façon de l'appliquer au produit



final. Les détails pris en compte lors de la conception de ce produit sont parlants dans l'importance de la réflexion derrière une production. Surtout aujourd'hui, où les produits fabriqués en série montrent l'impact d'une mauvaise conception qui ne peut être corrigée que lorsque des milliers de premiers produits sont déjà sur le marché.

Pour passer aux matériaux, mais en restant dans le domaine de la forme, il est important de signaler que les microstructures des matériaux peuvent être très intéressantes à étudier. Cela est le cas de la couleur structurelle, un type de couleur trouvé sur les paons, les colibris et certains espèces de papillons comme le papillon morpho. (fig.37) Leur couleur presque métallique n'est pas due à une pigmentation particulière, mais à des nano-structures présentes dans les ailes provoquant la diffraction et créant une interférence avec les ondes lumineuses. Cette stratégie a inspiré la conception de revêtements structurels colorés qui réfléchissent la lumière UV sans produits chimiques toxiques ni colorants.

Ornilux (fig.35) a utilisé cette technologie pour créer un verre qui aide les oiseaux à éviter les bâtiments. En Allemagne, il est estimé que 115 millions d'oiseaux meurent chaque année à cause des impacts sur les façades des bâtiments, car ils n'arrivent pas à reconnaître l'obstacle. Pour y remédier, les chercheurs d'Arnold Glas se sont inspirés des toiles

(fig.35) Verre Ornilux



(fig.36) Toile d'araignées
Extrait de Unsplash par Kevin Grieve





(Fig.37)

(fig.37)Papillon Morpho
Extrait de Unsplash par
Anne-Lambeck

d'araignées (fig.36) pour mettre au point un matériau visible par les oiseaux. Les araignées intègrent dans leurs toiles des fils de soie qui réfléchissent la lumière UV et permettent aux oiseaux de voir les toiles. Le verre Ornilux incorpore un revêtement structurel dans un motif discret à l'œil humain mais perceptible à l'oiseau. Cet exemple montre une double application du biomimétisme en trouvant la stratégie de la toile d'araignée et en l'appliquant à partir de la méthode du papillon morpho. De cette façon, non seulement le produit marche, mais son processus de fabrication et son éventuel entretien est alignée avec la philosophie du biomimétisme. De plus, l'utilité du produit est de remédier à l'interaction préjudicié entre les créations humaines et les flux naturels.

Si nous voulons rester fidèles à la classification des niveaux, au niveau du processus, la forme peut être mélangée aux matériaux, car à l'échelle moléculaire, la forme des molécules peut déterminer les propriétés de certains matériaux. Cependant, bien que nous soyons très avancés technologiquement avec les nanotechnologies, nous ne sommes pas encore capables d'aller au-delà de l'échelle nanométrique.

Processus: Comment les nouveaux outils nous donnent-ils accès à une nouvelle gamme de possibilités matériologiques

Aujourd'hui, les progrès technologiques nous permettent de créer l'inimaginable. Mais dans le contexte du changement climatique, comment peut-on justifier l'utilisation des dites technologies ? Il s'agit toujours d'une question d'équilibre. Tant que notre méthodologie comprend cela, nous pouvons offrir des solutions qui justifient le processus. Voici trois exemples des techniques qui offrent des possibilités extraordinaires:

1) Low tech: une technique qui se met en accord avec les limites de ressources planétaires. Si nous sommes aujourd'hui capables de concevoir des low techs pertinentes, c'est aussi grâce aux high techs qui nous permettent d'améliorer leur impact. La complémentarité des deux dans un équilibre d'usage est ce qu'il faut promouvoir.

***L'agriculture et l'usage du bois sont un exemple de comment la bio-assistance peut être à la fois soutenable si l'on respecte les cycles de la nature mais peut-être aussi dévastatrice quand elle est poussée à l'excès.**

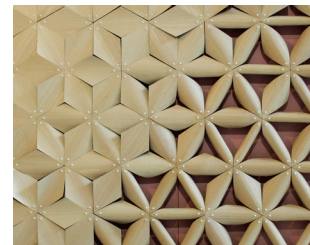
2) Bio-assistance : cette technique consiste à s'en servir directement du vivant de façon durable*, en combinaison avec les nouveaux modes de fabrication comme la découpe laser, la fabrication additive, ou encore la robotique , peut nous permettre d'explorer des nouveaux modes d'exploiter les ressources de façon soutenable.

3) High-tech: cette technique est souvent celle qui monopolise les salons de l'innovation par sa complexité. La quantité des ressources et l'énergie qu'elles consomment deviennent ridicules si nous les utilisons pour ajouter du confort au quotidien des plus aisées. Cependant si nous les utilisons pour résoudre les problèmes colossaux auxquels l'humanité fait face, leur utilité peut être cohérente avec leur empreinte carbone.

Dans la série d'exemples suivante, catégorisées par technique, nous pourrions explorer leur potentiel et leur possible champ d'application.

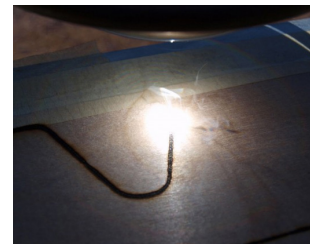
Low tech

Chao Chen s'est inspiré des pommes de pin pour créer un matériau qui réagit aux conditions climatiques. Contrairement à d'autres approches plus high-tech, cette approche utilise un système à deux couches, l'une étant plus poreuse que l'autre. Dans les pommes de pin, les couches s'ouvrent et se ferment sous l'effet de l'humidité, laissant apparaître plus ou moins de surface à la base. Le matériau de Chao Chen propose une versatilité pour les façades qui peut être directement liée aux besoins climatiques. Quand les facettes sont fermées elles pourraient protéger de la pluie tandis que quand elles sont ouvertes elles laissent l'air circuler quand il fait chaud. Ceci pourrait très bien être réussi avec une paroi intelligente connectée à un détecteur d'humidité atmosphérique. Cependant, comme nous pouvons le voir dans la façade de l'institut du monde arabe, les systèmes complexes ont plus de probabilités de présenter des défaillances et leur coût de réparation nécessitent des sommes conséquentes.



(fig.38)Modèle et matériau hydro-réactif Chao Chen.

Dans une approche plus expérimentale, Markus Kayser explore le potentiel de la lumière solaire concentrée pour produire des objets. Tel une découpeuse laser, Kayser a créé une machine de faible technicité pour focaliser le soleil et le diriger vers la trajectoire souhaitée. Grâce à une lentille sphérique, il concentre la lumière et découpe le papier, le carton et le contreplaqué d'une épaisseur maximale de 0,4 mm. La machine qui dicte la trajectoire à suivre par le soleil fonctionne de manière mécanique et analogique et est, bien entendu, alimentée par le soleil. Avec la même démarche, 1 an plus tard en 2011, Kayser a recréé son expérience, mais cette fois-ci en impression 3D. Cette fois-ci il utilise encore plus des ressources locales et transforme le sable du désert marocain en verre.



Kayser explique :

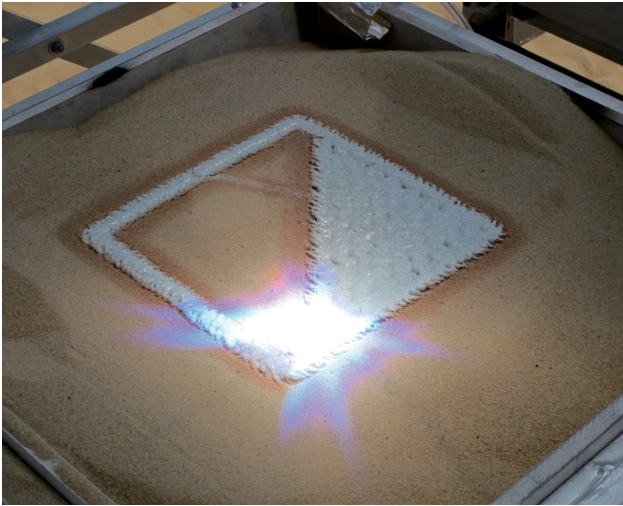
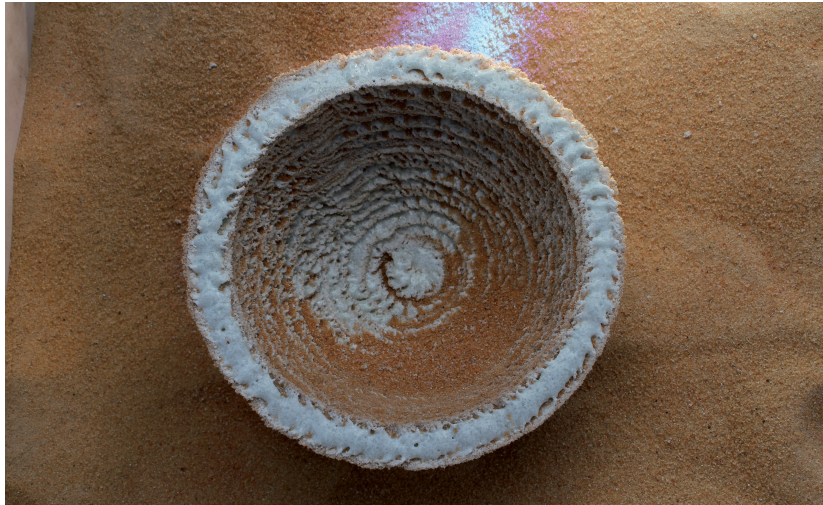
Le frittage solaire vise à soulever des questions sur l'avenir de la fabrication et à susciter le rêve d'exploiter pleinement le potentiel de production de la ressource énergétique la plus efficace au monde : le soleil. Sans apporter de réponses définitives, cette expérience vise à fournir un point de départ pour une nouvelle réflexion.¹



(fig.39)Découpeuse laser solaire. Markus Kayser

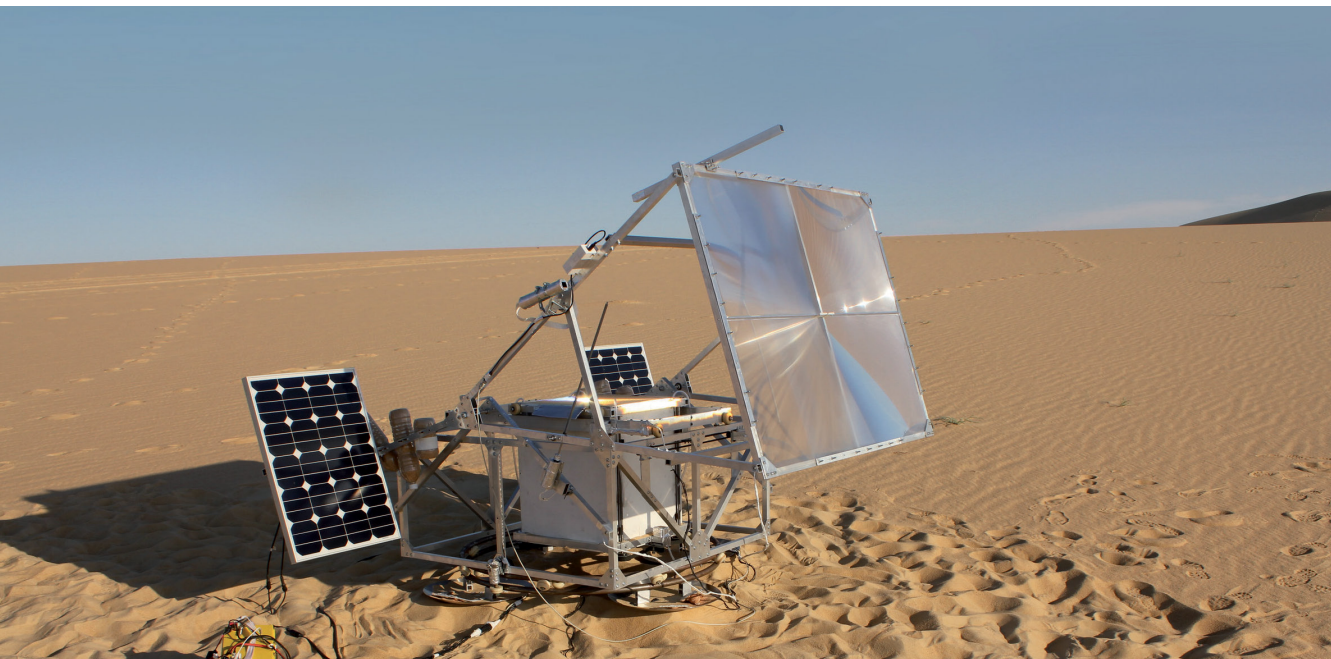
¹ Kayser, M. (2011). Solar Sinter. Kayser Works. Consulté mai 4, 2023, à l'adresse <https://kayserworks.com/798817030644>

(fig.40) Frittage solaire.
Markus Kayser.



(fig.41) Processus de frittage solaire. Markus Kayser

(fig.42) Machine de frittage solaire. Markus Kayser.



Les exemples précédents sont de démarches expérimentales des designers produit qui ont voulu intégrer le concept de low tech dans leur processus créatif. Pourtant le but de la low tech n'est pas de rester au laboratoire, elle a une démarche se mettant très facilement en pratique et qui peut apporter des solutions concrètes pour les pays en développement.

L'initiative *lowtechlab.org* créée en 2013 en France met en avant un réseau de partage des inventions Low Tech dans le but de rassembler les astuces qui émergent partout dans le monde. Leur page de tutoriels permet de reproduire les solutions à échelle individuelle, collective ou entrepreneuriale.

Bio-assistance:

Des éléments naturels tels que les champignons, les algues, l'argile, ou encore le sel capturent l'intérêt des designers et des architectes qui s'intéressent à eux comme matériaux de construction. Ces ressources ont été amplement utilisées dans le passé, mais prennent aujourd'hui une toute nouvelle forme grâce aux outils qui permettent de les façonner autrement.

Les champignons, un règne à part entière*, constitue tout un domaine d'exploration des organismes experts en recyclage des déchets. Les chercheurs de Biohm ont créé de l'isolation thermique composé de mycélium, qui est plus performant que les matériaux d'isolation traditionnels fait à partir de matériaux qui ne sont pas forcément recyclables. Leur processus de fabrication est négatif en carbone, il séquestre au moins 16 tonnes de carbone par mois. Parallèlement, ils travaillent sur une technologie à base du mycélium pour recycler le plastique, de décomposer ces molécules présentes dans le plastique en molécules plus simples contenant les éléments suivants : CNHOPS**. Le résultat est à la fois la disparition du plastique d'un point de vue physique, il n'y a plus de morceaux de plastique par exemple. Mais également, la disparition du plastique d'un point de vue chimique/moléculaire. Cela permettant possiblement de faire du plastique de nouveaux acides aminés propres à la vie.¹

Le Studio Klarenbeek & Dros a expérimenté avec l'impression 3D de Mycélium dans leur chaise Mycélium chair et tabouret Veiled Lady. Ici, le Mycélium est utilisé comme un liant en combinaison des déchets agricoles pour créer une carapace qui sera mise de côté pour pousser, gagner de la rigidité et de légèreté (à la fin, le poids se réduit avec l'absorption d'eau par le Mycélium.).

***Le règne *Fungi* (champignons), souvent mélangé avec le règne *Plantae* (végétal), constitue un des sept règnes du vivant dont: *animalia* (animaux), *fungi* (champignons), *plantae* (plantes), *chromista* (chromistes), *protozoa* (protistes), *bacteria* (bactéries), et *archaea* (archées).**

****Acronyme qui désigne les six éléments chimiques principaux qui constituent les êtres vivants : le carbone C, l'hydrogène H, l'azote N, l'oxygène O, le phosphore P et le soufre S**

(fig.43) Matériau d'isolation à base de Mycélium. Biohm



(fig.44) Mycélium. Studio Klarenbeek & Dros

¹ BIOHM | Material Development. (2016). Biohm. Consulté mai 4, 2023, à l'adresse <https://www.biohm.co.uk/materials>



(Fig.44)

Les microalgues, sont aussi des organismes avec des nombreuses propriétés pertinentes dans le contexte actuel. Elles sont notamment capables de capter le dioxyde de carbone et de produire de l'oxygène par la photosynthèse 10 à 50 fois plus efficacement que les arbres. D'où l'importance de protéger l'océan, responsable de 50 à 70 % de la production d'oxygène et de l'absorption du dioxyde de carbone dans ces proportions.

Liquid 3 est un projet qui met au point un photo-bioréacteur dans les villes où la pollution est telle, que même les arbres n'arrivent plus à faire leur travail correctement. Liquid 3 est présentée comme un *arbre liquide* et fait à partir de microalgues et est capable de filtrer l'air dans les zones urbaines où l'espace est limité. Leur idée n'est pas de remplacer les arbres en ville, mais de se joindre à la lutte contre la pollution urbaine.

Le projet d'ecoLogicStudio met en place un rideau urbain remplis de microalgues appelées *Photo.Synthetica Curtain* comme une paroi légère venant

(fig.45) Photobioréacteur urbain. Liquid3



(fig.46) Photo.Synthetica Curtain ecoLogicStudio

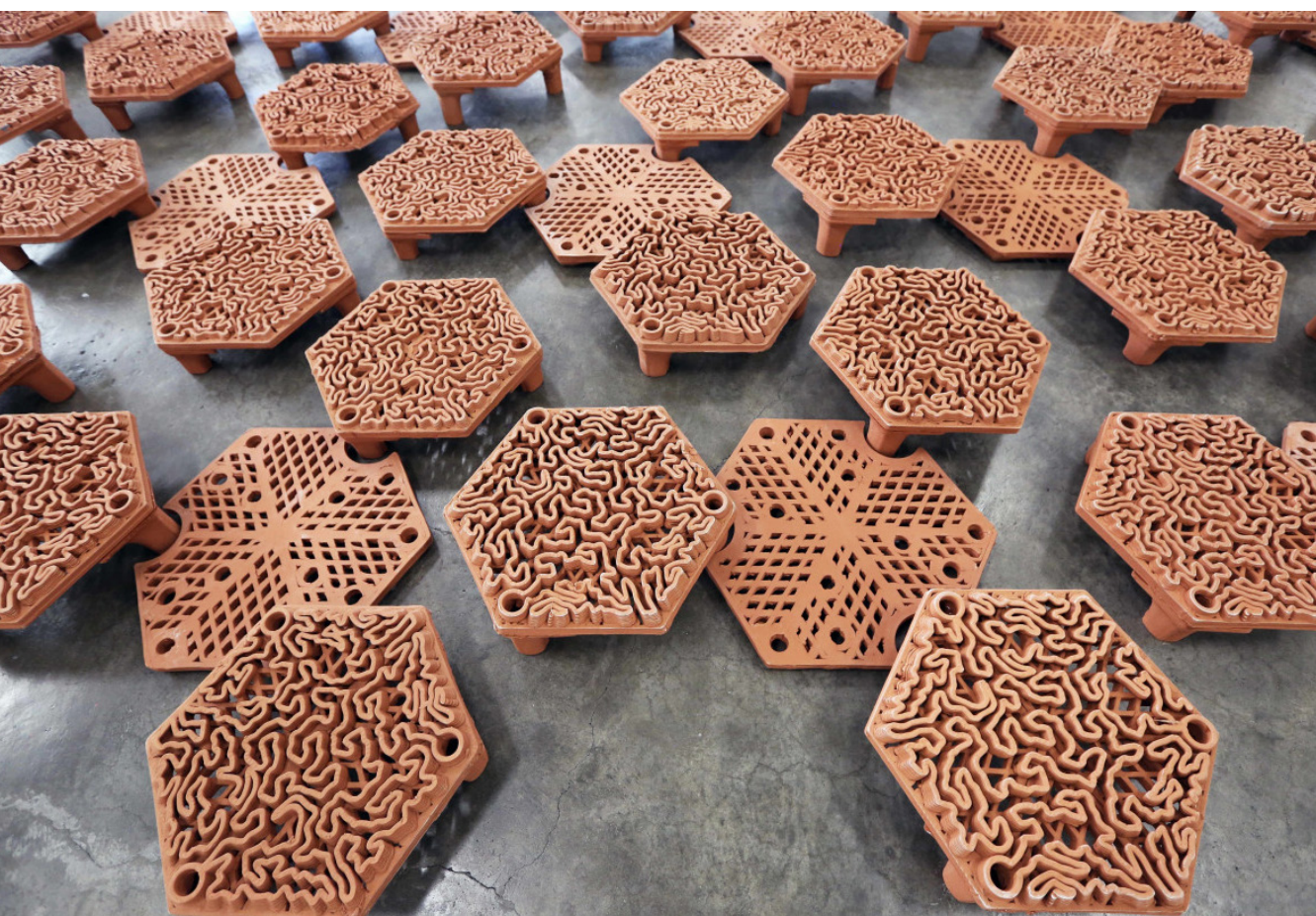


Quand il s'agit d'utiliser des organismes vivants tels que les champignons ou les algues, il s'agit de la bio-assistance*. Il faut surtout faire attention que cette utilisation soit durable et qu'elle respecte les limites de production naturelle. L'exemple parfait de la bio-assistance menée à l'extrême est l'industrie de l'agriculture et du bois, elle nous mène à des pratiques catastrophiques pour la planète telles que la monoculture, l'érosion des sols et la pollution des cours d'eau par les nitrates présents dans les engrais.

Nouveaux anciens matériaux

L'argile ou plutôt les matériaux argileux représentent une énorme opportunité de ressources, car ces types de matériaux se trouvent un peu partout dans le monde et ils ont des propriétés très versatiles. Utilisé dès la Mésopotamie, le monde antique connaît l'argile sous toutes ses formes. Malgré ses qualités, il n'est plus le matériau de construction préféré dans l'industrie. Il a été remplacé par le ciment, responsable de 5 % des émissions carbone au monde, il a besoin des quantités massives d'énergie et extirpe les côtes du monde entier du sable, qui ne peut pas être prise du dessert à cause de sa forme trop symétrique. Les architectes, les designers et les scientifiques sont en train de redécouvrir les matériaux anciens qui, grâce aux nouveaux outils technologiques, sont en train de se réintroduire à nos solutions.

(fig.47) Récifs coralliens
impression 3D en argile
HKU





(Fig.49)



**(fig.48) Récifs coralliens
impression 3D en argile** HKU

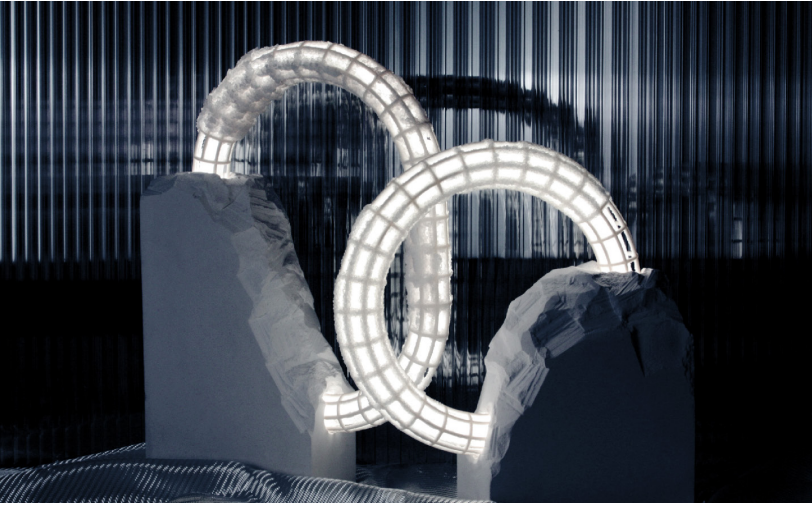
**(fig.49) Détail impression 3D
en argile** HKU

Les architectes et scientifiques marins de l'Université de Hong Kong (HKU) se sont intéressés à l'argile pour restaurer les coraux et la biodiversité marine côtière. Leur méthode consiste à utiliser l'impression 3D pour fabriquer des carreaux qui imitent les conditions optimales pour le développement des coraux. Les motifs ont été conçus pour représenter des schémas de ramification des trois espèces de coraux endémiques à la région.

Ce projet a été commandé par le Département de l'agriculture, de la pêche et de la conservation de Hong Kong. Le projet compte environ 40 mètres carrés, et prévoit de s'étendre dans d'autres régions pour promouvoir la restauration des fonds marins.

Le sel est un autre matériau largement utilisé depuis l'Antiquité, mais principalement dans la cuisine et dans la conservation des aliments. Il abonde partout dans les zones côtières et il a des nombreuses propriétés qui peuvent être exploitées en dehors du contexte culinaire. Il a des propriétés ignifuges, d'absorption d'eau, anti-bactériennes et d'auto-assemblage qui peuvent être exploitées par d'autres domaines tels que l'architecture et le design de produit. Erez Nevi Pana s'est interrogé sur comment changer le regard sur le sel de la mer morte qui est aujourd'hui considérée comme un sous-produit de l'industrie de dessalement. Il a voulu rendre ce matériau désirable et a créé son œuvre Crystalline, dans laquelle il explore les moyens de façonner le sel de mer au service de l'architecture.

Voici un collage d'images des nombreux designers qui se sont intéressés au sel de mer en tant que matériau et aux techniques qu'ils ont utilisées pour le façonner.



(fig.50) Crystal lamp
Dopplestudio

(fig.51) Sea salt stool
Karlijn Sibbel



(fig.52) Salt Works
Erez Nevi Pana





(fig.53) GEOTube Tower
Proposal Emerging Objects



(fig.54) Coral light
Eric Geboers
Matteo Baldassari







(fig.56) Wall of salt
Atelier Luma



(fig.53) Cristal de sel de mer
Atelier Luma

(fig.54) Panneau en sel
Atelier Luma



(fig.55) Processus de
cristalisation des panneaux
de sel Atelier Luma





(Fig.56)



(fig.57) Venus Chair
Tokujin Yoshioka

Dans le contexte du changement climatique et, plus particulièrement, de l'élévation du niveau de la mer, j'ai décidé de poursuivre cette exploration du sel de mer en tant que matériau de conception pour le designer produit dans les premières phases expérimentales de mon projet professionnel (pg.35). Le sel, matériau abondant et susceptible de se rapprocher de nous au fur et à mesure de la montée des eaux, représente une opportunité créative.

Les propriétés d'auto-assemblage des cristaux du sel marin, tout comme une imprimante 3D est la façon la plus efficace d'utiliser la matière. La cristallisation est un processus naturel que, si maîtrisé, peut donner des résultats assez prédictibles et uniques à la fois :

L'auto-assemblage est donc la troisième ficelle du métier de fabricant de matériaux naturels. Alors que nous dépensons une grande quantité d'énergie pour construire des choses de haut en bas, en prenant des matériaux en vrac et en les taillant pour leur donner la forme voulue, la nature fait l'inverse. Elle élabore ses matériaux de bas en haut, non en construisant, mais en auto-assemblant.¹

Le processus de cristallisation est étonnant par sa capacité à exécuter des créations que seuls les algorithmes les plus complexes peuvent atteindre. C'est comme si le sel était *programmé* pour s'assembler d'une façon précise en prenant en compte des nombreux facteurs physiques, chimiques et climatiques.

¹ Benyus, J. M. (1998). Biomimétisme : Quand la nature inspire des innovations durables. L'éco poche (édition spéciale 25 ans.). Paris: Rue de l'échiquier.

La vitesse de l'évaporation de l'eau a un effet direct dans la solidité de la cristallisation. En effet les résultats obtenus en 6 mois d'hiver n'ont pas pu être exploitables comme les objets qui ont été conçus dans une zone côtière plus chaude.

Ceci ne m'a pas ouvert des champs d'application immédiates mais il m'a aiguillé sur ma recherche théorique de notre rapport au temps.

(fig.58) Étude sur le sel marin
Pamela BERNAL



(fig.59) Étude sur le sel marin
Pamela BERNAL

(fig.60) Étude sur le sel marin
Pamela BERNAL

(fig.61) Étude sur le sel marin
Pamela BERNAL





(Fig.61)

Systèmes : Écosystèmes

Le troisième niveau décrit par Janine Benyus, est celui des écosystèmes, se mélangeant avec ma troisième classification d'usage des technologies, les technologies high-tech. Le niveau des écosystèmes est le plus complexe du vivant. Les millions d'informations, d'interconnexions, et d'interactions à chaque instant ; tel les neurones de notre cerveau, tel les réseaux dans la forêt, telle les galaxies dans l'univers, d'une complexité inimaginable. Fort heureusement, nous avons inventé des technologies capables de stocker une quantité massive des données, pouvant ensuite les analyser et nous donner des résultats. Les algorithmes, logiciels et intelligences artificielles, si utilisés pour résoudre les problèmes colossaux auxquels l'humanité fait face, peuvent peut-être justifier les minéraux rares, et l'énergie utilisée pour les opérer. Si bien, il est vrai que les technologies nous ont menés jusqu'à là où nous sommes en termes de crise climatique, il ne s'agit que des outils qui ont été mal utilisés. Leur potentiel reste immense quand il est dirigé vers le bon chemin.

Pour apprécier la complexité des écosystèmes nous pouvons nous rapprocher des forêts. Dans une forêt de pins, un organisme pouvant également être utilisé en tant que matériaux isolant (pg22), est le responsable des communications de la forêt. Le mycélium agit comme un réseau Internet, ses racines se connectent avec les arbres autour et leur permettent de transporter de l'eau et des produits

***Bois Vaste Réseau** [traduction libre] **Jeu de mots faisant référence à l'acronyme www**

****Champignons qui forment des associations symbiotiques**

chimiques pour les maintenir en vie et communiquer entre eux. Ce réseau a été baptisé *Wood Wide Web**. Comme sur Internet, les forêts ont des *nœuds*, c'est-à-dire des arbres avec plus de connexions que les autres, ces arbres sont souvent les plus vieux et résistants. A la vue de leur taille, il arrive souvent qu'ils aient trop des nutriments résultant de la photosynthèse, si cela arrive, ils peuvent les distribuer via le Mycélium, qui en consomme un peu, pour le redistribuer aux arbres plus petits de son espèce, voir d'autres espèces symbiotiques. En termes de défense, si un arbre est attaqué, il enverra des signaux aux autres arbres qui pourraient l'aider ou suivant les espèces, produire des phéromones pour repousser le danger. Des chercheurs d'une étude de site au Canada ont compté qu'un seul arbre était connecté à 47 autres arbres à travers son réseau de mycélium. Soixante pour cent des espèces des arbres dans le monde sont associés avec ce type de réseau avec une des espèces des champignons mycorhiziens** . Les relations entre les arbres ne sont pas toutes bénéfiques, il existe des plantes qui *hackent* le système et qui volent des nutriments du réseau jusqu'à éliminer la concurrence. Avec la mondialisation et l'introduction des espèces invasives, la biosphère est en train de vivre une bataille sanguine mais silencieuse qui s'ajoute aux conséquences du changement climatique.¹ Comprendre la complexité des écosystèmes peut, non seulement nous aider pour optimiser nos réseaux de déplacement des ressources, d'informations et de défense*, mais avoir une meilleure compréhension peut nous permettre de *réparer* nos dégâts en ayant entièrement conscience de l'impact de notre intervention sur le système.

¹ Underground Network Distributes Resources—Biological Strategy—AskNature. (s. d.). Asknature.org. Consulté mai 7, 2023, à l'adresse <https://asknature.org/strategy/fungal-network-distributes-resources/>

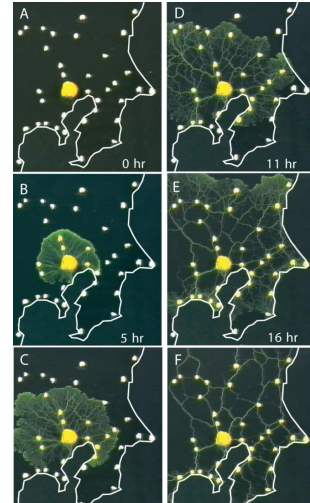
Les écosystèmes et les systèmes informatiques partagent beaucoup de concepts similaires, même si leur lexicographie varie. Un système informatique n'est pas autonome, il dépend des tâches qu'on lui a programmé à exécuter. Un écosystème est constitué d'êtres vivants interagissant qu'avec leur environnement. Depuis l'analogie du système informatique, chaque être d'un écosystème est *programmé* à accomplir un certain nombre d'actions pour assurer leur contribution à ce *système*. Plus l'organisme est *développé* plus ses interactions sont complexes. Néanmoins, l'action la plus *basique* résulte d'une *programmation* extrêmement intriquée.

Prenons par exemple le myxomycète, un organisme unicellulaire capable de tracer des routes très complexes pour trouver la façon la plus efficace d'aller jusqu'à sa nourriture. Bien évidemment qu'un organisme unicellulaire dit, organisme sans cerveau, système nerveux et organes. Les myxomycètes appartenant au domaine des Eucaryotes*, qui existent depuis environ un milliard d'années. Ils ont évolué pour devenir très efficaces à leur unique objectif : se nourrir et survivre. Un groupe de scientifiques japonais a placé des flocons d'avoine à des endroits correspondant aux principales villes du Japon et en l'espace de 5 à 6 jours, il a dressé la carte du réseau ferroviaire complexe qui a pris des années aux ingénieurs à cartographier.¹

Bien que la capacité du myxomycète à créer des routes complexes est admirable, le but ce n'est pas de les vendre dans un tube d'essai à tous les urbanistes qui souhaitent s'inspirer de cette méthode. C'est pourquoi des chercheurs ont observé et déchiffré le comportement du myxomycète pour concevoir un logiciel qui peut reproduire son principe. De cette façon, nous pouvons concevoir le réseau de trafic des nouveaux pays émergents ainsi que planifier le développement des villes et des logements. En assurant un flux intuitif des ressources et des communications, les villes gaspilleront moins d'énergie, le tout grâce à un organisme sans cerveau.

Le système informatique inspiré du myxomycète est un exemple des nombreuses fonctions que nous avons réussi à déchiffrer grâce aux systèmes informatiques. Rien que sur *Rhinocéros*, un logiciel 3D, l'extension de *Crashopper* permet d'avoir un panel très divers des fonctionnalités inspirées du vivant qui permettent de reproduire des schémas très complexes qui prendraient des années à calculer manuellement comme l'a fait Gaudi avec son système des courbes caténales dans La Sagrada Familia. Pour citer quelques fonctionnalités biomimétiques sur *Crashopper*, nous avons la fonction des cellules voronoïd, bien évidemment les fractales, ainsi que les courbes caténales.

(fig.62) Carte de Tokyo couverte par le myxomycète
Extrait du journal Le Monde



*Domaine regroupant tous les organismes unicellulaires ou multicellulaires dotés d'un noyau.

¹ Herzberg, N. (2017). Quand le « blob » se développe selon le réseau ferré de Tokyo. Consulté juin 4, 2023, à l'adresse https://www.lemonde.fr/sciences/article/2017/06/19/quant-le-blob-se-developpe-selon-le-reseau-ferre-de-tokyo_5147467_1650684.html

Programmation et design paramétrique

Au cours de mes études, j'ai eu l'occasion de m'initier brièvement à la programmation et, au fur et à mesure que les cours avançaient, j'ai découvert une forte ressemblance entre *l'aléatoire* en tant que concept dans la nature et en tant que fonction dans le codage. De plus, la géométrie et plus spécifiquement les fractales, comme décrits dans le livre *The fractal geometry of nature* de Benoit B. Mandelbrot rapproche les mathématiques de la nature et le codage. Sylvain Lefebvre décrit l'influence des fractales dans le codage dans son livre *Objectifier*: «Les travaux du mathématicien Mandelbrot sur les fractales et les processus aléatoires ont constitué une source d'inspiration majeure pour l'imagerie de synthèse. Grâce au langage mathématique des fractals, inspirée d'une série* qui se répètent couramment dans la nature, nous avons pu produire le codage nécessaire permettant des images artificielles .

Le codage n'est qu'une retranscription des langages utilisant la puissance de calcul des ordinateurs pour compléter des tâches prédéfinies. La nature à tellement de paramètres que seuls les ordinateurs peuvent compter et en

(fig.63) Chou Romanesco
Extrait de Maison Colom.





(fig.64) Heydar Aliyev Center
Zaha Hadid. Photo d'Iwan Baan

(fig.65) Fondation Louis Vuitton
Frank Gehry

sortir une synthèse lisible. Le design paramétrique, inspiré des systèmes biologiques, est une combinaison de technologie et de nature qui produit des résultats hypnotisant qui se rapprochent au plus près des formes du vivant. Des architectes tels qu'Antonio Gaudi et Frei Otto faisaient du design paramétrique non-digital, Gaudi avec des chaînes et Otto s'inspirait des à partir des bulles de savon. Aujourd'hui grâce aux logiciels 3D, des architectes comme Frank Gehry ou encore Zaha Hadid peuvent calculer et construire les formes les plus complexes qu'ils imaginent.

Néanmoins comme Frei Otto l'a dit, les logiciels ne peuvent que nous aider à mettre en place ce que nous avons conceptualisé auparavant:

The computer can only calculate what is already conceptually inside of it; you can only find what you look for in computers. Nevertheless, you can find what you haven't searched for with free experimentation.¹

***L'ordinateur ne peut calculer que ce qu'il contient déjà sur le plan conceptuel ; on ne peut trouver que ce que l'on cherche dans les ordinateurs. Néanmoins, on peut trouver ce que l'on n'a pas cherché en expérimentant librement [traduction libre]**

Pour Otto, l'expérimentation libre était le moyen de trouver son inspiration, l'outil technique n'est qu'un instrument dans la conception.

¹ Yunis, N. (2015, mars 18). Frei Otto and the Importance of Experimentation in Architecture. ArchDaily. Consulté juin 4, 2023, à l'adresse <https://www.archdaily.com/610531/frei-otto-and-the-importance-of-experimentation-in-architecture>



(Fig. 65)

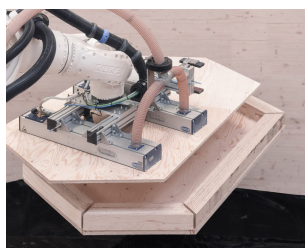
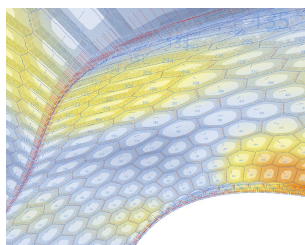
Il existe pourtant des méthodologies de création utilisant la technologie au sein d'une démarche expérimentale. Tel est le cas des projets expérimentaux de l'Université de Stuttgart, qui depuis une décennie, s'intéressent à la structure squelettique des oursins pour créer des pavillons en bois. Le pavillon en bois BUGA 2019 a été le point culminant créé à l'aide d'un assemblage robotisé et un flux de travail entièrement automatisé. Ceci a requis deux millions de lignes de codage personnalisées ainsi qu'une plateforme d'assemblage robotisée développée spécifiquement pour le projet. Le résultat est une structure avec 376 segments de plaques uniques avec 17 000 articulations. La complexité de la structure et la précision requise pour la fabriquer font appel aux plus grands défis technologiques et demandent en soi une énorme créativité de conception des nouveaux processus de fabrication. Le résultat de cette conception inspirée de l'oursin permet d'obtenir une structure résistante et donc très efficace.

La deuxième inspiration pour les pavillons d'ITKE* vient des ailes de coléoptères**. L'équipe de recherche explique que les structures porteuses en biologie sont des composites de fibres telles que la cellulose, la chitine ou le collagène. Pour imiter cela, l'équipe a utilisé des plastiques renforcés de fibres de verre et de carbone qui partagent des caractéristiques essentielles avec les composites naturels.

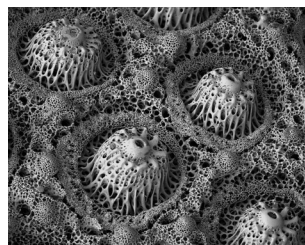
* The Institute of Building Structures and Structural Design

**Ordre d'insectes dont les scarabées et coccinelles font partie.

(fig.66) Pavillon en bois
BUGA 2019 ITKE



(fig.67) Structure
squelettique d'un oursin
sous le microscope Gary
Brake





(Fig.68)

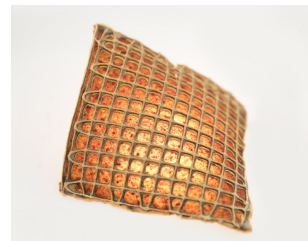
(fig.68) Pavillon en fibre de verre et de carbone 2019 ITKE

Dans cette approche, qui peut être considérée comme une forme de fabrication additive, deux robots ont construit les panels à travers des filaments tout comme l'impression 3D. Comme expliqué auparavant, l'avantage de ce processus est qu'il n'y a pas de déchets de production ou de chutes de matériaux. Dans l'échelle de l'architecture et du design de produit en série, ce processus permet d'économiser des quantités importantes de matériaux.

Tandis que le pavillon BUGA a été expérimenté avec des matériaux partageant les caractéristiques des composites naturels, Neri Oxman intègre les composites naturels directement dans son projet Aguahoja. Le projet Aguahoja défend la cellulose, la chitine et la pectine, qui sont des matériaux sans équivalent synthétique. Son pavillon, créé à partir des bio-polymères, offre une alternative aux matériaux polluants comme le plastique. Sa structure en bio-composite incorpore des motifs qui optimisent la stabilité structurelle et la flexibilité. Au fil du temps, l'évaporation de l'eau solidifie le système, capable d'évoluer avec la chaleur et l'humidité.



(fig.69) Aguahoja
Neri Oxman

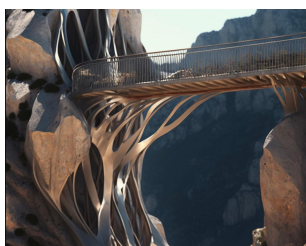


Si bien les approches technologiques ne sont pas incompatibles avec le biomimétisme, chacun trouve l'équilibre qu'il veut donner au projet. Alors que Neri Oxman préférerait utiliser la bioassistance combinée à la robotique, les services ITKE ont poussé l'automatisation à son paroxysme

L'automatisation générée par le codage a atteint un nouveau palier grâce aux intelligences artificielles. Bien qu'il s'agisse d'un défi pour de nombreuses professions, le domaine de la création est particulièrement touché. Comme à chaque révolution technologique, elle demande à l'humain d'être encore plus humain et de laisser l'exécution aux machines.

Le designer Ross Lovegrove expose sur son instagram ses expérimentations sur l'intelligence artificielle génératrice d'images Midjourney. Bien que les images aient été entièrement conçues par une machine, nous pouvons très clairement distinguer une continuité dans l'identité de Lovegrove. Elles ne perdent pas le fil conducteur de ses recherches.

(fig.70) Images générées sur Midjourney Ross Lovegrove





**(fig.71) 3D Printed
Photobioreactors
PhotoSynthetica.**

Le studio PhotoSynthetica, spécialisé dans la conception des structures vivantes*, est en train d'intégrer dans leur protocole de conception et de gestion une IA qui cartographie les variations micro-climatiques et la santé des cultures d'algues. Ils envisagent d'intégrer dans leur système la possibilité de spécifier les comportements souhaités (productivité, résilience, maintien, transparence) ce qui donnera à l'IA les instructions pour concevoir l'environnement optimal pour y arriver au résultat attendu.

Même si nous nous méfions des intelligences artificielles en raison de leur potentiel de malveillance, les limites de la création de solutions sont proportionnellement abondantes. Il est trop tôt pour savoir l'impact direct que ces technologies auront sur nos vies et en tant que phénomène sociologique. Le monde évolue trop vite pour voir leur impact à long terme, mais une chose est sûre : elles sont arrivées et c'est à nous de nous adapter et d'adapter nos pratiques autour d'elles.

**(fig.72) 3D Printed
Photobioreactors
PhotoSynthetica.**



(Fig.72)

TRES





En quoi la créativité du designer produit peut être déterminante dans la façon de trouver des solutions pour les défis climatiques, notamment la montée des eaux?

Alors que les progrès que nous réalisons progressivement suivent une courbe plutôt ascendante, nous devons nous préparer en parallèle à ce qui se produit déjà à la suite de nos années d'inaction. Ayant vécu dans une zone de tsunami et d'inondation, et ayant connu de nombreux ouragans, puis un tremblement de terre de catégorie 8,2, j'ai pu constater l'ampleur des conséquences d'un manque de préparation à ces catastrophes naturelles. Mes expériences de dites phénomènes ont eu lieu au Mexique, mais si ceci nous rassure, car nous croyons que cela ne va jamais nous arriver, ce n'est que perpétuer une pensée dangereuse. S'il est peu probable qu'un ouragan frappe la France, les inondations, tempêtes et feux des forêts risquent de s'aggraver dans les années à venir.

Nos dirigeants se sentent concernés lorsque les chiffres les mettent sous les feux des critiques dans la presse, mais heureusement pour eux, c'est quelque chose qu'ils *ne peuvent pas contrôler*. Certes, les catastrophes naturelles sont incontrôlables et imprévisibles, mais il est possible et nécessaire de prendre des mesures pour mieux y faire face. L'argument est souvent qu'il y a des choses plus urgentes à faire que de se préparer à quelque chose qui n'arrivera probablement pas pendant leur mandat. Peut-être que lorsque la probabilité d'une catastrophe naturelle sera si élevée qu'aucun politicien ne pourra éviter le problème dans les quelques années de son mandat, de vraies mesures commenceront à être mises en œuvre.

La France n'est pas habituée à de tels événements et ne les prend généralement pas au sérieux. Emma Haziza Doctorante hydrologue qui travaille sur «l'optimisation de la gestion du risque d'inondation en France.»¹, alerte sur le manque de réactivité de l'État Français. Elle explique qu'il est presque impossible de convaincre les politiciens de prendre des mesures préventives et que, malheureusement, lorsqu'elle est appelée pour un deuxième avis, il est souvent trop tard. À ce stade, le seul recours est l'évacuation, si ce n'est pas aussi déjà trop tard pour cela. Dites catastrophes ont des conséquences bien plus graves par le manque de réactivité, ou le déni, des autorités, que par l'ampleur de la catastrophe en elle-même. Il est non seulement tragique de voir le nombre de

¹ Emma, H. (2023). Mayane | Emma Haziza. Mayane. Consulté février 13, 2023, à l'adresse <https://mayane.eu/emma-haziza/>

vies perdues, mais aussi dévastateur de savoir que cela aurait pu être évité avec les moyens dont nous disposons actuellement.

Après le passage d'une catastrophe naturelle dans un pays en développement, la population touchée a en moyenne deux ans de retard dans la lutte contre le changement climatique. Ceci est plus ou moins long par rapport aux moyens de chaque pays pour se reconstruire. Durant cette étape de choc, nous passons en mode survie et oublions que nos actions influencent la prochaine crise.

C'est pourquoi, par exemple, lors de la crise de Covid-19, les masques, les gants et les produits jetables n'ont été remis en question par le public que dans un deuxième temps. La vulnérabilité soulignée par cette pandémie, met en évidence le manque de préparation aux catastrophes dont la fréquence et l'ampleur augmenteront dans les années à venir. Nous ne pouvons plus nous permettre de faire pause au changement climatique jusqu'à la reprise de la normalité, les phénomènes naturels feront partie de la normalité et cela dépendra de nous de les empêcher de devenir des catastrophes.

A

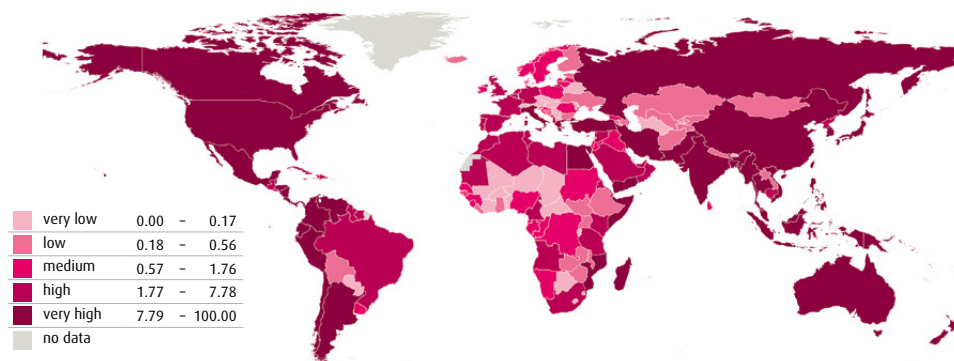
Quelles sont les conséquences le plus critiques et comment nous y faisons face?

Les catastrophes naturelles augmenteront en fréquence et en puissance dans les prochaines 100 ans vont tous nous toucher sans exception. Si nous sommes dans une zone où les cyclones, les tremblements de terre, les glissements de terrain et les éruptions volcaniques ne nous atteignent pas, il n'en est peut-être pas le cas pour les sécheresses, les feux de forêt, les tempêtes, ou les inondations. Si bien tous ces phénomènes naturels vont augmenter en fréquence, ils ne deviennent des catastrophes que quand ils atteignent une population vulnérable sans un mécanisme d'adaptation efficace. Voici deux cartes extraites du *World Risk Report 2022*, la première montrant le niveau de risque des catastrophes naturelles, la seconde montrant l'absence de mécanismes d'adaptation.

(fig.73) Carte des Risques
World Risk Report 2022.

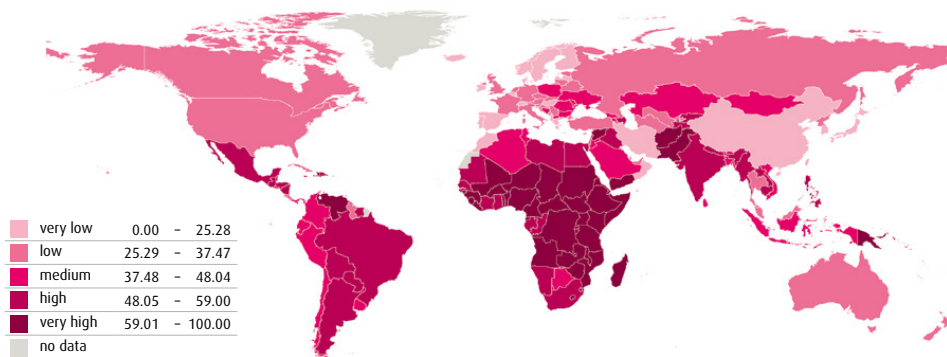
Exposure

Sphere of exposure to earthquakes, tsunamis, coastal flooding, riverine flooding, cyclone, droughts and sea level rise



Lack Of Adaptive Capacities

Related to developments in education and research, reduction of disparities, investments, disaster prevention and climate protection



(fig.74) Carte des Mécanismes d'adaptation
World Risk Report 2022.

Les inondations sont les catastrophes naturelles, les plus courantes et les plus coûteuses. La montée du niveau de la mer est graduelle, mais elle devient le niveau de base pour les ondes de tempête, les marées et les vagues, ce qui leur permet de rentrer plus loin à l'intérieur des terres.¹

***Soit 7,14 % de 11,2 milliards d'habitants attendus pour 2100 par l'ONU**

Les prédictions les plus récentes estiment qu'en 2100, la mer aura monté de 65 cm si nos émissions carbone continuent au même rythme qu'actuellement.² La même année, 20 grandes villes côtières auront atteint un total de plus de 8 millions d'habitants*, auxquels s'ajouteront les petites localités adjacentes.³

Sans adaptation, on estime que d'ici 2100, les coûts des catastrophes liées à l'élévation du niveau de la mer entraîneront des pertes annuelles pouvant atteindre 9,3 % du produit intérieur brut mondial.⁴

Si les estimations présentées ci-dessous peuvent varier en fonction de la profondeur des études en question, la trajectoire est claire et ignorer le travail des scientifiques serait faire preuve de négligence.

1 Scambos, T., & Abdalati, W. (2022b). How fast is sea level rising? Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 54(1), 123-124. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15230430.2022.2047247>

2 NUNEZ, C. (2023, avril). Sea level rise, facts and information. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/sea-level-rise-1>

3 Nicholls, R. J. (2003). Case study on sea-level rise impacts.

4 Hinkel, J., Lincke, D., Vafeidis, A. T., Perrette, M., Nicholls, R. J., Tol, R. S. J., Marzeion, B., et al. (2014). Coastal flood damage and adaptation costs under 21st century sea-level rise. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(9), 3292-3297. Proceedings of the National Academy of Sciences. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1222469111>

1.1 L'importance et la menace de la mer qui nous à vus naître.

Il ne faut pas exploiter mais admirer, s'émerveiller, voire aimer la mer. Ce n'est pas contre-productif avec la sphère économique. Je crois par exemple beaucoup au biomimétisme : découvrir que la mer sait faire des choses que nous ne savons pas faire. Elle est en avance en matière de recherche et développement.¹

La mer nous a vu naître, ainsi que toutes les espèces de cette terre. Elle contient 80 % de la biodiversité, non pas parce que les océans forment 72 % de la surface du globe, mais parce qu'elle est beaucoup plus ancienne que les terres émergées. Elle a également quatre dimensions, dont nous ne connaissons qu'une seule : la surface, utilisée pour la pêche et le commerce. La deuxième dimension est celle d'épaisseur d'eau, qui descend jusqu'à 11 kilomètres dans la fosse des Mariannes. La troisième dimension représente 72 % des terres immergées et inconnues de notre planète. La quatrième est la biodiversité du sous-sol marin, qui est complètement différente du sous-sol terrestre. Dans la mer, par exemple, il existe trois règnes végétaux : le vert, le rouge et le brun. Sur terre, il n'y en a qu'un seul : le vert.

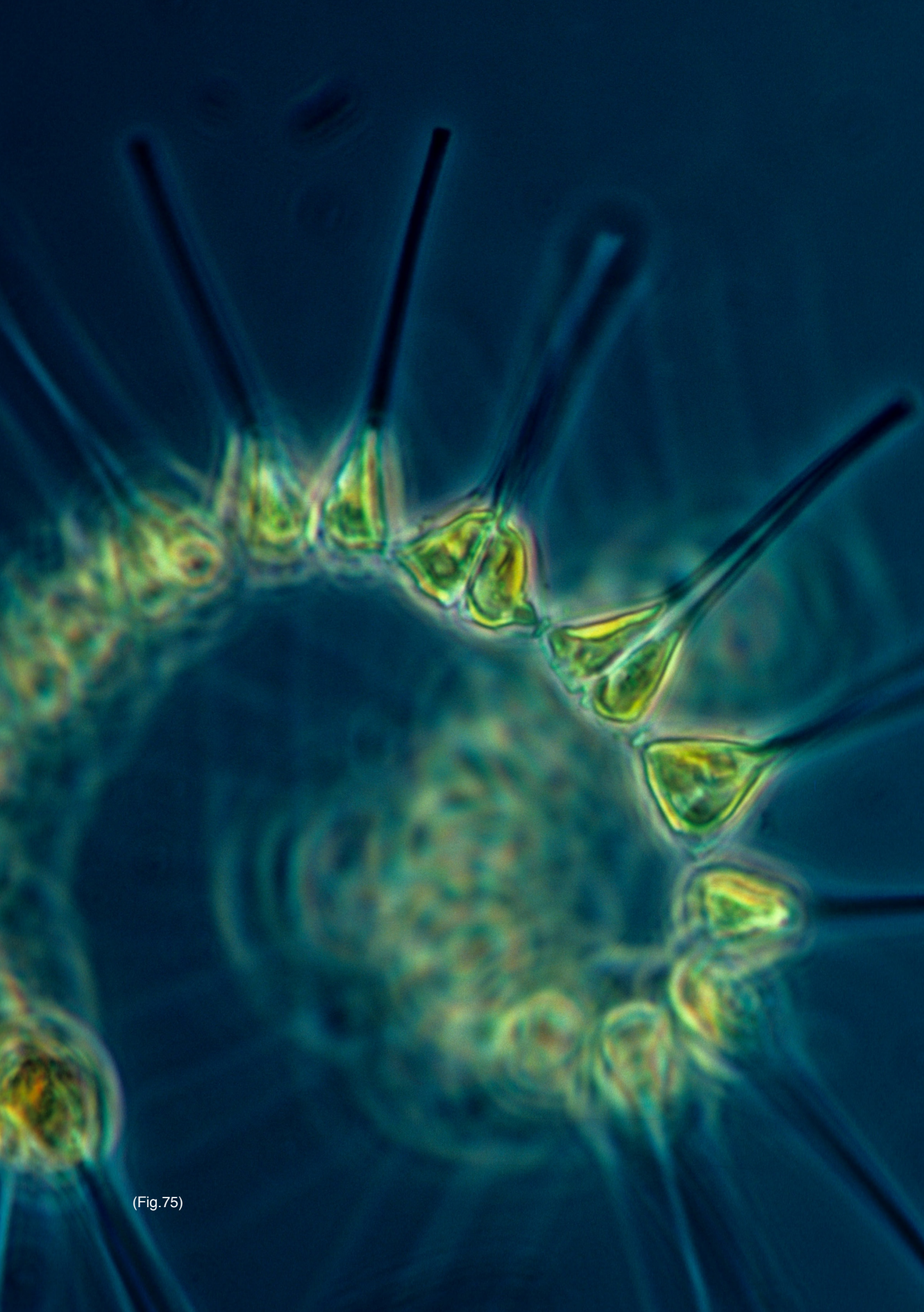
Les scientifiques estiment que l'on ne connaît pas plus de 3 % de la microbiologie marine, qui présente un énorme potentiel dans le secteur de la santé, par exemple. La dernière classe d'antibiotiques, la céphalosporine, provient de la mer. Des études réalisées sur 66 champignons marins promettent d'aider dans la lutte contre le cancer. Les anémones de mer font l'objet d'études sur les analgésiques. La mer représente également une grande opportunité en termes d'énergies renouvelables marines : de l'énergie thermique des mers aux turbines marémotrices.

Tout cela pour dire que si la vie terrestre a encore beaucoup à nous apprendre, la vie marine a également beaucoup de potentiel, notamment pour nous aider à mieux nous adapter aux changements que nous avons provoqués et qui rapprochent la mer de nos villes. Comme a dit Gaïdz Minassian « La mer contient aussi la quasi-totalité des solutions pour un avenir durable. »

De plus, la France dispose du deuxième espace maritime au monde, avec plus de 11 millions de kilomètres carrés, grâce à ses territoires d'outre-mer. Ceci représente une énorme opportunité de recherche et d'innovations qui pourrait nous placer dans la pointe de l'innovation maritime. Sous la coordination d'un pays comme la France, avec le soutien de l'Union européenne, et grâce à l'extension géographique des départements d'outre-mer, nous pourrions protéger, étudier et tester une multitude de solutions à la montée des eaux à l'échelle locale et même globale.²

1 Minassian, G. (2022). Nous n'aurons pas d'océan de rechange ! Consulté à l'adresse https://www.lemonde.fr/international/article/2022/10/02/environnement-nous-n-aurons-pas-d-ocean-de-rechange_6144060_3210.html

2 *Ibid.*



(Fig. 75)

Laurent Bopp, Océanographe et climatologue, auteur et contributeur au GIEC et directeur de recherche du CNRS* (GIEC**), explique :

L'océan est un acteur clé du système climatique, car il absorbe plus du quart de nos émissions de CO₂ chaque année. Ainsi, il ralentit la vitesse à laquelle la concentration de CO₂ augmente dans l'atmosphère et donc la vitesse du changement climatique. Mais l'océan absorbe aussi une part très importante de la chaleur additionnelle qui résulte de l'augmentation de l'effet de serre. Là encore, on peut dire que sans l'océan, le changement climatique serait beaucoup plus important.¹

Bopp explique le rôle de l'océan dans le changement climatique: «Un régulateur très généreux dont nous avons abusé, ce qui entraîne des conséquences proportionnelles.» En absorbant le CO₂, la mer devient plus acide, ce qui menace les 97 % qu'il nous reste à explorer.

*Centre national de la recherche scientifique

**Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

L'océan lui-même n'est pas menacé, puisqu'il a déjà atteint 360 °C, mais pour l'homme, la limite est de 42 °C et toute espèce qui ne peut pas s'adapter aux nouvelles conditions que nous créons brusquement ne pourra pas continuer à vivre.² Nous parlons souvent de l'interdépendance des espèces comme si elle ne nous concernait pas, alors que depuis 1950 nous avons 40 % de phytoplancton en moins, responsable de 50 % et 70 % de l'oxygène que nous respirons. En 70 ans, nous avons réussi à faire disparaître 90 % des poissons, dont 40 % servent à nourrir les porcs et les poules. Boris WORM et Daniel PAULY, spécialistes des océans, prédisent que d'ici 2048, il n'y aura plus d'industrie de la pêche, car les barrières de corail auront cessé d'exister.³

La mer nous a vus naître et très probablement nous verra périr, comme beaucoup d'espèces dans le passé (et dans le présent également). Bien que les phénomènes naturels puissent être catastrophiques, il s'agit simplement d'une tentative de régulation de la Terre face au déséquilibre que nous avons provoqué. La montée des océans est simplement le résultat de la dilatation de l'eau due au réchauffement climatique. À cela s'ajoute l'augmentation de la masse due à la fonte des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique. À long terme, ces changements modifieront le champ gravitationnel de la terre et la charge superficielle sur la surface terrestre. Ceci entraînera des mouvements tectoniques qui modifieront en retour encore une fois, le niveau de la mer par rapport à la terre. À échelle planétaire, les effets *immédiats* auxquels nous ne sommes pas encore prêts ne sont qu'une minuscule partie de l'effet total qui prendra des milliers d'années à se manifester.

(fig.75) Photo de microorganisme marin Extrait d'Unsplash par Noaa-RDE

1 Bopp, L. (2022, octobre 18). Vannes. « L'océan est un acteur clé du système climatique » : Un expert en conférence à l'Université. Ouest-France.fr. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.ouest-france.fr/bretagne/vannes-56000/vannes-l-ocean-est-un-acteur-cle-du-sys-teme-climatique-un-expert-en-conference-a-l-universite-0d023150-4e14-11ed-9f42-5034af-1f4e7f>

2 *Ibid.*

3 Watson, P. (2016). Paul Watson, fondateur de Sea Shepherd : Plongée en eaux troubles. Consulté février 16, 2023, à l'adresse <https://open.spotify.com/episode/6f2ArxxwUDaNSWEv-rZybdD>

L'interdépendance des facteurs est si complexe que les estimations actuellement disponibles sont sous-estimées. À l'échelle locale, les niveaux peuvent différer des taux à l'échelle mondiale en raison de la variabilité géographique. Par exemple, les taux de réchauffement, et donc d'expansion, varient en fonction de l'épaisseur des couches océaniques à chaque endroit. Les vents de surface et les échanges de chaleur avec les points d'eau douce peuvent également influencer le niveau des mers à l'échelle régionale.¹

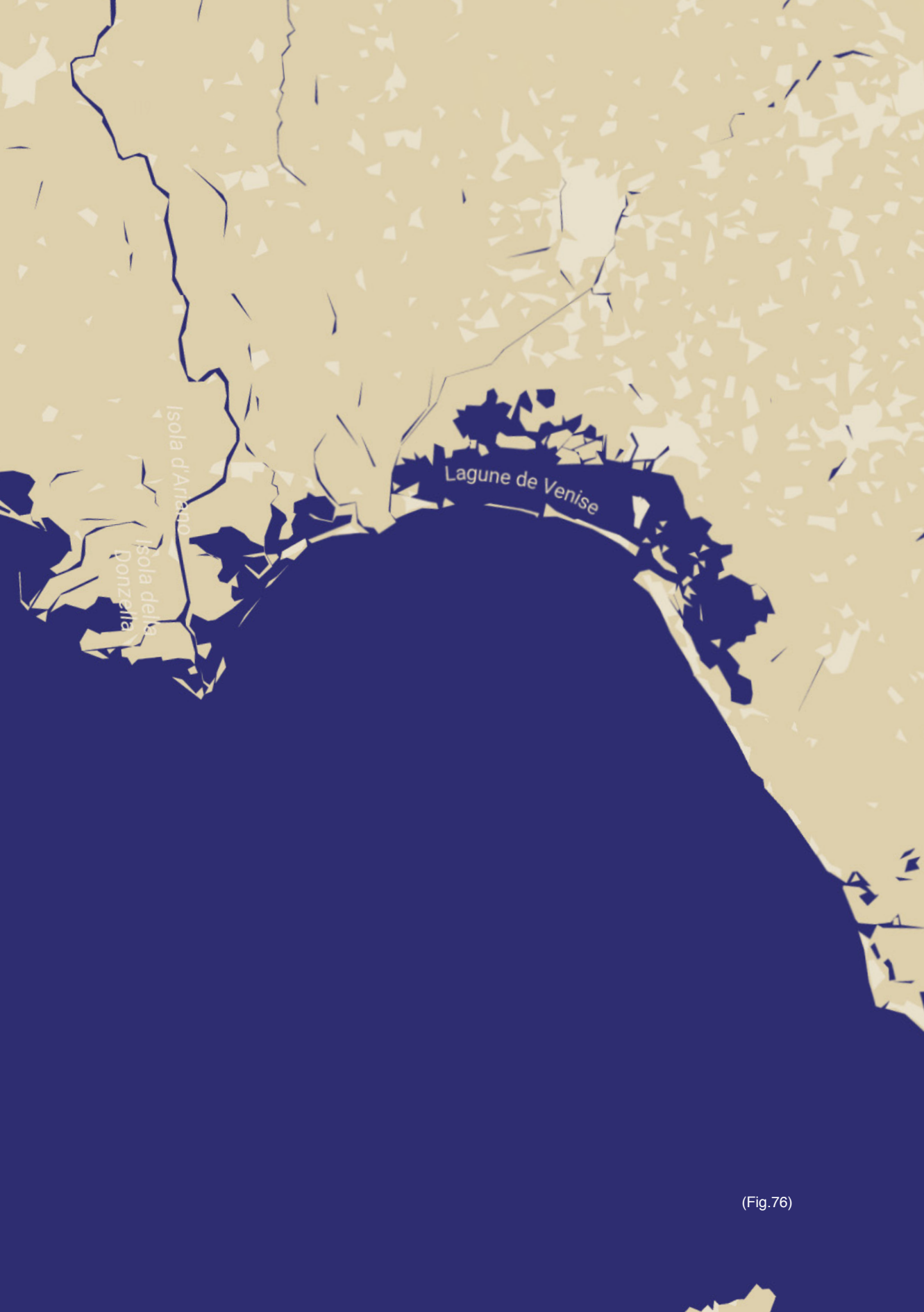
Le cas d'*Acqua Alta* à Venise est un exemple des facteurs très particuliers liés à sa géographie et à l'activité humaine qui démontrent l'importance de réfléchir à des solutions locales. Les inondations à Venise sont un phénomène naturel qui a été intensifié à la fois par d'autres phénomènes naturels et par l'intervention humaine. La marée basse de l'Adriatique est amplifiée par le *Sirocco*, un vent du sud qui pousse l'eau vers Venise. En automne, l'une des périodes où le *Sirocco* est le plus présent, les intempéries sont fréquentes et, par conséquent, les dépressions sont courantes. La dépression réduit la pression exercée sur la mer et provoque son expansion. La géographie de la mer Adriatique, qui est une zone fermée, fait que lorsque l'eau accumulée à Venise descend, elle rebondit encore en direction de Venise. Il n'est pas rare qu'un nouveau souffle du *Sirocco* et une dépression s'ajoutent à cette remontée, et ainsi de suite. Seulement avec ces phénomènes, l'eau peut atteindre jusqu'à 1,8 m lors de l'*Acqua Alta*.

De plus, Venise est en train de couler, car elle est située sur une plaque tectonique qui s'enfonce dans la croûte terrestre. À ceci, s'ajoutent les facteurs humains. Depuis 20 ans, le gouvernement autorise l'extraction des nappes phréatiques de la région pour en tirer du gaz, ce qui a eu pour effet de compacter le sol et d'enfoncer la ville de Venise de 10 cm supplémentaires. Autrefois, Venise était constituée de zones marécageuses qui permettaient d'absorber la force des marées. Au XXe siècle, ces terres ont été asséchées pour permettre la construction d'une zone industrielle, ce qui signifie que l'eau ne peut plus se disperser aussi facilement. Pour permettre aux pétroliers d'accéder à la zone industrielle, des canaux profonds ont été creusés qui apportent encore plus d'eau en cas de *Acqua Alta*. À cela s'ajoute la montée des eaux due au changement climatique. Au total, en 100 ans, Venise a perdu 26 cm. Le phénomène *Acqua Alta*, qui ne se produisait que quelques fois par an, se produit désormais plus de 60 fois par an.²

Si le sort de Venise n'est pas optimiste, nous pouvons apprendre de ses erreurs pour préparer l'avenir. Nous sommes plus que jamais un monde interconnecté, et la coopération entre les nations est une opportunité pour la prévention. Les stratégies qui ont bien servi les Pays-Bas peuvent encore donner une seconde chance à Venise et inspirer la Chine et, collectivement, le reste du monde à l'avenir. Si l'on ajoute à cela des solutions biomimétiques inspirées des organismes marins, on peut qualifier les phénomènes naturels de phénomènes plutôt que de catastrophes.

1 Scambos, T., & Abdalati, W. (2022b). How fast is sea level rising? Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 54(1), 123-124. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15230430.2022.2047247>

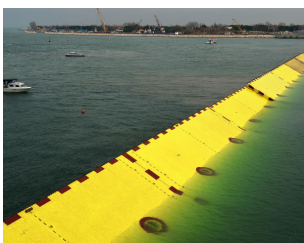
2 Le monde (2019) Pourquoi Venise risque d'être engloutie. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=rJprMR77u8g>



(Fig.76)

1.2 Programmes de prévention à l'échelle mondiale

(fig.76) Capture d'écran de la lagune de Venise Extraï de Google Maps



(fig.77) Système de barrières MOSE à Venise en 2014 Photo par Vincenzo Pinto

***L'affaire du MOSE démontre que les problèmes de Venise ont été utilisés comme prétexte pour invoquer des formules rhétoriques vides de sens de préservation, tout en permettant en réalité à des intérêts privés de voler la ville à l'aveuglette... Venise est donc un cas d'école de corruption publique.**
[traduction libre]

****L'idée qu'un seul programme puisse résoudre tous les problèmes de Venise ou de New York est ridicule. La mère de tous les projets n'existe pas. Si l'on réduit l'ambition et que l'on se demande si les grandes infrastructures peuvent faire partie de la solution, la réponse est oui, bien sûr.(...) À Venise, le MOSE a laissé peu d'espace - ou d'argent - pour développer une série d'interventions à long terme, renforcer la conservation des zones humides, rejeter le trafic pénible mais lucratif des bateaux de croisière, et peut-être même développer une alternative à l'utilisation de la lagune comme un énorme réservoir d'eaux usées.**
[traduction libre]

La situation à Venise nécessite un plan d'urgence à la hauteur, mais le système de barrières en place, connu sous le nom de MOSE, a été fortement critiqué, tant pour des raisons environnementales que pour la corruption liée à sa construction. Le projet a pris beaucoup plus de temps et a coûté plus cher à construire que prévu, mais il est enfin en place. Son premier test réussi a été en octobre 2020 quand le système a réussi à protéger Venise d'une vague de 1.3 m. Bien que le système puisse résister à une vague de 3 mètres et qu'il soit conçu pour supporter jusqu'à 60 cm d'élévation du niveau de la mer due au changement climatique, il sera bientôt débordé. Selon les prévisions actuelles, des infrastructures d'un coût total de 6 milliards seront obsolètes d'ici la fin du siècle. Un rapport de l'UNESCO de 2011 conclut que le système ne sera efficace que pour les prochaines décennies.¹

La quantité de matériaux utilisés et le coût de la construction et de l'entretien ne semblent pas justifier sa durabilité. Le coût élevé du système s'explique par le fait qu'il est invisible lorsqu'il n'est pas déployé, mais le questionnement de l'esthétique dans une question de survie, en l'occurrence, me semble secondaire. L'historien de l'art Salvatore Settis écrit dans son livre *If Venice Dies* (2016).

The MOSE affair demonstrates that Venice's problems have been used as a pretext to invoke empty rhetorical formulas of preservation, while actually allowing private interests to rob the city blind ... Venice is therefore a textbook case of public corruption.*

Avec un coût de 300 000 € par utilisation et l'opportunité d'un contrat d'entretien annuel, les sociétés de maintenance profitent de la situation aux dépens des citoyens et au profit des politiques.

Henk Ovink, l'expert néerlandais en matière d'eau et de changement climatique, compare la situation de Venise avec celle étudiée pour l'état de New York dans ses plans à l'avenir.²

The idea that a single program will end all problems for Venice or New York is ridiculous. There's no such thing as the mother of all projects. If you lower

1 Davidson, J. (2020, décembre 16). Venice's \$6 Billion MOSE Floodgates May Not Be Enough. Curbed.com. Consulté mai 13, 2023, à l'adresse <https://www.curbed.com/2020/12/venices-usd6-billion-mose-floodgates-may-not-be-enough.html>

2 *Ibid.*

the ambition and you ask, can big infrastructure be part of the solution, then the answer is yes, of course (...) In Venice, MOSE has left little space – or cash – to develop a suite of long-term interventions, fortify wetland conservation, reject the punishing but lucrative traffic of cruise ships, and maybe even develop an alternative to using the lagoon as an enormous cesspool. **

Ovink explique que les solutions techniques ont une limite dans la prévention des catastrophes naturelles. Traiter les symptômes d'une maladie en ignorant l'origine ne donne que plus de travail à long terme.

Le système de Venise peut inspirer des villes comme New York, San Francisco et Sydney par leur ressemblance géographique. En ayant une étude approfondie des erreurs et réussites du programme global, cette stratégie peut intégrer des solutions holistiques et efficaces. Un exemple d'une approche holistique est celui des Pays-Bas qui ont connu un réveil catastrophique accéléré en raison de leur faible altitude et de leur géographie. Le pays se trouve à l'intersection de trois grands fleuves européens et un quart de son territoire se trouve sous le niveau actuel de la mer. En 1953, alors que le pays se remettait encore des dégâts de la Seconde Guerre mondiale, une tempête a fait plus de 1 800 morts et entraîné le déplacement de plus de 72 000 habitants. Cette catastrophe a conduit à la construction du système de gestion de l'eau le plus sophistiqué au monde.¹

Les Delta Works sont une série de stratégies qui implémentent des infrastructures très modernes ainsi qu'un plan à long terme pour accommoder les villes en expansion. La barrière d'Oosterschelde qui originellement voulait fermer complètement l'estuaire pour le convertir dans un lac d'eau douce, a été fortement contestée par les environnementalistes. Une nouvelle barrière qui permet le flux des marées sauf dans les conditions extrêmes, et qui a permis de préserver la faune locale a été installée avec un coût supplémentaire de 2,5 milliards d'euros.*

Pour le commerce, le système de Maeslantkering, permet aux bateaux de naviguer quand les conditions le permettent, mais se referme aussitôt à l'approche d'une tempête. Tout au long du territoire, des digues d'herbe et des murs en béton complètent la protection. De plus, dans les décennies qui suivent les Delta Works, une série des projets s'ajoutent à l'intérieur des terres pour protéger encore plus des inondations. Par exemple, le plan comprend de relocaliser les granges et terrains d'agriculture loin des rivières pour permettre à l'eau de prendre cette place en cas d'inondation. Ceci permet également de créer des réservoirs et des habitats pour la faune



(fig.78) La Barrière d'Oosterschelde Extrait d'Unsplash par Siebe Swart

***Si nous considérons l'importance de l'équilibre de l'écosystème, ce coût supplémentaire n'est qu'un investissement à long terme. Surtout si on le compare aux 28 millions d'euros que coûtera à Los Angeles la restauration de sa rivière.**



(fig.79) Système de barrières Maeslantkering Extrait d'Unsplash par Siebe Swart

¹ Why The Netherlands Isn't Under Water. (2017). Consulté mai 13, 2023, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=i6DRRHxT-PA>

locale. Cette redistribution permet de regrouper les communautés, promeut le déplacement à vélo et des modes de vie plus durables. Le plan de la ville de Rotterdam, par exemple, protège le centre historique avec des digues, tandis que les nouveaux quartiers ont été soulevés de façon artificielle. Les nouveaux quartiers incorporent toutes sortes des structures qui absorbent et réutilisent l'eau de la pluie. Entre-temps, dans le port, des pavillons flottants profitent des bénéfices de la vie sur l'eau. Ils purifient l'eau et collectent l'énergie solaire pour leur propre usage.¹

Une stratégie inspirée de la nature met en place des infrastructures qui, au lieu de retenir l'eau, font place pour qu'elle soit absorbée par les villes. Ils les appellent les « villes éponge » par leur principe d'absorption, stockage et redistribution de l'eau.

De nombreux pays comme les Etats Unis, la Russie, l'Inde et surtout la Chine sont en train de les mettre en place. Le cas de la Chine est intéressant, car il s'agit d'un projet à une toute autre échelle. Au total, 30 grandes villes ont été choisies en 2016 pour tester le projet. L'idée, c'est que 80 % de ces villes réutilisent 70 % de l'eau de pluie pour 2030. Des espaces entiers ont été re-désignés pour laisser de la place à l'eau pour qu'elle puisse être naturellement absorbée par le

¹ Why isn't the Netherlands underwater? - Stefan Al. (2020). . Consulté mai 13, 2023, à l'adresse https://www.youtube.com/watch?v=25LW_PG2Zul



(fig.80) Parc de Jinhua Yanweizhou Extrait de Turenscape



(fig.81) Parc Mangroove Extrait de Turescape



(fig.82) Parc de Jinhua Yanweizhou Extrait de Turescape



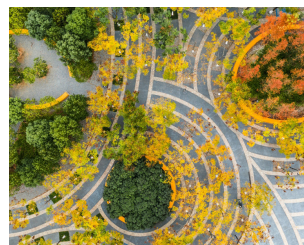
(fig.83) **Bioswale** Photo par
The Klausung Group

sol, comme auparavant.¹

Des systèmes de canaux vivants appelées *Bioswale* absorbent l'eau de pluie et la filtrent. Des nouveaux matériaux composite avec la solidité du béton, mais la perméabilité du gravier a été développé pour permettre l'eau d'être absorbée par la terre.

Le nouveau projet Grand canal Asian Games park- Sponge city project par Architecktonic, a été entièrement aménagé pour permettre la réutilisation d'eau pluviale dans ses installations.

Malheureusement, ceci ne suffit plus à cause du changement climatique, quand des années de pluie tombent sur une période de quelques jours, les limites desdites constructions sont très vite dépassées. Ceci veut dire que la stratégie des villes éponge est le niveau de basse que toute ville devrait rattraper pour ensuite penser aux événements naturels d'amplitude majeure.



(fig.84) **Sol perméable dans le parc de Jinhua Yanweizhou**
Extrait de Turenscape

¹ China is Building Sponge Cities to Fix Its Flood Problem. (2021). . Consulté mai 13, 2023, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=jursRm7mnQk>

(fig.85) **Parc Grand canal Asian Games** Extrait d'Architectonics



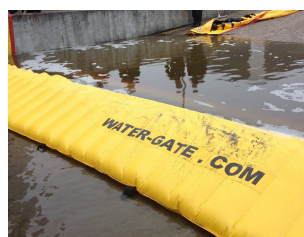
(Fig.85)

1.3 Le design de produit comme complément dans la stratégie de prévention d'inondation

Les dispositifs d'urgence à échelle urbaine arrivent petit à petit, leur implémentation n'est pas immédiate et nécessite des mesures complémentaires d'urgence. La plupart des gouvernements attendent le lendemain d'une catastrophe pour commencer un plan d'action, et dès le début du plan jusqu'à son implémentation, le risque est latent. Le design de produit peut intervenir dans ces situations en complément des mesures à long terme. Bien que cela nécessite des mesures spécifiques à chaque pays, ce qui est intéressant, c'est le processus créatif et les outils que le designer produit peut apporter en termes de prévention et de réponse.

Le système de protection d'inondation d'urgence Water Gate conçu par le designer Industriel Daniel Déry est un dispositif d'urgence qui prend de plus en plus de pertinence face au dérèglement climatique. Il s'agit d'un barrage souple qui exploite la dynamique des fluides pour se remplir, se déployer et se stabiliser au passage de l'eau.

Sur leur site officiel, ils expliquent l'histoire de la conception de Water Gate qui s'inspire des Arts Martiaux dont la force qui est



(fig.86) Exemple d'usage du dispositif Water-Gate en cas d'urgence Extrait de Water Gate

(fig.87) Test de déploiement du Water-Gate Extrait de Water Gate

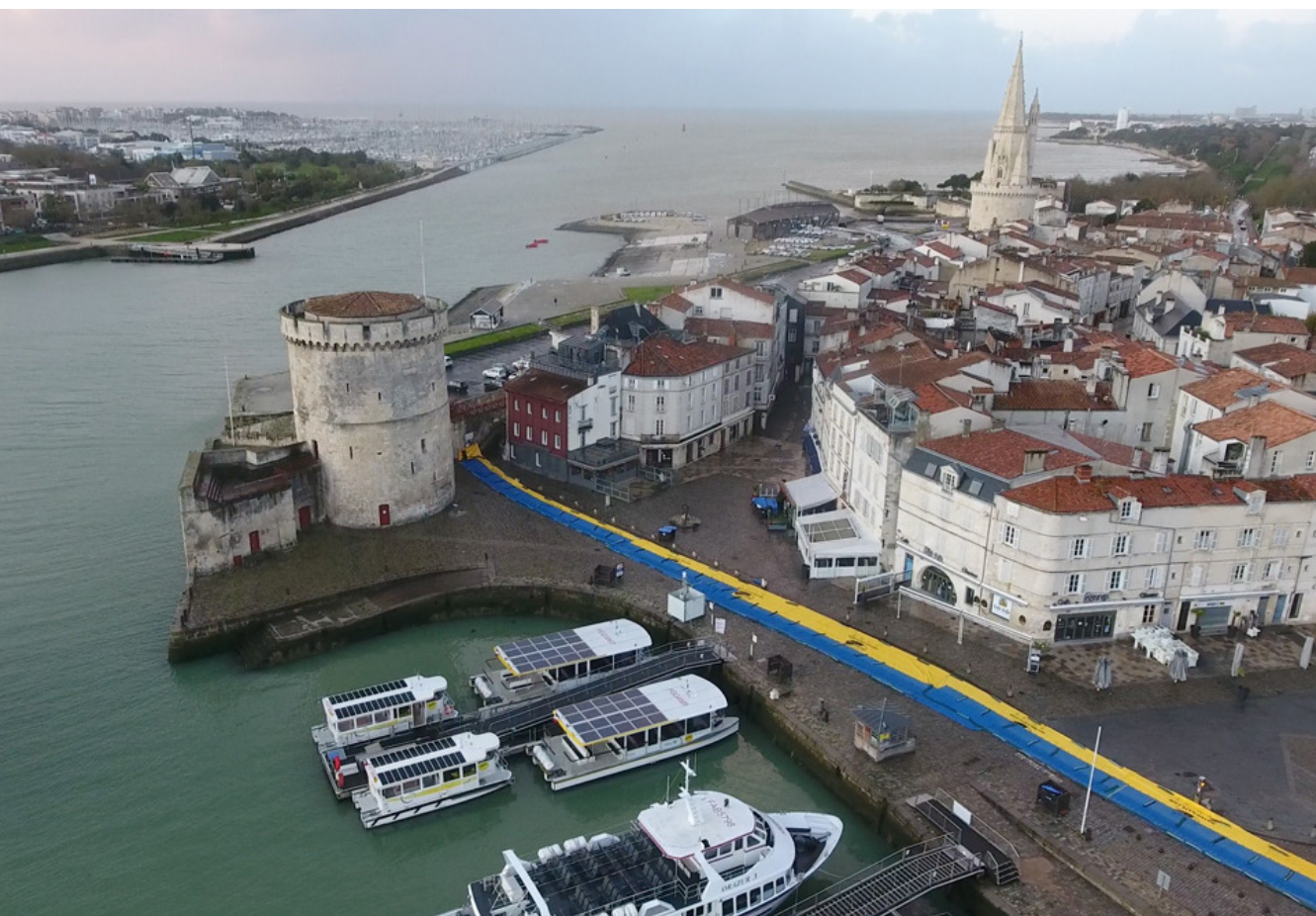


excentrée contre soi peut-être est utilisée pour se défendre. De cette façon, l'eau arrête l'eau sans structures complexes ni énergie supplémentaire. Aujourd'hui, ce dispositif est utilisé pour les inondations, pour la rétention temporaire d'eau et pour filtrer des cours d'eau. Il a même été redimensionné pour pouvoir servir comme dispositif d'urgence par des villes comme La Rochelle.

À La Rochelle, le dispositif est prévu pour protéger le quartier du vieux port. Le barrage temporaire couvre 800 mètres linéaires et peut être installé par 6 personnes en moins de 5h. Ce dispositif a été implémenté en 2019, pour éviter que la catastrophe laissée par la tempête Xynthia en 2010, se reproduise. Le dispositif a coûté 200 000€ à la ville pour éviter de payer à nouveau 280 millions d'euros en dégâts comme en 2010.

Au même titre que Venise, il faut être conscient que ce dispositif d'urgence doit être un plan à court terme en attendant des mesures à long terme, ce qui ne semble pas être le but de Jean-François Fountaine, Président de l'agglomération de La Rochelle. Il explique «Il n'était pas question d'aller monter des digues, des parapets sur un port qui remonte au moyen-âge parce que tout au long de l'année, ça n'aurait eu aucun sens. Il nous fallait un dispositif qui soit temporaire,

(fig.88) Water-Gate déployé à La Rochelle Extrait de Megasecur Europe





(fig.89) POD Lo Kin-pan

qu'une fois l'alerte lancée, on puisse mettre en place dans un délai raisonnable.» Le dispositif est prévu pour tenir une tempête de la même force que Xynthia, majorée de 20 cm.

Au rythme où progresse le changement climatique, si le plan échoue, il sera facile de mettre en cause le produit lui-même. Cependant, même si ce produit peut être très utile, il ne pourra pas remplacer un plan d'action complet pour les générations futures, qui devra probablement être mis en œuvre tout au long de l'année.

Les objets du quotidien qui peuvent être transformés en cas d'urgence nous aident à être toujours prêts, sans effort supplémentaire. C'est le cas du POD, une banquette qui se transforme en canoë pour accueillir deux personnes en cas d'urgence. Lo Kin-pan s'est rendu dans les villes touchées par les inondations et a découvert deux problèmes fondamentaux. Le premier est que l'espace est limité pour les dispositifs de flottaison tels que les canoës et les kayaks conventionnels. Le second problème est l'injustice sociale : ceux qui contribuent le moins au changement climatique sont les premiers à en souffrir. Pour répondre à ces deux problématiques, il s'est inspiré de l'origami pour réaliser un dispositif qui se déploie rapidement, et il a utilisé des matériaux résistants et peu coûteux. Son prototype, fabriqué à partir de polypropylène, d'aluminium et de nylon, n'a coûté que 35 euros à produire.

Un autre article multifonctionnel qui protège les personnes défavorisées en cas d'urgence est le sac à dos pour enfants, conçu par Joji Shimizu. En cas de besoin, ce sac à dos en deux parties peut être déplié pour devenir un gilet de sauvetage. Les enfants peuvent ainsi flotter et être facilement repérés. Après la double catastrophe du tremblement de terre et du tsunami de 2011 dans l'est du Japon. *Ukuran* est un mélange des mots japonais *uku* (flotter) et *randoseru*, (des sacs à dos traditionnels utilisés par les élèves des écoles primaires japonaises). L'intégration culturelle prise en compte dans l'esthétique de cet objet est un facteur clé pour l'acceptation de ces objets innovants par les futurs utilisateurs.

Parfois, il ne s'agit pas de trouver une idée révolutionnaire, mais plutôt d'établir un protocole d'action adapté aux circonstances. Le projet de Yaokun Wu propose d'équiper les infrastructures existantes de la ville de gilets de sauvetage. Il a créé un système permettant d'attacher un gilet de sauvetage à un lampadaire ou à un panneau de signalisation et de le faire remonter le long du tube en fonction du niveau de l'eau. Yaokun Wu prend en compte la rapidité des inondations, où les personnes prises au piège sont souvent emportées par un courant qui monte soudainement.

Il est clair, d'après les exemples présentés ci-dessus, que si une seule personne est équipée de tous ces produits, cela n'aura pas d'impact majeur sur la population. Cependant, si des protocoles institutionnels de prévention des inondations sont mis en place, l'introduction de ces produits pourrait être extrêmement pertinente, voire cruciale, pour sauver le plus grand nombre de vies.

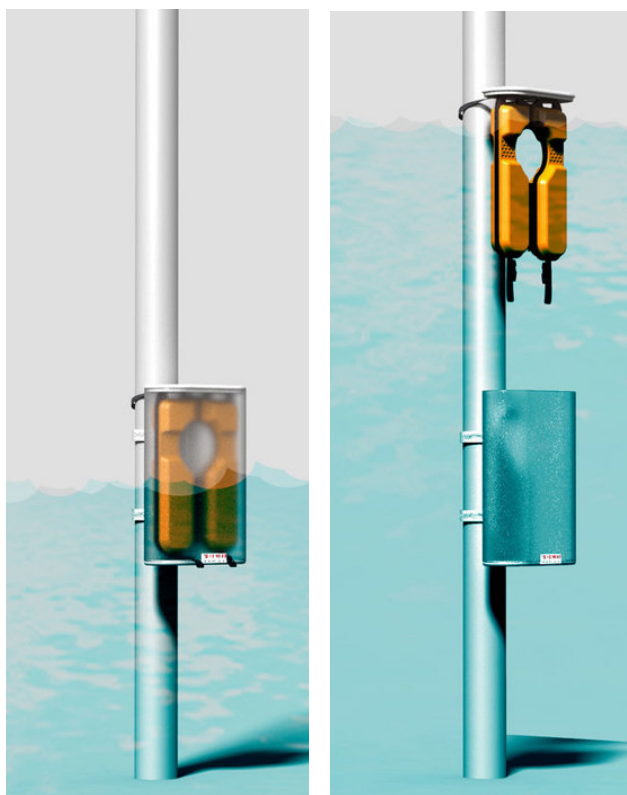


(fig.90) Sac à dos traditionnel
Randoseru Extrait de l'article
Mami Yamamoto



(fig.91) Sac à dos d'urgence
Ukuran par Joji Shimizu

(fig.92) Flash Pak Yaokun Wu2



B

Conception d'un dispositif d'urgence à partir de la méthodologie biomimétique : Mettre en pratique ses outils créatifs

The Media Lab is a place where you have to think about things 50 years out at least, or 100 years out. If you are making something that is applicable to the world today, here, you are too late. *¹

1.1 Quête d'un objet pour préparer l'avenir

Ce que Rachel Smith décrit, c'est la vitesse à laquelle le monde fonctionne, et avec chaque avancée technologique majeure, elle s'accélère encore plus. Les estimations climatiques parlent souvent des effets dans 50 ou 100 ans et de la nécessité de se préparer dès aujourd'hui.

Premier questionnement : comment trouver dès aujourd'hui les solutions de demain ?

Victor Papanek expose quelques outils créatifs d'innovation dans son livre *Design pour un monde réel*.² Il cite des outils comme la *pluie d'idées*, la *synectique*, ou encore la *bisociation* juste avant de mentionner le *biomimétisme*^{***} et une méthode qu'il appelle *forcer de nouveaux schémas de pensée*. Dans ce dernier, il fait appel à l'outil du *scénario fictif* pour obtenir des créations qui ne sont pas limitées par les lois physiques de notre réalité.

Un exemple en est le cours donné par John E. Arnold aux étudiants du MIT en 1953. Il a créé l'univers d'Arcturus IV, où vivent des créatures appelées Méthaniens. Dans son étude de cas de plus de 100 pages, Arnold décrit un monde où les lois de la physique sont complètement différentes de celles de la Terre. Avec cette méthode, Arnold pousse la créativité de ses étudiants en design de produits jusqu'au bout, sans déroger aux lois physiques d'Arcturus

***«Le Media Lab est un endroit où il faut penser au moins 50 ans, voire 100 ans dans l'avenir. Si vous créez quelque chose qui s'applique au monde d'aujourd'hui, ici, vous arrivez trop tard. [traduction libre]» -Rachel**

****Rachel Smith, ancienne assistante de recherche dans le Media Lab a MIT (Massachusetts Institute of Technology)**

*****Bien que le terme de biomimétisme ne soit pas encore popularisé, Papanek mentionne le concept dès 1971**

1 Oxman, N. (2017). Abstract : L'art du design Neri Oxman : Architecture bioclimatique. Consulté juin 10, 2023, à l'adresse <https://www.netflix.com/fr/title/80057883>

2 Papanek, V. J., Clarke, A. J., & Quinz, E. (2021). Design pour un monde réel : Écologie humaine et changement social. Design-théories. Dijon Vienne: les Presses du réel Fondation Victor J. Papanek.

IV. L'ergonomie et les coutumes des Méthaniens doivent également être prises en compte dans la fabrication de ces objets.¹

La méthodologie du scénario fictif m'a inspirée pour créer mon propre scénario basé sur des données scientifiques, mais avec une certaine liberté de scénario. Cela s'est produit à un moment où je me sentais bloquée par tous les paramètres à prendre en compte dans la société d'aujourd'hui.

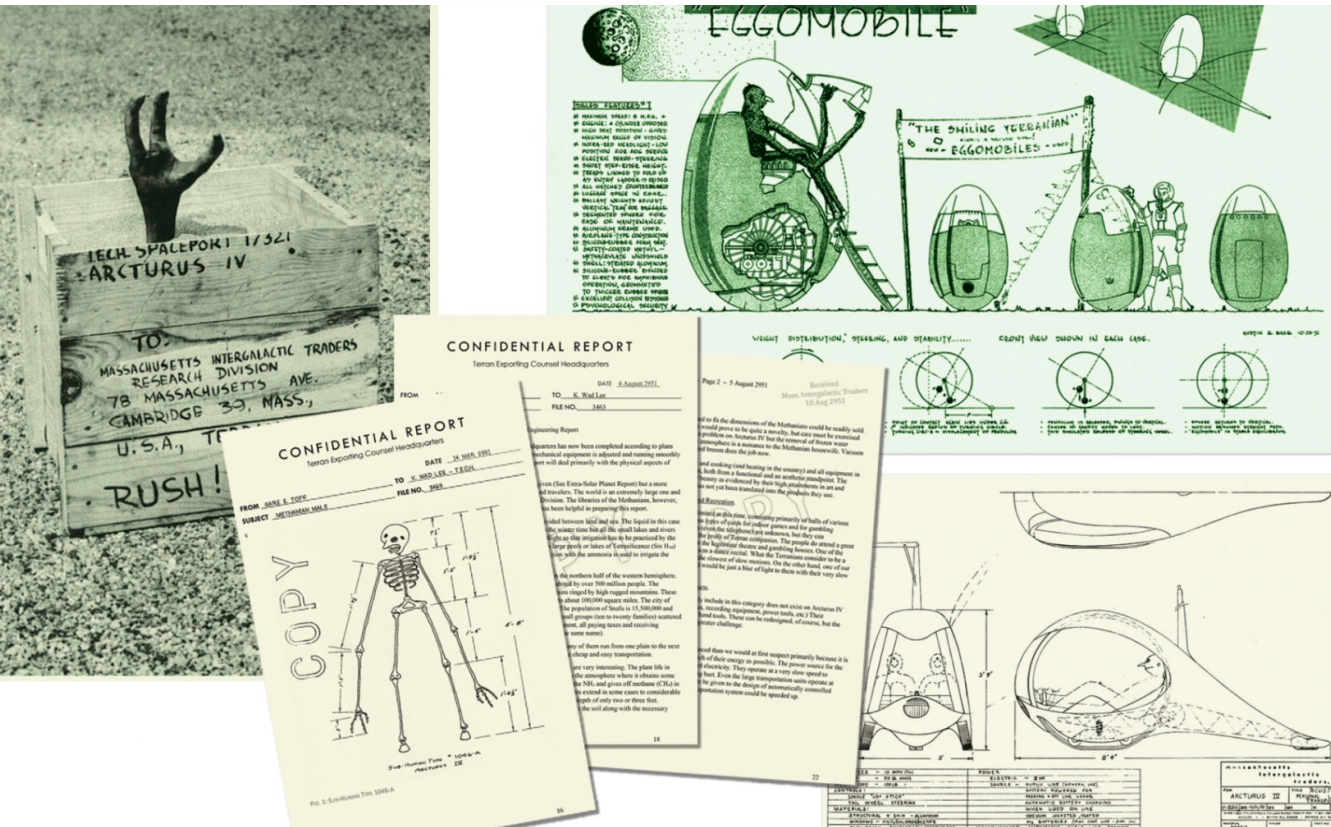
1.2 Scénario fictif

Mon scénario fictif se déroule dans le futur, aux alentours des années 2100. Il est suffisamment éloigné pour permettre la liberté de création, mais suffisamment proche pour que les gens se sentent concernés. La croissance technologique ne résoudra pas tous nos problèmes, mais elle rendra les difficultés du changement climatique plus supportables pour certains.

Basé sur les inégalités sociales actuelles, cet avenir sera également divisé. Il y aura des solutions futuristes pour une population privilégiée, mais les autres devront s'adapter aux défis avec leur propre ingéniosité.

1 Arnold, J. E. (2016). The Arcturus IV Case Study. Penny Publications LLC / Dell Magazines.

(fig.93) Arcturus IV par John E. Arnold



Au milieu de tout ce chaos, une civilisation nommée d'Amictlan s'inspire du biomimétisme pour se reconstruire. L'archipel qui était une île avant la montée de l'eau force les gens à vivre de façon semi-aquatique en profitant de l'abondance de la mer. Sa population est constituée des passionnés du vivant qui refusent les modes de vie qui ont provoqué le dérèglement climatique. (La suite dans l'annexe)

La civilisation d'Amictlan : c'est une sorte d'utopie dans laquelle je peux me permettre une certaine liberté créative dans la projection de l'avenir. Il est impossible de prédire ce que deviendra le monde dans son ensemble, mais de plus en plus de petites communautés se forment autour de valeurs communes pour remettre en question les modes de vie actuels.

Pour contester les EHPAD, il existe des collocations de personnes âgées, encadrées par des infirmières, pour lutter contre l'isolement social. Pour contester le système d'éducation traditionnel, des écoles avec des méthodes alternatives comme la méthode Montessori se popularisent de plus en plus.¹ La carte interactive ecovillages.fr offre un ensemble de communautés qui partagent des principes de respect pour l'environnement dans une petite communauté. Mon *pay*s utopique repose sur le principe que si chaque citoyen choisit explicitement d'en faire partie, le mode de vie qu'il choisit y sera parfaitement adapté et prospérera. Je qualifie Amictlan d'utopie parce que je suis bien conscient de ses limites. Cependant, l'utopie est souvent une source d'inspiration pour les designers.

Dans le livre *Design et Utopies*², plusieurs personnes expliquent le lien entre le design et l'utopie. Henri GRIFFON (président des Industries Françaises de l'Ameublement) explique :

Le design entretient des relations privilégiées avec l'utopie de multiples façons. Parce qu'il a souvent tendance à nier les principes de réalité, fonctionnel, industriel ou commercial, pour le meilleur et pour le pire. Parce qu'il a véhiculé et véhicule encore toutes sortes d'espoirs, espoir dans le progrès technique, espoir dans la démocratie, espoir dans un avenir "meilleur".

Ce qui est touchant dans ces mots, c'est la notion d'espoir que je relie à la naïveté de l'enfance. Une période de notre vie où «un avenir meilleur» était à notre portée. Selon Elsa Francès (responsable de la prospective du design Tim Thom, Thomson) :

()...L'utopie participe sans doute à la motivation initiale du designer.
(...) Le designer oscille sans cesse entre le possible et l'impossible. Il y a un va-et-vient permanent entre la vraie vie et l'utopie.(...) Le designer part d'un idéal et en tire tout ce qu'il peut pour le ramener vers le réel.

¹ Huard, C. (2018). L'essor actuel de la pédagogie Montessori dans l'école maternelle publique française. *Tréma*, (50). Faculté d'Education de l'Université de Montpellier. Consulté mai 16, 2023, à l'adresse <https://journals.openedition.org/trema/4318>

² Corlette Theuil, R. (2000). *Design et utopies : Les villages 2000*. Collection des industries françaises de l'ameublement. Paris: Industries françaises de l'ameublement.

Ce que prône Elsa Francès, c'est la permission pour le designer d'imaginer l'impossible, de se familiariser avec l'utopie et d'essayer de fusionner le monde dans sa tête avec le monde réel.



(fig.94) Infographie qu'ilustre la pyramide de Maslow

Le scénario fictif m'a permis de réarranger les besoins par priorités physiologiques. En suivant le modèle de la pyramide de Maslow, le besoin à traiter en priorité est celui de l'eau douce. Paradoxalement, dans une société qui vit de façon semi-aquatique sur la mer, même s'ils sont entourés d'eau, ils auront des problèmes d'approvisionnement d'eau potable. Dans notre réalité, nous parlons souvent d'électricité, et de l'internet comme les éléments basiques de notre société, en oubliant que face à une pénurie d'eau, tout le reste devient secondaire.

Le besoin ciblé dans le scénario fictif devient la collecte d'eau potable. Bien que le scénario traite de la collecte d'eau dans le contexte de la fondation d'une nouvelle civilisation, le stress hydrique est une réalité de plus en plus courante dans le monde d'aujourd'hui. La recherche de nouveaux moyens de répondre à nos besoins en eau douce peut donc s'inspirer d'une civilisation fictive, mais s'adapter aux besoins actuels.

1.3 Stress hydrique

Si précédemment, je n'avais pas cité ce type de catastrophe naturelle, c'était pour présenter le cheminement que j'ai eu en cherchant les fondements de mon projet professionnel. Le stress hydrique est une situation où la demande d'eau dépasse l'approvisionnement. Ceci est un phénomène qui est de plus en plus commun, à cause de la croissance démographique et de l'activité humaine. Notre interférence avec le cycle de l'eau est un des principaux facteurs. Comme décrit par le CIEAU (Centre d'Information sur l'Eau):

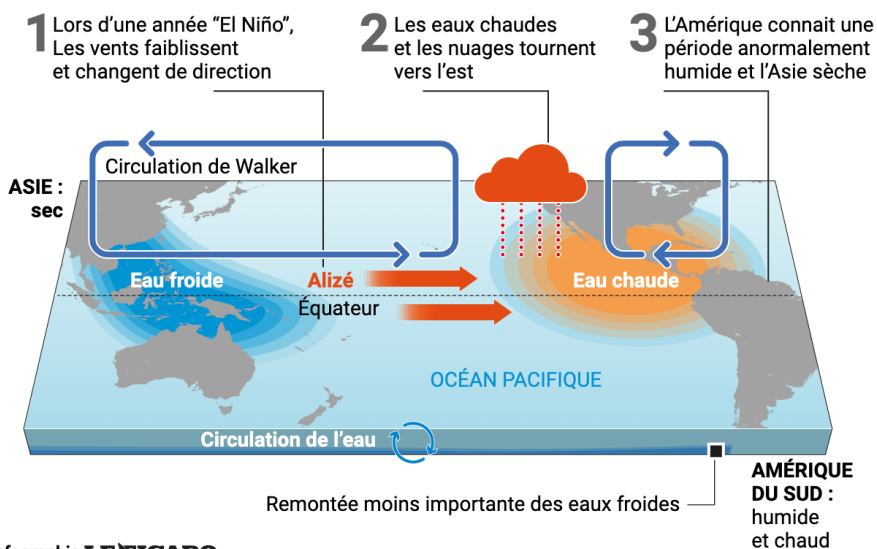
Non seulement les prélèvements excessifs réalisés dans les eaux superficielles ou nappes phréatiques réduisent la quantité de ressources en eau disponible, mais aussi le réchauffement climatique perturbe le cycle de l'eau et rend l'eau potable plus difficilement accessible.¹

Bien que le stress hydrique affecte principalement les zones arides, notamment dans les pays chauds comme l'Afrique, le Moyen-Orient, le Proche-Orient et l'Asie, les zones froides peuvent également être touchées. Le froid extrême gèle l'eau, la rendant temporairement indisponible. Les phénomènes naturels accentués par l'homme peuvent toucher des pays qui ne font pas habituellement partie des zones à risque.

Ceci peut-être le cas du phénomène «El Niño» qui a actuellement 80 % de probabilités de se former d'ici à la fin de l'année selon l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM). Ce phénomène contribuera à une hausse des

¹ Macé, M. (2021, février 8). Qu'est-ce que le stress hydrique ? Comment y répondre ? | Centre d'information sur l'eau. Consulté mai 18, 2023, à l'adresse <https://www.cieau.com/eau-transition-ecologique/enjeux/quest-ce-que-le-stress-hydrique-comment-y-repondre/>

Le phénomène « El Niño »



Infographie **LE FIGARO**

(fig.95) Infographie qui
explique le phénomène «El
nino» par Le Figaro

températures mondiales comme décrit par le Secrétaire général de l'OMM, M. Petteri Taalas :

Nous venons de connaître les huit années les plus chaudes jamais enregistrées, bien que l'épisode La Niña de ces trois dernières années ait freiné temporairement l'augmentation des températures mondiales. L'apparition d'un phénomène El Niño entraînera très probablement une nouvelle flambée des températures mondiales et augmentera le risque de battre des records de chaleur.¹

El Niño se produit par le réchauffement des eaux de surface du centre et de l'est de l'océan Pacifique. Voici une infographie pour l'expliquer :

Vu que chaque épisode de «El Niño» se comporte différemment par rapport à la période de l'année, ses conséquences causent généralement des précipitations et des sécheresses dans des zones inhabituelles à la période et la zone. Même si El Niño ne provoque pas davantage de phénomènes naturels, ceux-ci seront redistribués dans des zones non préparées, ce qui se transformera en catastrophe.

¹ OMM©. (2023, mai 2). Bulletin de l'OMM : Préparons-nous à El Niño. Consulté mai 18, 2023, à l'adresse <https://public.wmo.int/fr/medias/communiqu%C3%A9s-de-presse/bulletin-de-l%E2%80%99omm-pr%C3%A9parons-nous-%C3%A0-el-ni%C3%B1o>

1.4 Conception d'un collecteur d'eau biomimétique

Face à des conditions climatiques changeantes, j'ai voulu créer un dispositif qui permet de collecter de l'eau à travers la méthode biomimétique. Des exemples de ceci existent déjà, mais le sujet est tellement pressant que décliner la méthode biomimétique à ce sujet pour l'appliquer à chaque cas unique, reste pertinent.

À grande échelle Waka water est un dispositif collecteur d'eau atmosphérique conçu par Arturo Vittori en 2013. La technologie qu'il utilise s'inspire de la façon dont les toiles d'araignée recueillent l'eau. Sa démarche est également axée

***qui fonctionne avec la gravité, la condensation et l'évaporation**

sur la simplicité de la construction des systèmes, en utilisant des matériaux locaux et des outils simples. Son dispositif passif* permet de collecter entre 40 et 80 litres d'eau** par jour.

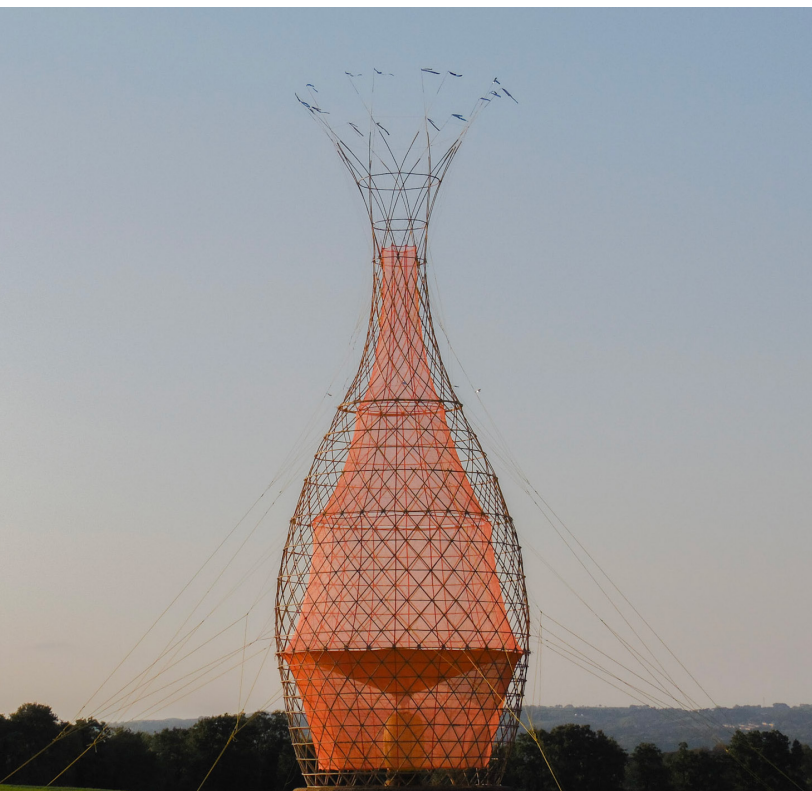
****en fonction des conditions météorologiques**

À l'échelle individuelle, SunAir Fountain est un dispositif personnel de condensation atmosphérique destiné à être utilisé dans les régions chaudes. Ce dispositif tire parti des techniques utilisées dans les processus industriels où la vapeur d'eau est captée pour contrôler l'humidité ambiante. À l'inverse, dans les régions où l'eau est rare, les processus sont adaptés pour utiliser le soleil comme source d'énergie afin de capter l'eau. À 30 °C et 80 % d'humidité relative, un panneau de 1 m² produit jusqu'à 2 litres d'eau par jour. Le dispositif filtre et minéralise l'eau pour la rendre potable.

(fig.96) Warka Water par Arturo Vittori



(fig.97) SunAir Fountain® par Agua de sol





(fig.98) Groasis par Pieter Hoff

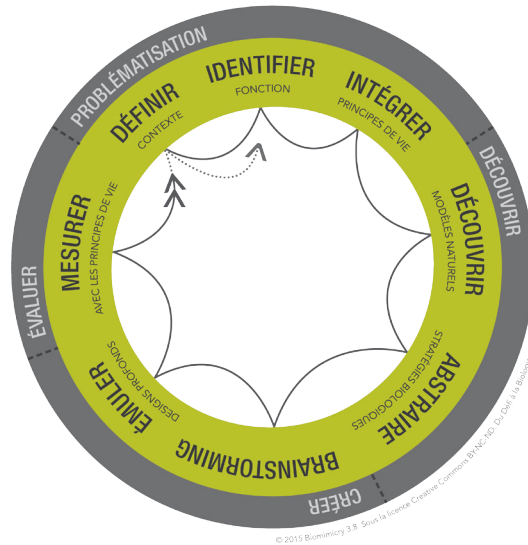
Pour les régions arides mais froides du Plateau Tibétain, la stratégie d'Ice Stupa créée par l'ingénieur Sonam Wangchuk est une façon de s'adapter aux conséquences du changement climatique. En formant une pyramide de glace pendant l'hiver, ils stockent de l'eau douce jusqu'au printemps lorsque les champs en ont le plus besoin. La technique repose sur le fait que la géométrie de la pyramide réduit la surface de glace qui est exposée au soleil. Pour former cette pyramide, l'eau est acheminée par gravité depuis le haut de la rivière et elle est aspergée pendant la nuit pour former ce glacier artificiel, le tout de façon passive.



(fig.99) Ice Stupa par Sonam Wangchuk

Dans le domaine de l'agriculture, Pieter Hoff a également créé un collecteur d'eau atmosphérique qu'il a adapté pour créer un pot d'arrosage autonome. Le Groasis est une invention qui vise à lutter contre la désertification en donnant aux jeunes plantes et aux arbres davantage de possibilités de prospérer dans des environnements secs. Inspiré par la façon dont les fientes d'oiseaux protègent les graines en leur fournissant l'humidité et les nutriments nécessaires à leur développement, son concept devient un cocon qui protège la plante jusqu'à ce qu'elle trouve de l'eau sous terre et devienne autosuffisante. Il a effectué un test dans le Sahara où, après avoir retiré les dispositifs, 90 % des arbres ont survécu, tandis que 10 % ont survécu sans eux.





(fig.100) Infographie du défi à la biologie par Biomimicry 3.8

Tous ces dispositifs sont très pertinents dans leur contexte. Sur la base de mon scénario fictif, j'ai déterminé que mon collecteur devait être conçu pour une zone chaude, à l'échelle individuelle, afin de recueillir l'eau de la brume marine et de la minéraliser pour la rendre potable.

À partir de cette demande, j'ai suivi le cheminement proposé par la méthode biomimétique comme décrit par le diagramme «du défi à la biologie» :

En partant de l'identification de la fonction de collecte d'eau des animaux des zones arides, en passant par l'adaptation des stratégies du scarabée du désert et du scarabée des herbes, et en faisant plusieurs allers-retours pour aligner l'objet sur les principes du vivant*, mon processus créatif a été plus long que d'habitude.

Les stratégies du vivant utilisées pour mon dispositif ont été inspirées de l'article fait par le Dr. Bharat Bhushan* intitulée «Bioinspired water collection methods to supplement water supply.»*

*Directeur du laboratoire de nanosondes pour la bio et la nanotechnologie et la biomimétique

**«Méthodes de collecte d'eau bio-inspirées pour compléter l'approvisionnement en eau [traduction libre]»

Dans l'article publié par le Dr. Bharat, il analyse des dispositifs de collecte d'eau atmosphérique comme celui de Warka Water et il explique que même si ce dispositif est ingénieux, la maille utilisée pour collecter l'eau n'a pas été conçue pour ce but. Dans son article, Dr. Bhushan explore les techniques pour capturer l'eau de la brume utilisée par différents organismes des régions

arides. Il analyse le scarabée du désert de Namibie, le lézard *Moloch horridus*, ainsi que les toiles d'araignées, les cactus et l'herbe endémique du désert de Namibie. À travers ses observations, il créa deux types de surfaces, une en 2D et une en 3D pour capturer l'eau de la brume. Il soumet ces matériaux à des nombreux tests pour prouver leur efficacité et conclut :

For an example of 20 L/m²/day, a medium sized tower covered with a bioinspired surface with a surface area of 100 m² and total surface area of both sides of 200 m², the water collected would be about 4000 L/day. If the water consumption per capita is 100L/day, a tower can provide sufficient water for about 10 families. *¹

*«Pour un exemple de 20 L/m²/jour, une tour de taille moyenne recouverte d'une surface bio-inspirée d'une superficie de 100 m² et d'une superficie totale des deux côtés de 200 m², l'eau recueillie serait d'environ 4 000 L/jour. Si la consommation d'eau par habitant est de 100 L/jour, une tour peut fournir suffisamment d'eau pour environ 10 familles. [traduction libre]»

Dans mon scénario fictif, cette stratégie n'était pas envisageable à une échelle aussi grande que celle d'une tour. Le système que je vise est à l'échelle individuelle, voire familiale. Le Dr Bhushan explique que les unités portables peuvent également être très intéressantes en tant que dispositifs d'urgence.

La lecture et la compréhension du travail de M. Bhushan m'ont confronté à un problème auquel les designers sont souvent confrontés : la communication interdisciplinaire. Le designer de produit, à mi-chemin entre l'art et l'ingénierie (et dans le cas du biomimétisme, la biologie aussi) doit être capable de s'adapter très rapidement à d'autres langages. Lorsque nous explorons des domaines qui sortent de notre zone de confort, nous devons être autodidactes, et si nous pouvons ainsi partager de nouvelles connaissances, l'impact de l'objet va bien au-delà de sa fonction intrinsèque.



(fig.101) Scarabée du désert de Namibie par Vblinov

Les recherches que j'ai menées jusqu'à présent m'ont aidé à résoudre la première des cinq problématiques relatives à la conception de mon dispositif.

Première problématique

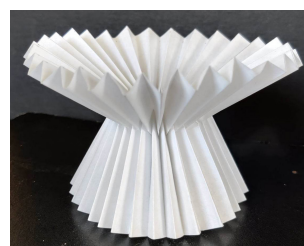
La Collecte : comment collecter de l'eau atmosphérique à partir d'une méthodologie biomimétique ?

Référence : Le scarabée et l'herbe endémique du désert de Namibie.

Deuxième problématique

La taille : comment réduire le volume tout en maximisant la surface ?

Référence : l'origami pour maximiser la surface et imiter les pliures utilisées comme stratégie par l'herbe du désert.



(fig.102) Maquette en papier par Pamela BERNAL

¹ Bhushan, B. (2019). Bioinspired water collection methods to supplement water supply. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 377(2150), 20190119. Royal Society. Consulté mai 19, 2023, à l'adresse <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2019.0119>

Troisième problématique

Filtration : comment filtrer l'eau pour la rendre potable?

Référence : Ecofiltro processus de Low tech d'argile au charbon.

Quatrième problématique

Température : comment garder l'eau fraîche et disponible à toute heure ?

Référence : pratique traditionnelle *Frigo du désert*.

Cinquième problématique

Comment rendre ce dispositif fonctionnel et pertinent visuellement ?

Référence : la Notion du flux dans l'art.

Pour la troisième et quatrième problématique, je m'inspire des technologies low tech, pour le fonctionnement du dispositif à long terme.



(fig.103) Ecofiltro par Lowtechlab.org

L'argile pour la filtration de l'eau

La technologie d'ecofiltro permet de simplifier le dispositif en réduisant le nombre des parties requises pour filtrer l'eau. En mélangeant de l'argile locale avec de la sciure de bois, nous pouvons créer une argile poreuse qui laisse passer l'eau tout en créant un piégeage mécanique. La sciure de bois se convertit en charbon pendant la cuisson en éliminant ainsi les mauvaises odeurs et couleurs. De plus, leur technologie est ouverte et ils proposent des formations aux personnes intéressées par la mise en place d'une usine afin d'apporter l'accès à l'eau potable le plus rapidement possible au monde entier.



(fig.104) Frigo du désert par Pamela BERNAL

Le frigo du désert

Sans système de refroidissement, nous obligeons les utilisateurs à faire une action supplémentaire pour refroidir l'eau. Elle doit être collectée le matin et stockée sous abri pendant la journée afin de maintenir l'eau à une température rafraîchissante pendant la chaleur de la journée. C'est à nous de nous adapter à l'utilisateur et non l'inverse. La technique du frigo du désert, utilisée depuis des milliers d'années, permet de conserver le dispositif en plein soleil et d'avoir toujours de l'eau fraîche à disposition.

Cohérence visuelle et fonctionnelle

Réduire le nombre des pièces, d'étapes et de manipulations de la part de l'utilisateur permet d'avoir un dispositif simple d'utilisation et durable. La simplicité est un requis dans l'esthétique globale. Chaque ligne à une fonctionnalité pour l'isolation thermique ou pour la récolte de l'eau. La forme en révolution autour

(fig.105) Prototype1 du collecteur d'eau biomimétique par Pamela BERNAL

d'un axe central, permet de fabriquer l'objet soit à la main, soit par moulage et de le compléter par impression 3D, selon les outils à disponibilité.



(Fig.105)

Reflexion sur mon travail

Comment ce dispositif s'intègre-t-il dans mon scénario fictif ?

***Des maisons sur des pilotis**

Dans le cadre fictif d'Amictlan, la civilisation vit sur l'eau dans des maisons flottantes attachées à plusieurs palafitos* où se déroulent les activités communautaires. Cette civilisation interconnectée et décentralisée a besoin de systèmes d'eau potable pour chaque foyer. Mon dispositif peut capter l'eau nécessaire à une famille de 3 ou 4 personnes par jour. Ce dispositif est un exemple de comment cette civilisation prête attention aux détails les plus essentiels. Même leur façon de collecter de l'eau potable est en raccord aux principes du vivant.

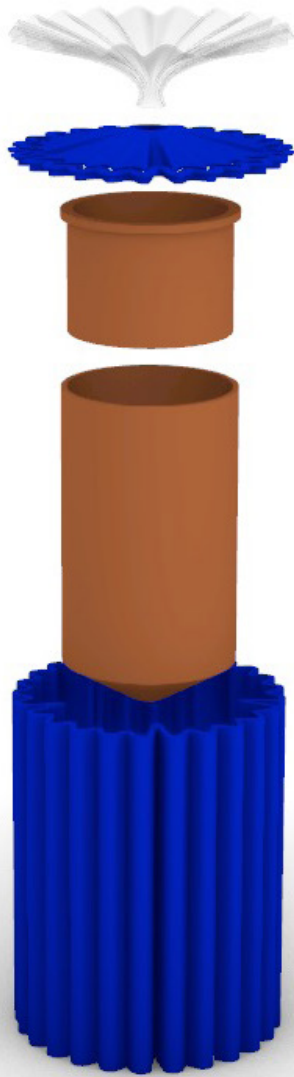
En quoi ce projet professionnel s'aligne aux sujets traités dans le mémoire ?

La créativité du designer produit peut devenir essentielle pour le développement de systèmes permettant de s'adapter aux défis du changement climatique. Ces défis sont susceptibles de devenir de plus en plus extrêmes et fréquents, et il est essentiel que nous fassions preuve de créativité pour les relever.

Dans un contexte de survie extrême, la ressource la plus précieuse est l'eau douce, et sans elle, la vie cesse. Si nous sommes confrontés à sa pénurie, tous les autres aspects de notre vie perdent de leur importance. La possession, la disponibilité et le contrôle de cette ressource nous concernent donc tous. Alors que la rareté de cette ressource s'accroîtra dans les années à venir, nous devons veiller à ce que les nouvelles normes environnementales soient adaptées au contexte de manière équitable.

En attendant, nous pouvons nous équiper de dispositifs ingénieux qui renforcent l'autonomie des individus. En tant que designer produit fascinée par la nature, je propose de réinterpréter notre méthodologie de conception en abordant les principes du vivant.

Le dispositif que je propose, bien qu'encore à l'état de prototype, peut être utilisé pour créer des systèmes d'urgence dans le contexte actuel. Cela démocratise l'accès à une ressource aussi essentielle que l'eau douce et nous rend indépendants des institutions vicieuses qui pourraient essayer de profiter de la situation. Avec ce dispositif, j'invite à redonner le pouvoir aux individus de façon purement humanitaire suivant le principe d'un design démocratique.



(Fig.106)

CONCLUSION

Comprendre les enjeux qui entourent le design permet de mieux se positionner en connaissant les limites mais aussi le potentiel de cette discipline. En analysant la rupture que nous avons eue avec le vivant, il nous est possible de trouver les moyens de réparer cette relation. Les exemples présentés sont un échantillon des possibilités créatives qui peuvent servir de référence lors de la conception d'un produit engagé.

Trouver une méthodologie créative qui corresponde à ses valeurs est le meilleur moyen de rester fidèle à soi-même. Dans mon cas, je continue à m'émerveiller du biomimétisme pour sa combinaison de richesse et d'efficacité technologique. Nous avons d'autres façons de concevoir qui peuvent également être très pertinentes, mais pour faire face à la crise climatique et retrouver l'espoir de changer les choses, cette philosophie de conception a été la plus cohérente dans ma pratique

En accentuant les problèmes sociaux, les crises nous font réagir et nous permettent d'évoluer. Si nous voulons éviter les catastrophes en étant plus conscients de notre mode de vie, nous serons mieux préparés à nous adapter au changement climatique.

Cela dit, des nouvelles technologies nous dépassent chaque jour. Entre le début et la fin de la rédaction de ce mémoire, les intelligences artificielles ont déjà remplacé des millions de personnes dans des domaines créatifs et scientifiques. Comme pour toute révolution technologique, nous craignons les conséquences de nos actes. Cette crainte, bien que justifiée, doit s'accompagner d'un enthousiasme pour la naissance de nouvelles possibilités.

À la façon du vivant : chaque fin de cycle est aussi le début du suivant. Pour les humains, chaque erreur est une opportunité d'apprentissage. Chaque fin du monde offre la possibilité d'un monde meilleur. Cependant, utilisons cette expression de «fin du monde» comme une simple métaphore.

GLOSSAIRE

Vivant Le vivant englobe la vie dans sa totalité, nous y compris. Notre relation au vivant est en crise : tant dans notre rapport au monde, qui se traduit par le dérèglement climatique, que dans notre rapport aux autres, qui se traduit par les inégalités sociales.

sagesse • évolution • connexion

Dérèglement climatique Directement liée aux actions de l'humain.

extinction • excès • non-respect

Responsabilité Qui doit être prise par les institutions, par les entreprises mais aussi par les individus qui profitent du style de vie offert par ce système.

consommateur • style de vie

Potentiel Regard qui nous permet de sortir du fatalisme. Oui, nous avons créé un problème énorme mais nous avons aussi le potentiel de nous en sortir. C'est aussi une façon de prendre responsabilité de ses actions.

capacité • perspective

Biomimétisme Philosophie de création qui reconnaît et respecte le génie du vivant et qui suis une méthodologie inspirée des principes de la vie.

génie du vivant • technologie

Holistique Qui considère l'individu comme constituant d'un tout. L'individu a beaucoup à apporter par lui-même mais il s'insère dans une globalité qui lui permet de continuer à se développer.

pluridisciplinaire • écosystèmes

Phénomènes naturels Accentuées par le dérèglement climatique. Ils ne deviennent des catastrophes que quand nous n'avons pas la préparation nécessaire pour nous adapter.

préparation • prévoyance

Technologie Il n'est pas un ennemi de la lutte contre le changement climatique. C'est un outil qui amplifie nos actions, bonnes comme mauvaises. Elle ne va pas réparer à elle seule nos problèmes, mais elle peut être utilisée pour amplifier l'impact de nos solutions.

outil • création réparatrice

Eau Élément primordial sans lequel la vie ne peut pas se développer.

vie • ressource • énergie

BIBLIOGRAPHIE

About – LIQUID3. (2022). Liquid3.rs. Consulté mai 4, 2023, à l'adresse <https://liquid3.rs/about/>

Agua De Sol | Générateur d'eau atmosphérique. (2019). Agua de sol. Consulté mai 18, 2023, à l'adresse <https://www.agua-de-sol.com>

Arnold, J. E. (2016). The Arcturus IV Case Study. Penny Publications LLC / Dell Magazines.

Artificial Glaciers of Ladakh | The Ice Stupa Project. (s. d.). Icestupa.org. Consulté mai 18, 2023, à l'adresse <http://icestupa.org/>

AskNature. (s. d.)Structure Distributes Stress—Biological Strategy— . Asknature.org, . Consulté mai 3, 2023a, à l'adresse <https://asknature.org/strategy/structure-distributes-stress/>

AskNature. (s. d.)Underground Network Distributes Resources—Biological Strategy— Asknature.org. Consulté mai 7, 2023, à l'adresse <https://asknature.org/strategy/fungal-network-distributes-resources/>

Aziosmanoff, F. (2010). Living art : L'art numérique. Art. Paris: CNRS éditions.

Benyus, J. M. (1998). Biomimétisme : Quand la nature inspire des innovations durables. L'écopoche (édition spéciale 25 ans.). Paris: Rue de l'échiquier.

Bhushan, B. (2019). Bioinspired water collection methods to supplement water supply. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 377(2150), 20190119. Royal Society. Consulté mai 19, 2023, à l'adresse <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2019.0119>

Carte des Ecovillages – Ecovillages. (s. d.). Ecovillages.fr. Consulté mai 16, 2023, à l'adresse <https://ecovillages.fr/carte-ecovillages/>

Corlette Theuil, R. (2000). Design et utopies : Les villages 2000. Collection des industries françaises de l'ameublement. Paris: Industries françaises de l'ameublement.

BIOHM | Material Development. (2016). Biohm. Consulté mai 4, 2023, à l'adresse <https://www.biohm.co.uk/materials>

Bopp, L. (2022, octobre 18). Vannes. « L'océan est un acteur clé du système climatique » : Un expert en conférence à l'Université. Ouest-France.fr. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.ouest-france.fr/bretagne/vannes-56000/vannes-l-océan-est-un-acteur-cle-du-système-climatique-un-expert-en-conference-a-l-universite-0d023150-4e14-11ed-9f42-5034af1f4e7f>

BORUNDA, A. (2018, juillet 16). The Internet May Be Underwater in 15 Years. Science. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.nationalgeographic.com/>

science/article/news-internet-underwater-sea-level-rise

Brutter, A. (2023). Arthur Brutter Boutique en Ligne | Achetez les Meubles sur Pamono. Consulté mai 15, 2023, à l'adresse <https://www.pamono.fr/designers/arthur-brutter>

Delannoy, E. (2021). Biomimétique. Répondre à la crise du vivant par le biomimétisme. Paris: Rue de l'Echiquier Editions.

Dros, M., & Klarenbeek, E. (2018). NEWS - Klarenbeek & Dros—Designers of the Unusual. Studio Klarenbeek & Dros. Consulté mai 4, 2023, à l'adresse <https://www.ericklarenbeek.com/>

Edonev. (2022, juin 1). Structural Color. E.U. Donev. Consulté mai 3, 2023, à l'adresse <https://eudonev.com/structural-color/>

Frigo du désert—Low-tech Lab. (2023). Low-tech Lab. Consulté mai 19, 2023, à l'adresse https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Frigo_du_d%C3%A9sert/fr

Geel, C., & Gaillard, C. (2019). Extended French theory & the design field : On nature and ecology a reader. Paris: T&P publishing.

Glancey, J. (Éd.). (2016). Design—The whole story. London: Thames & Hudson.

Graves, G. (2012). Guillian Graves—Nautile. Consulté mai 3, 2023, à l'adresse <https://www.bigbang-project.com/es/innovation/nautile>

Groeneveld, K. (2008, février 21). Design and technology inspired by nature : Mercedes-Benz bionic car at The Museum of Modern Art in New York. MarsMediaSite. Consulté mai 2, 2023, à l'adresse <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Design-and-technology-inspired-by-nature-Mercedes-Benz-bionic-car-at-The-Museum-of-Modern-Art-in-New-York.xhtml?oid=9907850>

Groupement pour l'Étude des Transports Urbains Modernes. Consulté à l'adresse Cairn.info.

Héran, F. (2015). Pourquoi tant de cyclistes aux Pays-Bas ? Transports urbains, 126(1), 10-15.

Hinkel, J., Lincke, D., Vafeidis, A. T., Perrette, M., Nicholls, R. J., Tol, R. S. J., Marzeion, B., et al. (2014). Coastal flood damage and adaptation costs under 21st century sea-level rise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3292-3297. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1222469111>

HOME | Potters For Peace. (2019). Potters For Peace. Consulté mai 19, 2023, à l'adresse <https://www.pottersforpeace.org>

Jackson, P. (2019). Folding techniques for designers : From sheet to form (Reprinted.). London: Laurence King Publishing.

JDD. (2020, septembre 17). Redonner vie à la biodiversité et aux coraux grâce à l'impression 3D par HKU Architecture. *Journal du Design*. Consulté mai 4, 2023, à l'adresse <https://www.journal-du-design.fr/architecture/redonner-vie-a-la-biodiversite-et-aux-coraux-grace-a-limpression-3d-par-hku-architecture-129875/>

Klein, N. (2020, janvier 30). Submersion La Rochelle : Water-Gate© fera l'affaire! MegaSecur.Europe. Consulté mai 14, 2023, à l'adresse <https://www.megasecureurope.com/1submersion-la-rochelle-water-gate-fera-laffaire/>

Lartigaud, D.-O. (Éd.). (2017). Objectiver. Saint-Etienne: EPCC Cité du design, École supérieure d'art et design.

Learnbiomimicry.com (s. d.). The Best 50 Biomimicry Examples and Inventions of

All Time. Consulté mai 2, 2023, à l'adresse <https://www.learnbiomimicry.com/blog/best-biomimicry-examples>

Liu, Y., & Wong, J. (2016). *Eco-Design : Furniture, meubles, muebles, mobili* (Revised reprint.). Barcelona: Promopress.

Mandelbrot, B. B. (1982). *The fractal geometry of nature*. San Francisco: W.H. Freeman.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle : Remaking the way we make things* (1st ed.). New York: North Point Press.

Minassian, G. (2022). Nous n'aurons pas d'océan de rechange ! Consulté à l'adresse https://www.lemonde.fr/international/article/2022/10/02/environnement-nous-n-aurons-pas-d-ocean-de-rechange_6144060_3210.html

Ministères Écologie Énergie Territoires. (2022). *Construction et performance environnementale du bâtiment*. Ministères Écologie Énergie Territoires. Consulté mai 2, 2023, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/construction-et-performance-environnementale-du-batiment>

Myceco. (2019). Myceco. Consulté avril 26, 2023, à l'adresse <https://www.myceco.com/>

Nicholls, R. J. (2003). *Case study on sea-level rise impacts*.

Noe, R. (2020, mai 8). Pratt Industrial Design Student Floats a Concept to Aid Self-Rescue in a Flash Flood. Core77. Consulté mai 15, 2023, à l'adresse <https://www.core77.com/posts/101155/Pratt-Industrial-Design-Student-Floats-a-Concept-to-Aid-Self-Rescue-in-a-Flash-Flood>

NUNEZ, C. (2023, avril). Sea level rise, facts and information. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/sea-level-rise-1>

ORNILUX® Bird protection glass | arcon Insulating glass. (2023). ORNILUX®. Consulté mai 3, 2023, à l'adresse <https://www.arcon-glass.com/products/bird-protection/ornilux>

Oxman, N. (2020). Aguahoja. Aguahoja. Consulté mai 4, 2023, à l'adresse <https://oxman.com/projects/aguahoja>

Papanek, V. J., Clarke, A. J., & Quinz, E. (2021). *Design pour un monde réel : Écologie humaine et changement social. Design-théories*. Dijon Vienne: les Presses du réel Fondation Victor J. Papanek

Pearce, M. (2016). Mick Pearce Architect. Consulté mai 2, 2023, à l'adresse <https://www.mickpearce.com/>

Poulet, M. (2016, mai 10). How two eco-friendly French inventors want to replace concrete with clay. The Observers—France 24. Consulté mai 4, 2023, à l'adresse <https://observers.france24.com/en/20160510-environmental-environmentally-construction-cement-clay>

Quartucci, S. (2022, novembre 8). Mia Mottley, Prime Minister of Barbados, Speaks at the Opening of COP27. Latina Republic. Consulté février 11, 2023, à l'adresse <https://latinarepublic.com/2022/11/08/mia-mottley-prime-minister-of-barbados-speaks-at-the-opening-of-cop27/>

Rolland, S. (2015, mars 23). Une pyramide de glace pour stocker l'eau de pluie. La Tribune. Consulté mai 18, 2023, à l'adresse <https://www.latribune.fr/opinions/blogs/le-tour-du-monde-de-l-innovation/une-pyramide-de-glace-pour-stocker-l-eau-de-pluie-462394.html>

R&D. (s. d.). PhotoSynthetica. Consulté mai 4, 2023, à l'adresse <https://www.photosynthetica.co.uk/rnd>

Scambos, T., & Abdalati, W. (2022b). How fast is sea level rising? Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 54(1), 123-124. Consulté mai 12, 2023, à l'adresse <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15230430.2022.2047247>

See How Termites Inspired a Building That Can Cool Itself | Decoder. (2018). . Consulté mai 2, 2023, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=620omdSZzBs>

Sibbel, K. (2021). Studio Karlijn Sibbel. Studio Karlijn Sibbel. Consulté mai 5, 2023, à l'adresse <https://karlijnsibbel.com/>

Vittori, A. (s. d.). Warka Water – Every Drop Counts. Consulté mai 18, 2023, à l'adresse <https://warkawater.org/>

Watch | Facebook. (s. d.). . Consulté mai 16, 2023, à l'adresse <https://www.facebook.com/watch/?v=930627688254380>

Why The Netherlands Isn't Under Water. (2017). . Consulté mai 13, 2023, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=i6DRRHxt-PA>

Wilson, P. (s. d.). Quienes somos. Consulté mai 19, 2023, à l'adresse <https://ecofiltro.com.gt/node>

Yamada, H. (2023, février 11). Japan firm to launch school backpack that doubles as life jacket. Mainichi Daily News. Consulté mai 15, 2023, à l'adresse <https://mainichi.jp/english/articles/20230211/p2a/00m/0na/018000c>

Yamamoto, M. (2022, mars 24). «Randoseru» a Japanese backpack for elementary school children—How To Japan. Consulté mai 15, 2023, à l'adresse <https://howtojapan.net/2022/03/24/randoseru%E3%83%BC-a-japanese-backpack-for-elementary-school-children/>

Zekun, Y. (2018, novembre 23). New lifeboat to help flood-affected people. Chinadailyhk. Consulté mai 15, 2023, à l'adresse <https://www.chinadailyhk.com/articles/179/146/191/1542966628909.html>

ANNEXE

Scénario Fictif

Année : 2100

Contexte Climatique et Géographique global :

En 2100, la surface de la Terre se sera globalement réchauffée de 3°C par rapport aux niveaux préindustriels. Les écosystèmes ont été déplacés et perturbés. La nature peine à trouver son équilibre et devient de plus en plus imprévisible. Les saisons n'ont plus de rythme, les cycles sont perturbés et les catastrophes naturelles sont de plus en plus fréquentes. La mer s'est élevée en moyenne de 4 m au total. Certaines îles ont été complètement submergées, tandis que des continents ont vu leurs côtes se rétrécir. Paradoxalement les populations continuent à se rapprocher des côtes pour désaliniser l'eau de mer. La survie s'agit de trouver le bon équilibre entre proximité de l'eau et prudence.

Contexte Socio-Politique global:

L'avancement technologique était irrégulier. Le monde était plus connecté que jamais, mais la répartition de richesses n'était pas entièrement juste. Néanmoins, on a vu une croissance de la classe moyenne par rapport aux plus démunis et aux plus aisés. À cause de la crise climatique, les gens ont été obligés d'utiliser la technologie exclusivement comme moyen de survie. Grâce à la démocratisation de l'information, les personnes pouvaient s'en sortir par eux-mêmes. Les grandes puissances mondiales du XXI^e siècle n'ont pas su assumer la responsabilité de leurs actions face au changement climatique. En contrepartie, les petites nations ont dû s'unifier pour survivre. Les frontières politiques se dissolvaient, car l'échange est devenu essentiel à la survie.

Chaque nouvelle communauté a choisi ses propres valeurs et sa propre façon de faire face aux conséquences du changement climatique. Certains sous terre, d'autres ont adopté un mode de vie plus nomade, tandis qu'un tout petit groupe n'a rien remis en question et continue d'utiliser la technologie pour attaquer les symptômes sans se soucier du problème global. Une communauté très particulière se développe dans le respect de la nature, tout en faisant preuve d'un progrès et d'une ingéniosité remarquables. Cette communauté, connue sous le nom d'Amictlan, se répand dans le monde entier et inspire d'autres petites communautés à adopter ses principes fondamentaux.

AMICTLAN

Histoire:

Amictlan est un territoire formé par un ensemble des peuples qui ont dû se déplacer à la suite de nombreuses catastrophes naturelles. Amictlan est une île volcanique qui n'a pas été complètement submergée par la montée des eaux. Elle faisait partie d'un archipel qui a partiellement disparu à la suite de nombreuses catastrophes naturelles. Cet archipel avait un autre nom avant la grande réorganisation territoriale de 2053. Il a été renommé *Amictlan* qui veut dire «Mer haute», comme une façon d'accepter et de s'approprier la situation qui a frappé leur civilisation.

Valeurs de la civilisation :

Le contexte de la «table rase» a permis à la civilisation de se reconstruire avec un recul sur les événements passés. Un regard critique a été porté sur les origines de la catastrophe climatique. Il en est ressorti une valorisation de la nature, un respect et une connexion oubliés pendant la période industrielle, sans que la civilisation n'oublie pour autant les bénéfices du développement technologique.

L'électricité provenant de sources renouvelables était produite et utilisée avec modération. Leur mode de vie impliquait de renoncer au confort de vie qu'on a connue. Rester dans la communauté était un pur choix, car cela représentait un sacrifice (dans un premier temps) et une remise en question des valeurs telles que nous les connaissions.

Infrastructure:

Inspirés de la technique de construction des maisons sur pilotis pour surélever l'habitat, ils vivent désormais dans des péniches reliées aux maisons sur pilotis afin de maintenir la cohésion de la communauté.

Technologie:

Les énergies renouvelables provenant de la mer ont permise aux habitants d'Amictlan de se procurer des ressources essentielles telles que de l'eau douce ou de la nourriture de façon très efficace. Leur ingéniosité, basée sur la reconnaissance de la sagesse de la nature, a permise d'exponentialiser leur ressources. Cette pratique a été le principe d'adaptation pendant des milliers d'années par les peuples autochtones de l'époque préindustrielle. En 2002 par Janine M. Benyus propose que cette pratique devienne une méthodologie du nouveau développement technologique. Après avoir tout perdu, cette communauté a décidé d'adopter informellement cette méthodologie de conception.

Les énergies renouvelables provenant de la mer ont permise aux habitants d'Amictlan de continuer le développement technologique d'une façon stratégique. Leur ingéniosité, basée sur la reconnaissance de la sagesse de la nature, leur a permis d'exponentialiser leurs ressources en respectant les seuils d'équilibre des écosystèmes. Cette pratique est le principe d'adaptation des peuples indigènes de l'ère préindustrielle depuis des milliers d'années. En 2002,

Janine M. Benyus a proposé que cette pratique devienne une méthodologie pour le développement de nouvelles technologies. Après avoir tout perdu, cette communauté a décidé d'adopter cette philosophie de développement dans tous les aspects de leur vie en communauté.

Connaissances :

Lorsque l'eau a détruit toutes les infrastructures existantes, les personnes exerçant des métiers tels que les avocats et le marketing n'ont pas pu trouver leur place dans un premier temps. Ils ont eu le choix de développer leur potentiel personnel en fonction des nouveaux besoins de la communauté ou de rejoindre des communautés déterminées à maintenir la vie telle que nous la connaissons.

Géographie:

L'Amictlan était riche en ressources naturelles, mais la topographie volcanique ne laissait pas assez d'espace pour accueillir les habitants. Leur solution a été de conserver le sol volcanique fertile pour l'agriculture et de s'adapter à la vie sur l'eau. Avant la montée des eaux, Amictlan avait une immense vallée entourée d'une chaîne de montagnes. Lorsque l'eau est arrivée, elle a créé une baie partiellement protégée par les montagnes environnantes.

Climat :

Le climat est tropical et agréable, avec une température moyenne de 40°C en été et 10°C en hiver, mais les pics de température deviennent de plus en plus extrêmes. Des pointes de 50°C en été et de 0°C en hiver ont déjà été enregistrées. L'île se trouve sur la trajectoire de fréquentes tempêtes tropicales, mais sa topographie lui permet d'être partiellement protégée de ces phénomènes.

Ressources :

Amictlan essaie de rester indépendante du reste du monde. Ils n'ont pas entièrement accès aux luxes des privilégiés, mais ils restent en dehors de leur système. Ils ont assez des ressources pour survivre, mais pas en quantité importante pour attirer l'attention des pays abusifs. De temps en temps, ils importent de la médecine dont ils n'ont pas les moyennes de produire, mais grâce à leur mode de vie active et nutrition variée, les maladies graves sont de plus en plus rares. Parfois, certains matériaux développés par les scientifiques sont importés pour permettre d'avoir certains avancés technologiques inspirées de la nature.

Amictlan tente de rester indépendant du reste du monde. Ils n'ont pas accès à tous les luxes des privilégiés, mais restent en dehors de leur système. Ils ont suffisamment de ressources pour survivre, mais pas assez pour attirer l'attention des pays envahisseurs. Ils importent parfois des médicaments qu'ils n'ont pas les moyens de produire, mais grâce à leur mode de vie actif et à leur alimentation variée, les maladies graves sont de plus en plus rares.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué au cheminement qui m'a conduit à la rédaction de cette thèse.

Tout d'abord, à mon père, Enrique BERNAL, pour m'avoir inculqué les valeurs fondamentales à la rédaction de ce mémoire: la curiosité et le respect du vivant. À travers son parcours de vie, je le remercie de m'avoir montré que nous avons toujours la capacité de nous réinventer.

A ma grand-mère, mon respect et mon admiration du chemin de vie qu'elle a dû surmonter pour me donner le privilège de choisir mon destin.

Je remercie tout particulièrement mon compagnon, Sébastien WITTMER, pour son écoute et son esprit critique de scientifique qui s'ouvre au monde du sensible. Un second merci pour son soutien dans la relecture et la correction du mémoire. Un dernier grand merci pour m'avoir soutenu et encouragé à terminer cette «dernière ligne droite».

Je tiens également à remercier Sofia ALCANTARA pour la relecture et l'édition de ce mémoire, et pour avoir été une véritable source d'inspiration par son implication dans une approche plus consciente de notre impact au vivant.

Je remercie mes amis, qui m'ont aidée à mieux m'intégrer en France en unissant deux continents dans mon esprit. Spécialement à Clara COCHET pour m'avoir accompagné tout au long de mon parcours académique supérieur et de m'avoir partagé son univers artistique qui façonne aujourd'hui ma pensée créative.

Je remercie également tous les amis restés au Mexique qui m'inspirent par leur développement personnel dans un pays qui n'a que du potentiel s'il est placé entre de bonnes mains, les mains d'une nouvelle génération.

Je tiens à exprimer ma gratitude à ma directrice du mémoire Lucie LING, pour le temps qu'elle a consacré à me fournir les outils méthodologiques dont j'avais besoin pour mener à bien cette recherche.

Je tiens également à remercier sincèrement tous les professeurs, conférenciers et autres personnes dont les paroles, les écrits et les conseils ont guidé ma réflexion.

Résumé

La revalorisation du design produit en tant qu'outil de rétablissement de notre relation avec le vivant

Le biomimétisme comme philosophie de création inclusive, respectueuse, et adaptative

design d'objet • biomimétisme • écologie • égalité sociale • catastrophes naturelles • prévention • potentiel • technologies

Le changement climatique est une question clé à laquelle nous sommes devenus insensibles. Sans arrêt, nous entendons des chiffres alarmants qui n'ont plus rien d'exceptionnel et qui, pourtant, ne sont toujours pas normaux.

En prenant du recul face à nos dirigeants, aux institutions, et aux entreprises, j'incite le designer d'objet à se positionner dans une démarche engagée au service du vivant. Nous devons nous questionner comment notre métier peut trouver sa place dans la lutte contre le changement climatique à travers une méthodologie de création pertinente, et aider à mieux préparer l'avenir .

A partir du biomimétisme comme philosophie et comme méthodologie de conception, la nature devient un modèle de création. Ce modèle est exploré à partir de l'analyse des exemples pouvant inspirer le designer de produits ainsi que toutes autres personnes ayant une approche créative et sensible, souhaitant adopter cette démarche. Ces exemples nous offrent un panel de possibilités et un avant goût du potentiel que nous pouvons développer pour l'avenir, non seulement en ayant un impact neutre mais également réparateur.

Finalement, je mets en pratique cette méthodologie à travers mon projet de fin d'études: Un collecteur de brume biomimétique et passif pour des situations d'urgence. Avec celui-ci je ne prétends pas résoudre la crise de l'eau douce, mais je propose de questionner nos modes de consommation et de découvrir des pistes alternatives.

Abstract

Revaluating the potential of product design as a tool for re-establishing our relationship with nature

Biomimicry as an inclusive, respectful and adaptive design philosophy

Product design • biomimicry • ecology • social equality • natural disasters • prevention • potential • technologies

Climate change is a key issue to which we have become insensitive. We are constantly hearing alarming data that is no longer exceptional, yet are still not normal. A feeling of defeat and helplessness runs through us, and it is this indifference that could be the biggest of our troubles.

By taking a step back from p, institutions and corporations, I encourage product designers to take a committed stance in the service of living things. We need to ask ourselves how our profession can find its place in the fight against climate change through a relevant design methodology and help to better prepare for the future.

Based on biomimicry as a philosophy and as a design methodology, nature becomes a model for creation. This model is explored by analysing examples that can inspire product designers and other creatives with a sensitive and engaged approach. These examples offer us a range of possibilities and a foretaste of the potential we can develop for the future, not only by having a neutral impact but also by giving back to nature.

Finally, I'm putting this methodology into practice through my final year project: A passive biomimetic fog collector for emergency situations. Inspired by nature, this device questions our dependence on consumerism and proposes an alternative solution.

