



MATIÈRE VIVANTE

Samuel Tomatis
Création et Technologie Contemporaine
ENSCI - Les Ateliers, 2016

SOMMAIRE

Préambule

Introduction

01- L'éco-conception, un schéma prospectif

A. De la vapeur à la 3D

1. Révolutions industrielles
2. Un production individualisée

B. Concevoir éco

1. Contexte
2. Analyse du cycle de vie
3. Économie circulaire
4. Du berceau au berceau

C. Des alternatives résilientes

1. La reterritorialisation - du offshore au local
2. Le recyclage
3. Le réemploi

02- Concevoir selon un autre modèle : le biomimétisme

A. La bio-inspiration

1. Le biomorphisme
2. La biomécanique
3. La bionique

B. La stratégie du biomimétisme

1. La nature en tant que modèle
2. La nature en tant que collègue de travail
3. La nature synthétique
4. La nature hybridée

C. Design fiction

1. Le design spéculatif critique
2. Le biodesign
3. Un avenir biomimétique

03- L'algue au rythme de la vie

A. Analyse et compréhension d'un biotope marin

1. L'algue
2. Son utilisation

B. Le vivant dans la ville

1. La science fiction
2. Les façades intelligentes

C. Vers le projet

1. Pourquoi les algues
2. Matériaux et procédés
3. Un artisanat - collaborer avec le vivant

Conclusion

Sources

Remerciements

Préambule

« Matière Vivante » va décrire les moyens d'une conception se rapprochant au plus près de la nature pour concevoir écologiquement. Étudier différentes étapes comme la manipulation ou la transformation pour aboutir à la création à partir du vivant.

Notre planète est une biosphère. Elle regroupe une variété de phénomènes, d'organismes et d'espèces vivantes qui sont en relation ou en interdépendance. L'enveloppe vivante, un point de rencontre où hydrosphère (milieux aquatiques) lithosphère (écorce terrestre) et atmosphère (enveloppe de gaz) convergent pour donner la vie. La composition des gazs dans l'atmosphère (oxygène, carbone, méthane et vapeur d'eau) est déterminée par l'influence des végétaux terrestres et marins : forêts et phytoplanctons.

Sa structure est très organisée et dépend largement des climats selon un gradient de latitude, de l'équateur aux pôles : forêts tropicales, savanes, steppes, toundra...

Elle dépend également d'autres phénomènes particuliers à grande échelle tels que les récifs coralliens, les sources hydrothermales ou les déserts...

La biosphère est donc une enveloppe composite, extrêmement variée; elle offre une exceptionnelle originalité de par sa nature, son histoire et sa diversité au sein de l'évolution et de son occupation de l'espace.

Elle se définit également comme un ensemble d'écosystème, un milieu dans lequel des organismes vivants se développent

selon des conditions climatiques, géologiques ou hydrologiques. Ces organismes vivants sont des espèces végétales, animales ou fongiques qui se déploient pour définir le biotope, terrestre ou marin.

L'écologie est la science qui étudie cette sphère de la vie ainsi que la diversité du vivant.

L'ethymologie du terme écologie vient du grec « okios » qui exprime la maison et « logos », le discours. L'écologie signifie rationaliser la maison.

En même temps que l'informatique, en développement dans les années 1960, d'autres découvertes dans des disciplines telles que l'écologie, la biologie, l'anthropologie apparaissent. Désormais, ce sont des sciences avec lesquelles nous nous devons d'évoluer dans le milieu de la création pour trouver des alternatives. Nous savons que l'environnement sera un enjeu majeur pour nos sociétés, qui se doivent de penser un mieux-vivre ensemble durable.

Les sciences du vivant, de la nature et de l'histoire naturelle sont des thématiques que nous nous devons d'intégrer à la création. Poussant à une réflexibilité bien-pensante, elles sont des solutions alternatives pour un équilibre durable homme-nature.

Mais comment les artistes et les créateurs se font-ils les guides contemporains de l'évolution des consciences ?

Cette question, j'ai tenté d'y répondre pendant l'ensemble de mon cursus. Au cours de mes études en design et en architecture d'intérieur, j'ai donc développé un rapport étroit entre savoir-faire artisanal et technologie contemporaine. Un travail de recherches et d'expérimentations où la matière a toujours été au centre du projet, jusqu'à induire la forme. La matière est ce qui va directement entrer en contact avec le corps humain et qui a un rapport intime avec l'objet.

Ma démarche s'inscrit dans une dimension d'éco-conception où les étapes du cycle de vie d'un objet sont prises en compte. Les matériaux et la fabrication sont des étapes importantes à la réalisation d'un objet et elles impactent directement notre environnement. Tout en respectant notre écosystème, je propose des solutions alternatives résilientes pour pallier à la disparition des énergies fossiles. Je souhaite, par ma pratique, orienter les consciences afin que nous vivions durablement et en équilibre avec notre nature environnante.

Afin de mieux comprendre les intentions de cet écrit, je vais brièvement vous parler du projet qui a fait naître ma pratique sur le travail de l'algue.

J'ai imaginé une structure événementielle à usage unique donc éphémère. Une structure posée sur l'eau, fonctionnelle et destinée à être démontée. Une plateforme, un ponton rattaché à la digue. Une structure permettant aux visiteurs d'aller et venir à leur gré pour éviter qu'ils ne soient pris en otage lors de la marée. Cette plateforme présentera tous les produits fait à partir d'un végétal du biotope marin. L'algue.

Ce matériau sera présenté sous tous ses aspects : solide, souple ou liquide. Dans un restaurant de dégustation de produits, comme des salades, sushis, ou thés. Un chef asiatique serait présent pour l'occasion. Dans les cosmétiques (crèmes, savons, soins, des produits pour la santé et le bien-être du corps) où un partenariat avec le centre de thalasso de Saint-Malo serait possible. Dans le textile (pulls, des robes, des sacs ou accessoires pour l'art de la table) avec les garde-corps de la plateforme ainsi que des parties abritées qui pourraient être faits de cette manière. Enfin, nous retrouverons ce matériau dans une gamme de mobilier que j'ai dessiné : des contenants, une chaise, une table basse et une lampe.

La plateforme n'étant pas fixée au sol sur pilotis, elle suit le mouvement montant et descendant de la marée. Des bidons en plastique servant de flotteurs lui permettent d'avoir une stabilité

optimale sur l'eau. Une fois la marée haute, les visiteurs peuvent rejoindre la digue. Grâce au ponton, à marée basse, il peuvent se déplacer sur le sable. L'idée est donc de réaliser un événement éphémère . une notion qui sera au coeur de notre projet.

Introduction

« Nos actes ne sont éphémères qu'en apparence. Leurs répercussions se prolongent parfois pendant des siècles. La vie du présent tisse celle de l'avenir », écrivait Gustave le Bon dans son ouvrage Hier et demain.

Le sociologue met en avant l'aspect plutôt paradoxal de la notion d'éphémère. Une sorte d'articulation problématique du continu et du discontinu qui transparait dans « l'instant de vie ». Une tension entre le ponctuel et la durée. Une oscillation permanente entre ce qui n'est plus et ce qui a été. Et une illusion qui, elle, subsiste. Cette présence dans l'absence.

Ce terme d'éphémère échappe d'ailleurs à toute définition. Seuls subsistent des synonymes ou des paraphrases. Un moment passager, transitoire qui s'enfuit sans que rien ne puisse le retenir. Une chose menacée de « disparition prochaine ». Une existence passagère et de courte durée.

La marée. Ce mouvement montant puis descendant. Cette variation éphémère mais aussi durable car elle reste constante. Il ne semble rien exister à la fois d'aussi bref et perpétuel qu'une marée. Quand la marée haute s'enfuit, elle découvre des éléments végétaux. Lorsqu'elle revient, ils disparaissent. Mais ils sont encore bien là, enfouis. Eux aussi sont donc à la fois éphémères et durables. C'est sur ce biotope marin et plus particulièrement l'algue que je travaille. Manipuler le vivant est intéressant car il est métastable, c'est-à-dire qu'il est en perpétuel évolution. Comparable à une programmabilité à la différence que celui-ci est naturel. Les raisons de son changement se caractérisent par leur génétique. Et cette évolution permet d'expliquer l'origine

de la biodiversité sur terre.

Notre environnement est fait pour évoluer de manière durable. La vie est éphémère mais l'héritage, la transmission des impacts de nos actes, ne le sont pas.

Le designer a pour fonction de rendre le monde collectivement habitable. De comprendre l'imaginaire collectif afin de créer un lieu entre la forme produite et le lien social. De créer de l'histoire, d'intégrer le passé dans le futur.

Mais n'y a-t-il pas au contraire dans l'éphémère un véritable aspect de durabilité ? Quelque chose entre le flux et le figé ? Cet instant qui subsiste malgré une mort rapide. Pour un objet, le passage d'éphémère à durable peut être mince, sa forme ou son usage peuvent changer mais sa vie reste intacte.

Le design éphémère peut également servir le design durable lorsque sa transformation intervient dans un cycle de vie défini par l'éco-conception. L'objet éphémère peut permettre une évolution au cours de l'année, selon les saisons, l'âge de l'utilisateur ou encore le lieu où il se trouve. Contrairement à un objet figé, l'objet éphémère ne meurt pas, non. Il renaît sous une autre forme afin d'évoluer avec son utilisateur.

Dans cette perspective, la notion d'éphémère paraît indissociable de celle de modernité. Dans le système des objets, Jean Baudrillard estimait que « la stylisation des objets était inséparable de celle du geste humain qui s'y rapporte ». Certes, mais que vaut l'unique geste humain, sans cette révolution numérique que nous connaissons ? Le design éphémère semble bien dépendre, aussi, des nouvelles technologies.

Aujourd'hui en effet, nous vivons un nouveau renversement. L'informatique a impacté les objets et leur plasticité est à l'origine de la constitution d'un nouveau système des objets. L'objet devient réflexif. Il évolue au cours des usages. Ce sont des objets à terminer et des objets à continuer. Ce système

requestionne leur production et leur devenir entre les mains de l'utilisateur. Avec ces nouveaux objets, la notion de fonction perd ses propriétés de constante. En effet, les fonctions d'un même objet changent, se multiplient, évoluent et s'améliorent. L'objet prend alors la forme de ce que l'on en veut. De ce que l'on en fait. Sa partie numérique, électrique reste opposée à la partie tangible de la matière figée.

Ainsi ne pourrait-on pas rendre la matière tangible aussi flexible que la matière numérique ? En somme, faire fusionner la matière avec l'information ?

On rentre dans une ère postmoderne où le système est aussi important que l'individu. Dans cet univers, le design a une place centrale. Tout est forme, architecture. Les notions de fonction, d'espace et d'expérience sont indissociables.

Il y a 8.000 ans, l'équité gouvernait le rapport entre les chasseurs cueilleurs et la nature . Ensuite, l'homme décide de maîtriser la nature : c'est l'agriculture. Un rapport de prédation, de contrôle, s'installe. L'homme moderne veut maîtriser la nature suite à la découverte de trois théories :

La théorie copernicienne qui montre que nous ne sommes pas au centre de la Terre.

La théorie darwinienne qui prouve que nous sommes des animaux.

Et la théorie freudienne qui explique que des forces telle que l'inconscient nous dépassent.

L'apparition de l'industrie provoque une volonté de maîtriser, de cartographier la politique, le temps et la nature.

Le sujet contemporain n'est plus individuel, il est collectif. Le mélange de l'espace et la mémoire collective forment le territoire.

Désormais, nous sommes en continuité avec notre nature environnante, un écosystème où il y a un rapport culture - nature, : une hybridation.

La domestication s'efface peu à peu et la culture habite la nature.
L'imaginaire social est réenchânté par un retour à la nature.
Notre société a une prise de conscience sur le sujet de l'écologie
mais il y a encore un gouffre entre la volonté et la réalité.

Et c'est aussi à nous, designers et architectes, de dessiner, de proposer et concevoir des solutions alternatives. On observe des nouveaux corps de métiers intégrés à la création. Des couples de travail bio-chimie/design voient le jour afin de produire du durable sur un modèle d'éco-conception à l'exemple des villes futures ou du biomimétisme.

Alors, comment trouver des solutions alternatives en s'inspirant de la nature et dans notre cas, de l'algue, comme modèle à la création ?

Afin de répondre à cette question, nous nous intéresserons dans un premier temps à l'éco-conception, ce schéma prospectif (A), avant d'étudier un autre modèle, le biomimétisme (B), qui nous conduira à imaginer des solutions où la nature et l'algue font partie intégrante de la création (C).



01- L'éco-conception, un schéma prospectif

L'éco-conception est le résultat d'une série d'évolutions industrielles, du XVIIIe siècle à nos jours, rendant inéluctable ce travail visant à réduire les impacts environnementaux et qui passe par de multiples alternatives résilientes.

A. De la vapeur à la 3D

L'éco-conception ne s'est pas faite en un jour. Elle résulte en effet d'une série d'événements qui ont non seulement marqué l'histoire mais aussi durablement impacté l'économie et l'environnement. A un point tel qu'il a fallu repenser de nouveaux systèmes de production. Et ce simplement au début des années 1990 et après plusieurs siècles de prouesses techniques industrielles entraînant leur lot d'aberrations écologiques.

1. Révolutions industrielles

La première révolution industrielle est marquée par l'invention de la machine à vapeur de James Watt. Plusieurs décennies auparavant, Papin puis Newcomen avaient amorcés ce travail qui révolutionnera l'industrie au milieu du XVIIIe siècle. L'homme dispose désormais d'une énergie considérable pour alimenter les moteurs des machines dans les usines mais également pour concevoir de nouveaux moyens de transport comme les chemins de fer. Au fur et à mesure, ces usines remplacent les ateliers artisanaux ainsi que les manufactures, le nombre d'ouvrier augmente et la production d'objet avec. On observe alors les

prémices de l'automatisation. Les machines devenues trop onéreuses, les artisans sont contraints de quitter leur ateliers pour trouver une place à l'usine où ils surveilleront ces appareils exécuter le travail à leur place.

L'industrie du textile est la principale touchée par cette effervescence. Le rouet à filage et le métier à tisser artisanal vont être remplacés par les moteurs à vapeurs. Ces derniers demandent plus de métal, ce qui va entraîner le développement des mines-sidérurgie et métallurgie et des moyens de transports. L'alimentation de ces nouvelles usines provoquent une colonisation du monde pour se procurer des matières premières et des sources d'énergies comme le charbon.

a. Taylorisme et désillusion

Un siècle plus tard, l'avènement de nouvelles sources énergétiques, telles que l'électricité, le gaz ou le pétrole illustrent la deuxième révolution industrielle. De grandes innovations permettent la croissance économiques du pays et transforment le quotidien à l'exemple du téléphone, de la lampe à incandescence d'Edison ou de la chimie de synthèse qui se développe dans le domaine du textile ou du plastique. Le domaine de l'automobile vit un renversement avec la création du moteur à explosion à la fin du XIXe siècle. Cette révolution est marquée par la confirmation des grandes usines comme modèle de développement productif. La standardisation automobile entraîne une production de masse donc un rendement qui se veut plus rapide et plus efficace que celui produit par la main de l'homme. C'est la naissance du

1 *Les Temps modernes* est une comédie dramatique américaine de Charlie Chaplin, sortie en 1936. Le film est une satire du travail à la chaîne et un réquisitoire contre le chômage et des conditions de vie d'une grande partie de la population occidentale lors de la « Grande Dépression. »

2 « Dans l'histoire, les divers piliers de la révolution industrielle doivent être mis en place simultanément, faute de quoi les fondations ne tiendront pas.

- le passage aux énergies renouvelables
- la transformation du parc immobilier de tous les continents en ensemble de microcentrales énergétiques qui collectent sur le site des énergies renouvelables

- le déploiement de la technologie de l'hydrogène et d'autres techniques de stockage dans chaque immeuble et dans l'ensemble de l'infrastructure, pour stocker les énergies intermittentes

- l'utilisation de la technologie d'Internet pour transformer le réseau électrique de tous les continents en inter-réseau de partage de l'énergie fonctionnant exactement comme Internet

- le changement de moyens de transport par passage aux véhicules électriques branchables ou à pile à combustibles, capable d'acheter et de vendre de l'électricité sur un réseau électrique interactif continental intelligent. »

Jeremy Rifkin, *la troisième révolution industrielle*, Babel, 2012, p.58

3 Ressources dites non renouvelables car pas à l'échelle humaine. (pétrole, gaz naturel, métaux, minerais, uranium).

4 Ressources dites renouvelables car à l'échelle humaine. (Energie solaire, éolienne, hydroélectricité, géothermie, biomasse).

Taylorisme et du travail à la chaîne. Le bouleversement que va connaître l'organisation de la production industrielle ainsi que la vie de millions de travailleurs est dénoncé dans « Les temps modernes¹ » de Charlie Chaplin.

b. Communication et énergie fossile

Internet est l'allégorie de cette troisième révolution industrielle dans laquelle nous nous trouvons. C'est une nouvelle étape dans l'histoire des sciences et des techniques. Elle repose sur la convergence d'une nouvelle infrastructure énergie-communication. Cette association est basée sur les cinq piliers fondamentaux² décrits par Jeremy Rifkin. Les nouveaux moyens de communication donnent l'occasion de générer des liens économiques personne-marché plus diversifiés. Internet a engendré des nouveaux moyens de communication, d'échange, des nouveaux espaces de stockage et donc de nouveaux modes de production. Exigent de nouvelles formes d'organisation et de gestion des activités économiques, la convergence énergie-communication crée un nouveau paradigme économique.

Dans les années 2000, le choix de passer aux énergies dites vertes se justifie par l'épuisement des énergies fossiles³ entraînant l'augmentation de leur coût mais aussi un impact négatif sur la planète plus important et l'instabilité des écosystèmes. Parallèlement, les énergies renouvelables⁴ se développent grâce aux technologies. Une production de distribution en réseau se met en place sur le modèle de l'internet décentralisé.

Après un siècle de domination économique des grandes compagnies du gaz et du pétrole et leur forte influence politique, on observe un changement de production et de distribution énergétique avec la création de millions de mini-entrepreneurs. Aujourd'hui, une nouvelle révolution de la fabrication numérique rend possible le fait d'être son propre industriel. Une production industrielle individualisée mais qui peut être redistribuée. Un

procédé tel que l'imprimante 3D en est un exemple.

2. Une production individualisée

Les FabLabs (Fabrication Laboratory) sont des ateliers communaux d'autoproduction. Mis en place par le Massachusetts Institute of Technology (MIT) au début des années 1990, ils sont d'abord initiés par Neil Gershenfeld d'après des programmes de recherches sur la fabrication numérique.

Mettant à disposition de nombreuses machines pour la plupart à commandes numériques (imprimante 3D, découpe laser, fraiseuse numérique), mais aussi des outils de prototypages rapides comme on pourrait en trouver dans le garage de son grand-père. Ils sont un accès aux savoirs-faire technologiques et aux outils de production. Les milieux de la création comme les designers, les architectes ou les hackers en sont plutôt friands.

Cette acquisition des moyens de conception propre à chacun apparaît comme un schéma d'évolution des systèmes productifs déjà annoncé par Marx (*) près d'un demi-siècle auparavant.

Ce moyen de réappropriation de la production apparaît comme l'un des substituts de la réindustrialisation de territoires à moindre coût économique et environnemental.

a. La facture entropique d'un système antropocène

Popularisé par le prix Nobel de chimie 1995, Paul Crutzen, (*) le terme d'antropocène désigne une nouvelle époque géologique, succédant ainsi à l'ère Holocène. Débutée à la fin du XVIIIe siècle lors de la révolution industrielle, cette appellation caractérise l'époque où l'activité humaine a un incident global sur son environnement et les écosystèmes terrestres.

De ce fait, l'être humain est devenu le principal acteur qui agit sur l'équilibre de la biosphère. A tel point que ce phénomène

antropocène est devenu une « force géologique » capable de modifier la lithosphère. Le physiologiste Jared Diamond, nous dépeint une vision où l'homme a toujours agit sur l'environnement qu'il habite. Il nous présente des civilisations anthropocènes plus anciennes comme les Pascuans, les Mayas ou les Vikings du Groenland qui auraient inconsciemment couru à leur perte.

« Toutes les sociétés dépendent de l'extraction de ressources naturelles, non renouvelables (comme le pétrole et les métaux) et renouvelables (comme le bois et le poisson). Nous tirons la plus grande partie de notre énergie du pétrole, du gaz et du charbon. Presque tous nos outils, nos containers, nos machines, nos véhicules sont faits de métal, de bois ou de plastiques d'origine pétrochimique et autres matériaux de synthèse. Nous écrivons et imprimons sur du papier dérivé du bois. Notre principale source de nourriture sauvage est le poisson et autres aliments marins. L'économie de dizaine de pays dépend principalement d'activités d'extraction », explique Jared Diamond.⁷

7 Jared Diamond est un géographe biologiste évolutionniste, physiologiste et géonome américain.

Dans son ouvrage *Effondrement*, il fait l'état des sociétés disparues du passé jusqu'à celles fragilisées d'aujourd'hui.

8 Il explique que cinq fractures entrent toujours potentiellement en jeu :

- des dommages environnementaux
- un changement climatique
- des voisins hostiles
- des rapport de dépendance avec des partenaires commerciaux
- les réponses apportées par une société, selon ses valeurs propres, à ces problèmes ».

Jared diamond, *Effondrement*, Essais Folio, 2005

Plus de moitié de la superficie des forêts primitives mondiale a été convertie à d'autres usages. Dans les cinquantes années à venir, un quart de celles qui subsistent seront conviées au même sort. En plus de nous fournir des matières premières, ces forêts assurent la protection de divers écosystèmes. Formant un habitat pour un grand nombre d'espèces floriques et fauniques, elles assurent la protection des bassins fluviaux, des sols contre l'érosion et sont des étapes importantes dans le cycle de l'eau.

Dans son ouvrage, Jared Diamond estime que « la déforestation a été un facteur majeur dans tous les effondrements de sociétés passées. »⁸

Il apparaît clairement que l'extraction des matières première a un impact sans appel sur notre biosphère mais elle n'est pas la seule.

Nous avons encore du mal à rembourser la facture entropique des deux premières révolutions industrielles. Ces deux siècles à brûler du charbon, du pétrole et du gaz naturel ont envoyé une quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère qui menace la planète d'un changement climatique catastrophique. Ces émissions dues à la fabrication provoqueront un potentiel cataclysme pour l'avenir de la vie.

Auteur de « La troisième révolution industrielle », l'économiste prospectiviste Jeremy Rifkin explique qu'un « simple changement de température de 1,5 à 3,5°C pourrait, selon les chercheurs, provoquer une extinction massive de formes végétales et animales en moins de cinq ans. [...] Depuis 450 millions d'années, la Terre a connu cinq vagues d'extinction biologique mais il a fallu environ dix millions d'années, pour retrouver la biodiversité perdue. »⁹

⁹ Jeremy Rifkin, *la troisième révolution industrielle*, Babel, 2012, p.45

Cette prise de conscience est un fait mais il faut penser à la concevoir.

b. Un oeil avisé sur l'environnement

La troisième révolution industrielle se caractérise par une interconnexion planétaire mais aussi par le fait de penser, d'agir, en tant qu'élément d'une biosphère commune.

> Forest Stewardship Council

« En 1988, nous avons fondé le Global Greenhouse, une coalition d'experts du climat, d'organisation de défense de l'environnement et de spécialiste du développement économique, et entamé un effort long d'une décennie qui a contribué à faire passer du terrain scientifique au terrain politique le débat sur le réchauffement climatique »¹⁰, a déclaré Jeremy Rifkin.

¹⁰ Jeremy Rifkin, *la troisième révolution industrielle*, Babel, 2012, p.43

Dans les années 1990, des groupes préoccupés par la déforestation et l'avenir de l'environnement, rattaché à des ONG pour certains, se sont réunis pour trouver un moyen de gérer cette

ressource naturelle qui est le bois. Le concept du FSC (Forest Stewardship Council) voit alors le jour. Deux ans plus tard, ce schéma bienveillant et novateur de certification forestière internationale est largement soutenu lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro.

Cette organisation mondiale a pour but de promouvoir la gestion responsable des forêts. Leurs objectifs se résument en trois points. Une gestion forestière écologiquement appropriée, c'est-à-dire maintenir la biodiversité lors des récoltes.

Ensuite, une gestion forestière socialement bénéfique, autrement dit soutenir les populations locales à pérenniser leur ressources forestières d'après un plan de gestion établi au préalable.

Enfin, une gestion forestière économiquement viable. N'étant pas une organisation à but lucratif, les opérations forestières se doivent d'être suffisamment rentables sans impacter les ressources, les écosystèmes, ou les populations en périphérie.

> Les villes en transitions

11 Jeremy Rifkin, *la troisième révolution industrielle*, Babel, 2012, p.52

12 « L'origine de ce qu'on appelle la permaculture remonte au Néolithique, aux origines de l'agriculture. C'est ce qu'on appelait le bon sens, à une époque où l'humain vivait avec / grâce à / et de la Nature sans autre énergie que celle de ses bras, de son intelligence et de la connaissance de son milieu. »

L'influence de la permaculture est significatif dans le concept des Villes en transition.
Voir p.

<http://www.priusedeterre.net/2011/07/22/introduction-a-la-permaculture/>

Comme nous l'explique Jeremy Rifkin, le « pétrole ne nous sortira pas de la crise parce que le pétrole, c'est la crise. »

Le réseau des Villes en transition fût l'un des plus rapides pour appliquer ce fonctionnement d'énergie verte en Europe. Pour palier à cette hausse inexorable du prix du pétrole, des mouvements résilients comme les villes en transitions voient le jour. A la base, simple exercice universitaire initié par Rob Hopkins, enseignant en permaculture¹², ce mouvement est appliqué dans la ville Totnes au Royaume-Uni en 2005 avant de devenir international un an plus tard. Ce processus vise à sensibiliser les consciences des habitants d'un même territoire sur la convergence du pic pétrolier et le changement climatique et met en place des solutions concrètes fondées sur une vision positive de l'avenir. Réduire individuellement et collectivement la dépense énergétique en CO2 et énergie fossile, et renforcer les liens sociaux, la coopération entre les acteurs du territoire

permettant une relocalisation.

Cette démarche permet à des territoires de s'organiser sur un modèle qui leur correspond afin de définir au mieux un plan d'action de descente énergétique (PADE).

B. Concevoir éco

L'éco-conception c'est la « conception qui permet de réduire les impacts environnementaux. D'améliorer continuellement la performance des produits et services en prenant en compte toutes les étapes de cycle de vie. »

1. Contexte

Différents enjeux entrent en compte et il est désormais nécessaire de concevoir selon nos problèmes environnementaux. La raréfaction des matières premières entraînent inévitablement une hausse des prix. Notre économie donc mais également notre biosphère, elle aussi, en subit les conséquences.

L'éco-conception est une économie basée sur l'énergie qui cherche à concevoir durablement et en respectant l'environnement.

Entre les années 50 et 70, on observait les premiers bilan de matière dans l'industrie chimique. S'en suit une première étude comparative sur les emballages ainsi que des analyses sur les profils en ressources et environnement aux États-Unis. C'est dans les années 1990 que l'éco-conception prend forme au nord de l'Europe. Ce processus est désormais intégré au sein des entreprises. L'éco-conception d'un produit peut réduire jusqu'à 80% des impacts environnementaux.

Victor Papanek est un pionnier de l'éco-conception. Dans les années 1970, le designer autrichien évoque la nécessité et l'urgence d'intégrer des bases écologiques dans le design. Il prône une démarche où le cycle de vie d'un objet et son impact environnemental est considéré. Dans son ouvrage « design pour un monde réel », ce militant expose sa vision du design où l'esthétisme a une part mineur. Sa mission première est de regarder le monde afin de le transformer de manière responsable. Concevoir en contribuant au bien-être sociétal et économique,

le design est un outil pour l'industrie permettant de résoudre certains problèmes du monde.

Prendre en compte les étapes du cycle de vie d'un produit est fondamental. Le concepteur est le premier acteur de l'éco-conception. Il doit penser toutes les étapes du cycle de vie de l'objet : l'extraction, la fabrication, l'utilisation ainsi que la fin de vie. On passe d'une conception traditionnelle linéaire à une conception circulaire, où l'extraction, la fabrication et la fin de vie de l'objet se rajoutent.

Ces cinq étapes permettent d'agir sur l'ensemble des impacts environnementaux tels que le réchauffement climatique, la création de zones photochimiques, l'épuisement des ressources fossiles, l'acidification des pluies ou l'eutrophisation des eaux. Eco-concevoir c'est savoir analyser, évaluer les étapes du cycle de vie d'un produit par rapport aux impacts qu'ils provoquent sur la biosphère. Ces principes sont décrits dans la norme ISO 14062.¹³

¹³ http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail?csnumber=33020

2. L'analyse de cycle de vie

L'ACV (analyse de cycle de vie) est l'outil qui va permettre d'étudier le cycle de vie d'un produit. D'évaluer son impact environnemental afin de favoriser son éco-conception.

Cette analyse n'étant pas obligatoire pour défendre un produit dit écologique, il faut être attentif à ce que l'on achète. Différents types d'éco-labels permettent de savoir si un produit est éco-conçu ou non.

Les labels de type 1 (ISO 14024) sont ceux officiels et représentent seulement 5%. La certification FSC évoqué précédemment en fait partie.

Les labels de type 2, (ISO 14021) ne sont pas officiels, les entreprises s'auto-déclarent, il n'y a pas de cahier des charges, pas de logos officiels et par conséquent aucune garantie que le

produit soit écologique. Chaque année, « Les Amis de la Terre France », une association à l'origine du mouvement écologique, décernent les Prix Pinocchio du Climat. Ils critiquent et dénoncent les entreprises qui se blanchissent avec un discours «vert».

Les labels de type 3 (ISO 14025) sont les écoprofiles : ils informent partiellement de l'impact environnemental du produit sur le packaging.

L'analyse de cycle de vie est un moyen d'agir sur la fabrication, les matériaux, le transport, ou l'utilisation d'un produit. Il est possible de se concentrer uniquement sur une des étapes de la chaîne pour proposer un produit éco-conçu. Elle oriente également la fin de vie la plus adéquate à l'objet, à savoir le recyclage, le réemploi, la réutilisation, le détournement, la décharge, l'incinération ou le reconditionnement. Elle permet de concevoir sur un modèle d'écologie industrielle et économique (analyse des flux des matières et d'énergie, up-cycling, biomimétisme, cradle to cradle).

Différentes étapes nous permettent de faire des choix stratégiques dans le processus de développement du produit.

La première analyse, le contexte du produit, est une étude comparative qui définit les frontières et les objectifs (améliorer le produit, le communiquer...). Elle détermine également des normes et les enjeux sectoriels.

Ensuite, on recueille les données. L'inventaire des flux entrant et sortant sont établis pour être répertoriés : la consommation, l'émission, les rejets sur l'atmosphère, la lithosphère et l'hydrosphère. Il convient de retranscrire ces flux en impact sur l'environnement.

Provoquent-ils de la toxicité, de l'acidification, de l'eutrophisation, l'épuisement des ressources, ou l'appauvrissement de la couche d'ozone ?

Une fois ce travail établi, les étapes de conception, de développement et de communication prennent formes. Ces caractéristiques sont décrites de manière holistique dans la norme ISO 14040 et 44.¹⁴

¹⁴ http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail.htm?csnumber=37456

Depuis plus de 10 ans, le leader mondial du mobilier de bureau, Steelcase, a intégré une démarche d'éco-conception à sa production. L'ACV est devenu un élément clé de leur politique d'amélioration continue.

L'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'environnement, (ADEME) subventionne les TPE ou PME dans leur démarches environnementales. Cet établissement public rattaché au ministère de l'écologie aide ses entreprises par ses capacités d'expertise et de conseil. Elle oeuvre pour l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, la préservation des sols et la gestion des déchets.

3. L'économie circulaire

Alors que la Chine a mis 100 ans de moins que nous à s'industrialiser (1978-2029), c'est le premier pays à donner des indicateurs d'économie circulaire en fondant une loi en 2005.¹⁵ Cette économie est basée sur six points : l'efficacité des ressources non renouvelables, l'exploitation durable des ressources renouvelables, la production propre (nouvelles usines ?), la consommation durable (de quel style de vie on veut faire la promotion ?), la valorisation des déchets comme ressources et le traitement des déchets sans nuisance.

¹⁵ http://www.institut-economie-circulaire.fr/Economie-circulaire-100-villes-chinoises-pilotes-pour-l-economie-circulaire_a322.html

Étant la suite logique de l'économie linéaire, elle englobe de nombreux domaines. Tout d'abord, l'approvisionnement durable qui consiste à produire le moins de rebuts lors de l'extraction d'une ressource. Le processus d'éco-conception. L'économie industrielle et territoriale, qui est un nouveau mode d'organisation d'inter entreprises. Nommée aussi

16 http://www.dailymotion.com/video/xlvhip_kalundborg-symbiose-industrielle-au-danemark_webcam

<http://www.symbiosis.dk/en>

symbiose industrielle, elles procèdent par échanges de flux et mutualisations. Ce principe est né dans les années 1990 au Danemark dans la ville portuaire de Kalundborg. Quatre entreprises et une collectivité partagent leurs flux, réutilisent leur déchets, économisent leurs ressources et créent un avantage au niveau de l'environnement.¹⁶

Le principe de l'économie de fonctionnalité est simple : privilégier l'usage d'un produit à sa possession. La consommation responsable concerne le client. Il doit être acteur de ses consommations, être un «consom'acteur». L'allongement de la durée d'usage en ayant recours à la réparation, au réemploi, à la réutilisation. Une lutte contre l'obsolescence programmée. Et pour le recyclage dont le principe est d'utiliser des matières premières issues de déchets. D'autres marques telles que Facom, Patagonia, Xerox, Eastpack ou Thermomix ont fait du développement durable leur politique de marché.

4. Du berceau au berceau

Le mouvement «cradle to cradle» est né d'une collaboration entre le chimiste allemand Michael Braungart et l'architecte / designer américain William McDonough. Ce concept est une partie de l'éco-conception révolutionnant la notion de déchets.

17 William McDonough & Michael Braungart, Cradle to cradle. Créer et recycler à l'infini, Alternatives, 2011.

Leur livre «Cradle to Cradle - Créer et recycler à l'infini»¹⁷, nous explique le passage d'un système «berceau à la tombe» à un système «berceau au berceau». Militant pour une éco-efficacité, ils exposent un modèle industriel imitant celui de la nature. Une industrie basée sur le compostage des objets à l'image du cycle des écosystèmes naturels. Le «cradle to cradle» propose des solutions tangibles : ne plus percevoir le déchet comme quelque chose de repoussant mais plutôt comme une ressource d'avenir. Un concept éthique qui élève le déchet au rang de production positive.

L'inspiration de ce mouvement cyclique calqué sur celui de la nature pour gérer l'industrie tend à réorganiser ce phénomène d'entropie. Cette relation symbiotique entre nature et industrie, naturel et artificiel, va nous amener un peu plus loin à concevoir sur un modèle biomimétique.

On pourrait résumer l'éco-conception par le fait d'agir par ses achats, son métier et ses actions. Toutes ces manières d'utiliser rationnellement les ressources dans un objectif de bénéfice pour l'environnement et les entreprises. C'est une économie locale, une écologie industrielle et une économie de fonctionnalité. Cette éco-conception se traduit par de nombreuses alternatives résilientes.

«nous n'héritons pas de la terre de nos parents, nous
l'empreintons à nos enfants»

-

Antoine de Saint-Exupéry - Chef Indien Seattle



C. Des alternatives résilientes

Les alternatives résilientes ou durables sont des réponses factuelles et concrètes à l'éco-conception. Elles la hiérarchisent. Elles apportent des solutions aux quatre grandes étapes du cycle de vie d'un objet : la fabrication, la matière, le transport et l'utilisation.

1. La reterritorialisation - du offshore au local

Aujourd'hui, la production locale apparaît comme une alternative à la globalisation. Une chaîne de production étendue sur plusieurs territoires pose de nombreux problèmes de résilience environnementale et économique. En cinquante ans, l'émergence d'une production mondiale que nous avons rendu possible grâce à une main-d'oeuvre massive et bon marché nous fait désormais défaut.

a. Fabriquer ici

Dans cette perspective, comment ne pas penser à la tendance on ne peut plus actuelle du « fabriquer ici » ? Un produit « made in France » est un produit qui, grâce à sa conception, sa fabrication ou son assemblage, a pris plus de 50% de sa valeur sur le territoire français.

Cette démarche s'inscrit naturellement dans un système d'éco-conception. Le cycle de vie d'un objet étant sur le même territoire de son extraction à sa fin de vie, il réduit par conséquent l'impact de vie environnemental et répond à des problèmes économiques.

Dans le reportage «Made in France», Benjamin Carle un journaliste fait le pari fou de vivre «made in France» pendant 1 an. Il souhaite obéir aux injonctions politiques qui demandent aux citoyens de consommer français pour l'emploi et l'économie du pays. Cependant , on s'aperçoit que l'état et les entreprises

publiques ne jouent pas toujours le jeu. Par exemple, la RATP achète des bus allemands alors que 3.000 personnes vivent de la fabrication des autocars en France. La région Île-de-France délocalise au Maroc un centre d'appel destiné à la gestion des cartes de transport public. La poste non plus n'est pas totalement bleu-blanc-rouge. En 2011, elle a commandé 3000 scooters à Taïwan au lieu de faire travailler les usines françaises.

Plusieurs domaines de l'industrie subissent ce phénomène de globalisation. En France, la filière textile est à l'agonie. Au début des années 80, un million de personnes étaient employées. Désormais on en compte 100.000. Une baisse drastique qui se retrouve dans toute l'industrie du pays. Les employés sont partis à l'étranger, dans le tertiaire ou ont été remplacés par des machines.

Gilles Attaf, PDG de Smmugler, une usine de costumes à Limoges, se bat pour que les savoirs-faire ne disparaissent pas. Il veut être indépendant et maîtriser toutes les étapes de sa filière, de l'atelier de confection jusqu'à la vente en boutique. De plus, il souhaite vendre moins cher que des marques de luxe qui font fabriquer à l'étranger.

« Bleu de paname »¹⁸ est une marque de vêtement qui vend uniquement du « made in France ». Les prix sont plus élevés, le coût de fabrication n'est pas le même. 15 euros en France quand il est à 1,50 euros au Bangladesh. Concernant le jean c'est différent. Il est désormais impossible de les faire fabriquer en France. Les tissus proviennent d'Inde ou d'Australie, les usines sont situées en Turquie ou au Japon. De plus, ils entraînent d'autres productions telles que les palettes pour le transport, les cintres pour les suspendres, les sacs pour les vendre et la consommation d'eau pour le lavage. Tout cela nous fait prendre conscience qu'ils ont un impact important sur l'environnement. En revanche, les usines de fabrication et le point de vente sont dans le même périmètre donc il y a une économie en CO2.

18 <http://www.bleudepaname.com/a-propos/histoire/>

Sur ce même schéma de production manufacturière locale, on peut citer les français de Z.I.lab qui ont conçu une usine territoriale à Montreuil. Artisans, designers, communicants et journalistes sont tous dans un même périmètre. Leur mobilier est découpé dans un panneau de bois et les chutes sont utilisées pour faire d'autres objets. Le numérique a également une place importante dans ce dispositif de déploiement territoriale. Si un client d'une autre région est intéressé par un meuble, les fichiers de découpe peuvent être transmis à un artisan de cette même région afin qu'il le produise et l'indice carbone sera alors au minimum. Dans cette logique de proximité nous retrouvons les anglais d'Unto This Last en plein cœur de Londres produisant et distribuant des pièces de mobilier à une échelle humaine.

b. Mondialisation

<http://www.unesco.org/new/fr/social-and-human-sciences/themes/international-migration/glossary/globalisation/>

D'après le sociologue Guy Rocher, « La mondialisation pourrait être définie comme l'extension à l'échelle mondiale d'enjeux qui étaient auparavant limités à des régions ou des nations. » et l'internationalisation se réfère aux échanges de diverses natures, économiques, politiques, culturels, entre Nations, aux relations qui en résultent, pacifiques ou conflictuelles, de complémentarité ou de concurrence... »

Le secteur de l'automobile est lui directement concerné par la mondialisation.

Les constructeurs français fabriquent plus à l'étranger que dans l'Hexagone. Par exemple en 2003, PSA Peugeot Citroën rassemblait 1,8 million de véhicules dans le pays, soit 61,5 % de sa production mondiale. En 2013, l'entreprise ne représentait plus que 33,1% soit 930.000 voitures.

Son PDG explique qu'il est extrêmement difficile de produire en France et en Europe car la compétitivité y est insuffisante, le prix restant un critère de choix majeur. Pour conquérir un marché mondial, Peugeot installe ses usines partout dans le monde. Les 33% de voitures fabriquées en France leur permettent de

communiquer sur l'origine française de ses véhicules. En cette période d'internationalisation, le groupe vieux de 200 ans veut montrer qu'il fabrique toujours dans le pays.

Nous pouvons nous demander si c'est ça l'internationalisation ? Un constructeur français qui fabrique de plus en plus à l'étranger et emploie de moins en moins en France, mais qui communique sur le fait qu'il fabrique encore un peu en France ?

Dans le domaine de l'électronique et de l'électroménager, certains objets n'existent tout simplement plus. La France ne fabrique plus de téléphone depuis 10 ans. Les ordinateurs et télévisions françaises ont également disparus des rayons. Seuls trois modèles de machines et quelques brosses à dent et rasoirs jetables y sont encore faits. Le «made in France» fait malheureusement bien pâle figure, surtout dans la démarche d'éco-conception.

De la même manière que les éco-labels, certaines marques de l'industrie alimentaire inventent des logos qui n'ont rien à voir avec les vrais. Vérifiés par aucune autorité, les industriels choisissent de mettre un drapeau bleu blanc rouge par pur marketing patriotique.

Les labels officiels sont : appellation d'origine protégée - label rouge - indication géographique protégée - produits régionaux - spécialité traditionnelle garantie - origine France garantie.

L'agriculture française, pourtant puissante, importe tout de même 50% des fruits et légumes que l'on consomme. Tout ça pour en gaspiller une quantité importante. Se rajoutant à ça l'Espagne défiant toute concurrence avec ses tarifs bien en-dessous du reste de l'Europe. Actuellement, c'est 38% des exploitations françaises qui sont en difficulté.

c. Alternatives

Des alternatives comme les circuits-courts sont en plein essor.

Le consommateur a désormais besoin de savoir d'où vient ce qu'il achète et par qui sont faits les produits. Dans une logique de développement durable, des associations comme l'AMAP en France permettent des achats solidaires entre fermes de proximité et consommateur. L'idée de ces courts-circuits est également reprise par les grandes enseignes qui communiquent et mettent à l'honneur les producteurs locaux.

Dans plusieurs pays, un mouvement de réindustrialisation est en marche. Comme le Bio, le «fait ici» est devenu une stratégie et argument de vente pour les entreprises qui n'hésitent pas à communiquer généreusement sur leur rattachement au territoire. Cette production au profit du local répond à des attentes sociales et éthiques mais en partie économique avec l'inflation du prix des ressources énergétiques.

> **Le design, l'architecture vernaculaire**

« Vernaculaire » (du latin vernaculus) : ce qui est engendré par et dans la maison, donc absolument territorialisé et faiblement lié à l'espace marchand. L'architecture vernaculaire prône l'économie de la ressource, la parcimonie des gestes, l'autonomie du collectif, la frugalité et la modestie. (*)

Le vernaculaire, c'est ce qui s'invente et se transmet localement, s'apprend et se réalise par la coopération et l'entraide. Un bricolage du réel forgeant le style d'une culture. À l'inverse de la modernité, le vernaculaire est un produit de l'espace et non du temps. Il est lié au lieu comme la patelle à son rocher. Il fait corps avec des matières, un climat, une énergie disponible et profite surtout d'une communauté, avec ses manières de faire et ses capacités de travail. Il implique l'amateur comme le spécialiste, l'habitant comme l'artisan. Souvent qualifié « d'économie informelle », car il emprunte des chemins dits « hors marchés », il porte activement la reterritorialisation des villes, fusionnant architectures et paysages pour repenser autant la ville que la

campagne : agriculture urbaine, jardins partagés, réseaux locaux et producteurs, partage urbain écobiotique.

Nous pouvons constater plusieurs économies avec cette territorialisation. Une économie de la forme, de la matière, de l'énergie mais également des savoirs.

L'architecture vernaculaire n'est guidée que très partiellement par la réalisation d'une forme (elle suit rarement un modèle ou un plan). La forme y est une conséquence plutôt qu'un but. Les mises en oeuvre sont privilégiées par rapport aux choix esthétiques. L'économie de la matière se reporte donc sur des matériaux locaux, communs, abondants et simples à utiliser. Et avant même d'engager cette exploitation du milieu immédiat, la première source d'approvisionnement n'est autre que le logement vétuste ou précédent. D'où la pratique ordinaire de la « retap' » et de la réhabilitation, véritable recyclage de la forme, des matières et des lieux.

Le changement de structure économique remet souvent en cause ses performances. Par exemple, certaines communautés de la Guyane et du Brésil occupent des milieux différents comme la forêt ou les berges de fleuve. Héritant d'histoires différentes, elles ont par conséquence mis au point des habitats différents (case, carbet, palafitte). Ces maisons ont en commun le fait d'être réalisées par les habitants avec des matériaux principalement locaux. Elles répondent parfaitement à un climat et à un milieu très difficiles. Il faut retenir que l'architecture vernaculaire négocie en permanence ses stratégies économiques et ses solutions techniques avec un climat, un territoire et des ressources.

Enfin, concernant l'économie des savoirs, il est possible de transférer des solutions techniques, d'emprunter savoirs et astuces, à une échelle respectant le contexte de réception. Cependant, la culture des savoirs-faire locaux restent la

plus grande valorisation symbolique de cette innovation architecturale.

À l'occasion de la journée du 12 novembre 2014 consacrée aux liens entre design et artisanat, Sébastien Cordoleani, le lauréat de Fabbrica Design a présenté l'état d'avancement de son projet pour la Corse, « Fondamental ». (*) On y voit comment s'articulent recherche, développement et diffusion. Il y développe ses cinq pistes de recherche initiales : « le caractère de l'essence », « les formes élémentaires », « associer les essences », « associer bois et autres », « extrapoler une singularité culturelle », et en évoque de nouvelles mêlant aspects du bois et déchets de scierie.

2. Le recyclage

Dans le langage courant, le réemploi est très souvent confondu avec le recyclage. Recycler est pourtant bien différent du réemploi et de la réutilisation, comme le précise Jean-Marc Hugen, architecte. « Je différencie trois actes de récupération distincts : la réutilisation, qui consiste à se resservir de l'objet dans son usage premier ; le réemploi d'un objet ou de parties d'objets pour un autre usage et le recyclage, qui réintroduit les matières de l'objet dans un nouveau cycle ». (*) Chacune des ces opérations prolonge l'espérance de vie de la matière. La réutilisation conserve la fonction, le réemploi conserve la forme et le recyclage conserve la matière.

a. Les aspects

Le déchet peut se définir comme « toute substance, tout matériau, toute chose dont le producteur ou le détenteur se défait ou a l'obligation de se défaire et dont il est responsable jusqu'à son exutoire final » (article L.541- 2 du Code de l'environnement).

En France, le BTP génère 260 millions de tonnes de déchets par an, dont 42 millions uniquement produit par le secteur



du bâtiment. Soit 10 millions de plus que les ménages. 93% proviennent des démolitions et des réhabilitation, le reste étant issu de la construction neuve. Ces déchets sont classés selon plusieurs caractères de dangerosité pour l'environnement et selon leur stabilité dans le temps.

30 millions de tonnes ne se décomposent pas et ne brûlent pas. Essentiellement des matières minérales naturelles (pierre, terre, sable) ou manufacturées (béton, brique, verre, céramique). Ce sont des déchets dits inertes.

Dix millions de tonnes sont des déchets non toxiques mais qui risquent de s'altérer avec le temps comme le métal, le bois, le plâtre, les plastiques ou encore les isolants fibreux. Ils sont dits non dangereux.

Deux millions de tonnes correspondent aux déchets dits dangereux, parmi lesquels les peintures, les produits chimiques et électriques, ou encore l'amiante.

Jean-Claude Prinz et Olivier Gerval,
Matières & matériaux, Éditions
Eyrolles, Paris, 2012.

La règle des 3R peut permettre de lutter contre cette accumulation : réduire, réutiliser, réemployer. Un moyen permettant la prévention et la hiérarchisation du cycle de recyclage ou d'élimination. L'une des formes les plus extrêmes du recyclage, le recyclage ultime est une sorte de guérison, offrant aux pires matériaux leur espoir de rémission. La vitrification, par exemple, est un procédé de neutralisation à très haute température des déchets amiantés. En revanche, cet antidote technologique reste minoritaire car coûteux et très énergivore.

b. La valorisation des déchets

Il est désormais question de réfléchir à un nouveau modèle économique, non plus "linéaire" mais "circulaire", pour faire que les déchets des uns soient les ressources des autres. Vendre des déchets en tant que matériaux, destinés à un nouvel usage. Faire de la valorisation des déchets. L'état devrait d'avantage soutenir les filières valorisant les déchets car elles sont génératrices de



main-d'oeuvre, notamment pour le tri. En France d'ailleurs, le réemploi n'a pas de définition officielle précise. Mais près de 60% des déchets du BTP auraient été valorisés en 2013.

La Commission Européenne a estimé que le réemploi devrait figurer en deuxième position de ses priorités, après la prévention des déchets mais avant le recyclage. Il permet d'éviter de consommer de l'énergie pour les transports, la transformation et la re-standardisation des matériaux recyclés. Il manque actuellement des décrets, des arrêtés, des circulaires d'application, pour donner une véritable existence juridique au réemploi. Le droit en matière des déchets doit évoluer, bousculer les habitudes et les équilibres du marché, pour permettre le réemploi et, plus largement, l'émergence d'une véritable économie circulaire.

3. Le réemploi

Au cours de l'histoire, le réemploi est une pratique courante, traditionnelle de l'acte de bâtir. La récupération des matériaux est alors un préalable indispensable à la construction de bien des bâtiments, tant des chaumières que des palais. Le réemploi, loin d'être une exception, a jalonné l'histoire de l'architecture et de la construction jusqu'au milieu du XXe siècle.

a. Historique

Il est évident qu'au cours des siècles passés, le réemploi fut le mot d'ordre par souci d'économie d'abord (tant des matériaux eux-mêmes que du temps de travail nécessaire à leur mise en oeuvre), puis par simple bon sens.

Le XXe siècle est marqué par les deux guerres mondiales. Les bombardements sclérosent des paysages et leur surimposent d'innombrables ruines. Une véritable économie des ruines se met alors en place. En Europe, la récupération de matériaux joue un rôle fondamental dans la reconstruction des villes

et des villages détruits. Indéniablement économique, elle est aussi symbolique. Elle peut être alors l'occasion de lier le passé et le présent, de garder en mémoire les stigmates de la guerre, sur le corps nouveau de l'édifice. Un cas exemplaire est celui de Saint-Malo. La reconstruction de la ville détruite en août 1944, est confiée à Louis Arretche qui cherche à conserver l'allure initiale de la cité fortifiée par Vauban au XVIIe siècle, tout en la modernisant.

Ce souci d'historicité explique l'inventaire des matériaux disponibles. En effet, plusieurs centaines de milliers de tonnes de matériaux ont été extraits des ruines et soigneusement numérotés, en vue de leur réinsertion dans les constructions nouvelles.

Après ce rappel historique, nous allons voir que la pratique du réemploi doit être envisagée comme une opportunité et non comme une contrainte. Nous nous poserons la question des enjeux du réemploi en termes écologiques, esthétiques, sociaux et créatifs.

b. Un mode de production

Autour de cette notion fourre-tout de « récup' », on observe une atmosphère joyeuse où se côtoie un certain sens de la débrouille, de l'inventivité, du fait main, de l'occasion et du bricolage. Au sens stricte, la récupération est l'acte premier. Le fait de regarder un objet pour mesurer son potentiel, puis en extraire, par le tri, ce dont on a besoin, afin d'envisager la possibilité pour lui d'une seconde vie.

Le réemploi semble aujourd'hui en passe de franchir le pas de ces contextes extrêmes pour devenir l'un des composants d'une architecture plus sobre en consommation de matière. Le réemploi fonctionne comme une forme d'invitation à l'innovation simple tout comme d'autres domaines tels l'énergie ou l'agriculture.

À l'inverse du vernaculaire, le réemploi prône pour la multiplication des matériaux de construction mondialement disponibles, pour la diversification des ressources en fonction des contextes locaux. Nous ne sommes plus dans un schéma de construction uniquement in situ. Aujourd'hui, l'ex situ rentre également en compte. On parle alors d'un mix matériautique. Celui-ci intègre le paramètre de distance d'approvisionnement, mais également celui de capacité de renouvellement de la matière première ou de sa réutilisation à posteriori.

Réemployer nécessite moins d'énergie que recycler mais réclame plus de créativité. La matière devient un point de départ qui conditionne la création architecturale. Le concepteur doit être capable d'intégrer ces nouvelles contraintes et de revaloriser l'étape de conception. Ces mises en oeuvre non conventionnelles repositionnent l'architecte et les équipes de maîtrise d'oeuvre dans une posture de recherche de solutions. Le réemploi s'éloigne alors de son seul aspect « low tech » et se détache du style « récup » dont il était tributaire. Le réemploi contemporain n'en n'est donc qu'à ses prémices. Nombreux sont les freins qui l'empêchent de sortir de la marginalité et de le faire émerger dans une filière économique permanente lui permettant d'utiliser des matériaux de réemploi dans le cadre de projets architecturaux conventionnels, publics ou privés.

En revanche, l'obsolescence est une grande alliée des opérations de réemploi. Si on comprend la floraison des boutiques d'objets vintages comme un dérivé de l'idée de réemploi, elle génère un « second marché », un symptôme positif, synonyme de résistance dans un monde où règne l'obsolescence.

Aujourd'hui, le moteur d'une nouvelle civilisation peut être l'artisanat réemployeur. Comme William Morris et le mouvement Arts & Crafts, l'écrivain Anglais John Ruskin s'est opposé à la mécanisation au XIXe siècle. (*) Il a milité pour retrouver des vrais artisans produisant des objets faits main, installant des relations avec les communautés extérieures.



L'artisanat se définit à la fois comme l'amour du travail bien fait et comme la production d'objets uniques qui établissent des relations entre les êtres humains. (*) La réalisation d'objets en matériaux de réemploi peut y trouver son mode productif ou son contexte d'épanouissement. Notre société actuelle est noyée dans ses déchets dont le traitement partiel ou total pourrait être créateur d'emploi. L'artisanat du réemploi peut apporter une solution globale dans un monde où la dégradation écologique et la raréfaction des ressources présentent un problème majeur.

Une économie nouvelle, à l'encontre de celle actuelle, un brin utopiste, peut être, où la sobriété heureuse laisserait place à la croissance. Une ville auto-soutenable cultivant la beauté de ses espaces collectifs, son style de développement, sa dimension territoriale et historique. Des acteurs restituant leur valeur aux matériaux, aux techniques de construction et aux ressources locales pouvant aller jusqu'à digérer leur propres déchets. L'artisan réemployeur est un des acteurs de cette ville relationnelle du XXI^e siècle.

Mais dans ce schéma prospectif d'éco-conception existe aussi un autre modèle, le biomimétisme.

02 -

Concevoir selon un autre modèle : le biomimétisme

Le biomimétisme, cette façon de prendre la nature comme modèle de conception s'imbrique dans la bio-inspiration, mais avec, en plus, une vraie réflexion sur les gains pour l'environnement imposant une collaboration perpétuelle avec le vivant.

A. La bio-inspiration

Pour introduire ce chapitre sur la science du biomimétisme, il convient d'abord de parler d'une catégorie plus large dans laquelle il s'inscrit : la bio-inspiration.

C'est la définition globale pour désigner l'inspiration du vivant. Celle-ci se regroupe en plusieurs techniques telles que le biomorphisme, la biomécanique, la bionique, ou le biomimétisme.

Il est important de comprendre les techniques et les enjeux de chacune des stratégies bio-inspirées.

Sa catégorie la plus simple est de l'imitation de la forme, le biomorphisme.

1. Le biomorphisme

Le biomorphisme (du grec bios, la vie, et morphè, la forme) est une tendance artistique qui se manifeste dans tous les champs de la création (peinture, sculpture, photographie, design et architecture) au cours de la première moitié du XXe siècle. (*)

Il possède notamment des affinités avec le surréalisme et l'art nouveau.»

Le designer Ross Lovegrove surnommé «captain organique» pratique le biomorphisme. Se définissant comme un biologiste évolutionnaire, il dessine des objets dont la quête principale est la beauté organique. (*)

Lointain héritier de l'art nouveau, il dessine du mobilier, des objets électroniques ou des intérieurs en rendant hommage aux formes de la nature.

Il est intéressant de voir comment nous passons d'une inspiration esthétique à la mimésis des propriétés de la nature. D'autres facteurs comme la science et les technologies entrent en jeu pour interroger les lois de la nature et les rapporter à notre société.

2. La biomécanique

«La biomécanique n'est pas une science à proprement parler ; c'est une approche scientifique récente qui utilise les apports d'autres sciences, biologiques et fondamentales, afin d'étudier l'être humain avec l'œil d'un ingénieur.»

La biomécanique est une approche scientifique entre science de la physiologie ou biologie et mécanique physique ou cinétique. L'étude du mouvement mécanique datant de plusieurs siècles a été fortement promu par Léonard de Vinci (*) que nous pouvons considérer comme le premier biomécanicien. Son travail sur la mécanique de l'anatomie humaine et animal a ouvert des voies.

Au XVI^e siècle, Descartes développa un système philosophique où les machines seraient contrôlées par les modèles mécaniques des êtres vivants. (*) Ensuite, pionnier de la photographie, Étienne-Jules Marey ouvre la porte à l'analyse du mouvement moderne avec l'invention de la chronophotographie. (*) S'en suit l'ingénierie mécanique qui commence à prendre de l'ampleur en France et en Allemagne lors de la révolution industrielle.

Ses objectifs sont :

- Comprendre les lois de la mécanique et formuler les principes biomécaniques sous-jacents aux mouvements humains
- Identifier les facteurs susceptibles d'influencer les fonctions motrices et les facteurs physiologiques limitant leur réalisation
- Améliorer les fonctions motrices, et à tous les niveaux, les performances accomplies par ces fonctions.»

Les applications de la biomécanique sont variées. On peut la retrouver dans de nombreux domaines comme la médecine pour la création d'orthèse ou de prothèses. Dans le sport pour le geste et l'amélioration de la performance. Dans l'ergonomie pour l'optimisation des rendements de production.

Enfin dans la robotique avec la reproduction du mouvement humain, ce qui va nous amène à parler d'une autre technique bio-inspirée, la bionique. Les technologie se développent et viennent assister les sciences.

3. La bionique

«La bionique est la science qui recherche, chez les plantes et les animaux, des modèles en vue de réalisations techniques. Elle se base sur l'étude des systèmes biologiques comme la biomécanique pour développer des systèmes non biologiques susceptibles d'avoir des applications technologiques. Son principe fondamental est de comprendre les mécanismes de fonctionnement des organismes vivants et évolutifs afin de

pouvoir les appliquer aux créations humaines». Ce terme de bionique apparaît en 1960 pour nommer la science des systèmes plagiés sur celui des systèmes vivants. (*)

Visionnaire de la Renaissance, Léonard de Vinci utilisait ce principe pour ses machines volantes inspirées des chauve-souris. En étudiant les fonctionnements et mécanismes qui permettent le mouvement des animaux et des végétaux des techniques qu'on ne soupçonnerait pas peuvent naître.

C'est en observant la bardane, cette plante de grande taille s'accrochant au vêtements et au pelage des animaux, que Georges de Mestral inventa le velcro. Cette révolution textile découle de la reproduction des crochets de cette plante. Les chercheurs de la DARPA, l'agence d'innovation de l'armée américaine, ont conçu les Big Dog, ces machines bioniques étrangement familières à l'homme de part leur démarches. Elle sont censées apporter des munitions, du matériel ou de la nourriture aux soldats en cas de guerre.

Ces champs d'applications sont divers. L'aéronautique en est un domaine pionnier. Plus récemment, le domaine de la robotique s'est émancipé, en passant de la robotisation dans l'industrie de production aux petits robots domestiques jusqu'au remplacement de membres du corps humain. On retrouve également la bionique dans le domaine de l'intelligence artificielle justement rapporté à la robotique ou programmes informatiques et software.

Festo, l'entreprise allemande de pneumatique et d'électronique automobile, à plus récemment développé un programme de recherche bio-inspiré. (*) Ce leader mondial a créé Bionic Learning Network pour concevoir des applications technologiques et industrielles inspirées de la nature. Ces innovations sont le fruit d'une collaboration entre biologistes et ingénieurs. Les scientifiques étudient le comportement de certaines espèces

animales pour que les ingénieurs les traduisent en algorithmes. La société possède aujourd'hui un véritable zoo de robots écologiques.

Il est clair que ce binôme de travail biologiste - ingénieur se rejoignent pour entretenir des idées fertiles. Cette imitation du vivant permet de se faire assister par ce dernier.

Le but ultime est de faciliter l'interaction entre l'homme et la technologie de manière fluide et intuitive. Ce bras ayant pour modèle la trompe de l'éléphant fournit une manipulation supplémentaire pour des projets humains dirigés. Sa souplesse et sa conformité permettent des utilisations non traditionnelles servant une large gamme d'applications comme l'usine, la production, le laboratoire et les milieux hospitaliers. Tous ces exemples bio-inspirés nous mettent face à la condition de la nature et par conséquent face à notre condition humaine.

En prenant la nature comme exemple et en essayant de copier son comportement, pouvons nous aller plus loin sur ce modèle jusqu'à en tirer ses propriétés écologiques ?

Le biomimétisme est ce modèle viable qui va nous permettre de concevoir durablement sur le modèle du vivant. Dans la nature nous retrouvons également diverses espèces à qui l'imitation a réussi.

Se distinguent des imitateurs de comportement comme le veau avec sa mère. Des imitateurs de couleur comme le caméléon qui change de teinte pour communiquer ou se camoufler ou encore le papillon Vice-Roi qui mime le Monarque. (*) D'autres insectes imitent des formes ou des textures à l'exemple du phasme qui prend l'apparence d'une brindille ou d'un bâton.

Le biomimétisme a une longue et riche histoire dans le monde vivant. Il permet aux animaux et aux plantes de se fondre dans leur milieu ou bien d'adopter les caractéristiques d'une autre espèce comme peut le faire le Vice-Roi.



B. La stratégie du biomimétisme

D'après le docteur Gauthier Chapelle, le biomimétisme « change le regard que nous avons sur les 'autres' organismes vivants, nos cousins proches ou lointains [...] Il permet à chacun de 'recontacter' ce temps de notre enfance où rien ne nous paraissait plus important qu'une inflorescence de pissenlit, une coccinelle ou un mille-pattes. Le biomimétisme nous donne le luxe de pouvoir nous intéresser sérieusement aux fourmis ou aux verre de terre », explique-t-il.^(*)

« Derrière ce plaisir retrouvé apparaît aussi une nouvelle humilité, celle qui transforme un arbre banal en modèle pour les spécialistes en architecture, en résistance des matériaux, en circulation des fluides ou en gestion de l'énergie ; intervention consciente, et durabilité émergente d'écosystèmes aussi familier que les forêts des Alpes ou les herbiers d'algues brunes des côtes atlantiques », poursuit le biologiste.

Sans parler de technologie, il est clair que c'est un changement de conscience et d'humilité qui nous conduira vers un avenir biomimétique et nous rendra attentif à la nature. Notre culture a besoin de retourner marcher dans la forêt et de se demander comment cultiver notre nourriture, comment fabriquer nos matériaux, comment nous pouvons nous fournir en énergie, comment nous soigner etc...

« Avec l'humilité revient aussi le sentiment de 'reconnexion', celui qui nous rend à nouveau attentifs aux plantules entre les pavés, aux cris des oiseaux de passage, à l'araignée dans l'encoignure de la fenêtre ; celui qui nous fait sentir que nous partageons la même air, la même eau, ou les mêmes atomes de carbone que les ammonites, les dinosaures avant nous ou les petits-enfants de nos arrière-petits-enfants [...] Penser notre avenir avec nos pairs humains aidés de nos grandes cousines,

baleines, nos petites cousines orchidées et nos aïeux bactériens, c'est nous rassembler autour d' 'objet-art' et de co-crétions au lieu de cultiver nos peurs. Lever les yeux vers la canopée, caresser la violette odorante , écouter le travail silencieux de fixation de carbone des arbres, épaulés par leurs champignons, c'est amener à sortir de ce sentiment d'impuissance face à l'ampleur de la tâche, à sentir que nous ne sommes pas seuls pour retrouver la chemin de notre planète. Et accoucher collectivement d'un monde nouveau... », conclut le co-fondateur de l'association Biomicry Europa.

Stratégie de la scientifique américaine Janine M. Benyus, le biomimétisme est une théorie selon laquelle les êtres humains devraient imiter « le génie du vivant » pour concevoir.

Le biomimétisme est une science qui n'a jamais cessé de progresser. Englobant un vaste secteur de l'activité humaine, elle exige une pluridisciplinarité, le besoin de faire collaborer des biologistes, des ingénieurs ainsi que des concepteurs.

Elle représente un changement de paradigme majeur dans notre relation avec la biosphère. Le vivant est un modèle dont l'homme n'a jamais cessé de s'inspirer. Les ailes des avions découlent bien de celles des oiseaux.

Un des caractères essentiels pour parler de biomimétisme est qu'il faut concevoir pour que ce soit durable et qu'il y ait un gain environnemental. Se présentant comme un outil décisif pour l'apprentissage de la durabilité, le chemin est encore long pour qu'il soit reconnu comme discipline à part entière.

Le biomimétisme est là pour réconcilier nature et industrie.

Ces applications les plus visibles, les plus simples, sont celles de la forme. Par exemple le Shinkansen, TGV japonais inspiré du bec du martin pêcheur est 10% plus rapide qu'un TGV normal, lui permet une économie d'électricité de 15%. Sa peinture auto-nettoyante tirée des nanos-formes résulte de la surface des feuilles de lotus. Les progrès sont réels mais encore limités.

Les matériaux sont le deuxième niveau. Les feuilles des arbres sont les plus anciens panneaux photovoltaïques de la biosphère. L'emploi de matériaux qui fixent les gaz carboniques au lieu de les rejeter comme le bambou ou les coquilles de calcaire.

L'inspiration des écosystèmes, l'étude de leurs fonctionnement forment le troisième niveau du biomimétisme. Il permet de structurer, d'organiser un équilibre entre la Terre et ses habitants, gérer des flux de matière, d'énergie et d'information.

De plus, il n'y a pratiquement pas de rupture avec les technologiques. Des systèmes comme l'écologie industrielle : le Cradle-to-cradle ou The Natural Step.^(*)

Je pense que le biomimétisme ouvre une nouvelle ère mais contrairement à celle industrielle, elle ne repose pas sur le fait de prendre ce qu'il y a dans la nature mais plutôt d'apprendre sur ce modèle. De concevoir en respectant notre biosphère et les écosystèmes qui l'habite pour améliorer le génie de la vie.

Il est important d'avoir conscience que nous ne sommes pas les seuls propriétaires de cette planète. Plus nous travaillerons en se rapprochant de la nature, plus elle nous acceptera.

Savoir observer la nature est essentiel, elle va pouvoir nous guider jusqu'à déceler ses caractéristiques pour qu'ensuite la mimésis prenne forme.

1. La nature en tant que modèle

Les biomiméticiens s'inspirant des caractéristiques de la nature se tournent vers elle en quête de modèle de travail. Ces créateurs imitent des procédés observés dans la nature tout en travaillant avec des technologies numériques et des matériaux issus de l'industrie.

> Imiter les propriétés du vivant

Elaine Ng Yan Ling cherche à imiter les mouvements de la nature à travers son projet « Techno Naturology ». (*) Afin de retranscrire les réactions physiques de la pomme de pin induit par des conditions climatiques (chaleur, humidité), la créatrice a recours à des matériaux à mémoire de forme. Elle fusionne cette technologie artificielle intelligente avec du bois et des fibres naturelles, la technologie de la nature. Établissant un lien tangible entre artisanat, architecture et ingénierie, elle crée une série de textiles interactifs visant à mettre en avant des modèles biomimétiques comme étant durables pour le design du futur.

À première vue « Bone chair » est un projet bio-inspiré des ossements. (*) En fait, le designer hollandais Joris Laarman explique que depuis les années 1998, son intention est d'avoir une conception qui lui permet d'obtenir une résistance maximale avec un minimum de matériel. Même si cela paraît assez contradictoire, c'est possible. Un logiciel développé par une filiale allemande de General Motors pour des pièces automobiles, lui permet modéliser et de simuler les contraintes de poids exercés à des endroits spécifiques de sa chaise. L'algorithme enlève la matière qui n'est pas nécessaire. Un processus similaire que l'on retrouve dans l'évolution des organismes vivants. Bien que les arbres ont la capacité d'ajouter de la matière où la force est nécessaire, les os ont la capacité d'enlever de la matière quand elle n'est pas utile.

Durant la Renaissance, Galilée a travaillé sur l'équilibre et le mouvement des corps solides ainsi que la résistance des matériaux. Il s'est intéressé à la force des os, en suggérant qu'ils soient creux pour permettre un maximum de force pour un minimum de poids. (*)

Avec « Bone chair », il arrive à obtenir un rapport optimal poids-résistance tout en répondant à des contraintes environnementales. Son économie de matière lui permet de s'inscrire totalement dans une démarche biomimétique.

Il impacte directement une des étapes du cycle de vie d'un objet, celle de la matière.

Malgré qu'il ait permis de grandes avancées, le biomimétisme possède cependant ses limites technologiques. En effet, il y a différentes manières de se faire assister du vivant et la technologie n'a pas toujours besoin de servir ce domaine.

Collaborer directement avec le vivant est une pratique biomimétique et se servir de la nature en tant que collègue de travail peut palier aux limites technologiques.

Les enjeux ne sont pas les mêmes, il ne suffit plus seulement d'imiter la nature mais de s'en inspirer pour réaliser des matériaux et des produits adaptés aux besoins humains et environnementaux.

Pour illustrer ce propos nous allons voir deux types de pratiques artisanales à des échelles complètement opposés. Et celles-ci, peuvent être parfois bien plus surprenantes.



La nature comme nouvel assistant. Les artisans d'aujourd'hui ont un rapport de plus en plus étroit au monde qui les entoure. De l'agriculture, en passant par le jardinage jusqu'à la nature synthétique.

2. La nature en tant que collègue de travail

Les nouveaux artisans ont un rapport plus étroit à l'agriculture, au jardinage, qu'à la fabrication industrielle. Ces designers et architectes travaillent par exemple avec des insectes, des champignons, des bactéries, des plantes ou des algues dans le but de fabriquer de nouvelles techniques. Fabriquer des produits tout en collaborant avec la nature à son état naturelle.

a. L'architecture naturelle

Des peuples vivants en totale harmonie avec la nature savent parfaitement fabriquer avec elle. N'ayant pas les moyens technologiques de notre société occidentale, ils ont du apprendre depuis toujours à se débrouiller, à collaborer avec cette nature qu'ils respectent.

Dans une région reculée du nord-est de l'Inde, les structures architecturales ne se construisent pas, elles se cultivent. C'est sur les collines du Sud de Khasi Jantia, une des régions les plus humides de la planète que vit la tribu des Khasis.^(*) Entourés de rivières et ruisseaux aux courants rapides, les Khasis n'ont pas eu d'autres choix que de construire avec la nature pour se déplacer dans les montagnes. Les Indiens font la découverte d'une espèce d'arbre en caoutchouc aux puissantes racines qui prospère dans leur environnement. Le moyen pour eux de traverser les rivières. Les Khasis créent alors des outils, des guides pour que les racines poussent dans la bonne direction au-dessus de l'eau. Ils utilisent des troncs de palmier de bétel qu'ils rabotent pour orienter les racines et qu'elle finissent leur chemin dans le sol, de l'autre côté



de la rive. Ces ponts vivants sont construits naturellement et leur résistance ne cesse d'augmenter au fil du temps car ils sont en pleine croissance. Utilisés quotidiennement et soutenant jusqu'à une cinquantaine de personnes à la fois, certaines de ses branches ont près de 500 ans. Ces habitants se servent de la nature pour évoluer au même rythme qu'elles. En changeant uniquement la direction de pousse de ces arbres, ils lui permettent de continuer son développement ainsi que celui du biotope qui l'habite.

Ces techniques ont inspiré des projets d'architecture naturelle en Europe ou aux États-Unis à l'exemple des «Cathédrales végétales» de Giuliano Mauri ou des architectures et structures biomimétiques de Mitchell Joachim. (*)

L'artiste italien, Giuliano Mauri a pour projet de reproduire une cathédrale gothique complètement naturelle. Situé au pied du Mont Arera au nord de l'Italie, son installation de 1230 mètres carré forme un surprenant belvédère vivant à la vue imprenable. Cinq nefs et 42 colonnes réalisées en bois de sapin, branches de châtaigner et noisetiers trônent au milieu d'une charmante clairière. Un jeune hêtre pousse à l'intérieur de ces cages naturelles mesurant 12 mètres de hauteur pour 1 mètre de diamètre. La végétation a la place de s'y propager. Décédé un an auparavant, l'artiste ne verra malheureusement jamais l'achèvement de son oeuvre en 2010.

« À l'intérieur de ces édifices, j'ai placé de charmantes petites plantes. Tout a été conçu pour les accompagner durant les vingt années dont elles ont eu besoin pour s'épanouir. Ensuite, les structures pourriront, pour redevenir terre. A leur place, par le biais d'un élagage annuel, il y aura 80 plantes, comme autant de colonnes qui rappelleront mon travail. Quatre rangées d'arbres formeront cette cathédrale dont j'ai toujours rêvé. Dans une vingtaine d'années, les gens s'apercevront qu'il y a eu une création par un dialogue entre la nature et l'homme », affirmait-



Le projet de l'architecte Mitchell Joachim «Fab Tree Hab», consiste également à proposer des structures vivantes.^(*) Dessinés et préfabriqués à l'aide d'outils numériques, des échafaudages servent de tuteurs pour contraindre la matière et les plantes. Ces logements qui se fondent dans le paysage contribuent aux écosystèmes, aspirent le carbone et s'intègrent dans une communauté écologique.

Il souhaite impliquer l'agriculture arboricole, considérer le cycle de vie de ses constructions de l'utilisation à l'élimination. Il ne faut pas être pressé. La pousse d'une maison se fait entre 7 et 10 ans.

b. L'agriculture sauvage

Manger est un besoin primaire, et sachant que nous sommes acquis à la durabilité dans tous les domaines, l'agriculture doit figurer tout en haut de notre liste de priorités. La philosophie de cette agriculture dite permanente est de savoir ce que la Terre peut nous offrir au lieu de lui arracher tout ce qu'on peut.

> La permaculture

La permaculture est une méthode créée dans les années 1970 par les Australiens Bill Mollison et Davis Holmgren.

Bill Mollison, écologiste australien, a travaillé de longues années sur un système qui aide les petits exploitants agricoles à cultiver durablement leur terres. ^(*) Un système nécessitant peu d'entretien et permettant d'être totalement indépendant, de s'autosuffire. L'individu peut concevoir son propre environnement, un habitat plus humain, autonome, durable et résilient entraînant une société moins dépendante des systèmes industriels de production et de distribution. Le but est aussi de laisser à la nature « sauvage » le plus de place possible, de prendre en considération la biodiversité des écosystèmes et vivre d'une production agricole économe en énergie.

Les plantations comestibles se trouvent au plus proche des habitations puisqu'elles demandent plus d'attention. Celles qui en demandent moins sont disposées en cercles concentriques autour des maisons. Les plantes forment des canopées à plusieurs niveaux et les grands arbres font de l'ombre aux plus petits.

Des sillons sont creusés dans la terre afin de stocker et d'irriguer les cultures. Ils se servent également des forces naturelles extérieures comme le vent ou les inondations pour participer à leur travail.

Mollison explique que les interactions entre les animaux sont un excellent substitut aux machines énergivores. «Une serre/poulailler dans laquelle des plantes sont empilées sur les planches à degrés. La nuit, les poules s'y perchent, profitant de la chaleur accumulée via la rayonnement du soleil durant la journée. Avec leur corps, elle font monter la température de la serre, aidant les plantes à résister au givre de l'aube. Le matin, lorsqu'il fait trop chaud dans la serre, les poules vont dans la forêt pour se nourrir. En cherchant des fruits à coque et glands sous les arbres, elles ratissent littéralement le sol, le retournant et le fertilisant tout en avalant les ravageurs des arbres. Les homme mangent les oeufs et même la chair de ces poules, mais en attendant, ils profitent de leurs services en matière de travail du sol, de lutte contre les animaux nuisibles de chauffage de la serre et de fertilisation gratuite.»

Avec cet exemple, Mollison nous démontre que son cycle d'agriculture est entièrement naturel et écologique. Il arrive à se nourrir avec ce qui lui permet de cultiver.

> **L'agriculture naturelle**

L'agriculture naturelle au Japon est également basée sur un système où la vigueur de la nature travaille plus que l'agriculteur. Son inventeur l'a d'ailleurs baptisé «agriculture naturelle» ou

agriculture du «non-agir». Masanobu Fukuoka a mis au point ce système après une observation qui l'avait frappé. Une plante de riz arrive à repousser non pas sur un sol vierge mais au beau milieu d'un enchevêtrement de pailles et mauvaises herbes.

Tout d'abord, il sème des graines de trèfle dans sa culture de riz sur pied. Une fois que le riz est récolté, il le coupe et épand la paille dans le champ. Pendant ce temps, le trèfle a eu le temps de pousser et étouffe les mauvaises herbes jusqu'à fixer l'azote sur le sol.

Entre le trèfle et la paille, le seigle et l'orge apparaissent et s'élèvent vers le soleil. Pour finir, Fukuoka relance le processus en jetant du riz avant de moissonner l'orge et le seigle. Ce cycle peut se répéter indéfiniment par l'autofertilisation et l'autoculture.

Cette agriculture est une révolution au Japon. Un système parmi les plus rentables du pays qui ne requière presque aucun travail. Il s'est exporté en Chine et compte désormais plus de 400.000 hectares. Son invention lui permet d'utiliser une même parcelle plus longtemps, sans l'user et avec un bon rendement.

> le New Alchemy Farm

On retrouve un autre modèle d'éco-culture émergente, le New Alchemy Farm. (*) Le but est de concevoir une ferme totalement autonome en créant des espaces de vie et des systèmes de production alimentaire prenant la nature pour modèle. John et Nancy Todd se sont inspirés des fermes Javanaises en Indonésie.

Au début, le paysage de leur ferme est dominé par des étangs de pisciculture, au fur et à mesure qu'ils se développent, les cultures arbustives et le bétail prennent leur place. Au fil du temps, naissent des écosystèmes occupant l'espace de l'énergie de manière biotique, c'est-à-dire qu'ils permettent le développement de la vie. Comme pour la permaculture, chaque élément vivant joue un rôle important, tel que produire de l'ombre ou fertiliser afin d'offrir à l'homme une récolte comestible. C'est une agriculture



successionnelle qui s'adapte aux changements temporels.

Il faut s'appuyer sur des exemples vénération de la nature tels que ceux de Bill Mollison, de Masanobu Fukuoka ou du couple Todd pour trouver des solutions alternatives. Ces techniques agricoles vont totalement à l'encontre de celle de la modernité. Le fait d'éliminer des étapes dans la pratique agricole, leur permet d'arriver à une simplicité ultime qui demande beaucoup moins de travail. C'est une ode pragmatique au cycle de vie de la nature.

Ces tuteurs de la nature ont uniquement besoin de leur imaginaire créatif pour construire. Ils ont recourt à des procédés qui guident la nature jusqu'à un aboutissement architectural. D'autres créateurs collaborent avec le vivant à une tout autre échelle, une dimension microscopique. La culture de micro-organisme permet des solutions étonnantes.

c. Matériaux vivants

Suzanne Lee est une pionnière dans le domaine des matériaux vivants. (*) Se définissant comme une biocouturière, elle est passionnée par la fusion entre la mode, la technologie et la science. Elle traduit son implication écologique dans la manière de fabriquer ses vêtements.

Sa rencontre avec le biologiste David Hepworth va être un déclic pour la créatrice de mode. Peu à peu, elle va s'intéresser à la biologie de synthèse et au domaine des matériaux vivants jusqu'à en faire sa pratique.

Son procédé s'inspire du Kombucha, une boisson traditionnelle artisanale d'Extrême Orient. Cet élixir de santé s'obtient à partir de la fermentation de bactérie et levure dans du thé sucré. Afin de faire des tissus grâce à des micro-organismes vivants, elle nourrit de sucres des bactéries qui vont par la suite produire une membrane qui pousse et grandit au fil des jours. Deux à trois semaines plus tard, on obtient un cuir appelé cellulose



microbienne qu'il faut faire sécher, découper et coudre. Dans son livre « Tomorrow's Wardrobe » (*), elle explore le futur de la mode dans les cinquantes prochaines années.

Il est désormais possible de faire « pousser une robe » avec des bactéries. Les organismes vivants et leurs applications dans le monde de la mode peuvent engendrer une toute nouvelle espèce de vêtements et réduire l'impact environnemental de l'industrie textile. C'est la biocouture. Celle-ci spéculer vers un avenir biotechnologique comme alternative à une industrie pétrochimique.

La biologie intervient une nouvelle fois dans cet exemple mais de manière différente. Dans ce cas, elle permet non seulement d'étudier le comportement d'un organisme vivant, mais de le faire évoluer jusqu'à construire avec l'homme. Ici, la programmabilité n'est plus électronique comme avec les biomiméticiens qui imitent le vivant. Elle est biologique.

Nous allons voir que cette programmabilité de la matière vivante peut aller encore plus loin, ici chimistes et créateurs opèrent pour que les organismes vivants construisent pour l'homme. Ainsi, les biotechnologies dépassent les nanotechnologie offrant la possibilité de « programmer » l'ensemble de la matière vivante.

3. La nature synthétique

Une nouvelle révolution est en marche, celle de la biologie de synthèse. Elle utilise les formes de la vie comme des usines à fabriquer des nouveaux matériaux et va donc avoir un impact majeur sur notre environnement et notre société.

Au XIXe siècle, le généticien américain James Watson et le biophysicien britannique Francis Crick, découvrent la structure de l'ADN en forme de double hélices. Un langage génétique universel commun à tous les organismes vivants. De la plus petite bactérie uni-cellulaire aux végétaux et animaux, jusqu'aux êtres

humains qui comptent plusieurs milliard de cellules.

L'aventure du génie génétique commence dès les années 70. On découvre des fonctions de certains gènes, on manipule le code génétique. Il devient alors possible de copier-coller des gènes d'une espèce à l'autre pour lui transmettre des fonctions nouvelles. Sa première application commerciale est l'insuline, une révolution pour les diabétiques.

Ensuite, on observe la naissance des OGM (organisme génétiquement modifier). Pour les industriels de l'agriculture c'est l'opportunité d'accroître leur rendements et d'améliorer la compétitivité de leurs plantes en leur transmettant un gène résistant aux parasites.

Cependant ces manipulation soulèvent des questions éthiques. Peut-on toucher au vivant ? N'y a-t-il pas de risque pour l'homme et son environnement ?

a. Une biologie de synthèse qui va plus loin

40 ans plus tard, la biologie de synthèse veut aller plus loin dans cette manipulation du vivant. Elle souhaite désormais construire des fragments d'ADN, les assembler pour créer des espèces qui n'existent pas dans la nature.

Il y a une rupture avec la biologie traditionnelle et pour Philippe Mialière, précurseur français de la biologie de synthèse, c'est une révolution culturelle. Au lieu de comprendre des êtres vivants, on cherche à en créer.

Drew Endy, ingénieur au MIT, nous explique que pour lui «la nature est une technologie comme une autre, une grande caisse à outils aux fonctions miraculeuses comme la photosynthèse des plantes.» (*) Il lance avec Randu Bettberg le concours de la biologie synthétique, iGEM. Ils voient en la biologie de synthèse, la nouvelle frontière avec les ingénieurs. Le biologiste observe le vivant, et l'ingénieur construit avec.

Comme l'informatique, la biologie de synthèse veut conquérir le monde. Leurs destins sont intimement liés et les progrès de la biologie synthétique dépendent bien de ceux de l'informatique. Le code génétique et le code informatique ont un point commun, une quantité colossal d'information qui doivent être traités de plus en plus vite. L'augmentation constante de la puissance de calcul est recherché. L'analogie de ces deux disciplines va encore plus loin. Dans les années 80 des jeunes fascinés d'informatiques forment le Homebrew Computer Club, se réunissant dans leur garage pour tenter des expériences. C'est là où Steve Jobs fabriqua son premier ordinateur Apple. Vingt ans plus tôt, naît une association étudiante du MIT, les Tech Model Railroad Club. Le mouvement des hackers voit le jour.

b. Une biologie synthétique fascinante

La biologie synthétique exerce la même fascination aujourd'hui, les jeunes passionnés se regroupent dans leurs garages pour monter des petits laboratoires et bricoler de l'ADN. Ce sont les «do it yourself biology», les bio-hackers.

En 2008 des étudiants chimistes créent DIYbio, leur pratique est de faire de la science non institutionnelle. Ils rêvent du jour où ils pourront programmer des cellules comme on crée des programmes informatiques.

C'est l'illustration d'un monde futur où le vivant serait programmable pour donner des produits, des interfaces en des environnements différents. Les créateurs collaborent avec des biologistes ou des bio-ingénieurs de pointe pour trouver des solutions génétiques.

Alexandra Daisy Ginsberg, designer anglaise et experte en biologie de synthèse a participé à des projets d'iGEM. Cette nouvelle technologie l'intéresse de part les nouveaux matériaux possibles jusqu'aux procédés de fabrications. Un moyen de

s'interroger sur la place que cette nouvelle technologie aurait dans le futur.

En 2009, Alexandra Daisy Ginsberg et l'équipe d'étudiant de l'Université de Cambridge avec qui elle collabore gagnent le Grand Prix de l'iGEM. Leur projet e.chromi est un panel de bactéries synthétiques capables de prendre plusieurs couleurs selon le contexte. La designer avait imaginé un scénario sur 100 ans, dans lequel les pigments des bactéries pourraient remplacer ceux des colorants alimentaires ou de colorer le ciel en cas de pollution. Sa vision prospective est que ces bactéries modifiées pourraient être un système d'auto diagnostique pour toute sorte de maladie. Ingérées comme un yaourt à boire, ces bactéries modifiées coloriseraient l'intestin pour surveiller les maladies. Lorsqu'elles détecteraient quelque chose, elles produiraient de la couleur que nous pourrions voir dans nos excréments et cela nous inciterait à voir notre docteur.

<http://www.echromi.com>

c. La bioluminescence

L'année suivante la designer intègre une nouvelle fois l'équipe de Cambridge afin de travailler sur les applications concrètes du projet e.glowli. En transmettant les gènes luminescents du poulpe dans une bactérie extraite de notre flore intestinale (e.coli), les étudiants ont réussi à reproduire cette lumière bleue. La bioluminescence.

Il apparaît clairement que le domaine de la création biomimétique va dépendre d'une pluridisciplinarité dans les années à venir. Scientifiques, ingénieurs et créateurs vont devoir collaborer pour trouver des solutions durables. Se pose alors la question du lieu. Les espaces de coworking sont en plein essor pour les start-up ou jeunes entreprises.

d. Les biohackerspaces

À l'instar des Fablabs évoqués précédemment, de nouveaux espaces de collaboration voient le jour. De nouvelles formes de production se veulent toujours plus autonomes. Le programme de recherche « Millibiology du MIT » sur la matière programmable en est un exemple concret.

Des ateliers communs fleurissent pour les designers, architectes et artisans. S'y rajoutent également d'autres corps de métiers entraînant l'apparition de nouveaux lieux de travail.

<http://lapaillasse.org>

Dans cette lignée, « La Paillasse », qui vient d'ouvrir à Paris, nous présente une vision prospective du travail créatif : les biohackingspace. Un espace communautaire pour biotechnologie citoyennes. On y retrouve des corps de métiers d'horizons différentes. Scientifiques, designers, artistes, philosophes, hackers, chercheurs, curieux, viennent cohabiter et échanger leur savoir afin d'apprendre et de travailler ensemble. Ces nouveaux Fablab des biotechnologies forment sans doute l'avenir de la création.

e. Une biologie de synthèse à grande échelle

Jim Thomas membre du groupe ETC dont le but est d'analyser les conséquences de ces nouvelles technologies, expose un point de vue pessimiste. Il pense que Craig Venter veut être le Microsoft de la biologie synthétique, qu'il souhaite acquérir les techniques clés afin de contrôler la discipline.

Malgré le fait que la biologie de synthèse soit une technologie naissante, des milliards de dollars sont investis pour la rendre opérationnel à grande échelle (carburant, médicament, plastique). À partir du vivant, la biologie de synthèse veut rendre écologique, tout ce qu'à produit de façon coûteux et polluante la chimie de synthèse. Une technologie verte qui font des bactéries les nouvelles usines du XXIe siècle.

En 1962, le biologiste visionnaire Jean Rostand s'interrogeait déjà sur l'avenir de l'ADN. «Il est certain que par un moyen ou par un autre, les chimistes finiront par modifier l'ADN, ils feront une sorte d'industrie de l'ADN comme on fait l'industrie des matières plastiques. On fera des super ADN, on finira par falsifier l'ADN naturels, par le frelater en lui introduisant des molécules étrangères et alors, vous voyez tout ce que cela ouvre d'espoir ? de perspective pour l'homme mais aussi disons le, d'inquiétude... Je vous avoue que pour ma part, je doute que l'homme soit actuellement mûr pour prendre en main les commandes chimiques de son destin. Mais le sera t-il jamais ?»

4. La nature hybridée

Les nouveaux alchimistes fusionnent de nombreuses techniques telles que la biologie, la chimie, la robotiques ou les nanotechnologies pour donner naissance à des nouveaux organismes hybrides.

Pour l'architecte Rachel Armstrong la seule façon possible de bâtir des maisons et des villes simplement durables, c'est de les relier à la nature et non de les isoler de la nature. (*) Pour cela, il faut alors établir un nouveau langage. Les systèmes vivants sont en conversation permanente avec le monde naturel, au travers de réactions chimiques que l'on nomme métabolisme. Ce qui intéresse la professeure anglaise, c'est l'utilisation de matériaux métaboliques pour pratiquer l'architecture. La transformation d'un ensemble de substances dans un autre soit par la production soit par l'absorption d'énergie. Les organismes vivants utilisent leurs ressources locales de façon durable sur ce même schéma.

a. Dépasser les architectures aux matériaux inertes

Elle souhaite dépasser les architectures aux matériaux inertes pour aller vers des constructions qui s'entretiennent d'elles-mêmes. De la même manière, le chimiste Martin Hancic a

orienté sa pratique sur la transmission entre l'inerte et le vivant. Ils collaborent pour pousser ces technologies et arriver à créer des méthodes de construction qu'ils qualifient « d'ascendantes » pour l'architecture, contrastant avec les méthodes du XIXe siècle. (*)

<http://www.gre.ac.uk/ach/research/centres/avatar/research/fv>

Rachel Armstrong nous présente « future Venice », un projet architectural qui consiste à faire pousser un récif artificiel sous la ville italienne. Ses fondations uniquement soutenues par des piliers en bois sont confrontées à des éléments naturelles qui les fragilisent. L'érosion des bâtiments se fait sentir et il est nécessaire de trouver des solutions pour sauvegarder cette cité inscrite au patrimoine mondiale de l'UNESCO.

En mariant des systèmes synthétiques et naturels, elle propose un matériaux pas totalement vivant qui se reconstruit et absorbe le carbone en même temps. Martin Hancic travaille pour ce projet, à partir d'un système nommé protocellule. Un petit sac de graisse avec une bactérie chimique à l'intérieur. Malgré l'absence d'ADN, elle peut se comporter comme une matière vivante; Se déplaçant dans son environnement et pouvant suivre des gradients chimiques, les protocellules modèlent leur environnement. Ces protocellules déposent leur calcaire de façon très spécifique autour des fondations pour le solidifier. L'accrétion est un énorme puits de CO₂, il va donc attirer la vie marine locale et trouver ses propres niches écologiques dans cette architecture.

b. Une architecture qui relie une ville au monde naturel

« Les scientifiques doivent travailler à l'extérieur de leurs propres domaines d'expertise de faire les nouvelles technologies qui sont pertinentes envers le XXIe siècle et collaborer, tant avec d'autres disciplines scientifiques que les arts et les sciences humaines. » affirme l'architecte.



Elle explique par ailleurs que l'architecture est très semblable à la médecine. Qu'elle est idéaliste, optimiste et exige la technologie et l'application de la science pour créer un changement, mais plutôt que d'être concentré sur un seul corps, elle s'applique à un plus grand nombre de personnes en façonnant leur environnement.

Dans cette continuité où les organismes vivants sont un partenaire de travail réalisant pour l'homme, nous pouvons imaginer que des nouveaux écosystèmes se développeraient avec la nature de synthèse.

Certains ne se sont pas arrêtés à ces actes concrets mais ont proposé une vision spéculative du biomimétisme qu'on peut appeler design fiction.

C. Design fiction

Explorer des horizons encore plus lointains. Voilà l'objectif de ces artistes et designers fictionnels qui proposent d'éventuels possibles biomimétiques et s'interrogent sur des questions éthiques inévitables et les relations possibles entre la nature et l'écologie dite high-tech.

1. Le design spéculatif critique

Auteurs de « Speculation Everything »^(*), les designers anglais Anthony Dunne et Fiona Raby, professeurs à la Royal College of Art de Londres ont nommé leur mouvement « Critical Design ». Ils proposent une conception utilisée comme un outil pour créer non seulement des choses mais des idées. Le design est pour eux un moyen de spéculer sur la manière dont le futur serait imaginé. Leur but n'est pas de prédire des tendances ou d'être visionnaire mais de proposer des idées qui ouvrent au débat et la discussion.

Cette forme de design qui est plus une attitude, qu'une méthode. Pour Dunne et Raby, si nous spéculons la réalité, l'avenir deviendra plus malléable.

<http://www.ft.com/intl/cms/s/2/d9a0f03c-7e9f-11e3-8642-00144feabdc0.html>

« La fonction du designer est généralement de concevoir un meilleur produit, plus beau ou plus efficace. Mais si, au lieu de résoudre les problèmes, ils les posaient? Voilà la réflexion principale de Speculative Everything. La préoccupation de Anthony Dunne et Fiona Raby n'est pas concevoir des produits pour un avenir un peu incertain, mais plutôt d'imaginer cet avenir. Le résultat est une série de scénarios qui aident à éclairer les problèmes moraux, éthiques, politiques et esthétiques », d'après un journaliste du Financial Times.

Les designers nous incitent à considérer la conception comme un mode d'enquête socioculturelle. La réflexibilité de leur

design se traduit par le détournement d'objet, de leurs formes à leur fonctions utilitaires.

« Dans une période où les systèmes existants atteignent leurs limites efficaces, Speculative Everything décrit un rôle élargi et rafraîchissant pour la conception. Dunne et Raby montrent comment la conception spéculative peut stimuler le débat révéler des choix qui existent au-delà des contraintes de l'entreprise existante, du sociale et des approches technologiques », affirme Tim Brown, PDG d'IDEO

Provoquant un rapport inhabituel avec l'utilisateur, l'objet devient un interlocuteur, une pièce à conviction posant des questions sociales et politiques. Leur pratique s'expérimente et se matérialise par leur vision du monde. La spéculation est un bon moyen de formuler des hypothèses sur notre avenir et d'orienter la création pour concevoir avec pérennité.

2. Le biodesign

Carole Collet concentre son travail sur le biodesign, le biofacturing et la durabilité de haute technologie. Commissaire de l'exposition « En Vie-Alive » à la Fondation EDF de Paris en 2013, le biomimétisme est pour elle « la recherche d'un design radicale et ultime qui s'inscrit dans une réflexion écologique profonde en rapport à notre futur. »(*)

Son projet « Biolace » nous plonge en 2050, une époque où la planète serait surpeuplée. Reprogrammer des plantes à l'aide de la biologie synthétique permettrait aux végétaux d'exécuter plusieurs actions en même temps. Dans un premier temps, cette machine vivante alimentée par le soleil et l'eau nous donnerait à manger. Jusque-là tout va bien. Mais ce n'est pas tout. Ensuite leurs racines déploieraient un tissu, un textile servant à la confection de vêtements.

Ces nouvelles espèces végétales qui pourraient voir le jour dans quelques décennies nous questionnent sur l'éthique de ce modèle de fabrication génétique. La biologie synthétique et les nouvelles technologies du vivant sont certes prometteuse mais devons-nous poursuivre sur ce schéma ? Quelles sont les avantages et les inconvénients de ces manipulations ? Nous permettront-elles de voir la naissance d'une nouvelle industrie plus écologique, consommerons-nous moins en énergie et surtout quel sera notre rapport aux produits chimiques ? C'est à nous de définir et d'orienter les nouvelles technologies sur un modèle choisi en amont.

3. Un avenir biomimétique

Certains ont illustré leur travail autour de ces questions. Il ont imaginé ce que l'homme et la nature pourraient construire ensemble dans un avenir lointain. Ce dernier groupe d'artistes et de designers explorent des horizons encore plus lointains. Ils sont là pour nous proposer d'éventuels possibles biomimétiques et s'interrogent sur des questions éthiques inévitables. Sur les relations possibles entre la nature et l'écologie dite high-tech, une réflexion prospective qui nous amène à penser l'avenir biomimétique.

Amy Congdon est une designer textile qui explore les liens entre science et conception. Elle a fait de sa démarche expérimentale une réelle pratique. En examinant les implications qu'engendre les nouvelles technologie comme la biotechnologie, son travail est un moyen de provoquer un débat, une discussion autour de la création de nos futurs produits à base de matériaux vivants.

« Biological Atelier » est projet de design critique. Un atelier de couture qui nous interroge sur l'évolution des métiers créatifs en 2080 tels que les designers ou artisans mais aussi sur le rôle du scientifique.

Ces corps de métiers vont-ils fusionner ? Puis, quels seront les



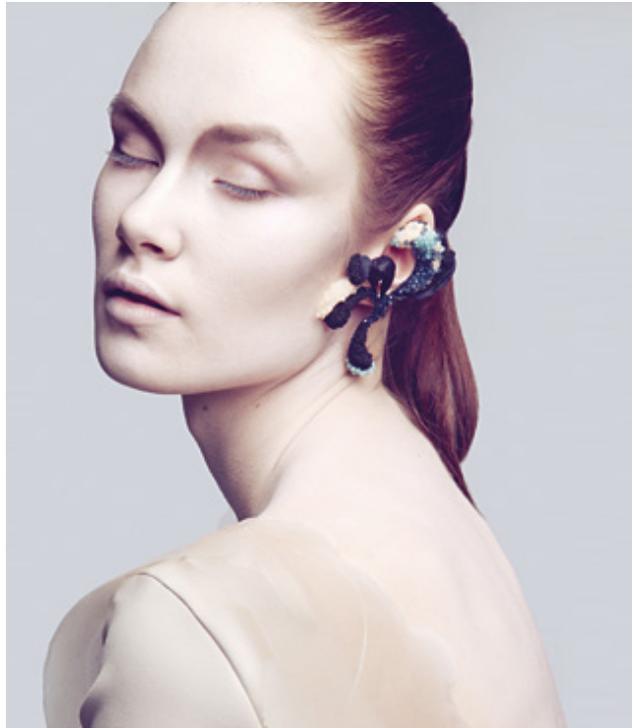
impacts des matériaux et des technologies du vivant sur le design ? À quels matériaux hybrides pouvons-nous nous attendre ? Si les matériaux se cultivent au lieu d'être fabriqués, qu'advient-il de techniques comme la broderie qui sera façonnée à partir de cellules vivantes et non humaine. Savoir si nous ne serons tout simplement pas des êtres hybridés avec notre nature environnante. Un posthumain, tirée de l'imaginaire de la science-fiction, une sorte de cyberpunk certifié naturel ou presque, surchargé de prothèse en tout genre ou non.

Dans ce schéma où l'avenir de la condition humaine est au centre des questionnements, et où l'harmonie homme-nature doit opérer, certains créateurs tournent la question dans l'autre sens. Pourquoi les caractéristiques de l'homme ne devraient-elle pas changer afin de s'adapter à son environnement ?

L'Homme qui rétrécit (The Incredible Shrinking Man) est un film de science-fiction américain réalisé par Jack Arnold, sorti en 1957. Ce film est l'adaptation du roman homonyme de Richard Matheson, publié en 1956 et dont l'auteur a ensuite écrit le scénario.

Inspiré du film «The Incredible Shrinking Man» de Jack Arnold sorti en 1957, (*) l'artiste allemand Arne Hendriks oriente une réflexion donnant lieu à une oeuvre du même titre. Dans ce long métrage de science-fiction, Scott Carey, le personnage principal joué par Grant Williams entre directement en contact avec un pesticide qui le fait rétrécir significativement chaque jour. Se basant sur ce postulat, l'artiste propose un projet spéculatif où l'homme rétrécit pour être en adéquation avec la nature. Notre croissance démographique entraîne une nécessité d'espace plus important mais aussi un besoin en ressources naturelles et énergétiques plus abondant.

Sachant que notre corps est également devenu une matérialisation de notre obsession de la croissance, la hauteur globale du corps est le résultat d'une meilleure alimentation, hygiène, médecine, en somme d'une meilleure conditions de vie. Cependant l'artiste décrit que grandir de 10%, augmente de 33% notre poids et augmente par conséquent nos besoins matériels. « Si l'homme mesurait 50 cm, il utiliserait alors entre 2 % et 5 % des ressources naturelles dont il a actuellement besoin. » Un poulet pourrait alors nourrir une centaine de personnes.



D'après un chercheur participant au projet, la réduction de notre cerveau n'aurait pas d'impact néfaste, bien au contraire. En revanche, d'autres choses seraient plus difficiles à contrôler comme notre rapport aux animaux ou les conditions climatiques qui deviendraient un danger ou nos besoins matériels. « Si l'homme mesurait 50 cm, il utiliserait alors entre 2 % et 5 % des ressources naturelles dont il a actuellement besoin. » Un poulet pourrait alors nourrir une centaine de personnes.

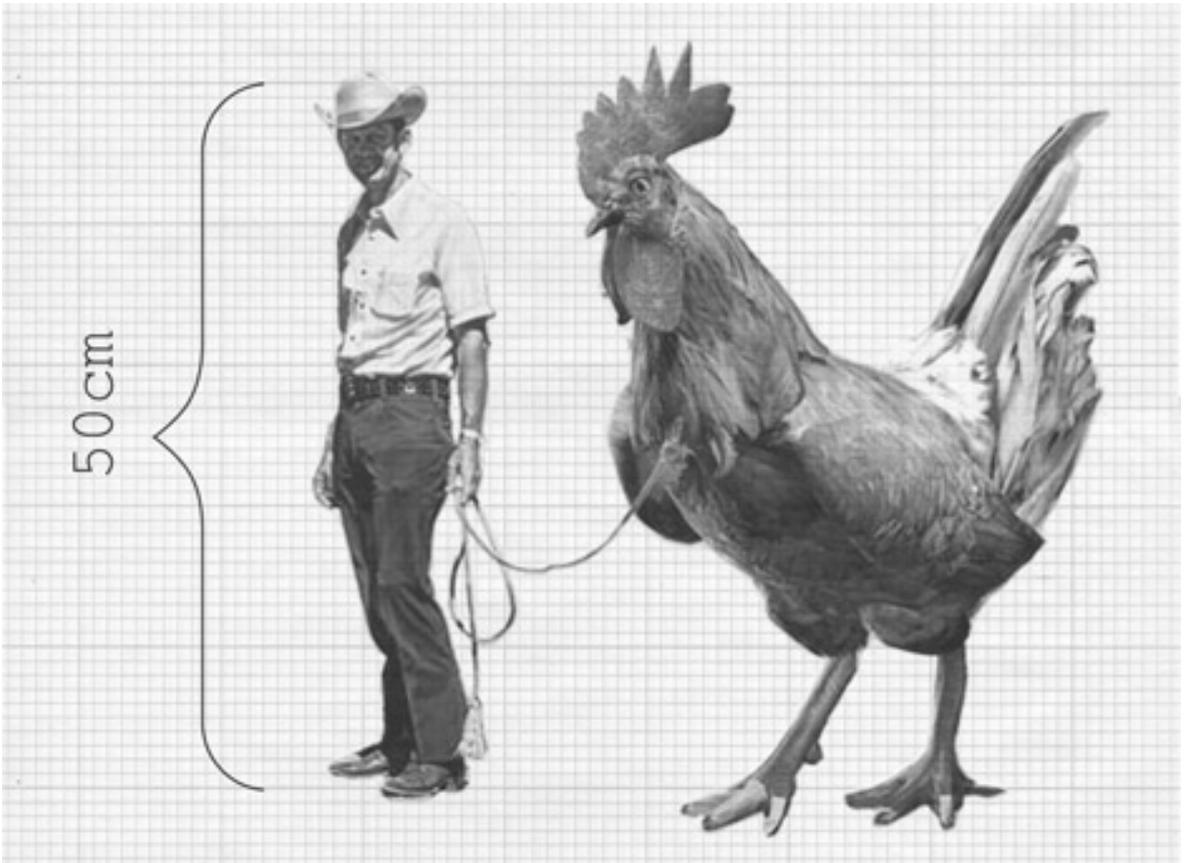
D'après un chercheur participant au projet, la réduction de notre cerveau n'aurait pas d'impact néfaste, bien au contraire. En revanche, d'autres choses seraient plus difficiles à contrôler comme notre rapport aux animaux ou les conditions climatiques qui deviendraient un danger.

Si notre taille était réduite, il faudrait donc repenser entièrement notre rapport à l'architecture, ce qui engendre forcément une dépense considérable en énergie.

Le projet a remporté un prix dans la catégorie « Concepts Future » au Dutch Design Awards 2013.

La programmabilité n'a désormais plus de frontière, elle place l'homme au rang d'objet de production comme le reste du vivant et du non-vivant.

Nous allons voir un autre moyen de retour au prémice de la naissance, sans pour autant revenir à la taille d'un nourrisson.



03 - L'algue au rythme de la vie

L'algue. Afin de mieux comprendre pourquoi ce biotope marin pourrait être l'algorithme d'un modèle de vie prospectif plus écologique, nous allons définir les possibilités qu'il offre.

A. Analyse et compréhension d'un biotope marin

La vie ne s'est pas construite en un jour. Et l'algue en sait quelque chose car elle est à son origine.

1. L'algue

« Les algues sont des organismes capables de pratiquer la photosynthèse et vivant majoritairement dans un milieu aquatique (marin ou dulcicole), ce sont donc des végétaux. Elles sont dépourvues de tige, de racine, de feuille ou de fleur. »

Ces végétaux marins ont fait leur apparition à différentes époques et on retrouve parmi elles, quatre espèces importantes. Les algues vertes (Chlorophycées) ayant besoin de lumière elles se développent en surface. Les algues brunes (Phéophycées), abondantes en mer froide et tempérée, sont les dernières à avoir fait leur apparition il y a environ 1,1 milliard d'années. Les algues rouges (Rhodophycées) prolifèrent dans des milieux froids où les algues vertes ne pourraient pas survivre. Enfin, les algues bleues (Cyanophycées) sont des bactéries qui ont contribué à l'évolution du vivant sur Terre il y a 4 milliards d'années.

> Le plancton à l'origine de la vie

Il y a quatre milliards d'années, c'est la naissance de la «planète bleue». Hormis quelques îles, qui deviendront nos continents, l'eau recouvre la Terre.

La vie naît dans l'eau, la mer est une sorte de soupe primitive sans oxygène, contenant des molécules chimiques. Apparaît alors la toute première cellule vivante pouvant vivre sans oxygène. Elle est anaérobie. Rejetant des bulles de gaz carbonique, elle puise son énergie.

Ilya 600 millions d'années, les premières traces de vie apparaissent sur Terre. C'est le début de l'évolution vers la grande diversité. Le premier être vivant est une algue unicellulaire devenue plante verte microscopique : le lichen. Les végétaux et les animaux suivront. Première cellule végétale de l'univers, l'algue bleue est notre ancêtre, la brique initiale sur laquelle a été construite toute la pyramide des espèces végétales puis animales jusqu'à l'homme.

Après plusieurs mutations, l'une des bactéries se perfectionne et synthétise pour la première fois une nouvelle molécule : la chlorophylle. Devenant ainsi l'algue bleue, cette première algue microscopique qui a la bonne idée d'utiliser sa chlorophylle et l'énergie de la lumière pour fabriquer sa matière végétale, le sucre. Consommant des composés minéraux (fer, soufre...) et du gaz carbonique présent dans l'eau, cette production émet un déchet : l'oxygène. Ainsi, l'algue bleue invente la photosynthèse. En lui offrant une «machine à produire de l'oxygène», cette

algue unicellulaire révolutionne complètement la planète.

2. Son utilisation

En plus de son pouvoir maïeutique, l'algue a de nombreuses vertus qui vont en faire une denrée de choix.

a. La nutrition

L'algue est comestible. C'est la principale utilité qu'on lui connaît. Arrivée sur Terre il y a 3 milliard d'années, la spiruline était jadis utilisé comme aliment à part entière par des civilisations telles que les Incas, les Mayas ou les Aztèques. Ces derniers « récoltent une sorte de boue bleu-vert qui stagne sur les eaux du lac du Mexique. Puis, ils la font sécher pour en faire des stocks de galettes qu'ils consomment ». Ce limon nommé « tecuitlall » est en effet la spiruline, alors évoqué par Gomara, secrétaire du célèbre conquistador espagnol Cortès.

Cette algue microscopique ou cyanobactérie constitue un complément alimentaire riche en fer assimilable et en protéine naturelle. Issue de culture biologique elle est 100% naturelle et couvre une grande partie des besoins nutritionnels quotidiens. Elle est produite dans des serres géothermiques, en Inde ou au Chili où le climat est propice.

On retrouve aussi dans le commerce les autres types d'algues évoqués précédemment. Les algues vertes, laitue de mer, cheveux de mer, dulse (rhodyménie palmé ou petit goémon). Des algues rouges comme la mousse d'Irlande (ou carrageen, dont on tire la carraghénane pour ses caractères d'épaississement et de stabilisation), ou la nori cuisinée pour les sushis. Des catégories d'algues brunes comme le haricot ou spaghetti de mer sont appréciées pour leur saveur iodée. Le wakame, de l'hijiki, du varech et des laminaires sont cultivés ou récoltés pour leurs caractéristiques gélifiantes.

Traditionnellement consommées et cultivées en Asie comme fruit de mer depuis des siècles, les algues sont désormais utilisées par l'industrie agroalimentaire pour leurs propriétés bénéfiques. On la retrouve dans nos assiettes en salades, soupes, légumes ou thés. Leur préparation est multiple, à l'image des nutriments bienfaisants qu'elles dégagent. Bon pour notre organisme donc, mais aussi pour notre peau.

b. Les cosmétiques

La thalassothérapie et la cosmétique s'appuient sur la richesse de la mer et les bienfaits des algues pour proposer des produits viables telles que des crèmes, des lotions, des masques et même des dentifrices.

Le Fucus, l'Ascophyllum, et quelques espèces de Laminaires sont généralement utilisés dans l'industrie cosmétique. Malgré une proportion faible dans la composition des produits, ses agents qualitatifs en minéraux, vitamines, acides aminés sont prouvés.

Les chercheurs du CAEC de Nantes (Centre Atlantique d'Études en Cosmétologie) ont testé leur efficacité et le traitement qu'elles pouvaient avoir sur la peau et les cheveux.

La criste marine est une plante vivace commune sur le littoral français. Très riche en vitamine C et en iode, elle est utilisée en cosmétique pour ses propriétés anti-radicalaires et pour améliorer l'hydratation cutanée, la purification et le nettoyage de la peau.

c. L'isolation

L'isolation d'un bâtiment est un élément important dans une conception qui se veut durable. Afin de substituer des systèmes ayant recours à l'énergie thermique et à l'électricité, des

chercheurs allemands de L'institut Fraunhofer de physiques de bâtiments, ont découvert que certaines algues ont le potentiel de contribuer à l'isolation thermique des bâtiments. Avec l'aide de partenaires industriels, ils ont réussi à transformer cette espèce végétale en matériau d'isolation fiable. En outre, utilisée pour l'isolation des murs, elle assure un climat intérieur des plus sains. Une isolation durable réalisée avec un élément naturel. Présentant un bilan CO2 négatif, l'algue est aussi un matériau ignifuge.

Succédant à des techniques plus commune issues du pétrole qui demandent une quantité d'énergie considérable pour leur production et émettent des gaz toxiques lors de leurs combustions, l'algue se présente comme une option économique et écologique viable.

d. La bioluminescence

« Le Nautilus flottait au milieu d'une couche phosphorescence, qui dans cette obscurité devenait éblouissante. Elle était produite par des myriades d'animalcules lumineux, dont l'étincellement s'accroissait en glissant sur la coque métallique de l'appareil. »

Un phénomène auquel Jules Verne avait pu assister et qu'il dépeint dans 20 000 Lieues sous les mers.

Une microalgue de la famille des dianophycées (Noctiluca scintillans) est capable de bioluminescence. C'est l'ATP adénosine triphosphate, molécule riche en énergie et combustible universel de la vie qui lui donne cette efficacité. « Manifestation diabolique car elle est le produit de la réaction de la réaction de l'enzyme luciférase sur la luciférine.

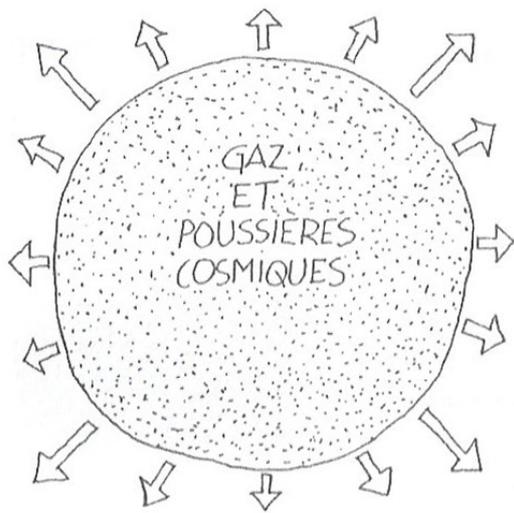
L'utilisation d'une algue microscopique présente dans le phytoplancton, permet de produire de la lumière.

e. Les biocarburants

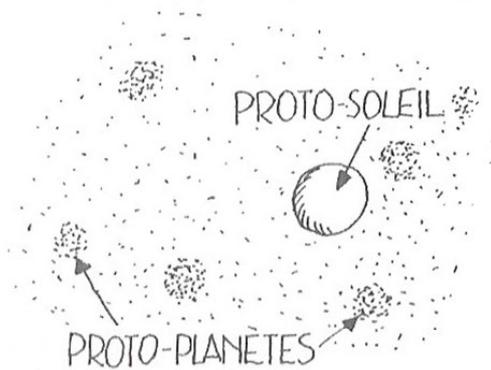
Dans les années 1992, la Politique Agricole Commune (PAC) permet le développement de biocarburants. Dix ans plus tard environ, suite à la hausse du prix du pétrole puis à la nécessité de lutter contre les gaz à effet de serre, la tendance se poursuit.

Les biocarburants issus de la première génération sont fabriqués à partir de ressources agricoles comme les betteraves, les céréales ou la canne à sucre pour l'éthanol ainsi que le colza et le tournesol pour le biodiesel. Les limites de ce développement découlent des valeurs éthiques de la production. En effet, ces cultures viennent en compétitions voire au détriment des productions agricoles alimentaires. La deuxième génération de biocarburant se tourne donc vers des végétaux non alimentaires. Les résidus agricoles et forestiers, la paille, du bois ou des plantes sont cultivées uniquement à cet effet. Cette deuxième génération présente un bilan environnemental nettement plus positif que la première. Une production plus abondante et moins coûteuse. Offrant une belle perspective de progression, la biomasse produite chaque année reste tout de même trop élevée. Il faut trouver des moyens de production n'utilisant pas ces ressources naturelles et la culture de microalgue répondent à ce problème. La troisième génération de biocarburant s'amorce. Un processus de recherche qui s'avère prometteur.

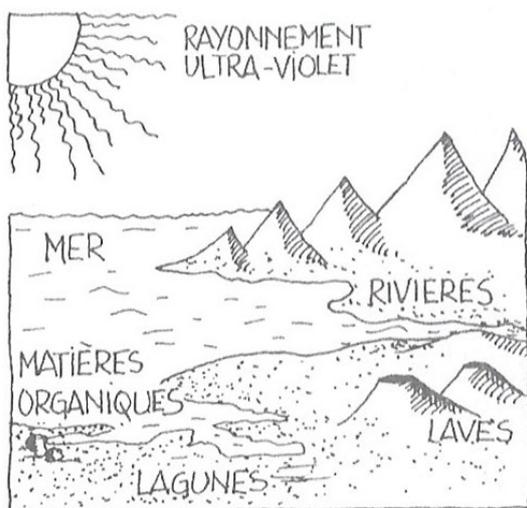
Utilisé dans le domaine des cosmétiques, de l'alimentation ou des recherches sur le biocarburant, ces végétaux microscopiques qui flottent partout dans nos mers, nos lacs et nos rivières ne pourraient-elles pas servir à réintroduire le vivant dans nos villes?



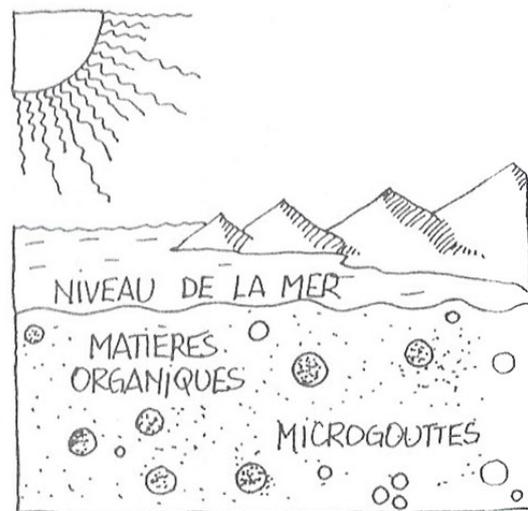
Formation de l'univers



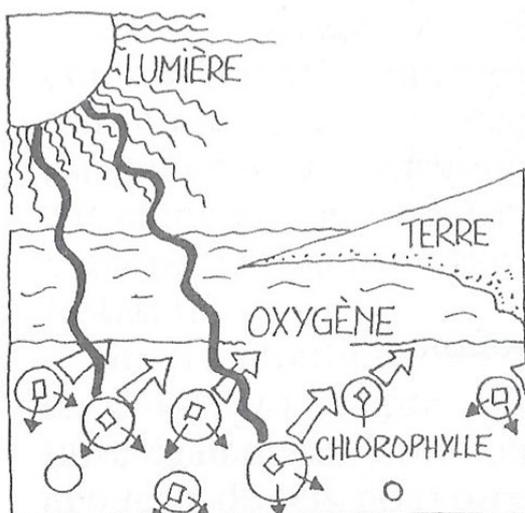
Formation du système solaire



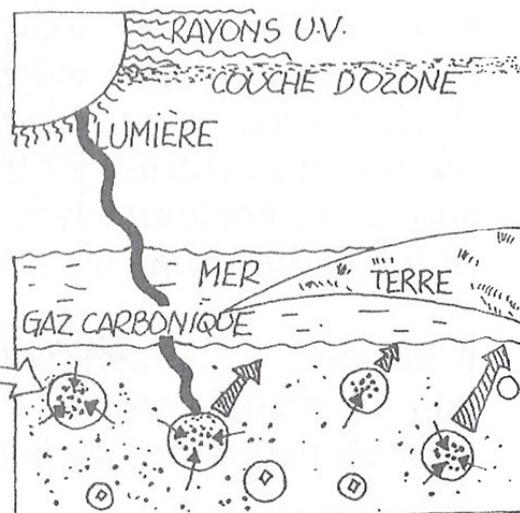
Accumulation de matières organiques. Complexification des molécules. Formation de la « soupe » primitive



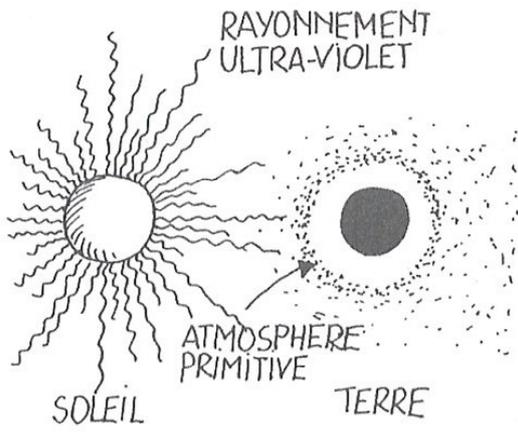
Formation de microgouttes de matière organique



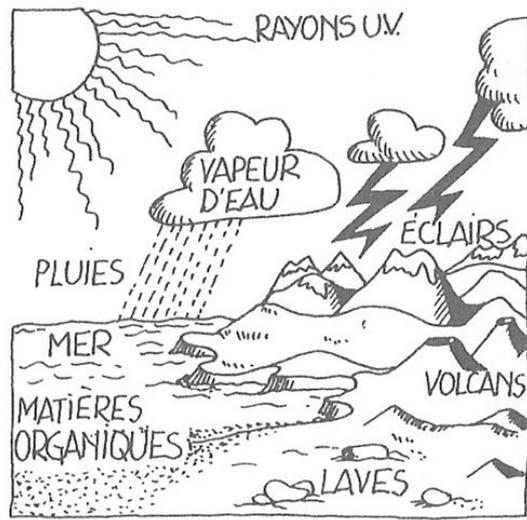
Apparition des processus de photosynthèse



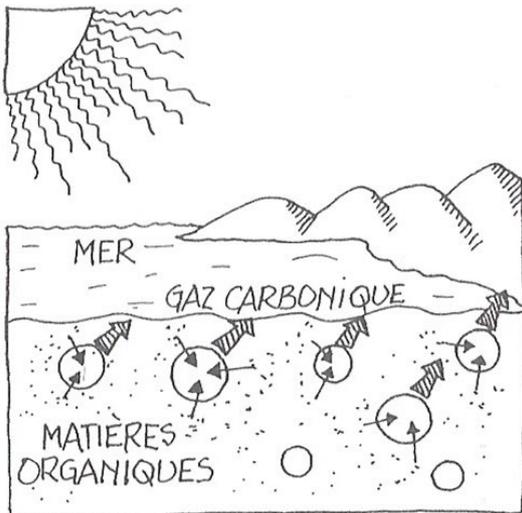
Apparition des processus de respiration. Séparation entre autotrophes et hétérotrophes



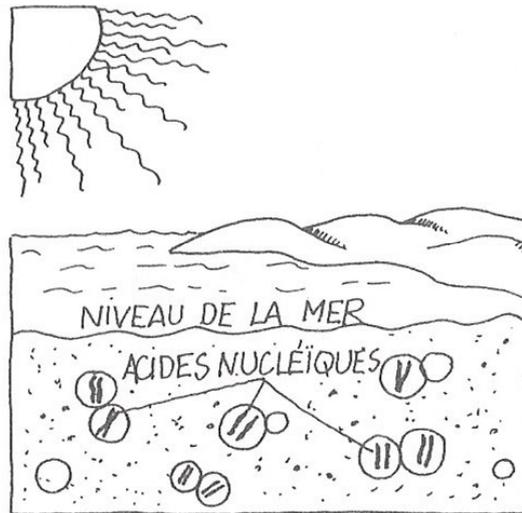
Système Soleil-Terre



Synthèses organiques dans l'atmosphère primitive de la Terre



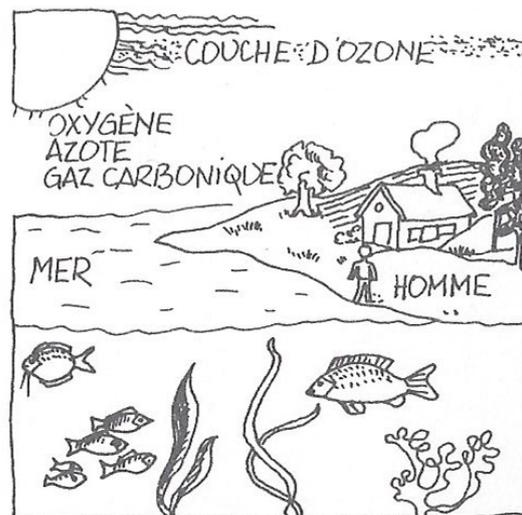
Apparition des processus de fermentation. Premiers hétérotrophes



Apparition des mécanismes de reproduction



Évolution biologique



La Terre actuelle

B. Le vivant dans la ville

Il faut savoir que 50 à 70% d'oxygène sur terre est produit par les microalgues. Sa culture est en plein développement alors pourquoi ne pas l'utiliser dans nos villes en imaginant des bâtiments beaucoup plus intelligents ?

1. La science fiction, un outil prospectif

Narration littéraire et cinématographique, la science fiction peut être un matériau dans le processus de connaissance de la prospective. Elle construit, diffuse et parfois même appréhende des représentations du futur. Impliquant des développements techniques elle peut avoir tendance à stipuler des hypothèses dérangeantes. C'est un outil de l'imaginaire, qui peut alerter sur des tendances inquiétantes.

a. La dystopie

Dans le film expérimental « Ballet mécanique » de Dudley Murphy et Fernand Leger réalisé en 1924, le vivant est remplacé par la danse frénétique des machines. Ils traduisent à l'aide d'un kaléidoscope une symphonie du travail, un monde où tout est mouvement mécanique et répétitif. Un décor cubiste qui rythme de manière poétique la recherche d'une nouvelle harmonie, celle de la fusion entre la machine et le vivant.

Quant à lui, Ridley Scott avait une vision prospective du monde sombre et surpeuplé des années 2019 dans « Blade Runner ». Un film visionnaire non pas sur l'illustration d'un enfer urbain mais plutôt sur la réflexion de la nature humaine qu'il apporte. En 1982, le réalisateur se posait une question éthique sur la manipulation du vivant, celle de savoir quel rapport articulerait une nature humaine naturel et une nature humaine artificiel créée par la main de l'homme. L'intelligence artificielle voulant plus de pouvoir pourrait-elle courir à la perte de l'espèce humaine

sans quoi elle ne serait rien ?

Dans « Métropolis », Fritz Lang nous dépeint une métropole inégalitaire et frigide où la nature n'a plus sa place. Elle est condamnée en haut des buildings au style New-Yorkais. Une seconde nature, qui elle est artificielle. Sa vision va être reprise dans le cinéma d'anticipation et la vivant occupe une place centrale dans son film car on assiste à la première l'apparition d'un androïde au cinéma. Moloch est un monstre hybride carnassier, une machine qui est l'incarnation de la ville. Ingurgitant avidement ses habitants, il nous renvoie au thème du post-humain.

Contrairement au cinéma d'anticipation dystopie, certain long métrage optent pour une vision utopique du futur où la nature réintègre complètement la ville mais à quel prix ?

b. L'utopie

Parfois on s'aperçoit que la frontière entre utopie est dystopie est proche.

Quatre ans après la sortie de District 9, une zone où les extraterrestres, surnommés les « crevettes », sont ghettoisés après leur arrivée sur Terre, Neill Blomkamp nous présente « Elysium ». Une nouvelle zone, sorte de station orbitale qui sépare les riches, des pauvres restés sur Terre. Le décor d'une ville néo-palladienne à la végétation luxuriante suggérant une cité idéal utopiste mais dissimulant bel et bien un cauchemar, une dystopie.

« Tomorrowland » de Brad Bird, fait référence à Jules Verne et à la science fiction des années 50. Une idéalisation d'un futur non capitaliste où le vivant ne fait qu'un avec le tissu urbain. Ce paysage accueillant et verdoyant nous évoque une vision rousseauiste mais une ville basée sur la gravité et des déplacements

en cercle concentrique traduisent en réalité la dystopie d'un parc d'attraction.

« Le château dans le ciel » de Miyasaki, une ville idéalisée et dominée par le végétal mais où les humains ont complètement disparu.

Ces films de science-fiction questionnent sur l'habitabilité des villes dans des années à venir. Dans certains cas la technique est telle qu'elle conduit à la transformation voire à la destruction des espaces domestiques. La dystopie, finalement indissociable de l'utopie sont des outils traduisant des idéaux qui nous laissent songeur.

Cependant, la ville et l'espace domestique peuvent être conçus comme des objets autonomes

1. Des façades intelligentes

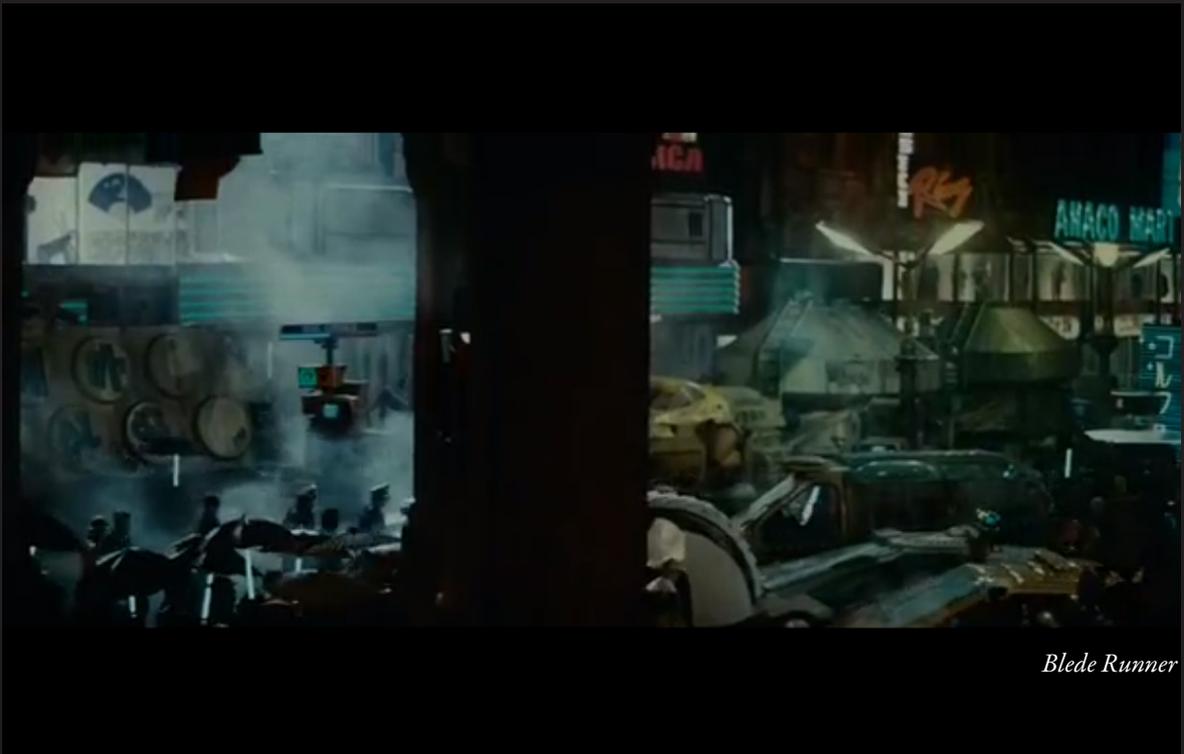
Aujourd'hui les innovations vont plus loin et les microalgues sont un vivier pour de nouvelles applications.

Grâce aux microalgues et aux cyanobactéries, il est possible de concevoir des murs vivants et intelligents, respirant, fixant le CO₂ et rejetant de l'oxygène. Contrairement au lichen qui a disparu des zones trop polluées, les microalgues sont plus résistantes et semblent ravies de retrouver leur atmosphère primitive pauvre en oxygène, riche en CO₂ et autres polluants. Il ne faut pas hésiter à les cultiver dans des zones où la pollution est au plus haut comme le long de portions d'autoroutes (une voiture dégage 120g de CO₂ par km). Dans les habitats, ces microalgues pourraient se nourrir du CO₂ dégagé par la respiration des habitants et oxygéner l'intérieur de la maison.

XTU, une agence d'architecture a répondu à cette question en s'intéressant à la culture des microalgues afin de concevoir une



Métropolis



Blade Runner

ville plus durable associant le vivant à nos habitats urbains. En partenariat avec le laboratoire du GEPEA, ils ont mis au point un système de photobioréacteur, en somme, un aquarium où les microalgues poussent entre deux parois de verre. Appelées biofaçades, ces champs verticaux permettant une production deux à cinq fois supérieur que dans des bassins mais ce n'est pas tout, elles pourraient également capter deux à cinq fois plus de CO₂ que les espaces verts de nos villes. La couleur des façades vivantes pourrait varier selon le type plancton cultivé.

En 2013, un prototype d'immeuble autoproduitif a été réalisé par Jan Wurm dans un quartier à la pointe des innovations urbaines de Hanbourg. Grâce au CO₂ et à l'énergie solaire, les algues brassées en permanence peuvent se développer et se multiplier à grande vitesse. Les biofaçades du bâtiment fournissent la chaleur pour chauffer la maison et environ 50% du besoin en eau chaude est couvert. À Tenger, au Maroc, l'usine Renault alimente également sa chaufferie avec une biomasse, celle des noyaux d'olives. Leur eau chaude est alors fournie sans le moindre impact carbone.

L'agriculture verticale des microalgues donnerait lieu à un nouveau genre d'architecture, une approche métabolique du bâtiment complètement biomimétique car fonctionnant d'après le métabolisme du vivant. En plus de valoriser les déchets émis par l'activité humaine, ces biofaçades sont en symbiose thermique avec l'extérieur, ce qui permettrait une production d'énergie tout au long de l'année. Les microalgues ont tout de même leurs limites. Elles ont besoin d'une zone de confort entre 4°C et 38°C pour se développer, si les températures sont très froides, le système est arrêté et le médium se vide des réacteurs pour éviter le gèle des microalgues. En attendant que les températures augmentent et que le système se remette en route, la pompe à chaleur de l'immeuble prend le relais.

Une ville du futur qui devient productive de biomasse servant



au domaine de la cosmétique (extraire des pigments ou anti-oxidants), de la santé ou de la nutrition. Certaines de ces molécules pourraient également remplacer la pétrochimie pour faire des bioplastiques.

Les microalgues sont dans les océans l'un des principaux puits de carbone de la planète et dans le monde 50% des façades architecturales ne sont pas valorisées. Ces deux facteurs nous laissent imaginer l'avenir d'une ville productive.

Des murs aux sols, la jonction est proche. Des chercheurs du CESAM de Nantes, un laboratoire du CNRS ont eu l'idée innovante de produire un bitume à base d'algue pour anticiper le jour où il n'y aurait plus de pétrole. Afin de produire leur matière ils miment la formation du pétrole. Ils arrivent à reproduire le même processus en laboratoire à la différence que celui-ci prend une heure au lieu de quelques millions d'années. Ce mélange d'eau et d'algue sera ensuite mélangé à des granulats pour faire de l'asphalte. Les propriétés chimiques sont différentes mais celles physiques offrent résistance et flexibilité à l'instar d'un goudron classique.

Algosolis est une des plus grandes plateformes française dédiée à la production de microalgues. Jeremy Prevost dirige cette immense ferme d'algue à Saint-Nazaire. Il produit une à deux tonnes de microalgues par an qui sont consacrées aux secteurs la cosmétique, l'alimentation ou le biocarburant. Sa culture est soit verticale comme à Hambourg avec des photobioréacteurs soit en bassins afin de s'adapter au différents types de marché qu'elle servira. Et contrairement aux anciennes méthodes de cultivations à ciel ouvert, les microalgues en bassins fermés sont à l'abri des prédateurs et contaminations.

De nouvelles souches d'algues pourront être exploitées grâce à ces prouesses techniques pour découvrir de nouvelles applications. Écologique, renouvelable et durable, la limite de ces exploitations

va être la compétitivité économique.

Issues d'une production peu polluante et capable de capter du CO₂, les microalgues pourraient bien incarner une réponse écologique et durable à certains de nos problèmes de développement.

C. Vers le projet

1. Pourquoi l'algue ?

Dans ma démarche personnelle, j'ai voulu travailler avec le vivant et particulièrement l'algue. Cette démarche s'inscrit directement dans le biomimétisme en prenant le biotope marin comme collègue de travail.

L'algue joue un rôle fondamental dans les puits de carbone en contribuant à limiter l'effet de serre en fixant le carbone via la photosynthèse.

Les algues sont des êtres vivants capables de photosynthèse dont le cycle de vie se déroule généralement en milieu aquatique. Elles constituent une part très importante de la biodiversité et la base principale des chaînes alimentaires des eaux douces, saumâtres et marines. Diverses espèces sont utilisées pour l'alimentation humaine, l'agriculture ou l'industrie.

Choisir l'algue, c'est également soutenir l'économie locale, en aidant les entreprises qui la cultivent, la récoltent et la font sécher. Dans les zones où les algues vertes s'accumulent, leur décomposition entraîne le rejet d'hydrogène sulfuré, un gaz toxique qui représente un risque pour la santé humaine. Par exemple, chaque année en Bretagne, 25 kg d'azote en moyenne sont rejetés dans les cours d'eau qui mènent à la mer. Un flux 3 à 5 fois plus faible permettrait d'éviter l'impact négatif sur l'environnement. La Bretagne est reconnue comme une zone vulnérable. C'est en effet une région d'élevage qui concentre plus de la moitié de la production porcine de France mais aussi une région légumière importante.

Elle joue un rôle fondamental dans les puits de carbone et contribue à limiter l'effet de serre en fixant le carbone via la photosynthèse. Dans les zones où les algues vertes s'accumulent,

leur décomposition représente un risque pour la santé humaine. Cette démarche consisterait donc à les recycler pour en faire un matériau premier et naturel.

L'algue comme matériau premier, servant à la conception, à la construction ou encore au textile, de même façon que le bois, le métal, le béton ou les fibres.

Conclusion

Il apparaît clairement que la transition entre la deuxième et la troisième révolution industrielle correspond à une prise de conscience sur notre environnement. Un environnement éphémère et qu'il conviendrait de préserver. Une sorte de chemin courant à sa propre fin, dans lequel, nous aussi, nous avancerions tous, vers notre propre fin. Sauf peut-être si nous nous rendons enfin compte que l'impact de nos actions est lui, loin d'être éphémère. Les ressources fossiles sont au cœur de la problématique de ce siècle. Devenues chères et polluantes de par leur moyen d'extraction, il a fallu trouver des substitues à échelle humaine.

L'industrie verte et le changement de paradigme économique nous ont permis de trouver des solutions alternatives plus collaboratives à l'exemple des villes en transitions. L'éco-conception a défini de nouveaux cycles de transferts d'énergies comme l'économie circulaire ou le « cradle to cradle » permettent de prendre en considération l'analyse de cycle de vie d'un produit et ses étapes de l'extraction à l'utilisation.

Le transport, l'une des étapes les plus impactantes sur l'environnement, a encouragé le phénomène de reterritorialisation et la production vernaculaire. Des procédés de productions viables et qui relancent une économie du local. L'essor des moyens de communications et la distribution en réseau entraînent également une production du « bon sens ».

Nous avons vu que le consommateur est devenu un maillon essentiel dans le cycle de vie d'un produit. C'est en fin de vie qu'il

agit par ses choix de recyclage ou de réemploi. La collaboration de différents domaines est nécessaire au développement de nouveaux systèmes éco-responsables viables et intelligents. L'éco-conception et l'économie circulaire sont désormais une stratégie pour les entreprises. C'est alors au designer de porter un regard bienveillant sur la société et inciter à des réflexes quotidiens. Aider à la prise de conscience que c'est un échange permanent entre l'utilisateur et le concepteur ; que le consommateur contribue lui-même à son propre confort. Le concepteur doit être plus proche de l'utilisateur de manière à concevoir en l'introduisant dans certaines phases pour qu'il soit en perpétuelle évolution avec ce dernier. La réparation de l'objet par exemple pour diminuer le besoin en énergie extérieure de l'objet.

« Parce que la technique constitue son nouvel environnement et qu'il n'a jamais cessé de sacrifier son environnement, l'homme sacrifie désormais la technique : celle-ci est d'autant plus sacrifiée qu'elle est ce par quoi le précédent environnement - la nature - a été désacralisé (profané, pollué...) et que la valeur qu'elle charrie, la recherche de l'efficacité maximale en toutes choses, se substitue désormais à toutes les anciennes valeurs. »
(*)

A travers ce passage, Jacques Ellul dénonce les avancées technologiques de l'homme au détriment de la nature. Sans tenir de discours technophobes, il cherche à comprendre la valeur qu'attribue l'homme à la technique.

Désormais technique et nature semblent indissociables. L'homme doit favoriser un retour à la Terre. « Nostos Erda » : apprendre de la nature et sauvegarder ce qui est naturel car elle est source de bonnes idées pour cultiver notre nourriture (permaculture), nous soigner (microalgues), produire notre énergie (biomasse) et fabriquer nos matériaux ; étudier les phénomènes naturels pour concevoir des systèmes artificiels. Le biomimétisme

provoque l'apparition de nouveaux corps de métiers dans le domaine de la création, ce qui diversifie les techniques et les attentes. Les biotechnologies ont succédé aux nanotechnologies et c'est l'avènement d'une nouvelle ère technologique, celle de la biologie de synthèse où la programmabilité de la matière vivante est désormais possible. Scientifiques et créateurs doivent encore définir des lieux propices à leur collaboration. Après le numérique, la biologie de synthèse n'a pas fini de poser de nombreuses questions éthiques.

Le designer est un « matériauologue ». Il doit être conscient de sa responsabilité sociale et morale. Il est l'outil de modélisation à l'environnement et doit donc analyser le passé et toutes les conséquences de ses actes.

Le cinéma d'anticipation a émis de nombreuses hypothèses prospectives, mais l'imaginaire collectif préfère une hybridation symbiotique avec notre environnement. Certains exemples nous montrent qu'il est possible de produire des bâtiments qui sont également acteurs de leur environnement, que la matière inerte devient productrice jusqu'à générer un écosystème autonome, tout en faisant partie d'un réseau d'échange. Une approche métaphorique qui permet de considérer l'espace urbain comme auto-producteur.

Alors pourquoi ne pas en revenir aux racines, à la première forme de vie sur Terre, l'algue ?

Bibliographie

Joël de Rosnay, *L'aventure du vivant*, Éditions du Seuil, Paris, 1991 (1988).

Jeremy Rifkin, *La Troisième Révolution Industrielle. Comment le pouvoir latéral va transformer l'énergie, l'économie et le monde*, Les liens qui libèrent, 2012, traduit de l'anglais (États-Unis) par Françoise et Paul Chemla.

Claude Gudin, *Histoire Naturelle des Microalgues*, Éditions Odile Jacob, Paris, 2013.

Jared Diamond, *Effondrement. Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, Éditions Gallimard, Collection Folio Essai, traduit de l'anglais (États-Unis) par Agnès Botz et Jean-Luc Fidel.

Janine M. Benyus, *Biomimétisme. Quand la nature inspire des innovations durables*, Édition Rue de l'échiquier, traduit de l'anglais (États-Unis) par Céline Sefraoui.

Jean-Marc Huygen, *La poubelle et l'architecte. Vers le réemploi des matériaux*, Arles, Actes Sud, 2008.

Julien Choppin et Nicola Delon, *Matière grise*, Direction de l'ouvrage Encore Heureux, édition Pavillon de l'Arsenal, Paris, 2014.

Jean-Claude Prinz et Olivier Gerval, *Matières & matériaux*, Éditions Eyrolles, Paris, 2012.

Conférences

Idée², Les jeudis de la Sorbonne, *Envisager le recyclage comme mode de création contemporaine*, Sandrine Andreini, Jean-Patrice Courtois, Christophe Machet, Le Carreau du Temple, Paris, mars 2016.

XTU, *Fleurs du futur. Demain, le vivant fera-t-il la ville? Imaginaire ville nature*, Sam Azulys, Cité de l'Architecture et du Patrimoine, mars 2016.

XTU, *Fleurs du futur. Demain, le vivant fera-t-il la ville? Biodiversité, métabolisme et humanité de la ville*, P.Clergeau, S.Barles et P.Picq, Cité de l'Architecture et du Patrimoine, mars 2016.

Bibliographie

Je tiens à remercier Boris Courret d'avoir pris le temps de relire mon mémoire afin d'échanger avec lui sur le contenu.

Je remercie également Guillian Graves avec qui j'ai échangé sur la deuxième partie de cet écrit, ainsi que les intervenants de l'intensif « éco-conception et design » à l'ENSCI Les Ateliers, pour m'avoir transmis leurs connaissances dans ce domaine.

Pour finir, je remercie Armand Behard ainsi que les autres professionnels comme Aurélie Mosset avec lesquels j'ai pu avoir des discussions productives autour de mon analyse.



MATIÈRE VIVANTE

Samuel Tomatis
Création et Technologie Contemporaine
- ENSCI - Les Ateliers, 2016