



Vers un autre possible :

**Comment l'étude du vivant peut apporter des solutions
d'écoconstruction et de poésie dans la ville**

Introduction à une conception heureuse

Baptiste Lobjoy - Mémoire de fin de formation

Sommaire

Introduction	5
I La nature en ville, du tabou à la poésie	6
IA : Les expressions de la nature	
IB : Laisser la place au désordre !	
II : L'étude du vivant, source d'inspiration et énergie créative	18
IIA : Etudier le vivant pour s'en inspirer	
IIB : Regarder l'architecture comme un écosystème	
IIC : L'enveloppe ou la peau de l'édifice	
Conclusion	44
Bibliographie	46

Introduction

Au moment de la révolution industrielle, la provenance de l'énergie change. Avec l'utilisation nouvelle des mines à charbon et de la combustion de ce dernier, c'est tout le système de valeur qui est remis en cause, jusqu'au mode de construction. L'homme s'éloigne de la nature, il la repousse aux frontières de la ville.

Ilot de chaleur, effondrement de la diversité, imperméabilité des sols... la ville manifeste bien des aspects du changement climatique. La cité occidentale, régie par des urbanismes de flux et d'optimisation foncière s'est rapidement déconnectée de la nature. Par extension le citoyen devient un produit de cette ville et construit une chaîne de valeur éloignée du vivant.

Bien que décroissant, de nos jours l'exode rural est toujours à l'œuvre, on estime en effet que 2/3 de la population mondiale sera dans les villes d'ici 2050 (Ceebios 2022). Il est primordial d'avoir un urbanisme adapté avec des porosités afin de laisser passer vents et trames vivantes. Ce qui pose toutefois problème dans nos villes européennes où l'héritage historique est très présent. Les tentatives d'interventions à l'échelle urbaine sont de fait très limitées...

« En 1800, seulement 4% de la population américaine était urbanisée, contre plus de 80% aujourd'hui. Pour vous donner un ordre de grandeur, c'est comme si on rajoutait 1 million d'urbains par semaine entre 2015 et 2050 ! Autrement dit, le destin de notre planète est lié au destin de nos villes. L'urbanisation du monde est à la fois le problème et la solution. Je peux vous assurer que les propriétés des organismes vivants sont transposables à l'échelle des villes, qui sont en fait des réseaux d'infrastructures. La grande différence avec les organismes vivants, c'est que plus les villes grandissent vite et plus le rythme des activités augmente, tandis que plus un être vivant est grand et fort, et moins son cœur bat vite par exemple. »

Dans un contexte parisien où le prix du foncier sabote la création de porosités, l'étude du vivant dans ce mémoire nous permettra de trouver de nouvelles pistes d'architecture écoresponsable, intrinsèquement poétiques, avec pour objectif de reconnecter la ville et ainsi l'humain à la nature.

La biodiversité, la poésie, les saisons, les changements de météo, l'horizon... Et si l'architecture servait à célébrer la nature autant que les prouesses techniques de l'homme.

Geoffrey West, physicien, professeur au Santa Fe Institute

Indéfiniment coule l'eau du fleuve qui va, et ce n'est plus la même. L'écume flottant où s'allentit le courant se défait ou s'assemble, on ne l'a jamais vu s'arrêter longtemps. Ainsi sont l'homme et ses demeures dans ce bas monde.

— *Notes de ma cabane de moine, Kamo no Chomei*

I. La nature en ville, du tabou à la poésie

I.A.

Les expressions de la nature

Dans nos villes de pierre et de béton, les manifestations de la nature sont peu nombreuses, si bien que l'on peut souvent avoir une sensation de ville figée, immobile, « gravé dans la pierre » .

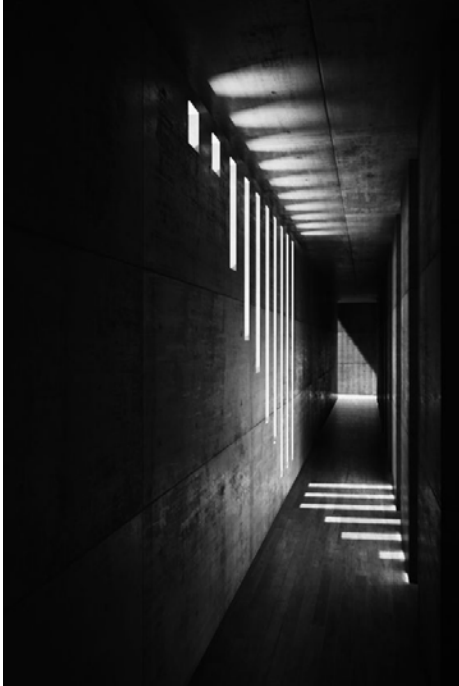
L'architecture, principale composante des villes, fait-tout et partie de cette immobilité.

La 4e dimension, le temps, n'a pas de manifestation dans un univers clos, A l'air libre pourtant, à travers la course du soleil, à travers les saisons qui passent, la rosée du matin ou encore l'écoulement de l'eau, le temps manifeste son mouvement.

Retrouver ces sensations en ville sont autant de support pour permettent une évocation poétique de la relation de l'Homme avec la nature.

*« sentir le rai de soleil arriver sur
le bras gauche à la bonne heure
plonger dans l'ombre fraîche par
un après-midi chaud »*

Yves Perret - *D'architecture cent mots
dire...*



La paroi du bâtiment filtre la lumière,
la course du soleil se lit sur la paroi
Tadao Ando - Koshino House



Les rayons du soleil dansent sur le
sol, filtré par les feuilles d'arbres, on
ressent le mouvement de la lumière. -
ph: B.Lobjoy

La Lumière danse

La première chose que l'on apprend dans une école d'architecture moderniste, c'est que le matériau principal de toute architecture est la lumière naturelle, cette même lumière du soleil à l'origine de la vie qui nourrit la planète tous les jours.

Le bâtiment, à la manière d'un organisme vivant, s'oriente et se positionne afin de capter les meilleurs apports solaires ou au contraire s'en protéger. Le bâtiment, comme l'organisme, fait preuve d'humilité, il se soumet et s'incline face à la courbe du soleil, dans une course qui, par son mouvement permet d'animer les ombres et donner vie aux formes immobiles.

« Les qualités infinies de la lumière naturelle grâce à laquelle une pièce est différente chaque seconde de la journée. » Louis I. Khan

Silence et lumière, Louis I. Khan, Editions du Linteau

Une illustration remarquable de cette relation à la lumière naturelle se trouve dans les bâtiments de Tadao Ando, ou dans l'église de Firminy de Le Corbusier, construite par Yves Perret. Dans ces bâtiments la lumière naturelle, éparse, choisie, caresse les parois et en révèle la matière.

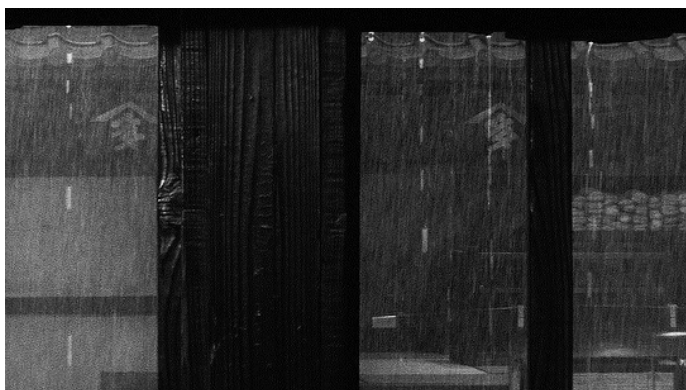
« Au-delà du comptage des « lux » permettant l'efficacité, l'éclairage naturel devient une fête lumineuse révélant, rythmiquement, ses différentes qualités : lumière fixe du zénith, mouvement solaire annuel ou journalier, lumières rasantes, réfléchies, tamisées, mouvements d'ombres, volumes changeants, formes chantées. »

Yves Perret - D'architecture cent mots dire...

L'eau s'écoule

Et si à force de se protéger de la pluie on s'était coupé de la nature ?

Ennemie numéro une de toute construction, l'eau s'infiltré, fuie, provoque dégâts et tracas. Si bien qu'on la cache, on l'enferme, on la fait disparaître. Gouttière, descentes d'eau pluviale, rivières recouvertes, bétonnées, cuves de rétention... L'eau a disparu de nos villes. Pourtant l'eau est à l'origine du vivant, elle nourrit les arbres, les animaux s'y regroupent, son écoulement est sonore, olfactif et mesure le temps qui passe. Tant de raisons de la célébrer plutôt que de l'enfermer !



Regarder et écouter la pluie qui tombe par la fenêtre - A.Kurosawa.



Mettre en scène le chemin de l'eau - Yves Peret



«Préférer la gargouille qui nébulise au tuyau de descente EP»- Yves Peret

*Magnifier le vent, la pluie, la couleur des
souffles qui passent...*

Yves Perret - D'architecture cent mots dire...

Le vent soulève

Sentir la brise en été, se faire ébouriffer les cheveux par une bourrasque... ces souvenirs aux évocations poétiques sont des manifestations concrètes du vivant. Sans évoquer un effet venturi sur une grande place de béton à la défense, qui aurait vite fait de nous faire croire qu'il faut bannir à jamais le vent de nos villes. Mais plutôt parler d'un autre vent, celui filtré par les arbres, produisant ce bruissement reconnaissable entre tous, qui soulève les feuilles du sol et qui fait lever les visages.

Malgré les grands axes d'Hausmann, le vent a la vie dure dans notre métropole parisienne. Intrinsicquement la ville fait écran. La cité de demain pourrait réfléchir ses axes non pas pour faciliter la voiture, mais pour faciliter l'engouffrement du vent. Dans notre métropole parisienne déjà bien construite et dont le patrimoine est bien implanté, si bien qu'il semble difficile d'y remédier. Pourtant la création de porosités ici et là sont autant d'exemples qui, timidement, permettent au vent de s'inviter à nouveau.



L'envol du sac plastique, scène culte du film «American Beauty» de Sam Mendes.

Rick invite Jane à regarder chez lui « la plus belle chose qu'il a filmé ». Il lui montre alors une vidéo d'un sac plastique qui s'envole, danse, grâce à la légèreté du vent.



Ruine d'Angkor wat -
ph: B.Lobjoy

I.B. Laisser la place au désordre !

Nos grands axes parisiens, magnifiques et colossaux sont pourtant si désespérément vides de toute vie.

L'idée n'est pas de nier l'ordonnement qui fait l'identité de la ville, mais suggérer le fait qu'un désordre végétal pourrait venir parfaitement dialoguer avec cette architecture. À la manière des illustrations de Piranese où « la nature reprend ses droits », il s'agit de célébrer le vivant dans son caractère indomptable.

Vision romantique s'il en faut, la nature est vue non plus comme un agrément, mais comme un tout, support d'émotion avec lequel l'homme et l'architecture doivent composer.

C'est peut-être aussi l'occasion de réconcilier notre architecture auto centrée, de la déconstruire, de la désacraliser. L'architecture n'est plus un symbole de la puissance et de l'intellect de l'homme à l'image de nos églises gothiques, mais un support, une révérence au vivant.



William Turner - Tintern Abbay 1794



Chapelle abandonnée - Green urbex,
edition albin michel



Giovanni Battista Piranese

Dans ces ruines architecturales, la nature reprend ses droits

I.B.1.

Permis de végétaliser : Du jardin à la Française à une vision romantique du végétal

Que ce soit dans les ruines des temples d'Angkor au Cambodge, celles factices du parc Monceau ou celles des dessins de Piranesi, l'évocation poétique d'une nature sauvage envahissant l'architecture a de quoi faire s'émuvoir.

Pourquoi attendre la ruine de l'homme/du bâti pour que la nature reprenne ses droits ? Nous aurions tort de croire que la nature peut se développer uniquement dans des endroits vierges d'utilisation.

Paris met en place le permis de végétaliser, entreprise louable permettant des liens sociaux et une reconnexion à la nature.

Attention cependant, cela n'est permis que dans des enceintes bien définies, autour d'arbres et loin des édifices. La nature est cantonnée à de petites enceintes quand nous pourrions lui accorder le privilège de s'exprimer sur l'intégralité des façades parisiennes ! Nous sommes encore dans un rapport de domestication de la nature, héritage des jardins à la française, où la nature est contenue, taillée et cantonnée à une expression qu'on veut bien lui laisser.

Aux Pays Bas une autre approche est adoptée, l'image de la ville d'Amsterdam nous montre le contraire de l'exemple parisien, les procédés sont simples, un trou dans le sol, une glycine, une vigne vierge, et cela pousse. Sur une façade de brique bien alignée, le végétal désordonne.



Photo de la ville de Paris - permis de végétaliser



Amsterdam : un trou au sol et la végétation grimpe sur la façade ! ph: B.Lobjoy

Woonerf et Geveltuin

Le terme woonerf provient du néerlandais et signifie « cour résidentielle ». Il s'agit d'un aménagement de la rue qui permet à la fonction habitat de prendre le dessus sur la circulation. Au sein d'une rue, nous retrouvons des aménagements permettant de redonner une dimension humaine et par extension piétonne, venant perturber le flux circulatoire de la voiture.

*« Un autre héritage du woonerf est la politique de **geveltuin** (jardin de façade) que l'on retrouve désormais dans les arrêtés de presque toutes les municipalités néerlandaises. Sous réserve de respecter un certain nombre d'exigences, principalement autour de la préservation de la largeur du trottoir, les résidents sont incités à retirer une rangée de pavés devant leur maison et à la remplacer par un espace vert. Ces plantes grimpantes, arbustes et fleurs sont combinés à des sièges, ce qui donne un paysage de rue plus personnel et personnalisé, où les gens pourraient vouloir passer leur temps aux yeux du public. »*

Curbing Traffic. Chris Bruntlett et Melissa Bruntlett

Ainsi la ville inscrit dans son code de l'urbanisme une autorisation à végétaliser son pied d'immeuble au même titre qu'une demande de permis de construire. La végétation ici phagocyte la façade, elle l'envahit, s'impose, sa toile d'expression est presque infinie.

I.B.2. Luc Schuiten, la ville végétale et l'importance de l'imagination

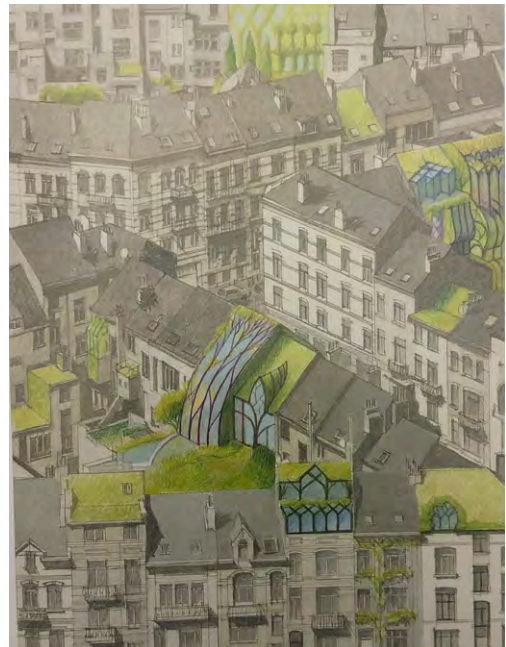
« Quand on réalise que les intuitions de Jules Verne se sont presque toutes réalisées, et si l'on voit l'influence qu'elles ont eue sur des générations de futurs ingénieurs, on mesure l'importance que peut prendre l'imagination dans le devenir des sociétés »

Pierre Loze. Vers une cité végétale



Luc Schuiten est architecte et dessinateur bruxellois.

Dans son projet utopique « les toits jardin de Bruxelles » Luc Schuiten nous introduit dans une philosophie de mutation. Il nous rappelle que toute organisation humaine, toute ville, est toujours un processus de transformation permanent. L'architecture et surtout l'architecture moderniste s'est souvent donnée pour objectif de redessiner la ville, de construire des œuvres ou des organisations définitives, conçues pour une éternité illusoire. La nouvelle Esthétique qu'il donne à la ville apparaît comme symbole du renouement entre l'Homme contemporain et la Nature.

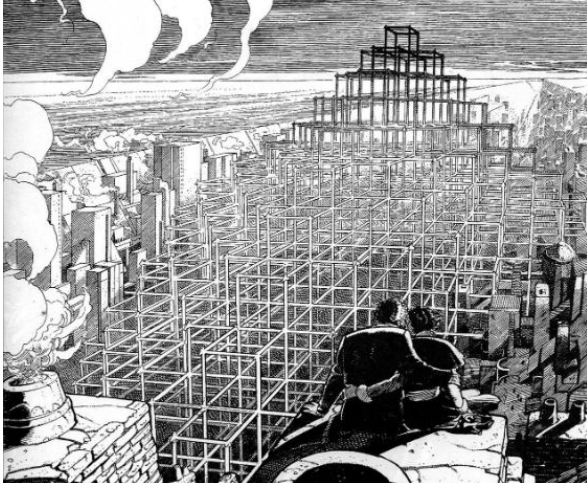


« C'est par le patient travail du jardinier constructeur, par la greffe, le marcottage, la bouture, que Luc Schuiten entend régénérer les villes et en refaire des villages habitables »

Pierre Loze. Vers une cité végétale



Les toits jardins de bruxelles - Luc Schuiten



Francois Schuiten - La Fièvre d'urbicande

Dans son ouvrage « La fièvre d'urbicande » 1985, Francois Schuiten (frère de Luc Schuiten, dessinateur de bande dessinée) dessine un cube qui croît progressivement, ignore la matière qui l'environne, traverse les murs. En se démultipliant il forme un véritable réseau cubique, provoquant ainsi un véritable choc visuel dans une ville où la symétrie et l'ordre font loi.

En imaginant une analogie avec les plantes grimpantes d'Amsterdam ou avec la végétation phagocytaire des dessins de Piranesi nous pourrions aisément nous perdre à rêver d'un boulevard haussmannien où glycines et vignes vierges envahissent la ville dans un désordre magnifique, célébrant l'ordonnement sur lequel elles s'accrochent. Une sorte d'harmonie créée par cette relation antagoniste.



Respiration végétale bienvenue dans une rue parisienne
Triptyque - Villa M
ph: M.Denance

I.B.3. Végétaux sous perfusion, limites de la nature sur la façade

Lors de sa participation à la formation « construire éco responsable » en juin 2022 la paysagiste Laure Planchais mettait en garde contre la végétation « sous perfusion », comprendre ici les arbres/arbustes en pot fermé, présents notamment dans les immeubles contemporains.

A l'occasion de la conférence donnée pour l'occasion, Laure Planchais mentionne le fait qu'une telle végétation nécessite un entretien important et coûteux, qu'il est peu vecteur de bio diversité du fait notamment de l'imperméabilité des jardinières. Cette végétation ponctuelle est-elle un vecteur de greenwashing, de mode ou d'une réelle volonté vertueuse ?

Sans donner de réponse à cette question, nous pouvons toutefois nous demander si ce type de réalisation n'est pas un premier pas vers une approche plus globale où la végétation retrouverait ses lettres de noblesse. La végétation est tellement reléguée au second plan dans l'architecture que sa réintroduction, même ponctuelle, permet une respiration au moins visuelle bienvenue.



Cohabitation entre la végétation et les matériaux constituant l'architecture au sein même du bâtiment

Triptyque - Villa M ph: M.Denance // Barclay & Crousse - Immeuble de logement à Lima

Elle permet aussi à l'habitant de se reconnecter au vivant, la croissance et la mort du végétal, autant d'allégories à notre condition humaine. Elle permet de suivre le rythme des saisons au-delà de sa fenêtre, d'entendre le bruissement des feuilles quand le vent s'engouffre dans la façade, sans oublier un ombrage agréable en été pour s'abriter...



Une vue aérienne du projet immobilier à Chengdu en Chine qui a été infesté par les moustiques, le 15 septembre 2020. (SUNLING / COSTFOTO)

Le végétal dans le bâtiment, comme tout autre système constructif, ne doit pas être employé en dépit du bon sens et doit au contraire être le fruit d'une vraie réflexion sous peine d'une mauvaise cohabitation. A l'image de ces tours végétales en Chine ou le climat favorise l'eau stagnante et donc l'apparition de moustique. Les habitants ont dû fuir, la nature ayant ici réellement repris ses droits !

I.B.4. Libre circulation pour le vivant !

Lors de sa participation à la formation « construire eco responsable » en juin 2022 l'ingénieur Alain Bornarel décrivait les 8 trames servant à analyser le territoire (servante, circulante, ambiante, climatique, bleue, verte, habitée, souche).

“Aujourd’hui, à Paris, plus de 50 % de l’espace public est dédié aux voitures, à la circulation, aux parkings ; ce qui veut dire que l’on dispose d’un potentiel phénoménal de végétalisation. Pas du végétal décoratif, mais du végétal massif. Des arbres et de la végétation, des corridors verts, des espaces naturels dans la ville qui auraient un impact positif sur la biodiversité, la qualité de l’air et la régulation des températures”

Sylvain Grisot, urbaniste

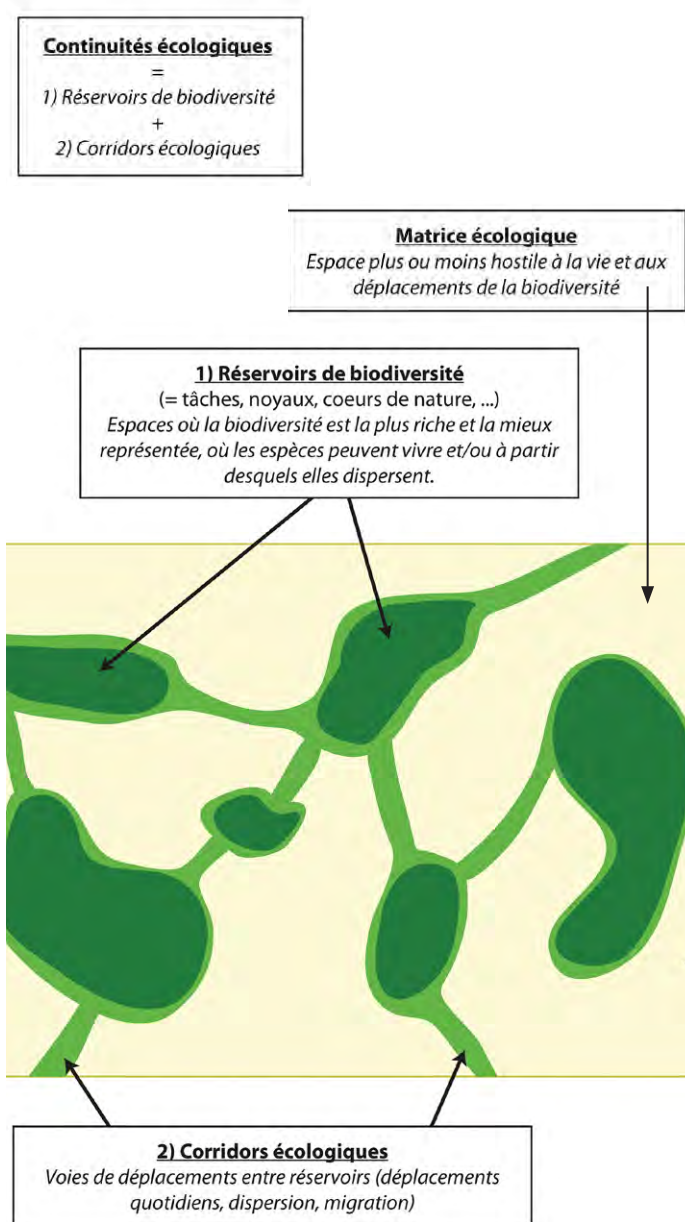


Schéma théorique expliquant les corridors et les réservoirs de biodiversité formant les continuités écologiques (© UMS PatriNat) source : IGPN

Le rôle de la trame verte est de décrire le potentiel du vivant d'un lieu à travers le coefficient de biodiversité.

Cela peut être la base d'une démarche, qui permettrait de reconstituer un réseau d'échange pour que les espèces animales et végétales puissent, comme l'homme, circuler, s'alimenter, se reproduire et assurer leur cycle de vie. En prenant en compte cet aspect d'analyse, le regard sur le territoire change et chaque projet devient l'occasion de reconstituer une trame verte à l'échelle de la ville.

À Singapour, où l'espace est très limité, les plantations d'arbres sur les toits et les terrasses se multiplient depuis 5 ans. Une "architecture verte" à l'origine du surnom de la cité : la "ville-jardin". Les hôtels Parkroyal et Oasia, notamment, disposent d'une surface végétale 5 à 10 fois plus importante que leur surface au sol. "Ce qui veut dire que dans la ville de demain, la nature pourrait être 10 fois plus présente que si la ville n'existait pas"

Wong Mun Summ, architecte

Il convient bien sûr à chaque projet de s'éloigner autant que se faire se peut d'un greenwashing par le végétal, de se poser le réel bien fondé de chaque intervention afin de ne pas être la caricature de ce que l'on souhaite combattre. Pourtant l'exercice qui consiste à analyser une carte à l'échelle d'un territoire ou d'un quartier, en extraire les bassins de biodiversité pour apporter un regard nouveau sur son projet, y voir une passerelle écologique par exemple, est une notion enthousiasmante et dynamique.



Greenwashing ? ph: B.Lobjoy

I believe in God, only I spell it Nature.

—Frank Lloyd Wright

II. L'Étude du vivant, source d'inspiration et énergie créative

La ville occidentale, ayant ses propres limites du fait de son mode constructif et de son héritage historique, offre tout de même quelques pistes permettant d'intégrer le vivant. Une première approche serait de regarder chaque édifice non pas comme juste « une machine à habiter », mais avec un regard holistique. Comparer chaque bâtiment comme autant de potentiel de vie, de support à la biodiversité, de mode d'expression poétique, de regarder chaque construction comme un tout, autonome mais communicant avec ses pairs, à la manière des arbres dans une forêt. Chaque arbre est indépendant et pourtant communique avec ses voisins par ses racines.

La façade comme l'écorce, comme la falaise, peut être autant de surface d'échange, réceptacle de vie.

II.A. Etudier le vivant pour s'en inspirer

II.A.1. Définir le Biomimétisme

Comparer l'édifice à un élément naturel revient dans un premier temps à se pencher sur une recherche du vivant, comprendre les éléments de la nature pour s'en inspirer. C'est une des définitions du biomimétisme.

Pour Janine M Benyus, mère du mouvement, le « Biomimétisme est une «nouvelle» science qui étudie les modèles de la nature puis imite ou s'inspire de ces idées et procédés pour résoudre les problèmes humains.

S'inspirer du vivant n'est pas un principe nouveau, c'est un modèle que l'on retrouve dans la plupart des cultures en contact étroit avec la nature. Pourtant la nouveauté qu'introduit Janine Benyus dans ses études est le caractère éphémère de notre mode de vie dominant du 21^e siècle. En effet si nous mettons ce point en relation avec les 3,8 milliards d'années de recherches et développement du monde vivant, les organismes vivants qui nous entourent sont des champions de la durabilité.

Ceux qui sont encore présents possèdent les secrets de leur évolution, de leur adaptation et de leur survie.

*« En tant que biologiste, je considère que nous sommes une espèce parmi d'autres et que tout ce que nous faisons et fabriquons est naturel. Lorsque nous fabriquons un marteau ou un gratte-ciel, nous ne sommes pas différents du rouge gorge qui fait son nid .
(..) la question à se poser n'est donc pas - est-ce un produit naturel ou artificiel ? - mais plutôt – Est il bien adapté à une vie prolongée sur terre ? Tout ce que nous concevons, que ce soit une forme, un procédé ou un mode d'organisation, doit en définitive s'accorder avec le règne biologique, et nous aider à prospérer tout en gardant notre environnement intact pour nos successeurs. »*

Janine M Benyus - Biomimétisme

Cette définition de la mère du biomimétisme, pourtant très ambitieuse, va à l'encontre des idées reçues, véhiculés par un greenwashing éculé. Il ne faut pas confondre biomimétisme et outil marketing, en copiant l'aspect formel de la nature, on ne construit pas forcément de façon vertueuse, et cela, même si on utilise la couleur verte...

« À force de singer la bête sans la comprendre, la caricature biomimétique est contre-productive. À force, la nature va passer pour une nouvelle mode, futile et éphémère. »

Nicolas Ghilsoul - Bêtes de villes

Il donc primordial de rester proche de l'essentiel et de bien savoir ce que l'on cherche à mettre en avant à travers cette démarche.

On peut ainsi diviser l'étude du biomimétisme en 3 approches concomitantes.

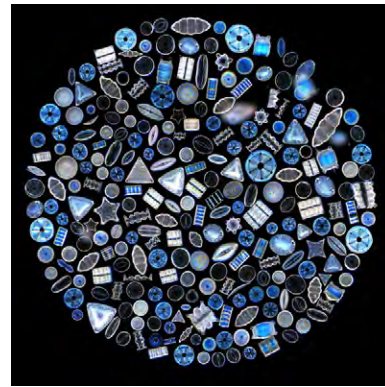
La production et transformation de matière

Contrairement à l'être humain qui est contraint de recourir à des températures extrêmes pour la production de ses matériaux, le vivant fait preuve de frugalité énergétique pour un résultat similaire.

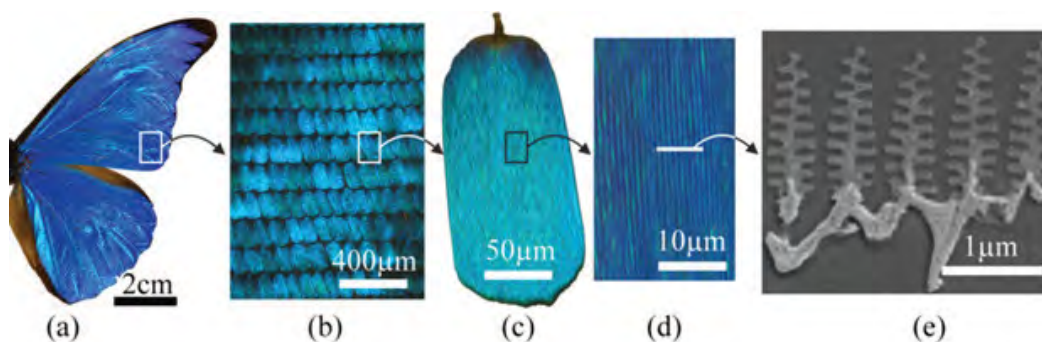
Ces procédés s'opposent résolument à ce que les anglophones appellent « heat, beat, treat », méthodes directement dérivées d'un contexte d'utilisation des énergies fossiles. Par opposition toute réaction chimique empruntée au vivant se passe à température et pression ambiantes. Loin de l'idée de procéder à une liste exhaustive des différents matériaux du vivant, il est tout de même intéressant de noter une caractéristique toute particulière : la multifonctionnalité. Une même structure est à l'origine de nombreuses fonctions : apparence optique, régulation thermique, résistance, mécanique, mouillabilité...

L'aile du papillon Morpho est un bel exemple, La chitine et la micro-texturation de ses ailes sont à l'origine de :

- propriétés autonettoyantes par super-hydrophobie de surface
- régulation thermique selon les spectres d'absorption et d'émissivité de la chitine
- communication par la sélection de la couleur bleue



Le verre des diatomés, ces micro algues se protègent par une coque en verre. La particularité est que cette espèce fabrique cette coque à température ambiante contrairement au processus humain qui requiert pour le même procédé des températures supérieures à 1000 C.



Différent zoom sur l'aile du Morpho source : Ceebios

Approche formelle et fonctionnelle

L'un des premiers à avoir étudié et popularisé le biomimétisme en architecture est l'architecte catalan Antonio Gaudi.

Les formes de Gaudi, en parallèle avec celles de l'art nouveau, sont tout en courbes, élancées, sensuelles. Elles ne sont pourtant pas totalement inconnues car directement inspirées de la nature.

« je n'invente rien, je copie le livre toujours ouvert de la nature »

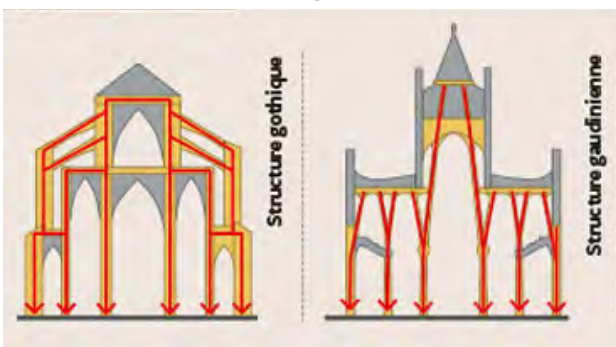
Antonio Gaudi



Toiture de la maison des charpentiers - A. Gaudi



Inspiration pour les colonnes de la sagrada familia - A.Gaudi source twitter/sagradafamilia



source : Basilique de la sagrada Familia ed: Dosde

En dehors de l'exaltation que l'esthétique et l'ornementisme que les formes naturelles peuvent provoquer, il s'en inspire aussi pour leur qualité motrice et fonctionnelle.

Les colonnes de la sagrada familia s'inspirent de la structure des arbres ce qui a pour bénéfice d'en alléger la structure ainsi que de réduire leur besoin en matériaux.

L'écoulement de l'eau sur les formes ondulantes d'une feuille d'arbre inspire la toiture de la maison des charpentiers de la Sagrada Familia.

« Pour le Catalan, l'architecture était un art global qui pouvait s'appliquer à toutes les parties d'un bâtiment. Structures, formes, fonctionnalités, matériaux, rapports avec l'environnement extérieur, systèmes hydrauliques, accessoires, lumière, flux d'air. »

Thibaut De Jaeger

L'évidence de l'application très littérale de la doctrine « form follow fonction » produit chez l'utilisateur une certaine forme d'émotion.

« L'architecture du futur construira en imitant la nature parce que c'est la plus rationnelle, durable et économique des méthodes »

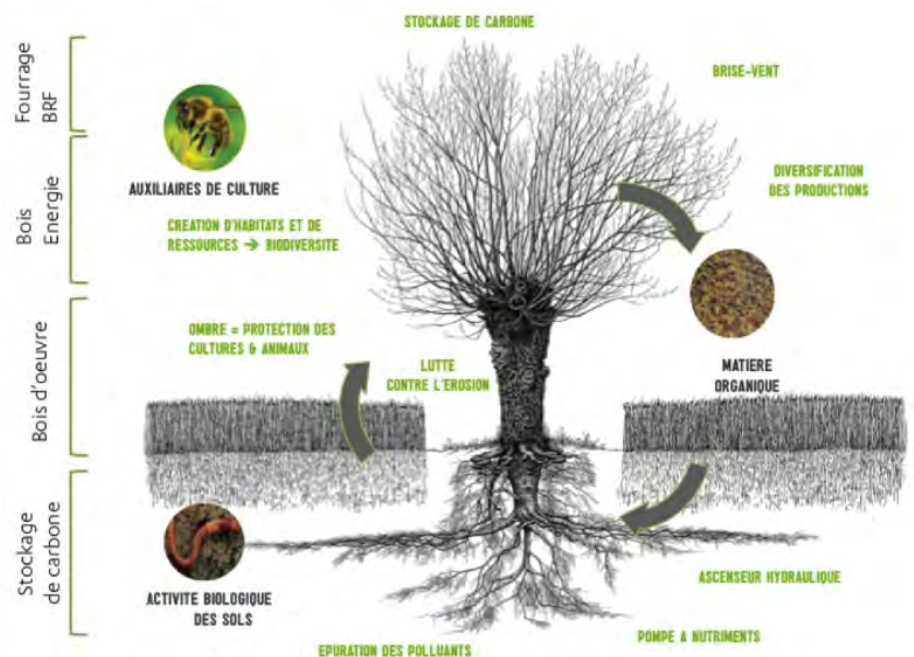
Antonio Gaudi

Approche écosystémique

L'approche écosystémique est une stratégie d'analyse et d'action qui considère l'élément traité comme partie intégrante d'un écosystème, soit un complexe dynamique et cohérent formé d'organismes vivants et de l'environnement dans lequel et avec lequel ils interagissent. Cette approche, qui se veut holistique, repose sur une analyse multiscale, incluant les processus, les fonctions et les interactions essentiels entre les organismes et leur environnement. Elle vise à replacer l'être humain au sein même de l'écosystème, à maintenir la biodiversité et la viabilité des écosystèmes naturels, et ainsi maintenir les fonctions écologiques essentielles aux activités humaines. (Larousse)

« Construire : (...) marier la technicienne et le poète, la philosophe et le plombier »
Yves Perret - D'architecture cent mots dire...

L'architecte par les dialogues pluridisciplinaires quotidien est formé à regarder l'ensemble des données avant de traiter chaque étape du projet. Des images sont souvent utilisées pour le qualifier, il est dit par exemple qu'il agit en chef d'orchestre, coordonnant les corps de métiers de la construction. Il est aussi dit de l'architecte « qu'il ne connaît rien, mais sur tous les sujets ! » au contraire de l'ingénieur « qui connaît tout, mais sur rien ». L'approche écosystémique, en replaçant le vivant au centre de la réflexion, pousse l'architecte à regarder chaque élément comme faisant partie d'un tout. Par exemple le déchet n'est plus considéré comme tel, il a une origine, une matière, d'autres intérêts... une nouvelle trajectoire ? La végétation n'est plus seulement de l'agrément paysager, etc



L'approche écosystémique de l'arbre, ou comment élargir sa définition, ne pas la résumer à une fonction seule.



Expedition scientifique nourrie par la curiosité et la soif de connaissance



Les Formes artistiques de la nature, Haeckel

II.A.2. La curiosité et l'émerveillement, de l'étude de la nature à l'étude du bâti

Apprendre à regarder la nature c'est apprendre à regarder le monde. Cette capacité que nous avons tous à nous émerveiller devant la complexité de la nature a quelque chose de naïf, d'enfantin. Nous avons tous des souvenirs, petits, d'interrogations en observant les ballets de fourmis transportant la carcasse d'un insecte...

Cultiver cette naïveté et cette curiosité est implicite à l'étude du vivant, ce sont aussi des qualités fondamentales au plaisir de concevoir l'architecture.

Il ne faudrait pas que cette curiosité du vivant disparaisse quand disparaît l'enfance.

Et si l'architecte était l'explorateur ou le biologiste d'aujourd'hui? Nous avons l'héritage des grandes expéditions scientifiques réelles ou racontées, de Magellan aux récits de Jules Vernes. Ces expéditions qui comportaient dans l'équipage un biologiste, savant qui étudiait, dessinait, classifiait, réalisait coupes et croquis de ses recherches.

Ernst Haeckel est un biologiste allemand du 19e siècle. Il a pris part, entre décembre 1872 et mai 1876, à la première grande campagne océanographique mondiale, l'expédition de la corvette britannique H.M.S. Challenger qui parcourut 120 000 km à travers les océans atlantique, austral, indien et Pacifique. Haeckel inventoria plus de 3500 nouvelles espèces de radiolaires dont il dessina 140 planches dans son rapport d'expédition. Grand dessinateur, ses représentations vont avoir de grandes influences, notamment dans le domaine de l'art.

« La nature génère de son ventre une pléthore inépuisable de formes merveilleuses, dont la beauté et la variété dépassent de loin les formes d'art artisanales produites par les êtres humains. »

Haeckel, Préface du 1er fascicule des Formes artistiques de la Nature

L'architecte dans son travail de conception ou d'analyse de l'existant, dissèque le bâtiment, le dessine en tranche pour mieux l'appréhender et le comprendre. Cette analogie qui peut prêter à sourire serait un cheminement lié à l'enfance permettant de retrouver un plaisir naïf, nourri de curiosité, un moteur vertueux pour le travail de l'architecte.

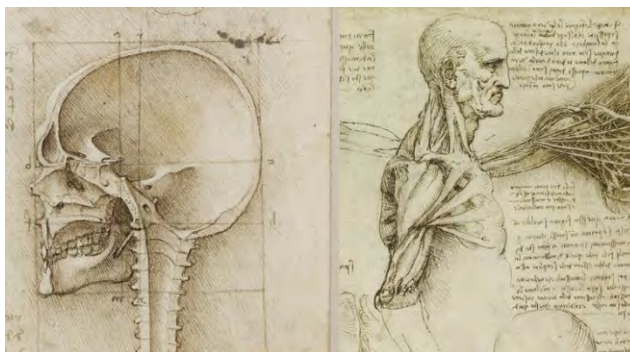
Franck Lloyd Wright, architecte emblématique du 20e siècle, était persuadé que la nature ne livrerait ses secrets qu'à celui qui la contemplerait avec assiduité. Que la réalité et la vérité ne se trouvaient pas à la surface des choses, qu'elle nécessitait des recherches approfondies et une réflexion pour donner de précieuses leçons.

Alain Liebard, enseignant à l'école d'architecture de Paris La Villette, dans son cours d'introduction au développement durable décrivait avec enthousiasme la chance des architectes : nous sommes des médecins dont les patients sont à la vue de tous. Nous pouvons regarder, toucher, dessiner et enfin comprendre les pathologies, les différences de chaque bâtiment.

Voir l'édifice comme un organisme « vivant » qui respire, se protège de l'extérieur et capte le soleil a quelque chose d'évident, voire de poétique. Le Corbusier parlait bien de machine à habiter...

En regardant les créations de Léonard de Vinci ou encore les sculptures marchantes de Théo Jansen, nous nous rendons bien compte du rapport étroit qu'il peut y avoir entre l'étude de la nature et un processus créatif vertueux.

Peut-être que la poésie est le vocabulaire de l'adulte pour décrire l'émerveillement de l'enfant.



Croquis anatomique, Léonard de Vinci



Strandbeest, oeuvre mobile, Theo Jansen



Le chêne du vernon, à 617m d'altitude, arbre tricentenaire

« C'est une amusante irruption du jardinier dans le monde de la construction »

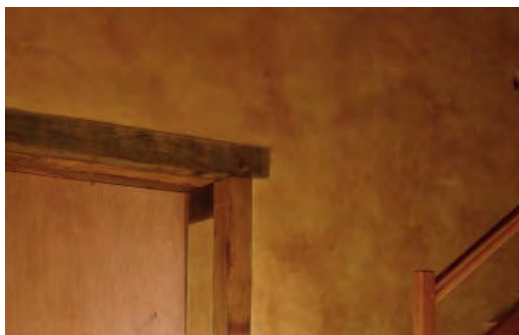
Yves Perret - *D'architecture cent mots dire...*



Scène emblématique du film Gladiator - Ridley Scott, l'émotion de parcourir un champ de blé.



Du champ à la mise en oeuvre !
isolant en paille de riz de camargue



Materialité d'un mur en terre crue

II.B. Regarder l'architecture comme un écosystème

« Le biomimétisme est devenu écosystémique. La forêt dans sa globalité inspire un modèle de gestion économique, par l'arbre seul. »

Nicolas Gilsoul - *Bêtes de villes*

Pierre Loze, dans son livre dédié à l'archiboressence de Luc Schuiten prend l'exemple d'un arbre, un arbre géant et ancestral, dont la taille, l'odeur et la ramure fascinent. Avec un regard d'architecte, l'analogie peut se faire rapidement, une vingtaine de mètres de hauteurs pour trois mètres de racines-fondations. En haut de l'arbre c'est 15 hectares de feuilles panneaux solaires multi fonctionnels : ils assurent l'approvisionnement en énergie, la régulation de l'eau sortante (évapotranspiration) et la lutte chimique contre les herbivores... De plus ces panneaux solaires sont biodégradables et se régénèrent au fur et à mesure de leur disparition. Cette comparaison arbre/bâtiment inspire un regard différent sur l'architecture et la manière de la concevoir.

Du matériau aux bâtiments, regardons pousser les villes

Nous avons vu comment le biomimétisme pouvait apporter des solutions de matérialité. Pourtant de manière plus simpliste, dans l'architecture vernaculaire et lowtech de nombreuses solutions peuvent ressurgir et s'adapter à notre mode de construction contemporain.

Avec le réchauffement climatique, ces «nouveaux» matériaux se développent de plus en plus afin de s'intégrer réglementairement, constructivement dans nos bâtiments.

Pailles, terre, bois, chanvre... Il s'agit de « cultiver nos matériaux comme on cultive nos plantes » (Yves Perret). La notion de la provenance du matériau et de sa chaîne de production est réintroduite.

Ces matériaux vivants stockent le CO₂ que nous émettons, sont meilleurs pour la santé des habitants et des ouvriers, changent la notion de déchet végétal en ressources, nécessitent moins d'énergie pour leur transformation...

Ils apportent aussi une notion de plaisir, grâce à leur couleur, texture, évolution... Un plaisir aussi pour les ouvriers qui, désormais peuvent travailler sans gants et sans danger pour leur santé.

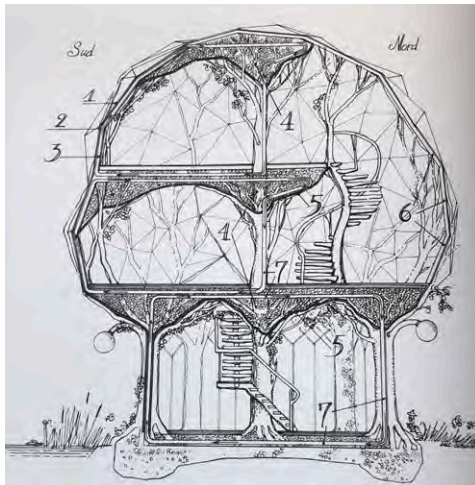
Luc Schuiten, à travers ses constructions archi-borescentes, imagine des villes et des maisons dont la structure serait composée d'arbres vivants. Ses «habitarbres» se développent entre les ramures, tressées et reliées. La croissance des arbres est guidée au moyen de tuteurs et de tendeurs. La peau est formée à base de protéine translucide inspirée de la chitine des ailes de libellules. Le feuillage protège l'habitat de la chaleur d'été. Les planchers et parois intérieures sont en terre stabilisée au moyen de chaux et armées de différentes structures végétales.

L'éclairage nocturne est effectué par bio luminescence en imitant le procédé des vers lumineux ou certains abyssaux (production à température ambiante par mélange de protéine.)

Ce nouveau type d'habitat, aujourd'hui utopique, questionne notre rapport au temps. En effet ce type de construction met une génération à s'édifier.

«Cette vision de l'habitat des origines en relation avec la nature, nourrie par les visions du paradis de la plupart des religions ou mythologies, évoquées par les premiers traités d'architecture, rencontre les aspirations humaines et l'inconscient collectif»

Pierre Loze. Vers une cité végétale

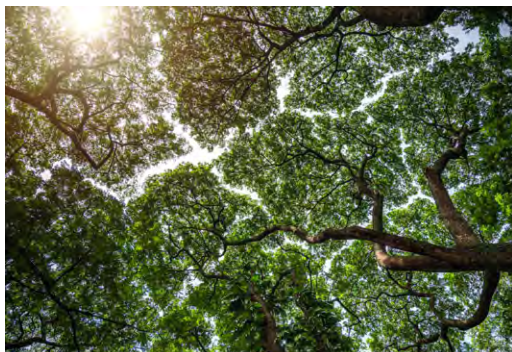


La maison
Cristal 1978 -
L.Schuiten

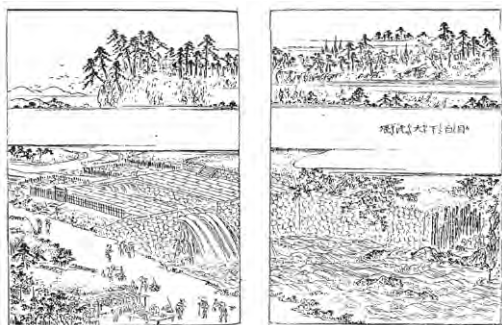
Figuier
étrangleur -
chine (photo
L.Schuiten)

Discussion par le vide : la fente de timidité

“La musique, c’est ce qu’il y a entre les notes”
Debussy



La fente de la timidité : Interstice entre les canopées



Barrage d’Ōwarai, Edo (1652-1655). Le Ma introduit par le nuage dispense de l’intégration perspective



Les interstices entre chaque construction permettant une grande liberté d’expression - Tokyo Japon



Caserne de Reuilly, Paris 12, pas d’alignement, et des respirations qui permettent aux architectures de coexister. ph : Pierre l’excellent

Fait surprenant : la canopée d’un arbre, pourtant dense et feuillue, s’arrête systématiquement avant d’entrer en contact avec la canopée de ses arbres voisins.

En arrêtant de pousser, les arbres créent des “fentes de timidité” de 10 à 80 centimètres qui les espacent et qui évitent ainsi aux branches de s’entremêler, créant de bien curieux jeux de lumière. La “timidité” la plus nette et la plus impressionnante est observable chez le camphrier.

Aujourd’hui la raison de cette courtoisie est encore inconnue, certains scientifiques pensent que ce comportement permettrait de réduire la propagation des insectes nuisibles et des parasites, ou encore d’optimiser l’exposition des cimes au soleil, et ainsi de maximiser le processus de photosynthèse.

La beauté de l’interstice, c’apparaît comme une « pause » permettant au « plein » de s’exprimer. Nous retrouvons ici la définition d’un concept japonais, le « ma ». Liés à l’imaginaire, les vides sont perçus avec une multitude de significations, sans limites. Par exemple, lorsque le danseur s’arrête, son immobilité suggère une infinité de mouvements.

Au Japon, pour des raisons de résistance sismique et historiquement de résistance au feu, il y a souvent un petit espace de vide entre chaque bâtiment, de 30 à 80cm. En résulte l’explosion de l’alignement, une grande indépendance formelle des bâtiments les uns envers les autres. Ils font pourtant bien partie d’un tout et sont bien connectés par leurs « racines »

Paris, reconnu pour ses alignements, imposés par le PLU de la ville ne semble pas le terrain de jeu privilégié pour cette porosité. Pourtant, rue de Reuilly dans le 12^e arrondissement, l’aménageur Paris Habitat innove en décidant de mettre en place un grand projet qui aura pour fonction de s’insérer dans le tissu actuel tout en laissant des ouvertures alimenter une place centrale. Il est intéressant de noter que ce projet a de fortes ambitions écologique et sociale dont la porosité, manifestation d’une dé-densification en fait directement partie.

Franck Lloyd Wright s’inspire de la coquille du Nautilus pour dessiner la rampe en spirale du Guggenheim Museum, cette forme concentrique se répercute en façade et discute avec l’orthogonalité des rues new-yorkaises. Elle crée ainsi vide et interstices, laissant filer le regard, le soleil, le vent.

Cette corrélation formelle entre la courtoisie végétale et un type d’implantation urbaine peut sembler farfelue, pourtant d’aucuns pourraient choisir d’y voir l’expression d’une évidence, l’architecture, au même titre que l’arbre ou l’humain, a besoin de respirer pour exister.

L'édifice vivant



East Gate Center - Architecte : Mick Pearce

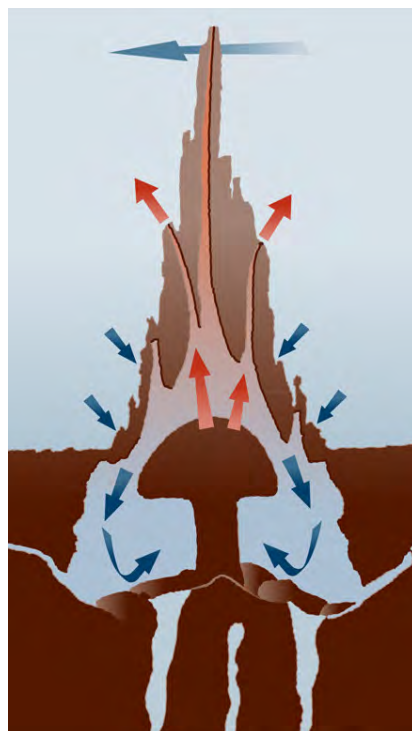


Des termitières construites par des termites magnétiques (*Amitermes meridionalis*), en Australie. © Shutterstock.com/Stanslav Fosenbauer

«le fait de savoir si le bâtiment a commencé à prendre vie depuis son occupation est une question de point de vue. Il s'agissait d'une tentative de conception d'un bâtiment basé sur la métaphore d'un système vivant plus proche d'une termitière. Un écosystème pas une «machine à habiter»

Mick Pearce

Ventilation naturelle de la termitière



Regarder un bâtiment comme un être vivant c'est se poser la question de son système respiratoire. Le bâtiment peut-il respirer naturellement ? L'exemple construit le plus emblématique du biomimétisme contemporain est le East gate center de Mick Pearce au Zimbabwe. Construit en 1997 il illustre aujourd'hui encore chaque article évoquant le biomimétisme en architecture.

Le cahier des charges était de construire un immeuble de commerce et de bureau à Harare au Zimbabwe. Dans cette ville au climat chaud, il lui a été demandé de concevoir le bâtiment sans climatisation.

La réelle innovation de l'architecte a été de traiter la ventilation en s'inspirant des grandes termitières. La principale caractéristique de ces constructions réside dans leur cheminée centrale qui surplombe le nid. En effet, du fait de sa densité, l'air chaud est attiré vers le haut de la termitière et est ensuite évacué par cette cheminée. Ce phénomène entraîne un courant d'air dans les parties basses du nid. L'air est aspiré dans les parties inférieures grâce à des petits trous situés tout autour du nid. Il circule ensuite sous terre où il est rafraîchi au contact de puits très profonds (de 15 à 20 m en général) que les ouvriers creusent pour atteindre la nappe phréatique. Cet air frais remonte en suite vers la surface rafraîchissant ainsi la termitière. Les termites peuvent alors réguler très précisément la température de la termitière en obstruant ou en perçant des trous au sol. Quand la nuit tombe, elles vont boucher la totalité de ces trous, afin d'emmaigasiner et garder la chaleur dans la termitière.

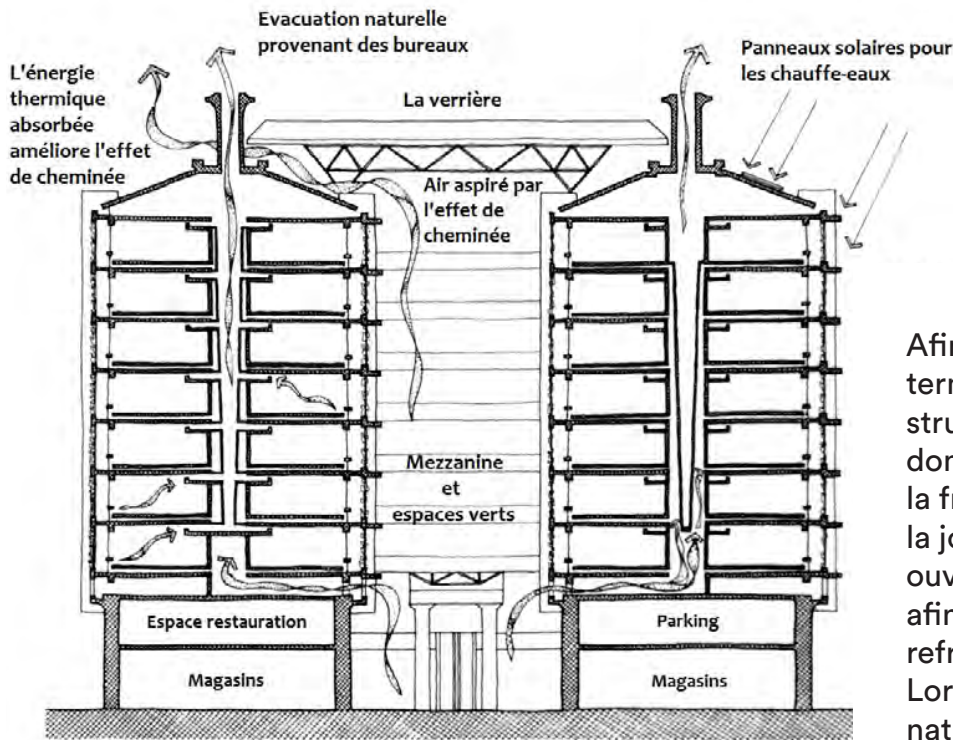


Schéma représentatif du système de thermorégulation du Centre Eastgate, Moana Lebel, directrice-fondatrice de l'Institut Biomimétisme Québec

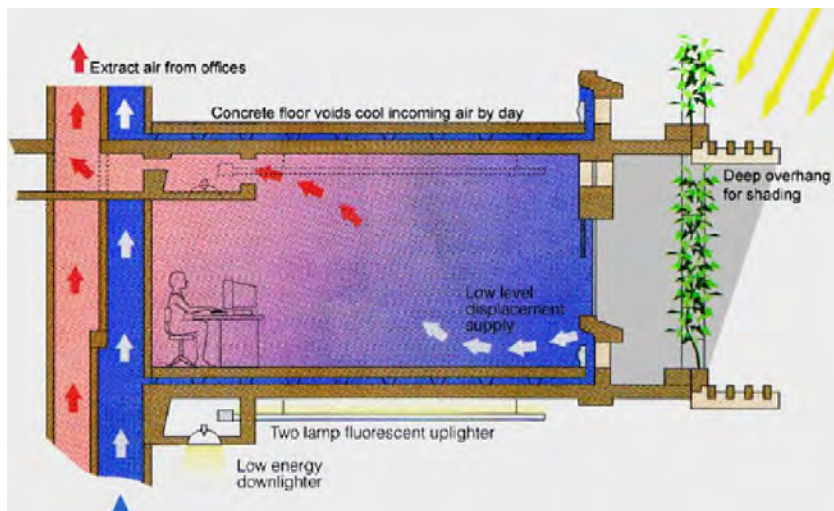


Schéma représentant la ventilation au sein des bureaux et le rôle de la paroi dans la thermorégulation. Mick Pearce

Afin de recréer les conditions de la termitière, l'architecte utilise une structure de brique et de béton dont l'inertie thermique absorbe la fraîcheur la nuit et la restitue la journée. Le patio en verre est ouvert aux vents en partie basse afin d'assurer des prises d'air et est refroidi par la structure de l'édifice. Lorsqu'il se réchauffe, il est attiré naturellement vers le haut et est évacué par les 48 grandes cheminées. Ce flux recrée les mêmes conditions que celles observées dans les termitières. Il est par ailleurs amélioré plusieurs fois par jour à l'aide de ventilateurs.

La nuit, l'air ambiant se rafraîchissant, les matériaux à forte inertie restituent la chaleur emmagasinée pendant la journée qui s'échappe par les mêmes cheminées.

La vision écosystémique du bâtiment oblige une approche multicritère de la question thermique, la réflexion sur la ventilation est accompagnée d'un traitement particulier de la façade :

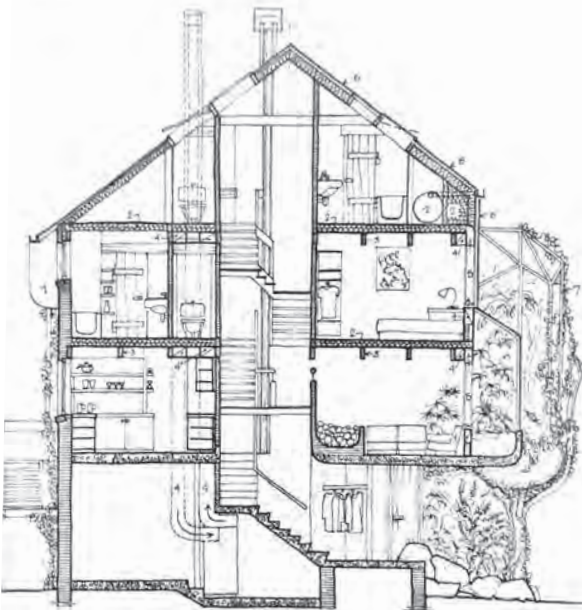
- Des éléments massifs en pierre en saillie protègent non seulement les petites fenêtres du soleil, mais augmentent également la surface extérieure du bâtiment pour améliorer la perte de chaleur dans l'espace la nuit et minimiser le gain de chaleur le jour.
- Les rebords horizontaux en saillie sont interrompus par des colonnes d'anneaux d'acier soutenant des vignes vertes pour ramener la nature dans la ville.



Le chateau ambulant, Hayao Miyazaki



Les toits de bruxelles - Luc Schuiten



La maison bio solaire de ville - Luc Schuiten

Bien qu'ayant un cycle de vie finit, chaque construction a une certaine pérennité. En traversant les générations, elle doit s'adapter, changer sa morphologie et ses usages pour rester habitable selon les standards contemporains.

Cette évolutivité peut se lire avec une certaine poésie dans le film «le château ambulant» de Hayao Miyazaki. Le «château» se meut, évolue, s'agrandit ou se rétrécit en fonction du besoin de ses habitants. Cette représentation invite ainsi à regarder le bâti comme un corps vivant évolutif.

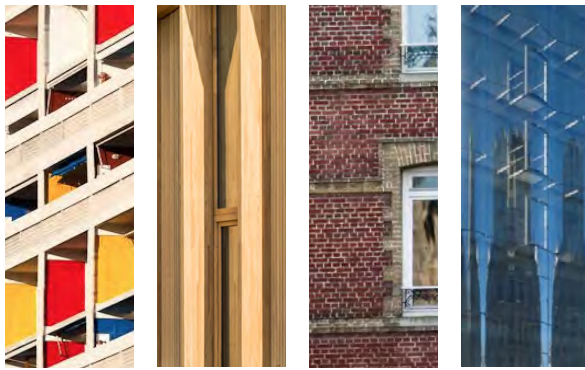
«Tout calcul fait, toutes précautions prises, le mur tiendront debout par le fait d'être aimé»

Yves Perret - D'architecture cent mots dire...

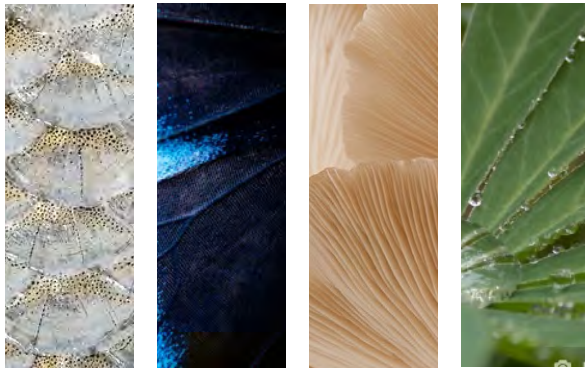
Avec la prise de conscience du changement climatique le monde de la construction change profondément, d'une société de bâtisseur nous nous tournons vers une philosophie de jardinier : Il s'agit d'aimer et de prendre soin de notre patrimoine bâti comme l'horticulteur taille et entretient son rosier. Le besoin de frugalité nous fait entrer dans l'ère de la rénovation.

La majorité des références que nous avons pu étudier à l'école et qui constituent notre culture architecturale sont des bâtiments neufs. La rénovation, ou évolution/mutation du bâtiment est donc un formidable terrain d'exploration.

Luc Schuiten ouvre le chemin vers une approche du bâti particulière en faisant dialoguer le bâti existant, inerte, avec ses structures organiques. Dans son projet la maison biosolaire de ville, il prend le cas typique de la rénovation d'une maison de ville, voyant ici l'occasion de répondre au besoin de densification des villes tout en plaçant la nature au coeur de son projet. De ce contraste naît une relation brutaliste/romantique renforçant le caractère vivant et évolutif du bâtiment.



Facade béton / bois / brique / verre



Peau poisson / papillon / champignon / feuille

II.C. L'enveloppe, peau de l'édifice

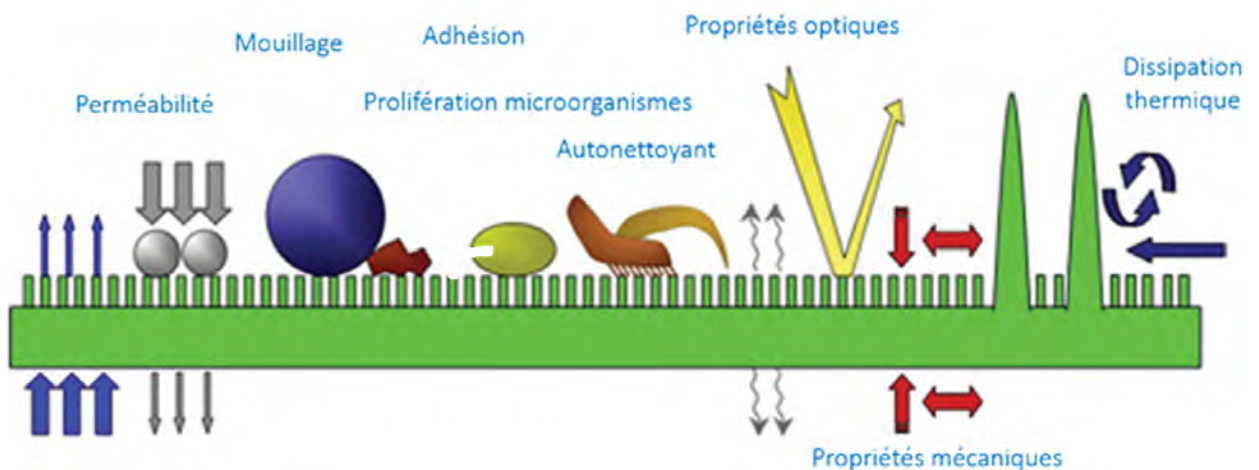
II.C.1. Définir la peau

La peau du bâtiment, comme celle d'un être vivant sépare et protège le corps intérieur des agressions extérieures.

Définition : Organe qui recouvre le corps de certains animaux, formé du derme en profondeur, richement innervé et vasculé, et de l'épiderme en surface, qui a un rôle de protection, muni d'annexes (ongles, bec, phanères, corne(s), griffe(s), poils, etc.), uni aux plans sous-jacents par un tissu cellulaire sous-cutané et assurant le toucher, la régulation thermique et certaines fonctions d'excrétion. (Source : CNRTL)

Ce vocabulaire du vivant est repris non sans raison dans le monde de la construction. Cette membrane peut être vue comme une surface d'échange afin de filtrer les apports requis aux besoins des utilisateurs du bâtiment.

Le schéma ci-dessus présente les multiples fonctions exprimées par la cuticule à la surface d'une plante¹⁸: régulation de la perméabilité, du mouillage, de l'adhésion d'éléments externes, des propriétés optiques et mécaniques, de la dissipation thermique. (Source Ceebios)



II.C.2. Les apports filtrés par la facade

L'enveloppe du bâtiment filtre les facteurs environnementaux afin de donner un confort interne. Il protège ainsi l'homme contre le monde extérieur. Elle est soumise à de multiples facteurs comme la radiation solaire, la température, l'humidité, la pluie, le vent, les efforts de structure, etc.

Du côté intérieur de l'enveloppe, on recherche un confort de température, acoustique, d'humidité, de qualité de l'air, etc.

La façade assure ainsi la transition entre ces deux mondes, « filtre le flux de matière, information et énergie entre intérieur et extérieur » (Estelle Cruz)

En faisant l'inventaire des éléments que filtre la facade on peut analyser comment une peau inspiré du vivant peut répondre aux besoins multicritères du bâtiment.

Chaleur : un bâtiment doit pouvoir proposer une chaleur confortable malgré les fluctuations extérieures, ce confort est assuré par une température de l'air (entre 19 et 21 degrés), une humidité relative (entre 30 et 70%), un flux d'air entre 0 et 0,2m/s et une température de surface des éléments des parois de la pièce entre 19,5 ET 23 degrés. (T. Herzog, R.Krippner and W.Lang : construire des façades, p31)

Lumière : La lumière du soleil varie en fonction des saisons et de l'heure de la journée. Les pièces doivent être éclairées à minima entre 300 et 750 lx en fonction du type d'espace et de fonction. Durant la journée la façade joue un filtre afin de limiter un trop important apport de lumière. La nuit la lumière artificielle prend le relais. Le challenge technique est de produire suffisamment de lumière pour le confort visuel tout utilisant le minimum d'énergie.

Eau : La façade est exposée à l'eau en permanence que ce soit par état solide (glace), liquide (eau), ou gazeux (vapeur).

L'enveloppe fait office de barrière physique et imperméable à l'intérieur et à l'extérieur.

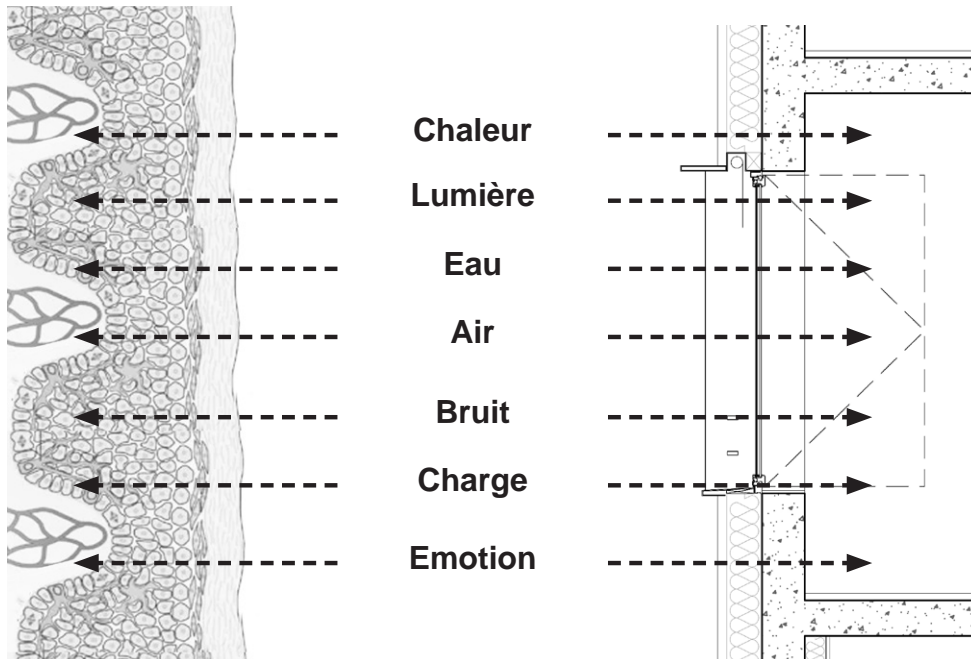
La paroi extérieure protège de la pluie, de fuites, de la moisissure, de la neige ou encore de la vapeur. Coté intérieur il est important d'éviter l'apparition de moisissure ou le transfert de vapeur d'eau aux différentes couches de la façade.

Air : La ventilation est assurée de manière naturelle ou artificielle, dans tous les cas les prises d'air sont faites sur l'enveloppe et influent sur l'espace intérieur. La qualité de l'air intérieur doit répondre à certaines exigences comme un taux de dioxyde de carbone inférieur à 1150 ppm.

Bruit : La façade, dans un environnement acoustiquement hostile comme la ville (véhicule, densité de personnes, travaux...) se doit de faire et de filtrer ces agressions à un minimum de 0 à 50 db. Il est intéressant de noter qu'en intervenant sur les causes (réduire la circulation motorisée, construction sèche, mieux gérer les flux...) le besoin de se « couper » de l'extérieur diminue. Dans une ville plus calme, la façade pourrait alors laisser passer les bruits extérieurs (son de la pluie, bruissement des feuilles, cri d'un enfant..)

Charge Mécanique : L'enveloppe doit pouvoir supporter les forces horizontales et verticales qu'elle reçoit et provoque à la structure porteuse. Que ce soit des forces permanentes (poids propre) ou ponctuelles (vent, accumulation de l'eau, etc)

L'émotion : Par la sensualité des matériaux, les qualités spatiales, le mouvement. Force est de constater que le mouvement cinétique produit une certaine forme de poésie. Une facade qui change au grès des saisons, des orientations ou de sa position dans l'espace sera en mesure de produire l'émotion chez l'occupant.



Analogie entre la peau et la facade

Nous allons maintenant analyser quelques exemples de facades biomimetiques afin de voir en quoi elles répondent à une approche multicritère. Afin de ne pas faire une listes exhaustives des innovations biomimetiques, nous nous concentrerons sur les facades dont les solutions sont les plus lowtech et poetique possible.



Inspiration de l'éclosion de la fleur

Pho'liage - Arts&Build

Façade thermorégulatrice, ces fleurs de métal utilisent la propriété de la dilatation pour créer un effet cinétique thermorégulateur. Avec la chaleur le métal se dilate et ouvre «la fleur» projetant une ombre et protégeant du soleil aux heures les plus chaudes.

Caractéristiques prises en compte :
Chaleur, Lumière, Émotion



Réaction de la fleur à la chaleur



Forme ouverte/fermée

<https://www.artbuild.com/lab/pholiage>



Inspiration des pores de la peau

Breathing Skin - Tobias Becker

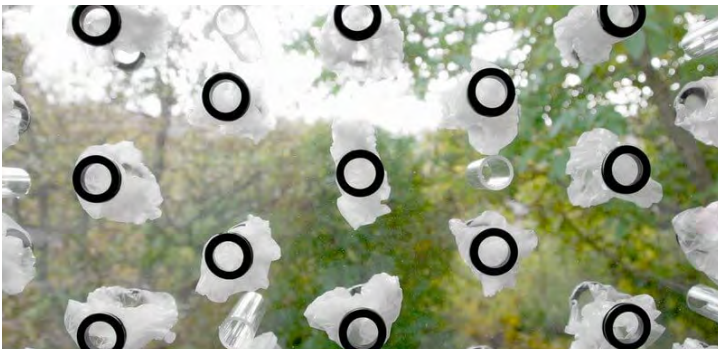
Le projet s'inspire des pores de la peau organique qui s'ajustent pour laisser passer la quantité nécessaire de lumière, matière ou température entre intérieur et extérieur.

Entre deux lames de verres, les «muscles pneumatiques» se gonflent et se dégonflent par dépressions pour provoquer ombre, ventilation et visibilité.

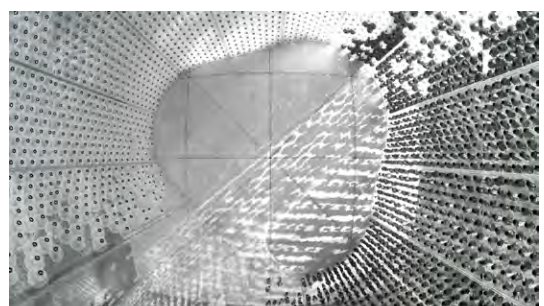
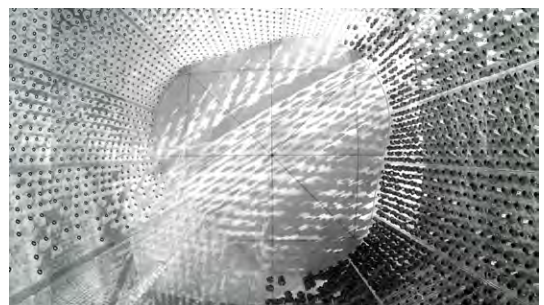
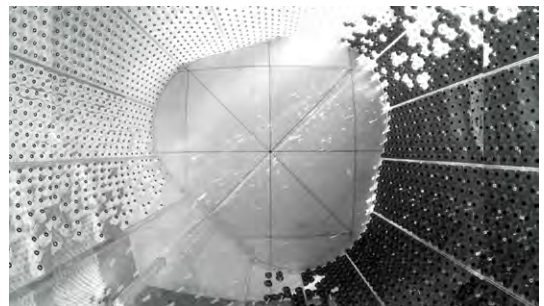
La façade nécessite des capteurs électriques afin de mesurer chaleur, ensoleillement et activer le système.

Caractéristiques prises en compte :

Chaleur, Lumière, Air, Émotion



Différentes réaction de la facade



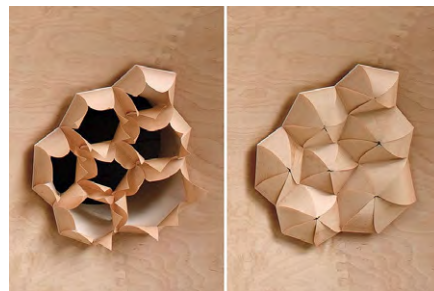


Inspiration : Réaction de la pomme de pin à l'humidité

HygroSkin, Meteorosensitive Pavilion, 2012 - Achim Menges

Le projet s'inspire de la réaction de la pomme de pin à l'humidité : la présence d'eau dans la trame des rainures du bois modifie la distance entre chaque microfibre – les dilatant ou les resserrant – et provoque l'ouverture ou la fermeture des orifices. Ce phénomène correspond au caractère « anisotrope » et au comportement hygroscopique du bois : il se traduit par un mouvement incessant d'absorption / désorption pour maintenir l'équilibre du taux d'humidité du pavillon.

Caractéristiques prises en compte :
Chaleur, Lumière, Air, Eau, Émotion



Réaction de la facade à l'humidité

<https://www.frac-centre.fr/collection-art-architecture/rub/rub-64.html?authID=361&ensembleID=1206>

Les exemples étudiés, afin de prendre en compte la dimension cinétique recherchée n'aborde pas les aspects sonores ou structurels. Il existe bien entendu des réalisations s'inspirant du vivant pour solutionner la structure, nous l'avons vu avec Gaudi. Il existe aussi le stade olympique de Frei Otto qui s'inspire des toiles d'araignée ou encore de nombreux pavillons réalisés à différentes expositions. Ces formes organiques on l'inconvénient de ne traiter qu'une approche monocritère et devraient donc être couplé avec d'autre système pour avoir une démarche écosystémique. De plus leur morphologie, mal adapté à un tissu parisien dense ne peut être utilisé que pour des opérations ponctuelles et peuvent donc difficilement être généralisé.

La façade de l'institut du monde arabe de Jean Nouvel à paris, s'inspirant du moucharabieh, montre les limites d'un système dépendant de capteurs ou d'énergie électrique. En effet dans ce projet, les capteurs étant trop sensibles, la façade ne cessait de s'ouvrir ou se refermer à chaque nuage, provoquant des gênes sonores inappropriés à l'usage du bâtiment. Un système plus low-tech comme pho'liage ou hygroskin provoque une émotion similaire sans consommer d'énergie, risquer la panne et surtout se calque sur une temporalité cinétique du vivant, plus lente.



Stade Olympique de munich - Frei Otto



Détail de facade - Institut du monde arabe - Jean Nouvel

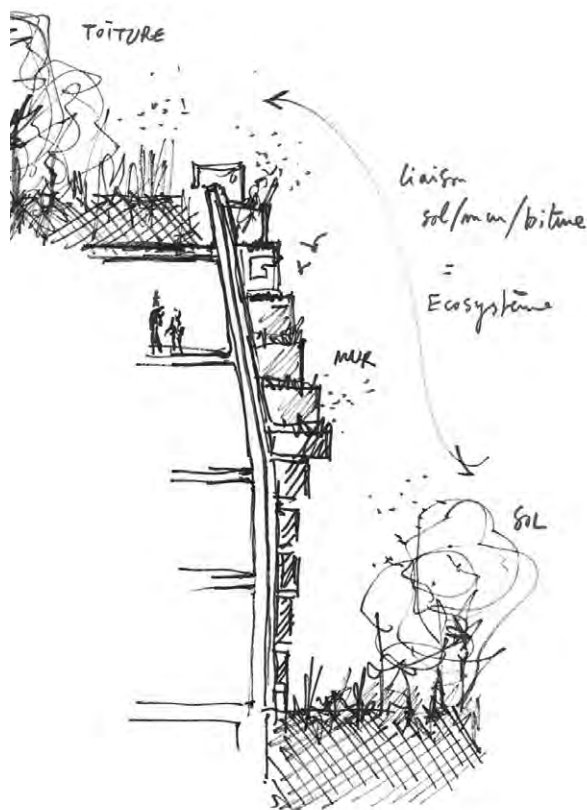
II.C.3. De la toiture prairie à la façade écorce : coloniser l'architecture par le vivant

En près de 50 ans c'est 68% des animaux vertébrés sauvages qui ont disparu, la population des oiseaux en France a diminué de 30 % en 30 ans. En dehors des effets directs de l'agriculture, la situation est palpable en ville, les moineaux ont disparu, les citadins ne distinguent plus le chou d'une laitue (situation personnelle) ou vont en animalerie acheter un bout de bois pour leur lapin (propos entendu).

À la lecture de ce constat, il est primordial de réintroduire coûte que coûte de la biodiversité en ville. Nous avons vu certains processus au niveau urbain dans la partie I, le bâtiment peut apporter lui aussi des solutions pour assurer une continuité de la biodiversité.

En reprenant le concept de la trame verte, le principe est de créer un corridor reliant un bassin de biodiversité : de la rue jusque la toiture.

La toiture prairie



École de la biodiversité - Chartier Dalix



Maison de l'habitat - Yves Perret

La toiture plate des bâtiments contemporains peut être la formidable opportunité de refuge à la flore et la faune locale : créer des prairies sauvages. En plus d'offrir un nouvel habitat pour la biodiversité, ces toitures offrent des solutions de rétention d'eau ou de rafraîchissement urbain.

L'agence environnementale «Natureparif» réalise une étude portant sur un échantillon de 31 toitures végétalisées d'épaisseurs de substrat variables.

Ainsi 17% des espèces de la flore d'Ile de France ont été identifiées sur les toitures visitées. La diversité botanique des toitures végétalisées est similaire à une prairie urbaine, avec 17 espèces identifiées en moyenne par toiture ... 70% des espèces végétales observées résultaient d'un peuplement spontané. Les compositions de plantes sont notablement différentes entre les systèmes de végétalisation extensifs (4 à 15 cm de substrat), semi-intensifs (15 à 30 cm)

ou intensifs (plus de 30 cm).
 D'après cette étude, le peuplement des invertébrés ne serait pas forcément corrélé avec la hauteur du substrat, mais plus par la richesse des plantes.

Afin de faire des toitures végétalisées de réels refuges de biodiversité le bureau d'étude Étamine préconise de diversifier les habitats végétalisés et de reproduire le milieu alentour pour viser une continuité.

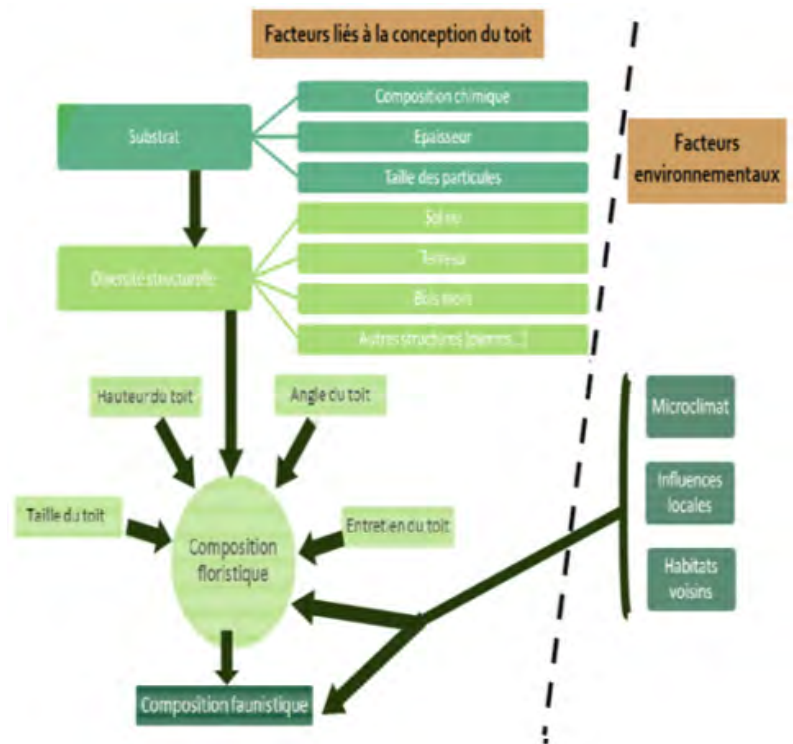
Le substrat :

- Varier les épaisseurs
- Varier les types (terre végétale, substrat pierreux, sableux...)
- Intégrer des éléments diversifiant le milieu (bois morts pour l'accueil d'insectes xylophages, panneaux solaires pour des zones ombragées).

Choix de la végétation :

- Favoriser une diversité végétale (à minima quinze espèces)
- Favoriser la végétation spontanée en surveillant les invasives
- Mettre en place délibérément des espèces locales, choisies pour leur fiabilité, leur valeur esthétique, leur valeur écologique et leur vigueur
- S'inspirer des associations de plantes des milieux naturels aux caractéristiques similaires à celles du toit en question.

Bien sûr réaliser une toiture végétalisée de ce type comporte quelques contraintes à prendre en compte. Tout d'abord le poids qui impose une structure renforcée et une charpente infaillible. Selon l'épaisseur de terre étalée sur le toit, de dix à soixante centimètres, son poids peut évoluer drastiquement, surtout lorsque cette dernière est mouillée. Deuxième problème : l'écoulement de l'eau et l'étanchéité contre l'obstination des racines. La mise en place de drains et d'une chape peut pallier à ces problèmes.



Facteurs influençant la composition floristique des toitures. Gedge et Kadas, Biologist Volume 52 Number 3, July 2005. Traduction par biodiversite-positive.fr



Maison de ville à Londres - architecte Justin Bere

« Un mur en pierres sèches est un mur dont les pierres ne sont pas tenues les unes aux autres par un liant (mortier, terre) : elles sont simplement empilées de manière à ce que leurs formes s'épousent au mieux pour donner de la stabilité à l'édifice. Il y a donc, entre les pierres, des interstices et des cavités où s'accumule de la matière organique (terre, feuilles...) qui, en se décomposant, permet à des plantes saxicoles de se développer, lesquels serviront de nourriture aux animaux venus s'installer entre les pierres. Un mur en pierre sèche assure donc le gîte et le couvert pour de nombreuses espèces animales, dont de nombreux auxiliaires.. »

Gerbeaud

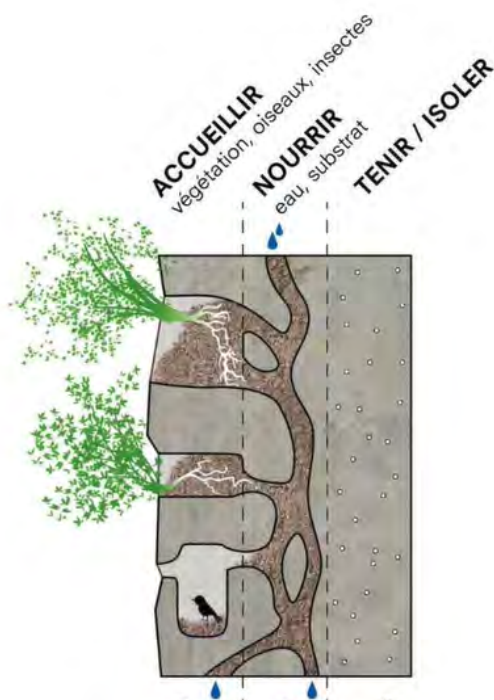


Schéma de principe - Chartier Dalix

Dans l'architecture vernaculaire, le mur de pierre sèche était intrinsèquement support de biodiversité, abritant insectes, reptiles, gastéropodes et même certains oiseaux. C'est à partir de cette définition que l'agence Chartier Dalix recherche et développe depuis quelques années le principe d'un mur de construction pouvant abriter la biodiversité, il l'appellent le « mur biodiversitaire ».

« Il s'agit, plutôt que d'un jardin vertical tout couvert généralement composé de plantes exotiques, d'un mur habité avec une qualité architecturale unique, qui donne l'opportunité aux plantes de s'installer durablement et qui est plus autonome que les systèmes hydroponiques de murs végétalisés. »

Frédéric Chartier - Architecte Associé

Contrairement aux systèmes de végétalisation verticale existants, ce système assure la continuité d'un réseau de substrat à l'intérieur d'un mur autoportant. Celui-ci est protégé par une couche de 15 cm et percée de cavités dans lesquelles les plantes se développent.

Le mur est composé de trois couches

1 La couche de surface :

Elle isole le substrat de l'air extérieur et le protège des chocs thermiques, permettant par la même occasion la condensation et la rétention d'eau dans la couche de substrat. Les cavités dans cette couche mettent en relation le substrat et l'air libre laissant un accès des plantes à l'eau et à la lumière. Leur forme de type cuve permet de retenir l'eau tout en protégeant le substrat de l'érosion.

2 Le système biodiversitaire est assuré par le substrat.

La continuité du substrat préserve une continuité écologique du substrat « vivant » et la rétention d'eau. Les plantes peuvent ainsi se développer de manière pérenne grâce à un plus grand espace alloué au système racinaire. Avoir suffisamment de réserve en éléments nutritifs minéraux, un écoulement lent de l'eau permet de nourrir les plantes par capillarité.

Ce mur peut ainsi accueillir un large panel d'espèce végétale dont la régénéscence du milieu est favorisée par le volume de racine : il permet la richesse de la vie du sol (micro et macrofaune) et la création de biomasses (processus d'excrétion racinaire).

Le substrat est un substrat léger, mais avec une partie organique riche, déjà très répandue dans la végétalisation des toitures.

3 Un mur porteur isolé du reste du système, dont la géométrie peut aider à porter la couche de substrat.

Dans Accueillir le vivant (Chartier-Dalix 2019), les architectes expliquent avoir choisi le béton pour la proximité de sa texture avec celle de la pierre. Ils le justifient ainsi : « dans l'optique de reproduire les conditions morphologiques d'un vieux mur qui serait progressivement colonisé par les mousses et la végétation » (Chartier-Dalix 2019) et pour sa malléabilité qui rend possible la création de nichoirs au sein de blocs de béton.

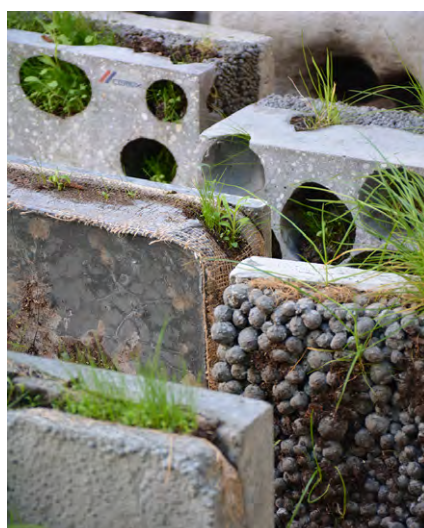
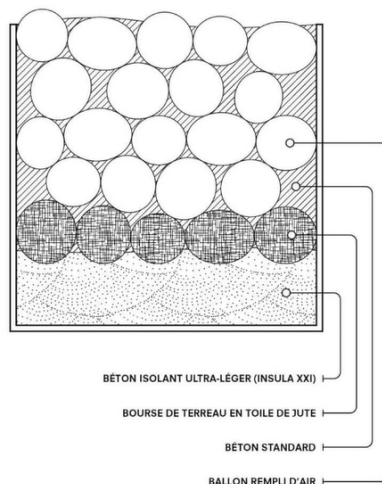
Les plantes choisies pour le mur sont indigènes et locales de l'île de France, xérophytes (qui nécessitent peu d'entretien et résistantes à la sécheresse), vectrices d'une biodiversité locale. Selon l'orientation et l'humidité du mur (bas ou haut du mur), certaines espèces muricoles sont privilégiées, connues pour pousser sur les vieux murs, ou herbacées de sous-bois.

Le rapport à la façade change du tout au tout, celle-ci prend en épaisseur. Pour que le système fonctionne, une profondeur minimum est à envisager. On retrouve les typologies des vieilles maisons de pierres où il y a une véritable notion de seuil de franchissement caractérisé par l'épaisseur à franchir.

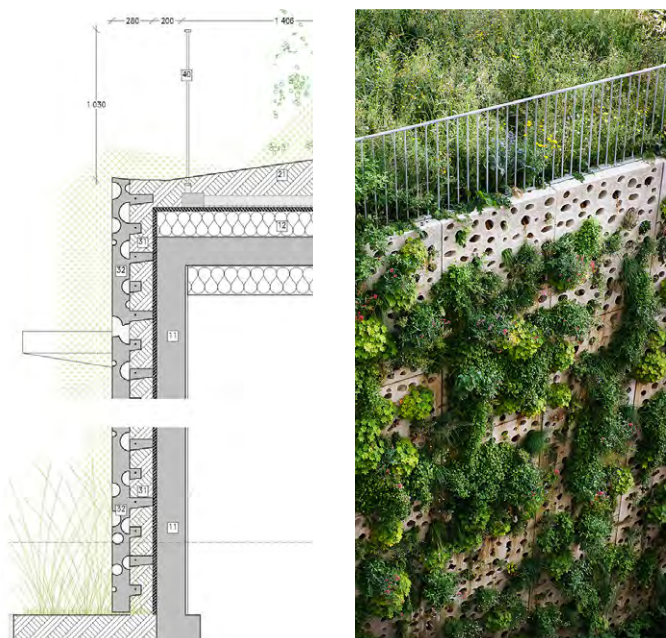
Nous retrouvons aussi la notion de temps, à partir du moment où le mur vit, il évolue, change en fonction des saisons, du climat des espèces vivant à l'intérieur.

« Il ne s'agit pas d'un mur végétal, mais d'un mur minéral qui va vieillir. »

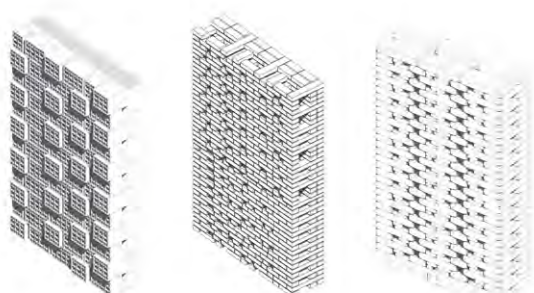
*Sophie Deramond - recherche et développement -
Chartier Dalix*



Le béton comme réceptacle modelable pour le substrat et les plantes - Chartier Dalix



Mur Biodiversitaire - Siège de l'APHP - Chartier Dalix



Le bâtiment devient-il ainsi plus à même d'accepter ses rides ? On doit pouvoir dire d'un bâtiment bien conçu qu'il « vieillit bien », or la question ne se pose plus pour ceux entrés dans le patrimoine historique. Pourtant l'architecture moderne et contemporaine semble peiner à trouver ses lettres de noblesse, sans doute dû à une réduction des coûts et/ou à une standardisation. Peut-être que ce type de réflexion peut changer le paradigme.

Dans la continuité de ces recherches, l'agence installe dans le 5e arrondissement de Paris un prototype utilisant différents matériaux pour leurs propriétés intrinsèques.

La pierre (sans mortier) : couplant plusieurs types (granit, porphyre provenant des anciens pavés parisiens, calcaire des berges de Seine). La composition hétéroclite du mur sert à la fois à sa structure porteuse, tout en présentant une diversité d'aspect.

La brique : Elle constitue un matériau propice à l'accueil du vivant par ses propriétés physico-chimiques (porosité et pH) facilement malléable. Ses formes ont ici été rallongées pour tenir les différentes couches entre elles.

La brique monomur : Elle est intéressante pour son côté standard et peu onéreux. Son système de chambre peut servir d'espace pour le vivant.



Mur Biodiversitaire - Paris 5 - Chartier Dalix

La falaise, refuge des oiseaux, inspiration pour la façade

Dans les villages de campagne, il est (était?) possible d'apercevoir des nids-d'oiseau qui se nichent entre les tuiles et les murs de façades des maisons de campagne.

Yves Peret imagine dans la façade d'un de ses édifices des nichoirs de l'autre côté des fenêtres des sanitaires. L'idée est double, offrir le gîte à ces oiseaux et faire de la pédagogie aux occupants.

L'entreprise Nat'h propose des nichoirs en béton de bois à intégrer directement au bâti. Une fois le bardage posé seul l'orifice d'entrée apparaît, créant une petite cavité pour le nid de l'oiseau. Olivier Winock, le créateur explique que ces solutions ne fonctionnent que pour les espèces qui font elles-mêmes leur ménage, à savoir les martinets, rougequeue et les moineaux.

Peut-être que nos bâtiments de villes peuvent être les falaises où viennent nicher les hirondelles ?

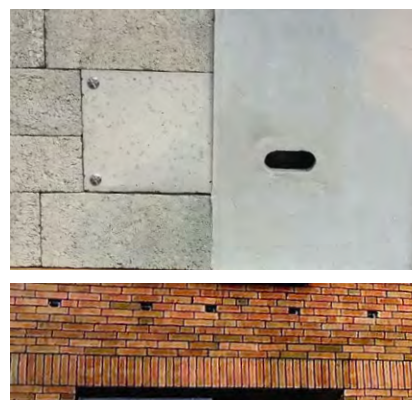
La biodiversité en ville est un sujet encore mal maîtrisé et peu connu de la maîtrise d'ouvrage ou de la maîtrise d'œuvre, l'association avec un écologue ou encore l'intégration du label biodiverscity sont autant de manières de sensibiliser les acteurs de la construction sur ces sujets. En intégrant le vivant dans la construction, l'architecte n'a pas d'autre choix que d'aborder le projet de façon holistique et écosystémique, l'enrichissant ainsi intrinsèquement.

« la nature est un nouvel outil de conception du projet »

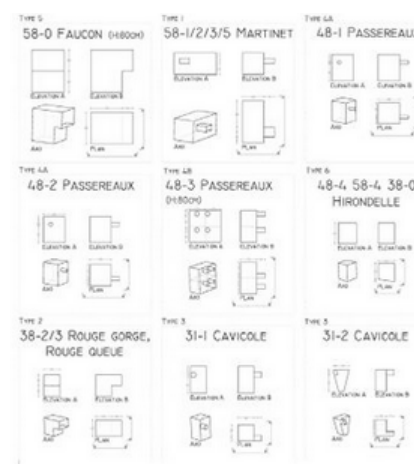
Frederic Chartier - Conference pavillon de l'arsenal 2019



La falaise comme facade, propice à la nidification. Dessin Yves Peret



Nichoir Nat'h



Nichoirs dans l'épaisseur de l'école de la biodiversité - Chartier Dalix

Conclusion

L'homme est par essence un être vivant, au même titre que toute la biodiversité qui évolue sur notre planète. Depuis la révolution industrielle, l'hy-perdensification des villes, la standardisation, la transformation des matières premières a petit à petit coupé l'être humain de son berceau. En prenant pour acquise sa supériorité, il rompt le dialogue avec le monde vivant qui n'est plus vu que comme une ressource à faire fructifier.

De ce constat découle en partie la crise que nous traversons aujourd'hui : le réchauffement climatique.

*L'agitation produit de la chaleur
Réinstaurons le calme, la douce circulation de l'air, la
libre circulation de l'eau...*

Yves Perret - D'architecture cent mots dire...

La rénovation, le réemploi, l'approche écosystémique... autant d'invitation à prolonger le temps des études... et au-delà, à prendre le temps, prendre son temps... La covid nous a montré un autre possible, vivre plus tranquillement, au rythme de la croissance des arbres, au rythme des coeurs plus gros, plus lent.

Renouer coûte que coûte avec la nature, en particulier dans nos villes, devient une absolue nécessité. L'étude du vivant serait alors une solution pour atteindre la frugalité qu'exige la situation, pourtant il serait réducteur de la limiter à ce seul aspect. La curiosité, l'étonnement, l'émotion, la naïveté, la poésie... l'envie ! De cet apprentissage, nourri du monde qui nous entoure, naît un réel moteur pour aborder le chantier de demain. Avoir envie c'est s'autoriser à regarder devant soi. Essayer c'est participer aux 3,8 milliards d'années d'évolution du vivant, de faire en sorte que l'humanité puisse à son tour être un champion de durabilité.

« Que nos projets à venir se vautrent dans le plaisir, se teintent d'humour, osent la fantaisie, se bordent de douceur, explorent la nuance, accueillent le vivant, appellent des gestes délicats, ouvrent l'imaginaire, veillent à la longueur du temps, parlent de beauté et se glissent savamment dans les souffles du monde... »

Yves Perret

Livres :

Nicolas Gilsoul : Bêtes de Villes

Yves Perret : D'architecture cent mots dire...

Michael Pawlyn : Biomimétisme et architecture

Janine M Benyus : Biomimétisme, quand la nature inspire des innovations durables.

Gauthier Chapelle : Le vivant comme modèle, pour un biomimétisme radical

Luc Schuiten et Pierre Loze : Archiborescence

Luc Schuiten et Pierre Loze : Vers une cité végétale

Melissa & Chris Bruntlett : Curbing Traffic: The Human Case for Fewer Cars in Our Lives

Thèses et mémoires :

Estelle Cruz - Caractérisation multi-critères des enveloppes biologiques : vers la conception de façades multi-fonctionnelles ,

Tessa Hubert - Designing of bioinspired building envelopes'

Anneline Letard - Design Niomimétisme

Sylvain Champy - L'architecture Symbiotique

Colin Labouret, Camille Montbel, Esther Morin - Ville et Nature, Illustration de la pensée

Stylianidis, Eleftherios : Outil d'aide à la décision pour la conception de façades biomimétiques

Internet:

<https://www.demainlaville.com/la-ville-laboratoire-dun-futur-decarbone/>

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

<https://ceebios.com/>

<https://www.etamine.coop/>

<https://www.frac-centre.fr/collection-art-architecture/rub/rub-64.html?authID=361&ensembleID=1206>

<https://www.tebe.berlin/>

<https://www.artbuild.com/lab/pholiage>

<https://www.cnrtl.fr/definition/peau>

<https://www.chartier-dalix.com/fr>

<https://www.tresordenature.com>

<https://www.gerbeaud.com/faune/faune-des-murs-en-pierre-seche,1354.html>

<https://nunquam-otiosus.net/2020/05/02/ernst-haeckel-un-biologiste-singulier/>

<https://www.build-green.fr/>

<https://terrecrue.fr/>

Conférences :

Frederic Chartier <https://www.faireparis.com/fr/projets/faire-2017/architecture-et-biodiversite-penser-un-nouvel-ecosysteme-urbain-1297.html>

Estelle Cruz <https://www.youtube.com/watch?v=BipTpQBHu2w>

Luc Schuiten : Le biomimétisme dans les villes de 2084 https://www.youtube.com/watch?v=35D-JUOPL_sY&list=PLr5EWgEj5bl91wF0zmD1bLSAmst0Zn4JH&index=7&t=292s

Yves PERRET : «Nouveaux gestes pour l'architecture» : <https://www.youtube.com/watch?v=RXibwFHxZr4>

Introduction à une conception heureuse
Baptiste Lobjoy - Mémoire de fin de formation - Décembre 2022

