

LE BIOMIMÉTISME OU L'ART DE S'INSPIRER DU VIVANT

La nature est un laboratoire immense de stratégies performantes et de procédés adaptés aux perturbations. Le biomimétisme consiste à identifier, comprendre et imiter ce qu'elle fait de mieux pour concevoir des produits, des procédés, ou des systèmes innovants.

3,8 milliards d'années de recherche et développement

3,8 milliards d'années se sont écoulées depuis la naissance de la première bactérie sur notre planète. C'est aussi 3,8 milliards d'années de recherche et développement, en durabilité, développées par les organismes vivants. La Terre compte environ 15 millions d'espèces dans la biosphère, qui interagissent dans un équilibre dynamique et sont à l'origine de millions d'innovations durables.



© Michael Gasperl



© René F. Appenzeller

L'effet auto nettoyant de la feuille de lotus a directement inspiré la conception de vitres auto nettoyantes.

Le biomimétisme : une démarche d'innovation

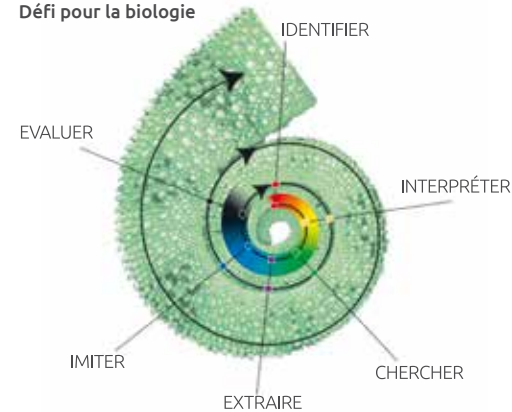
Du grec, Bio : vie et Mimesis : imiter, le biomimétisme pour la durabilité est une démarche d'innovation, qui s'inspire des principes et stratégies élaborés par les organismes vivants et les écosystèmes. Cette démarche vise à produire des biens et des services de manière durable, et à rendre les sociétés humaines compatibles avec la biosphère.

Les étapes principales de la démarche du biomimétisme

Identifier une propriété naturelle intéressante en lien avec un problème scientifique, technologique ou écologique

La spirale itérative de la démarche biomimétique : www.biomimicryguild.com

Défi pour la biologie



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

Comprendre et sélectionner la meilleure solution dans les stratégies de la nature



© Schnobby, via Wikimedia Commons

Cette termitière peut maintenir une température et une humidité internes constantes, grâce à la disposition, la forme et la régulation de ses tubes d'aérations.

Imiter et adapter les techniques aux usages humains



© Roryrory

L'architecte Mick Pearce s'est inspiré de la termitière pour la régulation thermique du bâtiment du conseil national de Melbourne, en disposant stratégiquement les bouches d'aération. Résultat : baisse de 64% des consommations énergétiques.



LES 3 DEGRÉS D'INSPIRATION DU VIVANT

La nature a toujours inspiré l'homme dans l'étude des formes et des surfaces. Mais elle est aussi une inestimable source d'inspiration pour la recherche et l'innovation sur les procédés et les matériaux tout en pouvant être un cadre porteur pour nos organisations.

Les formes et les surfaces

Le TGV Japonais, Shinkansen, et le bec du martin-pêcheur



Les ingénieurs se sont inspirés du bec et du crâne du martin-pêcheur, pour sa capacité à plonger à grande vitesse, sans ralentir, et avec un minimum de turbulences. En imitant leur forme pour le train, la consommation électrique de ce TGV a diminué de 15% tout en gagnant 10% de vitesse !

L'éolienne et la baleine à bosse



La société canadienne Whale Power a élaboré un prototype de pales d'éolienne inspirées directement de la forme des nageoires des baleines à bosse

Les capteurs de brouillard et le scarabée namibien



La forme du scarabée namibien, succession de micro-bosses, attirant l'eau, et de rainures creuses qui la font circuler, a directement inspiré les capteurs de brouillard côtiers des zones sèches.

et les résultats sont indéniables : réduction effective du bruit, amélioration nette de la stabilité et gain de production d'énergie de 20%.

Les procédés et les matériaux

Les panneaux solaires inspirés des feuilles, pour produire de l'électricité



A l'heure actuelle, des laboratoires de recherche travaillent sur ce que sera la technologie photovoltaïque organique de demain. Basée sur le principe de la photosynthèse, elle sera constituée de pistes de films solaires organiques très fins, biodégradables et fabriqués à moindre coût.

Bio-verres « Diatomées » / éponge de verre



Les diatomées, micro algues unicellulaires planctoniques, ont un squelette secrété sous forme de fibre de verre, pouvant mesurer plusieurs dizaines de centimètres de long. Ces fibres sont produites à zéro degré ! Des équipes de scientifiques tentent d'imiter ce procédé et les premiers échantillons de composites voient le jour !

Les écosystèmes, sources d'inspiration pour nos organisations

S'inspirer du fonctionnement d'un écosystème, c'est comprendre comment les relations entre les espèces permettent à l'écosystème d'être stable dans le temps, donc durable. L'observation des écosystèmes permet d'en tirer des règles de fonctionnement, qui constituent un « cahier des charges » pour une stratégie de durabilité adaptée aux entreprises et aux collectivités.



Par exemple, l'étude des forêts primaires a permis d'identifier une organisation en communauté intégrée et diversifiée d'organismes, qui se maintiennent localement, en utilisant de manière optimale les ressources disponibles sur le long terme.

L'écologie industrielle est directement inspirée des principes des écosystèmes :

- circularité des flux de matériaux et d'énergie
- relocalisation de la source d'énergie
- les déchets des uns deviennent les ressources des autres, gestion optimale des ressources

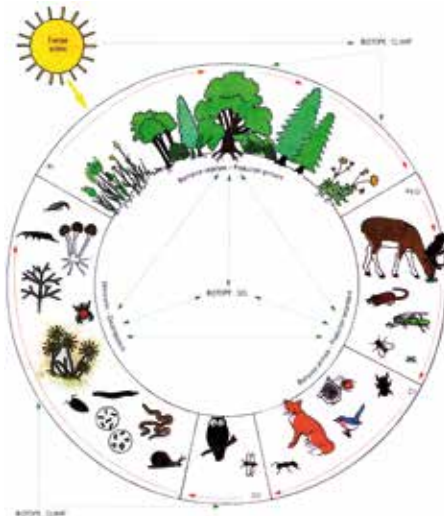


LA VILLE, UN ÉCOSYSTÈME CRÉÉ PAR L'HOMME

La ville est un écosystème secondaire édifié par l'homme qui en est l'espèce clef de voûte. Elle a cependant une forte dépendance aux écosystèmes naturels l'entourant.

L'écosystème naturel, un équilibre dynamique

Un écosystème naturel est un ensemble dynamique réunissant des milieux naturels de vie, des communautés vivantes qui l'occupent et l'ensemble de leurs relations et interactions. Il existe entre les différents éléments d'un écosystème des relations d'interdépendance sous forme d'échanges de matière et d'énergie. Cela forme un système interdépendant, capable d'évoluer et de s'adapter au contexte écologique par des boucles de régulation. Celui-ci est caractérisé par des stocks et des flux (flux de matière, d'énergie, d'information). L'écosystème n'est jamais complètement isolé de l'extérieur mais il s'autoalimente.



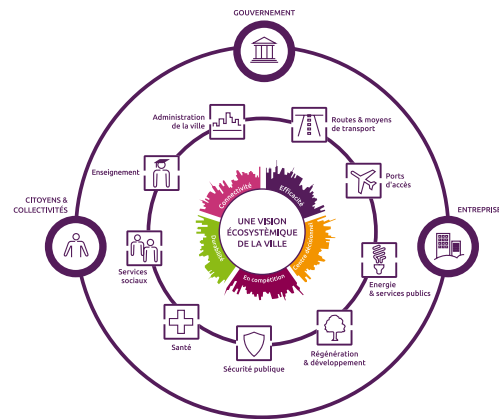
© Sophie Voisin, Jean Francois Dejournnet, Noel Mannier, Daniel Richard

Ce schéma simplifié présente les interrelations au sein d'un écosystème naturel entre le milieu et ses communautés vivantes.

La Ville, un écosystème humain

La ville en tant qu'écosystème humain est un système vivant organisé.

Elle regroupe un grand nombre d'individus, principalement humains (mais aussi des végétaux, animaux, champignons, bactéries) dans un milieu à dominance minéral, qui exerce, par ses activités, une grande variété d'actions métaboliques (production, consommation, dégradation), générant d'importantes quantités de flux de matière (organique, plastique ou minérale...), d'énergie et d'informations.



© www.citigroup.com/cit/cit/forcities/images/urban_ecosystems_lg.gif

La ville est un système interdépendant, caractérisé par des flux de matières, de personnes, d'énergies et d'informations.

La ville, un écosystème fragile

La ville se caractérise par :

- une forte densité de population humaine
- un milieu de vie à caractère minéral, donc une production primaire faible en photosynthèse
- un climat exacerbé (plus chaud, plus sec, lumière artificielle, etc.)
- un approvisionnement à l'extérieur et une forte dépendance aux flux entrants
- des cycles de production, de consommation et de recyclage non bouclés

Les cycles non bouclés, induits par une déconnexion spatiale de la production, de la consommation puis du recyclage, se traduisent inéluctablement par des déficits et des excédents qui s'aggravent parallèlement sans arriver à se compenser.

Vers une ville inspirée des écosystèmes naturels

La ville inspirée des écosystèmes vivants donne autant qu'elle reçoit, s'autoalimente et n'utilise que ce dont elle a besoin.

Elle pratique et récompense la coopération entre ses acteurs et la diversité de population. Elle fonctionne à l'énergie solaire.

Elle utilise les richesses locales, favorise une bonne circulation de l'information et puise sa créativité dans les limites qui lui sont imposées.

Plus l'écosystème urbain vit au détriment des autres écosystèmes, sans leur restituer ce qu'il leur prend, et plus la durabilité de l'ensemble est compromise.



© Luc Schuiten

La cité lotus, de Luc Schuiten. Tant par les propriétés hydrophobes - qui repoussent l'eau - de ses feuilles que par les qualités de ses structures internes, le lotus est une source d'enseignements et un champ d'investigation qu'il est aujourd'hui impossible de contourner.

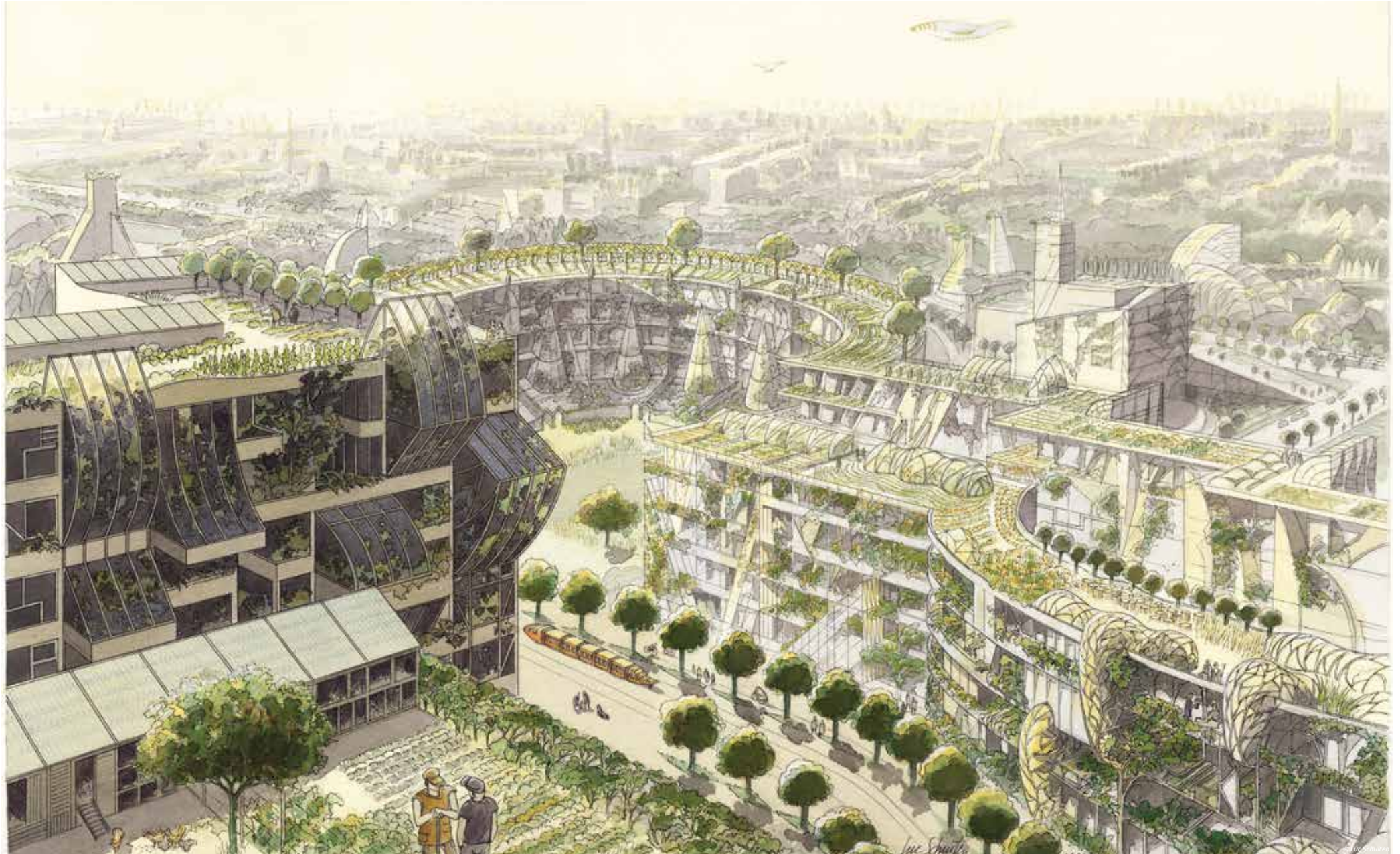


La cité végétale de Luc Schuiten, architecte visionnaire

Engagé dans une pensée écologique, soucieux de l'avenir de la planète et des conditions de vie des hommes de demain, Luc Schuiten a voué une partie de son activité à l'anticipation. Il dessine sa manière de penser, travail qui a donné forme à une nouvelle architecture, basée sur une vision poétique où l'invention et la relation avec la nature occupent une place prépondérante.

La cité végétale est une parfaite illustration d'une ville biomimétique. La nature reprend sa place et devient un élément fondateur et structurant de l'organisation spatiale urbaine. Les habitants n'y sont plus des consommateurs de nature, mais les acteurs d'un nouvel écosystème dont la gestion permet l'épanouissement de chacun et garantit une durée et une évolution à long terme de la cité.





La cité Agricole de Luc Schuiten

Nos villes ont actuellement une autonomie en alimentation de moins d'une semaine, ce qui les rend particulièrement vulnérables en cas de crise.

Une ville résiliente doit être autonome pour l'ensemble de ses besoins vitaux: énergie et alimentation.



LA VILLE RÉSILIENTE ET SA CAPACITÉ D'ADAPTATION

Une ville résiliente a la capacité de se réorganiser pour se restructurer après une perturbation. Elle est autonome et économe énergétiquement, pratique la diversité et consomme localement.

Les villes : problème et solution

Les villes représentent 50 % de la population mondiale. Elles vont absorber 1 à 2 milliards d'êtres humains supplémentaires d'ici 2030. Aujourd'hui elles émettent 80% des émissions de gaz à effet de serre et induisent des modes de productions polluants pour l'air, l'eau, le sol.

Lieux de forte créativité, les villes peuvent néanmoins faire partie des solutions.



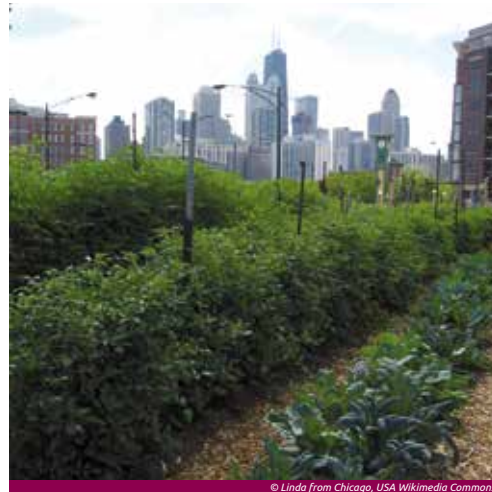
© NASA Expedition 19 crew, Wikimedia Commons

La densité urbaine de la Ville d'Ankara en Turquie, entourée de paysages naturels et de collines.

La Ville, un écosystème comme un autre ?

Les villes, tout en ayant déconnecté l'homme de la nature n'en demeurent pas moins sur la planète et bénéficient de nombreux services rendus par les êtres vivants : l'air respirable, l'eau potable, des terres fertiles pour se nourrir, des matériaux pour construire...

Les villes se sont affranchies de certains principes de l'organisation du vivant et sont de ce fait des écosystèmes perturbés en permanence.



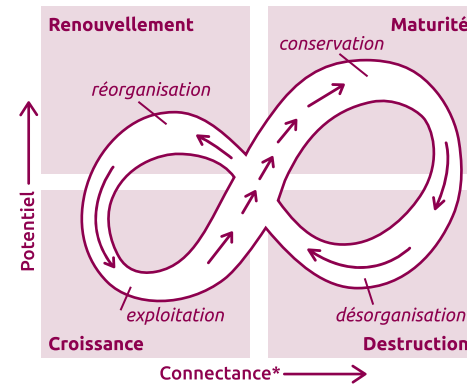
© Linda from Chicago, USA Wikimedia Commons

Les tomates et choux de Chicago. L'autonomie d'une ville nous amène à une réflexion stratégique sur son autonomie alimentaire et la provenance des productions.

La résilience d'un écosystème

Les écosystèmes naturels arrivent à l'équilibre par des mécanismes d'adaptation permanente. C'est la résilience en écologie, c'est-à-dire la capacité d'un écosystème à se réorganiser pour restaurer sa structure et ses fonctions initiales après une perturbation.

Boucle de résilience



© www.ebizq.net

Dans le monde vivant, les espèces qui sont trop dépendantes d'une seule ressource prennent le risque d'une disparition avec la fin de l'abondance de cette même ressource.

L'exemple de l'énergie est assez parlant. Dans le vivant la seule source d'énergie primaire est le soleil. Elle est permanente, renouvelable et gratuite. Elle est ensuite transformée en matériaux, en réserve sous des formes extrêmement variées et utilisée avec une grande parcimonie.

L'autonomie énergétique pour une plus grande résilience

La grande dépendance des villes aux énergies fossiles les rend extrêmement vulnérables et peu durables.

Afin d'améliorer leur capacité de résilience, les villes doivent tendre vers l'autonomie énergétique et particulièrement au travers de l'approvisionnement d'énergie solaire, ressource gratuite, mais également d'autres énergies renouvelables, produites localement.



© JosA SÁez

Centrale photovoltaïque à Barcelone, en Espagne.

*Connectance : proportion de liens possibles entre les espèces.



L'AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE DE MONTDIDIER

Comment devenir une ville pilote en maîtrise de l'énergie ?

La genèse du projet

Ville de 6243 habitants, Montdidier est une ville de la Somme majoritairement industrielle. Aussi, pour faire face aux difficultés économiques du tissu industriel local, tout en tenant compte de l'enjeu environnemental, Montdidier a développé de nouvelles pratiques énergétiques.

Le programme Montdidier Ville Pilote en Maîtrise de l'énergie (MDE), lancé en 2003, est lié à la présence de la Régie Communale qui alimente à cette époque environ 3000 clients.

L'opération Ville Pilote en MDE constituait, dans ce cadre, une réelle opportunité de diversification et de valorisation du service public par la proximité et la personnalisation des services.

Les résultats : entre 1800 et 2500 MWh électriques économisés par an, soit la consommation annuelle de 140 à 170 ménages montdidériens.



© Régie Communale de Montdidier

Centrale photovoltaïque au sol de la Régie Communale de Montdidier.

Le développement & les projections

- des actions de sensibilisation et d'information (réunions de quartier, ouverture d'un espace info Energie)
- la mise à disposition d'aides financières (lancement d'une Opération Programmée d'Amélioration de l'Habitat)
- l'aide à la diffusion d'équipements performants (sélection de systèmes de chauffage et de production d'eau chaude)
- des actions de maîtrise de l'énergie exemplaires de la part de la collectivité (réseau d'éclairage public, mise à plat des consommations du patrimoine, programme de réhabilitation thermique de l'ensemble des écoles maternelles)
- le recours aux énergies renouvelables

Quelques exemples de projets d'énergies renouvelables :

- une chaufferie bois à l'école du Prieuré
- un réseau de chaleur au bois dans la ville
- une surface importante de capteurs solaires photovoltaïques produisant de l'électricité
- le dépôt de demande de permis de construire pour le parc éolien
- un projet de réhabilitation de logements sociaux équipés de poêles à bois

Les perspectives de la ville pour 2020 sont ambitieuses : 100% d'électricité produite par les énergies renouvelables. L'implantation d'une unité de méthanisation est à l'étude pour traiter les boues de la station d'épuration, les déchets verts et alimentaires



1. © Régie Communale de Montdidier



2. © Régie Communale de Montdidier



3. © Régie Communale de Montdidier

1. Ecole du Prieuré : école publique isolée par l'extérieur avec toiture photovoltaïque (programme de réhabilitation des écoles).
2. Ville de Montdidier 3. Parc éolien : premier parc éolien public de France à Montdidier (4x2MW).



LA VILLE SOLAIRE DE FRIBOURG-EN-BRISGAU EN ALLEMAGNE

Située au sud-ouest de l'Allemagne, dans le Bade Wurtemberg, Fribourg-en-Brigau a fait du développement durable, le cœur de sa politique. Elle a choisi de privilégier et de développer les énergies renouvelables ainsi que la mobilité douce.

La mobilité douce

Plus de 400 rames de Tramway desservent 65% de la population fribourgeoise.

En 2012, on comptait plus de 500 kms de pistes cyclables et une intermodalité forte.



Le choix des énergies renouvelables

La ville de Fribourg privilégie un développement croissant du photovoltaïque, de l'hydroélectrique, de l'éolien et de la biomasse.

C'est également une ville pilote en recherche et commercialisation des énergies solaires et de la promotion des technologies environnementales.



Une utilisation progressive des déchets comme source d'énergie

L'usine de traitement des déchets TREA Breisgau produit de l'énergie par incinération et chauffe 25 000 foyers.

Fribourg-en-Brigau a installé des fermes de méthanisation des déchets organiques pour produire de l'énergie. La chaleur créée est transmise par canalisations vers les quartiers avoisinants.

Cette fermentation des déchets biodégradables représente aujourd'hui 1% de l'énergie produite pour les besoins courants de la ville.

Fribourg-en-Brigau a contribué à la construction de projets pionniers tels que l'écoquartier Vauban et son mode de construction écologique. Ainsi :

- près de 65% de l'électricité utilisée par le quartier Vauban provient du photovoltaïque et de la centrale de cogénération à bois
- les eaux de pluie sont récupérées dans l'ensemble du quartier
- l'emploi de matériaux et de techniques écologiques a été privilégié (toitures végétalisées, grandes baies vitrées côté sud, menuiseries à double joint)
- les modes de transport doux ont été encouragés au point d'en faire un quartier sans voiture



A Fribourg, avec près de 10 000 emplois, (environ 3 % de la totalité des emplois) répartis dans 1 500 entreprises, le secteur des technologies et de l'économie environnementale représente près de 500 millions d'euros de valeur ajoutée et contribue pour beaucoup à l'image positive de la région.



A noter : moins de 14% des habitants se rendent en voiture dans le centre ville, contre 29% à vélo, 26% en transports en commun et 31% à pied.



LOOS-EN-GOHELLE : VILLE PILOTE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Comment passer d'un modèle qui est l'antithèse du développement durable à une ville pilote du développement durable ?

La genèse du projet

Ville minière de 7 000 habitants, Loos-en-Gohelle a pris le parti de s'engager à la fin des années 1980 dans un modèle de développement vertueux basé sur les principes du développement durable :

- qualité environnementale
- cohésion sociale et participation citoyenne
- innovation économique

Quatre grandes étapes ont rythmé la progression de la ville dans cette voie

1. Années 1980 : créer un état d'esprit en osant la reconquête et en associant la population
> création de la quinzaine culturelle des Gohelliades sur le site minier du 11-19

2. Années 1990 : définition d'un projet de ville au travers du plan local d'urbanisme et engagement des premiers programmes expérimentaux
> opération de logements sociaux HQE Chico Mendès

3. 2001-2008 : généralisation du développement durable à l'ensemble des politiques municipales
> introduction de clauses éthiques dans les marchés publics (bio, traçabilité, certification...)

4. Depuis 2008 : expérimentation, évaluation et diffusion des bonnes pratiques, multiplication des projets innovants et pilotes
> inauguration des 7 boucles d'interprétation sur le développement durable

Les résultats et les perspectives

- 200 réunions publiques avec les habitants entre 2001 et 2008
- 110 associations mobilisées autour des projets de la municipalité
- 15 kms de trame verte aménagée
- 82 logements HQE ou éco construits depuis 1997
- 120 emplois nouveaux créés dans les éco activités sur la base 11-19, ancienne friche minière
- TEAM2, un pôle de compétitivité labellisé au niveau national sur le recyclage des matériaux

- un projet expérimental d'autosuffisance électrique à l'échelle de la ville
- un projet sur l'émergence d'un écosystème alimentaire alternatif
- Réhafatur et Réhab'Loos, deux projets pilotes sur la rénovation des logements sociaux
- implantation de la halle des éco matériaux
- ouverture d'un centre de formation de la Fondation des apprentis d'Auteuil en 2013...



1. © Adam Prominski



2. © Loos-en-Gohelle



© Adam Prominski

Pépinière d'éco-entreprises.



© Adam Prominski

Logements sociaux BBC Chênelet.

1. Centrale photovoltaïque. 2. Ville de Loos-en-Gohelle.



ARCHITECTURES BIOMIMÉTIQUES

S'inspirer du vivant dans l'architecture, c'est imiter les formes naturelles dans les structures, les fonctions naturelles dans les process, ou recréer les principes du vivant en considérant l'habitat comme un écosystème.

Imiter les formes structurelles pour abriter en toute légèreté

La nature place de la matière uniquement là où elle est nécessaire et parvient ainsi à créer les matériaux et structures les plus résistants connus par l'homme.

Partant de ce principe, Richard Buckminster Fuller, architecte designer Américain, s'est inspiré de certaines espèces de zooplanctons, les radiolaires, pour ses dômes géodésiques, et Frei Otto, architecte Allemand, de toiles d'araignées pour ses structures tendues - une approche qui s'appuie aujourd'hui de plus en plus sur des outils de CAO paramétriques et d'analyses structurelles.



*Evolutionary Tower par Moh Architects (2007) inspiré par la structure complexe et hyper-résistante de l'éponge des grands fonds *Oeplectela Aspergillum*.*

Exploiter les fonctions naturelles pour un habitat plus frugal

Les organismes vivants et les écosystèmes parviennent à assurer, à température ambiante et dépenses énergétiques quasi nulles, des fonctions telles que la régulation thermique, le nettoyage de surfaces, la collecte d'eau de rosée, ou encore l'adhésion à sec.

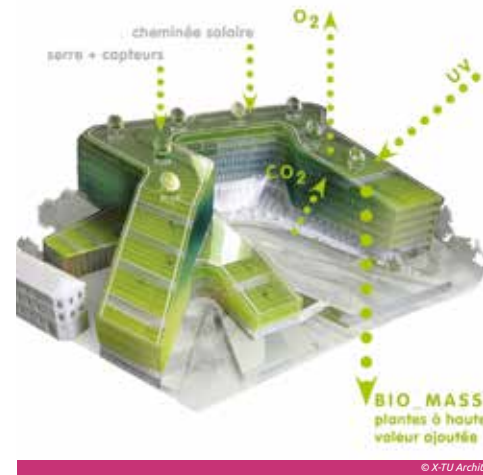


Eastgate Center, Harare, Zimbabwe par Mick Pearce (1996), dont la régulation thermique est inspirée de celle des termitières.

S'inspirant du cycle hydrologique, Exploration Architecture produit ainsi de l'eau potable à partir d'eau de mer au sein de serres, tandis que Dirk Henning Braun, autre architecte Allemand, crée des façades respirantes inspirées des œufs de mouche.

Recréer les équilibres naturels au sein d'écosystèmes urbains

Dans les écosystèmes stables, toute matière produite par un organisme est une ressource utile pour le développement d'un autre, permettant ainsi de minimiser l'impact de l'écosystème sur son environnement.



Ministère de l'Agriculture, Paris, X-TU Architects (co-lauréat 2010) : un écosystème associant plantes médicinales et activités de bureaux.

Ainsi, X-TU Architects a proposé d'exploiter le CO₂ produit par les humains pour nourrir des plantes médicinales situées dans une grande serre en toiture, qui à leur tour recycle l'air et tempèrent le bâtiment.

S'inspirer des processus biologiques pour une nouvelle espèce urbaine

Reproduire les processus à l'origine des matériaux, formes et fonctions naturels tels que la morphogénèse (lois qui déterminent la forme, la structure des tissus, des organes et des organismes) et l'évolution des espèces, c'est l'approche de certains chercheurs et architectes contemporains qui génèrent ainsi biobriques, biopolymères, et nouvelles « espèces urbaines » aux formes inédites.



Génération de trajets et constructions spatialement optimisés par des agents « fourmis » et « termites » - Swarm Urbanism, Melbourne, par Kokkugia (2008).



Reproduction de l'ombre d'une canopée forestière à partir d'algorithmes de développement cellulaire - Théâtre de St Cyprien, Serrero Architecte (2008).



BIOFACADES SYMBIO2 : VERS L'ALGOCULTURE URBAINE DURABLE

1+1=3 ou comment associer de manière symbiotique, des cultures de microalgues au bâtiment... pour le bienfait des deux.

Le principe de la symbiose

La symbiose est l'association intime et durable entre deux organismes appartenant à des espèces différentes. Le lichen par exemple est l'association d'une algue unicellulaire et d'un champignon.

Une application innovante au bâtiment

L'algue retire de l'eau et des sels minéraux du champignon, tandis que ce dernier récupère le glucose produit par l'algue. S'inspirant de ces principes, X-TU Architects, cabinet d'architecture Parisien, a étudié le métabolisme des microalgues et l'a comparé à celui d'un habitat humain, en cherchant à générer de multiples boucles d'échanges de matière et d'énergie.

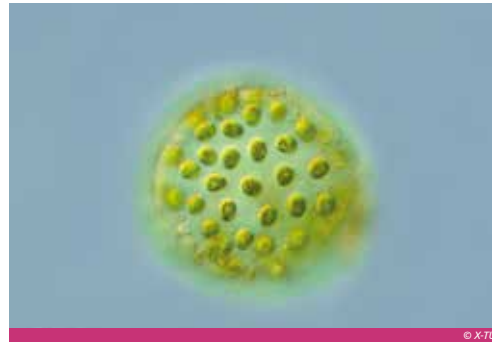
Ainsi le CO₂ des chaudières vient alimenter les microalgues, qui elles recyclent l'air des humains en produisant de l'oxygène. Azote, phosphate et soufre présents dans les eaux usées nourrissent les microalgues qui elles produisent des molécules naturelles d'intérêt pour la santé et l'alimentation humaines, tout en nettoyant l'eau.

Enfin, les « biofaçades » conçues par X-TU assurent la régulation thermique passive des cultures de microalgues... qui en retour tempèrent le bâtiment.

Effet de la symbiose : 40% d'économie d'énergie !



Les lichens sont des organismes composés, résultant de l'association d'un champignon et d'une algue unicellulaire, qui se développent en échangeant eau, sels minéraux et sucre. Cette association est durable, reproductible et présente des bénéfices réciproques pour les deux partenaires : l'illustration parfaite d'une symbiose réussie.



Les microalgues sont des organismes unicellulaires qui ont produit l'atmosphère respirable de notre planète en transformant le CO₂ en oxygène. Elles se nourrissent également d'azote, phosphate et soufre, présents dans les eaux usées, et sont riches de nombreuses molécules naturelles très intéressantes pour la santé et l'alimentation (omega-3, omega-6, antioxydants, colorants naturels).



1. © X-TU 2011



2. © X-TU 2011



3. © X-TU 2012

1. 2. Intégration de photobioréacteurs en façades de bâtiment, projet tour Bio3, La Défense. 3. Intégration de photobioréacteurs en façades de bâtiments résidentiels, Concept. Le consortium SymBio2 regroupe X-TU Architects, le laboratoire GEPEA (UMR 6144 CNRS) de l'Université de Nantes, AlgoSource Technologies, R.F.R, O A S I I S et Sèche Environnement.



CANOPEA, PROJET DE NANOTOUR INSPIRÉ DE LA CANOPÉE



Deux approches différentes du biomimétisme sont employées dans Canopea, projet d'habitat collectif éco-innovant. L'une s'inspire des caractéristiques physiques du sommet de la forêt : couleurs, matières et lumière sont autant de sources d'inspiration pour travailler les ambiances de Canopea. L'autre s'attache aux échanges subtils qui confèrent à un écosystème.

Un concept développé pour pallier aux contraintes territoriales

Le territoire Rhône-alpin est contraint par les montagnes, les lacs et les rivières, ce qui provoque une raréfaction de l'espace disponible et entraîne l'explosion du coût des terrains. Ainsi, pour accéder à la maison individuelle (rêve de 86 % des Français), la population doit vivre loin des centres d'activité. L'étalement urbain crée de ce fait des dépendances aux transports et à l'énergie. Alors, comment bénéficier des qualités d'une maison individuelle, dans un milieu urbain ? La réponse se formalise dans le concept de « Nanotours », de petites tours en lien avec la ville, formées par une superposition de maisons où l'on bénéficie d'une forte intimité. Chaque logement dispose des qualités architecturales et spatiales d'une maison individuelle dans un logement collectif.



Un principe de fermes verticales est imaginé en relation avec l'habitat pour offrir une autonomie alimentaire partielle.

Un collectif intégré dans l'écosystème urbain

Canopea est basé sur le concept d'écosystème urbain. L'idée est de passer d'une logique de logements performants isolés, à celle d'un territoire à énergie positive, où la mutualisation prévaut et dans laquelle les bâtiments sont interconnectés. Les Nanotours sont ainsi connectées à différents réseaux : un smartgrid (réseau) électrique, un smartgrid thermique, un réseau de transport, un réseau social. L'objectif est d'atteindre un optimum global, plus performant que la somme des optimums locaux. La faible surface photovoltaïque (100m²) assure 40% des besoins énergétiques de la tour, très économe en énergie, grâce à sa conception bioclimatique intelligente et à l'articulation complexe de pompes à chaleur, de système de récupération de chaleur des eaux grises ou encore de déphaseurs.



Le projet Canopea sur le site de la presque île grenobloise.



Le mobilier désigné spécifiquement pour cet espace participe à l'ambiance qui règne dans l'espace commun.



Le dernier étage de la tour, cuisine d'été buanderie et espaces de détente sont partagés par les habitants de la tour.

Le Core - Skin - Shell, principe constructif et bioclimatique

Le principe du core-skin-shell s'inspire directement du tatou, et notamment de sa carapace protectrice et de son métabolisme lent, lui permettant d'économiser l'énergie et de réguler sa température interne. Il s'adapte aux différents climats pour contrôler sa température interne en refroidissant le sang chaud par du sang froid arrivant des pattes.

Matériaux et évolutivité du logement

Les matériaux naturels et locaux comme la terre et le bois contentent le toucher, la vue, l'odorat et l'ouïe et bénéficient d'une empreinte écologique très faible. Ils sont largement utilisés à l'intérieur du logement et participent à créer une atmosphère propice au bien être de l'habitant. Le cœur de chaque logement est modulable. Il peut s'adapter à la variété des usages et à l'évolution des besoins de la cellule familiale.

Canopea, un projet nommé

L'espace couronnant la Nanotour est partagé par tous les habitants, certains équipements et activités se retrouvent mutualisés, le tout dans un environnement contrôlé de manière totalement passive. Ainsi des lames de verres horizontales orientables permettent de créer un effet de serre en hiver ou de favoriser la ventilation naturelle en été. L'espace est aussi constitué de panneaux photovoltaïques bi-verres disposés en toiture. Etanche à l'eau, produisant de l'électricité, ce dispositif assure la protection solaire avec une surface opaque supérieure à 90% et confère à l'espace une ambiance lumineuse toute particulière, grâce à la sérigraphie réalisée en sous-face de ces panneaux associée aux interstices lumineux. L'atmosphère du feuillage de la forêt est palpable, les ombres portées se projettent aléatoirement sur les poutres en bois dans une ambiance qui varie au gré de l'intensité du rayonnement solaire.



CAMPUS EIFFAGE

Quand bureaux riment avec Haute Qualité de Vie.

Le laboratoire de prospective en développement urbain durable, « Phosphore »

EIFFAGE, acteur du territoire et ensemblier de la ville, a choisi d'orienter sa recherche et développement en créant en 2007 le laboratoire de prospective en développement urbain durable « Phosphore ». Ce programme d'innovations conjugue les compétences internes d'Eiffage et celles des acteurs de la ville afin d'imaginer et de concevoir des solutions innovantes et durables. Le référentiel Haute Qualité de Vie®, dans lequel s'inscrit le nouveau campus EIFFAGE, tend à intégrer les plus hauts standards du développement durable traitant des dimensions constitutives de la ville, et plaçant la dimension humaine au coeur des nouveaux projets

Le nouveau campus Eiffage, véritable espace innovant et durable

Le nouveau Campus EIFFAGE s'inscrit dans ce contexte innovant, avec au coeur des problématique, la ville durable. Celui-ci s'intégrera dans le paysage urbain, de manière à renaturer des espaces et offrant ainsi une meilleure qualité de vie dans ses bureaux pour les usagers. Il prend alors part aux mutations impulsées dans le Quartier Grange Dame Rose, à Vélizy-Villacoublay, dans le but d'améliorer l'attractivité des espaces urbains et des mobilités, à l'aube de l'arrivée du tramway.

Rapprocher toutes les branches du groupe Eiffage au sein d'un même territoire, a pour objectif cette même diminution des temps de parcours, en particulier entre les différents sièges du groupe, ce qui favorise notamment les échanges en synergie. Cette volonté s'inscrit dans l'amélioration de la mobilité des personnes, parmi d'autres actions en cours (notamment le covoiturage en place au sein de la ville de Vélizy Villacoublay). Enfin, cet écrin durable pourra être perçu en tant que parenthèse verte à l'échelle du quartier.

Un aménagement pensé pour le bien-être des usagers et de l'environnement

La prise en compte du bien-être des usagers renforce l'attention portée à la lumière, aux échanges thermiques, aux matériaux bas carbone, afin de réduire l'empreinte écologique induite par la construction d'un bâtiment.

Un rapprochement des sièges du Groupe Eiffage pour une mobilité repensée

Les toitures végétalisées qui couvrent 50% de l'emprise au sol du bâtiment, contribuent au bien être naturel voulu dans le bâtiment, les patios empreints de lumière participent à ce sentiment de sérénité urbaine. Cette prise en compte de la lumière se coordonne également à la réduction des nuisances sonores que provoquent les axes routiers à proximité. Le bâtiment et son entourage de jardins et d'emprises vertes s'accorderont aux saisons, dans le respect de la biodiversité. L'utilisation des espaces est optimisée grâce à des bureaux pensés de manière polyvalente, les parois étant décloisonnables pour s'adapter au mieux à toutes les situations.



Le plan de masse du Campus.



1. © Buffi Associés - Eiffage - 3r oeil



2. © Eiffage - 3r oeil



3. © Wilmotte & Associés SA

1. Phosphore, le laboratoire R&D d'Eiffage, à la recherche de solutions pour la ville de demain. 2. La mise en place de services écologiques, tels qu'un potager. 3. Les équipes de Phosphore rendent une vraie place à la nature en ville en exploitant les richesses du territoire urbain.

DES PRODUCTIONS EN CYCLE BOUCLÉ

Dans une ville fonctionnant comme un écosystème naturel, tout se régule localement en boucle fermée, les déchets d'un organisme devenant la ressource d'un autre.

Produire, se reproduire au même endroit

C'est le mot d'ordre dans le vivant. On trouve dans la nature des matériaux d'une qualité inégalée par les meilleures technologies, comme le fil d'araignée, matériau naturel extrêmement résistant et fabriqué de manière douce, sans apport complémentaire d'énergie.

La chimie du vivant est une chimie douce, qui n'utilise qu'un seul solvant universel : l'eau, et dont les produits sont biodégradables, même lorsqu'ils sont toxiques.

En somme, les procédés naturels ne produisent pas de déchets !

La boucle est bouclée !

Les flux de matière et d'énergie ne cessent de circuler dans la nature. Toute production biologique est une ressource pour un autre organisme. De la cellule aux écosystèmes tout fonctionne en cycle.

Ces cycles sont imbriqués les uns dans les autres et permettent la production de matériaux complexes à faible coût énergétique.

Des boucles à l'économie circulaire

Les premiers pas de l'économie circulaire ont été réalisés dans le cadre de projets tels que celui d'écologie industrielle de Kalundborg au Danemark dans les années 1990. Sur ce site, a été mise en œuvre, à grande échelle, l'utilisation de ce qui étaient des déchets pour les uns, des ressources pour d'autres, créant ainsi les conditions d'une symbiose industrielle (chaque entreprise en tirant un avantage).

Ce type d'expérience est un premier pas vers des systèmes de production plus durable, mais il reste encore à faire évoluer la chimie vers une chimie douce et à réduire les consommations.

La ville nourricière

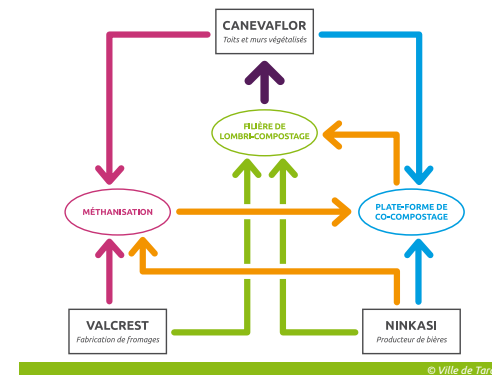
Plusieurs expériences mettent en application ces principes pour créer des systèmes de production alimentaire sur des surfaces réduites en imitant les boucles naturelles.

C'est le cas à Songhai au Bénin, où, en plein cœur de la capitale, poussent des légumes, fertilisés par les eaux grises, elles mêmes filtrées par des plantes qui nourrissent les cochons. Leurs lisiers alimentent la méthanisation, qui produit le gaz des cuisines, où l'on cuit les poulets dont les carcasses nourrissent les asticots qui sont l'alimentation principale des poissons dont les déjections fertilisent les champs...



© Pierre via Wikimedia Commons

Mare du parc naturel Camley Street dans le centre de Londres, exemple d'écosystème naturel fonctionnant en auto-régulation. La mare est l'habitat de nombreux batraciens, insectes, mollusques, petits poissons et oiseaux. Les arbres se nourrissent en y plongeant leurs racines et fonctionnent en symbiose avec des lichens qui nourrissent certaines espèces, etc.



© Ville de Tarare

Principe d'écologie industrielle au Pays de Tarare, France. Les échanges donnent lieu à de la méthanisation, du lombricompostage et du co-compostage.



© Luc Schuiten

Centre Songhai en circuit bouclé. Plus de neuf filières sont intégrées : production animale, production végétale, production piscicole, agroalimentaire, technologies appropriées, énergies renouvelables, formation, services... constituent le socle de développement des différentes activités.



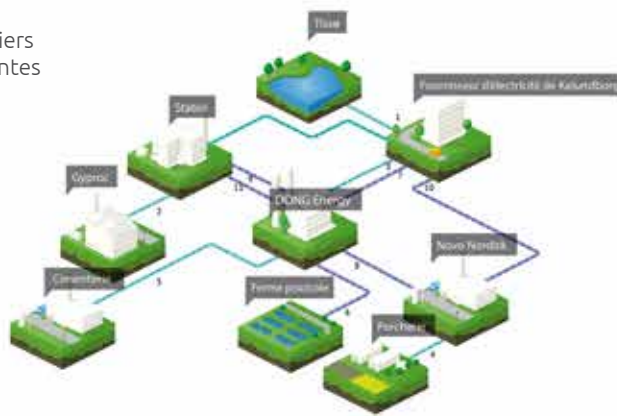
VILLE DE KALUNDBORG*, EXEMPLE D'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE

L'écologie industrielle s'inspire du fonctionnement des écosystèmes naturels pour recréer, à l'échelle du système industriel, une organisation caractérisée par une gestion optimale des ressources et un fort taux de recyclage de la matière et de l'énergie.

L'évolution des échanges d'énergie, de matières retraitées et de déchets entre 1961 et 2010

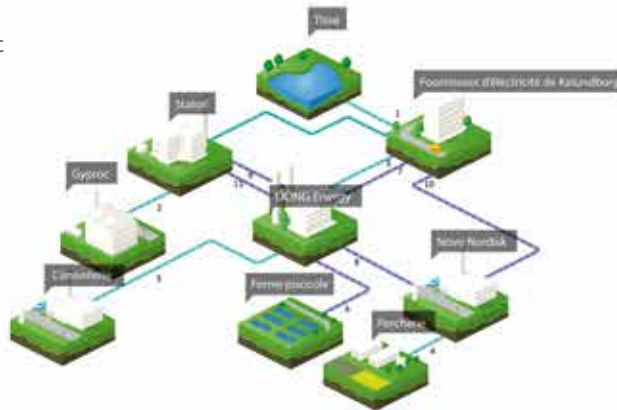
1961-1979

La mise en place des premiers échanges entre les différentes industries



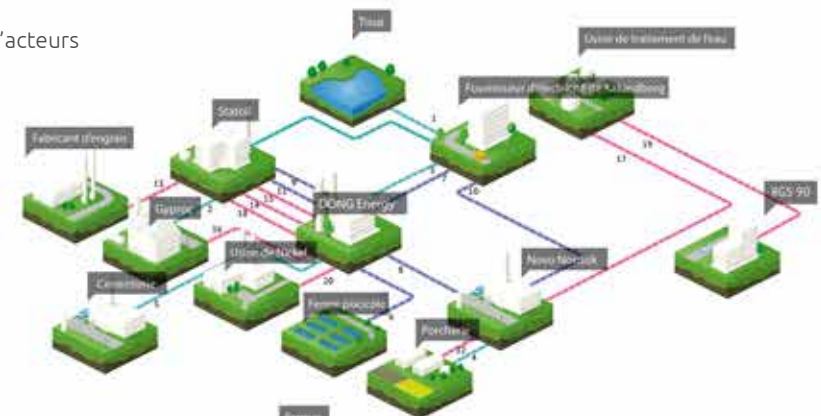
1980-1989

Les échanges s'intensifient entre les acteurs



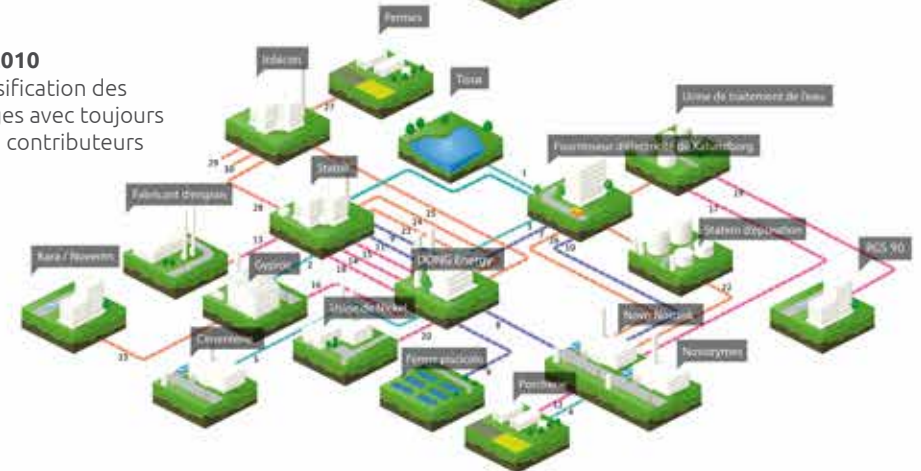
1990-1999

De plus en plus d'acteurs prennent part au projet



2000-2010

La densification des échanges avec toujours plus de contributeurs



Source : ville de Kalundborg, <http://www.symbiosis.dk/en>

Type d'échange de matière

1. Eau de Surface
2. Gaz
3. Eaux de surface
4. Biomasse
5. Cendres volantes
6. Chaleur
7. Chaleur
8. Vapeur

Année de mise en place de l'échange

- 1961
- 1972
- 1973
- 1976
- 1979
- 1980/1989
- 1981
- 1982

9. Vapeur
10. Eaux de surface
11. Eau de refroidissement
12. Suspension de levure
13. Engrais sulfuré
14. Eau
15. Gaz
16. Gypse

- 1982
- 1987
- 1987
- 1989
- 1990/2001
- 1991
- 1992
- 1993

17. Eaux usées
18. Eaux évacuées
19. Boues usées
20. Cendres volantes
21. Eau désionisée
22. Eau
23. Déchets
24. Eau de mer

- 1995
- 1995
- 1998
- 1999
- 2002
- 2004
- 2004
- 2007

25. Vapeur
26. Condensation
27. Paille
28. Bioéthanol
29. Lignine
30. Sucres

- 2009
- 2009
- 2009
- 2010
- 2010
- 2010

* Danemark



TOPAGER : VERS UNE AGROÉCOLOGIE SUR LES TOITS

Comment recycler les résidus organiques urbains pour produire des légumes et des fruits au cœur des métropoles ?

Le principe de l'agroécologie

L'agroécologie consiste à imiter un écosystème naturel pour une agriculture durable et respectueuse de la vie. Elle utilise des ressources locales pour fertiliser la terre, elle favorise en outre la biodiversité et les services éco-systémiques comme réguler les eaux d'un orage.

Un projet pilote sur le toit d'AgroParisTech

L'agriculture sur les toits est en plein développement au Caire, à New York ou Montréal. Elle permet de développer des circuits courts pour alimenter les citoyens, mais elle utilise des techniques de culture hors sol qui ne sont pas écologiques : l'hydroponie avec des engrais de synthèse ou des terreaux à base de tourbe qui détruisent des écosystèmes fragiles.

En outre ces produits sont transportés sur de longues distances.

Le pari de Topager est de constituer des terreaux uniquement avec du bois broyé issu de l'élagage des arbres de la ville et du compost produit en pied d'immeuble, rendu performant grâce à l'insémination de vers de terre et de champignons. L'expérience sur le toit d'AgroParisTech est développée en partenariat avec l'INRA, le Muséum National d'Histoire Naturelle et Bioemco. Elle a mis en évidence l'intérêt d'imiter l'écosystème du sol pour cultiver dans des bacs. La teneur en polluants a été mesurée et s'est avérée comparable avec les cultures de plein champ, bien en dessous des normes européennes.

Parallèlement à ces recherches, Topager expérimente les associations de culture les plus adaptées au microclimat d'un toit parisien. Des variétés de tomates anciennes, fragiles donc difficilement transportables et introuvables sur nos étals mais aux excellentes qualités gustatives ont été récoltées, ainsi que des aubergines, des poivrons, des herbes aromatiques, des fraises, des framboises, des pommes...



Comparaison de différentes modalités sur des cultures de tomates et de salades avec l'INRA : bois et compost avec ou sans vers de terre et mycélium, terreau horticole.

Variété de tomates anciennes.

1 & 2. Essais d'associations de cultures et d'adaptation de variétés au microclimat du toit.
3. Evaluation de la biodiversité et de la résilience d'une prairie aromatique arbustive « sauvage » avec le Muséum National d'Histoire Naturelle.



L'AGRICULTURE PÉRIURBAINE, POUR UNE ALIMENTATION DE PROXIMITÉ

La préservation et la valorisation des espaces agricoles à proximité des villes représentent un enjeu fort pour un approvisionnement alimentaire local.

Les dangers de l'étalement urbain

Le phénomène physique d'extension des villes sur leur pourtour est un processus irréversible de recouvrement d'anciens espaces agricoles. Cette perte de terres pouvant contribuer à la production agricole, donc à pourvoir aux besoins alimentaires locaux, affaiblit davantage les villes, qui doivent se fournir auprès de producteurs plus éloignés. Les terres agricoles rendent également de nombreux autres services, de plus en plus reconnus aujourd'hui (voir tableau).

Les fonctions de l'agriculture périurbaine

Economique	Production (de biens alimentaires ou non) Fournir de l'emploi (direct ou indirect)
Sociale	Approvisionnement local Pédagogie (communication avec les consommateurs, faire découvrir le métier) Lien social Identité territoriale / patrimoine
Environnementale	Espace ouvert : qualité de vie Paysagère Eau / Biodiversité

Préserver les espaces agricoles

Les collectivités territoriales commencent à prendre conscience de la nécessité de préserver ces espaces et de s'en servir comme une infrastructure verte pour asseoir la ville durable de demain.

L'association Terre & Cité et le Plateau de Saclay

Les espaces agricoles du Plateau de Saclay sont essentiels à l'équilibre général des vallées et agglomérations qui les bordent. C'est pour cette raison que Terre & Cité travaille à l'échelle du Plateau de Saclay et de ses vallées attenantes.

L'association Terre & Cité œuvre pour mobiliser les acteurs du plateau et en préserver le caractère agricole et ouvert. Terre & Cité soutient également les initiatives de filières agricoles de proximité et a pour ambition de faire découvrir les terres agricoles du Plateau de Saclay et l'activité des agriculteurs qui les valorisent aux personnes qui y vivent, en commençant par le jeune public.

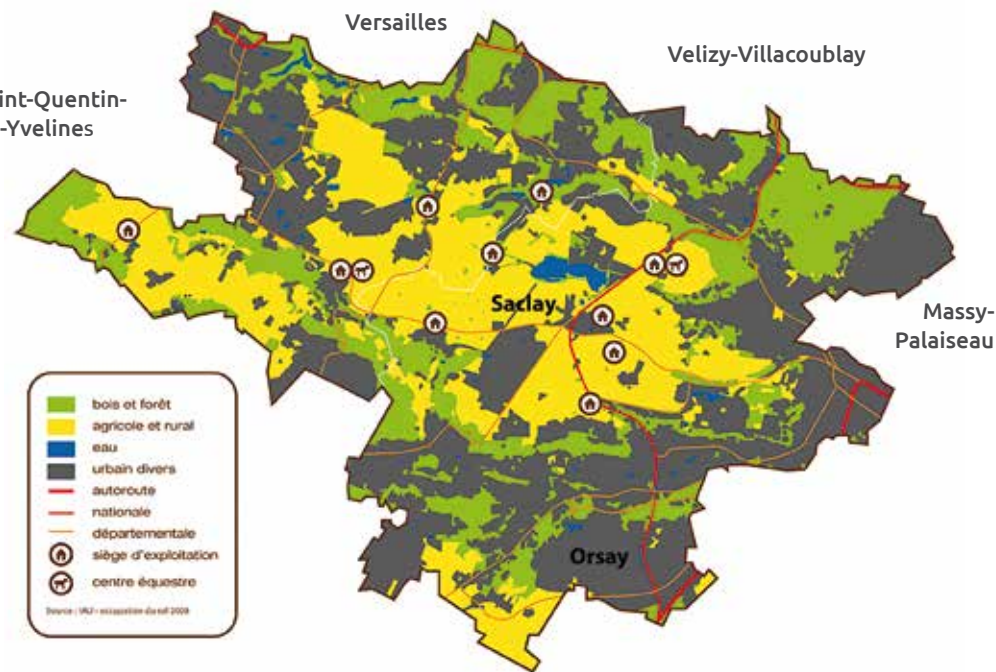


Charles Monville, aviculteur « La Ferme de Favreuse » à Bièvres.

Sur le Plateau de Saclay, il y a :

- 50% d'exploitations tournées vers les filières de proximité (deux fois la moyenne régionale)
- 10% des surfaces et 33% des exploitations en agriculture biologique (dix fois la moyenne régionale).
- une dizaine d'exploitants agricoles, des céréales, des poulets, des fruits et légumes, des déchets verts, des centres équestres et pensions de chevaux...
- de la vente directe à la ferme.
- des paniers sous forme AMAP (Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne), Jardins de cocagne (jardins maraîchers biologiques à vocation d'insertion sociale et professionnelle), paniers entreprises.
- de l'approvisionnement pour la restauration collective.
- une plateforme de compostage, des pépinières...

Saint-Quentin-en-Yvelines



« La France perd tous les 6-8 ans l'équivalent d'un département français en Surface Agricole Utile »
Philippe Pointereau, expert environnement SOLAGRO, association spécialisée dans la réalisation d'éco-bilans et d'études sur les énergies renouvelables

LES PRINCIPES DE LA MOBILITÉ DANS UNE VILLE BIOMIMÉTIQUE

Se déplacer en essaim, dans des véhicules construits avec des bio-matériaux, utilisant des procédés naturels comme l'aérodynamisme, et partager les moyens de transport...

Sortir de la dépendance énergétique

La question des transports est certainement l'enjeu le plus complexe auquel ont à faire face les villes. De la question de la dépendance énergétique (en Île-de-France les transports sont dépendants à 95 % des produits pétroliers) à celle de la qualité de l'air, en passant par les encombrements et les temps passés en déplacement, autant de sujets qui se heurtent à une croissance constante de la demande (7% par an, PDUIF 2012).

Les défis sont à la fois technologiques, sur les véhicules (motorisation, matériaux, carburant) et organisationnels. Dans la nature, les déplacements peuvent être très importants : une sterne arctique fait deux fois par an le voyage entre les deux pôles en dépensant très peu d'énergie. Un des principes de base est donc de voyager léger, de se ravitailler souvent et d'intégrer le combustible à la structure (la graisse, les muscles).

Des transports aux formes et aux matériaux naturels

Imaginer des transports inspirés du vivant, c'est d'abord réinviter les matériaux naturels au sein de nos modes de transport, tels que les fibres de bananier, de chanvre, de bambou, ou encore les résines végétales.

Mais cela nous amène aussi à travailler sur la forme, le poids et la vitesse de nos modes de transport.

Au même titre que les animaux volants s'appuient sur une combinaison de vol battu et de vol plané, nos moyens de locomotion aériens pourraient faire l'impasse sur le moteur et s'inspirer de principes d'aérodynamisme.

Nous pourrions aussi accroître l'efficacité de nos véhicules en captant l'énergie solaire, en prenant leur courant dans un rail électrique, évitant de transporter avec eux la source d'énergie et ainsi gagner du poids. Se déplacer en convoi constitue également un gain appréciable en énergie comme le montrent les vols en formation des canards sauvages.

Une mobilité réorganisée et partagée

Se déplacer en s'inspirant des principes du vivant amène également à repenser l'organisation de nos déplacements.

Gérer la fluidité

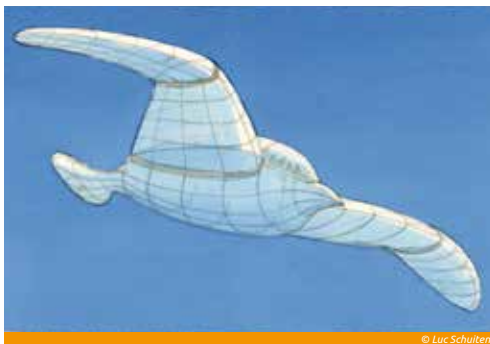
Au delà des impacts des transports, leur efficacité est dépendante de la fluidité, c'est à dire du nombre de véhicules qui peut circuler au même endroit au même moment. Dans la nature, les déplacements d'un grand nombre d'espèces s'effectuent sans une seule collision. Comme ces oiseaux qui volent en groupe de plusieurs centaines d'individus ou comme les bancs de poissons. Comprendre cette capacité permet de développer des systèmes de navigation. Ils pourraient permettre de densifier la circulation en limitant le risque d'accident.

Quelle perspective pour les transports de demain ?

La mobilité a été un fort accélérateur pour le développement des sociétés et des individus, en favorisant l'échange des savoirs. Alors qu'aujourd'hui beaucoup de nos déplacements sont subis, l'observation de la nature permet de dessiner plusieurs perspectives d'évolutions.

Ainsi, dans la nature, une espèce ne s'installe que dans les endroits où elle peut raisonnablement se nourrir, se reproduire, se reposer et vaquer en sécurité à ses activités sociales.

Afin de s'en inspirer, les transports modulaires individuels-collectifs à faible impact doivent être réinventés et l'accès aux services, sans mobilité subie, facilité.



© Luc Schuiten

L'ornithoptère à ailes volantes de Luc Schuiten, est un engin aérien imaginaire, sorte de dirigeable ultra léger constitué de membranes dont la surface capte l'énergie solaire et la transforme en électricité pour alimenter des moteurs électriques actionnant les hélices et les battements d'ailes. Sa progression lente et sa structure gonflable compartimentée rend ce mode de déplacement très sûr et particulièrement attrayant.



© Luc Schuiten

Le Chenillard imaginé par Luc Schuiten, est une petite voiture urbaine pour 2 ou 3 personnes. Elle se rend à l'adresse d'un appel et conduit les passagers à leur destination sans être pilotée. Elle est guidée par un cerveau qui interagit avec l'ensemble des autres véhicules situés à proximité. Ces petits engins, d'un poids dix fois inférieur à celui des véhicules utilisés de nos jours consomment très peu d'énergie.



© Matthew Hoelscher

L'observation des déplacements des bancs de poissons a contribué à développer de nouveaux systèmes de navigation et permis de voyager en groupe en partageant des informations avec les autres membres du groupe, pour fluidifier le trafic.



© Luc Schuiten

Le Tramodulaire, de Luc Schuiten, serait un petit tram modulaire constitué de petites voitures autonomes pouvant circuler seules sans conducteur et s'assembler à d'autres pour former un convoi.



AUTONOMO 2030, CONCEPT DE VÉHICULE INTELLIGENT ET AUTONOME

Associant le biomimétisme, l'intelligence artificielle, les technologies de l'information et le développement durable, Autonomo est un concept de véhicule intelligent et totalement autonome.

Fluidifier le trafic saturé

Autonomo est un concept de véhicule conçu pour l'année 2030 par Charles Rattray, designer industriel australien, dans le but de fluidifier le trafic saturé des mégapoles du monde et d'avoir une empreinte neutre sur l'environnement, tout en optimisant son efficacité énergétique.

Design aérodynamique et système de gestion collaborative de l'énergie

La forme aérodynamique associée à une gestion collaborative de l'énergie en peloton, comme les coureurs cyclistes, permet de réduire significativement ses dépenses énergétiques. En mode peloton, les véhicules partagent leur énergie en fonction du trajet qu'ils réalisent. Autonomo dispose de panneaux solaires photovoltaïques et de batteries légères pour stocker l'électricité.

Un véhicule intelligent qui perçoit l'environnement immédiat

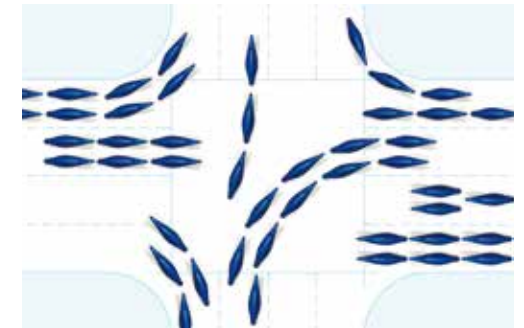
Autonomo est armé d'un ensemble de radars, de caméras, de scanners et de capteurs. Il peut ainsi reconnaître les objets, détecter les marquages au sol, lire les panneaux de signalisation, éviter les cyclistes et les dangers, interpréter les comportements des piétons, s'adapter aux conditions météo et à la surface du sol.

Un système de gestion centralisée du trafic permettra de prévenir tout changement dans les conditions de circulation. Lorsque des routes deviennent surchargées, le système détournera automatiquement le trafic sur des réseaux secondaires.

Autonomo pourra accueillir jusqu'à deux personnes et leurs bagages. C'est intelligent quand on sait que le taux d'occupation moyen d'un véhicule est à peine supérieur à une personne.



© Charles Rattray



© Charles Rattray

Les données en temps réel du réseau routier seront continuellement mises à jour sur un système de gestion de trafic centralisé.



© Charles Rattray

La forme aérodynamique de l'Autonomo, en mode peloton permet de réduire significativement ses dépenses énergétiques.



© Charles Rattray

La recherche sur le biomimétisme a apporté de nombreuses idées sur la façon dont les organismes individuels peuvent s'organiser naturellement et collaborer ensemble pour atteindre un objectif commun et ainsi économiser de l'énergie.



LA MOBILITÉ PARTAGÉE, PAR OUI SHARE

Internet modifie profondément les usages en matière de mobilité et donne naissance à une économie partagée, collaborative et fonctionnelle.

L'émergence d'une mobilité partagée

Nos usages autour de la mobilité évoluent pour des raisons économiques, par préoccupation de l'environnement et par envie de rencontres et d'échanges.

Cette mobilité repensée prend forme avec l'apparition d'une économie collaborative et la multiplication de sites de partage et d'échanges sur internet.

Les sites de partage de mobilité

Internet permet la mise en relation d'une offre et d'une demande entre particuliers, une gestion des flux en temps réel et des échanges autour de valeurs communes et de confiance.

Se créent des sites de partage entre particuliers (covoiturage.fr, buzzcar.fr, drivy.fr) et des sites de flottes de moyens de transport dédiés (autolib, vélib, zipcar.fr) avec une offre d'assurances qui s'adapte à la nouvelle demande.



Station de « vélo partagé » (Bike Sharing) à Hangzhou.

Vers une mobilité servicielle

Les acteurs de la mobilité entrent dans l'économie de la fonctionnalité qui consiste à remplacer la notion de vente du bien par celle de la vente de l'usage du bien.



Mobivia Groupe accompagne depuis plus de 40 ans les automobilistes du monde entier en leur apportant plus de confort, de sécurité et de qualité de service. Conjuguant le rêve de mobilité au respect de l'homme et de l'environnement, le groupe agit et innove pour une mobilité plus propre, plus accessible, plus responsable. La nouvelle filiale 02 City a inauguré de nouvelles solutions de mobilité électrique, avec un système de distribution locale et des bornes de recharge dans les centres Norauto.



Le covoiturage via BlaBlaCar a permis aux utilisateurs d'économiser un total de 182M€ tandis que le prix du baril de pétrole a augmenté d'une soixantaine d'euros en 2 ans.

La mobilité efficiente

La mobilité tend vers la gestion des flux en temps réel, la bonne information au bon moment, grâce à des outils numériques partagés (open data). Les portails d'informations aux voyageurs, les systèmes de supervision du trafic et les solutions de multi modalité permettent d'interconnecter les différents moyens de transport.

Vers la mobilité open source

Wikispeed est le premier constructeur automobile qui fabrique des voitures collaboratives, modulables, fiables et peu gourmandes en carburant. Le processus de fabrication se base sur une production décentralisée, c'est à-dire locale et à la demande. Leur prix est abordable et il est même possible de les construire soi-même.

« Les conducteurs avec 2 passagers réduisent leur consommation d'essence de 66%, avec 3 passagers, ils se déplacent gratuitement. »
source Blablacar)



9 sites de location de voiture entre particuliers en France (Peer 2 Peer)
Chez Blablacar :
• 3500 nouveaux inscrits / jour en Europe
• plus de 2 400 000 membres en Europe



VERS DES SOLUTIONS DE MOBILITE INNOVANTES

Être un constructeur automobile ne se résume plus aujourd'hui à concevoir, produire et vendre des voitures. Les clients attendent de nouvelles solutions de mobilité, pratiques au quotidien, et qui n'impliquent pas systématiquement la possession d'un véhicule. Ainsi, les deux marques de PSA Peugeot Citroën proposent de nouvelles offres autour d'une mobilité à la carte.

L'économie de fonctionnalité

L'économie de fonctionnalité vise à substituer à la vente d'un bien la vente d'un service ou d'une solution intégrée remplissant les mêmes fonctions que le bien. La valeur d'un produit pour le consommateur réside dans la fonction, donc des bénéfices qu'il retire de son utilisation en réponse à son besoin, et non dans la possession du produit en question.



© PSA

A fin 2012, Mu by Peugeot compte plus de 15 000 clients actifs dans les 110 points de vente de 7 pays européens. Citroën Multicity compte plus de 2,8 millions de visites, 24 000 transactions, 650 mises en relations dans le cadre de la location de voiture entre particuliers et le covoiturage.

Les bénéfices de l'économie servicielle pour les entreprises

- moindre dépendance de l'approvisionnement (prix, disponibilité...)
- plus grande maîtrise des produits sur le cycle de vie
- compétitivité par rapport à des concurrents dans des pays low cost
- fidélisation et plus grande proximité avec le client
- informations plus précises sur l'utilisation des produits

Les bénéfices sociaux et environnementaux de l'économie servicielle

- optimisation du coût d'utilisation et de maintenance
- augmentation de la durée de vie
- optimisation de la consommation de matières premières et d'énergie
- création d'emplois (de service) non délocalisables
- amélioration du service rendu au consommateur

47% des français considèrent l'autopartage comme un mode de déplacement d'avenir (TNS - SOFRES).

Citroën Multicity

Ouvert à tous, le portail www.multicity.citroen.fr, permet de préparer ses déplacements en comparant toutes les solutions possibles pour effectuer un trajet et permet d'acheter en ligne une location de voiture, des billets d'avion ou des nuits d'hôtel. Le portail propose aussi la location de voiture entre particuliers ou le covoiturage.



© PSA

Mu by Peugeot

Accessible à partir du site www.mu.peugeot.fr ou depuis un smartphone, l'offre Mu by Peugeot permet à chacun, d'accéder au juste moyen de transport, grâce à la location de produits ou d'accessoires de la gamme Peugeot : vélo, vélo à assistance électrique, scooter, voiture, véhicule utilitaire léger ou accessoire (GPS, coffre de toit, ...).

	Scooter 125cm ³ 49€ TTC/jour ⁽¹⁾
	107 29€ TTC/jour ⁽²⁾
	Vélo 5€ TTC/jour ⁽³⁾

© PSA



L'INFORMATION AU SEIN D'UNE VILLE BIOMIMÉTIQUE

La circulation, accessible et ouverte, de l'information, au sein d'une ville, peut être comparée à celle d'un écosystème naturel. Mais il est indispensable de repenser la partie matérielle de nos réseaux numériques, en s'inspirant de la nature, pour des systèmes électroniques non énergivores.

La loi de la jungle

D'après Darwin, nous savons que la sélection naturelle privilégie les individus les plus adaptés. Cependant, dans un cadre qui peut être concurrentiel, les espèces vivantes pratiquent aussi la coopération. La collaboration est donc première, même si la compétition resurgit en période de survie, en particulier quand les ressources se font rares.

Ainsi, la sélection naturelle, si elle permet de sélectionner les individus les mieux adaptés, n'est pas à l'origine de la formidable créativité du vivant qui est due à la collaboration entre espèces. La loi de la jungle est en réalité la coopération sous des formes très variées.

Pour résoudre des problèmes complexes comme en milieu urbain les solutions les plus créatives émergeront de réseaux intelligents qui facilitent la coopération.

Coopération et information

Toutes les formes de vie partagent un code unique composé d'un alphabet de quatre lettres ! Quatre bases qui composent le langage de l'ADN qui est une protéine qui détient le code source. Ce langage universel ne suffit pas à exprimer des propriétés d'un être vivant. L'information contenue dans les chromosomes constitués d'ADN est interprétée par des intermédiaires qui sont eux-mêmes sous l'influence de nombreux facteurs de l'environnement. Ces facteurs sont physico-chimiques mais également sociaux. En somme, il ne suffit pas d'avoir un code et un réseau aussi universels et géniaux qu'ils soient, ce sont les interactions qui font émerger les propriétés les mieux adaptées à la situation du moment. Les processus d'intelligence collective s'inspirent beaucoup de ces principes.



Les réseaux développés par les champignons sont de véritables réseaux d'information qui permettent à diverses espèces d'échanger entre elles.

Le numérique pour rendre les villes plus intelligentes

La mise à disposition d'un réseau d'information ouvert et accessible à tous peut fortement ressembler à la manière dont l'information circule dans le vivant et permet de faire émerger des réponses créatives.

Ces réponses ne seront pas nécessairement durables. L'innovation qu'elle soit technologique ou sociale n'est pas nécessairement positive.

Pour l'être, elle doit s'inscrire dans une vision collective, elle-même inscrite dans un espace démocratique et d'adhésion à une durabilité compatible avec les équilibres de notre planète.



L'un des web de la nature est constitué par des champignons dont les mycéliums constituent un véritable réseau où l'information circule par voie chimique. L'association des bactéries et des plantes nous montre comment la circulation d'information et la coopération rendent les systèmes agricoles plus fertiles. Une ville en réseau serait-elle plus fertile ?

L'immatériel très concret

La partie logiciel des réseaux open source ressemble beaucoup à la manière dont fonctionne le vivant. Mais la partie machine a un fort impact sur l'environnement.

En effet, les activités numériques sont considérées comme immatérielles parce que virtuelles. Les réseaux qui sous-tendent l'information numérique sont quant à eux bien matériels. L'électronique est très énergivore et consommatrice de nombreuses matières premières, des métaux rares, des ressources épuisables. Quant aux serveurs et terminaux ce sont des ogres énergivores.

La nature peut être aussi une source d'inspiration pour l'électronique à base carbone en offrant des solutions de transmission de l'information à faibles coûts. L'électronique du silicium est efficace mais très coûteuse en énergie. La généralisation des réseaux et la croissance des usages sociaux nécessitent de trouver des réponses durables basées sur une transmission de l'information utilisant des matériaux renouvelables, recyclables et non toxiques. Les cellules le font, elles, en permanence.



Réseau de neurones pouvant être comparé à un réseau virtuel numérique.

A	B	Relation
+	+	Mutualisme/symbiose
+	0	Commensalisme
0	0	Coexistence
+	-	Parasitisme/prédation
-	-	Compétition

Les relations entre espèces.

© Biomimicry Europa

© André-Ph. D. Picard

© Rob Hill

© Wieschoo via Creative Commons



ISSYGRID[®], PREMIER RÉSEAU INTELLIGENT DE QUARTIER EN FRANCE

Les « smart cities » ou villes intelligentes optimisent leur production et leur consommation énergétique par la mise en réseau de leurs bâtiments capables de produire de l'énergie, de la stocker et de la redistribuer.

L'efficacité pour maître mot

Issy Grid est une réalisation pilote fondée sur une triple logique :

- consommer mieux tout en incluant les nouveaux usages de consommation énergétique (autolib, voitures hybrides, collecte des déchets, ...) il s'agit de s'inscrire dans cette tendance de consommation énergétique
- intégrer harmonieusement la production locale d'énergies renouvelables
- optimiser la gestion de l'énergie à l'échelle du quartier (bureaux - logements - commerces - équipements publics), en l'intégrant au réseau de distribution publique et en ayant recours à des moyens de stockage

Premier site pilote en France d'optimisation énergétique à l'échelle d'un quartier, IssyGrid[®] a été créé à l'initiative de la Ville d'Issy-Les-Moulineaux et de Bouygues Immobilier avec des acteurs qui réunissent l'ensemble des compétences stratégiques et techniques du smart grid : Alstom, Bouygues Energies & Services, Bouygues Telecom, EDF, ERDF, Microsoft, Schneider Electric, Steria et Total.

Les résultats & perspectives

Le processus opérationnel s'appuie principalement sur la mise en place d'une interface logicielle. Véritable tableau de bord intelligent, cet outil permet d'obtenir une mesure précise des consommations d'énergie des différents usages (éclairage, informatique et télécommunications, chauffage, ventilation, climatisation, eau chaude, parkings, ascenseurs, recharge des véhicules électriques). Le dispositif sera complété à court terme par un système d'aide au Pilotage du bâtiment contribuant au lissage des pointes de consommation et procédant ainsi à «l'effacement» (des pics de consommation), en intervenant sur les paramètres de consommation tout en préservant le confort des utilisateurs.

L'agrégation des données recueillies dans ces bâtiments résidentiels et tertiaires, permet de définir les premières courbes de consommation comparatives, par rapport à la consommation de la ville et à la consommation nationale.



IssyGrid[®] est un projet reconnu à différentes échelles territoriales. Au niveau régional, il a reçu le label Grand Paris. La communauté d'agglomération Grand Paris Seine Ouest l'a intégré à son contrat de développement territorial. Au niveau local, IssyGrid[®] a été récompensé par l'Isséen d'Or.



Développé tout d'abord au sein du quartier d'affaires Seine Ouest à Issy-les-Moulineaux (près de 10 000 personnes sur un périmètre de 160 000 m²) en 2012, le projet sera étendu en 2013 aux 1 600 logements du quartier du Fort d'Issy.

© Antoine Levesque



QUAND L'URBANISME DEVIENT COLLABORATIF GRACE AU NUMÉRIQUE

7 milliards d'urbanistes pour améliorer les villes....

Urbanisme collaboratif

Issue du monde de l'architecture et de l'urbanisme, UFO, start-up qui participe à l'émergence de nouveaux outils pour un urbanisme plus ouvert et plus collaboratif, utilise la puissance de la culture du numérique et des jeux vidéo pour répondre aux enjeux d'une planète de plus en plus urbaine.

Persuadé qu'une implication forte de la société civile est la solution pour des villes plus vivables et plus durables, UFO s'associe à des laboratoires de recherche et des industriels pour développer des plateformes d'urbanisme collaboratif universelles, transparentes et simples d'utilisation.

Villes sans limite

Pédagogique et sans position surplombante, l'application Villes sans limite permet de composer sa vision personnelle du futur d'un quartier. A partir de trois photographies représentant trois différents points de vue d'un quartier, il est possible de faire varier 6 curseurs et ainsi d'ajouter ou d'enlever des éléments urbains, de faire pousser des arbres, faire monter les bâtiments... et de composer son projet urbain parmi plus de 15 000 possibilités.

Le partage en Open Data et en temps réel des résultats de l'application permet autant d'assurer la transparence de la démarche de concertation que de construire les bases d'un dialogue constructif entre professionnels et société civile.



Manipulation In Situ quartier Bastille - festival Futur en Seine 2011.



Galerie - visualisation en temps réel des commentaires et mixes des autres utilisateurs.



1. © UFO - urbanfab.org



2. © UFO - urbanfab.org



CO-CONCEPTION

3. © UFO - urbanfab.org

« Je fonde énormément d'espoir sur Villes sans limite. C'est un moyen de mieux mener le débat démocratique, avec la capacité de toucher de nouvelles strates de population. »
Michael Delafosse, 1^{er} adjoint chargé de l'urbanisme, Ville de Montpellier

Présenté dans sa version prototype au festival Futur en Seine 2011, l'outil *Villes sans limite* a depuis été implémenté sur le parvis Sud de la gare de Rennes. En une semaine, l'application avait enregistré plus de 600 mixes validés par les utilisateurs. En cours de développement en Europe, au Brésil et au Japon, le prochain *Villes sans limite* sera implanté à Montpellier, sur le quartier de la Pompignane.

1. Open data - visualisation en temps réel des données produites par les autres utilisateurs. 2. Mix - plus de 15000 combinaisons possibles. 3. Manipulation In Situ Rennes - parvis gare sud 2012.



VERS LA VILLE BIOMIMÉTIQUE... LA VILLE DE DEMAIN



Illustration Place de la cité, Bruxelles, de Luc Schuiten.

Bienvenue dans une ville qui recycle tout, qui fonctionne aux énergies renouvelables, qui récompense la coopération, qui développe la diversité, qui utilise les richesses locales, qui puise sa créativité dans les limites qui lui sont imposées...

Une ville qui s'inspire de la nature, pour concevoir des produits, des procédés et des systèmes innovants.

Bienvenue dans la ville biomimétique, la ville de demain.

