

Biomimétisme

Naturellement Génial !

Dr. Olivier Allard

13 Nov 2012



After-work à l'AA-ESIEE

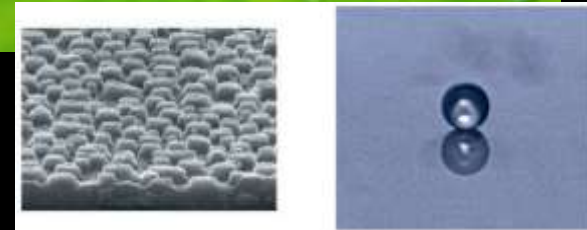
Georges de Mestral, 1948



Velcro



Effet Lotus



Plan





Concept

Impact économique

Les 3 niveaux d'imitation

Les principes du vivant

Domaine d'application

Succes stories

Perspectives



Le Biomimétisme

Cela consiste à observer dans la nature les modèles existants pour en comprendre l'intelligence, et tenter *in fine* d'en faire des applications concrètes et durables dans des secteurs de l'économie et de la société très variés.





Durabilité

Un « développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».


du rapport Brundtland (1987, ONU)



3,8 milliards d'années de R&D dans le laboratoire Terre

- >8 millions d'espèces vivantes dont seulement 14,1 % découvertes, décrites et cataloguées.
- Chacune a développé des stratégies étonnantes pour s'adapter à son environnement.
- Seules survivent les stratégies optimales sous l'œuvre de la sélection naturelle.





**Nous observons les meilleures performances en terme
d'économie d'énergie et de matières premières, de
résilience...**

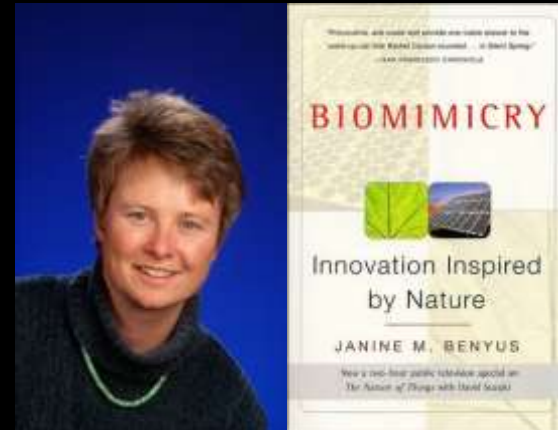
Les solutions du vivant ne sont pas seulement optimales,
elles sont toujours basées sur des principes en soutien à
la vie.

**Quelque soit le défi technique, il y a de fortes chances
qu'une ou plusieurs espèces ait déjà fait face à ce défi et
l'ait résolu de manière efficiente.**

**Le champ des découvertes possibles est vaste et le
catalogue des bonnes idées à imiter est immense !**

Biomimicry : innovation inspired by nature

Paru aux USA en 1997



- 1. La nature comme modèle** : Le Biomimétisme est une nouvelle science qui étudie les modèles de la nature, puis imite ou s'inspire de leur design et processus pour résoudre des problèmes humains.
- 2. La nature comme mesure** : Le Biomimétisme propose d'utiliser les standards de l'écologie pour juger de la « justesse » de nos innovations. Après 3.8 milliards d'années d'évolution, la nature a appris : ce qui marche, ce qui est approprié, ce qui dure.
- 3. La nature comme Mentor** : Le Biomimétisme est une nouvelle manière de considérer et d'apprécier la nature. Il introduit une ère fondée non pas sur ce que nous pouvons extraire du monde naturel mais sur ce que l'on peut apprendre de lui.





Le biomimétisme source d'innovation et de développement durable

2005-2008 biomimétisme : produits + projets architecturaux → 1,5 milliards \$

Industrie de la chimie

- Nouveau procédés de synthèse inspirés du vivant
- La Chimie du 21ème siècle : un retour aux Sources ? Réinvention du carbone végétal : la bio-raffinerie



- Alimentation
- Pharmacie, cosmétiques
- Détergences, Lubrifiants
- Plasturgie , textiles
- Papiers, encres , peintures
- Ciment , céramiques, verres
- Adhésifs
- Etc ...



Matériaux : où l'on s'inspire de structures existantes dans la nature:

biomatériaux, biodégradable, matériaux résistants, autonettoyants, autocicatrisants,...

Génie mécanique : aéronautique, spatial, transport ferroviaire, automobile,...



Energie : Renouvelable (éolien, courants marins et fluviaux, photoélectrique,...)



Robotique (Bionic) : pour ce qui touche à la vision, à la locomotion, aux chocs,...





Entreprises



Mercedes-Benz

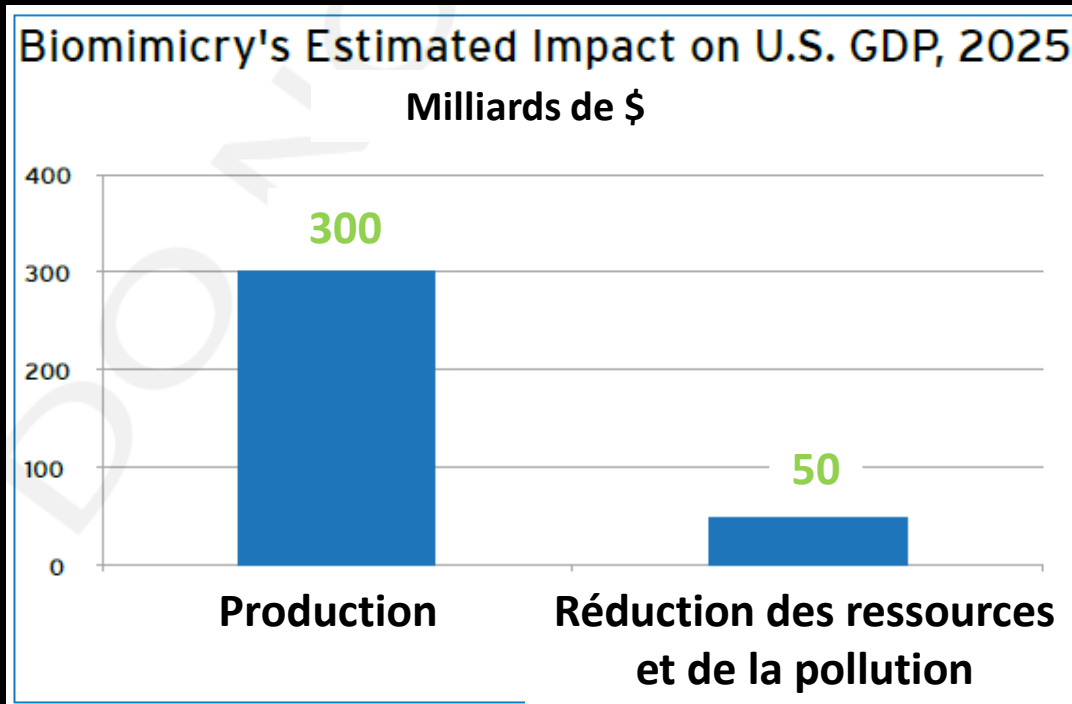




Impact estimé du biomimétisme sur l'économie aux USA en 2025



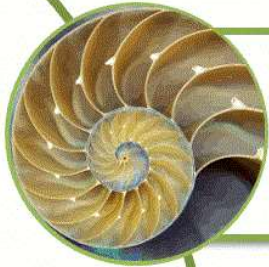
Fermanian Business
&
Economic Institute



**1.6 million jobs
aux USA**

**FBEI: le biomimétisme peut générer
~1000 milliards de \$ à travers le monde
d'ici 2025**





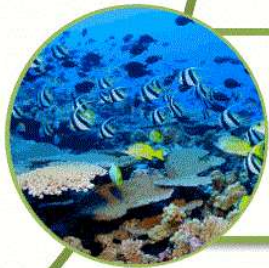
- **Imiter les formes**
Style

Niveau 1



- **Imiter les processus**
Technologie

Niveau 2



- **Imiter les écosystèmes**
Développement durable

Niveau 3



Martin Pêcheur



Shinkansen, Japon



- Réduction de 15% de la consommation en électricité pour une vitesse accrue de 10%
- Plus de bang sonore



- Imiter les formes
Style

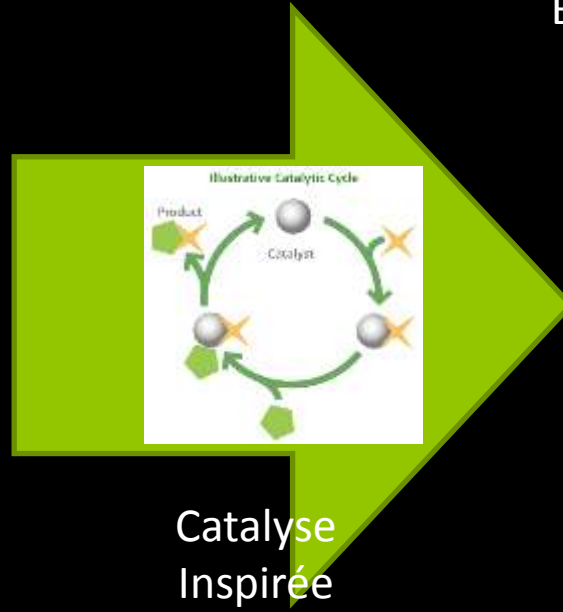




Nécessite de la R&D



- Imiter les processus Technologie



Bio-plastiques



Catalyse
Inspirée
des plantes

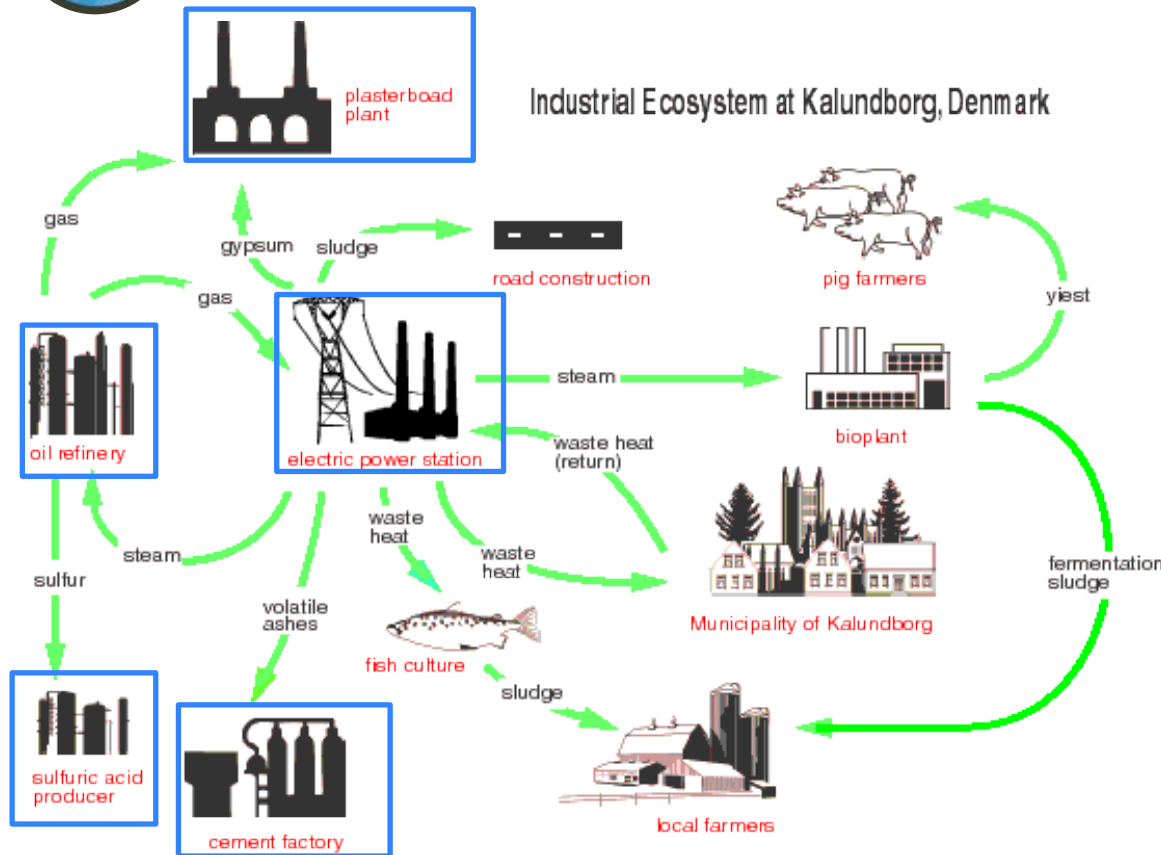




permet à ses membres d'échanger matière, eau et énergie de manière lucrative pour chacun d'eux.



- **Imiter les écosystèmes**
Développement durable



Les résultats obtenus par ce système sont surprenants :

- **Réduction de la consommation annuelle de ressources**
 - Pétrole : 3 000 t
 - CO2 : 130000 t
 - Cendres volantes : 65000 t
- **Réduction des émissions**
 - Azote : 1300 t
 - SO2 : 380 t
 - Eau : 1200000 m3
 - H2S : 2800 t | Biomasse liquide : 280000 m3
- **Recyclage des déchets**
 - Phosphore : 550 t
 - Biomasse solide : 97000m3
 - Gypse : 170000 t |

Revenus annuels dégagés : 10 M\$

- l'usine Novo Nordisk de production d'enzymes et de produits pharmaceutiques (insuline...)
- la centrale thermique au charbon Asnaes Power Station
- l'usine de production de panneaux de placoplâtre Gyproc
- la raffinerie Statoil
- l'entreprise de dépollution des sols Bioteknisk Jordrens





Au-delà des exemples

**comment la nature procède-t-elle ?
Quel est son savoir-faire ?**

Ouvrons le manuel d'instructions

Les principes du vivant



Besoin d'une vue panoramique

Voir le vivant à travers ses motifs et ses règles





« les conditions du système qui a accueilli la vie »

→ **Le système Terre est fini et borné**

Les ressources sont limitées. Un modèle économique basé sur une croissance matérielle infinie avec des ressources finies n'est donc pas viable. Il faut opérer une transition vers une économie plus dématérialisée et qui recycle ses matériaux.

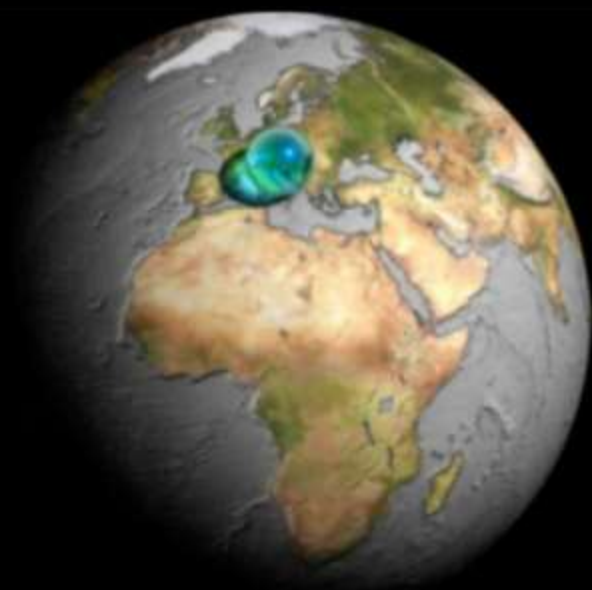
L'environnement est en équilibre dynamique

Nous savons depuis le début du siècle dernier que l'univers est en expansion, qu'il n'est pas stable. Dans notre région d'univers notre soleil lui-même évolue, son rayonnement fluctue au court du temps. Le soleil, nous le savons aussi conditionne la vie sur terre. Le vivant s'est donc développé dans des conditions changeantes en permanence. Le vivant lui-même agissant également sur son environnement, modifie le milieu dans lequel il prospère. Les changements sont donc intrinsèquement liés à la vie. C'est ce qui a permis au vivant de développer des capacités d'adaptation et d'évoluer au court du temps.

La planète est basée sur l'eau

La vie est apparue dans les océans et a donc utilisé cette ressource première pour se construire et pour évoluer. La vie étant basée sur l'eau tous les mécanismes du vivant doivent garder l'eau saine sous peine de disparition.

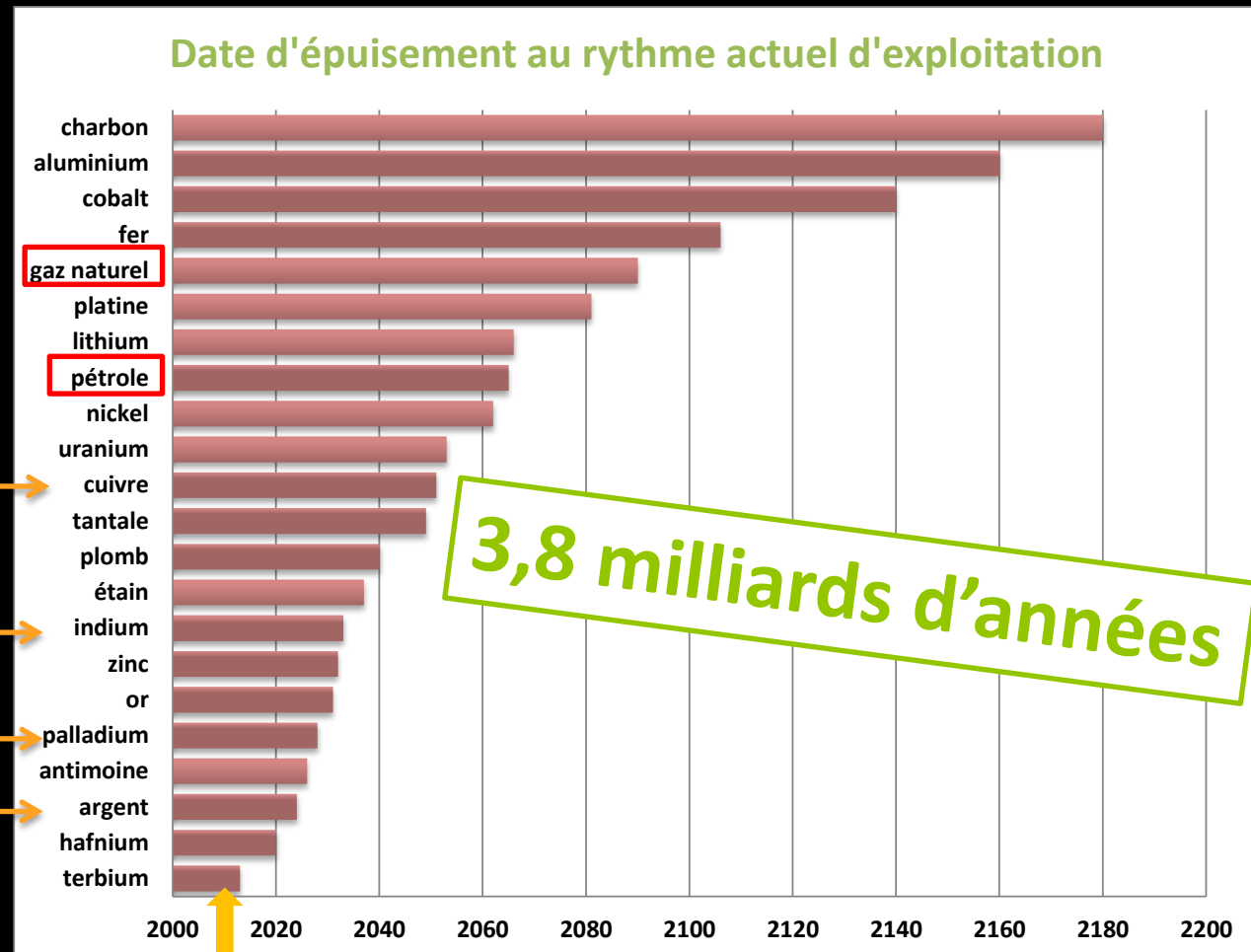








Les matières premières sont limitées



Electricité
Electronique

Écrans plats

Electronique

Médecine
Photovoltaïque
Electronique

3,8 milliards d'années

Graphique sur l'épuisement temporel des ressources réalisé à partir des données de l'USGS (le service géologique des Etats unis) <http://minerals.usgs.gov/>

Aujourd'hui



téléphones cellulaires, ordinateurs, télécopieurs, téléviseurs, électronique embarquée des véhicules...



« les conditions du système qui a accueilli la vie »

Le système Terre est fini et borné

Les ressources sont limitées. Un modèle économique basé sur une croissance matérielle infinie avec des ressources finies n'est donc pas viable. Il faut opérer une transition vers une économie plus dématérialisée et surtout qui recycle ses matériaux.

L'environnement est en équilibre dynamique

Nous savons depuis le début du siècle dernier que l'univers est en expansion, qu'il n'est pas stable. Dans notre région d'univers notre soleil lui-même évolue, son rayonnement fluctue au court du temps. Le soleil, nous le savons aussi conditionne la vie sur terre. Le vivant s'est donc développé dans des conditions changeantes en permanence. Le vivant lui-même agissant également sur son environnement, modifie le milieu dans lequel il prospère. Les changements sont donc intrinsèquement liés à la vie. C'est ce qui a permis au vivant de développer des capacités d'adaptation et d'évoluer au court du temps.

La planète est basée sur l'eau

La vie est apparue dans les océans et a donc utilisé cette ressource première pour se construire et pour évoluer. La vie étant basée sur l'eau tous les mécanismes du vivant doivent garder l'eau saine sous peine de disparition.



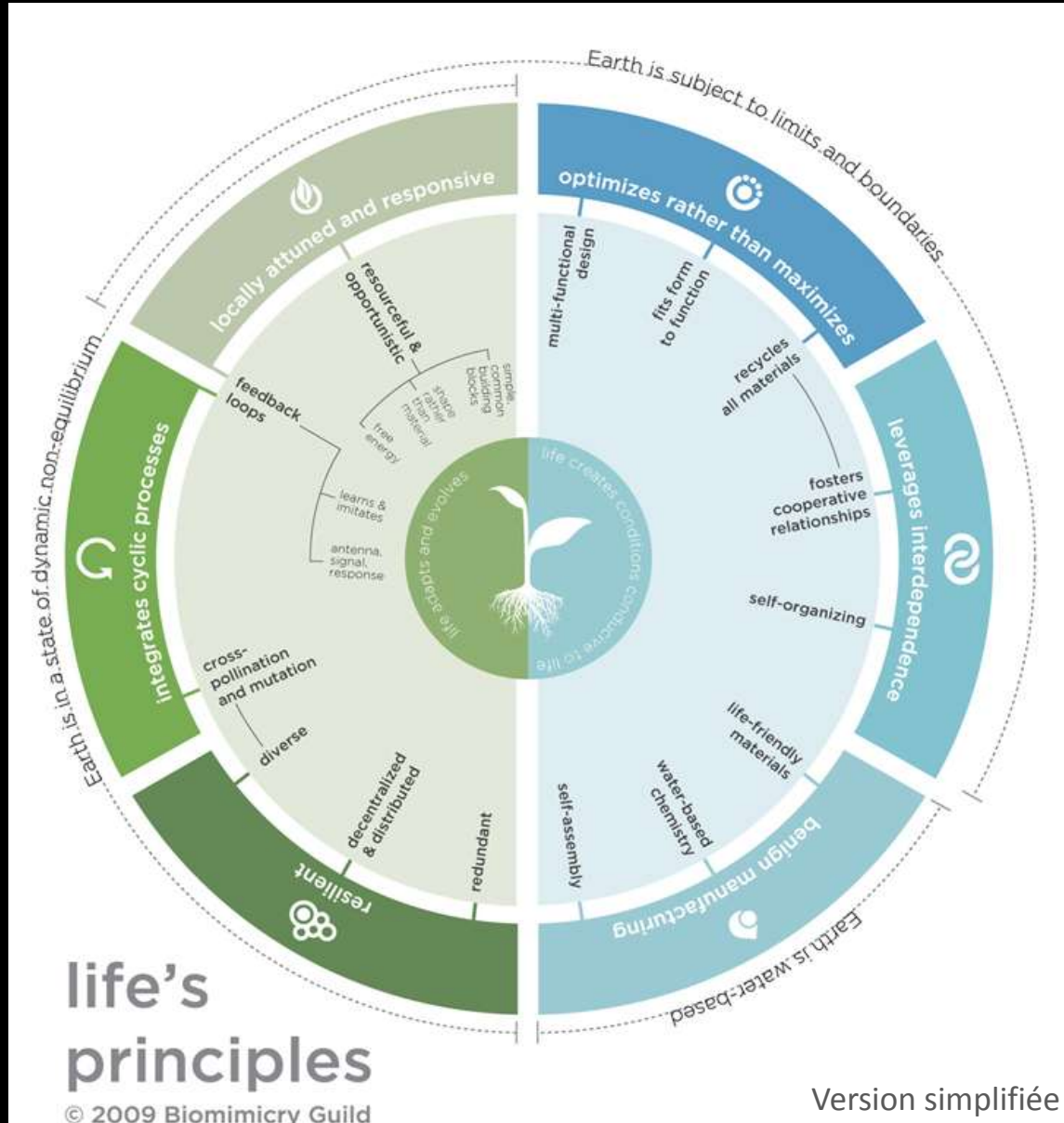
Les leçons du vivant

- Le vivant utilise principalement l'énergie solaire
- Le vivant n'utilise que la quantité d'énergie dont elle a besoin
- Le vivant recycle tout
- Le vivant récompense les coopérations
- Le vivant parie sur la diversité
- Le vivant travaille avec des ressources locales
- Le vivant utilise les contraintes comme des opportunités

La vie crée les conditions propices à la vie



Les principes du vivant



Aide à s'ouvrir
l'esprit et être
inspiré !

Principes
et points
de départ
pour
de
nouvelles
réflexions

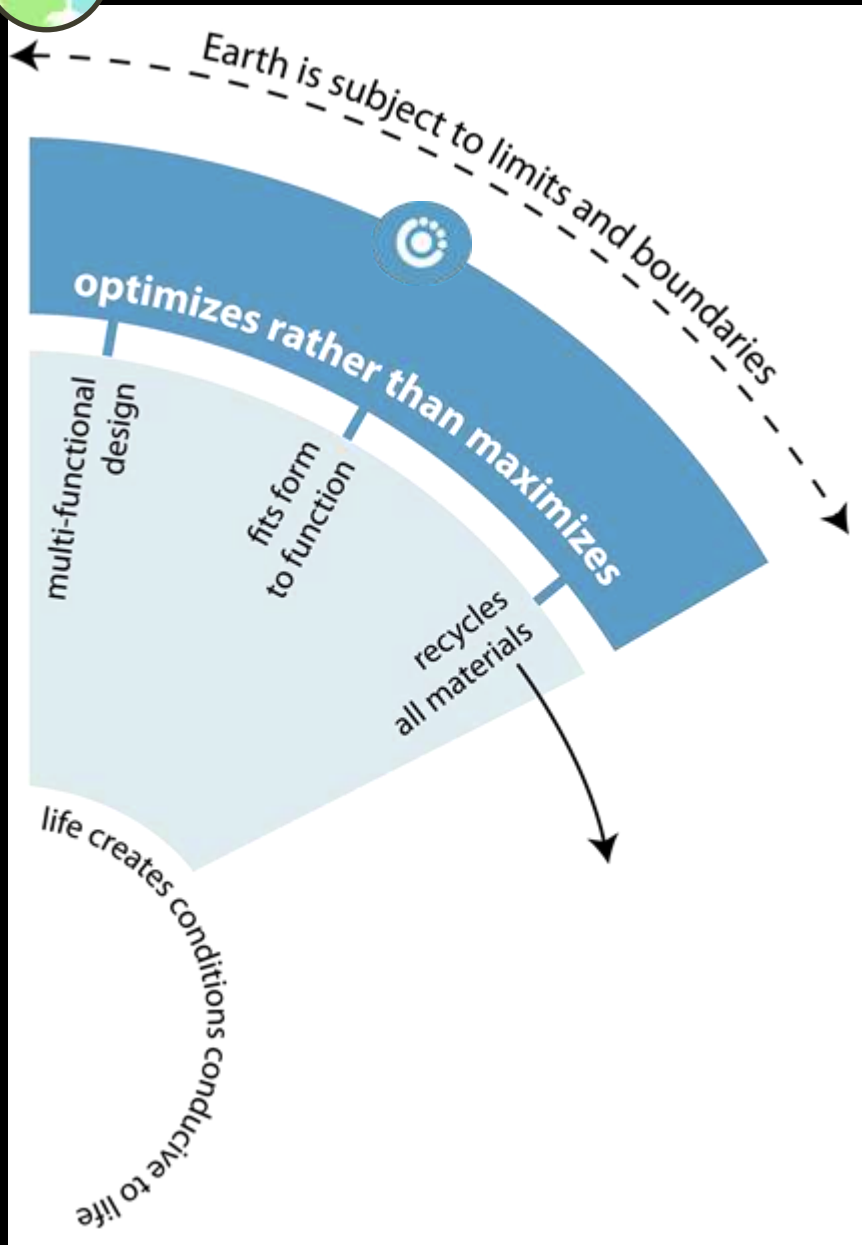
Version simplifiée

Optimiser plutôt que maximiser

Adapte la forme à la fonction

Conçoit de manière multifonctionnelle

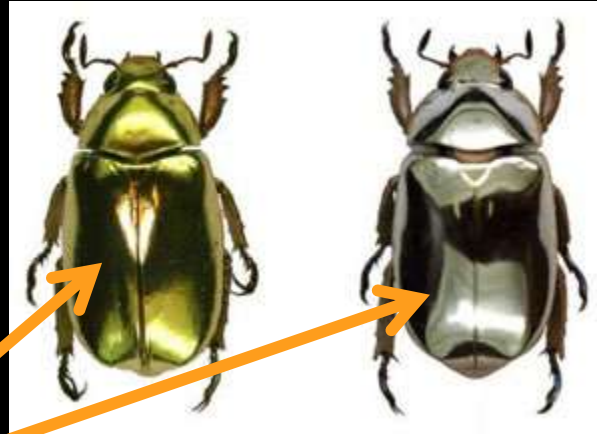
Recycle tous les matériaux



Adapte la forme à la fonction

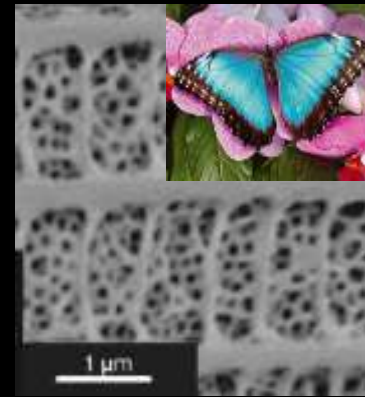
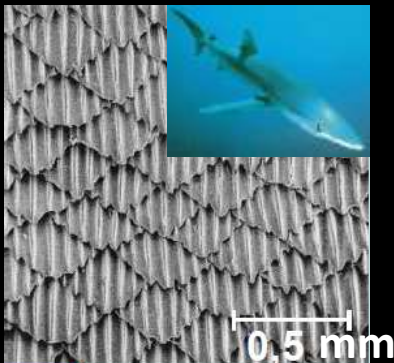
La structure confère la fonction → stockage d'information

scarabées dorés (*Chrysina aurigans*) et argentés (*Chrysina limbata*).



Pas de pigment

Propriétés optiques :
structure multicouche



Conception multi-fonctionnelle

Exemple de conception humaine :

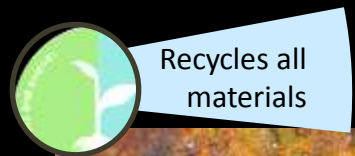
Emballage une couche :

- pour la rigidité
- pour l'encre
- contre l'humidité
- pour prévenir de l'oxydation
- pour empêcher la lumière de pénétrer

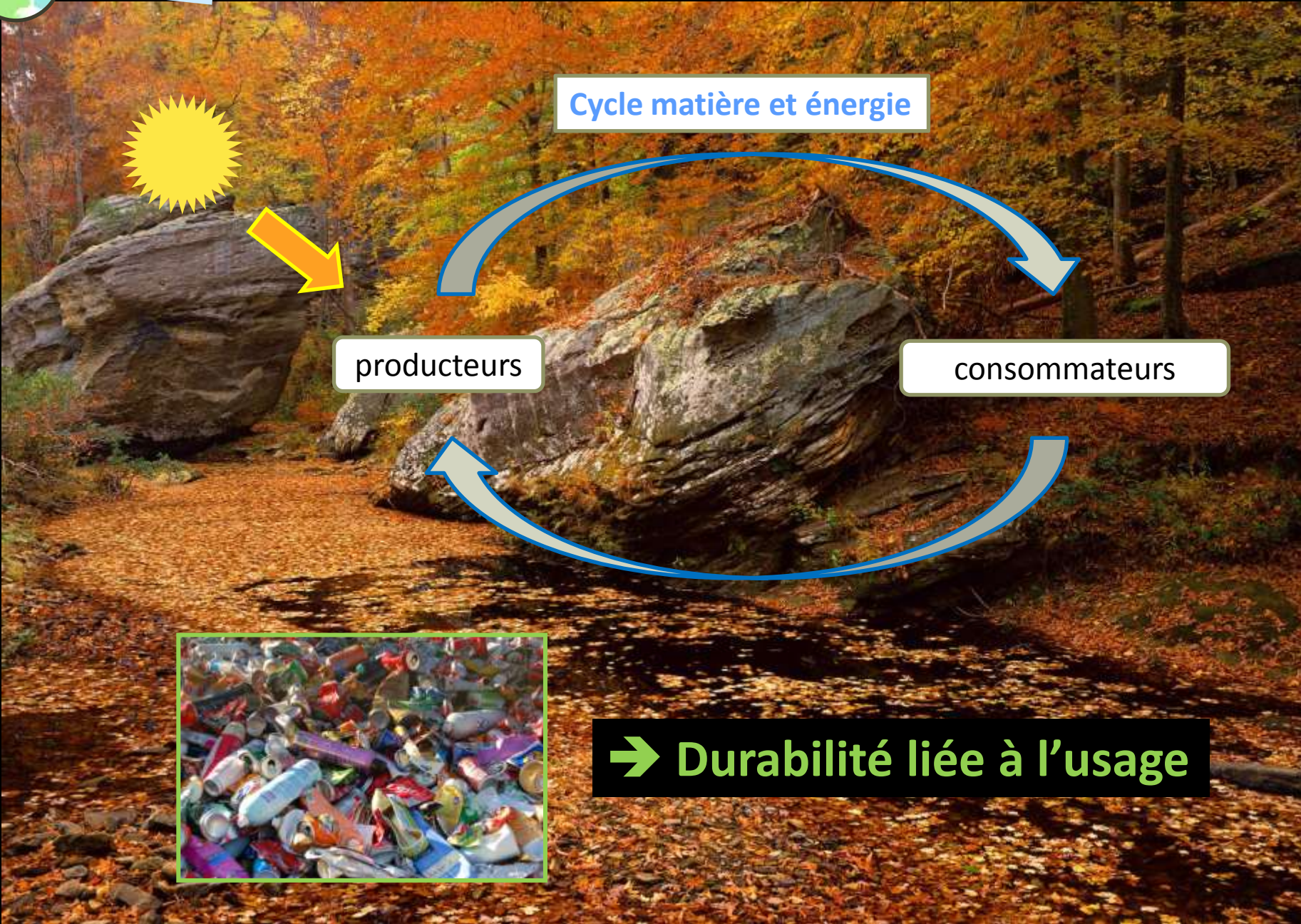
5 matériaux



scarabées dorés (*Chrysina aurigans*) et argentés (*Chrysina limbata*).



Recycle tous les matériaux



Cycle matière et énergie



producteurs

consommateurs

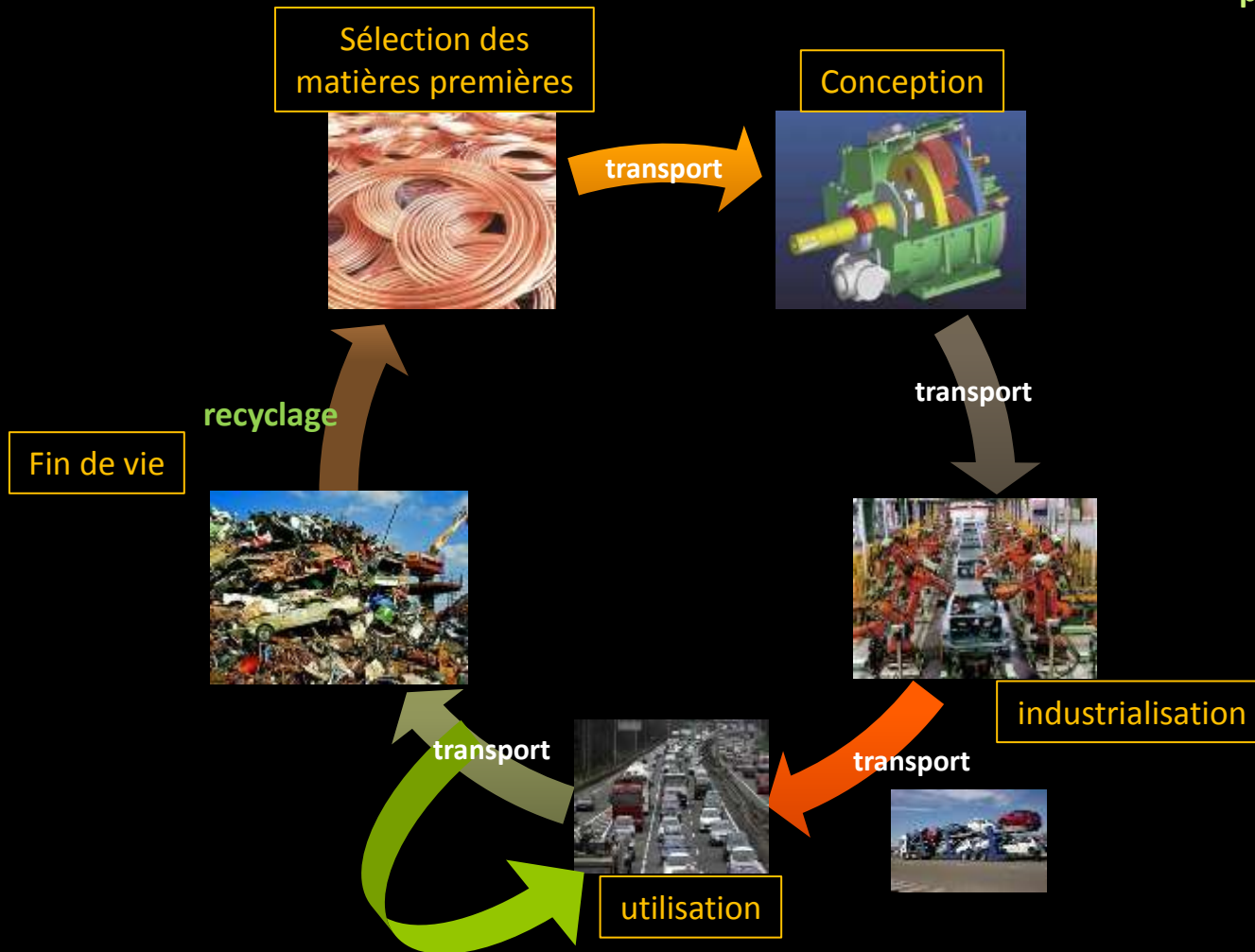


→ Durabilité liée à l'usage



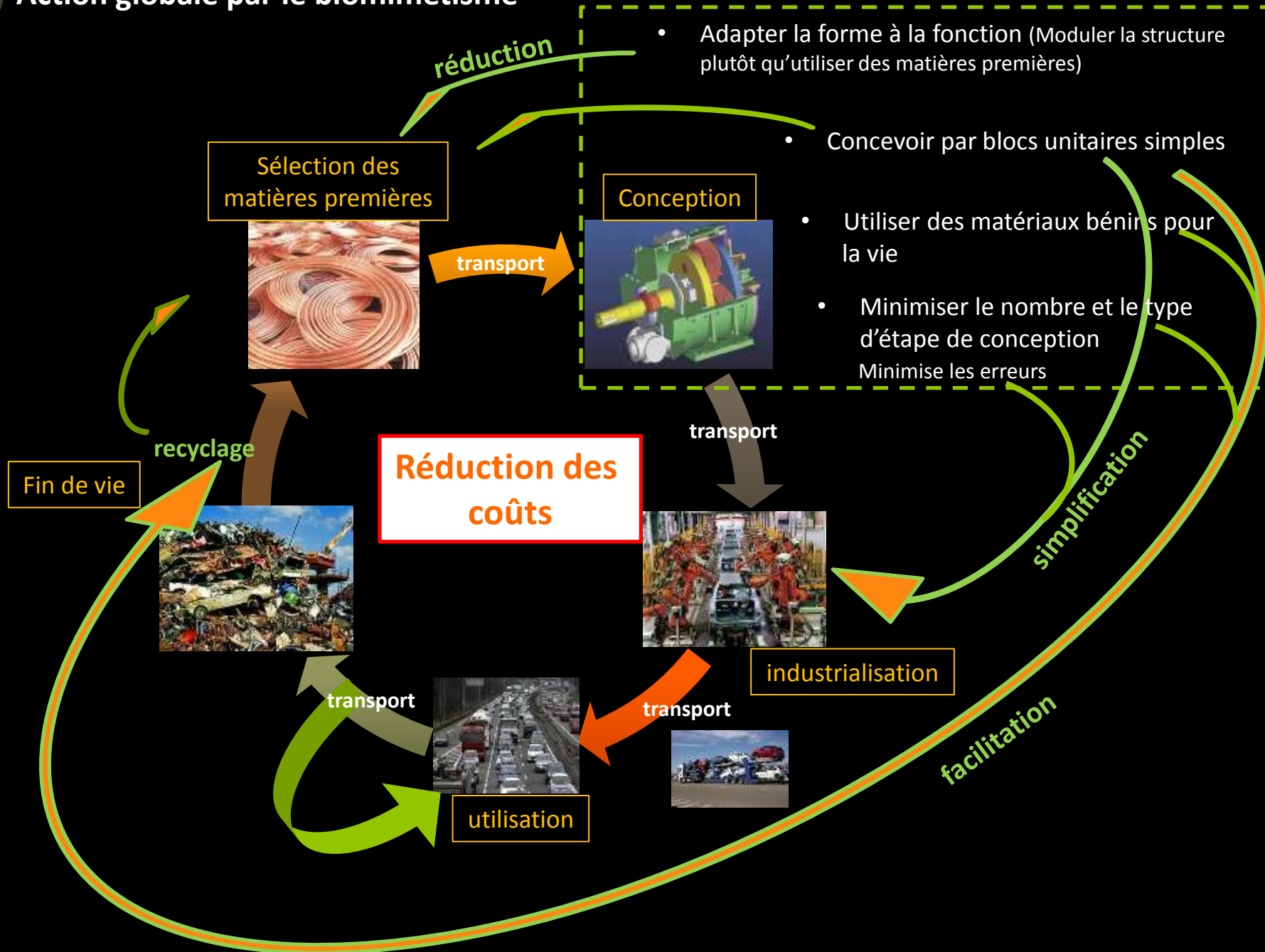
Action globale par le biomimétisme

Chaque étape du cycle de vie produit introduit des opportunités de conception plus optimales et plus économes en énergie et en matières premières.





Action globale par le biomimétisme

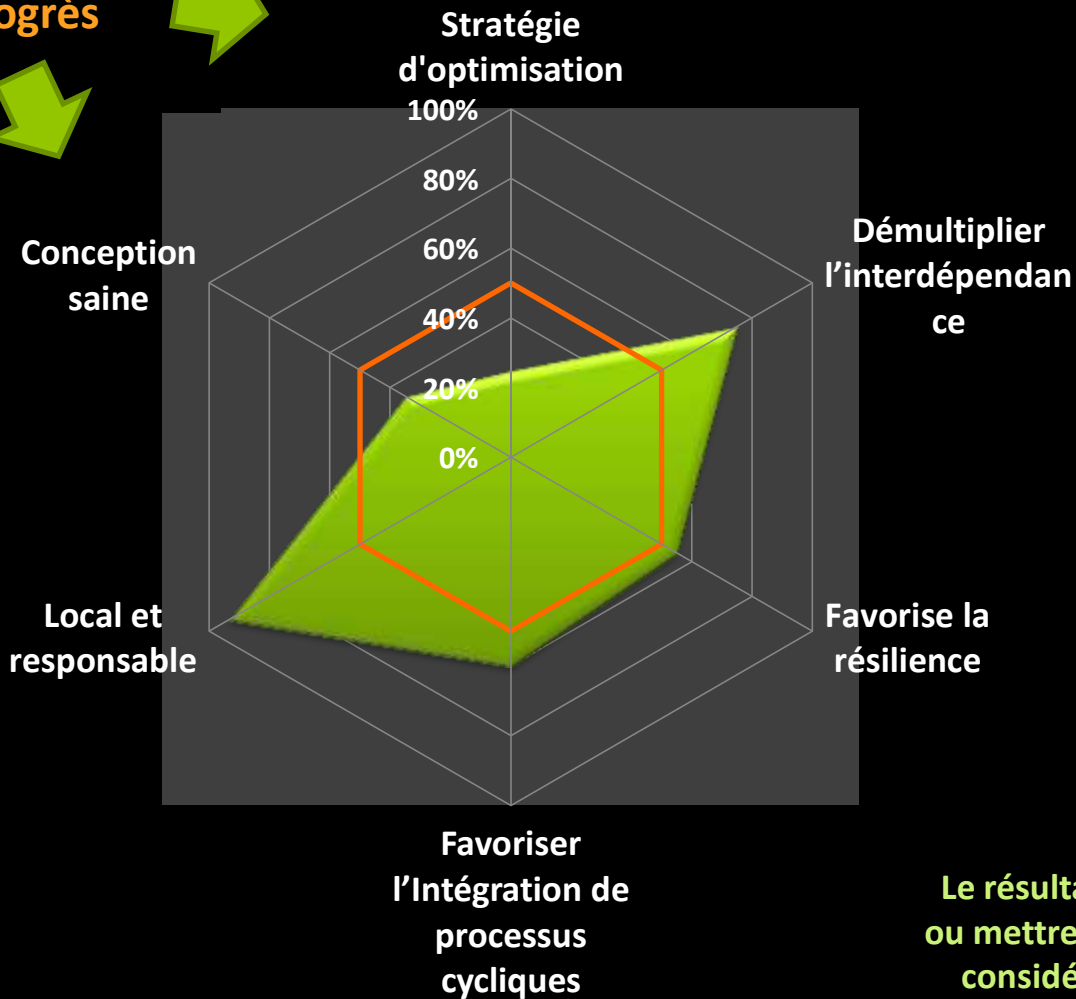




			Coéf	Note	Chiffres communiqués par Interface® pour 2010
Critères biomimétiques	Stratégie d'optimisation	Conception multifonctionnelle	1	1	Les dalles sont facilement transportables, modulables, permettent la retention des poussières fines, l'isolation thermique et phonique (voir texte).
		Forme adaptée à la fonction	1	1	Imite les poils microscopiques (setae) des doigts des geckos qui offrent une adhérence très élevée avec divers supports
		Recyclabilité	1	1	Les dalles détachables peuvent être renvoyées à Interface® après usage ou lors de détérioration
	Démultiplier l'interdépendance	Favorise la coopération	1	0,5	Sensibiliser nos partenaires, clients, collectivités, industries et fournisseurs de la nécessité de s'engager sur la voie du développement durable.
		Auto-organisé	1	0	
	Favorise la résilience	Utilise la redondance	1	0	
		Est diversifié	1	0,3	Les entreprises de transport avec lesquelles nous travaillons à utiliser d'autres modes de transport, comme le train ou les péniches, dès que cela est possible
		Est décentralisé	1	0,9	99,7 % des produits vendus en Europe sont fabriqués en Europe, 87% aux USA
	Favoriser l'intégration de processus cycliques	Utilise des boucles de rétroaction	1	1	Différentes boucle de recyclage et d'énergie ont été mis en place dans les usines de fabrication des dalles de moquettes
		Permet des croisements et des mutations	1	0,2	Les motifs afin de les rendre aléatoire permettent de mélanger les styles à volonté
	local et responsable Etre Ingénieur et opportuniste	Peut se subdiviser en blocs unitaires simples	1	1	Les moquettes sont subdivisées en dalles remplaçables
		Module la forme plutôt qu'utilise différents matériaux	1	1	Les propriété d'adhérence des attaches des dalles sont obtenues par la forme des poils microscopiques des attaches plutôt que par l'emploi de colles
		Est économe en énergie	1	0,8	30% de l'énergie utilisée provient des énergies renouvelables (éolien, solaire,...) (100% en Europe) et 48% de réduction de la part des non-renouvelables.
	Conception saine	N'utilise que des matériaux bénins pour la vie	1	0,7	N'utilise aucune colle pour attacher les dalles de moquette. Imite les geckos. 40% des matériaux sont biologiques ou issus du recyclage
		Utilise la chimie basée sur l'eau	1	0,4	Utilise le Nylon (provient de l'industrie de pétrol) mais Interface® réduit sa consommation d'eau de 80% et réfléchit à remplacer le Nylon par une matière plus saine
		Privilégie l'auto-assemblage	1	0,3	Les dalles ne sont pas fabriquées par auto-assemblage, mais le procédé de découpe à été amélioré par l'emploi de coupes ultrasoniques, avec une réduction des chutes de Nylon.
Totaux			16	10,1	



Voies de progrès



Le résultat vient compléter ou mettre en valeur d'autres considérations tels que :
L'avis des consommateurs, la sécurité, le time-to-market, la réduction des coûts, faisabilité industrielle...





Scarabée de Namibie



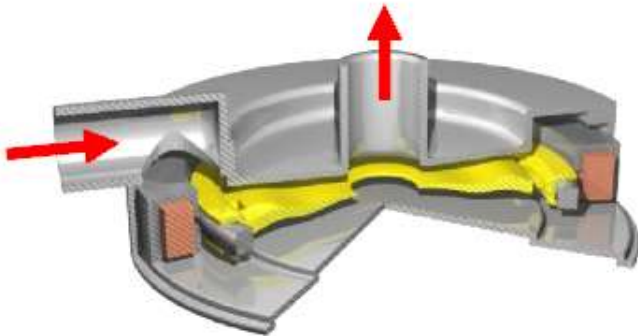
Ethiopie, Guatemala, Chili, Népal,
Maroc, Yemen etc...



Inspiré du mouvement naturel d'espèces marines
EEL ENERGY développe une membrane ondulante pour
produire de l'énergie à partir des courants marins

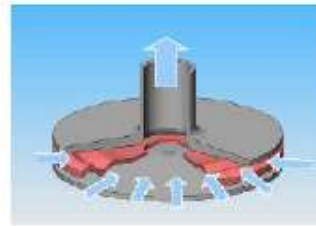


La pompe AMS® à membrane ondulante

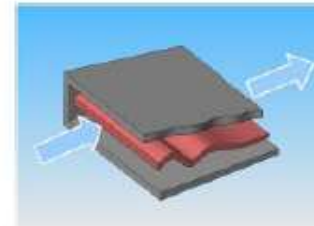


 **ams**[®]
active membrane systems

Membrane
Discoïdale



Membrane
Longitudinale



Membrane
Tubulaire

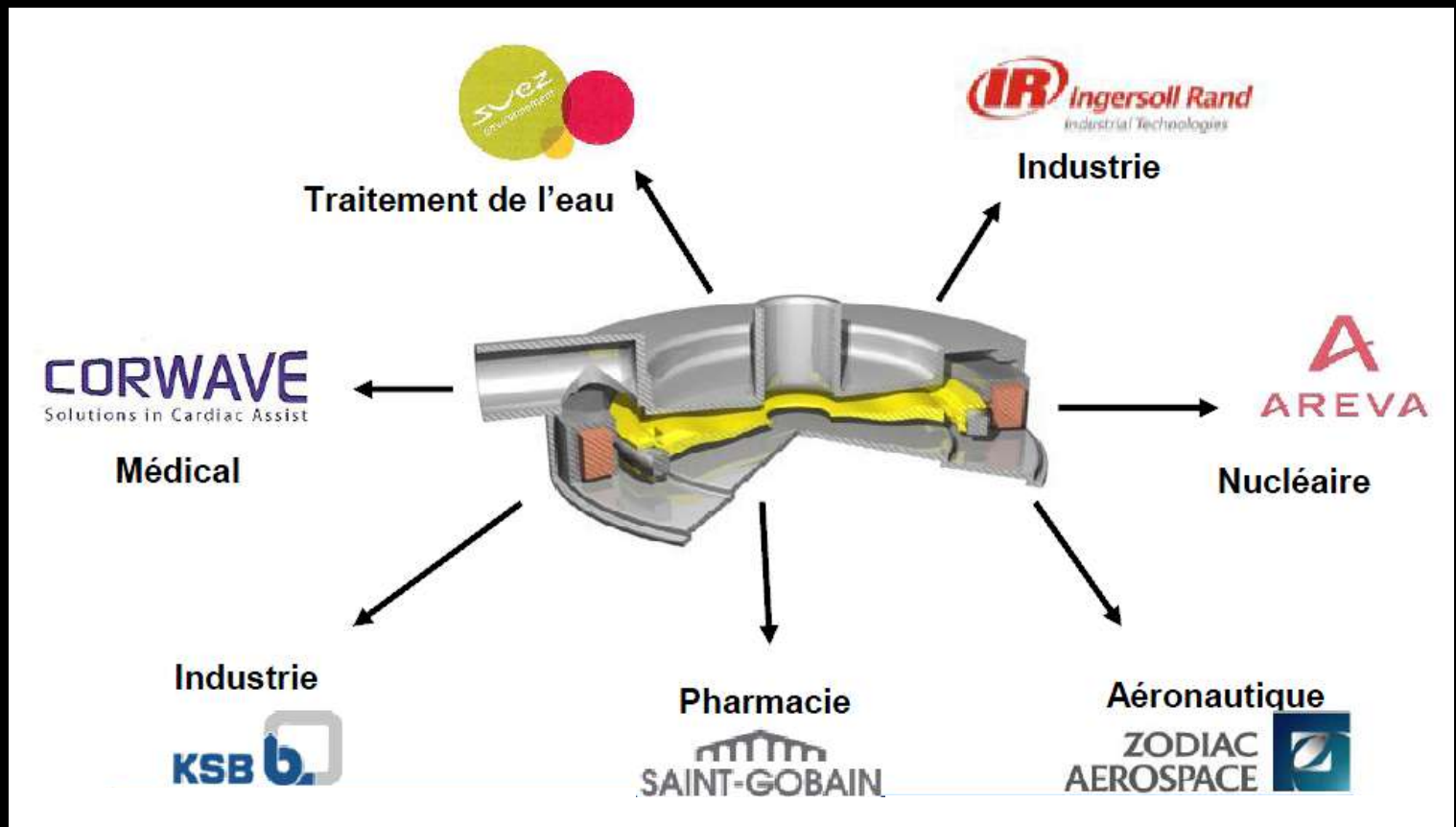


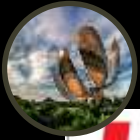
Une rupture technologique :

- Peu de force de cisaillement (fluide fragile)
- Pression importante (membrane en série),
- Passage de particules (sable, sang)
- Rendement hydraulique optimal sur tous les points de la courbe débit/pression



- Une réduction de 30% de la consommation électrique
- Une réduction de 30% du coût de fabrication
- Une réduction par deux du nombre de pièces
- Une diminution de l'usure et de la maintenance
- Idéal pour fluides fragiles ou chargés (sang, slurries etc..)





QUOTIDIEN D'INFORMATION ET D'ANALYSE
L'Express
DE MADAGASCAR

Jeudi 26 juillet 2012

N° 5282

Social

Actualité Madagascar » Social » Santé

Santé

La conservation du vaccin menacée



Faute de pétrole, les vaccins font le va-et-vient entre la ville où il y a de l'électricité et la brousse.



Les Centres de santé de base éloignées manquent de pétrole pour la conservation des vaccins. La couverture vaccinale diminue.

Problème de la chaîne du froid

Quelle solution ?



S'inspirer du Tardigrade pour la médecine



SCIENCEPHOTOLIBRARY

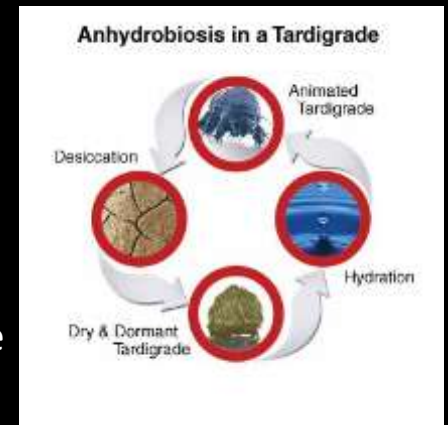
Des tardigrades récoltés dans des carottes glaciaires et qui s'y trouvaient depuis 2000 ans sont revenus à la vie

Il survit à:

- températures de -273 °C
- températures de $+151\text{ °C}$
- 1000x plus de radiation que tout autre animal. Dans leur état déshydraté il survit à 6,000 Gy (Grays) de rayons gamma. Une dose de 5-10 est mortel pour les humains.
- jusqu'à 10 ans sans eau
- au vide de l'espace

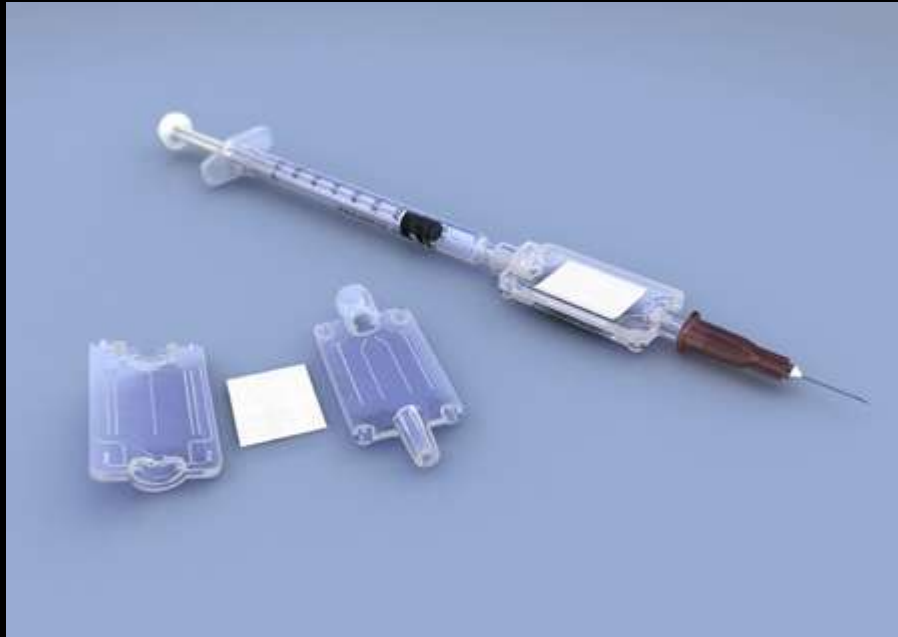


Anhydrobiose : désigne un état complètement arrêté du métabolisme






Conservation à température ambiante




- Vaccins
- Insuline
- Hormones
- Protéines
- Enzymes
- Acides nucléiques



FREEZER



Biomātrica
THE BIOSTABILITY COMPANY



The complete inventory of one -80°C freezer can be stored in a dry box the size of 4 shoe boxes.

Biomātrica products use zero energy and produce zero emissions

0 CO₂ emission
0 Maint. cost
0 Energy cost

One -80°C Freezer weighs **~900 lbs**

Emits **54,805 lb of CO₂** = pollution from 4 cars

Consumes **7,665 kWh** per year of energy

- ADN
- ARN
- Molécules organiques



Et au delà, la formation des talents de demain ?

Créer une filière biomimétisme, bio-ingénierie et innovation !

USA

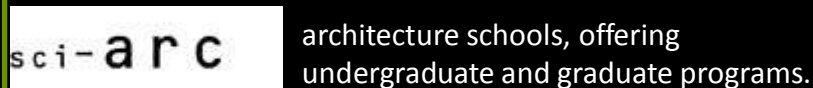
- K-12 Education and Activities



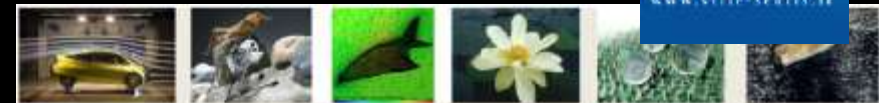
- Georgia Tech Center for Biologically Inspired Design



- Southern California Institute of Architecture
"Biomimicry: Innovation in Architecture
Inspired by Nature"



Europe



Centre Européen de
Compétences en Biomimétisme

Une stratégie de Développement Durable

-> Copier la nature

-> Faire de la recherche autrement

Un Centre Fédérateur autour du BioMimétisme

**4 mastères : bio-mimétisme ; bio-économie ;
eco-toxicologie ; bio-design.**

Une synergie avec UPJV (Université Picardie Jules Verne) / l'UTC (Université technologique de Compiègne)/ Institut polytechnique LaSalle Beauvais / ENSCI Paris (Ecole Nationale Supérieure de Création Industrielle)...



Université de Bath



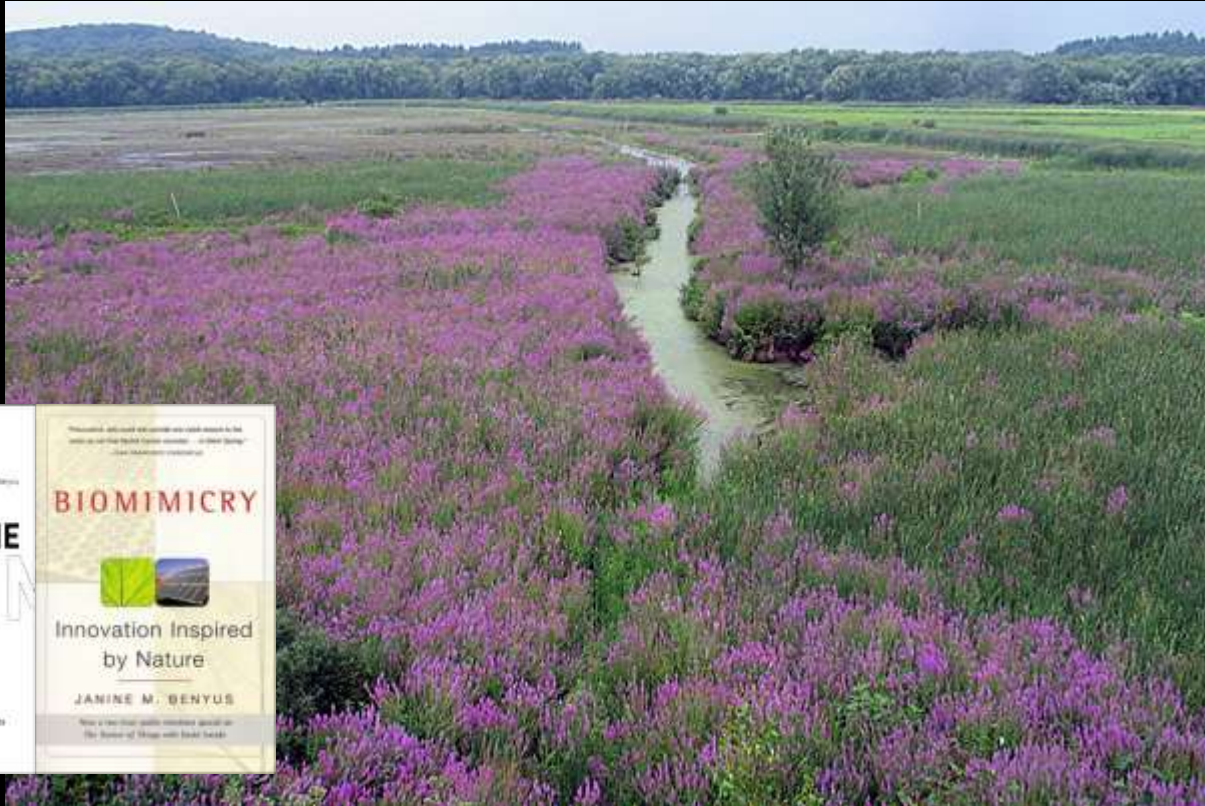
Le biomimétisme permet de nous poser la question de notre relation avec le reste du vivant, de notre place dans la biosphère



**Le Biomimétisme par sa philosophie
permet de concilier développement
durable et économie dynamique**

Soyons inspiré !

Merci pour votre attention. Questions ?



Olivier Allard : olivier.all@gmail.com

Scoop.it! <http://www.scoop.it/t/biomimicry-biomimetisme-innovation-inspired-by-nature>

Bonus

L'art et l'architecture
s'inspirent aussi des
formes du vivant !



Gaudi

La Sagrada Familia, Barcelone

1884





Architecte Santiago Calatrava

