



Biomimétique et aménagement durable de l'espace : l'exemplarité d'un territoire côtier face à ses îles-parc

Jean-Louis PACITTO¹, Odile JACQUEMIN²

1. Architecte dplg urbaniste, biomiméticien, président du GIS AMPHIBIA, RFRC, Pôle Mer Méditerranée, 2111 Route de Nice, 83400 Hyères, France.
jpgacitto@gmail.com
2. Architecte urbaniste, docteure en histoire des territoires, MALTAE, Mémoire à lire, territoire à l'écoute, Pôle Mer Méditerranée, 32 Chemin St Lazare, 83400 Hyères, France.
odilejacquemin@gmail.com

Résumé :

A la suite de la biologiste américaine Janine M. Benyus, (qui fut la première à proposer de valoriser le biomimétisme (BENYUS, 1997), en tant qu'outil pertinent pour l'apprentissage de la durabilité), un changement de paradigme majeur est en train de s'opérer dans nos relations scientifiques et technologiques (technosphère) avec la biosphère, et par effet induit, potentiellement dans tous les secteurs des activités humaines (noosphère): agriculture, énergie, science des matériaux, médecine, techniques de l'information, etc. Ce phénomène en plein essor (qui laisse augurer aux spécialistes de la prospective des possibilités vertigineuses d'innovation durable pour l'avenir), exige multi et transdisciplinarité de la part de tous les acteurs (DURAND, 2012). S'appuyant sur quelques témoignages dans 3 premières séquences (procédés, formes et interactions, bio-inspirés), cette contribution s'attellera à examiner plus avant comment le biomimétisme, par son caractère symbiotique, peut participer au développement et au management créatifs et dynamiques de véritables "projets de territoire" (3 dernières séquences) et à la définition d'une forme originale de gouvernance intercommunale échafaudée à partir de l'exemplarité recherchée dans une région littorale d'accueil (ici autour du Parc naturel marin de Port-Cros et de la Charte de son Aire d'adhésion (parc périphérique), gouvernance dont la définition a fait l'objet de nombreux débats et arbitrages pour son écriture, l'objet étant d'essayer sur ces bases co-construites d'imaginer et de dessiner ensemble les contours émergents d'une figure inédite de l'aménagement durable en zone côtière : celle d'un "territoire écomimétique".

Mots-clés : Biodiversité, Durabilité, Résilience, Génie écologique, Bio-design, Bio-ingénierie, Bio-économie, Biomimétisme, Bio-Inspiration, Territoire écomimétique.

1. Introduction

Les hommes n'ont jamais cessé de s'inspirer des autres organismes vivants, dans leurs relations entre eux et aux autres éléments abiotiques de la nature (exemple de

Thème 6 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes

l'observation des oiseaux par Léonard de Vinci). Il ressort que beaucoup d'inventions de nos concepteurs et créateurs procèdent de l'observation de recettes, astuces, techniques et modes d'organisation maîtrisés par quelques-unes des 10 millions d'autres espèces (y compris fossiles), ceci résultant parfois de 3,8 milliards d'années d'évolution (NACHTIGALL, 2003).

L'urgence planétaire à protéger la biodiversité se justifie d'autant plus aujourd'hui que la nature et le monde du vivant deviennent une source d'inspiration renouvelée des sciences et technologies qui contribuent au bien-être et à la santé de ses habitants (LAFFITTE & SAUNIER, 2007). Au-delà de l'enjeu de survie des espèces, la biodiversité renferme en effet le capital de toutes les inventions adaptatives et régénératrices du génie naturel : un patrimoine d'une richesse insoupçonnée inspirant les sciences "dures" comme les sciences humaines. Cette contribution veut consacrer plus particulièrement la réflexion "biomimétique" ou "bio-inspirée" (top-down et bottom-up) à la discipline de l'aménagement, du développement et de la gouvernance durables des territoires, notamment côtiers.

De nombreuses réflexions et expériences innovantes, encore méconnues à ce jour, illustrent en effet les passerelles entre le bio-mimétisme et les sciences de l'architecture (GRUBER, 2011), de l'ingénierie et de l'aménagement.

Sur la foi de résultats pionniers, la finalité de cette contribution est de porter un premier éclairage sur cette thématique et d'en transmettre quelques enseignements aux acteurs scientifiques, tout en élargissant la réflexion au monde de l'action publique. L'enjeu est double :

- Vulgariser auprès des acteurs locaux comme du grand public l'innovation spécifique du biomimétisme et réfléchir aux transpositions possibles du génie de la nature et du vivant au service d'un développement durable et bio-inspiré des territoires.
- Créer une plateforme d'échanges et un rendez-vous régulier propres à nourrir une réflexion collective valorisant la place de la "bio-inspiration" au service du bien commun et de la gouvernance territoriale.

L'ambition consiste en effet à initier la programmation régulière (annuelle ou biannuelle) d'un symposium : Biomimetica, et à créer un événement scientifique et culturel, avec des rencontres et échanges interdisciplinaires à dimension européenne et internationale. Le challenge est de rapprocher acteurs publics et privés, scientifiques, férus d'écotechnologies, défenseurs de l'environnement, décideurs locaux et professionnels de l'action publique (PACITTO, 2011). L'accueil d'un tel événement sur un territoire côtier-laboratoire, tel que celui du littoral varois autour d'Hyères-les-Palmiers, devrait fournir l'occasion d'y enraciner la même dynamique d'exemplarité territoriale que celle déjà engagée par la dizaine de collectivités *relevant* de la zone d'adhésion du Parc National de Port Cros, laquelle forme un territoire maritime qui auréole l'archipel insulaire hyérois, siège des cœurs du Parc naturel marin.

"Forts de la conviction que nos travaux et recherches pour une vision symbiotique de l'aménagement de l'espace et des territoires côtiers de cette petite région sont à la fois possibles et nécessaires, l'initiative de BioMimetica fait le pari que les principes de la nature et du vivant dont ces territoires pourraient s'inspirer sont multiples : dans leur organisation, leur architecture, le traitement de leurs déchets, la gestion de l'énergie, la mobilité, l'information et la communication, la santé et le bien-être, ...". JL Pacitto, président du GIS AMPHIBIA/août 2013.

2. Développement : Introduction générale au biomimétisme et au territoire écomimétique

Présentation en six séquences. Etat de l'art et remise en contexte international. Prospective sur le plan de l'aménagement de l'espace.

2.1 1^{ère} séquence : les processus

Le génie de la nature et du vivant au profit de l'innovation durable dans la R&D des matériaux, procédés et techniques de production (GUILLOT & MEYER, 2008).

OBJET : Comprendre et imiter les procédés naturels/Faire les choses comme le ferait la nature : production douce, zéro déchet, chimie verte, bio-assistance (procédés faisant intervenir des enzymes, des micro-organismes entiers ou des catalyseurs bio-inspirés), suivant une alternative d'avenir à la synthèse de type pétrochimique, les matériaux du vivant étant produits à température et pression ambiantes (peu d'énergie) et dans des solvants non toxiques.

Exemple : coquilles calcaires à base de carbone qui fixent le gaz carbonique au lieu de le rejeter.

2.2 2^{ème} séquence : les formes

Le génie de la nature et du vivant au profit de l'innovation durable dans le design, l'architecture et l'ingénierie.

OBJET : Copier les formes et structures/Concevoir des produits alliant esthétique, élégance, efficacité, fonctionnalité, dématérialisation, ... s'inspirer de la forme des plantes, des animaux, des champignons, de tous les organismes vivants, ... à échelle macro, micro ou nanoscopique (MORINIERE, 2009) ... étudier les formes normales de la vie et des éléments organiques (coquilles, poissons, bactéries, araignées, etc.) pour accéder à des propriétés telles que la dureté, la légèreté, la force, la douceur, la viscosité, etc., afin d'en extraire de nouveaux matériaux et nouvelles manières de fabrication ; regarder la vie biologique et botanique pour les idées qui peuvent être exportées vers l'architecture (des membranes, la photosynthèse, des phyllotaxies de feuille, une esthétique, etc.) et proposer des concepts de construction qui simulent les propriétés souhaitables trouvées dans la nature pour un déploiement de la durabilité dans le bâtiment et le génie civil.

Thème 6 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes

Exemple : TGV japonais et martin-pêcheur, peintures auto-nettoyantes et nano-formes (feuille de lotus),

2.3 3^{ème} séquence : les interactions

Le génie de la nature et du vivant au profit de l'innovation durable dans le management urbain et la gouvernance territoriale.

OBJET : S'inspirer du fonctionnement des écosystèmes (avantage majeur de l'écosystémique : pas de rupture technologique donc bio-inspiration possible au niveau organisationnel non-technique)/S'intéresser à la façon dont les relations entre espèces permettent à l'ensemble d'être dynamiquement stable et durable/Dégager des principes de fonctionnement pour la gestion des flux de matière, d'énergie et d'information et en tirer des apports décisifs pour structurer les stratégies de durabilité des entreprises et des collectivités : écologie industrielle, économie de fonctionnalité, économie circulaire, ... (MASSETER & BAR-COHEN, 2011).

2.4 4^{ème} séquence : le territoire écomimétique

Innovation durable et expérimentations à l'échelle d'un territoire.

Processus + formes + interactions + gouvernance : vers un aménagement symbiotique durable ?

OBJET : Une approche innovante : celle des liens entre activités socio-économiques et culturelles d'un territoire et ses écosystèmes (PEARCE, 1980). Un objectif prospectif : identification des opportunités liées à la bio-inspiration, au biomimétisme, à la bio-économie, à l'économie circulaire, à l'écologie industrielle...faire le point sur les avancées scientifiques et techniques les plus récentes sur le sujet, échanger sur les pistes de recherches futures et confronter les regards (JACQUEMIN, 2009) sur les perspectives d'évolution de ces domaines et sur le travail interdisciplinaire (nécessité d'avoir des équipes multidisciplinaires sur un même territoire-laboratoire). Dégager des pratiques de management pour la gestion des flux de matière, d'énergie et d'information, et en tirer des apports décisifs pour structurer les stratégies de durabilité des collectivités (MC DONOUGH & BRAUNGART, 2011).

2.5 5^{ème} séquence : défi ou opportunité territoriale

Agir sur la durabilité dans les territoires par la bio-inspiration et l'écomimétisme : un défi, une opportunité pour les collectivités territoriales ?

OBJET : Une vision positive et dynamique de l'écologie. Une expérimentation pour utiliser le levier de l'intelligence collective (PELT & STEFFAN, 2006) afin d'établir une vision commune de l'avenir en stimulant par la bio-inspiration et l'écomimétisme l'esprit d'initiative et les capacités de prospective.

Dégager des débats de la 4^{ème} séquence des principes d'aménagement bio-inspirés (ex : élimination des rejets en mer des stations d'épuration et traitement par jardins filtrants) pour une gestion solidaire (mutualisation des savoir-faire et des moyens).

En tirer des apports décisifs pour structurer et articuler les stratégies de durabilité et les programmations-phares des collectivités (cf. les points d'arrêt du "périple amphibie").

2.6 6^{ème} séquence : des quartiers bio-inspirés

Des quartiers promus comme des écosystèmes, des "quartiers fertiles" en symbiose avec les espaces naturels contraints ?

OBJET : Ecomimétisme, Eco-parcs, Agri-parcs, Quartiers fertiles... des accélérateurs d'innovation et de recherche pour un urbanisme durable ? Accompagnement alternatif bio-inspiré des collectivités et entreprises sur leurs enjeux éco-stratégiques : Biodiversité/Energies/Changement climatique/Déchets/Urbanisme/Ecoaménagement/Construction durable/Habitat convivial et solidaire/Gestion circulaire/... Approche biomimétique des éco-quartiers modélisés en tant qu'écosystèmes/Etablissement de règles d'un fonctionnement bio-efficace/Identification de points critiques et établissement de Charte de l'habitant (exemple de l'éco-quartier "Darwin" à Bordeaux)/Ecomimétisme appliqué aux bâtiments et équipements (éco et agromatériaux, bio-matériaux, bio-minéralisation, "béton vert", ...), ventilation naturelle, ouvrages passifs, intégrés (plusieurs fonctions complémentaires), à énergie positive,

3. Discussion

Ces six séquences ont eu pour effet d'illustrer nombre de thématiques territoriales en émergence dans les grands débats d'aujourd'hui, à savoir :

- Territoire et organisation: vers un génie urbain bio-inspiré, une symbiose entre technosphère et noosphère, ...
- Territoire et structures: vers un urbanisme et une architecture symbiotiques: villes végétales, villes frugales, villes en transition, quartiers fertiles, ...
- Territoire et productions: agro-écosystèmes périurbains, agroforesterie, récifs artificiels, bio-tuteurs, ...
- Territoire et mobilités: territoire fluide et intermodalités terre-mer, ports du futur, accessibilités "amphibies" (exemples : Seaway, Blue Line, ...).
- Territoire numérique: territoire interactif, réseaux intelligents, éco-quartiers entrepreneuriaux, systèmes d'information multimédia (web télé, ...).
- Territoire-ressource et énergies: économies et autonomie, territoire "solaire" (énergies marines, solar ponds, ...), énergies bio-inspirées (aéro et hydrodynamiques), couplage eau-énergie, ...
- Territoire et génie écologique: biotechnologies blanches, vertes et bleues, jardins filtrants, ...
- Littoral et écomimétisme: biosphère, parcs naturels marins et projets de territoires habités, noosphère, ...

Thème 6 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes

- Formation et territoire écomimétique: programme de séminaires de bio-inspiration territoriale (exemple de la gestion des risques : inondabilité et urbanisme, friches et éco-prospective littorale, ...).
- Autres thématiques: Santé, bien-être, médecine bio-inspirée et territoire : halothérapie, héliothérapie, algothérapie, ...
- Filières économiques "vertes" et territoire: éco et agro-matériaux, agroforesterie, agriculture biologique, agriculture biologiquement intensive, agro-bio-aquaculture, seawater agriculture,

4. Mise en contexte international

Le "biomimétisme" et la "bio-inspiration" connaissent actuellement une dynamique très forte en lien avec les besoins des marchés (PAULI, 2008) et dans de très nombreux domaines de développement (les cent produits phares issus du biomimétisme ont dégagé un chiffre d'affaires de plusieurs milliards d'euros entre 2005 et 2008, selon l'Ohio State University).

Les démarches bio-inspirées nécessitent de promouvoir des équipes interdisciplinaires très larges : Chercheurs/Naturalistes/Zoologistes/Botanistes/Entomologistes/Biologistes/Hydrobiologistes/Physiciens/Minéralogistes/Chimistes/...Philosophes/Historiens/Educateurs/Sociologues/Economistes/Agronomes/Aménageurs/Prospectivistes/Géographes/Urbanistes/Architectes/Paysagistes/Designers/Ingénieurs/Techniciens territoriaux/Entrepreneurs/Gestionnaires/Educateurs/Formateurs/Artistes/Décideurs/Elus...

On aura noté que les inventions et les recherches sont souvent très "spectaculaires" et pourraient constituer le matériau-source inépuisable de fonctionnalités et de productions très porteuses sur le plan technologique, socio-économique, culturel et touristique, et donc avoir un fort impact médiatique sur l'opinion publique et les décideurs concernant la biodiversité et l'aménagement des territoires, littoraux compris.

5. Conclusion

Au-delà de la satisfaction de multiples besoins fonctionnels de l'homme dans son territoire vécu, souvent mis en avant jusqu'à présent dans des manifestations encore trop sectorielles, hyperspécialisées en biomimétisme, s'est posé la question de la contribution de ces nouvelles démarches bio-inspirées pour le développement et l'aménagement durables de l'espace et des territoires proprement dits, notamment côtiers. Pour l'"habitant" et le "visiteur" de tels territoires, quelle visibilité faut-il offrir à propos de ces merveilleux héritages issus d'une biodiversité encore préservée (PELT, 1990) ? A travers quelles démarches, quels projets, quelles stratégies, quel management, à quelle nouvelle vision sociétale faut-il faire adhérer le grand public pour que de manière éthique et politique soient appuyées ces avancées avec les moyens et les latitudes règlementaires qu'elles nécessitent ? Cette contribution ajoute à l'état de l'art précédent et à ces interrogations une réponse opérationnelle: devant l'inépuisable

richesse de la biodiversité, terrestre et marine, le "génie de la nature et du vivant", - ainsi promu au rang de "matériau" et d'"outil" pour l'innovation durable -, mériterait d'être mieux révélé au grand public pour rendre compte de la connaissance de plus en plus approfondie, nano-explorée, de "ressorts adaptatifs et régénérateurs" dont le territoire pourrait s'inspirer pour sa durabilité. Et c'est avec la proposition pionnière, dans cette région privilégiée du littoral varois, d'un grand projet innovateur : AMPHIBIUM *Quartiers fertiles*, (imaginé par le GIS AMPHIBIA et conçu en partenariat avec MALTAE), de "Parcours (ou *Périple amphibie*) de découverte de la biomimétique", que dans ce territoire on découvrirait au mieux la formidable "bibliothèque d'inventions durables" qu'il recèle, un "héritage scientifique" mis non seulement à portée des très nombreux observateurs de nature, amateurs arpenteurs de paysages, chercheurs conservateurs, mais aussi de créatifs, de chercheurs expérimentateurs, entrepreneurs, gestionnaires, et in fine de décideurs qui seraient attirés et séduits par ces nouvelles pratiques bio-inspirées pour les mettre en œuvre sur leurs propres territoires. Une telle éco-stratégie d'aménagement constitue le tremplin socio-économique et culturel *ad hoc* pour le "territoire écomimétique" recherché.

6. Prospective sur le plan de l'aménagement de l'espace littoral

Le territoire écomimétique : figure d'avenir autour des parcs marins ? Dans quelles conditions ce type de développement local et d'aménagement durable pourrait-il s'implémenter positivement sur des territoires littoraux d'exception comme les parcs marins et leurs zones périphériques (PACITTO, 2002)? Ceux-ci symboliseraient-ils dès lors un "entre terre et mer" habité et visité, en assurant une vocation mixte inédite : *recherche scientifique fondamentale conservatoire* (cf. les espaces protégés et contraints du Parc national naturel marin de Port-Cros) et *recherche technologique expérimentale pour l'aménagement côtier* (cf. le recouvrement du zonage R et D du Pôle de compétitivité Mer Méditerranée et de la zone périphérique du parc marin). Ces questionnements font l'objet aujourd'hui de très nombreuses approches scientifiques et productions technologiques et architecturales, avec une montée en puissance exponentielle planétaire, depuis plus de 15 ans. On remarquera que ce phénomène concerne tout autant les territoires terrestres que les territoires maritimes.

7. Références bibliographiques

BENYUS J.M. (1997) *Biomimicry: Innovation inspired by Nature* Harper Collins Publishers.

DURAND H. (2012). *Étude sur la contribution du biomimétisme à la transition vers une économie verte en France : état des lieux, potentiel, leviers*. Sous la direction de : Catherine Larrieu, chef de la Délégation au Développement Durable (CGDD/DDD) et Claire Hubert, chef du Service de la Recherche (CGDD/DRI/SR).

Thème 6 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes

- GRUBER P. (2011). *Biomimetics in architecture: architecture of life and buildings*. Springer Wien New York.
- GUILLOT A., MEYER J.-A. (2008). *La bionique : Quand la science imite la nature* Dunod.
- JACQUEMIN O. (2009). *Une ingénierie culturelle côtière : support d'innovation et d'efficience pour la valorisation des littoraux*. 1^{ère} Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime, Hammamet, Tunisie, pp 319-322. <http://dx.doi.org/10.5150/cmcm.2009.078-7>
- LAFFITTE P., SAUNIER C. (2007). *Les produits bio-techniques et bio-inspirés*. In Tome II : *la biodiversité, l'autre choc, l'autre chance ? La 3^{ème} révolution industrielle*. Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques.
- Mc DONOUGH W., BRAUNGART M. (2011). *Cradle to cradle : Créer et recycler à l'infini*. Ed. Alternatives.
- MASSETER T., BAR-COHEN Y. (2011). *Biomimetic products Biomimetics: Nature-Based Innovation*. CRC Press/Taylor & Francis Group, Pasadena, CA.
- MORINIERE A. (2009). *Le biomimétisme pour un design durable*. Section Design Objet ENSAD.
- NACHTIGALL W. (2003). *La nature réinventée*. Ed Plon.
- PACITTO J.-L. (2002). *Amphibia, aire d'innovation en littoral varois, une savante alchimie de culturel et de technique*. In Actes des Rencontres 2001 du Paysage, Les Bormettes, La Londe-les-Maures Var Ed. Mémoire à lire, Territoire à l'écoute, Hyères.
- PACITTO J.-L. (2011). *Amphisalines : le patrimoine intégré des eaux côtières sous climat méditerranéen*. 2^{ème} Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime, Tanger, Maroc, pp 437-442. <http://dx.doi.org/10.5150/cmcm.2011.089>
- PAULI G. (2008). *The Blue Economy Google Books*, Paradigm Publications.
- PEARCE P. (1980). *Structure in Nature is a strategy for design*. Edition the MIT Press.
- PELT J.M. (1990). *L'Homme re-naturé*, Editions du Seuil.
- PELT J.M., STEFFAN F. (2006). *La Solidarité : chez les plantes, les animaux, les humains*, Edition Fayard.