

THÈSE ENVELOPPES BIO-INSPIRÉES

*Développement d'une méthode de rénovation
d'enveloppes de bâtiments inspirées des
stratégies d'adaptation du vivant*

Biomimétisme - Multi-régulation - Rénovation - Conception



Dates : octobre 2017 à octobre 2020

Mots clés : Bio-inspiration, Stratégies d'adaptation du vivant, Multi-régulation, Méthode de conception, Rénovation, Enveloppes architecturales.

Laboratoire d'accueil : MECADEV UMR 7179, Musée National d'Histoire Naturelle.
Fabienne Aujard, Directrice du MECADEV.

Partenaire industriel : CEEBIOS, Centre Européen d'Excellence en Biomimétisme de la ville de Senlis
Kalina Raskin, Directrice générale du CEEBIOS

Ecole Doctorale : . MNHN ED 227, Science de la Nature et de l'Homme : écologie et évolution.
Nathalie Machon, Responsable ED

Conseil scientifique :

- . ITE Nobatek / INEF4, Institut pour la Transition Energétique
 - . Dr. Pierre Emmanuel Fayemi, Doctorant diplômé du LCPI Design
 - . Dr. Lidia Badarnah, Enseignante Université de Cardiff et AA School, Londres
 - . Dr. Natasha Chayaamor-Heil, Chercheuse au MAP-MAACC
-

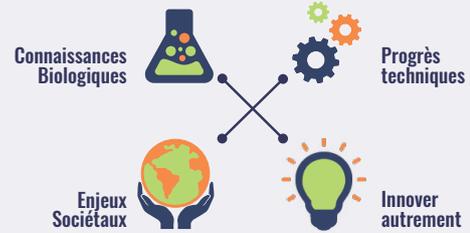
1. Architecture bio-inspirée

Qu'est ce que le biomimétisme ?

Le biomimétisme consiste à s'inspirer des grandes stratégies du vivant pour innover durablement (ISO TC 266 - ISO NF 18458). Il s'agit d'une approche ancienne dont la conceptualisation scientifique est récente. Celle-ci s'applique à plusieurs champs tels que matériaux, architecture, chimie verte, énergie, information., etc.

Quelles méthodologies ?

- Approche "bottom up" ou "top down"
- 55 méthodologies identifiées, chacune adaptée à une ou plusieurs étapes de la conception (Fayemi et al, 2016).
- En architecture, 7 méthodologies identifiées (CEEBIOS, 2016)



Pourquoi maintenant ?

- Co-évolution de nos connaissances en biologie
- Prise de conscience : vers l'innovation responsable
- Pour le développement d'innovation de rupture
- Evolution des progrès techniques

Figure 1 - Essor du biomimétisme [CEEBIOS, 2016]



EAU : Pavillon HygroSkin. 2012

- Achim Mengès - Stuttgart
- Propriétés pomme de pin
- Matériau météorosensitif



AIR : Eastgate Building. 1996

- Mick Pearce - Zimbabwe
- Termitière et ventilation passive
- Ventilation passive



CHALEUR : Isolant thermique

- Lidia Badarnah - MIT
- Fourrures et thermorégulation
- Régulation thermique



LUMIÈRE : Pavillon Yeosu. 2012

- Système Flectofin
- Propriétés mécaniques des plantes
- Adaptation de la luminosité

Multi-régulation - Rénovation - Enveloppes bio-inspirées

2. Enjeux de recherche

Multi-régulation / Enveloppes

- Vers le développement d'enveloppes régulant au minimum les 5 *facteurs fondamentaux* (air, eau, lumière, chaleur et son)
- *Adaptation en temps réel* pour assurer la stabilité des conditions de confort intérieur malgré les variations internes et externes
- *Réflexion systémique* et multi-échelle



Enveloppes biologiques

- Capacité de multi-régulation via l'enveloppe
- Diversité des types d'enveloppes (peau, membranes, coquilles, carapaces, écorces, etc).
- Riches en propriétés et fonction (régulation du taux d'humidité, température, luminosité, résistance mécanique, détections des variations climatiques...)

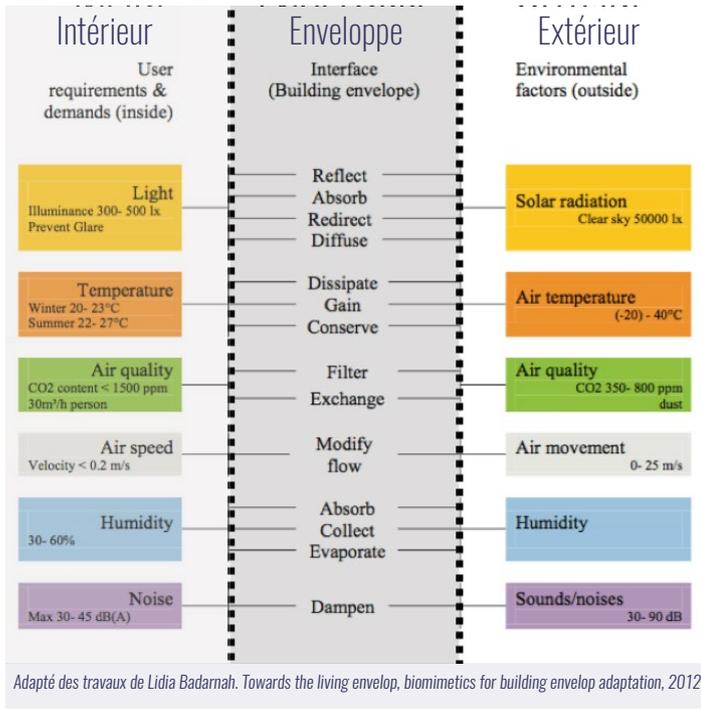
Rénovation / Habitat régénératif

- Engagements du *Grenelle de l'environnement* et COP21 en France implique la rénovation thermique de 2.8 millions de bâtiment de 2013 à 2020.
- Vers la *rénovation régénérative*, soit à impact positif pour la régénération des écosystèmes et services écosystémiques associés.

Méthodologies

- Pas de méthodes abordant la multi-régulation pour la conception d'enveloppes.
- Nécessité de développer des méthodes d'accompagnement pour la conception architecturale
- Phases clés d'identification des stratégies biologiques puis leur abstraction.

3. Organisation de la thèse



Objectifs méthodologiques

- Formuler le problème technologique et architectural sur un bâtiment à rénover donné traduire en problématique biologique,
- Identifier les stratégies d'adaptation du vivant adaptées
- Abstraire la solution et transposition en conception (ESQ à APD)

Objectifs de développement

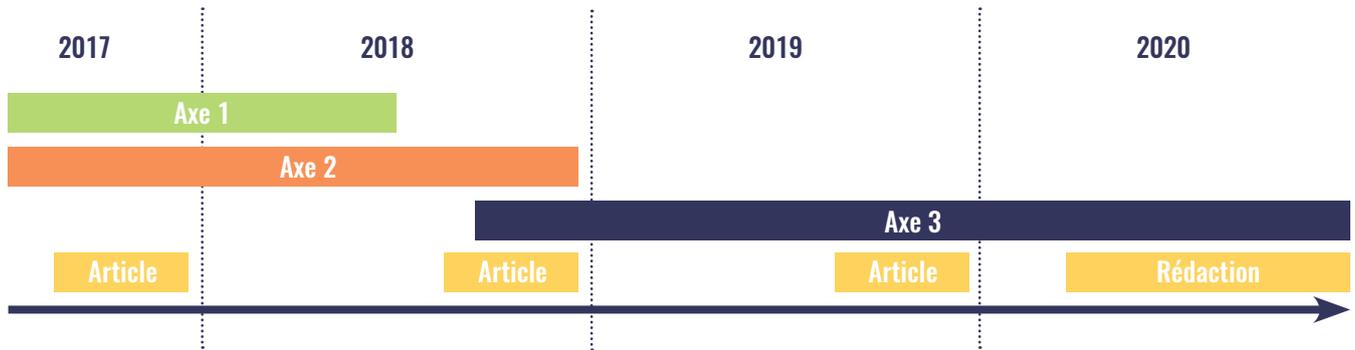
- Nouveaux modèles d'enveloppes pour la rénovation régulant les 5 fondamentaux (air, eau, lumière, son, chaleur)
- Contribuant à régénérer les écosystèmes (services écosystémiques de régulation, provision...)
- Adaptés au fonctionnement global du bâtiment

Enjeux

- Nouveaux modèles d'enveloppes pour la rénovation régulant les 5 fondamentaux (air, eau, lumière, son, chaleur)
- Contribuant à régénérer les écosystèmes (services écosystémiques de régulation, provision...)

Axes de recherche

- **Axe 1** : Identification et synthèse des grandes stratégies d'adaptation du vivant, issues de la biologie de l'évolution (MECADEV)
- **Axe 2** : Développement et proposition d'outils et méthodes systémiques de la conception bio-inspirée de l'esquisse à APD (CEEBIOS)
- **Axe 3** : Expérimentations des outils et méthodes dans des cas concrets de rénovation auprès des entreprises (MECADEV + CEEBIOS)



Parties prenantes

- **Laboratoire MECADEV** UMR 7179, Musée National d'Histoire Naturelle. Partenaire académique
- **CEEBIOS**, Centre Européen d'Excellence en Biomimétisme de la ville de Senlis. Partenaire industriel
- **MNHN Ecole Doctorale** 227, Science de la Nature et de l'Homme : Ecologie et évolution.

Comité scientifique

- **Nobatek/INEF4** Institut de la transition énergétique
- **Université de Cardiff**, Dr L. Badarnah, . Enveloppes bio-inspirées
- **Active Innovation Management**, Dr P.E. Fayemi,
- **MAP-MAACC**, Dr Natasha Chayaamor-Heil, méthodes bio-inspirées



Estelle CRUZ

2014 Architecte D'état

ENSA Lyon.
Obtention du Diplôme
d'architecture, Master 2.

ÉCOLE
NATIONALE SUPÉRIEURE
D'ARCHITECTURE
DE LYON

2015 Bachelor Ingénieur

Ecole Centrale de Lyon
Obtention du Bachelor
Ingénieur Généraliste,
Master 1

ÉCOLE
CENTRALE LYON

2015 - 2016 Tour du monde du biomimétisme

4 périodes de recherche auprès de 4 experts en
architecture bio-inspirée



2017 CEEBIOS

Chargée de mission
habitat bio-inspiré au
CEEBIOS

