

DESIGN ET BIOMIMÉTISME

Structuration du transfert des connaissances biologiques par l'approche créative du Design.

Développement de méthodes et d'outils structurants le transfert des connaissances biologiques vers les systèmes humains.

Un projet de doctorat en partenariat avec :

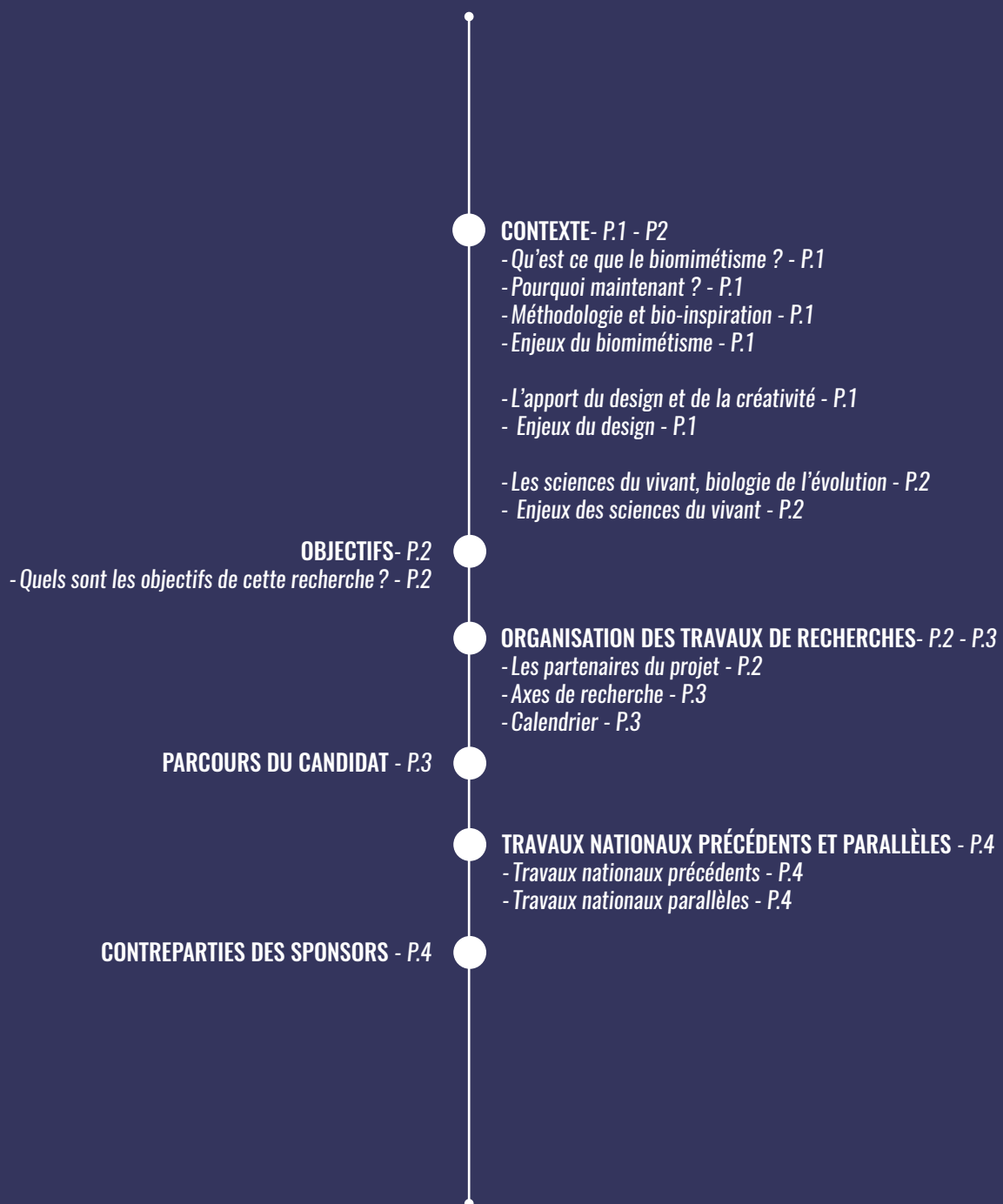


Laboratoire
**Conception
Produits
Innovation**



**ARTS
ET MÉTIERS
ParisTech**





Dates : octobre 2017 à octobre 2020

Mots clés : Bio-inspiration, Biomimétisme, Biomimétique, Stratégies d'adaptation du vivant, Connaissances biologiques, Design thinking, Méthode de conception, Créativité.

Laboratoire d'accueil : Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI), Unité de recherche EA3927, Arts et Métiers ParisTech

Partenaires académiques : Laboratoires de recherches du Muséum National d'Histoire Naturelle :

ISYEB (L'Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité) UMR 7205 CNRS MNHN UPMC EPHE

MECADEV (Mécanismes Adaptatifs et Evolution) UMR 7179

Partenaire industriel : CEEBIOS, Centre Européen d'Excellence en Biomimétisme de la ville de Senlis

École Doctorale : ED 432 "Sciences des Métiers de l'Ingénieurs", Commune Arts et Métiers ParisTech, Mines ParisTech et CNAM

CONTEXTE

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).



Pourquoi maintenant ?

Le biomimétisme est une approche ancienne, mais dont la conceptualisation scientifique est récente. Elle connaît un essor significatif depuis les deux dernières décennies et a été identifiée comme l'un des 8 vecteurs de l'émergence de la sixième vague d'innovation [Hargroves et Smith, 2013]. Cela s'explique par :

- D'une part, par la co-évolution de nos connaissances en biologie, de l'échelle moléculaire à celle des écosystèmes, et celle du progrès scientifique et technique.
- D'autre part, la prise de conscience mondiale des enjeux sociétaux imposé aux décideurs, scientifiques et industriels de s'inscrire dans une innovation plus responsable et efficace.

Méthodologie et bio-inspiration

- le biomimétisme émerge ainsi comme une approche pertinente pour la conception de réponses aux besoins humains conciliant le contexte environnemental (éco-conception, protection de la biodiversité...) et sociétal (ultra-urbanisation, augmentation de population...).
- Aujourd'hui, 55 méthodologies ont été identifiées, chacune adaptée à une ou plusieurs étapes de la conception (Fayemi et al, 2016). Malgré ce développement conséquent de méthodologies celles-ci restent majoritairement développées par et pour les ingénieurs, n'intégrant que très peu les expertises biologiques.

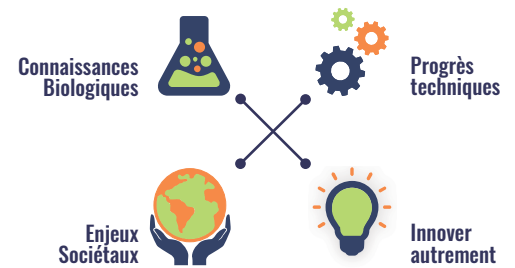


Figure 1 - Essor du biomimétisme [CEEBIOS, 2016]

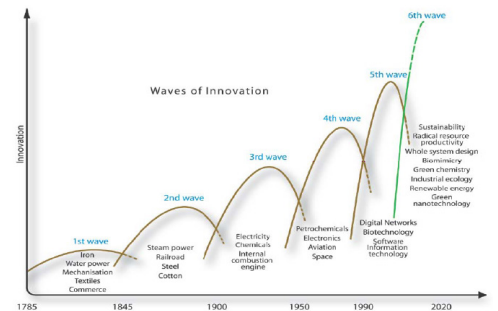


Figure 2 - Les vagues de l'Innovation depuis 1785 [Hargroves et Smith, 2013]

Enjeux du biomimétisme

Besoin d'une approche systémique (globale) du biomimétisme, qui prendrait en compte de façon simultanée différents flux entrants, les multiples échelles, les usages et enfin les facteurs anthropologiques.

L'apport du design et de la créativité

"Le designer intervient dans tout l'environnement de l'activité humaine : les espaces, les messages (visuels et sonores) et les produits. Il apporte des solutions dans tous les secteurs de la vie économique, sociale et culturelle. On associe au nom design un adjectif pour désigner une discipline spécialisée, ou un domaine d'étude, s'adaptant aux besoins industriels, sociaux et culturels de nos sociétés en mouvement. Ces adjectifs et ses disciplines sont donc appelées à évoluer aussi constamment et à dépasser leurs cloisonnements."

Alliance Française des designers

Le Designer¹:

- Exerce une influence sur les modes vie et les systèmes humains (prise en compte des usages et usagers).
- Répond à des besoins grâce à un processus de conception créatif qui a pour vocation de proposer, face à chaque problématique, une ou plusieurs solutions repensant complètement les systèmes mis en place.
- Rassemble et coordonne les diverses expertises scientifiques, de conception, sociologique et autres en fonction d'un besoin donné.
- Adopte une approche systémique (contrairement à une approche analogique) lui permettant d'examiner un problème dans son ensemble, d'identifier et d'utiliser les relations entre les différentes parties du problème, et de développer des compétences transdisciplinaires (Bila-Deroussy, 2015).
- Étudie les différentes solutions possibles en début de processus pour ensuite mettre en place un raisonnement scientifique visant à restreindre les solutions possibles en fonction des expertises de l'équipe pluridisciplinaire.

L'approche systémique créative du designer nous offre la possibilité de faire émerger de nouvelles connaissances, méthodes et outils que d'autres approches auraient faiblement voire pas du tout explorées (Bila-Deroussy, 2015).

¹ Designer : sens anglophone du terme qui signifie "Concepteur".

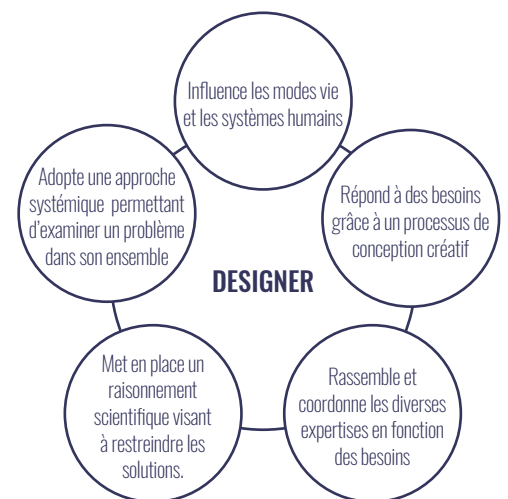


Figure 3 - Apports du designer [CEEBIOS, 2016]

Enjeux du concepteur

Besoin d'outils et méthodes du design applicables dans la démarche complexe du biomimétisme pour répondre aux enjeux environnementaux et sociétaux.

Les sciences du vivant, biologie de l'évolution

Les sciences du vivant font partie intégrante de la démarche biomimétique et sont malheureusement peu intégrées dans les outils et méthodes existantes. Dans cette thèse nous allons étudier les mécanismes d'évolution et d'adaptation de la biodiversité aux contraintes environnementales sous l'angle de l'étude systémique.

L'utilisation de l'approche créative du designer comme prisme pour structurer le transfert de données biologiques vers les systèmes humains semble donc adaptée.

Enjeux des sciences du vivant

Besoin de méthodes et d'outils efficaces pour le transfert de données biologiques vers les besoins et les systèmes humains

OBJECTIFS

Quels sont les objectifs de cette recherche ?

- Identifier les mécanismes d'évolution et d'adaptation du vivant.
- Comprendre les grandes stratégies d'adaptation du vivant, issues de la biologie de l'évolution, afin de les intégrer rigoureusement dans la démarche du designer pour s'extraire du biomorphisme, du "greenwashing" ou encore du "biomim washing".
- Combiner les outils de créativité du designer et les opportunités du biomimétisme pour appréhender les problématiques de conception complexes.
- Développer une approche systémique du biomimétisme grâce aux outils et méthodes de la créativité.
- Développer et proposer des outils et méthodes exhaustifs et rigoureux de la conception bio-inspirée, au travers du processus créatif du designer afin de répondre aux besoins d'adaptation de l'Homme aux contraintes environnementales de manière durable.
- Consolider l'approche du design, structurer la collaboration et la concertation concepteurs / scientifiques et ainsi extraire les principes inventifs d'adaptations du vivant pour enrichir le processus du designer.

Pour cela nous proposons d'intégrer dans cette recherche l'expertise théorique du Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI) ainsi que l'expertise des biologistes des laboratoires ISYEB (L'Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité) et MECADEV (Mécanismes Adaptatifs et Evolution) du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.



ORGANISATION DES TRAVAUX DE RECHERCHES

Les partenaires du projet

L'encadrement de ce travail de thèse est assuré par trois acteurs principaux :

- **Le laboratoire d'accueil :** Le Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI, EA 3927)
- **Le partenaire industriel :** le CEEBIOS (et ses partenaires industriels)
- **L'appui scientifique :** Les laboratoires de recherche ISYEB (L'Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité) et MECADEV (Mécanismes Adaptatifs et Evolution) du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Le laboratoire d'accueil **le Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI, EA 3927)**

- Optimisation du processus de conception et d'innovation.
- Compétences pluridisciplinaires au croisement des Sciences pour l'Ingénieur, le Design et l'Ergonomie.
- Travaux sur les méthodes, les outils, les théories et les concepts issus de différentes disciplines.
- Deux axes de recherche:
 - Intégration de nouveaux métiers
 - Formalisation des processus individuels et collectifs

Le partenaire industriel **le Centre Européen en Biomimétisme de la ville de Senlis (CEEBIOS)**

- Fédération d'un réseau de compétences en bio-inspiration.
- Formation et accompagnement des projets innovants au travers de Groupes d'Innovation Stratégique (habitat, matériaux, agriculture, informations)
- Lieu de démonstration sur la quartier Ordener de la ville de Senlis

L'appui scientifique **Les laboratoires de recherche ISYEB (L'Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité UMR 7205)**

- Répond aux questions concernant l'origine de la biodiversité, les modalités de diversification des espèces, la mise en place des communautés animales en lien avec l'évolution spatio-temporelle des taxons.

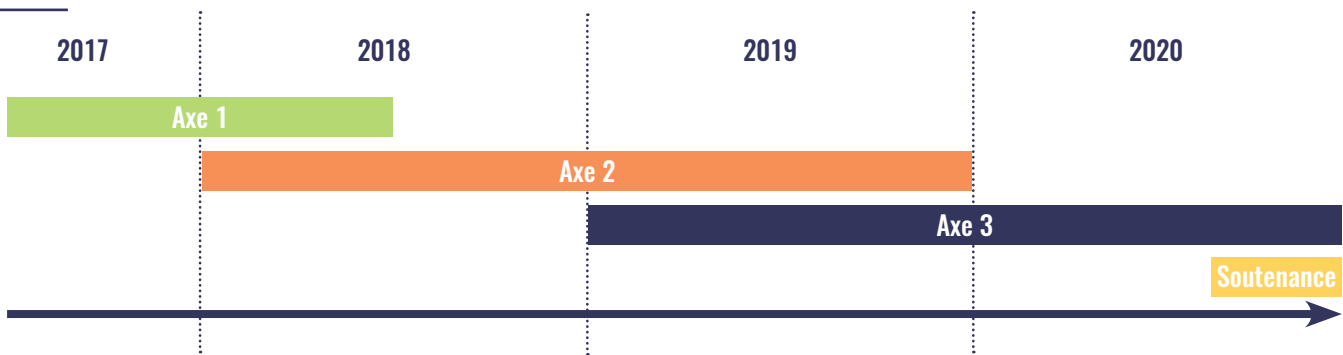
Les laboratoires de recherche MECADEV (Mécanismes Adaptatifs et Evolution UMR 7179)

- Recherches sur la biologie des systèmes intégrés via une approche fonctionnelle des mécanismes d'adaptation des organismes vivants aux contraintes environnementales.

Axes de recherche

- **Axe 1 :** Identification et synthèse des grandes stratégies d'adaptation du vivant, issues de la biologie de l'évolution.
- **Axe 2 :** Développement et proposition d'outils et méthodes systémiques de la conception bio-inspirée, au travers du processus créatif du designer afin de répondre aux besoins d'adaptation de l'Homme aux contraintes environnementales de manière durable.
- **Axes 3 :** Expérimentations des outils et méthodes dans des cas concrets, auprès des entreprises.

Calendrier



L'ensemble du travail de recherche à accomplir peut aussi être détaillé ainsi :

Axe 1 :

- Études bibliographiques et positionnement scientifique (LCPI, ISYEB, MECADEV, CEEBIOS)
- Identification des grandes stratégies d'adaptation du vivant, issues de la biologie de l'évolution (ISYEB, MECADEV, CEEBIOS)
- Synthèse des grandes stratégies d'adaptation du vivant, issues de la biologie de l'évolution (ISYEB, MECADEV, CEEBIOS)

Axe 2 :

- Identification des besoins humains face aux contraintes (LCPI)
- Mise en parallèle des grandes stratégies identifiées et des besoins humains (LCPI, ISYEB, MECADEV)
- Proposition d'outils et méthodes systémiques de la conception bio-inspirée au travers du processus créatif du designer (LCPI, CEEBIOS)
- Développement des outils et méthodes

Axe 3 :

- Expérimentations et implémentation des outils à la démarche globale
- Expérimentations des outils et méthodes auprès des acteurs industriels du CEEBIOS
- Développement de l'interface de la méthode et expérimentation auprès des designers et concepteurs
- Evaluation des résultats

PARCOURS DU CANDIDAT



Anneline LETARD, chargée de mission design, CEEBIOS

Diplômée de l'Ecole des Beaux-Arts du Mans, Anneline Letard obtient son Master en design d'espace de la cité en 2015 avec les félicitations du jury pour son projet pluridisciplinaire, un concept car qui s'inspire des éléments naturels. Passionnée de créations écologiques et bio-inspirées c'est tout naturellement qu'elle se spécialise durant et à l'issue de ses études dans la conception de projets biomimétiques pluridisciplinaires. Elle est depuis 2016 en charge des missions de design et d'architecture au sein du CEEBIOS. Ses missions portent notamment sur les projets liés à « l'habitat bio-inspiré » ainsi qu'aux nouveaux moyens de conceptions.

PARCOURS ETUDIANT



TRAVAUX NATIONAUX PRECEDENTS ET PARALLELES

Les travaux nationaux précédents

- **Thèse Pathum Bila-Deroussy (Déc 2015)**, Arts et Métiers ParisTech - Campus de Paris, Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI- EA3927), Spécialité "Conception", "Approche systémique de la créativité : outils et méthodes pour aborder la complexité en conception amont"
- **Thèse Pierre-Emmanuel Fayemi (Nov 2016)**, Arts et Métiers ParisTech - Campus de Paris, Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI- EA3927), Spécialité " Génie Mécanique ", "Innovation par la conception bio-inspirée : proposition d'un modèle structurant les méthodes biomimétiques et formalisation d'un outil de transfert de connaissances"

Les travaux nationaux parallèles

- **Thèse Estelle Cruz (2017-2020)**, MNHN ED 227, Science de la Nature et de l'Homme : écologie et évolution, "ENVELOPPES BIO-INSPIREES : Développement d'une méthode de rénovation d'enveloppes de bâtiments inspirées des stratégies d'adaptation du vivant"
- **Thèse Eliot Graeff (2017-2020)**, Arts et Métiers ParisTech - Campus de Paris, Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI- EA3927), "Optimisation de la conception bio inspirée par l'intégration de la dimension processus"

Thèse Pathum Bila-Deroussy (Déc 2015)
Arts et Métiers ParisTech - Campus de Paris, Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI- EA3927), Spécialité "Conception", "Approche systémique de la créativité : outils et méthodes pour aborder la complexité en conception amont"

Thèse Pierre-Emmanuel Fayemi (Nov 2016)
Arts et Métiers ParisTech - Campus de Paris, Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI- EA3927), Spécialité " Génie Mécanique ", "Innovation par la conception bio-inspirée : proposition d'un modèle structurant les méthodes biomimétiques et formalisation d'un outil de transfert de connaissances"

TRAVAUX PRECEDENTS

Thèse Anneline Letard (2017-2020)
Arts et Métiers ParisTech - Campus de Paris, Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI- EA3927), "Structuration du transfert de la connaissances biologiques par l'approche créative du Design. Développement (proposition) de méthodes et d'outils structurant le transfert des connaissances biologiques vers les systèmes humains."

Thèse Estelle Cruz (2017-2020)
MNHN ED 227, Science de la Nature et de l'Homme : écologie et évolution, "ENVELOPPES BIO-INSPIREES : Développement d'une méthode de rénovation d'enveloppes de bâtiments inspirées des stratégies d'adaptation du vivant"

Thèse Eliot Graeff (2017-2020)
Arts et Métiers ParisTech - Campus de Paris, Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI- EA3927), "Optimisation de la conception bio inspirée par l'intégration de la dimension processus"

TRAVAUX PARALLELES

CONTREPARTIES DES SPONSORS

	Pack "Recherche" 5k €/an	Pack "Formation" 10k €/an	Pack "Atelier" 15k €/an
Rapport et bilan de la thèse par trimestre	x	x	x
Conférence(s) d'introduction au biomimétisme ou spécialisée(s) par le CEEBIOS	x (1)	x (2)	x (2)
Formation(s) au biomimétisme (1/2 journée au MNHN)		x (1)	x (1)
Atelier(s) de créativité (1/2 journée)			x (1)



Un projet de doctorat en partenariat avec :



Laboratoire
**Conception
Produits
Innovation**



**ARTS
ET MÉTIERS**
ParisTech

