

Évaluer la qualité technique d'opérations bio-inspirées

Outils d'évaluation d'une offre
à destination de la maîtrise d'œuvre
& de la maîtrise d'ouvrage

2022



Crédits

Participation aux ateliers et réflexions : collectif Biomim'City Lab (Clémence Béchu de de l'Agence d'Architecture Anthony Bechu & Associés, Olivier Bocquet de ROUGERIE+TANGRAM, Maira Caldoncelli-Vidal de Mu Architecture, Ana-Maria Cartier & Sylvia Suivant d'Icade, Laure Frémeaux d'Elan, Tessa Hubert & Mary Pauly de Nobatek/INEF4, Diane Payrard d'Eiffage, Kalina Raskin & Olivier Scheffer de Ceebios, Philippe Solignac de CEREMA, Nicolas Vernoux-Thélot d'In Situ)

Avec la contribution d'Alain Renaudin de NewCorp Conseil

Animation des ateliers : Estelle Cruz, Eduardo Blanco, Marie Darul, Chloé Lequette & Hugo Bachellier (Ceebios)

Rédaction : Estelle Cruz & Marie Darul (Ceebios) avec la participation de Pablo Krug (stagiaire Ceebios)

Relecture : Cécile Dupuch, Eduardo Blanco, Delphine Mathou, Olivier Scheffer & Kalina Raskin (Ceebios)

Graphisme & mise en page : Chloé Lequette (Ceebios), Claire Beauvais (stagiaire Ceebios)

Image de couverture : vecteezy.com

Contact

Pour tout renseignement, contactez l'équipe Habitat de Ceebios à habitat@ceebios.com



Sommaire

Avant-propos	4
État des lieux des pratiques bio-inspirées dans la construction en France en 2022	6
Les projets bio-inspirés en France	6
Depuis 2018, 4 marchés publics bio-inspirés	10
Pôle d'excellence sur le biomimétisme marin, Biarritz, Nouvelle-Aquitaine	10
Salle de théâtre du Lycée de Bellevue, Saintes, Nouvelle Aquitaine	10
Création d'un conservatoire dans le quartier d'Ordener	10
L'importance des critères d'évaluation de l'approche biomimétique dans les appels d'offre	13
Évaluer un offre technique intégrant le biomimétisme	14
Évaluation des compétences en biomimétisme de l'équipe projet	15
Évaluation la motivation de l'équipe projet et le processus de conception	18
Conclusion	20
Perspectives	20
À propos du Biomim'City Lab	22
À propos de Ceebios	24
Références	26

Avant-propos

Qu'est-ce que le biomimétisme dans la construction, l'aménagement et l'urbanisme ?

S'appuyant sur plus de 3,8 milliards d'années d'évolution du vivant, le biomimétisme est à la fois une philosophie, une approche scientifique rigoureuse et une méthodologie qui consiste à s'inspirer des modèles biologiques pour concevoir des systèmes innovants compatibles avec la biosphère [1], [2].

Appliqué à l'architecture et à l'urbanisme, le biomimétisme est une opportunité de réponse systémique, car il structure une démarche aux multiples échelles, spatiale et temporelle. Il permet de développer des systèmes constructifs, des matériaux durables et performants, des modes de gestion de l'énergie, des systèmes de façades ou encore des organisations urbaines en accord avec les principes du vivant et les grands cycles biogéochimiques terrestres¹ de l'eau, du carbone, du phosphore, de la biodiversité, etc. [3].

Pourquoi ce guide d'évaluation des offres techniques ?

Le potentiel régénératif et de performance environnementale du biomimétisme encourage de plus en plus de maîtrises d'ouvrage à inscrire le biomimétisme dans leurs appels d'offres. En effet, quatre appels d'offre intégrant le biomimétisme ont été publiés depuis 2018 : le Pôle d'Excellence du Biomimétisme Marin à Biarritz en 2019, le lycée Bellevue à Saintes en Nouvelle-Aquitaine en 2020, le Carré Nord de la Base 217 en Essonne en 2021 et le conservatoire de musique de la ville de Senlis en 2022. Convaincu.es de la pertinence d'accélérer l'intégration du biomimétisme dans les projets au regard des derniers rapports environnementaux, les membres du Collectif Biomim'City Lab (BCL) ont réalisé ce premier outil² d'évaluation des offres de projets bio-inspirés. Pour réaliser ce guide, le collectif BCL s'est basé sur ses propres retours d'expérience de mise en œuvre du biomimétisme dans le cadre d'appels d'offres.

À qui s'adresse ce guide ?

Ce guide d'évaluation s'adresse aux maîtres d'ouvrage qui souhaitent intégrer cette démarche dans leurs appels d'offres. Ils trouveront un outil d'évaluation de la pertinence et de la précision du caractère « biomimétique » des offres techniques. Ce guide s'adresse également aux architectes, aux designers, ingénieurs et bureaux d'études souhaitant répondre à ce type de demande. Les équipes de maîtrise d'œuvre pourront aussi utiliser cette grille pour s'auto-évaluer.

Comment utiliser ce guide ?

Ce guide est structuré en deux parties. La première partie présente un état des lieux des pratiques bio-inspirées dans la construction en France et dans le monde avec une analyse des freins et leviers à leur développement. La seconde partie propose deux grilles d'évaluation de la qualité biomimétique des candidatures dans l'objectif de faciliter la lecture des offres et massifier in fine des appels d'offres pour des projets bio-inspirés.

1. Un cycle biogéochimique est le processus de transport et de transformation cyclique d'un élément ou composé chimique (eau, carbone, phosphore, etc) entre les grandes réservoirs que sont la géosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère, dans lesquels se retrouve la biosphère.

2. En complément des travaux de recherche appliqués sur les méthodologies de mise en œuvre du biomimétisme en architecture et urbanisme menés par le laboratoire MAP MAA-CC, Ceebios, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.





État des lieux des pratiques bio-inspirées dans la construction en France en 2022

Les projets bio-inspirés conçus en France

À l’heure actuelle, la démarche du biomimétisme est majoritairement intégrée dans le processus de conception à l’initiative des maîtrises d’œuvre – agences d’architecture, bureaux d’études – et promoteurs immobiliers comme réponse à une problématique technique d’efficacité énergétique et/ou d’amélioration de la performance environnementale globale des bâtiments.

À ce jour, près d’une centaine de projets bio-inspirés ont été recensés dans le monde, tous niveaux de maturité confondus [4]–[7]. Parmi ceux-ci, une vingtaine de projets de bâtiments bio-inspirés ont été conçus en France [8].

À titre d’exemple :

- L’église de Nianing au Sénégal est conçue par l’agence d’architecture In Situ Architecture et construite par le groupe de BTP Eiffage. Le système de ventilation et régulation thermique du bâtiment s’inspire de la ventilation passive des termitières afin d’assurer un bon confort thermique toute l’année aux usagers [9].
- Le projet mixte Ecotone, de la Compagnie de Phaslbourg, du groupement d’architectes et paysagistes, Triptyque Architecture, Duncan Lewis Scape Architecture, Parc Architectes, Oxo Architectes et Atelier Georges, ELAN et le comité scientifique du projet (Ceebios, MnHn...), intègre une double peau biomimétique entre verre, ETFE (copolymères thermofusibles) et végétalisation afin de filtrer les échanges thermiques, lumineux, acoustiques tout en garantissant une visibilité sur le paysage aux alentours [10].
- Le Pôle d’Excellence du Biomimétisme Marin de Biarritz [11] - La Communauté d’Agglomération du Pays Basque a choisi de bâtir un pôle d’excellence sur le biomimétisme marin qui se veut être un centre d’innovation et de recherche, et un lieu de créativité autour de l’économie bleue et du biomimétisme marin. Cinq équipes de maîtrise d’œuvre ont été retenues dans le cadre de ce dialogue compétitif. L’agence Patrick Arotcharen est lauréate du projet. L’équipe projet Rougerie+Tangram / Lab Rougerie+Tangram, NOBATEK/INEF4 s’est inspirée des éponges de mer pour la gestion de l’eau, le développement de la biodiversité et le processus de construction, et des grottes sous-marines pour la conception des voûtes maçonnées. Le projet a également limité les nuisances lumineuses nocturnes grâce à l’utilisation de bactéries bioluminescentes.



[9]
 Vue aérienne église
 Nianing, Sénégal
 © ByReg' - Régis L'Hostis



[10]
 Multiplex Ecotone
 © Triptyque Architecte



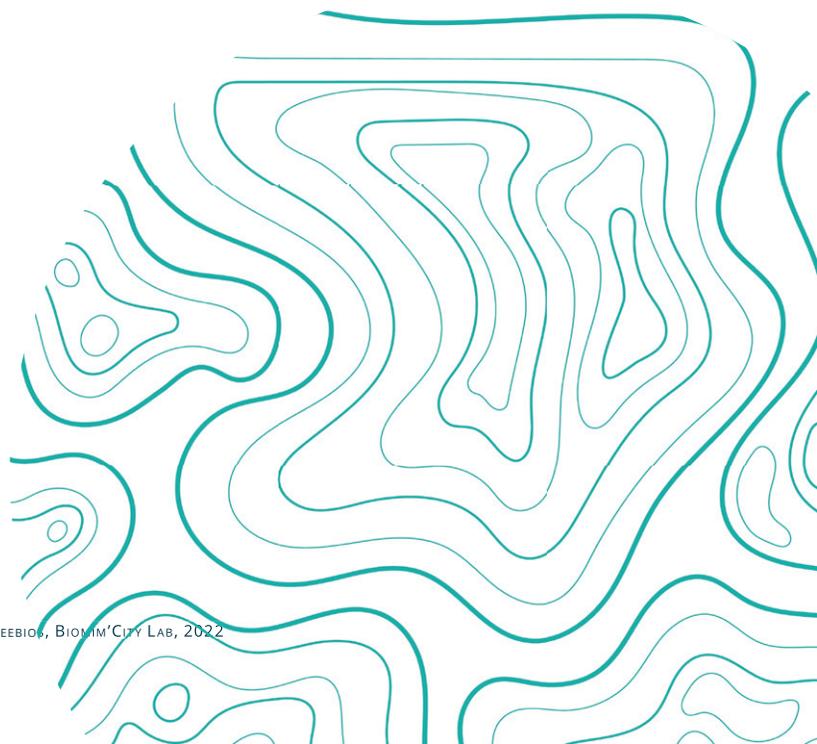
[11]
 Vue 3D du centre du biomimétisme marin
 par l'équipe Tangram Architectes, Tangram
 Lab et Nobatek/INEF4
 © Tangram Architectes
 © Rougerie
 ©Lab Rougerie

- Le plan directeur du quartier SKOLKOVO INNOVATION CENTER en Russie, conçu par l'Agence d'Architecture A. Bechu & Associés, est inspiré du comportement thermorégulateur social des manchots qui se serrent les uns contre les autres en pivotant pour rester au chaud et s'adapter aux contraintes thermiques de leur environnement. Le quartier s'organise en concentrant les habitations, chacune orientée différemment par rapport aux autres, afin de créer des îlots de chaleur et ainsi réduire les besoins en chauffage.
- En 2017, dans le cadre d'un concours de conception d'un écoquartier biomimétique de 127 ha en Nouvelle-Aquitaine, l'équipe de conception (In Situ Architecture - mandataire, In Situ Lab, Laboratoire RDP³, Echoes.Paris, NOBATEK/INEF⁴, Samazuzu, CEREMA, Ceebios) transfère et applique des principes du vivant vers un modèle architectural et urbain. Cela se traduit par le développement d'un outil biomimétique inspiré de la phyllotaxie pour la conception architecturale et urbaine afin de réduire de façon drastique, à l'échelle d'un quartier, les consommations énergétiques des bâtiments et améliorer leur empreinte environnementale.

POUR ALLER PLUS LOIN :

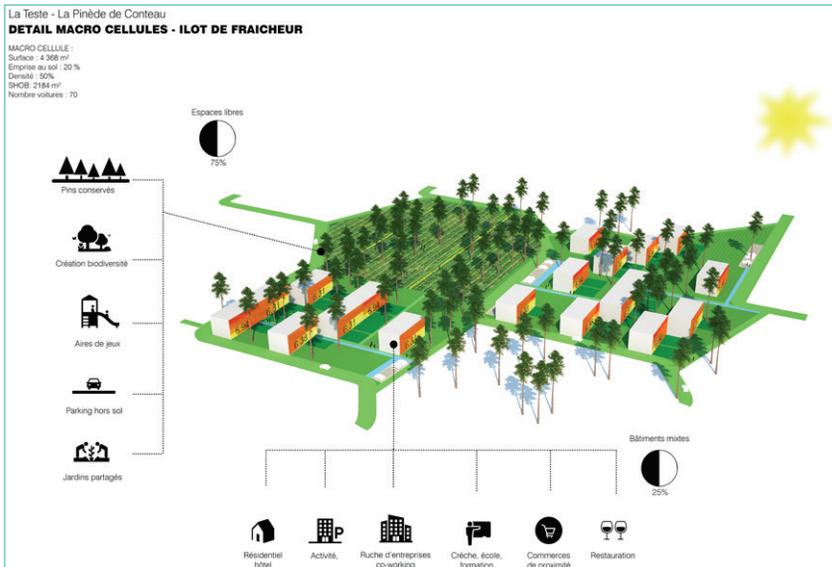
- Projets urbains bio-inspirés : vers des villes régénératives, 2019, BCL & Ceebios. Revue de projets urbains bio-inspirés Français [8]
- Architecture et biomimétisme, M. Pawlyn, Edition Rue de l'échiquier, 2019 [7] Français [8]

3. UMR CNRS, Université Claude Bernard Lyon 1, INRAE, INRIA, Université de Lyon, ENS de Lyon





Vue aérienne 3D du quartier Skolkovo Innovation Center en Russie
© Bechu & Associés



Écoquartier biomimétique en Nouvelle-Aquitaine
© IN SITU architecture



Depuis 2018, 4 marchés publics bio-inspirés

Aujourd'hui, les projets d'architecture bio-inspirés sont principalement portés par des maîtrises d'ouvrage publiques. Ces dernières font appel à des équipes de maîtrise d'œuvre privées et leurs relations sont donc encadrées par le code des marchés publics.

Depuis 2018, quatre appels d'offres en France intégrant spécifiquement un volet sur le biomimétisme ont été publiés : le Pôle d'Excellence du Biomimétisme Marin à Biarritz, le projet d'aménagement du Carré Nord de la Base 217 en Essonne, le lycée Bellevue à Saintes en Nouvelle-Aquitaine et le conservatoire de musique de la ville de Senlis.

Pôle d'Excellence sur le Biomimétisme Marin, Biarritz, Nouvelle-Aquitaine

La Communauté d'Agglomération Pays Basque (CAPB) a publié en 2019 un appel d'offre pour la construction d'un bâtiment destiné à accueillir le Pôle d'Excellence en Biomimétisme Marin à Biarritz [12], [13]. Celui-ci s'appuie sur les résultats d'une étude d'opportunités économique et territorial du biomimétisme marin réalisée par Vertigo Lab et Ceebios en 2018 [14].

Ce lieu destiné à accueillir un centre de recherche et d'innovation sur le biomimétisme marin et l'économie bleue, devait être conçu comme un lieu hybride d'innovation ouverte où se côtoieraient des équipes de recherche, des entreprises, des porteurs de projets et des étudiants en formation continue et professionnelle. L'appel d'offre stipulait que le bâtiment et l'aménagement du site devaient intégrer la démarche du biomimétisme et du design régénératif [12]. La superficie totale du site alors envisagée était de 5 800 m². Situé à 600 m de l'océan, le site affecté à l'opération se trouvait face à la Cité de l'Océan, avenue de la Milady à Biarritz.

Parmi les 33 candidatures, 5 équipes de maîtrise d'œuvre ont été retenues pour participer au dialogue compétitif avec la CAPB. La CAPB a finalement retenu le projet de l'agence d'architecture Patrick Arotcharen.

Salle de théâtre du Lycée Bellevue, Saintes, Nouvelle-Aquitaine

En 2019, la Région Nouvelle-Aquitaine a mis en place un appel à projet dans le cadre d'un appel d'offres public pour la construction d'une salle de théâtre dans le lycée Bellevue à Saintes. Le programme concernait la construction d'une salle de théâtre de 120 m² et ses annexes. L'enveloppe budgétaire totale alors donnée était de 470 000 euros HT pour une opération visant la construction d'un bâtiment indépendant, en limite de propriété, permettant d'accueillir l'enseignement du théâtre. L'équipe de maîtrise d'œuvre retenue aura à intégrer dans le processus de conception une démarche biomimétique [15].

Création d'un conservatoire de musique et de danse dans l'ancien mess des officiers du quartier Ordener

La ville de Senlis souhaite reconvertir le mess des officiers de la caserne Ordener en conservatoire de musique. Le programme actuel vise à la fois la rénovation et l'extension du bâtiment existant pour une surface totale de plancher d'environ 2000 m². Pour ce faire, elle a lancé un appel d'offres en mai 2022 afin de sélectionner une équipe de maîtrise d'œuvre. Le futur conservatoire doit répondre aux enjeux suivants :

- Un nouvel établissement accueillant et sain ;
- Des performances acoustiques et environnementales élevées ;
- Une conception permettant la mise en place d'activités intérieures et extérieures ;
- Une conception d'espaces polyvalents et modulables pour un équipement moderne et évolutif ;
- Une accessibilité aisée grâce à sa localisation et ses espaces de stationnement à proximité ;
- Une insertion de l'équipement qualitative au sein du quartier.

La Ville de Senlis, engagée depuis 2012 dans la promotion et le développement du biomimétisme sur son territoire, a souhaité que le projet de conservatoire soit à l'image de son engagement et intègre des approches bio-inspirées dans sa conception et des ambitions fortes en termes d'impact environnemental.



Vue aérienne de la parcelle du projet du Pôle d'excellence sur le biomimétisme marin, Biarritz, Nouvelle Aquitaine



Projet proposé par l'équipe lauréate Patrick Arotecharen © Patrick Arotecharen



[15] Estran, Projet proposé par l'équipe. Bechu & associés et ELAN © Bechu & associés

D'autres appels d'offre ont intégré le biomimétisme comme, par exemple, l'aménagement du quartier Nord de la base 217, Brétigny-sur-Orge, Île-de-France.



Projet proposé par
l'équipe Tangram
Architecte, Tangram
Lab et Nobatek/INEF4
© Tangram Architecte



Projet proposé par l'agence
Chartier Dalix et Zefco
© Chartier Dalix

L'importance des critères d'évaluation de l'approche biomimétique dans les appels d'offre

Principal constat :

Suite à l'analyse de ces quatre appels d'offre grâce à l'outil SWOT (Strengths - Weaknesses - Opportunities - Threats)⁴ il est constaté que la définition des attentes en biomimétisme reste très succincte et encore moins objectivée. Par exemple, aucun d'entre eux n'intègre de critère d'évaluation qualitative ou quantitative de la démarche mise en œuvre par les équipes de maîtrise d'œuvre ou du résultat du projet bio-inspiré. Seul l'appel d'offres du Pôle d'Excellence en Biomimétisme Marin de Biarritz intègrait des recommandations pour la mise en œuvre du biomimétisme basées sur les services écosystémiques et le label Living Building Challenge⁵.

Freins :

L'absence de critères d'évaluation de la démarche du biomimétisme n'encourage pas une approche rigoureuse par l'équipe projet sur le sujet. En effet, l'intégration du biomimétisme dans un projet nécessite l'utilisation efficace d'outils et de méthodes adaptés pour encourager sa pratique, et mieux la valoriser ensuite. La recherche de systèmes vivants inspirants et la compréhension de principes biologiques sont essentielles pour aboutir à un projet bio-inspiré régénératif impactant sur le plan environnemental, économique et social. Sans critère propre qualifiant cette démarche, les équipes projets pourront constituer leur offre avec une grande liberté d'application du biomimétisme (méthode, équipe, résultat). Ainsi, parmi les missions qu'il porte, Ceebios a pour vocation d'être un lien entre la sphère scientifique et les concepteurs en quête d'inspiration et de compréhension du monde vivant. De ce besoin d'intégrer la compréhension du vivant dans la conception de l'habitat, naît la démarche biomimétique dont le périmètre de la liberté d'application reste le choix des équipes projets selon leur niveau d'inspiration et de créativité. Il est en revanche essentiel de créer des outils facilitant leur lecture et leur analyse en termes d'impact.

L'absence de critères d'évaluation des offres peut, en effet, amener à des propositions se révélant peu satisfaisantes pour la maîtrise d'ouvrage. Par exemple, pourront être proposés des projets de construction ou d'aménagement en apparence inspirés du vivant mais dont l'impact environnemental, économique et social est limité.

Recommandations :

Afin de garantir la rigueur de mise en œuvre vertueuse du biomimétisme, les équipes projet et de maîtrise d'ouvrage doivent pouvoir évaluer avec des critères qualitatifs et quantitatifs la méthode biomimétique, l'équipe projet et le résultat du projet bio-inspiré.

4. Outil également appelé MOFF pour les Francophones (Menaces - Opportunités - Forces - Faiblesses,)

5. Le LBC - Living Building Challenge - est le label visant à la construction de bâtiments à empreinte régénérative en imposant le respect de 20 impératifs répartis en 7 catégories (place, water, energy, materials, health+happiness, equity, beauty) <https://living-future.org/lbc/>

Évaluer une offre technique intégrant le biomimétisme

L'analyse des freins et leviers au développement de projets bio-inspirés en France a relevé la nécessité d'avoir des modalités d'évaluation des projets bio-inspirés utilisables par la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage. Ces référentiels doivent permettre d'évaluer la démarche biomimétique tout au long du processus de conception, soit en phase de candidature, soit en phase d'offre dans le cadre d'appels d'offre ou de dialogues compétitifs.

Les sections suivantes présentent deux grilles d'évaluation permettant l'analyse de la candidature seule. Par ailleurs, des indicateurs permettant l'évaluation de l'offre, soit de l'impact économique, social et environnemental du bâtiment soit de l'aménagement urbain bio-inspiré sont en cours de développement dans le cadre de travaux de recherche appliqués menés au sein du laboratoire CESCO du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris et Ceebios [18], [19].

L'objectif des grilles d'évaluation de la candidature présentées ci-près est double. Elles peuvent être utilisées comme outil d'auto-évaluation par les équipes de maîtrise d'œuvre lors des phases de candidature et comme outil d'évaluation des candidats par la maîtrise d'ouvrage.

La structuration et le contenu de ces grilles résultent de plusieurs ateliers de cocréation animés par Ceebios au sein du collectif BCL.

Les deux grilles d'évaluation de la candidature sont les suivantes et sont détaillées dans cette section :

- Évaluation des compétences en biomimétisme de l'équipe projet (grille 1)
- Évaluation des motivations et du processus de conception biomimétique mis en œuvre (grille 2)

Structuration de la grille

Les grilles comportent trois colonnes : pour chaque critère d'évaluation, des indicateurs sont proposés ainsi que les exigences minimales garantes de la rigueur scientifique de la démarche.

Degré de pertinence des indicateurs

Dans la première grille, les indicateurs sont classés, grâce à un code couleur, par degré de pertinence estimée permettant d'aboutir à un projet bio-inspiré régénératif. La pertinence se base sur les retours d'expérience empiriques des membres du Biomim'City Lab est vouée à aider l'évaluateur. Cette grille pourra être améliorée en évaluant le degré de pertinence des indicateurs sur la base de travaux et de publications scientifiques⁶. Au sein de la seconde grille, il n'y a pas de classement, la comparaison des outils n'étant, à ce jour, pas assez aboutie.

6. Le classement des indicateurs par pertinence est discuté en conclusion de ce document.

Évaluation des compétences en biomimétisme de l'équipe projet

L'intégration de compétences en biomimétisme à tous les stades de la conception et la présence d'un ou plusieurs facilitateurs formés à la mise en œuvre d'une démarche biomimétique parmi les partenaires du projet, sont essentielles pour la conception de bâtiments ou aménagements régénératifs.

Cette première grille est destinée à évaluer les motivations et les compétences en biomimétisme de l'équipe candidate à travers quatre grandes questions :

1

LA COMPOSITION DE L'ÉQUIPE PROJET

Au sein de l'équipe, quel(s) acteur(s) porte(nt) l'approche en biomimétisme ? La présence d'un facilitateur formé à la mise en œuvre du biomimétisme dans le secteur de la construction est indispensable. Les acteurs sont classés suivant leur degré d'influence dans l'acte de concevoir.

2

LES RÉFÉRENCES DE L'ÉQUIPE PROJET

L'équipe a-t-elle déjà de l'expérience en termes de projet(s) de bâtiment ou d'aménagement urbain intégrant une approche en biomimétisme ? Les expériences de mise en œuvre, formation ou de recherche appliquée de l'équipe sont révélatrices de son savoir-faire. Les références sont classées suivant le niveau de maturité en biomimétisme qu'elles ont permis d'acquérir.

3

LES COMPÉTENCES DE L'ÉQUIPE PROJET

Comment s'est déroulée la montée en compétences en biomimétisme de l'équipe projet ? Les actions de sensibilisation/formation ont-elles été réalisées en amont ou dans le cadre de la réponse à la consultation ? Les formations sont classées suivant leurs niveaux d'approfondissement du sujet.

4

INTÉGRATION DE CONNAISSANCES EN BIOLOGIE & ÉCOLOGIE

Comment l'équipe intègre-t-elle de nouvelles connaissances en biologie nécessaires à la compréhension et réalisation du projet ? Une approche en biomimétisme nécessite une connaissance fine du monde vivant pour identifier les modèles biologiques pertinents. Les connaissances en biologie sont classées suivant leur nature et personnes impliquées.

Grille 1 : évaluation des compétences en biomimétisme de l'équipe projet

Critères d'évaluation	Indicateurs
<p>Composition de l'équipe projet</p> <p>Au sein de l'équipe projet, quels acteurs facilitent l'intégration de l'approche du biomimétisme tout au long du projet ?</p> <p><i>À minima : deux membres de l'équipe projet formés à la mise en œuvre du biomimétisme facilitent la mise en œuvre de la démarche tout au long du projet.</i></p> <p><i>Rappel : les acteurs sont classés suivant leur degré d'influence dans l'acte de concevoir. L'architecte mandataire et le bureau d'études environnement sont en général les acteurs ayant le plus de poids pour faciliter l'intégration du biomimétisme dans un projet.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Agence d'architecture <input type="checkbox"/> Bureau d'études (préciser) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Énergie <input type="checkbox"/> Environnement (écologues, biologistes) <input type="checkbox"/> Structure <input type="checkbox"/> Fluides <input type="checkbox"/> Autre (préciser)
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Agence d'urbanisme ou de dvlpt régional <input type="checkbox"/> Aménageur <input type="checkbox"/> Promoteur immobilier <input type="checkbox"/> Laboratoire de recherche (préciser) : <input type="checkbox"/> Structure de conseil en biomimétisme
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Constructeur <input type="checkbox"/> Partenaire académique pour l'assise scientifique <input type="checkbox"/> Représentant(s) de la société civile (préciser) <input type="checkbox"/> Autre (préciser) :
<p>Références de l'équipe projet</p> <p>Quelles sont les expériences passées de mise en œuvre du biomimétisme au sein de l'équipe projet ?</p> <p><i>Les références sont à préciser.</i></p> <p><i>À minima : un membre de l'équipe projet a été impliqué dans l'une des actions décrites.</i></p> <p><i>Rappel : les références sont classées suivant le niveau de maturité en biomimétisme qu'elles ont permis d'acquérir.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Conception (ou participation à la conception) d'un projet urbain ou bâtiment bio-inspiré construit ou en cours de construction <input type="checkbox"/> Recherche académique (publication d'articles de recherche, recherche menée avec ou au sein d'un laboratoire de recherche ou en partenariat...)
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Conception (ou participation à la conception) d'un projet urbain ou de bâtiment bio-inspiré non sélectionné
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Conseil et accompagnement en biomimétisme tout champ d'activité confondu <input type="checkbox"/> Réflexion en amont sur un bâtiment bioclimatique / bio-inspiré / solutions techniques <input type="checkbox"/> Vulgarisation et sensibilisation en biomimétisme <input type="checkbox"/> Autre (préciser) :

Très pertinent
 Pertinent
 Peu pertinent



Critères d'évaluation	Indicateurs
<p>Compétences de l'équipe projet</p> <p>Quel est le niveau de formation de l'équipe en biomimétisme ? Comment l'équipe a-t-elle été formée ?</p> <p><i>À minima, au moins une option cochée pour un des partenaires de l'équipe.</i></p> <p><i>Rappel : les formations sont classées suivant leurs niveaux d'approfondissement du sujet.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Participation aux formations Habitat bio-inspiré à destination de la maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage par Ceebios avec l'IFS (2 jours) ou équivalent <input type="checkbox"/> Participation à la formation Focus Lab biomimétisme introductive au biomimétisme dispensée par l'Institut des Futurs Souhaitables (IFS), Ceebios et leurs partenaires (5 jours) ou équivalent <input type="checkbox"/> Suivi du Master NID – Nature Inspiré Design à l'ENSCI ou équivalent <input type="checkbox"/> Participation à une ou plusieurs conférences sur le biomimétisme et l'habitat (revues de tendances, actualités, stratégies) <input type="checkbox"/> Suivi d'un MOOC sur le biomimétisme <input type="checkbox"/> Formation en autonomie (préciser) : <input type="checkbox"/> Formation des membres de l'équipe projet par un des membres de l'équipe (préciser) <input type="checkbox"/> Autres (préciser) :
<p>Intégration de connaissances en biologie et écologie</p> <p>Comment l'équipe intègre-t-elle de nouvelles connaissances en biologie nécessaires à la compréhension et réalisation du projet ?</p> <p><i>A minima, une des options cochées.</i></p> <p><i>Rappel : ces indicateurs sont classés suivant l'impact estimé des connaissances en biologie suivant leur nature et personnes impliquées.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Intégration dans l'équipe d'un biologiste ou écologue <input type="checkbox"/> Sollicitation d'expertises en biologie externes au groupement (préciser) : <input type="checkbox"/> Connaissances propres en biologie de l'équipe <input type="checkbox"/> Autres (préciser) :

Très pertinent
 Pertinent
 Peu pertinent

Évaluation de la motivation de l'équipe projet et du processus de conception

L'objectif de cette seconde grille est d'aider à l'évaluation des motivations de l'équipe de maîtrise d'œuvre dans la mise en place de la démarche du biomimétisme, mais aussi du processus de conception ainsi que des outils utilisés.

Une telle méthode est tout à fait inédite. En effet, à ce jour aucune démarche d'analyse d'impact économique, social et environnemental n'a été développée pour faciliter la comparaison de l'impact potentiel des différents outils utilisés par les concepteurs, de façon à pouvoir les classer. La grille permet donc de conscientiser davantage le processus de mise en œuvre du biomimétisme plutôt que de classer les outils et la démarche, grâce à deux catégories principales :

1

LA MOTIVATION DE L'ÉQUIPE À INTÉGRER UNE APPROCHE BIOMIMÉTIQUE

Quel est l'objectif de mise en œuvre du biomimétisme ? La motivation de l'équipe projet est centrale dans l'acte de concevoir. Pour bien évaluer une candidature, l'équipe de maîtrise d'ouvrage doit être en mesure de bien comprendre la démarche des concepteurs et percevoir si celle-ci répond bien aux enjeux et problématiques du projet souhaité.

2

LES OUTILS DE CONCEPTION

Quels sont les outils de conception utilisés lors du processus de conception ? L'équipe de conception peut faire appel à différentes typologies d'outils pour accompagner l'intégration du biomimétisme. Elle peut s'appuyer sur un cadre normatif, des labels, des outils d'évaluation, des bases de données techniques... Cette question permet à la maîtrise d'ouvrage de vérifier la pertinence des outils utilisés pour la conception d'un projet architectural bio-inspiré.

Grille 2 : évaluation des motivations et du processus de conception biomimétique mis en oeuvre



Critères d'évaluation	Indicateurs
<p>Motivations de l'équipe projet</p> <p>Quel est l'objectif de mise en œuvre du biomimétisme ?</p> <p><i>Le biomimétisme étant une approche systémique et transversale, au moins deux indicateurs doivent être visés.</i></p>	<p>Amélioration de la performance environnementale globale du bâtiment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Dépollution des sols <input type="checkbox"/> Allègement des structures <input type="checkbox"/> Consommation énergétique <input type="checkbox"/> Stockage du carbone <input type="checkbox"/> Gestion des déchets <input type="checkbox"/> Cycle de l'eau <input type="checkbox"/> Frugalité des ressources <input type="checkbox"/> Durabilité / Pérennité <input type="checkbox"/> Autres (préciser) : <p>Amélioration du confort et de la santé des occupants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Confort biophilique <input type="checkbox"/> Confort thermique <input type="checkbox"/> Confort lumineux <input type="checkbox"/> Confort acoustique <input type="checkbox"/> Qualité de l'air <p>Interaction du bâtiment avec son environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Cycle du carbone <input type="checkbox"/> Accueil de la biodiversité <input type="checkbox"/> Production de services écosystémiques <input type="checkbox"/> Autres (préciser) :
<p>Outils de conception</p> <p>Quels sont le(s) outil(s) de conception utilisé(s) ?</p> <p><i>À minima, un outil sélectionné.</i></p>	<p>Outils généraux en biomimétisme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Principes du vivant – Biomimicry 3.8 <input type="checkbox"/> Norme ISO 18458 <input type="checkbox"/> Taxonomie / AskNature <input type="checkbox"/> Autres (préciser) : <p>Outils spécifiques à la conception d'habitat bio-inspiré :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Services écosystémiques <input type="checkbox"/> ESA – Ecosystemic Services Analysis (M. Pedersen Zari) <input type="checkbox"/> Genius of Biome <input type="checkbox"/> Seedkit <input type="checkbox"/> BioGen <input type="checkbox"/> Autres (préciser) : <p>Outils pour l'évaluation des impacts envir. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Analyse du cycle de vie <input type="checkbox"/> Living Building Challenge (LBC) <input type="checkbox"/> SITES <input type="checkbox"/> Autres (préciser) :

Conclusion

L'approche du biomimétisme peut être un levier puissant pour concevoir des bâtiments régénératifs à impact positif. De plus en plus d'acheteurs publics et privés s'intéressent à cette démarche de conception innovante et sont prêts à prescrire l'approche biomimétique dans leurs consultations.

L'analyse comparative des appels d'offre bio-inspirés a révélé la nécessité de développer des critères d'évaluation qualitatifs et quantitatifs des projets bio-inspirés (méthode, équipe, projet).

Ce travail collaboratif a été animé par Ceebios auprès du collectif Biomim'City Lab et mené entre mars 2021 et octobre 2021. Il a permis le développement des critères d'évaluation de la méthode mise en œuvre par les équipes de maîtrise d'œuvre et l'équipe projet.

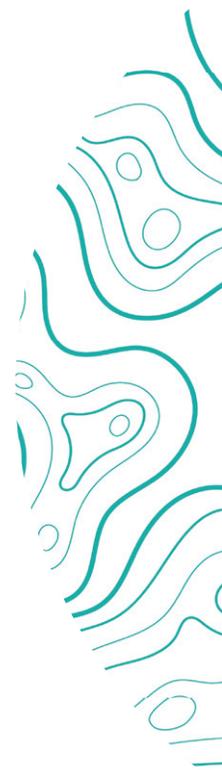
Ces deux grilles produites pour le développement de projets bio-inspirés peuvent être utilisées directement comme outils d'auto-évaluation par la maîtrise d'œuvre et d'évaluation par la maîtrise d'ouvrage.

Perspectives

Les deux grilles d'évaluation de la méthode et de l'équipe proposent des indicateurs classés par niveau de pertinence et d'impact. Les prochaines étapes de ce travail sont les suivantes :

- Approfondir le classement des indicateurs suivant leur niveau d'impact pour l'évaluation de la candidature. En effet, ces indicateurs empiriques sont basés sur les retours d'expérience du collectif du Biomim'City Lab, soit une dizaine de praticiens. Cet échantillon est à élargir pour être représentatif des besoins de la filière du bâtiment. Ces grilles doivent également être expérimentées et mises à l'épreuve dans le cas de projets concrets.
- Créer des indicateurs pour l'évaluation de l'offre. L'évaluation qualitative et quantitative du biomimétisme en phase offre sera la prochaine étape. Des travaux de recherche appliquée sont actuellement en cours dans le cadre de la thèse d'Eduardo Blanco [20] et au sein de plusieurs universités tels que les travaux du Dr. Maibritt Pedersen Zari [21].
- Créer des clauses et mettre en place des outils permettant aux acteurs publics d'intégrer simplement l'approche en biomimétisme dans leurs cahiers des charges, en lien avec le code de la commande publique. Ces réflexions sont actuellement menées au sein de plusieurs groupes de travail tels que l'AFGC⁷.

7. Groupe de travail écoconception des ouvrages de génie civil animé par Patrick Guiraud depuis 2021





À propos du Biomim'City Lab

Qui sommes-nous ?

Le Biomim'City Lab (BCL) est un collectif d'acteurs de la ville engagé pour le développement de la ville régénérative par l'approche du biomimétisme.

Ce collectif créé en 2019, sous l'impulsion d'ICADE, est animé par les équipes du Ceebios. Il fédère une diversité d'acteurs issus de la maîtrise d'oeuvre, d'ouvrage et établissement public tels que les agences d'architecture Bechu & Associés, In Situ, Rougerie + Tangram, Mu Architecture le bureau d'études ELAN, l'institut pour la transition énergétique Nobatek/INEF4, le groupe de BTP Eiffage le promoteur Icade, le CEREMA. NewCorp Conseil contribue à cette dynamique.

Nos engagements

Le BCL facilite le partage de bonnes pratiques, le co-développement de nouveaux outils, l'évolution des pratiques, le partage d'expertises tout en créant une zone de rencontre et d'expérimentation autour du sujet du biomimétisme et du design régénératif [22].

Nos contributions

Depuis deux ans, ce collectif œuvre pour le développement du biomimétisme en architecture, construction, aménagement et urbanisme. Il compte à son actif la production de plusieurs documents structurants et techniques, conférences nationales et internationales à destination des professionnels du bâtiment.

• Documents techniques :

- Manifeste Biomim'City Lab [22]
- Projets urbains bio-inspirés - Un état de lieux des projets français. 2020, Edition Ceebios. Revue de synthèse de 16 projets urbains bio-inspirés Français [8]

• Articles techniques :

- Le biomim'City Lab pour réinvention la ville pour et par le vivant, 2019, Construction 21 [23]
- Projets urbains bio-inspirés : vers des villes régénératives, 2020, Construction 21, [24]

• Conférences nationales :

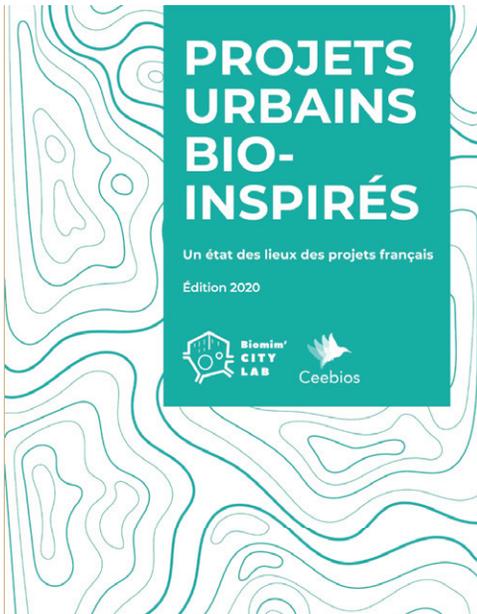
- Biomim'Expo 2019 – Paris Cité des sciences, Conférence de lancement du Biomim'City Lab, stand ICADE [25]
- Table ronde Biomim'Expo 2021 - Paris, 2021, Hôtel de Ville, 45 minutes – Dessine-moi une ville bio-inspirée avec le BCL [26]

• Conférences internationales :

- Présentation de l'état de l'art des 16 projets bio-inspirés, Paris, 2021, Conférence COST RESTORE [27]
- Biomimicry in French sustainable urban projects: trends and perspectives from the practice, Eduardo Blanco, Conférence FAID 2020 [28].



Table ronde Biomim'expo 2021, Hotel de ville de Paris



Projets urbains bio-inspirés - Un état de lieux des projets français. 2020, Edition Ceebios. Revue de synthèse de 16 projets urbains bio-inspirés français



Participation au programme européen COST RESTORE

Rejoignez-nous !

Contact : habitat@ceebios.com

À propos de Ceebios

Qui sommes-nous ?

Ceebios est le Centre d'études & d'expertises en biomimétisme.

Il se positionne en structure d'intérêt général visant à catalyser la richesse des compétences nationales du monde académique, de l'enseignement et de la R&D industrielle dans le domaine de la bioinspiration autour de 3 axes

1

EXPLORER le potentiel du biomimétisme :

- Développement d'outils & ressources
- R&D bioinspirée
- Coopération des sphères académiques & industrielles

2

INNOVER avec le biomimétisme :

- Conseil, études & ingénierie
- Recherche & méthodologie
- Management de l'innovation

3

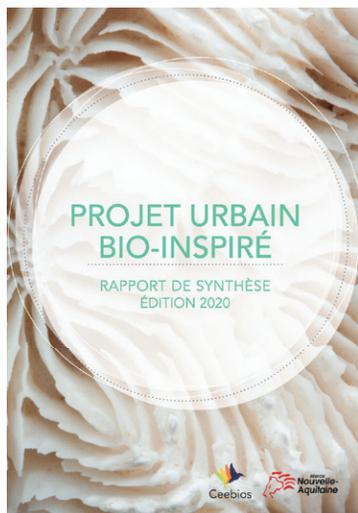
DÉPLOYER le biomimétisme en France :

- Connexion d'experts
- Formation & enseignement
- Animation du réseau national
- Communication

+ de 500 clients & partenaires :

tels que AirLiquide, Eiffage, ICADE, Renault, L'Oréal, LVMH, Rabot Dutilleul, Mäder, EGIS, RTE, EDF, Decathlon, Elan, Engie et de nombreuses PME.

Découvrez des exemples de nos publications thématiques sur le biomimétisme



Synthèse thématique
Projet urbain bio-inspiré,
Ceebios



Synthèse thématique
Biomimétisme & énergie,
Ceebios



Guide pratique
Limiter l'usage des équipements : quelles solutions pour la construction bois ?
CODIFAB, Ceebios,
Nobatek-INEF4



Revue d'études de cas
Biomimetic building skins: 30 datasheets,
Ceebios, MnHn, Nobatek-INEF4 (entre autres co-auteurs)



Thèse *Enveloppes bio-inspirées*, Estelle Cruz,
Ceebios, MnHn

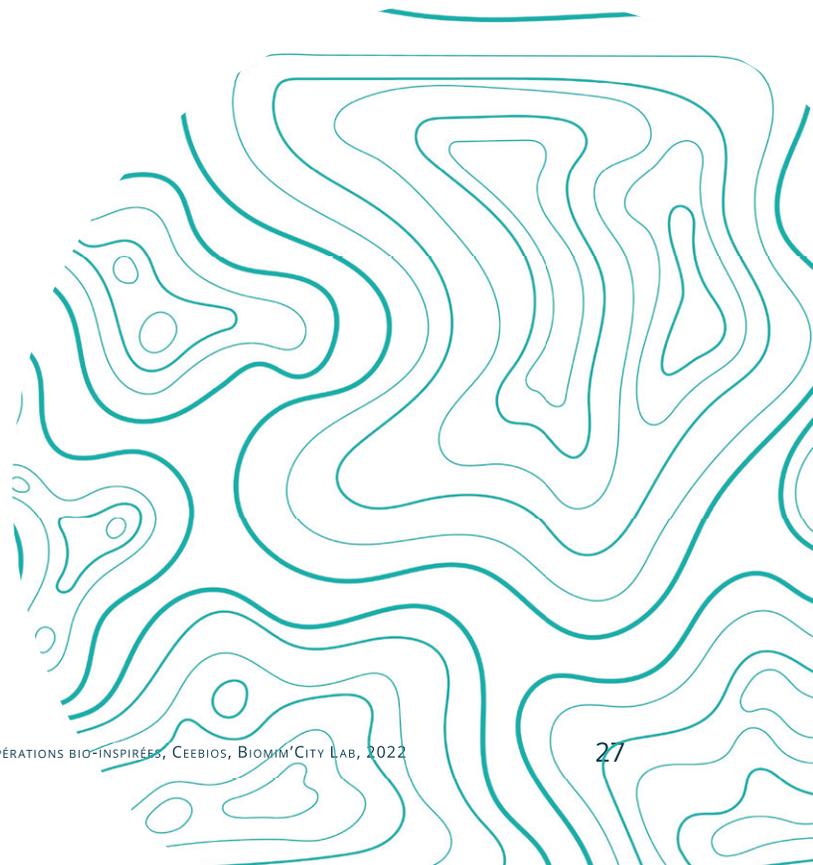
Tous nos travaux & prestations sur www.ceebios.com

Références

Figures et documentations

- [1] "ISO 18458:2015 - Biomimétique -- Terminologie, concepts et méthodologie," .
- [2] J. M. Benyus, *Biomimicry : innovation inspired by nature*. Perennial, 2002.
- [3] Ceebios, "Projets urbains bio-inspirés: Un état des lieux des projets français," 2020.
- [4] A. Kuru, P. Oldfield, S. Bonser, and F. Fiorito, "Biomimetic adaptive building skins: Energy and environmental regulation in buildings," *Energy Build.*, vol. 205, p. 109544, 2019, doi: 10.1016/j.enbuild.2019.109544.
- [5] K. Al-Obaidi, M. Ismail, ... H. H.-... and S. E., and undefined 2017, "Biomimetic building skins: An adaptive approach," Elsevier, Accessed: Sep. 17, 2019. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117306640>.
- [6] N. C.-H. Estelle Cruz, Tessa Hubert, Ginaud Chancoco, Omar Naim and F. A. Raphaël Cornette, Christophe Menezo, Lidia Badarnah, Kalina Raskin, "Design processes of bioinspired building skins: A comparative analysis," *Energy Build.*, 2020, doi: 10.1088/1748-3190/aa86ff.
- [7] M. Pawlyn et al., "Biomimétisme et architecture," p. 229.
- [8] Ceebios, "Projets urbains bio-inspirés: Un état des lieux des projets français," p. 120, 2020, [Online]. Available: <https://ceebios.com/wp-content/uploads/2020/12/ÉtatDesLieux-BCL-20201223-web-BasDef.pdf>.
- [9] "CHURCH NIANING | IN SITU architecture - Rethinking The Future Awards." <https://awards.re-thinkingthefuture.com/gada-winners-2019/church-nianing-in-situ-architecture/> (accessed Mar. 14, 2020).
- [10] "Ecotone - Triptyque Architecture." <http://triptyque.com/fr/project/ecotone/> (accessed Nov. 22, 2020).
- [11] "Pôle d'Excellence pour le Biomimétisme Marin." <https://www.nobatek.inef4.com/references/pole-excellence-biomimetisme-marin/> (accessed Dec. 07, 2021).
- [12] "Dialogue compétitif en vue du recrutement d'une équipe de maîtrise d'œuvre pour l'opération Pôle d'Excellence sur le biomimétisme marin - PDF Téléchargement Gratuit." <http://docplayer.fr/151769469-Dialogue-competitif-en-vue-du-recrutement-d-une-equipe-de-maitrise-d-oeuvre-pour-l-operation-pole-d-excellence-sur-le-biomimetisme-marin.html> (accessed Nov. 29, 2021).
- [13] "Boamp.fr | Avis n°19-7413." <https://www.boamp.fr/avis/detail/19-7413> (accessed Nov. 29, 2021).
- [14] "Etude de préfiguration d'un pôle de biomimétisme marin - Vertigo Lab." <http://vertigolab.eu/portfolio/etude-de-prefiguration-dun-pole-de-biomimetisme-marin/> (accessed Nov. 29, 2021).
- [15] P. Cedex, "LYCEE Bellevue à Saintes (17) Création d'une salle de théâtre. Marché à procédure adaptée," pp. 1-8, 2021.
- [16] L. base 217 SPL Essonne, "AMO Biomimétisme et aménagement du territoire : ingénierie, recherches, innovations," 2021. <https://www.nouma.fr/appele-offre/ile-de-france/yvelines/versailles/1508726> (accessed Jun. 22, 2021).
- [17] E. Graeff, A. Letard, K. Raskin, N. Maranzana, and A. Aoussat, "Biomimetics from practical feedback to an interdisciplinary process," *Res. Eng. Des.* 2021 323, vol. 32, no. 3, pp. 349-375, Mar. 2021, doi: 10.1007/S00163-021-00356-X.
- [18] E. Blanco, M. Pedersen Zari, K. Raskin, and P. Clergeau, "Urban Ecosystem-Level Biomimicry and Regenerative Design: Linking Ecosystem Functioning and Urban Built Environments," *Sustainability*, vol. 13, no. 1, p. 404, 2021, doi: 10.3390/su13010404.

- [19] R. Uchiyama, Y. Blanco, E. and Kohsaka, "Application of biomimetics to architectural and urban design: A review of multiple scales," Sustainability, 2020.
- [20] E. Blanco, E. Cruz, C. Lequette, K. Raskin, and P. Clergeau, "Biomimicry in French Urban Projects: Trends and Perspectives from the Practice," Biomimetics, vol. 6, no. 2, p. 27, Apr. 2021, doi: 10.3390/biomimetics6020027.
- [21] M. Pedersen Zari, "Ecosystem services analysis: Mimicking ecosystem services for regenerative urban design," Int. J. Sustain. Built Environ., vol. 4, no. 1, pp. 145–157, Jun. 2015, doi: 10.1016/j.ijse.2015.02.004.
- [22] "BCL - L'habitat d'Homo Sapiens en question Réinventer la ville pour et par le vivant."
- [23] Collectif BCL - Biomim'City, "Le Biomim'City Lab pour « réinventer la ville pour et par le vivant », Constr. 21, pp. 2–3, 2020, [Online]. Available: <https://www.construction21.org/belgique/articles/h/le-biomim-city-lab-pour-reinventer-la-ville-pour-et-par-le-vivant.html>.
- [24] E. Cruz, "Projets urbains bio-inspirés : vers des villes régénératives," Construction 21, 2021.
- [25] "Biomim'City Lab | Biomim'expo." <https://biomimexpo.com/2020/03/03/biomimcity-lab/> (accessed Dec. 14, 2021).
- [26] "PROGRAMME Biomim'expo 2021 | Biomim'expo." <https://biomimexpo.com/programme-2021/> (accessed Dec. 14, 2021).
- [27] "RESTORE READY Conference in Paris – COST RESTORE." <https://www.eurestore.eu/event/restore-ready-conference-paris/> (accessed Dec. 14, 2021).
- [28] "Friday, September 17th – FAID – Houston." <https://faid-houston.france-science.org/friday-september-17th/> (accessed Dec. 14, 2021).





Ceebios



**Biomim'
CITY
LAB**