

Le biomimétisme à Mayotte

2022



EPFAM
ETABLISSEMENT
PUBLIC FONCIER &
D'AMÉNAGEMENT
MAYOTTE



CONTEXTE

L'[Etablissement Public Foncier et d'Aménagement de Mayotte](#) (EPFAM) porte une mission d'intérêt général en réalisant des opérations, à l'échelle du département de Mayotte, favorisant l'aménagement urbain et rural, ainsi que le développement économique de l'archipel. Ses missions portent sur 4 grands volets, un volet transverse sur la réalisation d'études stratégiques et prospectives ainsi que 3 volets thématiques :

- Le foncier avec notamment les enjeux de préservation et d'anticipation ;
- L'aménagement, la construction de logements et d'équipements et développement économique ;
- L'agriculture avec les missions de SAFER.

Dans ce cadre, l'EPFAM pilote et réalise des opérations d'aménagements urbains agricoles.

L'EPFAM s'intéresse au biomimétisme comme levier d'actions pour répondre aux grands enjeux d'aménagement du territoire mahorais : eau, déchets, économie, adaptation au changement climatique, etc.

Afin, à terme, d'intégrer le biomimétisme dans ses opérations d'aménagement, l'EPFAM souhaitait à la fois former ses équipes au concept et applications du biomimétisme mais également permettre à l'ensemble de ses partenaires de s'approprier le biomimétisme.

Pour ce faire, l'EPFAM a fait appel au [Ceebios, Centre d'études et d'expertises en biomimétisme](#), afin d'organiser un séminaire d'introduction au biomimétisme à destination de ses partenaires et une formation à l'aménagement bio-inspiré pour ses agents.



CEEBIOS

Créé à l'origine sous la forme d'une association fondée par un collège d'acteurs à l'initiative de la Ville de Senlis, [Ceebios](#) s'est transformé en Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC) à but non lucratif depuis le 1er janvier 2021. Ceebios est une société à mission et dispose du statut ESUS (Entreprise solidaire d'utilité sociale). Elle est aujourd'hui présidée par [Gilles Bœuf](#), océanographe, spécialiste de physiologie environnementale et de biodiversité.

Cette transformation en société coopérative à mission reflète idéalement notre raison d'être : accélérer la transition écologique et sociétale par le biomimétisme, en fédérant un réseau d'acteurs experts et en mutualisant et développant des ressources, outils et méthodologies indispensables à l'appropriation de la démarche par les secteurs académiques, institutionnels et privés, afin de faciliter l'émergence, la diffusion et l'appropriation d'innovations responsables bio-inspirées dans tous les domaines.

Depuis 2014, Ceebios s'est développé autour de six axes principaux :

- **Fédérer le réseau de compétences en biomimétisme** : près de 200 équipes de recherche spécialisées identifiées, plus d'une centaine d'organisations mobilisées, dont une trentaine de grands groupes et ETI industriels ainsi que de nombreuses PME et startups, mais également collectivités, pôles, CCI et associations, tous membres, partenaires ou clients de Ceebios, mobilisés autour de Groupes d'Innovation Stratégique thématiques (habitat, matériaux, information, etc.) ;
- **Contribuer à la formation** : la contribution au développement de programmes et cursus d'enseignement du biomimétisme, avec un réseau activé de près de 40 écoles et universités et plusieurs formations initiées (ENSCI Les Ateliers, UPPA, ESPCI, Ecole Polytechnique, Mines de Paris, Sup Biotech, ESME, HEP Education, Université de Bretagne Occidentale, Ecole Européenne Supérieure d'Art de Bretagne, Université de Lorraine, Université de Strasbourg, Université de Bourgogne, etc.) ;



- **Accompagner les projets innovants** : une cinquantaine de missions de veille, études R&D, et conseil méthodologique, notamment pour des entreprises et organismes comme L'Oréal, Decathlon, Vicat, le CNES,..., ainsi que des partenariats, notamment auprès de collectivités dans l'élaboration de leur feuille de route du biomimétisme, à l'instar du travail réalisé pour la Région Nouvelle-Aquitaine et plus récemment la Région Sud et la Région Hauts-De-France, que le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire encourage de répliquer à l'ensemble des régions françaises ;
- **Développer les outils méthodologiques et de gestion de la donnée** : l'élaboration d'une norme expérimentale française qui rapproche biomimétisme et éco-conception, l'élaboration des premières normes ISO internationales dédiées au biomimétisme, ainsi que le développement de la méthodologie d'éco-conception biomimétique via trois premières thèses et un post doctorat ;
- **Contribuer au développement de plateformes et démonstrateurs** avec notamment la plateforme d'innovation BiOMig (pour Biomimetic Open Innovation Generator) proposant :
 - Une plateforme numérique d'éco-conception biomimétique
 - Un moteur de recherche intelligent de la donnée biologique
 - Une plateforme de caractérisation rapide de matériaux biologiques,
 - Une plateforme de prototypage de matériaux bio-inspirés et de développement de procédés de manufacture de l'industrie du futur.
- **Communiquer et influencer** : une prise en compte institutionnelle au plus haut niveau des enjeux et potentiels du biomimétisme ainsi que la contribution à une couverture médiatique et événementielle importante du biomimétisme (+ de 3000 apparitions médias - TF1, France 2, BFM Business, Canal+, France Inter, France Info, RFI, Le Monde, La Tribune, Les Echos, etc.) , avec notamment Biomim'Expo, deux séries documentaires (Nature = Futur / ... et Supernature / Planète), et plus de 200 conférences et interventions publiques



SÉMINAIRE D'INTRODUCTION AU BIOMIMÉTISME

Mardi 17 mai 2022

L'Etablissement Public Foncier et d'Aménagement de Mayotte en partenariat avec Ceebios, a eu le plaisir d'organiser une journée d'introduction au biomimétisme ouverte aux acteurs de l'aménagement du territoire mahorais.

Cette journée de sensibilisation a permis de découvrir à la fois les concepts associés au biomimétisme mais également comment il se déploie à l'échelle nationale et régionale. Grâce à des focus thématiques ciblés, les participants ont pu explorer comment la démarche de bioinspiration peut se mettre au service des enjeux du territoire.





Programme et supports de présentation :

- 9h-12h30 – **Introduction générale au biomimétisme**
par Hugo Bachellier, Ceebios
 - **Le biomimétisme : Concepts & sémantiques**
Découvrir les principes de bases du biomimétisme
Distinguer la bioinspiration, de la biomimétique, du biomimétisme
Explorer des concepts connexes et la vision holistique de la bioinspiration au service des transitions à mener.
[Support de présentation](#)
 - **Les enjeux nationaux et internationaux**
Illustration du déploiement du biomimétisme à l'international (notamment en Europe) et de son potentiel sur le territoire français avec
[Support de présentation](#)
 - **Les régions et le biomimétisme**
Découvrir le déploiement régional du concept et les actions concrètes menées pour :
 - cartographier les acteurs et opportunités régionales
 - faire monter en compétences les acteurs
 - fédérer autour de sujet de transition
 - déployer des expérimentations[Support de présentation](#)
 - **L'ADEME et le Biomimétisme**
 - **un contrat cadre national avec Ceebios**
Découvrir les 13 actions portées par Ceebios avec l'ADEME
[Support de présentation](#)
 - **les actions de l'ADEME à Mayotte**
par Yann Bigot, Ademe Mayotte



- 13h30-17h - **Focus thématiques en lien avec les enjeux de Mayotte**
 - **Présentation des enjeux du territoire mahorais**
par Jamel Bensabri, EPFAM

 - **Le potentiel du biomimétisme marin : comment s'inspirer de la biodiversité marine pour développer des innovations durables**
par Christophe Fontfreyde du Parc Naturel Marin de Mayotte
et Juliette Verseux, Ceebios
[Support de présentation PNMM](#)
[Support de présentation Ceebios](#)

 - **Architecture et Aménagement bio-inspirés**
Des bâtiments bioinspirés aux projets d'aménagements de territoires régénératifs.
par Eduardo Blanco, Ceebios
[Support de présentation](#)

 - **Réinventer notre relation à l'énergie en observant le vivant**
par Félix Guéguen, Ceebios
[Support de présentation](#)

 - **(Re)penser l'agriculture en s'inspirant des écosystèmes naturels**
par Philippe Ryckewaert du CIRAD
et par Sarah Bunel du lycée agricole de Coconi
[Support de présentation CIRAD](#)
[Support de présentation Lycée agricole de Coconi](#)



Biomimétisme & ses concepts

Face à l'urgence climatique, à l'effondrement de la biodiversité et plus globalement à l'empreinte écologique non soutenable, et aux impacts sociaux croissant du modèle de développement actuel, il est urgent d'inventer un nouveau modèle de développement responsable, voire régénératif, respectant les limites de notre planète et les équilibres des écosystèmes, et reconnectant nos sociétés humaines entre elles, ainsi qu'avec le reste du vivant.

Introduction au concept de biomimétisme en [5 min de vidéo](#)



Sémantiques

UNE DÉFINITION NORMÉE POUR LE BIOMIMÉTISME

La bio-inspiration

Approche créative basée sur l'observation des systèmes biologiques

La biomimétique

Coopération interdisciplinaire de la biologie et de la technologie ou d'autres domaines d'innovation dans le but de résoudre des problèmes pratiques par le biais de l'analyse fonctionnelle des systèmes biologiques, de leur abstraction en modèles ainsi que le transfert et l'application de ces modèles à la solution.

Le biomimétisme

Philosophie et approches conceptuelles interdisciplinaires prenant pour modèle la nature afin de relever les défis du développement durable (social, environnemental et économique).

Source : Norme ISO 18458 (2015)

La même mais avec d'autres mots :

- **bioinspiration** : démarche de s'inspirer des systèmes vivants. Large, ce terme intègre aussi bien la peinture ou la poésie bioinspirée.
- **biomimétique** : s'inspirer du vivant pour résoudre une problématique technique/technologique, de l'espèce humaine. Sans s'intéresser à la finalité et l'impact
- **biomimétisme** : se tourner vers le vivant pour apprendre comment se réinscrire dans les cycles adaptatifs de la biosphère. Intègre la finalité éthique. Tourné vers la transition post carbone et la résolution des challenges du XXIème siècle. Désaxage d'une vision anthropocentrée et réinscription en notre place dans le vivant.



Le biomimétisme comme réponse à plusieurs ODD

Le monde est ébranlé par les évolutions sociétales et pour y faire face, l'ONU a identifié un ensemble de 17 Objectifs du développement durable (intégrés à l'agenda 2030) que nous devons atteindre pour garantir la survie de notre modèle sociétal et le rendre pérenne sur la planète que nous habitons.



Le biomimétisme a été identifié comme susceptible de répondre à 10 des 17 ODD de l'ONU :



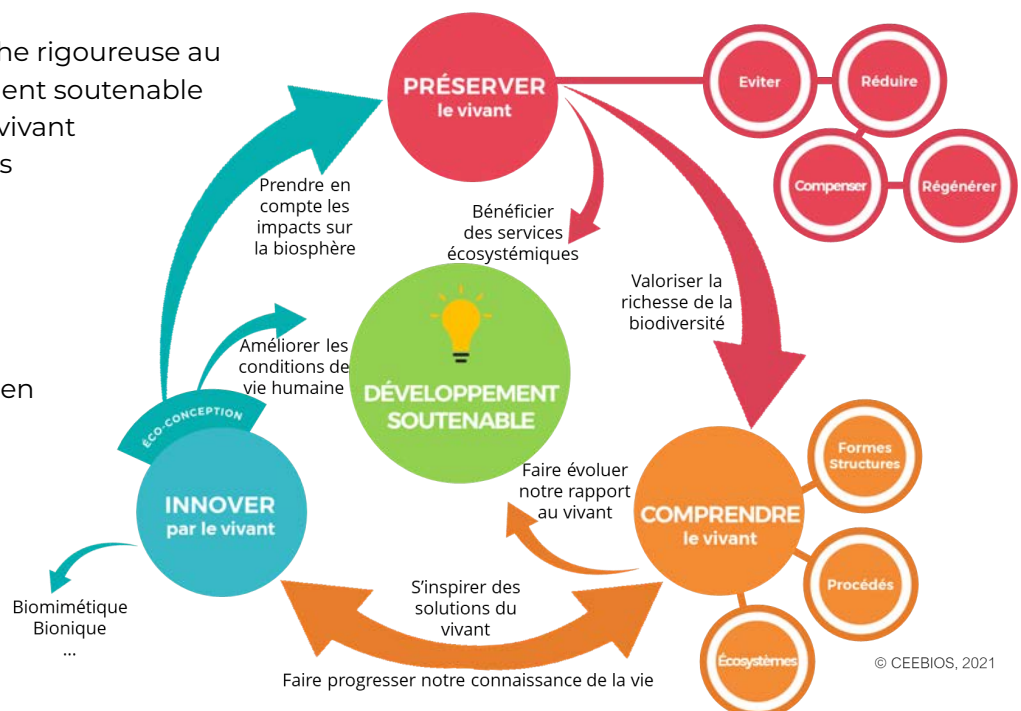
Le biomimétisme semble être un puissant levier de la transition écologique et sociétale, au service de l'atteinte des objectifs de développement durable de l'agenda 2030 des Nations Unies et de la France.

Le vivant au centre d'une stratégie de développement soutenable

L'approche du biomimétisme ne se résume pas à l'innovation bioinspirée.

Au contraire, une approche rigoureuse au service d'un développement soutenable nécessite de remettre le vivant au cœur de nos stratégies de développement et de repenser profondément notre relation à notre environnement.

L'objectif affirmé étant bien de s'inspirer du vivant au service du vivant !¹



© CEEBIOS, 2021

¹ Retrouvez le manifeste "[Pour un biomimétisme au service de la vie !](#)" sur le [Blog de Pikaia](#)



Rapports Ceebios de références :

 [Le rapport France Stratégie](#) - Biomimétisme : Quels leviers de développement & quelles perspectives pour la France?

 [État des lieux national](#)

 Le [rapport Biomimétisme en Nouvelle Aquitaine](#)

[Les autres synthèses du Ceebios](#) sur les matériaux, l'habitat, l'information...

Questions posées lors du séminaire

Questions posées à Yann Le Bigot, Coordonnateur Antenne Mayotte de l'ADEME

- **Recommanderiez-vous le ventilateur au climatiseur ?**

Il est recommandé de ventiler plus que de climatiser. Les consommations d'un ventilateur sont quasiment 10 fois plus faibles que celles d'un climatiseur d'autant que le ventilateur fonctionnant à une vitesse de 1m/s permet d'obtenir une réduction de la température ressentie de 4 degrés.

Après dans un territoire avec un climat comme Mayotte, il peut être parfois difficile de ne pas utiliser la climatisation surtout si le bâtiment n'a pas été conçu pour avoir une ventilation naturelle. Néanmoins, une solution peut être de coupler l'usage de ventilation avec la climatisation mais avec une consigne de température plus élevée. Il faut savoir que plus la consigne de température est faible, plus la consommation énergétique est élevée.

- **Quelle distinction du coût énergétique entre brasseur d'air et climatiseur?**

Il est difficile de répondre à cette question de manière exacte car cela dépend de la consigne de température de la clim, de son état, de la durée d'utilisation etc... L'important est de retenir que dans la majorité des cas, il est préférable de privilégier l'usage d'un brasseur d'air.



- **Avez-vous une typologie de plantes à prioriser pour couvrir cette régénérescence de l'oxygène ?**

Cette question n'est pas la plus pertinente. Végétaliser est un bénéfice et une priorité pour rafraîchir la température autour du bâtiment et cela peu importe la végétation. La hauteur et la densité des plantes peuvent influencer, si les plantes sont invasives, elles peuvent obstruer la ventilation naturelle par exemple. Pour ce qui est de la typologie des plantes, je pense que la végétalisation doit se faire en fonction du site.

Quelques compléments à la présentation de l'Ademe :

- La charte Mayenergie
<https://reunion-mayotte.ademe.fr/entreprises-et-monde-agricole/reduire-mes-impacts/concevoir-un-batiment-bioclimatique/mayenergie-pour-des-batiments-qui-respectent-lenvironnement>
- Les aides Hodari
<https://www.electricitedemayotte.com/les-offres-edm-ameliorer-le-confort-de-votre-maison/>

Questions posées à Hugo Bachellier, Chargé de mission Formation & Animateur interrégional à Ceebios

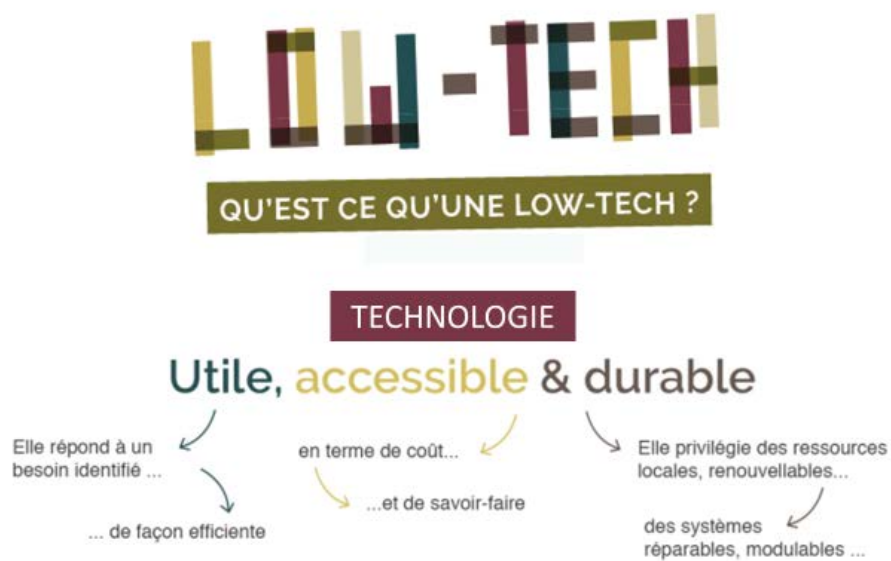
- **Existe-t-il un lien entre Ceebios et le « [Shift Project](#) » ?**

Ceebios et le Shift se connaissent à travers quelques échanges notamment autour des enjeux pédagogiques. Ceebios a été consulté par le rapporteur du rapport produit pour le groupe d'écoles d'ingénieurs INSA "[Former l'ingénieur du XXIème siècle](#)".

Dernièrement le Shift a également annoncé qu'il allait étudier plus en détail les enjeux de la chute de la biodiversité. Enjeu qui tient à cœur au Ceebios !

- **Quelle différence avec Le Low Tech Lab ?**

Le [Low-tech Lab](#) est une structure qui prône la démarche et la philosophie low-tech à travers un travail de documentation, d'expérimentation et de vulgarisation. Notamment avec l'intention d'œuvrer à la construction de nouveaux imaginaires.



Les concepts de biomimétisme et de low tech sont distincts cependant, on peut se poser les questions suivantes :

- Qu'est ce qu'une lowtech bioinspirée ?
- Qu'est ce qu'une approche biomimétiste lowtech ?

Ce sont des explorations menées dans le cadre de réflexions entre Ceebios et le Lowtech Lab qui ont donné lieu à quelques slides présentés dans le support de la conférence **Le biomimétisme : Concepts & sémantiques** ([Support de présentation](#))

Vous pouvez également explorer la terminologie *LO TEK (Traditional Ecological Knowledge)* proposée par Julia WATSON, sur les savoirs traditionnels et architectures vernaculaires (référence : [LO TEK, design by radical indigenism, Julia Watson](#)).



Questions posées à Christophe Fontfreyde, Directeur délégué du Parc naturel marin de Mayotte

- **Est-ce que les coraux sont en bonne santé à Mayotte ?**

Ça dépend. Nous avons 2 zones sous pression :

- o Les barrières récifales qui ont subi par endroit un blanchiment lié au réchauffement climatique de la planète et qui peinent parfois à retrouver leur état initial
- o Près des villages, il n'existe parfois plus qu'une seule forme de corail, particulièrement robuste : les digités. Il y a donc un recul de la biodiversité

- **Comment qualifier l'eau autour de la barge ?**

Au parc, nous avons une carte des vocations, et la zone entre Mamoudzou et Petite-Terre est appelée « Zone d'exploitation raisonnée du milieu marin », ce que certains interprètent comme une zone sacrifiée

- **Quelle est votre capacité d'action sur Terre ?**

Notre rayon et nos moyens d'actions existent grâce à nos partenariats tels que :

- l'association Ambassadeur du lagon
- Action Continuum Terre-Mer

- **Par exemple, le bateau dépollueur des mers : est-ce que c'est une technologie qui fonctionne ?**

C'est une technologie qui fonctionne quand les déchets sont concentrés dans une zone.



Questions posées à Eduardo Blanco, chargé de mission Biomimétisme & Villes Régénératives, Doctorant Ceebios/MNHN

- **Avez-vous des projets sur le court terme qui sont déjà chiffrés ?**

Oui, celui de Seattle, le Bullit Center. [Vous trouverez ici](#) des informations chiffrées concernant les retombés du projet en termes de services écosystémiques rendues

- **Concernant les projets qui intègrent les panneaux solaires, sont-ils finalement si bénéfiques alors que l'empreinte écologique des panneaux reste questionnable ?**

Ce n'est pas tout le temps le cas pour les panneaux photovoltaïques. Pour cela, il est toujours envisageable de réaliser une analyse de cycle de vie pour faire les meilleurs choix en termes d'impact global du projet.

Questions posées à Philippe Ryckewaert, chercheur entomologiste au Cirad

- **Combien en ha de surface d'exploitation à Mayotte ?**

Le dernier recensement agricole (RGA) de 2020 fait état d'une surface agricole utile (SAU) de 6000 ha dont 5400 ha de jardins mahorais, soit 90% de la SAU.

- **Et en jardin Mahorais ?**

Les 5400 ha se répartissent en 2200 ha de bananes, en 1500 ha de fruits, 1300 ha de racines et tubercules, 400 ha d'autres cultures (Papam, ...).

Source : Agreste, Études Mayottes, décembre 2021 n°1

Question posée à l'EPFAM

- **Est-ce que dans vos projets vous avez pensé à intégrer cette notion de jardin partagé ?**

Oui, bien sûr. Même si le foncier est rare, nous avons la possibilité de végétaliser nos espaces. Nous avons d'ailleurs publié une expérience qui peut se dupliquer sur tous les toits terrasse de Mayotte.



Il s'agit de « Cultive ton toit » dont la méthodologie est accessible sur le [site internet du même nom](#).

En plus d'occuper un espace non utilisé, de cultiver ses propres tomates, par exemple, il a été prouvé que la température ressentie à l'intérieur du logement est plus faible que si le toit n'était pas végétalisé.

Question posée à Sarah Bunel, chargée de mission animation Plan Ecophyto 2+ Mayotte · Lycée agricole de Coconi

- **Vous parlez de la culture associée de maïs et de tomates, et d'une association de tomates et patates douces, avez-vous évalué leurs besoins nutritifs et d'exposition respectifs ?**

Besoin nutritif : Il n'y a pas eu d'analyse de l'état agronomique de la parcelle mais une préparation a été réalisée. Des amendements (excrément de lapin, composte, fumier de vache et copeau de bois) ont été apportés ainsi que des engrais verts plantés avant la mise en culture.

Besoin ensoleillement : Les espèces ont été choisies en fonction de leurs strates de croissance pour occuper toutes les strates de façon complémentaire.

- **Quelles sont les vieilles techniques du jardin mahorais prises en compte dans votre installation?**

Cela n'a pas été pris en compte dans les planches de culture créées actuellement. Nous avons une base de connaissance mais il y en a encore beaucoup qui ne sont pas écrites et qui sont à aller chercher. Cela rejoint les travaux de certains chargés de mission qui échangent avec les agriculteurs. Nous pourrions ensuite intégrer ces techniques aux futures planches de culture.

- **Est-ce que vous travaillez avec le Cirad ?**

Oui, parce que beaucoup de connaissances ont été archivées, ça serait dommage de refaire les mêmes études.



FORMATION DES AGENTS DE L'EPFAM "AMÉNAGER AVEC LA BIO-INSPIRATION"

Mercredi 18 et jeudi 19 mai 2022

En complément de cette journée introductive au biomimétisme, Ceebios a déployé auprès de l'équipe de l'EPFAM une formation dédiée à la construction et l'aménagement bioinspiré.

Cette formation professionnelle permet une compréhension et appropriation des concepts, outils et méthodologies en biomimétisme mobilisables par les acteurs de la maîtrise d'œuvre lors de la conception d'un projet d'aménagement bio-inspiré.

L'enseignement est basé sur l'analyse de cas d'étude concrets, des résultats de recherche appliquée obtenus dans le cadre de travaux de recherche fondamentale, des analyses bibliographiques de publications scientifiques et retours d'expériences du Ceebios en tant que Maîtrise d'œuvre en biomimétisme depuis 2015.



Cette formation de deux jours mobilise l'intervention de plusieurs expertises du secteur de la construction bio-inspirée.

Retrouvez [le programme de la formation Habitat bio-inspiré](#) sur le site du Ceebios.



LES SUITES POUR MAYOTTE

Mayotte est riche d'une biodiversité hors norme et d'une culture traditionnelle fière de ses savoirs écologiques. En miroir, la pression grandissante sur la biodiversité et les écosystèmes est symptomatique de la convergence de grands enjeux sociétaux auxquels la population mahoraise doit faire face.

Penser l'île en intégrant dès maintenant le vivant au centre de la stratégie s'affirme comme nécessaire et souhaitable pour assurer la résilience et la soutenabilité globale de Mayotte.

L'équipe Ceebios aura grand plaisir à continuer les explorations pour accompagner dans la mesure de nos connaissances et compétences ce territoire pour lequel nous avons commencé à développer un attachement certain.

- Hugo Bachellier - hugo.bachellier@ceebios.com
- Eduardo Blanco - eduardo.blanco@ceebios.com
- Delphine Mathou - delphine.mathou@ceebios.com