

Sujet de thèse: Dynamique temporelle et rôles fonctionnels des communautés de microorganismes des caniveaux urbains

Directeur de thèse:
Pascal Jean LOPEZ

Email: pascal-jean.lopez@mnhn.fr. Téléphone: 01 40 79 37 02

Co-directeur(s) titulaire(s) HDR:

Co-directeur(s) non-titulaire(s) HDR:

Equipe:

L'équipe d'accueil, intitulé « Evolution des Biominéralisations et Adaptations aux Contraintes Environnementales », travaille notamment sur la diversité des écosystèmes anthropisés tant en milieu tropicaux que tempérés. Cette équipe est aujourd'hui composée de 13 chercheurs/enseignants chercheurs dont 9 HDR. Le porteur du projet, directeur de l'Observatoire Hommes-Milieus Port-Caraïbe, s'intéresse plus particulièrement aux communautés de microalgues.

Publications récentes des directeurs de thèse avec leurs anciens doctorants:

La dernière thèse encadrée par le porteur du projet est celle d'Adrien Bussard (ED 227), qui a été valorisée au travers de deux publications : Bussard A. et al. (2016) Physiological adjustments and transcriptome reprogramming are involved in the acclimation to salinity gradients in diatoms. *Environmental Microbiology* doi:10.1111/1462-2920.13398; et Bussard A. and Lopez P.J. (2014) Evolution of vacuolar pyrophosphatases and vacuolar H⁺-ATPases in diatoms. *J. Mar. Sci. & Tech.* 22: 50-59. Un nouvel article dont Adrien est le premier auteur et qui est intitulé « Cross-species comparison of homeostasis imbalance under coupled environmental stresses in diatoms » est en cours de finalisation. Il est important de mentionner qu'Adrien a aujourd'hui obtenu un CDI pour travailler au sein de la SATT Lutech.

Descriptif du sujet de thèse et méthodes envisagées:

Le domaine de l'écologie urbaine qui est en plein essor depuis une vingtaine d'années a notamment permis de révéler la richesse des organismes vivants dans les zones urbaines et péri-urbaines. En effet, les espaces construits sont des habitats pour certains animaux sauvages, les plantes de jardins et ornementales, ainsi que les espèces et ravageurs déjà adaptées et/ou introduits (oiseaux, moisissures, insectes, rongeurs, parasites, mauvaises herbes...). Les études portant sur la diversité et les rôles des microbiomes (procaryotes et protistes) des différents espaces naturels, naturalisables et ambivalents (toits, murs, espaces vierges, friches...) restent plus relativement plus rares. Celles traitant des communautés associées aux substrats durs comme les monuments, les bâtiments, les arbres et d'autres lieux humides ont révélées une large diversité microbienne tant hétérotrophe que phototrophe (dont des cyanobactéries, algues vertes et diatomées). A notre connaissance, aucune étude n'avait encore spécifiquement abordée les associations bactéries/micro-eucaryotes au sein des caniveaux des rues.

Le réseau viaire de Paris correspond à environ 6200 rues, avenues, boulevards et autres impasses pour un total de près de 1700 km de long et une superficie de 26,5 km² (1/4 de Paris). Nous avons récemment réalisé une première étude géo-référencée de la diversité moléculaire des biofilms présents dans les caniveaux. Cette étude, qui correspond à l'analyse, d'une centaine d'échantillons couvrant l'ensemble de Paris intra-muros, a permis de mettre en évidence que les biofilms ainsi que l'eau des caniveaux présentaient une biodiversité importante et spécifique. Et que de nombreuses espèces eucaryotes rencontrées diffèrent de celles présentes dans l'eau de la Seine et/ou l'eau utilisée pour le nettoyage des rues (un article décrivant ces résultats a été soumis). Nous avons aussi obtenus quelques données moléculaires suggérant la présence, dans cette niche écologique, d'organismes jamais décrits ou rares.

Sur la base de ces résultats, l'un des buts de la thèse sera d'analyser la composition en protistes, bactéries, cyanobactéries et archées des biofilms présents dans les rues de Paris mais avec un suivi temporel. Ainsi nous réaliserons des études de la dynamique de colonisation et de la variation des communautés au cours d'un cycle annuel et sur quelques sites spécifiques, en termes de : substrat, réseau d'alimentation en eau, ensoleillement et pente des rues. En parallèle à ces études moléculaires par séquençage à haut débit de la diversité (utilisation de codes-barres des rDNAs 16S et 18S) sur les biofilms, nous déterminerons la micro-biodiversité des eaux qui servent au lavage des rues mais aussi des eaux de pluies. Ces comparaisons nous permettront de tester l'existence de processus d'enrichissement et/ou de sélection entre les communautés de protistes et bactéries de ces différents compartiments. Avec en arrière-plan l'analyse de la présence de pathogènes potentiels.

Sur quelques sites précis, nous réaliserons des études plus fonctionnelles des rôles potentiels de ces biofilms et de leurs caractéristiques physico-chimiques. Ainsi, au cours de la thèse des études tant in situ qu'au laboratoire permettront de mesurer la capacité photosynthétique des biofilms (grâce notamment à des fluorimètres de type Pulse-Amplitude-Modulation). En parallèle, sur ces mêmes biofilms/sites, nous évaluerons les profils métaboliques du carbone des communautés présentes grâce à des microplaques de type Ecoplate (Biolog). Le couplage de ces études sur les capacités physiologiques des microorganismes permettra d'appréhender, pour la première fois, la production primaire et le métabolisme carboné des biofilms des rues. Ces informations alimenteront notre compréhension du cycle du carbone en milieu urbain.

Enfin, en collaboration avec d'autres équipes rattachées à la Fédération de Recherche en Ile de France (FIRE), nous souhaitons mettre en place des études originales sur les rôles potentiels de ces biofilms dans des processus de purification/épuration de résidus, déchets, eaux de pluie ou de ruissellement urbains.

En résumé, cette thèse ambitieuse et originale présente un double objectif : d'une part explorer plus avant la diversité taxonomique microbienne (procaryotes et eucaryotes) d'une niche écologique inexplorée, et d'autre part d'analyser les capacités fonctionnelles de ces biofilms. Cette thèse aura vraisemblablement des implications opérationnelles notamment pour évaluer l'importance de ces biofilms et aider à faire des propositions quant à leur gestion : protection ou lutte à cause de nuisances visuelles, olfactives, d'enrichissement en espèces pouvant avoir des impacts sur la santé publique. La sensibilisation du public sur ces zones et plus généralement sur le phytoplancton des villes est aussi l'un de nos objectifs.

Stratégie de publication:

Le caractère novateur de cette étude sur une niche urbaine encore inexplorée permet d'envisager des publications de bon niveau. Au moins trois publications sont envisageables sur : (i) la description de la dynamique temporelle des communautés procaryotes et eucaryotes des rues, (ii) les caractéristiques fonctionnelles des biofilms (capacité photosynthétique et métabolisme du carbone), et (iii) leurs rôles éventuels pour dans des processus d'épuration des eaux et des déchets. Sur la base de la collection commencée, nous souhaitons compléter notre inventaire des diatomées présentes dans les caniveaux des rues de Paris et de leurs sources d'alimentation (bouche d'eau, pluie, Seine, canal de l'Ourcq...)

Réorientation possible du sujet si échecs:

Aucune réorientation n'est envisagée. En effet, même si ce projet présente un caractère novateur sa faisabilité repose sur l'expérience acquise au cours de ces deux dernières années.

Faisabilité sur 3 ans (échancier):

Au cours de la première année le travail consistera en la mise en place de campagnes d'échantillonnage et d'un suivi annuel sur quelques caniveaux présentant une hétérogénéité en termes de substrat dur, d'exposition à la lumière et de pente. En parallèle des analyses morphologiques des organismes présent dans ces biofilms seront réalisées, avec un regard particulier sur les diatomées. Après optimisation de la construction de banques de codes-barres, la seconde année sera dédiée aux analyses de la diversité des communautés de micro-organismes. Ces connaissances seront mises à profit pour développer des études plus fonctionnelles sur les biofilms. La dernière année permettra de développer des études physico-chimiques des entrants et sortants afin de tester l'implication de ces biofilms sur le cycle des polluants/déchets « usuels » des rues.

Profil du candidat recherché:

Ces recherches permettront de compléter la formation d'étudiant(e) dans le domaine de l'écologie fonctionnelle. De bonnes connaissances en biologie des micro-organismes sont souhaitables.