

ERC Starting Grant 2014 | Vincent Calvez

Des bactéries aux espèces invasives : des équations pour décrire le vivant



Vincent Calvez est chercheur CNRS à l'Unité de Mathématiques Pures et Appliquées (UMPA¹) et membre de l'équipe Inria Modélisation numérique en médecine (NUMED). Son projet ERC : analyser un modèle mathématique décrivant le déplacement de bactéries mais dans le cadre du déploiement d'espèces invasives observées en Australie. Cette approche particulièrement interdisciplinaire est non seulement un défi mathématique : c'est aussi un réel apport pour mieux appréhender les mouvements collectifs.

Vincent Calvez et ses collaborateurs étaient déjà connus pour avoir développé un modèle mathématique mettant en équation le comportement de bactéries : une approche notamment mise en lumière en 2014 par la Médaille de bronze CNRS. Ce modèle permet de calculer les répartitions d'individus au cours d'un déplacement, leur vitesse individuelle et collective. Il s'agit d'un modèle mésoscopique inspiré de la théorie des gaz.

En parallèle, des équations analogues ont été développées pour décrire l'évolution d'espèces invasives sur des temps longs. Ce formalisme mathématique pour modéliser l'évolution Darwinienne a été imaginé par Laurent Desvillettes (ENS Cachan), Sylvie Méléard (École polytechnique) et Régis Ferrière (ENS Paris). L'objet du modèle : des crapauds-buffles qui envahissent le Nord de l'Australie depuis les années 30. Leurs morphologies ont évolué, de même que leurs stratégies de déplacement : une forme d'évolution très particulière. Ceux dont la morphologie et la stratégie de déplacement sont les plus efficaces se trouvent à l'avant du front d'invasion. Ce déploiement est étudié sur le terrain par des équipes de biologistes.

En 2012, cette démarche intéresse Vincent Calvez : elle rejoint sa propre démarche de modélisation de déplacement de bactéries. Ce sont notamment des échanges avec cette équipe qui ont mené au présent projet ERC obtenu en 2015. Bien entendu, le comportement d'une colonie de bactéries n'est pas celui d'une population de crapauds.

Mais il y a un point commun : les deux colonies ont une stratégie de déplacement qui intègre une forte hétérogénéité de déplacements individuels. Dans les deux cas, donc, le point de vue mésoscopique du modèle développé par Vincent Calvez et ses collaborateurs s'avère judicieux. Le projet ERC réside dans l'analyse du modèle élaboré : il s'agit de pouvoir exprimer une donnée (position d'individus, vitesse, démographie...) en fonction des paramètres du modèle. Ses analyses pourront être confrontées aux données collectées par les observateurs de terrain. Enfin, ce type de modèle pourra être étendu à des problèmes d'évolution de colonies montrant d'autres formes d'hétérogénéités.

Ce projet ERC se nomme MESOPROBIO (Mesoscopic models for propagation in biology). Il associe Vincent Calvez à Sepideh Mirrahimi, chercheuse CNRS de l'Institut de mathématiques de Toulouse (IMT²), et Jimmy Garnier, du Laboratoire de mathématiques de Chambéry (LAMA³). L'ERC Starting Grant bénéficie d'un budget pluriannuel important, géré par le CNRS, permettant de financer leur recherche de 2015 à 2020.

Vincent Calvez est issu d'un cursus interdisciplinaire "mathématiques et biologie" de l'ENS de Paris, suivi d'un stage de six mois dans un laboratoire de mathématiques appliquées au Centre for Mathematical Biology de l'université d'Oxford. En 2007, il soutient une thèse sous la direction de Benoît Perthame sur la modélisation mathématique du mouvement collectif des cellules. En 2008, il intègre le CNRS, à Lyon, au sein de l'UMPA.

¹ Unité mixte de recherche CNRS et ENS de Lyon

² Unité mixte de recherche du CNRS, des universités Toulouse 1, 2 et 3 et de l'INSA Toulouse

³ Unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université de Savoie

