

Mini-symposium BIOMATH

Mathématiques pour les Sciences du Vivant

Résumé

Ce mini-symposium abordera, à travers 4 exposés, des questions mathématiques liées à des problématiques des sciences du vivant. Il sera particulièrement question du traitement mathématique de problèmes spatiaux. Arnaud Chauvière (Grenoble) discutera de diffusion anormale pour la description de déplacements de particules (molécules, cellules. . .) notamment lors d'une croissance tumorale. Arnaud Ducros (Bordeaux) présentera un résultat de convergence pour l'équation de Fisher-KPP multidimensionnelle dans un environnement asymptotiquement homogène. Jimmy Garnier (Le Bourget-du-Lac) s'intéressera également à la propagation de fronts, mais cette fois pour étudier l'impact des changements climatiques sur la dynamique génétique d'une population. Enfin, Thomas Lepoutre (Lyon) discutera de l'existence de solutions faibles en temps long pour des modèles de diffusion croisée, l'intensité de la diffusion d'une espèce étant influencée par l'autre espèce.

Organisateur(s)

1. **Fabien Crauste**, CNRS & Université Lyon 1.
2. **Mostafa Adimy**, Inria.

Liste des orateurs

1. **Arnaud Chauvière**, Laboratoire TIMC-IMAG, Université Joseph Fourier
Titre : Collective dynamics with resting phases in multicellular systems : anomalous diffusion and pattern formation.
2. **Arnaud Ducros**, Université de Bordeaux, IMB
Titre : On the large time behaviour of the multi-dimensional Fisher-KPP equation with compactly supported initial data.
3. **Jimmy Garnier**, Université Savoie Mont-Blanc
Titre : Sur les conséquences génétiques des déplacements d'espèces liés au changement climatique.
4. **Thomas Lepoutre**, Inria et Université Lyon 1
Titre : Modèles de diffusion croisée : structure d'entropie.

Fabien Crauste, Institut Camille Jordan, CNRS UMR5208, Université Lyon 1, et Inria Dracula, crauste@math.univ-lyon1.fr

Mostafa Adimy, Inria Dracula et Institut Camille Jordan, CNRS UMR5208 Université Lyon 1, mostafa.adimy@inria.fr

Arnaud Chauvière, Laboratoire TIMC-IMAG, équipe DyCTiM, Université Joseph Fourier, Arnaud.Chauviere@imag.fr

Arnaud Ducros, Université de Bordeaux, UMR CNRS 5251 Institut de Mathématique de Bordeaux, arnaud.ducrot@u-bordeaux.fr

Jimmy Garnier, LAMA, Université Savoie Mont-Blanc, Campus Scientifique, 73376 Le Bourget-du-Lac Cedex, France, jimmy.garnier@univ-savoie.fr

Thomas Lepoutre, Inria et Institut Camille Jordan (Université Lyon 1), thomas.lepoutre@inria.fr

Introduction

Ce mini-symposium abordera des questions mathématiques liées à des problématiques issues des sciences du vivant (croissance tumorale, changement climatique, etc.). L'accent sera mis sur le traitement mathématique de problèmes spatiaux : existence de fronts de propagation, déplacements de particules, changements d'échelle, compétition. . . Le mini-symposium consistera en 4 exposés de 25 minutes chacun. Les orateurs et les résumés de leurs exposés sont présentés dans les sections ci-après.

1 Arnaud Chauvière - Collective dynamics with resting phases in multicellular systems : anomalous diffusion and pattern formation

Models of transport in physical sciences are well established and can be used to investigate the spatio-temporal dynamics of multicellular systems. In this talk, we are interested in a particular feature, i.e. the modeling of a switch between motile and immotile states. We propose a generic mesoscopic transport model of particles (that can be seen as intracellular molecules or cells) using a velocity-jump process including resting phases. We derive the corresponding macroscopic equations and show that anomalous diffusion arises from the switch between motile and immotile states. In particular, transient sub- and super-diffusion regimes can be observed and are governed by parameters describing intrinsic motility properties of the particles. When the switch to quiescence is density-regulated, we use a combination of numerical and analytical techniques to characterize the development of spatiotemporal instabilities leading to aggregation patterns. To finish, we present how our models can be used to study the spreading and growth of glioma (a very aggressive type of brain tumor).

2 Arnaud Ducros - On the large time behaviour of the multi-dimensional Fisher-KPP equation with compactly supported initial data

This talk is concerned with the study of the asymptotic behaviour of a multi-dimensional Fisher-KPP equation posed in an asymptotically homogeneous medium and supplemented together with a compactly supported initial datum. We derive precise estimates for the location of the front before proving the convergence of the solutions towards travelling front. In particular we show that the location of the front drastically depends on the rate at which the medium becomes homogeneous at infinity. Fast rate of convergence only changes the location by some constant while lower rate of convergence induces further logarithmic delay.

3 Jimmy Garnier - Sur les conséquences génétiques des déplacements d'espèces liés au changement climatique

Il s'agit d'un travail en collaboration avec Mark A. Lewis (Centre for Mathematical Biology, Department of Mathematical and Statistical Sciences, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada ; mlewis@ualberta.ca) et Céline Acary-Robert (LAMA, Université Savoie Mont-Blanc, Campus Scientifique, 73376 Le Bourget-du-Lac Cedex, France ; cacary-robert@univ-savoie.fr).

Le déplacement d'aire de répartition ou l'expansion d'espèces sont des phénomènes très fréquents lors de changement climatique. Ces processus sont le résultat d'une migration puis colonisation des nouveaux espaces favorables émergeants combinés parfois à la fuite des zones devenues défavorables. Ces processus liés à des variations temporelles de l'environnement peuvent non seulement mettre en péril la survie de l'espèce si le changement est trop brutal, mais aussi éroder sa diversité génétique et parfois supprimer certains sous groupes d'une espèce. J'utiliserai le modèle de réaction-diffusion en milieu hétérogène introduit par [1] et [2] pour prendre en compte la dynamique de la population et l'effet du changement climatique sur l'environnement. La description de la dynamique de la diversité génétique de la population se fera par l'analyse de la dynamique interne des fronts de propagation, solutions particulières du modèle et

décrivant le déplacement de la population à la même vitesse que le changement climatique. Cette analyse nous permettra de comprendre l'effet croisé de la vitesse du changement climatique et de la capacité de dispersion de l'espèce sur sa diversité génétique [3, 4].

4 Thomas Lepoutre - Modèles de diffusion croisée : structure d'entropie

On s'intéresse aux modèles dits de diffusion croisée (cross diffusion) où l'intensité de la diffusion dépend de la densité de l'autre espèce. Il s'agit de système du type réaction diffusion nonlinéaire couplés où le couplage est aussi présent dans les termes de diffusion. Nous présenterons ici un travail récent effectué avec Laurent Desvillettes, Ayman Moussa et Ariane Trescases portant sur l'existence en temps long de solutions faibles dans le cas où les nonlinéarités permettent d'obtenir des estimations sur les gradients (structure d'entropie).

Références

- [1] H BERESTYCKI, O DIEKMANN, C J NAGELKERKE, AND P A ZEGELING, *Can a species keep pace with a shifting climate?*, Bull. Math. Biol., 71(2) :399–429, 2009.
- [2] A B POTAPOV AND M A LEWIS, *Climate and competition : the effect of moving range boundaries on habitat invasibility*, Bull. Math. Bio., 66(5) :975–1008, 2004.
- [3] J GARNIER AND M ACARY-ROBERT, C LEWIS, *Pushed travelling wave in moving heterogeneous environment*, in preparation.
- [4] J GARNIER AND M LEWIS, *Expansion under climate change : the genetic consequences*, in preparation.