

Impact des changements environnementaux sur la transmission de pathogènes: Modélisation et Analyse Mathématiques

Laboratoire d'accueil: Laboratoire de Mathématiques Appliquées du Havre (LMAH), Université Le Havre Normandie.

Encadrement:

Arnaud Ducrot, arnaud.ducrot@univ-lehavre.fr

David Manceau, david.manceau@univ-lehavre.fr

Mots clés: Systèmes de réaction-diffusion; ondes progressives; équations non-autonomes; dynamiques des populations; épidémiologie.

Contextes de la thèse:

Les maladies infectieuses sont dues à la transmission d'un pathogène tel que les bactéries, virus, parasites, etc. Selon l'OMS, 17% d'entre elles sont des maladies vectorielles, c'est-à-dire des maladies pour lesquelles le pathogène est transmis d'un hôte (humain ou animal) à un autre via un vecteur (essentiellement insectes et acariens hématophages, par exemples moustiques et tiques). Pour une majorité de ces maladies vectorielles, le pathogène se transmet naturellement des animaux vertébrés à l'homme, il s'agit des zoonoses. On peut par exemple citer la dengue, le Zika, le paludisme ou la maladie de Lyme. Parmi les maladies infectieuses chez l'humain, les zoonoses représentent 60% d'entre elles et 80% des maladies infectieuses émergentes.

Le réchauffement climatique favorise l'extension vers les régions tempérées de vecteurs de maladie, autrefois cantonnés aux régions chaudes. Ce qui modifie les équilibres et la biodiversité des environnements, accentuant le risque d'apparition de maladies émergentes et la transmission de maladies infectieuses. D'autre part, la modification des régions par la déforestation, ou par la conversion de terres pour l'élevage, l'agriculture ou la construction augmente la fréquence et l'intensité des contacts entre l'humain et la faune sauvage, accentuant le risque de transferts viraux. Ainsi, les variétés de populations de vecteurs ou réservoirs de pathogènes sont démultipliées par l'intensité des mobilités internationales. En effet, le transport maritime décuple la prolifération d'espèces envahissantes (dites invasives). Citons par exemple le cas des hôtes réservoirs avec les rongeurs, chauve-souris ou le cas des vecteurs tels que les moustiques ou les tiques. De plus, la prise en compte de la modification de l'aire de répartition des hôtes réservoirs ou vecteurs et des habitats de la population humaine est représentée par des domaines non coïncidents dépendant du temps.

L'objectif de cette thèse est de proposer et d'étudier des systèmes de réaction-diffusion non-autonomes modélisant la dynamique de transmission d'une maladie infectieuse à travers différentes populations vivant sur des domaines non coïncidents et évoluant au cours du temps. De ce fait, les domaines spatiaux dans lesquels les populations interagissent changent au cours du temps.

On s'attachera à décrire plusieurs situations :

1. Le cas de la transmission d'une maladie vectorielle en présence d'une population de vecteurs envahissante.
2. Un deuxième cas d'étude sera la modélisation et l'étude qualitative de la transmission directe d'une zoonose lorsque le domaine de répartition des populations d'hôtes s'étend sur celui du réservoir de la maladie. Typiquement ce cas de figure correspond à des questions d'extensions

urbaines, périurbaines ou des augmentations des surfaces agricoles, qui favorisent les contacts avec des populations animales, potentiellement porteuses de pathogènes.

Compétences recherchées: La personne recrutée devra posséder des compétences en analyse mathématiques des EDP avec un intérêt pour la biologie.

Pour postuler, contacter les deux encadrants A. Ducrot et D. Manceau en préparant CV, relevé des notes de Master et lettre(s) de recommandation.

References

- [1] B. Ambrosio, A. Ducrot and S. Ruan, Generalized traveling waves for time-dependent reaction-diffusion systems, *Mathematische Annalen*, 381 (2021), 1-27.
- [2] I. Ahn, W. Choi, A. Ducrot and J.-S. Guo, Spreading Dynamics for a three Species Predator-Prey System with two preys in a shifting environment, *Journal of Dynamics and Differential Equations*, to appear.
- [3] L. Deng and A. Ducrot, Existence of multi-dimensional pulsating fronts for KPP equations: a new formulation approach, *Cal. Var. and PDEs*, to appear.
- [4] A. Ducrot and Z. Jin, Generalized travelling fronts for non-autonomous Fisher-KPP equations with nonlocal diffusion, *Annali di Matematica Pura ed Applicata*, 2021, 1-32.
- [5] A. Ducrot, D. Manceau and A. Sylla, Spreading speed for an epidemic system modelling plant disease with adaptation, *DCDS B*, 28 (2023), 2011-2043.
- [6] W.E. Fitzgibbon, M. Langlais and J.J. Morgan, A reaction-diffusion system on non-coincident spatial domains modeling the circulation of a disease between two host populations, *Diff. Int. Equ.*, 17 (2004), 781-802.