# Analyse mathématique et évolution des espèces : un exemple d’étude d’invasion biologique

Laurent Desvillettes1

## 1 Université Paris Cité – Institut de mathématiques de Jussieu-Paris rive gauche

### Résumé

Certaines invasions biologiques liées à l’activité humaine constituent une menace pour la biodiversité aussi bien que pour les activités économiques. La progression du crapaud buffle (*Rhinella marina*) en Australie du nord-est, suite à son introduction dans les années 1930 en vue du contrôle d’insectes néfastes à l’agriculture, est un exemple de telles invasions.

Une caractéristique inquiétante de cette invasion biologique est son accélération au cours du temps. Une explication qui a été avancée pour cette accélération est la sélection, au niveau du front d’invasion, des individus qui se diffusent le plus rapidement : il s’agirait donc d’une interaction entre la structure spatiale de la population et sa structure phénotypique, autrement dit entre la géographie et l’évolution (des espèces).

Les modèles mathématiques déterministes les plus utilisés pour l’étude du mouvement des animaux à grande échelle (équation de Fisher-KPP couplant la diffusion spatiale des individus avec les phénomènes de reproduction et de compétition entre individus) ont été introduits à la fin des années 1930, et ont joué un rôle important dans le développement de la théorie des ondes progressives. Ils permettent de faire rentrer certaines questions liées aux invasions biologiques (et à bien d’autres phénomènes) dans un cadre mathématique.

Plus récemment, des modèles plus complexes, dans lesquels l’inconnue est la densité d’individus en chaque point de l’espace géographique ayant un taux de diffusion donné, ont été introduits. Ils permettent de prendre en compte les phénomènes de sélection des individus et de quantifier l’interaction entre la structure spatiale de la population et sa structure phénotypique (relative à un trait spécifique : le taux de diffusion des individus).

Ces modèles permettent de prédire de manière partiellement quantitative le déroulement de certaines invasions biologiques. Ils fournissent en particulier des résultats qui sont cohérents avec les observations relatives au phénomène d’accélération de l’invasion du crapaud buffle en Australie.

On proposera des explications sur la modélisation mathématique des invasions biologiques qui s’appuient sur des illustrations, et ne nécessitent pas la maîtrise de trop d’outils techniques. On évoquera plus généralement les perspectives et les difficultés de la modélisation mathématique lorsqu’on s’intéresse aux phénomènes de sélection naturelle.

#### **Mots-clés** : modélisation mathématique ; sélection naturelle ; invasion biologique ; onde progressive