
Stabilisation globale et suivi de l'émergence par contrôle du stade aquatique dans un modèle de moustiques structuré par âge

Marius BARGO

Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso. bargomarius@gmail.com

Les maladies vectorielles transmises par les moustiques constituent un problème de santé publique mondial persistant. Face aux résistances croissantes aux insecticides et aux limites des approches conventionnelles, les méthodes de lutte génétique ont suscité un intérêt scientifique considérable. Pourtant, malgré la richesse de la littérature existante, la régulation globale des dynamiques de populations vectrices demeure un défi ouvert.

La majorité des travaux modélisent les stratégies de lâchers à l'aide de systèmes dynamiques (continus ou impulsions) souvent non structurés en âge. Ces études se concentrent principalement sur les conditions d'élimination et l'optimisation des lâchers, sans aborder systématiquement le contrôle de la phase aquatique comme levier de régulation globale. Or, la persistance d'œufs dormants et de larves latentes constitue un réservoir biologique capable de relancer les populations à tout moment, rendant insuffisant un contrôle strictement centré sur les adultes. Cette lacune motive une approche intégrée, qui place la dynamique aquatique au cœur du dispositif de contrôle.

Nous développons un cadre mathématique rigoureux pour le contrôle des populations de moustiques via la phase aquatique, dans un modèle logistique non autonome structuré en âge, reflétant la sénescence naturelle des individus. Ce modèle distingue explicitement la phase aquatique de la phase adulte et intègre des covariables environnementales, la compétition intraspécifique, ainsi que des taux de fertilité et de mortalité dépendant de la densité. Il offre ainsi une représentation plus réaliste des interactions biologiques internes et des pressions environnementales, dépassant les cadres autonomes sur lesquels reposent la plupart des approches prédictives existantes.

Le schéma de contrôle proposé repose sur une architecture à deux composantes : une composante anticipative (*feedforward*), qui impose une trajectoire d'émergence cible, et une composante rétroactive (*feedback*), qui stabilise la dynamique face aux perturbations. Nous démontrons, dans un cadre théorique rigoureux, l'existence d'une stabilisation globale et la capacité du système à suivre une trajectoire de référence dynamique.

Les résultats établissent que cibler exclusivement la dynamique aquatique suffit à réguler l'ensemble de la dynamique populationnelle, fournissant ainsi une stratégie à la fois nécessaire et suffisante. Cette conclusion souligne l'importance stratégique d'intégrer le stade aquatique dans la conception des interventions antivectorielles, condition indispensable pour améliorer durablement l'efficacité et la résilience des programmes de lutte contre les moustiques.