



HAL
open science

La maîtrise des invasions biologiques : un modèle bio-économique appliqué à la jussie

Philippe Le Goffe, Louis-Pascal Mahé, Aurélien Million, Carole Ropars-Collet,
. Agrocampus-Ouest Angers

► To cite this version:

Philippe Le Goffe, Louis-Pascal Mahé, Aurélien Million, Carole Ropars-Collet, . Agrocampus-Ouest Angers. La maîtrise des invasions biologiques : un modèle bio-économique appliqué à la jussie. 3e rencontres du végétal, AGROCAMPUS OUEST. FRA., Nov 2005, Angers, France. 3 p. hal-02338184

HAL Id: hal-02338184

<https://hal.science/hal-02338184>

Submitted on 7 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

3èmes Rencontres du Végétal, Angers, 17 novembre 2005

La maîtrise des invasions biologiques : un modèle bio-économique appliqué à la jussie

Philippe LE GOFFE, Louis MAHE, Aurélien MILLION, Carole ROPARS

Agrocampus Rennes - Département économie rurale et gestion - 65, rue de Saint-Brieuc
35042 Rennes Cedex

Controlling biological invasions : a bio-economic model for water primrose (Ludwigia spp.)

Ludwigia spp. is an invasive aquatic plant responsible for ecosystem change and economic damage. Looking for the optimal level of control by minimizing the sum of control costs and damages leads to eradication, control at a positive stock or do nothing, according to the cost/damage ratio. The model could be applied to other invasive species.

Introduction

La prolifération d'espèces invasives non indigènes soulève des problèmes écologiques et économiques très importants, dans la plupart des continents et pays du monde. Il peut s'agir d'espèces animales ou végétales, terrestres ou aquatiques. Les invasions biologiques sont à l'origine de la dégradation des écosystèmes et des flux de services écologiques : modification de la biodiversité et des habitats en liaison avec la compétition entre espèces, altération de la qualité de l'eau et modification du régime des eaux, dans le cas d'espèces aquatiques, etc.. A ces altérations des écosystèmes correspondent des dommages économiques imposés aux activités humaines ayant pour support les actifs naturels subissant ces perturbations.

En France la jussie (*Ludwigia spp.*) est une plante à grande amplitude écologique, qui présente un potentiel de répartition géographique très important et colonise de préférence les milieux stagnants ou à faible courant comme les plans d'eau et les zones humides. Elle est à l'origine d'atteintes importantes sur les écosystèmes et leur fonctionnalité. En particulier, elle conduit à l'asphyxie du milieu dans lequel elle se développe et entraîne une altération de la qualité de l'eau. Les jussies occasionnent également des nuisances d'ordre physique (gênes vis-à-vis des écoulements d'eau, envasement). Elles contribuent à la banalisation de certains biotopes et donc à la perte de biodiversité des milieux colonisés. Les nuisances vis-à-vis des usages récréatifs des ressources naturelles (pêche, chasse, pratiques des sports nautiques) sont également fortement ressenties sur un grand nombre de sites. Les interventions sur les populations de jussie sont restreintes à des approches curatives, généralement mécaniques et/ou chimiques, voire manuelles. Les collectivités maîtrisent les techniques d'intervention, mais manquent de données et de stratégie économiques. Or, la « gestion à n'importe quel prix » n'est pas optimale économiquement. Il n'est pas forcément efficace d'investir dans la gestion de sites où les usages sont inexistantes, et/ou les coûts de gestion sont très élevés par rapport aux dommages.

Les études économiques sur la gestion des invasions biologiques sont rares, récentes et principalement anglo-saxonnes (voir notamment Junqueira Lopes et al, 1993 ; Knowler et Barbier, 2000 ; Eiswerth et Johnson, 2002 ; Olson et Roy, 2002). La jussie est considérée comme un mal public. Sa gestion doit comparer les coûts du contrôle de la prolifération et les dommages induits et donc subis par les usagers. Le bon niveau d'intervention n'est pas forcément celui correspondant à l'éradication de la jussie, quand bien même cela serait possible. L'objectif de ce papier est donc de proposer un modèle micro-économique permettant de déterminer le niveau optimal de contrôle et de biomasse en s'appuyant sur la dynamique de croissance de l'espèce, comme dans la théorie économique des ressources renouvelables. La communication présente le modèle, puis les résultats de simulation numériques et conclut sur les extensions du modèle et les perspectives d'application

Modélisation micro-économique

On désigne par S la biomasse du stock de l'espèce invasive et par Y la quantité du stock retirée du milieu colonisé par les techniques de contrôle. On suppose que les dommages $F(S)$ sont croissants avec la biomasse du stock et que les coûts du contrôle $C(Y, S)$ sont croissants avec la quantité retirée et décroissants avec la biomasse. On fait ainsi l'hypothèse que les coûts de suppression d'une quantité donnée sont plus élevés quand l'invasion est faible et inversement, ce qui traduit une externalité de stock. La loi de croissance de



l'espèce colonisatrice est supposée logistique. La fonction de croissance par unité de temps, notée $G(S)$, est donc supposée strictement concave avec un maximum en S_M qui est le rendement maximum biologique de l'espèce. On s'intéresse aux situations où le stock est en équilibre, car la croissance de l'espèce invasive est égale au prélèvement sur le stock (le stock est dit stationnaire), soit :

$$\frac{dS}{dt} = G(S) - Y = 0$$

La gestion optimale d'un site, colonisé par une espèce, est définie comme le problème d'un gestionnaire qui cherche le niveau de stock minimisant la somme des coûts du contrôle et des dommages, désignée ici par $V(S)$. On se limite à une analyse statique ; on suppose ainsi que le gestionnaire du site n'a pas de préférence pour le présent, qui l'amènerait à déprécier les coûts intervenant dans le futur. Le programme s'écrit :

$$\text{Min}_S V(S) = \text{Min}_S C(G(S), S) + F(S) ; S \geq 0$$

La condition nécessaire pour une solution est la suivante :

$$V_S \geq 0, S \geq 0 \text{ et } V_S \cdot S = 0 \text{ avec } V_S = C_Y G_S + C_S + F_S$$

La solution non nulle de S vérifie alors :

$$C_Y G_S + F_S = -C_S$$

A l'équilibre et à la marge, la somme du coût du prélèvement et des dommages induits par une unité de stock supplémentaire, qui représente le coût marginal social de l'invasion, doit être égale au gain réalisé sur l'externalité de stock. De plus, le prélèvement doit être égal à l'accroissement du stock.

Interprétation du modèle et résultats des simulations numériques

Examinons d'abord le cas où l'externalité de stock est inexistante ($C_S = 0$) ou très faible par rapport aux dommages marginaux. V_S est toujours positive quand le stock est inférieur à S_M , ce qui signifie que $V(S)$ commence par croître quand l'invasion se développe. Selon le rapport entre les valeurs absolues de $C_Y G_S$ et F_S , $V(S)$ est toujours croissante ou passe par un maximum. Comme $V(0) = 0$ (croissance et dommages nuls), le stock qui minimise $V(S)$ est donc nul, ce qui correspond à l'éradication de la plante. Sans externalité de stock (et des dommages non nuls), seule l'existence de dommages négatifs, c'est-à-dire de bénéfices procurés par l'invasion en début de croissance, conduit à un stock optimal non nul. A condition d'être peu développés, les herbiers de jussie servent d'abri et de frayère pour les poissons.

Si le coût d'extraction des dernières unités est élevé (forte externalité de stock), la solution optimale n'est plus l'éradication mais le contrôle du stock à un niveau positif, comme cela se pratique dans le Marais Poitevin. Dans le cas extrême où l'externalité de stock est très élevée relativement aux dommages, il convient de laisser le stock se développer au maximum biologique, sans intervenir. Cette stratégie sera toujours optimale, quels que soient les coûts de contrôle, si les dommages sont nuls.

Conclusion

La modélisation économique de la gestion des invasions biologiques conduit à recommander l'éradication, le contrôle du stock à un niveau positif ou la non-intervention, en fonction de la forme et du rapport des coûts de contrôle et des dommages. Sur le plan théorique, on peut compléter le modèle en prenant en compte la dépréciation économique du futur et l'opportunité d'intervenir en fonction du stade de la colonisation. Les travaux empiriques concernant la jussie consisteront à calibrer les fonctions de croissance, de coût et de dommages à partir de données réelles. Le modèle est suffisamment général pour s'appliquer à toutes sortes d'invasions, incluant les végétaux terrestres. Il permettrait notamment de s'attaquer à l'importante question de la gestion des conséquences de la déprise agricole (abandon des milieux difficiles, telles les zones humides et de montagne).

Références

Junqueira Lopes R., Michel P., Rotillon G. (1993). " Gestion bioéconomique d'une population et environnement, l'écrevisse *Procambarus clarkii* ". *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, n°29, 9 p.

Knowler D., Barbier E.B. (2000). "Economic Evaluation in Classical Biological Control", in Perrings C., Williamson, Dalmazone S., *The Economic of Biological Invasions*, Cheltenham: Elgar Press.

Eiswerth M.E., Johnson W.S. (2002). "Managing non indigenous invasive species: Insights from dynamic analysis". *Environmental and Resource Economics*, November 2002; 23(3) 319-42, 21p.

Olson L. J., Roy S. (2002). "The economics of controlling a stochastic biological invasion". *American Journal of Agricultural Economics*, 84, 1311-1316.

