

Définition d'une stratégie collective de maîtrise d'une maladie animale

Anne-France Viet^{1,2,3}, Laurent Jeanpierre¹, Maroua Bouzid¹, Abdel-Illah Mouaddib¹

¹ GREYC-CNRS ; Université de Caen basse-Normandie ; BP 5186, F-14032 Caen Cedex, France
{anne_france.viet, laurent.jeanpierre, maroua.bouzid, abdel-illah.mouaddib}@info.unicaen.fr

² INRA, UMR13000 BioEpAR ; BP40706, F-44307 Nantes Cedex 3, France

³ ENVN, UMR13000 BioEpAR ; BP40706, F-44307 Nantes Cedex 3, France

Mots-Clés : *Épidémiologie, Processus Décisionnel de Markov, Coopération*

En santé animale, une amélioration de la situation sanitaire dans une région pour certains agents pathogènes transmissibles pourrait améliorer la compétitivité des élevages concernés. Pour les maladies animales réglementées, les stratégies de maîtrise sont définies par les pouvoirs publics. Pour les autres maladies, chaque éleveur décide dans son exploitation. Or le choix d'une stratégie de maîtrise dans une exploitation va influencer la propagation de l'agent pathogène dans la région. Une réduction de la prévalence voire une éradication de l'infection dans la région peut parfois induire des avantages concurrentiels. Des organisations professionnelles ou des acteurs locaux intervenant dans le domaine du sanitaire essaient donc parfois de proposer des approches collectives de maîtrise d'une maladie. Mais tous les éleveurs ne la suivent pas forcément.

Par modélisation, il est possible de définir des stratégies collectives ou de coordonner des stratégies individuelles et d'évaluer leur impact sur la propagation d'un agent pathogène. Des stratégies collectives en santé animale sont recherchées par optimisation pour des maladies réglementées [1][2]. Elles supposent une coopération imposée entre décideurs et éleveurs. Des situations de coopération sont considérées en épidémiologie végétale [3] et parfois pour la gestion de ressources naturelles [4]. A notre connaissance, il n'existe pas d'approche considérant la définition de la coordination de stratégies de maîtrise de maladies animales endémiques dans un ensemble d'élevages.

L'objectif de ce travail est donc de définir une stratégie collective pour contrôler une maladie animale endémique théorique en utilisant les Processus Décisionnels de Markov (MDP).

On se place dans le cas d'une structure regroupant des troupeaux homogènes. L'objectif du décideur de la structure est de minimiser le coût global pour la structure de la propagation et de son contrôle par vaccination. Deux actions sont possibles : Vacciner ou Ne rien faire. Le choix de l'action est prise chaque année en fonction du statut de l'ensemble des troupeaux. Le statut individuel des troupeaux et les transitions entre statuts sont donnés par un modèle épidémiologique stochastique SIV (Sensible, Infectieux, Vacciné). L'efficacité du vaccin est inférieure à 100% pour qu'un pourcentage de troupeaux soit non protégé malgré la décision de vaccination.

Un MDP a été défini pour représenter ce problème de décision au niveau de la structure. L'évolution du système est décrit par l'évolution du nombre de troupeaux dans chaque statut (S, I, V), considérant la propagation de l'agent pathogène dans l'ensemble de la structure. Le pas de temps est d'un mois afin de représenter finement l'évolution de l'infection, mais la décision de vaccination est prise qu'une fois par an. A chaque pas de temps, les troupeaux I et les troupeaux à vacciner à ce pas

de temps induisent des récompenses négatives. Les paramètres du modèle permettent de représenter une situation endémique avec une prévalence stable. La politique MDP est calculée en utilisant l'algorithme Value Iteration avec différents horizons (infini, 20, 10 et 5 ans) et un facteur d'atténuation de 0.9975398 correspondant à un taux annuel d'actualisation de 3%. La politique MDP calculée avec un horizon infini conduit majoritairement à utiliser l'action Ne rien faire (figure 1). Selon l'horizon utilisé pour le calcul de la politique MDP, le nombre d'états du modèle où la vaccination est retenue varie. Pour illustrer l'effet de ces politiques MDP comparé à deux stratégies utilisant systématiquement l'action respectivement Ne rien faire et Vacciner, la propagation de l'agent pathogène a été simulée au sein de la structure sur 20 ans. Avec la politique MDP calculée avec un horizon infini, l'utilisation de la vaccination n'est pas systématique. Elle conduit à une diminution de la proportion d'élevages infectés mais cette diminution est moins forte qu'avec une stratégie de vaccination systématique, mais avec un coût de revient inférieur.

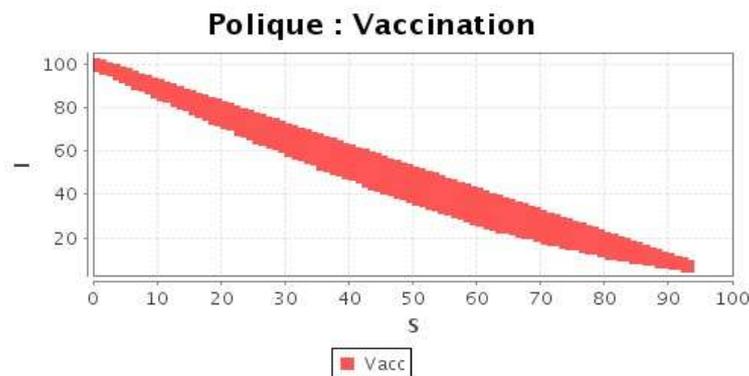


FIG. 1 – Politique MDP calculée avec Value Iteration et un horizon infini pour une structure de 100 troupeaux - Représentation des couples (S,I) pour lesquels l'action vaccination est retenue, où S est le nombre de troupeaux sensibles et I le nombre de troupeaux infectieux

Bien que ce modèle soit théorique et très simple, cette étude montre que l'utilisation d'un MDP est possible pour définir des stratégies collectives en santé animale même lorsque tous les éleveurs ne suivent pas l'action retenue par le décideur de la structure. Ce modèle peut être facilement modifié pour tenir compte d'autres actions ou d'autres statuts de troupeaux. Pour une maladie spécifique, le choix de l'horizon sera à définir avec les décideurs en santé animale.

Références

- [1] L. Ge. Flexible decision-making in crisis events : Discovering real options in the control of foot-and-mouth disease epidemics. *PhD-thesis Wageningen University*, 2008.
- [2] M. Kobayashi, T.E. Carpenter, B.F. Dickey and R.E. Howitt. A dynamic, optimal disease control model for foot-and-mouth disease : I. Model description. *Preventive Veterinary Medicine*, 79:257–273, 2007.
- [3] N. Peyrard, R. Sabbadin, E. Lo-Pelzer and J.-N. Aubertot. A Graph-based Markov Decision Process framework for Optimising Collective Management of Diseases in Agriculture : Application to Blackleg on Canola, *International Congress on Modelling and Simulation (MODSIM)*, Christchurch, New Zeland, 2007.
- [4] L.Z. Wang, L. Fang and K.W. Hipel. Water Resources Allocation : A Cooperative Game Theoretic Approach. *Journal of Environmental Informatics*, 2:11–22, 2003.