Approche économique des risques biotiques en forêt - Exemple d'analyse de stratégies de prévention dans les Landes de Gascogne

par Marielle **Brunette**[1] et Sylvain **Caurla**[1]

Résumé

Les aléas biotiques représentent une menace majeure pour les propriétaires forestiers. De plus, cette menace devrait se renforcer sous l'effet du changement climatique et de l'activité humaine. L'occurrence d'un aléa biotique génère une surmortalité des arbres sur pieds, une réduction de productivité, une baisse de qualité, et affecte également négativement la fourniture des biens et services non-marchands produits par la forêt (biodiversité, tourisme, récréation, etc), ce qui réduit la profitabilité de l'investissement forestier, et plus généralement la valeur de la forêt. Une approche économique du risque biotique semble alors justifiée. Jusqu'à présent, les outils économiques pour aborder le risque biotique ont été mobilisés principalement de deux façons. Tout d'abord, le calcul économique a permis d'estimer les dégâts liés à l'occurrence de l'aléa. Ensuite, les méthodes d'évaluations ont été mobilisées pour appréhender les pertes de valeurs non-marchandes de la forêt. Cette littérature fait apparaitre de nombreuses questions quant à l'échelle de l'analyse, la relation entre occurrence du pathogène et dégâts, les multiples incertitudes, la corrélation potentielle du risque pathogène avec d'autres types de risques, les mesures de couverture existantes, etc. L'objet de cette note est d'aborder cette littérature et d'illustrer la partie couverture des risques biotiques par un travail en cours.

Abstract

Biotic hazards represent a major threat to forest owners. In addition, this threat should be strengthened as a result of climate change and human activity. The occurrence of a biotic hazard generates excess mortality of standing trees, reduction in productivity and quality, and also negatively affects the supply of non-market goods and services produced by forests (biodiversity, tourism, recreation, etc), which results in a decrease in the profitability of forest investment, and more generally in the value of the forest. Then, an economic approach of biotic risks seems to be justified. So far, the economic approaches to address the biotic risk have been mobilized in two ways. First, the economic calculation was used to estimate the damage associated with the occurrence of the hazard. Then, the evaluation methods have been mobilized to apprehend the loss of non-market values of the forest. This literature brings up many questions about the scale of the analysis, the relationship between pathogen occurrence and damage, multiple uncertainties, potential biotic risk correlation with other types of risks, existing hedging strategies, etc. The purpose of this note is to address this literature and illustrate the part dedicated to the coverage of biotic risks through a work in progress.

[1] UMR 356 INRA – AgroParisTech, Laboratoire d'Économie Forestière, 54042 Nancy Cedex, France.

Introduction

Le secteur forestier est exposé à deux types de risques, les risques de marché, lié aux fluctuations du prix du bois, et les risques de production, liés à l'occurrence d'aléas naturels biotiques ou abiotiques.
Les aléas biotiques représentent une menace majeure pour les propriétaires forestiers. Entre 1994 et 2005, ces aléas sont responsables de 57% des dommages forestiers en Europe et de 81% des dommages observés en France, hors tempêtes et incendies (Jactel *et al.*, 2012). Cette menace devrait se renforcer encore sous l'effet du changement climatique, notamment via la hausse des températures et l'accroissement en fréquence et en intensité de certains évènements naturels. L'activité humaine est, elle aussi, susceptible d'accentuer ces aléas du fait de la mondialisation des échanges et des déplacements de personnes.

L'occurrence d'un aléa biotique génère une surmortalité des arbres sur pieds, une réduction de productivité, une baisse de qualité et donc une réduction des prix, et affecte également négativement la fourniture des biens et services non-marchands produits par la forêt (biodiversité, tourisme, récréation, etc), ce qui réduit la profitabilité de l'investissement forestier, et plus généralement la valeur de la forêt. Une approche économique du risque biotique semble alors justifiée.

Etat de l'art

Jusqu'à présent, les outils économiques pour aborder le risque biotique ont été mobilisés de deux façons.

Tout d'abord, le calcul économique a permis d'estimer les dégâts liés à l'occurrence de l'aléa, en se focalisant sur la valeur marchande de la forêt. Ainsi, Haight *et al.* (2011) s'intéressent à *Ceratocystis fagacearum* dans le Minnesota (Etats-Unis), avec pour objectif d'estimer le dommage économique à partir des mortalités d'arbres observées. Les auteurs adoptent les coûts d'élimination comme métrique pour calculer le dommage économique. Ils estiment que pour la période 2007-2016, 76 000 à 266 000 arbres devraient être infectés, soit un coût d'élimination compris entre 18 et 60 millions de dollars. Ils insistent sur le fait que, bien que ces coûts soient élevés, ils ne représentent que la borne inférieure de la perte économique totale, car ils n'intègrent pas les pertes liées aux valeurs non-marchandes de la forêt. Des travaux adoptant des approches économiques similaires ont également été proposés par Liebhold *et al.* (1986), Zwolinski *et al.* (1990), Bergseng *et al.* (2012) parmi d'autres.

Ensuite, les méthodes d'évaluations, telles que l'évaluation contingente ou la méthode des prix hédoniques, ont été mobilisées pour appréhender les pertes de valeurs non-marchandes de la forêt.
Ainsi, Kovacs *et al.* (2011) s'intéressent à *Phytophtora ramorum* sur la côte Pacifique des Etats-Unis. Ils estiment l'évolution dans le temps de la valeur des propriétés résidentielles sujettes au pathogène, via la méthode des prix hédoniques. Leurs résultats indiquent une baisse de 3 à 6% du prix des propriétés résidentielles localisées à proximité des zones infestées, et une réduction pouvant aller jusque 15% lorsque les arbres infestés sont observés à la fois dans les quartiers résidentiels et les forêts avoisinantes. D'autres travaux mobilisant les méthodes d'évaluation existent. Elles sont recensées, au moins en partie, par Rosenberg et Smith (1997) qui proposent une revue de la littérature sur les approches économiques mobilisées pour appréhender les valeurs non-marchandes de la forêt, dans un contexte de risque biotique.

Des auteurs ont également combiné perte de valeur marchande et non-marchande de la forêt au sein d'un même travail. Leuschner *et al.* (1996), par exemple, s'intéressent à *Lymantria dispar (L.)* aux Etats-Unis, et à ses impacts en termes de production de bois, de valeurs récréatives et résidentielles. Ils estiment les bénéfices liés à la mise en place d'un programme

permettant de ralentir la diffusion du pathogène. Ils montrent que les bénéfices varient en fonction de la vitesse de propagation de 800 millions de dollars à 3800 millions de dollars. Ils ajoutent que 13% de ces bénéfices sont imputables à la production de bois et à la récréation, alors que plus de 80% sont dus aux aspects résidentiels. D'autres travaux combinant valeurs marchande et non-marchande de la forêt peuvent être cités tels que Aukema *et al.* (2011) et Soliman *et al.* (2012) entre autres.

Cette littérature fait émerger de nombreuses interrogations qui méritent d'être soulevées. Ainsi, la question de l'échelle de l'analyse (peuplement, massif, région, pays), conjointement à celle du décideur (public, privé) se pose. De même, la relation entre occurrence du pathogène et dégâts (productivité, mortalité, qualité) semble primordiale, et associée au vecteur économique du dommage (prix, volume, densité). La question de l'incertitude reste prépondérante à tous les niveaux (scénario climatique, impact du pathogène, prix futur). La corrélation potentielle du risque biotique avec d'autres risques biotiques mais aussi d'autres types de risques (tempête, incendie) doit être abordée. Enfin, qu'en est-il des mesures de couverture existantes (assurance, prévention) pour faire face à ces aléas biotiques ?

L'objet de cette note est d'aborder plus en détails ce dernier point relatif à la couverture des aléas biotiques, qui à notre connaissance n'a pas encore été abordée par la littérature. En revanche, la littérature s'est intéressée à la couverture d'autres types de risques tels que la tempête et l'incendie, et dans ce cas, elle s'est concentrée sur deux mécanismes de couverture, l'assurance et la prévention.
Ainsi, des auteurs tels que Brunette et Couture (2008) ou encore Brunette *et al.* (2009) se sont intéressés à l'impact de l'intervention publique sur la demande d'assurance des propriétaires forestiers. De même, Holecy et Hanewinkel (2006) ou encore Brunette *et al.* (2015) ont proposé des modèles actuariels d'assurance dont l'objectif est de déterminer la prime d'assurance en fonction de la classe d'âge, de la surface assurée, de différents risques, etc. L'analyse de la prévention, quant à elle, est plus ancienne. En effet, dès la fin des années 1980, Reed (1987) a analysé l'impact de la prévention du risque incendie sur l'âge optimal de coupe du peuplement. D'autres travaux sont également apparus tels que Thorsen et Helles (1998) et Amacher *et al.* (2005). Des articles ont également comparés différents scénarios, en termes de dommages et de stratégies de prévention, entre eux (Goodnow *et al.*, 2008; Brunette et Couture, 2013).

Exemple d'analyse de stratégies de prévention dans les Landes de Gascogne

L'assurance des risques pathogènes n'existe pas à l'heure actuelle, de sorte que nous nous questionnons sur leur prévention. Pour cela, nous illustrons nos propos à partir d'un article (Brunette et Caurla, 2014). Cet article propose une étude de cas sur la forêt des Landes de Gascogne. Cette forêt est particulièrement adaptée pour aborder la problématique des risques biotiques et ce pour deux raisons principales. Tout d'abord, c'est une monoculture plantée de pin maritime, or les monocultures sont plus sensibles aux aléas biotiques. Ensuite, cette forêt a subi récemment deux tempêtes, Lothar en 1999 et Klaus en 2009, qui l'ont sensibilisé au risque biotique.

En termes de méthodologie, nous partons d'un itinéraire sylvicole standard pour le pin maritime des Landes de Gascogne, révolution de 35 ans, 2 éclaircies, plantation de 1000 tiges/ha, coût de gestion de 39€/ha/an. Nous considérons un taux d'actualisation de 3,5%. Nous adoptons comme critère économique le Bénéfice Actualisé en Séquence Infini (BASI). Ainsi, sans risque et sans prévention (situation de référence) le BASI de ce peuplement (i.e., sa valeur économique) est de 1166,91 €/ha.

Notre objectif est de comparer ce BASI de référence avec diverses situations en termes de pathogènes et de prévention. Ainsi, nous considérons deux pathogènes, l'hylobe *(Hylobius abietis*) et le fomes (*Heterobasidion annosum*), connus pour générer d'importants dégâts dans cette région française.

Pour l'hylobe, nous considérons que la probabilité d'attaque est certaine et que les dommages sont incertains, avec un taux de mortalité compris entre 50% et 80%. Partant de là, nous intégrons la possibilité d'un traitement chimique à base de cyperméthrine qui permet de réduire le dommage à 25-30%. Nous considérons également une jachère de 2 ans après la coupe finale qui réduit la probabilité d'attaque de moitié et, en cas d'infestation, le dommage associé est de 10%.

Dans ce contexte, nous considérons donc 7 scénarios que nous comparons entre eux via le BASI : sans traitement avec mortalité de 50%, 65% et 80%; traitement chimique avec mortalité de 25% et 30%; jachère avec mortalité de 0% (dans 50% des cas) et de 10% (dans 50% des cas). Nous montrons que d'un point de vue économique, la meilleure option est celle consistant à adopter le traitement chimique, et que la plus mauvaise option consiste à ne pas adopter de prévention. Les coûts d'adaptation sont ainsi estimés dans l'intervalle [128,32-1854,8] €/ha.

Pour le fomes, nous considérons que la probabilité d'attaque est certaine. Plusieurs stratégies de prévention sont considérées. Nous considérons deux stratégies de prévention parfaitement efficaces, en ce sens qu'elles rendent nulle la probabilité d'attaque et le taux de mortalité, un traitement chimique et une jachère de 5 ans après la coupe finale. Nous intégrons également le dessouchage local et total, qui eux sont fonction de la date de contamination (nettoyage, 1ère éclaircie, 2nde éclaircie). Nos résultats révèlent que la meilleure stratégie de prévention d'un point de vue économique est le dessouchage local lorsque la contamination a lieu au moment de la première éclaircie, et que la plus mauvaise option consiste en un dessouchage total lorsque la contamination se fait dès le nettoyage à l'année 2. A noter que pour le fomes, l'absence de traitement peut se révéler pertinente, notamment lorsque la contamination est tardive (2nde éclaircie). Les coûts d'adaptation ainsi estimés appartiennent à l'intervalle [168,11-1525,54] €/ha.

Et après…

Il apparait qu'une extension intéressante de ce travail serait d'adopter une approche multi-risques. En effet, il a été montré récemment que le fomes s'était développé massivement suite à la tempête Klaus de 2009 (Lung-Escarmant et Maugard, 2004). Il existerait donc un lien entre l'occurrence d'une tempête et le développement du fomes, voire des aléas biotiques plus généralement. Ce lien sera donc analysé dans le projet MULTIRISKS (RMT AFORCE, coordinateur: Hervé Jactel (BIOGECO, INRA), 2016-2017) dont l'objectif est d'analyser les impacts bioéconomiques des interactions entre aléas (tempête, fomes, processionnaire du pin) sur la ressource forestière (stock sur pieds, prix des produits, surplus, etc) et d'identifier des itinéraires sylvicoles permettant de les atténuer simultanément.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) AMACHER G.S., MALIK A.S., HAIGHT R.G., 2005. - Not getting burned: the importance of fire prevention in forest management. Land Economics, 81, 284-302.
(2) AUKEMA J.E., LEUNG B., KOVACS K., CHIVERS C., BRITTON K.O., ENGLIN J. *et al.*, 2011. - Economic impacts of non-native forest insects in the continental United States. PLoS ONE, 6(9), e24587.
(3) BERGSENG E., OKLAND B., GOBAKKEN T., MAGNUSSON C., RAFOSS T., SOLBERG B., 2012. - Combining ecological and economic modelling in analyzing a pest invasion contingency plan - The case of pine wood nematode in Norway. Scandinavian Journal of Forest Research, 27(4), 337-349.

(4) BRUNETTE M., CABANTOUS L., COUTURE S., STENGER A., 2009. - Assurance, intervention publique et ambiguïté : une étude expérimentale auprès de propriétaires forestiers privés. Economie et Prévision, 190-191(4-5), 123-134.
(5) BRUNETTE M., CAURLA S., 2015. - An economic comparison of prevention strategies against *Hylobius abietis* and *Heterobasidion annosum* in the Landes de Gascogne Forest. Cahiers du LEF, 2014-07.
(6) BRUNETTE M., COUTURE S., 2008. - Public compensation for windstorm damage reduces incentives for risk management investments. Forest Policy and Economics, 10(7-8), 491-499.
(7) BRUNETTE M., COUTURE S., 2013. - Risk management behavior of a forest owner against growth risk. Agricultural and Resource Economics Review, 42(2), 349-364.
(8) BRUNETTE M., HOLECY J., SEDLIAK M., TUCEK J., HANEWINKEL M., 2015. - An actuarial model of forest insurance against multiple natural hazards in fir (*Abies Alba Mill.*) stands in Slovakia. Forest Policy and Economics, 55, 46-57.
(9) GOODNOW R., SULLIVAN J., AMACHER G.S., 2008. - Ice damage and forest stand management. Journal of Forest Economics, 14, 268-288.
(10) HAIGHT R.G., HOMANS F.R., HORIE T., MEHTA S.V., SMITH D.J., VENETTE R.C., 2011. - Assessing the cost of an invasive forest pathogen: A case study with oak wilt. Environmental Management, 47, 506-517.
(11) HOLECY J., HANEWINKEL M., 2006. - A forest management risk insurance model and its application to coniferous stands in southwest Germany. Forest Policy and Economics, 8, 161-174.
(12) JACTEL H., DESPREZ-LOUSTAU M-L., MARCAIS B., PIOU D., ROBINET C., ROQUES A., 2012. - Evolution des risques biotiques en forêt. Innovations Agronomiques, 18, 87-94.
(13) KOVACS K., HOLMES T.P., ENGLIN J.E., ALEXANDER J., 2011. - The dynamic response of housing values to a forest invasive disease: Evidence from a sudden oak death infestation. Environmental and Resource Economics, 49, 445-471.
(14) LEUSCHNER W.A., YOUNG J.A., RAVLIN F.W., 1996. - Potential benefits of slowing the gypsy moth's spread. Southern Journal of Applied Forestry, 20, 65-73.
(15) LIEBHOLD A.M., BERCK P., WILLIAMS N.A., 1986. - Estimating and valuing western pine beetle impacts. Forest Science, 32, 325-338.
(16) LUNG-ESCARMANT B., MAUGARD F., 2004. - Conséquences phytosanitaires de la tempête du 27 décembre 1999 : évaluation du risque fomes (*heterobasidion annosum*) dans le massif Landais. Cahiers du DSF, 1, 78-81.
(17) REED W.J., 1987. - Protecting a forest against fire: optimal protection patterns and harvest policies. Natural Resource Modelling, 23-53.
(18) ROSENBERG R.S., SMITH E.L., 1997. - Nonmarket economic impacts of forest insect pests: a literature review. General Technical Report PSW-GTR-164. Pacific Southwest Research Station. USDA Forest Service, Berkeley, CA, 38.
(19) SOLIMAN T., MOURITS M.C.M., VAN DER WERF W., HENGEVELD G.M., ROBINET C. *et al.*, 2012. - Framework for modelling economic impacts of invasive species, applied to pine wood nematode in Europe. PLoS ONE, 7(9), e45505.
(20) THORSEN B.J., HELLES F., 1998. - Optimal stand management with endogenous risk of sudden destruction. Forest Ecology and Management, 108, 287-299.
(21) ZWOLINSKI J.B, STUART M.J., WINGFIELD M.J., 1990. - Economic impact of post-hail outbreak of die-back induced by *sphaeropsis sapinea*. European Journal of Forest Pathology, 20, 405-411.