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

Marielle Brunette (LEF, Nancy)
Sylvain Caurla (LEF, Nancy)

Académie d'Agriculture de France,

Séance *"La santé des forêts : nouveaux risques biotiques induits par les changements globaux et comment y faire face"*,

25 novembre, 2015

Risques en forêt

- Risque de marché : variation du prix du bois.
- Risque de production : événements naturels ⇒ abiotique/**biotique**.
  Europe : aléas biotiques = 57% des dommages forestiers (34% insectes, 19% champignons et 4% mammifères herbivores).
  France : aléas biotiques = 81% des dommages forestiers (61% insectes et 20% champignons).
  → *Jactel et al. (2012)*

  + Changement Climatique : ↑ températures, ↑ fréquence et intensité de certains événements naturels.
  + Activité humaine : ↑ taux de déplacement, mondialisation des échanges.

  Conséquences : mortalités d'arbres, ↓ productivité, ↓ qualité du bois, impact négatif sur les biens et services non-marchands fournis par la forêt (biodiversité, tourisme, récréation...) = ↓ profitabilité.

  ⇒ **Nécessité d'une approche économique des aléas biotiques**.

Valeur marchande, calcul économique

Haight et al., 2011

- Champignon du chêne (*Ceratocystis fagacearum*) ; Comté d'Anoka, Minnesota (1156 km^2).
- Objectif : estimer le dommage économique à partir des mortalités d'arbres observées.
- Résultats :
  - En 2007, le comté d'Anoka avait 5.92 millions de chênes et 885 "poches" où le pathogène était actif couvrant 5.47 km^2.
  - Pour la période 2007-2016, 76 000-266 000 arbres seront infectés soit un coût d'élimination de 18-60 millions de dollars.

Bergseng et al., 2012

- Nématode du pin en Norvège ; État propose plan d'urgence si pathogène observé.
- Objectif : comparer le coût de ce plan et les coûts associés au pathogène.
- Résultats :
  - Sous le climat actuel, le pathogène ne se développe pas.
  - Avec CC, le coût des dommages est estimé à 0.01-0.02 millions d'€.
  - Le coût d'implémentation du plan d'urgence est estimé à 0.2-0.25 milliards d'€.

⇒ Autres exemples : Liebhold et al. (1986) ; Zwolinski et al. (1990) ; Pye et al. (1997).

Valeur non-marchande, méthode d'évaluation

Kovacs et al., 2011

- Mort subite du chêne (*Phytophthora ramorum*) ; Côte Pacifique des États-Unis.
- Objectif : estimer l'évolution dans le temps de la valeur des propriétés résidentielles sujettes au pathogène.
- Résultats :
  - ↓ de 3 à 6% du prix des propriétés résidentielles localisées à coté de zones infestées.
  - ↓ de 8 à 15% lorsque des arbres morts sont observés à la fois dans les quartiers résidentiels et dans les forêts avoisinantes.

Meldrum et al., 2013

- Rouille du pin blanc ; Forêt de montagne dans l'ouest des États-Unis.
- Objectif : estimer le CAP des ménages pour un programme permettant de traiter une surface de 2 millions d'acres.
- Résultats :
  - En moyenne, les ménages ont un CAP de 154 dollars pour améliorer la résilience de la forêt au pathogène.
  - La protection de long-terme de la forêt domine les aspects récréatifs.

⇒ Autres exemples : Rosenberg et Smith (1997) ; Holmes et al. (2010).

Valeur marchande + non-marchande, un exemple

Leuschner et al. (1996)

- Gypsy moth (*Lymantna dispar (L.)*) ; États-Unis.
- Impact sur production de bois, valeurs récréative et résidentielle.
- Objectif : estimer les bénéfices liés à la mise en place d'un programme permettant de ralentir la diffusion du pathogène.
- Résultats :
  - Les bénéfices potentiels sont, en fonction des scénarios concernant la vitesse de propagation, de 3800, 2300, et 800 millions de dollars.
  - 13% de ces bénéfices = production bois et récréation ; 81% = résidentiels.

⇒ Autres exemples : Aukema et al. (2011) ; Sache et al. (2011) ; Soliman et al. (2012).

Questions demeurant en suspend...

- Question de l'échelle se pose : peuplement, massif, régional, national, européen. $\rightarrow$ En même temps que celle du décideur : privé/public.
- Relation occurrence du pathogène et dégâts : en quels termes ? productivité, qualité, mortalité ?
- Incertitude à différents niveaux : scénario climatique, impact du pathogène, prix...
- Risque pathogène est souvent correlé avec d'autres risques, approche multi-risques ?
- Qu'en est-il des mesures de couverture de ces risques ?

Assurance/Prévention

A notre connaissance, il n'existe pas de travaux économiques sur la couverture du risque pathogène.
⇒ Comment est-ce abordé pour les autres types de risques en forêt ?

Assurance

Brunette et Couture (2008a, 2008b) ; Holecy et Hanewinkel (2006) ; Brunette et al. (2009, 2013) ; Brunette et al. (2015).

- Impact intervention publique et incertitude sur demande d'assurance.
- Modèles actuariels d'assurance.

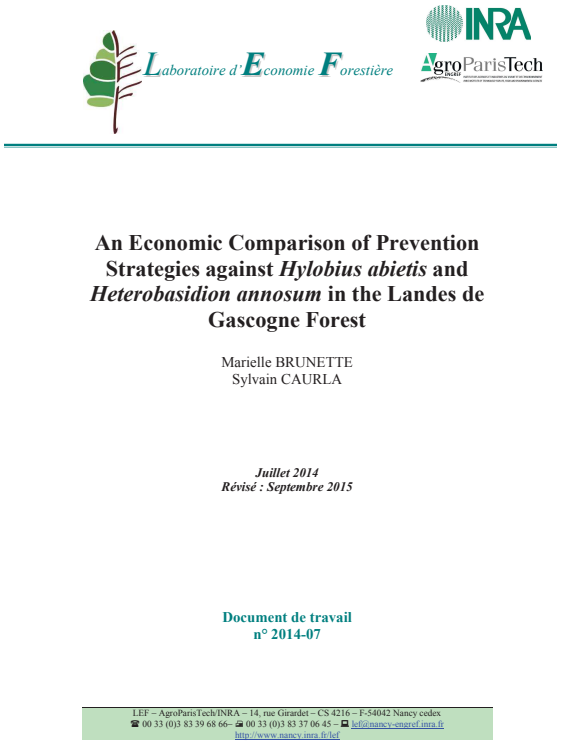
Prévention

Reed (1987) ; Amacher et al. (2005) ; Thorsen et Helles (1998) ; Goodnow et al. (2008) ; Brunette et Couture (2013).

- Impact stratégies de prévention sur l'âge optimal de coupe.
- Comparaison de différents scenarios en termes de dommages et de stratégies de prévention.

⇒ **L'assurance pour le risque pathogène n'existe pas alors qu'en est-il de la prévention ?**

Brunette M. et 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.



Laboratoire d'Economie Forestière

INRA

AgroParisTech

An Economic Comparison of Prevention Strategies against *Hylobius abietis* and *Heterobasidion annosum* in the Landes de Gascogne Forest

Marielle BRUNETTE
Sylvain CAURLA

Juillet 2014
Révisé : Septembre 2015

Document de travail
n° 2014-07

LEF – AgroParisTech/INRA – 14, rue Girardet – CS 4216 – F-54042 Nancy cedex
☎ 00 33 (0)3 83 39 68 66– 🖷 00 33 (0)3 83 37 06 45 – 💻 lef@nancy-engref.inra.fr
http://www.nancy.inra.fr/lef

La forêt des Landes de Gascogne

- Monoculture de pin maritime.
- Tempêtes Lothar en 1999 et Klaus en 2009.

Itinéraire sylvicole

TABLE : Net benefits of a monoculture of maritime pine

Year	Operations	Net benefit	Density
0	Plantation	-900	1000
2	Clearing	-70	1000
12	Thinning	111	500
22	Thinning	684	321
35	Harvest	7228	0
NPV	NPV_B = 816.86		

Contexte

- Le propriétaire forestier souhaite garder les densités, après 1ère et 2ème éclaircie, constantes.

- Coût de gestion : 39€/ha/an.

- Taux d'actualisation : 3.5%.

Valeur de la forêt, BASI

$$\sum_{i=0}^{n} \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} \times \frac{(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} = NPV_B + \left(\frac{NPV_B}{(1+0.035)^{35}} \times \frac{(1+0.035)^{35}}{(1+0.035)^{35} - 1} \right) = 1166.91€/ha$$

Pathogènes et stratégies de prévention

Hylobius abietis : Hylobe, charançon.

- Probabilité d'attaque = 1.
- Dommages incertains, taux de mortalité entre 50 et 80% pour un peuplement sans traitement.
- Stratégies de prévention :
  - Traitement chimique, solution à base de cypermethrine (FORESTER®), coût de 0.3€/graine : pbté d'attaque = 1 ; taux mortalité = 25-30%.
  - Jachère de 2 ans après la coupe finale : pbté d'attaque = 0.5 ; si attaque alors taux mortalité = 10% sinon 0%.

Heterobasidion annosum : Fomes, champignon.

- Probabilité d'attaque = 1.
- Stratégies de prévention :
  - Traitement chimique (Polybor® et Rotstop®) : pbté d'attaque = 0 ; taux mortalité = 0%.
  - Jachère de 5 ans après la coupe finale : pbté d'attaque = 0 ; taux mortalité = 0%.
  - Dessouchage local/total : contamination année 2, 12 ou 22 ; vitesse contamination 0.3m/an.

Hylobius abietis

	Without treatment			Cypermethrin solution		Fallow	
Damage	50%	65%	80%	25%	30%	10%	0%
Prob. attack	100%	100%	100%	100%	100%	50%	50%
LEV	995.98	572.77	-687.89	1038.59	1021.49	963.82	979.78

- Exemple : sans traitement, taux de mortalité de 50%

$$LEV_{H50} = NPV_{H50} + \left(\frac{NPV_{H50}}{(1+0.035)^{35}} \times \frac{(1+0.035)^{35}}{(1+0.035)^{35}-1} \right) = €995.98/ha$$

- Résultat : meilleure option = traitement chimique, mortalité 25% et 30% ; plus mauvaise option = sans traitement, mortalité 65% et 80%.
- Sans risque, sans traitement = 1166.91€/ha $\Rightarrow$ coût adaptation appartient à [128.32 - 1854.8] €/ha.

Heterobasidion annosum

Synthèse

	LEV (€/ha)
Benchmark without risk	1166.91
Without treatment	
Contamination year 2	-62.95
Contamination year 12	588.46
Contamination year 22	987.58
Polybor® and Rotstop®	848.74
5-year fallow period	987.58
Local stump removal	
Contamination year 2	983.98
Contamination year 12	998.80
Contamination year 22	939.27
Total stump removal	
Contamination year 2	-358.63
Contamination year 12	292.78
Contamination year 22	691.9

Exemple, sans traitement, contamination année 2, LEV_{HA_2}

$$= NPV_{HA2} + \left(\frac{NPV_{HA2}}{(1+0.035)^{35}} \times \frac{(1+0.035)^{35}}{(1+0.035)^{35}-1} \right)$$

$$= -62.95€/ha$$

- Résultat : meilleure option = dessouchage local, contam. 12 ; plus mauvaise option = dessouchage total, contam. 2.
- Sans risque, sans traitement = 1166.91€/ha ⇒ coût adaptation appartient à [168.11 - 1525.54] €/ha.

Discussion

- Analyse de sensibilité sur le taux d'actualisation
  - BASI pour peuplement de pin maritime de 35 ans = environ 1200€/ha, *i.e.*, taux d'actualisation de 3.5%.
  $\hookrightarrow$ Tendances restent identiques pour des taux de 3% et 4%.

- Adaptation au CC
  - Traitements conventionnels, plus conservateurs : traitements chimiques, FORESTER® et Polybor® et Rotstop®.
  $\hookrightarrow$ Mal-adaptation : gains économiques à court-terme, $\uparrow$ vulnérabilité à long-terme.

- Approche multi-risques
  - Indépendance entre les deux risques pathogènes, et avec d'autres risques potentiels.
  - Desprez-Loustau et al. (AFS, 2006) : lien entre risque sécheresse et invasion de pathogènes.
  - Lung-Escarmant et Maugard (Cahiers DSF, 2004) : fomes détecté sur les souches post-tempête dans 95% des cas analysés.

La suite...

MULTIRISKS (Évaluation et atténuation des risques multiples en forêts de plantation)

- Projet du RMT AFORCE, 2016-2017.
- Coordinateur : Hervé Jactel ; Équipe : M. Brunette, S. Caurla, A. Lobianco, C. Meredieu, M. Regolini.
- Risques concernés : fomes, tempête et processionnaire du pin.
- Contexte : filière pin maritime en Aquitaine.
- Objectifs : analyser les impacts bioéconomiques des interactions entre aléas sur la ressource forestière (stock sur pied, prix des produits, surplus...) et identifier des itinéraires sylvicoles permettant de les atténuer simultanément.
- Méthodologie :
  - Simulations à l'aide du modèle *Pinuspinaster* développé sur la plateforme Capsis pour évaluer les impacts de trois aléas en interaction.
  - Développement d'un modèle régional de filière (FFSM Aquitaine) permettant de considérer différents scénarios de gestion.

En parallèle... la thèse de Claudio Petucco (claudio.petucco@nancy.inra.fr)

Économie de la santé des forêts : gestion des ravageurs et pathogènes forestiers sous changement global

1. Optimisation de la gestion forestière avec ravageurs et tempête.
   - Cas d'étude : impacts économiques et nouvelles stratégies de contrôle pour la chenille processionnaire du pin dans les forêts de pins maritimes françaises.
   - Échelle : placette.
   - Méthodologie : modèle bioéconomique.
2. Quantification des dommages et des coûts d'un pathogène invasif à grande échelle.
   - Cas d'étude : quantification des dommages et coûts de *Chalara fraxinea* en France.
   - Échelle : nationale.
   - Méthodologie : modèle bioéconomique (basé sur FFSM).
3. Optimisation de la surveillance d'une invasion attendue et de multiples agents.
   - Cas d'étude : surveillance de la nématode du pin à la frontière entre la France et l'Espagne.
   - Échelle : paysage.
   - Méthodologie : théorie des jeux.

Merci

Working paper de l'article disponible à,

Cahiers du LEF 2014-07 :

http ://www6.nancy.inra.fr/lef/Cahiers-du-LEF/2014-07

Références I

- **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.
- **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.
- **Bergseng E., Okland B., Gobakken T., Magnusson C., Rafoss T., Solberg B. (2012)**. Combining ecological and economic modelling in analysing a pest invasion contingency plan - The case of pine wood nematode in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27(4) : 337-349.
- **Brunette M., Cabantous L., Couture S., Stenger A. (2009)**. Assurance, intervention publique et ambiguïté : une étude expérimentale auprès de propriétaires forestiers privés. *Économie et Prévision* 190-191(4-5) : 123-134.
- **Brunette M., Couture S. (2008)**. Assurance et activités de réduction des risques en foresterie : une approche théorique. *Revue d'Études en Agriculture et Environnement* 86(1) : 57-78.
- **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.
- **Brunette M., Cabantous L., Couture S., Stenger A. (2013)**. The impact of governmental assistance on insurance demand under ambiguity : A theoretical model and an experimental test. *Theory and Decision* 75 : 153-174.
- **Brunette M., Couture S. (2013)**. Risk management behaviour of a forest owner against growth risk. *Agricultural and Resource Economics Review* 42(2) : 349-364.
- **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.
- **Desprez-Loustau M.L., Marçais B., Nageleisen L-M., Piou D., Vannini A. (2006)**. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Annals of Forest Science* 63 : 597-612.
- **Goodnow R., Sullivan J., Amacher G.S. (2008)**. Ice damage and forest stand management. *Journal of Forest Economics* 14 : 268-288.
- **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.
- **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.

Références II

- **Holmes T.P., Murphy E.A., Bell K.P., Royle D.D. (2010)**. Property Value Impacts of Hemlock Woolly Adelgid in Residential Forests. *Forest Science* 56(6) : 529-540.
- **Jactel H., Desprez-Loustau M.L., Marçais B., Piou D., Robinet C., Roques A. (2012)**. Évolution des risques biotiques en forêt. *Innovations Agronomiques* 18 : 87-94.
- **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.
- **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.
- **Liebhold A.M., Berck P., Williams N.A. (1986)**. Estimating and valuing western pine beetle impacts. *Forest Science* 32 : 325-338.
- **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. *Les cahiers du DSF* (La Santé des forêts [France]) 1 : 78-81.
- **Meldrum J.R., Champ P.A., Bond C. (2013)**. Heterogeneous nonmarket benefits of managing white pine bluster rust in high-elevation pine forests. *Journal of Forest Economics* 19 : 61-77.
- **Pye J.M., Wagner J.E., Holmes T.P., Cubbage F.W. (1997)**. Positive returns from investment in fusiform rust research. *Research Paper SRS-4*. Southern Research Station. Asheville, NC, 55.
- **Reed W.J. (1987)**. Protecting a forest against fire : optimal protection patterns and harvest policies. *Natural Resource Modelling* : 23-53.
- **Rosenberger 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.
- **Sache I., Roy A.S., Suffert F., Desprez-Loustau M.L (2011)**. Invasive plant pathogens in Europe. In : D. Pimentel (Ed.) Biological Invasions : Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal, and Microbe Species.
- **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.
- **Thorsen B.J., Helles F. (1998)**. Optimal stand management with endogenous risk of sudden destruction. *Forest Ecology and Management* 108 : 287-299.
- **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.