

Prise en compte du risque dans l'optimisation de la silviculture

Patrice LOISEL ¹
CAQSI
Montpellier, Avril 2016



1. INRA UMR-MISTEA Montpellier

PATRICE LOISEL CAQSI MONTPELL

Contexte

Gestion du point de vue économique :

- volume de bois
- valorisation du bois
- carbone séquestré
- services écosystémiques

Evaluation du critère de Faustmann (revenu actualisé) :

- une nouvelle révolution débute quand se finit la précédente

Impact de la présence de risque sur l'optimisation :

- séquence des éclaircies et durée de révolution

Les risques

- Risque naturel :
 - Feu, tempête : Martell, Routledge (1980), Reed (1984, ...), Thorsen and Helles (1998), Guttormsen (2001), Stenger-Peyron (2005)
- Risque conjoncturel :
 - Prix : Brazee and Mendelsohn (1988), Gong and Löfgren (2007), Thomson (1992)
- Risque climatique :
 - substitution d'espèces (migration assistée)

Risque naturel

- Modélisation du risque au niveau de la parcelle :
 - fréquence, amplitude des tempêtes
- Modélisation des dégâts
- Modèle économique :
 - Prix dépendant de la qualité du bois, effet tempête
 - Préférence pour le présent (Faustmann) : taux actualisation δ
- Modèle de croissance :
 - Modèle type Fagacées

Optimisation de la silviculture :

- dates t_k et amplitudes h_k des éclaircies
- durée de révolution T

Risque tempête

Modèle de risque

- Intervalle de temps entre deux tempêtes suit un processus de Poisson de paramètre λ (indep. en temps).
- Amplitude de la tempête θ_t

Modèle des dégâts dû au risque tempête (Schmidt, Hanewinkel 2010)

- en dessous d'une hauteur H_* , pas de dégâts
- pour $H > H_*$, risque croissant de dégâts avec H ou H/d

Modèle économique

- Taux de dépréciation du prix du bois due à l'afflux massif de bois sur le marché : ξ_t .

θ_t et ξ_t sont des variables aléatoires corrélées

Risque tempête : scenario

H_* défini un âge t_* : $H(t_*) = H_*$

- Si tempête à un âge $\tau \leq t_*$:
 - les dégâts sont négligeables, l'exploitation continue
- Si tempête à un âge τ avec $t_* < \tau < T$:
 - les dégâts sont non négligeables, coupe finale et nettoyage et une nouvelle révolution débute
- Si pas de tempête entre âge t_* et T :
 - coupe finale et une nouvelle révolution débute

Modèle dynamique de croissance

Modèle de type arbre moyen :

$$\text{Densité d'arbres : } \frac{dn(t)}{dt} = -m(t)n(t)$$

$$\text{Section à 1m30 : } \frac{ds(t)}{dt} = \frac{g(n(t), s(t))}{n(t)}\Gamma(t) + m(t)(1 - K_m)s(t)$$

$$\begin{aligned} \text{+ aux dates } t_k : \quad n(t_k^+) &= (1 - h_k) n(t_k^-) \\ s(t_k^+) &= \frac{1 - h_k K_g}{1 - h_k} s(t_k^-) \end{aligned}$$

+ Hauteur $H(t)$

Dépréciation du bois faisant suite à une tempête à la date τ :

$$\frac{d\rho_\tau(t)}{dt} = -M(\rho_\tau(t), t - \tau), t \geq \tau$$

$p(s, H)$ est remplacé par $(1 - \rho_\tau(t))p(s, H)$

Faustmann en présence de risque

Avec risque, le critère : espérance de la valeur de Faustmann
 → calcul par simulation (Monte Carlo) ou expression explicite :

$$\max_{(h_k)_k, (u_k)_k, T} J_1 = \frac{\mathcal{V}_\lambda(0, T) - c_1 - (c_1 + c_2)a(t_*, T)}{b(t_*, T)}$$

$$\begin{aligned} \text{où } \mathcal{V}_\lambda(0, T) = & \sum_{k=1}^N E_{R_k} e^{(\delta+\lambda)(T-u_k) + \lambda(u_k-t_*)} - \\ & + \lambda \int_{t_*}^T [\alpha_p(t) V_0(t) - C_v(t)] e^{(\delta+\lambda)(T-t)} dt + V_0(T) \end{aligned}$$

En comparaison avec le cas sans risque :

$$\mathcal{V}(0, T) = \sum_{k=1}^N R_k e^{\delta(T-u_k)} + V_0(T)$$

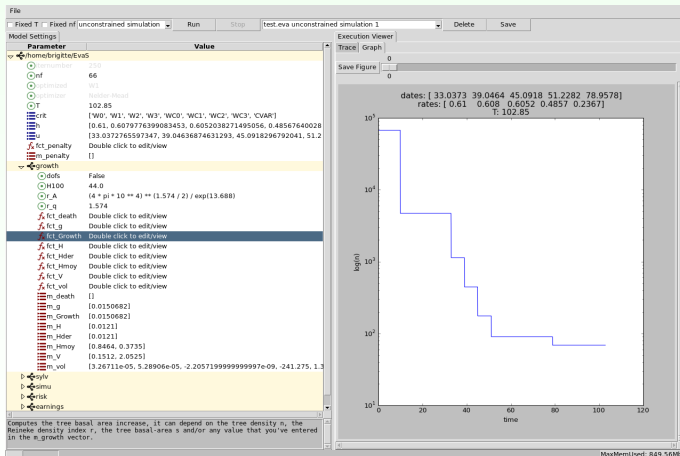
Comparaison des stratégies optimales

Comparaison effectuée sur le Hêtre et le Pin maritime :

- Plus la préférence pour le présent est grande (δ grand) plus la durée de révolution et les éclaircies optimales sont précoces.
- En première approximation : optimisation avec risque équivaut optimisation sans risque avec taux d'actualisation augmenté du taux de risque $\delta + \lambda$ mais Mise en évidence du rôle de pivot de l'âge t_* .
- Auto-assurance : endogénéisation du risque par l'optimisation.
- Importance modérée du taux de dépréciation du prix du bois sur critère et silviculture.

EvaSylv

Logiciel : l'utilisateur utilise ses propres modèles (données)



Risque naturel, fonction de prix

Hêtraie Nord-Atlantique (Pilard-Landeau et Simon 2008)

Hypothèses :

F2

$H_0 = 32$ m à 100 ans

2900 tiges/ha vers 33 ans

Fréquence

$\lambda = .01 \text{ an}^{-1}$ risque centenal de tempête

Loi de dommage

modèle de Bock et al. (2005) selon H_0

Taux d'actualisation

$\delta = .02 \text{ an}^{-1}$

période	fonction de prix (euros/m ³)	optimal T (année) S → R	Faustmann (euros/ha) S → R
1974-1999	$1.68d - 21.60$	109 → 102	3449 → 2327
2000-2013	$1.68d - 56.76$	116 → 108	1085 → 90
2014	$0.48d + 2.5$	108 → 100	-1894 → -2298

Résultats obtenu dans le cadre du projet Ecorisques (Hanitra Rakotoarison, ONF) financé par le GIP ECOFOR

Travaux en cours et perspectives

Critère de Faustmann pour le carbone séquestré

Risques évolutifs :

- Risque lié au prix p
- Risque climatique : taux de risque λ , substitution d'espèces (migration assistée)

Prise en compte dynamique de l'évolution des connaissances

→ Aboutir à une gestion adaptative

Parcelle au massif.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Contact : Patrice LOISEL, patrice.loisel@supagro.inra.fr