

Rentabilité économique des arrosages contre la TBE
et impacts financiers de la récupération des
peuplements affectés.



Jean-François Côté, ing.f., M.Sc.



Jean-Philippe Brunet, ing.f., M.Sc.

Dans le cadre du colloque: « *TBE, Préparer la Gaspésie à l'épidémie qui s'amorce* », Carleton, 9 oct. 2014

Plan de présentation

1. Introduction
2. Paramètres de l'analyse de rentabilité économique des arrosages
3. Résultats dans Matrices de sensibilité
4. Modèle d'évaluation économique (MÉÉ)
5. Simulation de l'impact financier sur les coûts de récupération par les industriels (outil FPInterface)
6. Récolte et voirie
7. Conclusion

Introduction

Dans un contexte où **les ressources financières de l'État sont limitées** et en compétition avec d'autres options d'investissement:

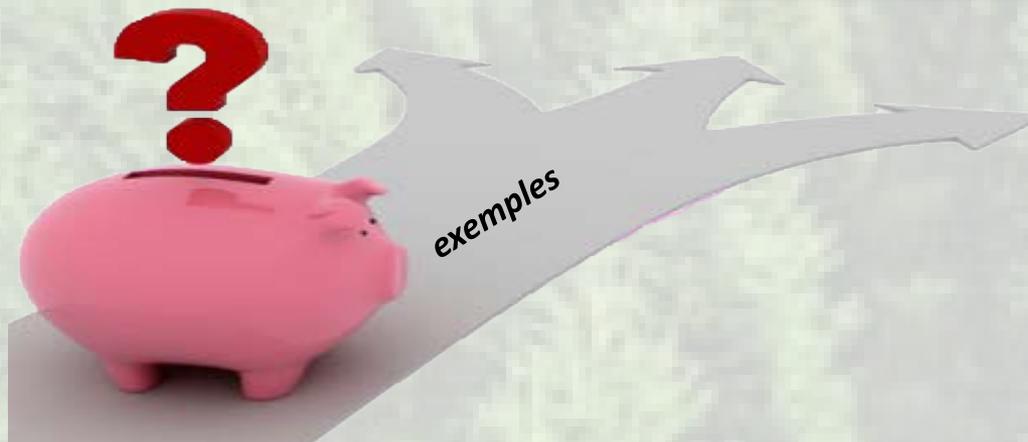
Stratégie d'arrosages



A IPL - plantations



Chantier d'É.C.



Introduction

→ Il devient nécessaire de **justifier la rentabilité économique des activités financées par la société** pour prioriser les choix d'investissement.

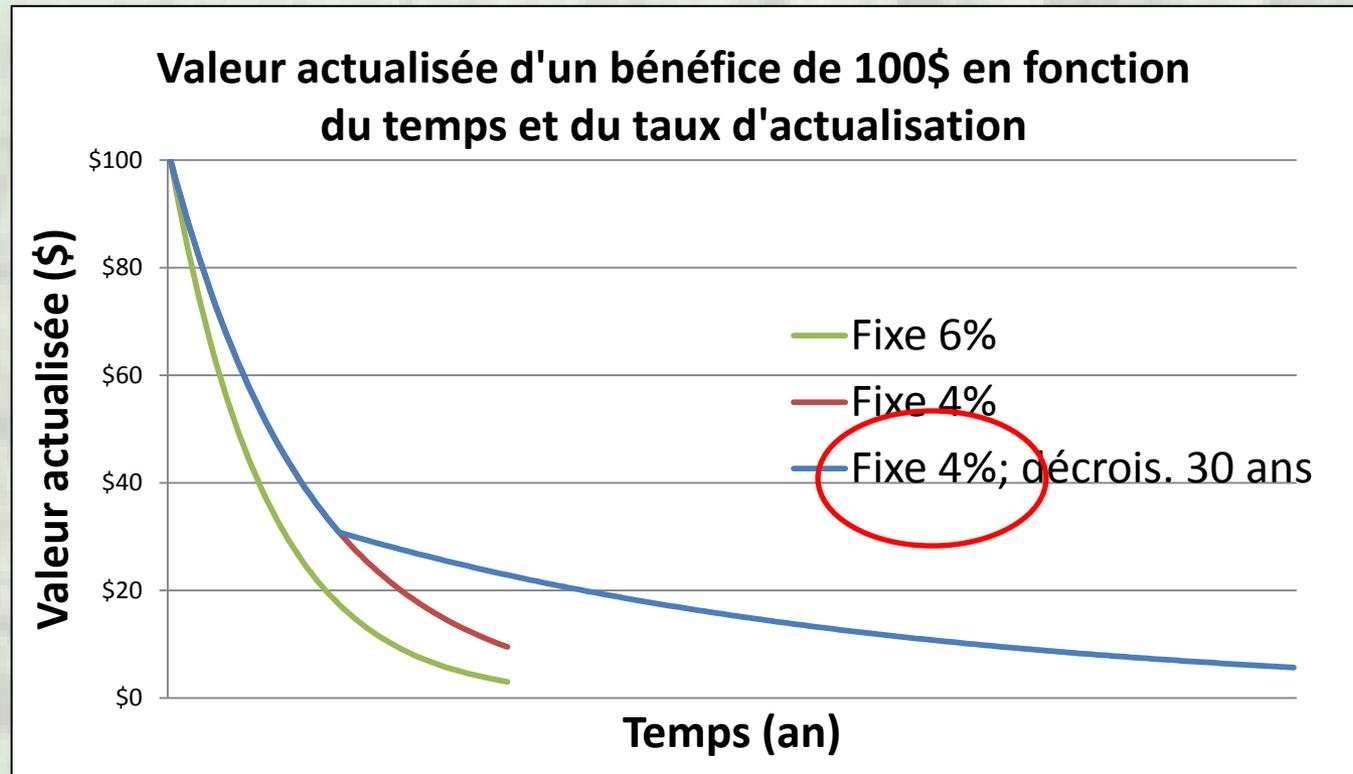
Étude de DGR réalisée en 2008, mise à jour en 2014:

Évaluer le niveau de rentabilité (ΔVAN) et le ratio bénéfice/coût ($\Delta B/\Delta C$) de scénarios *AVEC* et *SANS* pulvérisation d'insecticide biologique.

Analyses de rentabilité des arrosages

Paramètres d'analyse de sensibilité:

1. le taux d'actualisation (%)

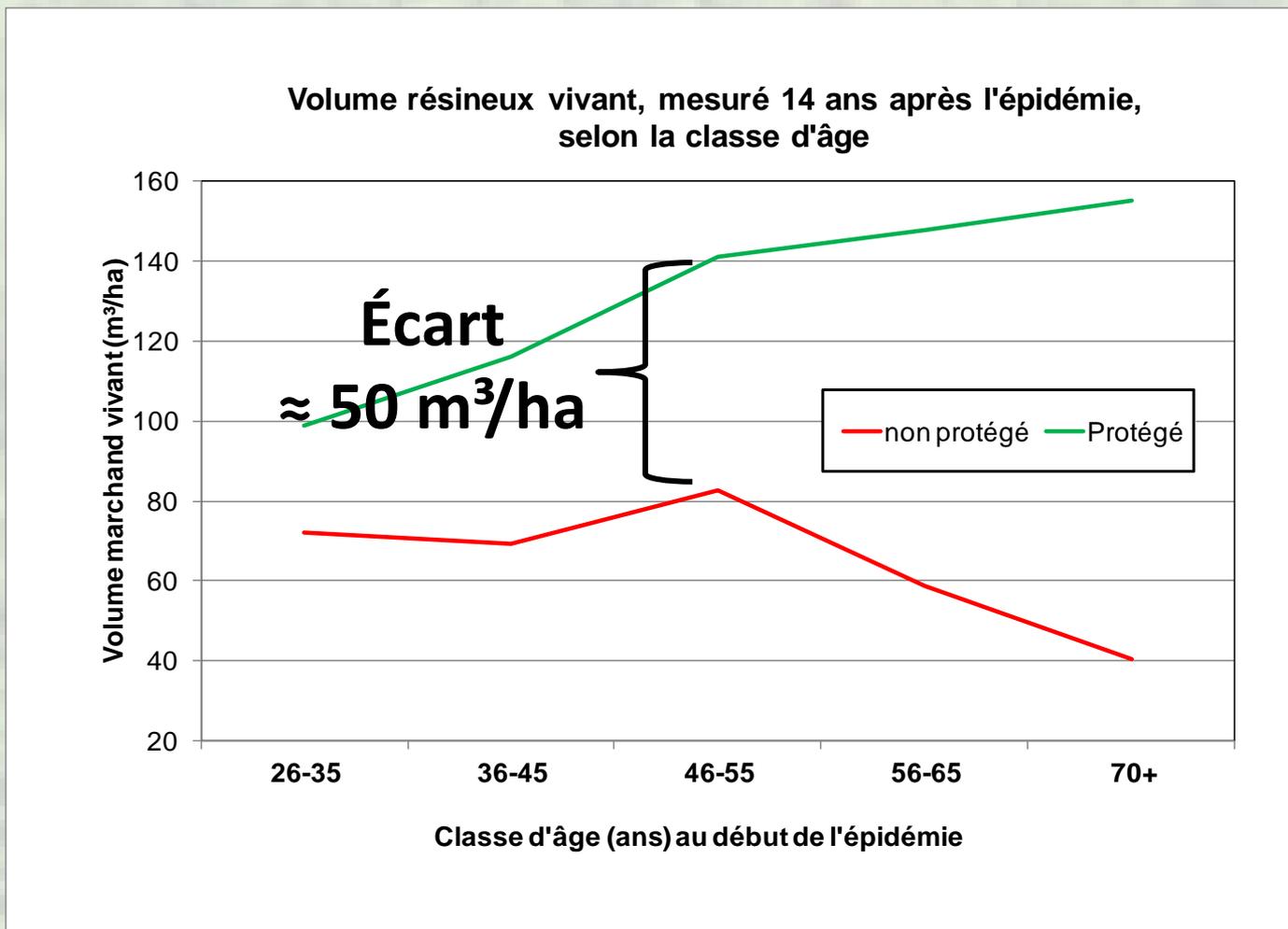


Analyses de rentabilité des arrosages

Paramètres d'analyse de sensibilité:

1. le taux d'actualisation (%)
2. le délai avant la récolte finale (an)
3. la perte évitée en volume marchand (m^3/ha)

Analyses de rentabilité des arrosages



Source: DGR, adapté de SOPFIM (A. Dupont)

Analyses de rentabilité des arrosages

Paramètres d'analyse de sensibilité:

1. le taux d'actualisation (%)
2. le délai avant la récolte finale (an)
3. la perte évitée en volume marchand (m^3/ha)
4. **le coût « actualisé » de la stratégie d'arrosages (\$/ha)**
 - 1) le coût d'opération des aéronefs
 - 2) le coût de l'insecticide biologique
 - 3) les autres coûts (bases d'opération, inventaires, etc.)
 - 4) Le nombre d'arrosages d'une même superficie

≈ 400 \$/ha

Analyses de rentabilité des arrosages

Paramètres d'analyse de sensibilité:

1. le taux d'actualisation (%)
2. le délai avant la récolte finale (an)
3. la perte évitée en volume marchand (m^3/ha)
4. le coût de la stratégie d'arrosages ($\$/\text{ha}$)
5. **le bénéfice économique relatif à chaque mètre cube récolté et transformé ($\$/\text{m}^3$)**
 - 1) Redevance, ou VMBSA en forêt publique
 - 2) Bénéfice net des entreprises
 - 3) Rente salariale

$\approx 35 \$/\text{m}^3$

Analyses de rentabilité des arrosages

Résultat de l'étude:

« Un dollar investi dans les arrosages en rapportera deux à la société »

Paramètres	
le taux d'actualisation (%)	4%
le délai avant la récolte finale (an)	20 ans
la perte évitée en volume marchand (m ³ /ha)	50 m ³ /ha
le coût de la stratégie d'arrosages (\$/ha)	400 \$/ha
le bénéfice économique (\$/m ³)	35 \$/m ³

- Le scénario d'arrosages génère un niveau de rentabilité économique positif (ΔVAN) de 400 \$/ha
- Chaque dollar investi en rapporte deux ($\Delta B/\Delta C \approx 2$)

Matrices de sensibilité

Rentabilité des arrosages en fonction du coût (\$/ha) et des bénéfices anticipés (m³/ha)
Valeurs actualisées nettes (Δ VAN) exprimées en \$2009 par hectare traité

Taux d'actualisation réel:

4 %

Bénéfices par mètre cube de bois résineux:

35 \$/m³

Nombre d'années d'attente avant la récolte:

20 ans

Écart relatif ou perte évitée en volume SEPM (m³/ha) par rapport à un scénario avec TBE, sans arrosage

		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Coût actualisé (\$/ha) de la séquence d'arrosages répartis sur les prochaines années	240	(160)	(80)	(0)	79	159	239	319	399	479	559	639	718
	260	(180)	(100)	(20)	59	139	219	299	379	459	539	619	698
	280	(200)	(120)	(40)	39	119	199	279	359	439	519	599	678
	300	(220)	(140)	(60)	19	99	179	259	339	419	499	579	658
	320	(240)	(160)	(80)	(1)	79	159	239	319	399	479	559	638
	340	(260)	(180)	(100)	(21)	59	139	219	299	379	459	539	618
	360	(280)	(200)	(120)	(41)	39	119	199	279	359	439	519	598
	380	(300)	(220)	(140)	(61)	19	99	179	259	339	419	499	578
	400	(320)	(240)	(160)	(81)	(1)	79	159	239	319	399	479	558
	420	(340)	(260)	(180)	(101)	(21)	59	139	219	299	379	459	538
	440	(360)	(280)	(200)	(121)	(41)	39	119	199	279	359	439	518
	460	(380)	(300)	(220)	(141)	(61)	19	99	179	259	339	419	498
	480	(400)	(320)	(240)	(161)	(81)	(1)	79	159	239	319	399	478
	500	(420)	(340)	(260)	(181)	(101)	(21)	59	139	219	299	379	458
	520	(440)	(360)	(280)	(201)	(121)	(41)	39	119	199	279	359	438
	540	(460)	(380)	(300)	(221)	(141)	(61)	19	99	179	259	339	418
	560	(480)	(400)	(320)	(241)	(161)	(81)	(1)	79	159	239	319	398
580	(500)	(420)	(340)	(261)	(181)	(101)	(21)	59	139	219	299	378	
600	(520)	(440)	(360)	(281)	(201)	(121)	(41)	39	119	199	279	358	

Matrices de sensibilité

Rentabilité des arrosages en fonction du coût (\$/ha) et des bénéfices anticipés (m³/ha)
Ratios Δ Bénéfices/ Δ Coûts

Taux d'actualisation réel:

4 %

Bénéfices par mètre cube de bois résineux:

35 \$/m³

Nombre d'années d'attente avant la récolte:

20 ans



Écart relatif ou perte évitée en volume SEPM (m ³ /ha) par rapport à un scénario avec TBE, sans arrosage											
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Coût actualisé (\$/ha) de la séquence d'arrosages répartis sur les prochaines années	240	0,3	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0
	260	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7
	280	0,3	0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,1	3,4
	300	0,3	0,5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2
	320	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0
	340	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8
	360	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7
	380	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
	400	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
	420	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
	440	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2
	460	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1
	480	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0
	500	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9
	520	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8
	540	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8
560	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	
580	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	
600	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	

Analyses de rentabilité - MÉE

TBE SANS arrosages vs TBE AVEC arrosages

Volumes récoltés (horizon de 20 ans):

TBE SANS arrosages: récolte finale = 83 m³/ha

TBE AVEC arrosages: récolte finale = 129 m³/ha

Bénéfices économiques variables selon la zone de tarification

Rdv: 15 \$/m³; Bnf: 11 \$/m³; Rsl: 9 \$/m³ = Tot.: 35 \$/m³ (avant ajustements)

Horizon	Scénarios	Coût actualisé	Revenu actualisé	VAN	ΔVAN	ΔB/ΔC
		(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)	
20 ans	TBE SANS arrosages	0 \$	1 219 \$	1 219 \$	518 \$	2,29
	TBE AVEC arrosages	400 \$	2 137 \$	1 737 \$		
25 ans	TBE SANS arrosages	0 \$	1 002 \$	1 002 \$	382 \$	1,96
	TBE AVEC arrosages	400 \$	1 785 \$	1 385 \$		
30 ans	TBE SANS arrosages	0 \$	824 \$	824 \$	271 \$	1,68
	TBE AVEC arrosages	400 \$	1 495 \$	1 095 \$		

Analyse tirée de:

Évaluation de l'impact de la récupération
d'un massif forestier affecté par la TBE
sur les coûts d'approvisionnement forestier

Cas du secteur Pistuacanis, UA 093-51,
exécuté à la PRAN 2013-14

Étude réalisée par :

Jean-Philippe Brunet, ing.f., M.Sc.

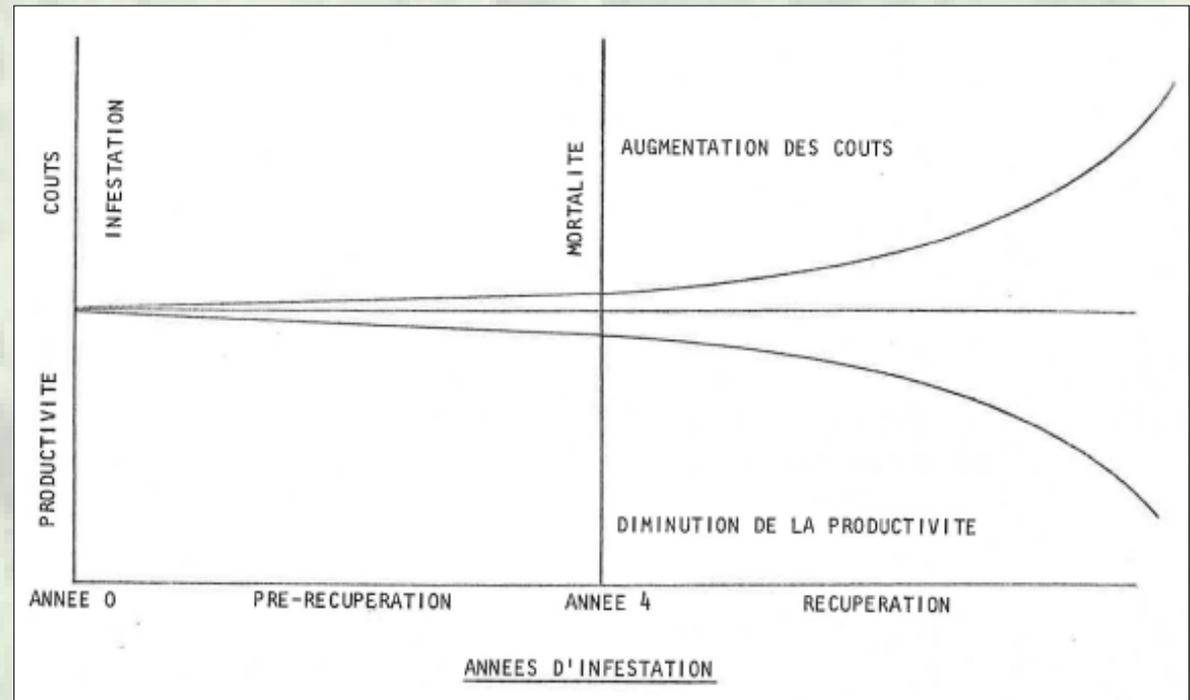
Jean-François Côté, ing.f., M.Sc.



Introduction

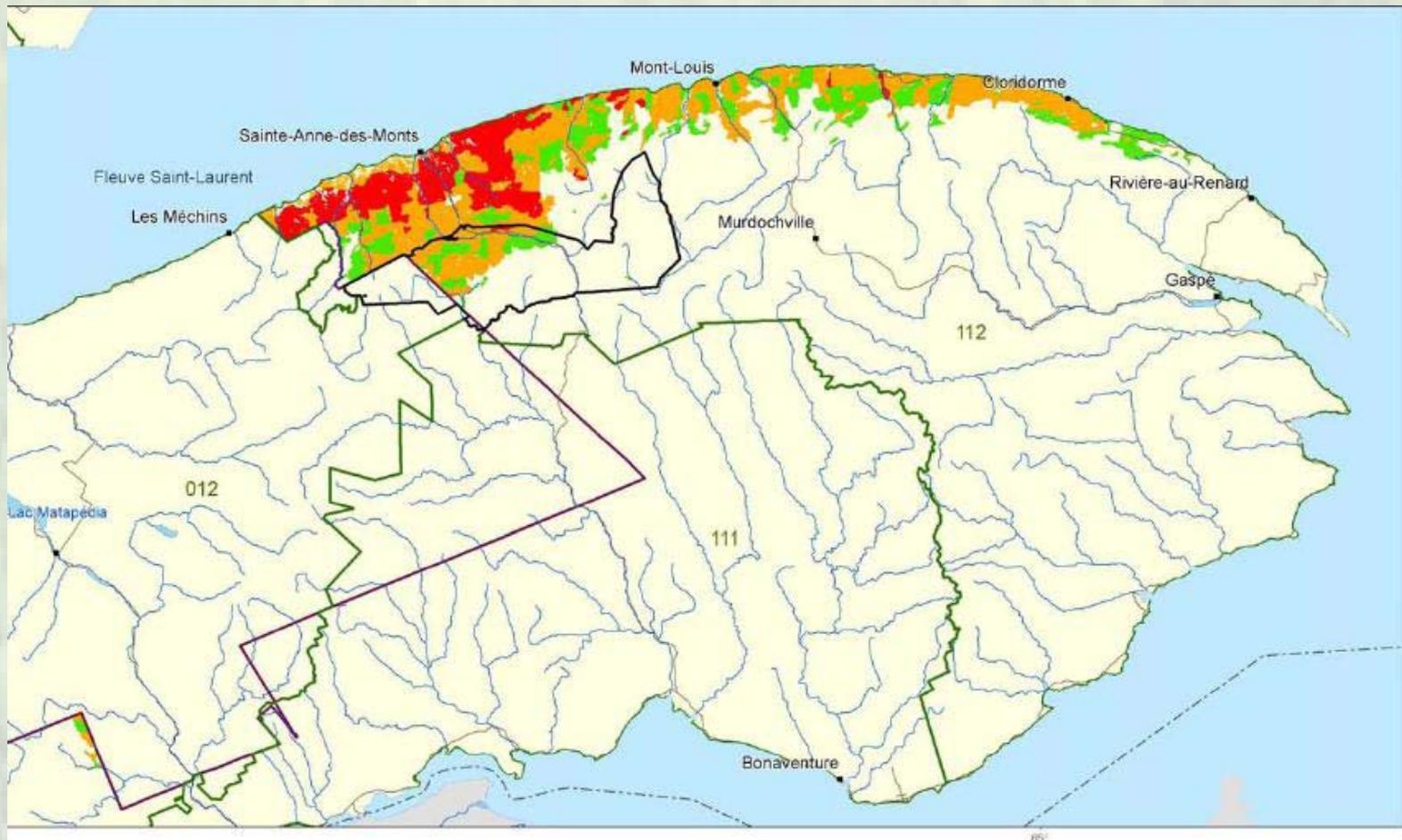
Tendances des coûts et de la productivité, avec le temps, pour la récupération du bois infesté par la tordeuse

➤ Il est bien connu que la récupération des bois affectés par l'épidémie de TBE a **des conséquences non négligeables sur les coûts d'approvisionnement des entreprises**



(Sewell et Maranda, 1977)

Originalité de l'approche



Tordeuse des bourgeons de l'épinette

Région administrative 11
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine

Source : Direction de la protection des forêts

Projection cartographique : Conique conforme de Lambert
avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 50°)

0 20 km

- 1
- 2
- 3

Défoliation 2014

- Légère
- Modérée
- Grave

- Limite d'unité de gestion
- Limite de région administrative
- Parc national de la Gaspésie

Forêts, Faune
et Parcs

Québec

Originalité de l'approche

H.1- Classes de défoliation successive

SCN	Cote de défoliation successive	Stade de progression de l'épidémie
1	0	Absent
2	1-2-3	Initial
3	4-5-6-7	Attaquée
4	8-9-10	Progressive
5	11-12-13	Affectée
6	14-15-16-17	Avancée
7	18-19-20-21	Terminale
8	> 21	Mort

Le stade de progression de l'épidémie est déterminé par l'évaluation de la cote de défoliation successive.

La cote totale est obtenue par la superposition géomatique des relevés aériens annuels réalisés par le MFFP et par l'addition des niveaux successifs de défoliation annuelle.

Le niveau de défoliation « léger » correspondant à une valeur de 1, le niveau « modéré » à la valeur de 2 et le niveau « grave » à la valeur de 3. Par exemple, 6 années de défoliation « grave » au même endroit correspondent à la cote 18.

Hypothèses de simulation

Selon l'intensité de défoliation successive, plus la mortalité des arbres progresse dans les peuplements forestiers et que les insectes secondaires et la carie dégradent la qualité de leur fibre, plus des volumes marchands de bois deviennent irrécupérables pour l'industrie.

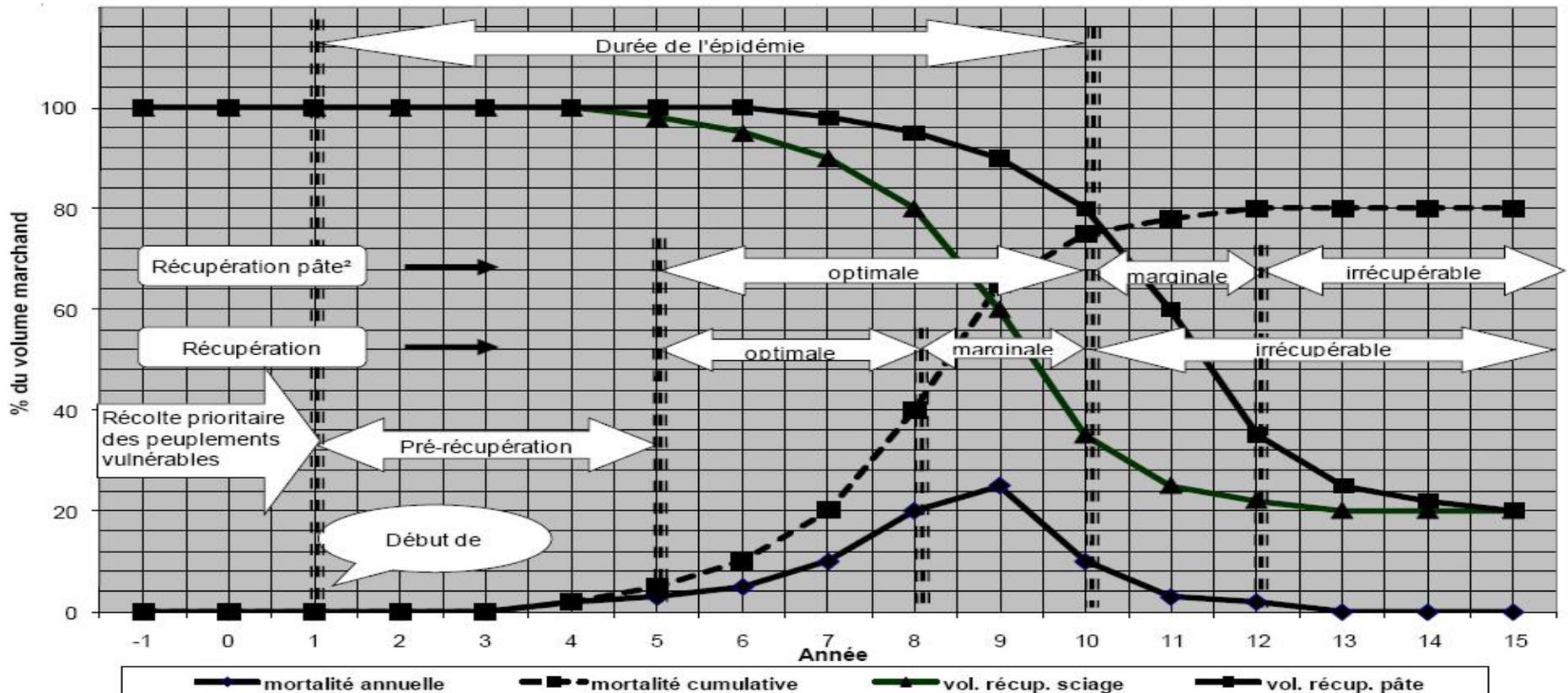
En fonction de la cote de défoliation successive, des hypothèses de pertes de volumes marchands ont été émises. Huit scénarios ont ainsi été simulés dans **FPInterface**, pour traduire les augmentations de coûts unitaires de récolte et de voirie.

Non pris en compte: différentiel de la valeur du panier de produits et coûts collatéraux de déplacement des opérations planifiées (frais de camp, démobilisation, supervision, etc.)

Modèle de mortalité – sapinière mûre

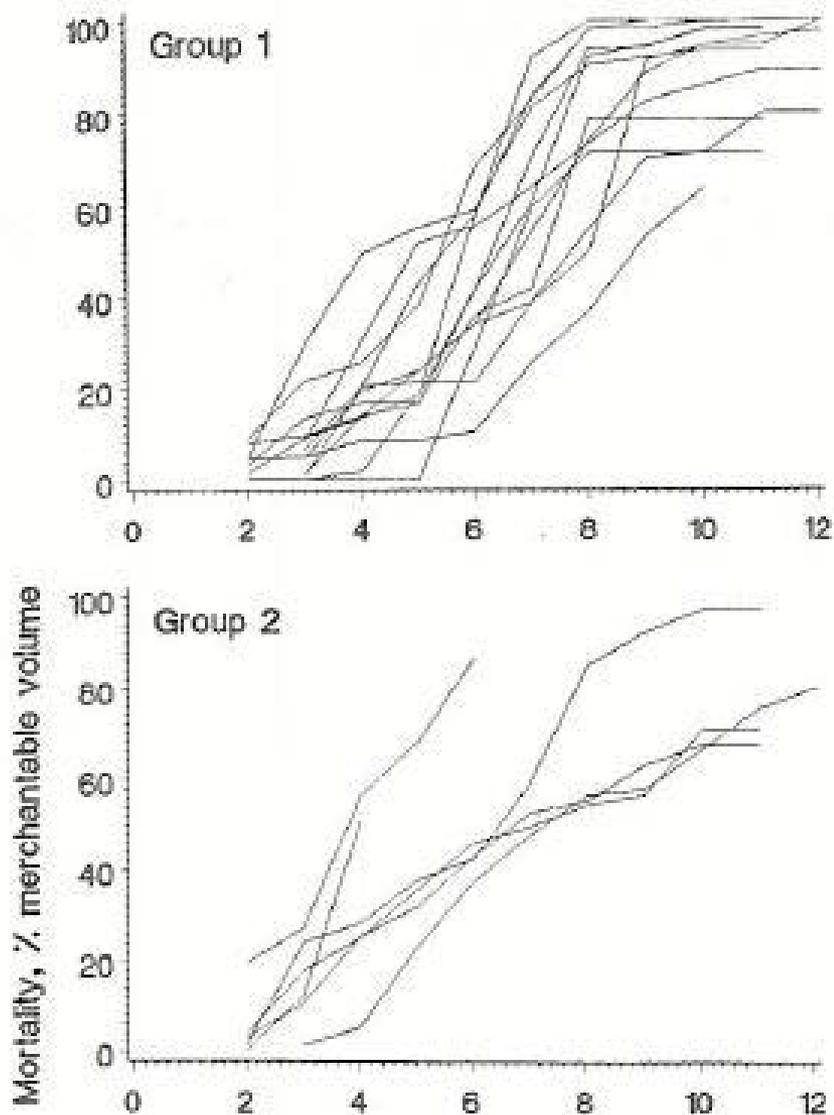
Le bois tué par la TBE se détériore rapidement

Modèle typique de progression de la mortalité causée par la TBE dans une sapinière mûre et période de récupération¹ pour le sciage et la pâte



¹ peut varier selon le volume de sapin à l'hectare ² seuil de récupération: sapin mort depuis 3 ans pour la pâte, 1 an pour le sciage

Modèle de mortalité – sapinière mûre

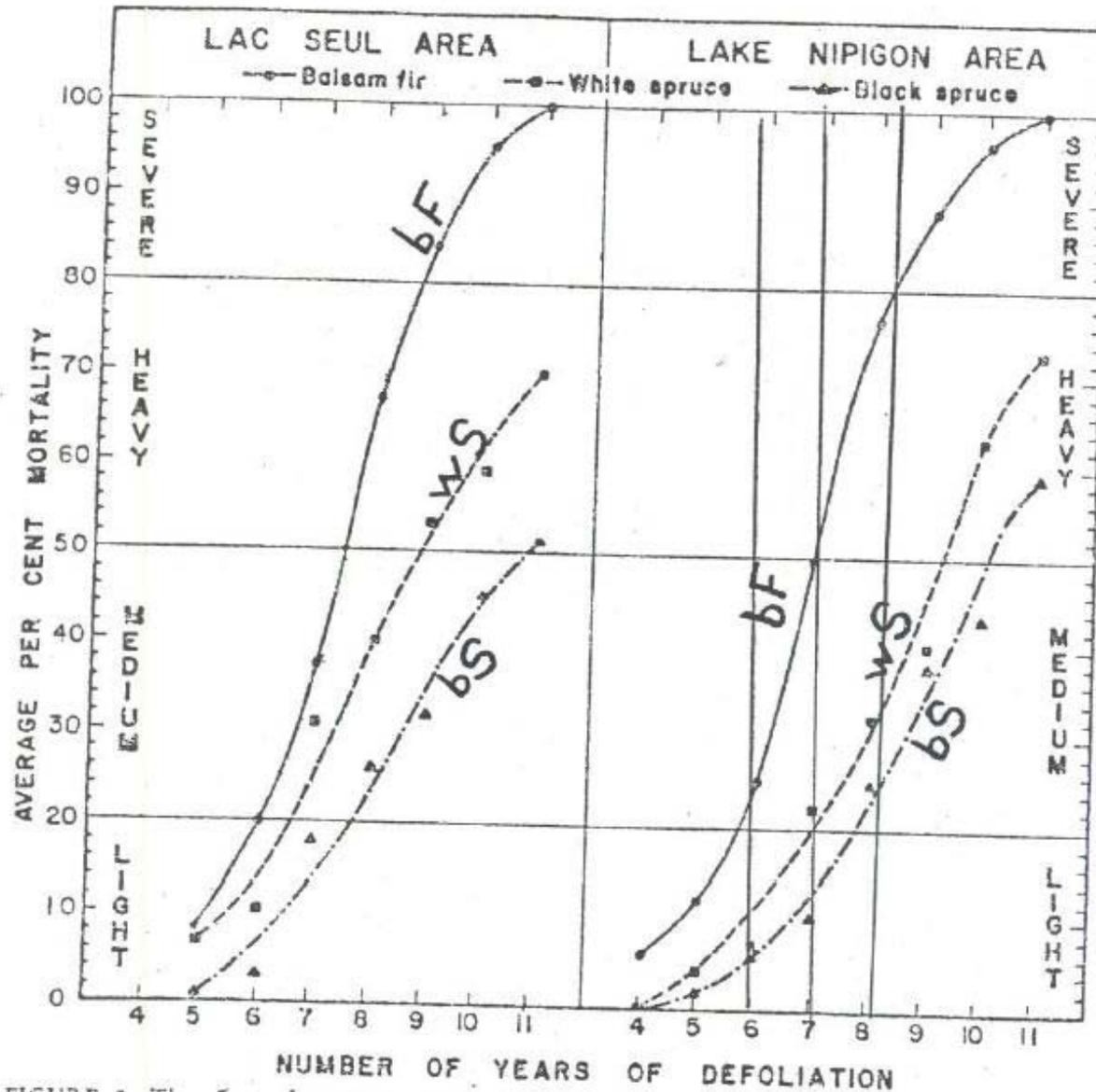


Mortalité du sapin baumier (en % du volume marchand) dans une vingtaine de sapinières matures de l'île-du-Cap-Breton, en fonction du nombre d'années depuis le début de l'épidémie.

Les peuplements ont été regroupés en 3 groupes, (groupes 1 et 2 représentés ici) d'après la sévérité des défoliations sur l'ensemble de la période épidémique.

Source:
MacLean et Ostaff, 1989

Modèle de mortalité – sapinière mûre



Mortalité du sapin baumier (bF), de l'épinette blanche (wS) et de l'épinette noire (bS) sur deux sites d'étude du Nord-Ouest de l'Ontario, en fonction du nombre d'années consécutives de défoliation.

Les peuplements ont été regroupés en 3 groupes, (groupes 1 et 2 représentés ici) d'après la sévérité des défoliations sur l'ensemble de la période épidémique.

Source:
Elliott, 1960

Hypothèses de simulation

H.2- **Pertes relatives de volumes marchands (%)** selon la cote de défoliation successive et l'essence ou le groupe d'essences

- Cassures, carie

SCN	Cote de défoliation successive	Mortalité cumulative		Mortalité cumulative irrécupérable		Bille rejet supplémentaire
		SAB	EPB	SAB	EPB	SAB et EPB
1	0	0	0	0	0	0
2	1-2-3	-5	-2	0	0	-1
3	4-5-6-7	-10	-4	-5	-2	-2
4	8-9-10	-20	-7	-10	-4	-4
5	11-12-13	-35	-12	-20	-7	-6
6	14-15-16-17	-65	-23	-35	-12	-8
7	18-19-20-21	-80	-28	-65	-23	-10
8	> 21	-100	-100	-100	-100	-20

Hypothèses de simulation

H.3- Réduction relative (%) de la productivité de l'abatteuse (m^3/HMP) selon la cote de défoliation successive et la prop. (%) du vol/ha en SAB

SCN	Cote de défoliation successive	Facteur encombrement	Facteur façonnage	Facteurs combinés (encombrement + façonnage)		
		SAB > 40 %	SAB > 40 %	SAB > 40 %	SAB 21-40%	SAB 0-20%
1	0	0	0	0	0	0
2	1-2-3	0	0	0	0	0
3	4-5-6-7	-2	-3	-5	-4	-3
4	8-9-10	-4	-6	-10	-8	-6
5	11-12-13	-6	-9	-15	-12	-9
6	14-15-16-17	-8	-12	-20	-16	-12
7	18-19-20-21	-10	-15	-25	-20	-15
8	> 21	-20	-30	-50	-40	-30

- Encombrement = tiges résiduelles à contourner, tiges renversées
- Façonnage = augmentation du temps pour traiter une tige

Résultats – Récolte

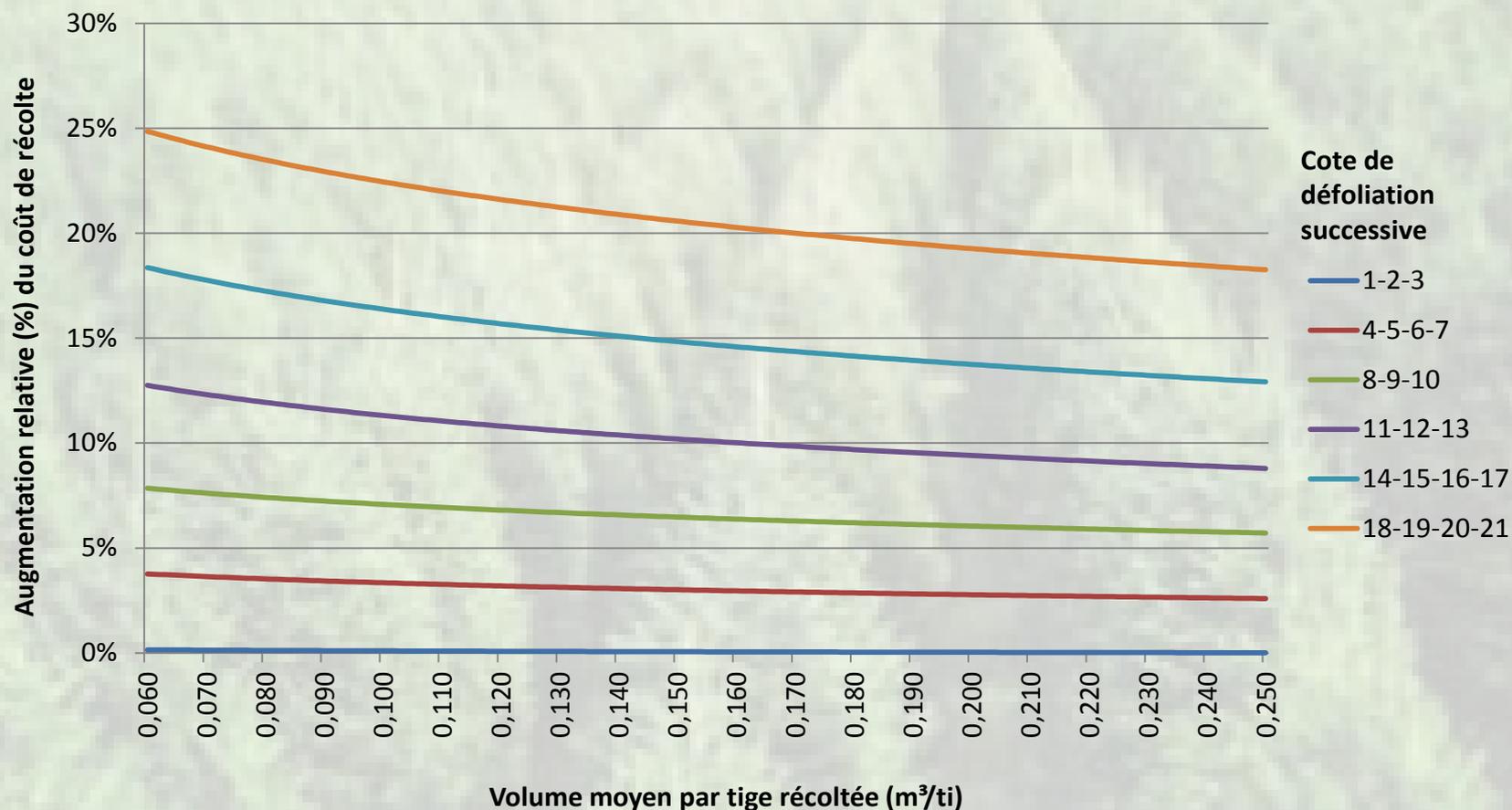
Augmentation relative (%) du coût de récolte (\$/m³) selon la cote de défoliation successive et de la proportion (%) du vol/ha en SAB

Cotes de défoliations successives	Proportion de SAB (%)		
	0-20	21-40	41 et +
0	0,0	0,0	0,0
1-2-3	0,0	0,0	0,0
4-5-6-7	2,4	3,0	3,9
8-9-10	5,0	6,5	8,4
11-12-13	7,8	10,0	13,6
14-15-16-17	10,9	14,2	19,8
18-19-20-21	14,6	19,0	27,7
> 21	38,5	56,7	108,3

- Essentiellement due à la perte de productivité de l'abatteuse (m³/HMP)

Résultats – Récolte

Augmentation relative (%) du coût de récolte ($\$/m^3$) en fonction du volume moyen par tige récoltée (m^3/ti) et de la cote de défoliation successive, lorsque la proportion du vol/ha en sapin est entre 21 % et 40 %



Résultats – Récolte

Exemple d'une augmentation du coût de récolte (\$/m³) en fonction du volume moyen par tige récoltée (m³/ti), de la proportion du vol/ha en sapin et de la cote de défoliation successive, considérant un coût de récolte de 23,82 \$/m³ en situation normale

% SAB	Cote de défoliation	Volume moyen par tige récoltée (m ³ /ti)				
		0,12	0,125	0,13	0,135	0,14
21-40	0	24,41	24,11	23,82	23,55	23,3
	1-2-3	24,43	24,13	23,84	23,57	23,31
	4-5-6-7	25,19	24,87	24,57	24,28	24,01
	8-9-10	26,07	25,73	25,41	25,11	24,83
	11-12-13	27,05	26,69	26,34	26,02	25,72
	14-15-16-17	28,24	27,85	27,48	27,14	26,81
	18-19-20-21	29,68	29,27	28,88	28,51	28,16
41 et +	0	24,44	24,18	23,93	23,69	23,47
	1-2-3	24,47	24,21	23,96	23,72	23,49
	4-5-6-7	25,45	25,16	24,89	24,64	24,39
	8-9-10	26,64	26,33	26,04	25,76	25,5
	11-12-13	28,01	27,68	27,36	27,05	26,77
	14-15-16-17	29,72	29,35	29,00	28,66	28,35
	18-19-20-21	32,16	31,74	31,33	30,95	30,59

Vs une situation normale:

- Si cote de défol. = 10
+ 1,59 \$/m³
- Et vol./tige = 0,120 m³/ti
+ 2,25 \$/m³
- Et % SAB = 41 et +
+ 2,82 \$/m³

Résultats – Voirie

Diminution relative (%) du volume récolté par kilomètre de chemin construit (m^3 / km) en fonction de la cote de défoliation successive et de la proportion (%) du vol/ha en SAB

Cotes de défoliations successives	Proportion de SAB (%)		
	0-20	21-40	41 et +
0	0,0	0,0	0,0
1-2-3	-0,3	-0,4	-0,4
4-5-6-7	-1,9	-2,6	-2,9
8-9-10	-3,8	-5,2	-5,7
11-12-13	-7,0	-9,5	-10,5
14-15-16-17	-11,5	-15,7	-17,3
18-19-20-21	-19,9	-27,2	-30,1
> 21	-29,7	-40,1	-43,9

Résultats – Voirie

Augmentation relative (%) du coût de voirie (\$/m³) selon la cote de défoliation successive et de la proportion (%) du vol/ha en SAB

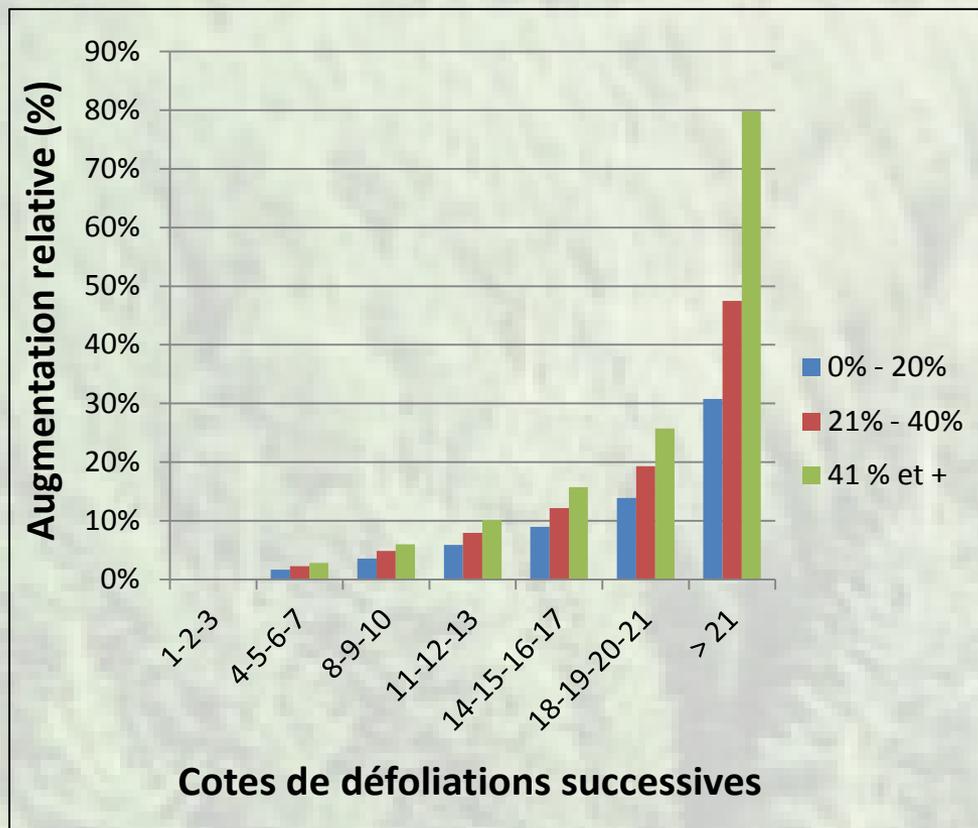
Cotes de défoliations successives	Proportion de SAB (%)		
	0-20	21-40	41 et +
0	0,0	0,0	0,0
1-2-3	0,3	0,4	0,3
4-5-6-7	1,7	2,3	2,5
8-9-10	3,7	4,9	5,4
11-12-13	6,9	9,5	10,5
14-15-16-17	12,0	17,0	18,9
18-19-20-21	23,1	34,7	39,5
> 21	39,9	64,5	75,3

- Essentiellement due au plus faible volume récolté par kilomètre de chemin construit (m³/km), occasionnée par la mortalité irrécupérable des arbres affectés et par les pertes supplémentaires en billes rejets.

Par exemple, le coût moyen de voirie d'un secteur constitué à 30 % de sapins passerait de 6,50 \$/m³ en situation normale à 7,12 \$/m³ en situation épidémique avec une cote de défoliation successive de 12, car le volume récolté par kilomètre de chemin construit (m³/km) diminuerait de 9,5 %.

Résultats – Récolte-Voirie-Transport

Augmentation relative (%) du coût combiné de RVT (\$/m³) selon la cote de défoliation successive et de la proportion (%) du vol/ha en SAB



- Au début de l'infestation: dérangements mineurs avec de faibles coûts additionnels
- Plus l'épidémie progresse: les coûts augmentent rapidement pour une période de quelques années, selon l'intensité de défoliation, après quoi, ils deviennent prohibitifs
- Plus la proportion de SAB augmente, plus les coûts augmentent

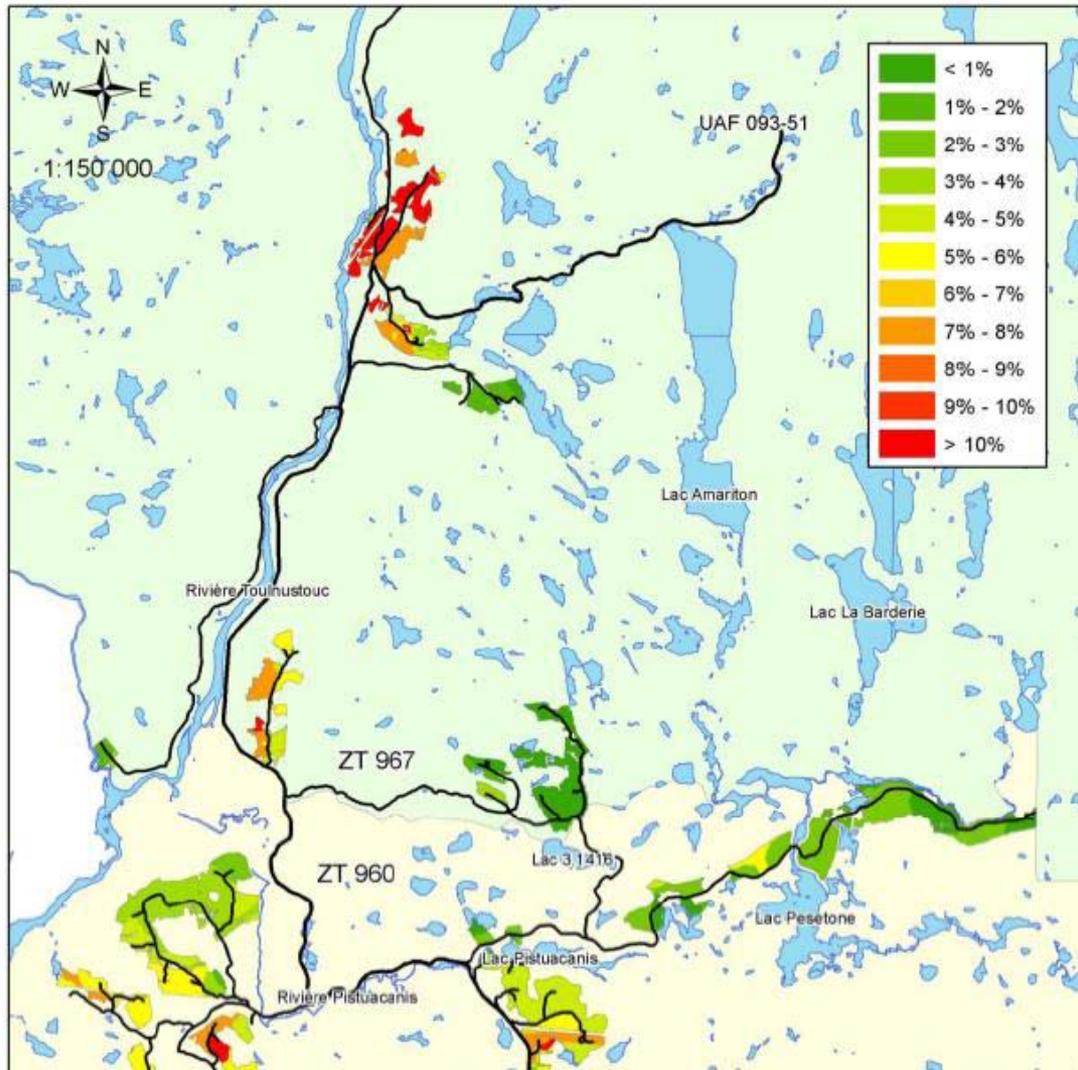
Résultats – Récolte-Voirie-Transport

Répartition de la superficie (ha) du secteur Pistuacanis en fonction de la cote de défoliation successive et de la proportion (%) du vol/ha en sapin

Cotes de défoliations successives	Proportion de SAB (%)		
	0-20	21-40	41 et +
0	0	0	0
1-2-3	330	22	93
4-5-6-7	369	296	244
8-9-10	448	434	196
11-12-13	250	293	197
14-15-16-17	5	0	16
18-19-20-21	0	0	0
> 21	0	0	0

Synthèse cartographique

Augmentation relative (%) du coût combiné de RVT (\$/m³) de chacun des blocs du secteur Pistuacanis (la moyenne pondérée étant de 4,1%)



Les coûts moyens de récolte-voirie-transport (RVT) pour ce plan de récupération sont de l'ordre de 46,50\$/m³.

L'impact financier associé aux activités de RVT est de 1,90\$/m³.

Conclusion

1. Les outils d'analyse économique démontrent qu'il est rentable pour l'État de procéder à des arrosages bien ciblés pour protéger des sapinières à une vingtaine d'années de l'âge de la récolte;
2. En cumulant les cotes de défoliation successive d'une superficie donnée et en y associant un taux de mortalité du volume marchand, une simulation à l'aide de l'outil d'analyse FPInterface permet d'estimer l'augmentation des coûts de récolte, voirie et transport pour des chantiers de coupe, par rapport à une situation sans épidémie.

Questions?

Consultants forestiers DGR inc.

870, avenue Casot, Québec (QC)

(418) 683-2385

www.dgr.ca

Personnes ressources:

Jean-François Côté , ing.f., M.Sc.

jeanfrancois.cote@dgr.ca

Jean-Philippe Brunet, ing.f., M.Sc.

jeanphilippe.brunet@dgr.ca