PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER – VOLET 1

Rapport final

Considération sur les pertes potentielles de bois occasionnées par le passage récurrent des feux de forêt

Présenté à :

Kruger Scierie Parent inc.

Préparé par :

Centre collégial de transfert de technologie en foresterie

Emmanuelle Boulfroy, M.Sc.
Sylvie Côté, ing.f., M.Sc.
François Pelletier, ing.f.
Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
Sébastien Meunier, ing.f., M.Sc.
Odette Ruest, tech. géom.
Anick Patry, ing.f.

Février 2003

© **CERFO** 2002-12

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES iii
LISTE DES TABLEAUX iv
Rapport final 1
Présenté à : 1
Kruger Scierie Parent inc. 1
Préparé par : 1
CERFO 1
Centre collégial de transfert de technologie en foresterie 1
Emmanuelle Boulfroy, M.Sc. 1
Sylvie Côté, ing.f., M.Sc. 1
François Pelletier, ing.f. 1
Guy Lessard, ing.f., M.Sc. 1
Sébastien Meunier, ing.f., M.Sc. 1
Odette Ruest, tech. géom. 1
Anick Patry, ing.f. 1
Février 2003 1
TABLE DES MATIÈRES i
LISTE DES FIGURES iv
LISTE DES TABLEAUX v
REMERCIEMENTS vii
Nous désirons remercier tout spécialement M^me^ Sylvie Gauthier, Ph.D. du Service Canadien des Forêts, ainsi que M. Pierre Grondin, ing.f., Ph.D., du Service de la Recherche du MRNQ pour leur participation active à cette étude. vii
Nous tenons aussi à remercier M. Georges Pelletier, ing.f. de la Direction de la Conservation du MRNQ, MM. Michel Cloutier et Jacques St-Onge de la SOPFEU, MM. Victor Kafka et Raymond Quenneville de Parcs Canada, ainsi que M^me^ Marie-Josée Fortin du Département de zoologie de l'Université de Toronto, pour les précieuses informations qu'ils nous ont fournies. vii
Enfin, nos remerciements s'adressent aussi à M. Jean-François Desbiens, ing.f. de Scierie Parent inc., principal instigateur du projet vii
RÉSUMÉ viii
INTRODUCTION ix
1. Synthèse de l'information déjà existante 1
   1.1 Détermination de la longueur du cycle de feu 1
      1.1.1 Estimation de la longueur du cycle de feu par Bergeron et al. (2001) 2
      1.1.2 Estimation de la longueur du cycle de feu par Lesieur (2000) 3
      1.1.3 Comparaison des résultats de Bergeron et al. (2001) et Lesieur (2000) 5
      1.1.4 Estimation de la longueur du cycle de feu sur la base des archives du MRN 6
      1.1.5 Importance de considérer l'influence de la lutte contre les feux sur la durée du cycle de feu 6
   1.2 Adaptation de l'analyse de Grondin *et al.* (2000) au territoire de l'aire commune 043-20 7
      1.2.1 Mise en contexte 7
      1.2.2 Classification du territoire de l'aire commune 043-20 en 3 zones, selon l'étude de Grondin *et al.* (2000) 10

1.2.2.1 Zone 112 (section sud-est de la sapinière) 10
1.2.2.2 Zone 122 (section nord-est de la sapinière) 12
1.2.2.3 Zone 211 (section est de la pessière, portion située dans la partie nord de la région écologique 5b) 12
1.2.3 Confrontation de la classification de Grondin *et al.* (2000) aux caractéristiques propres du territoire de l'aire commune 043-20 13
1.2.3.1 Sud de l'aire commune : zone 112 18
1.2.3.2 Nord-est de l'aire commune : zone 122 19
1.2.3.3 Nord-ouest de l'aire commune : zone 211 20
1.3 Enseignements du feu de Parent 22
1.3.1. Conditions météorologiques 24
1.3.2 Combustibles 24
1.3.3 Conditions physiques (topographie, dépôts de surface, humidité du sol) 25
1.4 Variables influençant la susceptibilité au feu 27
1.4.1 Composition et structure du peuplement formant le combustible 27
1.4.2 Topographie 29
1.4.3 Dépôts de surface 29
1.4.4 Régime hydrique 30
1.4.5 Abondance de lacs et présence de grands lacs 30
1.4.6 Réseau routier 31
2. Construction de la carte de susceptibilité au feu pour le territoire de l'aire commune 043-20 32
La carte de susceptibilité au feu a été construite à partir de deux cartes préliminaires : 32
1) la carte des combustibles regroupés, modulés selon les variables permanentes du milieu; 32
2) la carte d'accessibilité au territoire. 32
2.1 Carte 1 : Combustibles regroupés, modulés selon les variables permanentes du milieu 32
2.2 Carte 2 : Accessibilité au territoire 35
2.3 Carte 3 : Susceptibilité au feu 37
3. Gestion de l'information dans le calcul de possibilité avec le logiciel SYLVA II 43
3.1 Périodes critiques des groupes de calcul RFI et SEPM 43
3.2 Utilisation de la longueur du cycle de feu pour déterminer la superficie de territoire brûlé à simuler (superficie cible) 44
3.2.1 Détermination de la durée de la période à couvrir par les simulations 44
3.2.2 Détermination de la superficie de territoire brûlé à simuler, appelée superficie cible 45
3.3 Utilisation du compartimentage pour gérer les zones à fortes susceptibilités 46
3.3.1 Simulation du passage de feux 46
3.3.2 Synthèse des effets de possibilité forestière 60
3.4 Analyse de l'impact du feu sur l'effet de possibilité 67
3.4.1 Application au groupe de calcul SEPM 67
3.4.2 Application au groupe de calcul RFI 68
4. Proposition de mesures générales visant à augmenter la résistance de la forêt au risque de feu 69
4.1. Ce que suggère la littérature 69
4.2. Recommandations à l'échelle du territoire d'étude pour diminuer la susceptibilité au feu 70
5. Conclusion 72
6. Références bibliographiques 74

Annexe 1 - Conditions météo, comportement du feu de Parent et progression journalière
Annexe 2 - Effet des vallées et montagnes sur le comportement du feu
Annexe 3 - Détermination des types de combustibles selon la méthode canadienne de prévision du comportement des incendies de forêts
Annexe 4 - Clé utilisée pour déterminer le type de combustible à partir de la nature des peuplements écoforestiers
Annexe 4b - Description des différentes classes de combustibles selon la méthode canadienne de prévision du comportement des incendies de forêts
Annexe 5 - Superficie des classes de combustibles regroupées modulées par sous-secteur
Annexe 6 - Répartition des classes de combustibles regroupées par sous-secteur
Annexe 7 - Répartition des modulations par sous-secteur
Annexe 8 - Liste et superficies des sous-secteurs composant chaque bloc et résultats des simulations de Sylva par bloc

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Localisation des territoires d'étude de Bergeron et al. (2001) et Lesieur (2000) par rapport à l'aire commune 043-20 2
Figure 2 - ??? 8
Figure 3 - ? ? ? 11
Figure 4 - ??? 14
Figure 5 - ?? 15
Figure 6 - Localisation du feu de Parent 23
Figure 7 - Combustibles regroupés, modulés selon les variables permanentes du milieu 34
Figure 8 - Réseau routier 36
Figure 9 - ?? 38
Figure 10 - ?? 42
Figure 11 - Démarche pour un cycle de 400 ans 45
Figure 12 - Démarche pour un cycle de 300 ans 45
Figure 24 - Impact relatif du passage d'un feu dans les différents blocs – Cycle de 400 ans - SEPM 61
Figure 25 - Impact relatif du passage d'un feu dans les différents blocs – Cycle de 300 ans - SEPM 62
Figure 26 - Impact relatif du passage d'un feu dans les différents blocs – Cycle de 400 ans - RFI 63
Figure 27 - Impact relatif du passage d'un feu dans les différents blocs – Cycle de 300 ans - RFI 64
Figure 28 - Proportion de chaque bloc considérée comme accessible – Cycle de 400 ans 65
Figure 29 - Proportion de chaque bloc considérée comme accessible – Cycle de 300 ans 65
Figure 30 - Indice de susceptibilité synthèse des blocs – Cycle de 400 ans 66
Figure 31 - Indice de susceptibilité synthèse des blocs – Cycle de 300 ans 66

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Estimation de la longueur du cycle de feu selon Bergeron et al. (2001) à partir d'un historique des feux datant de 300 ans 2
Tableau 2 - Estimation de la longueur du cycle de feu selon différentes méthodes utilisées, pour les terrains privés de Cartons-St-Laurent (période d'étude : 1923-1989) 3
Tableau 3 - Répartition pour l'aire commune 043-20, des différentes classes d'occurrence de feu par district écologique selon la classification finale de Grondin et al., 2000 13
Tableau 4 - Répartition pour l'aire commune 043-20, des différentes classes d'importance relative en superficie des feux par district écologique selon la classification finale de Grondin et al., 2000 16
Tableau 5 - Répartition pour l'aire commune 043-20, des différentes classes de taille de feu par district écologique selon la classification finale de Grondin et al., 2000 16
Tableau 6 - Répartition des différentes formes de relief dominantes des districts par zone, en pourcentage par rapport à la superficie totale de la zone, et en pourcentage par rapport au nombre total de districts par zone 16
Tableau 7 - Répartition de l'importance relative des lacs dans les districts par zone, en pourcentage par rapport à la superficie totale de la zone, et en pourcentage par rapport au nombre total de districts par zone 17
Tableau 8 - Répartition des types de dépôts de surface par zone, en pourcentage par rapport à la superficie totale de la zone, et en pourcentage par rapport au nombre total de districts par zone 17
Tableau 9 - Superficie occupée par chaque zone de la classification de Grondin *et al.* (2000) sur l'aire commune 043-20 et nombre de districts présents par zone 17
Tableau 10 - Cote de départ par catégorie de combustible regroupé 40
Tableau 11 - Niveau de susceptibilité pour chaque côte de susceptibilité 40
Tableau 12 - Caractérisation des sous-secteurs en fonction de leur susceptibilité au feu 41
Tableau 13 - Âges à maturité par classe de fertilité et essence pour l'aire commune 043-20 43
Tableau 14 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 1 – cycle de feu de 300 ans 47
Tableau 15 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 2 – cycle de feu de 300 ans 48
Tableau 16 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 3 – cycle de feu de 300 ans 49
Tableau 17 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 4 – cycle de feu de 300 ans 50

Tableau 18 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 5 – cycle de feu de 300 ans 51
Tableau 19 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 1 – cycle de feu de 400 ans 52
Tableau 20 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 2 – cycle de feu de 400 ans 53
Tableau 21 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 3 – cycle de feu de 400 ans 54
Tableau 22 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 4 – cycle de feu de 400 ans 55
Tableau 23 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 5 – cycle de feu de 400 ans 56
Tableau 24 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 6 – cycle de feu de 400 ans 57
Tableau 25 - Bilan des simulations pour le groupe SEPM – cycle de feu de 400 ans 59
Tableau 26 - Bilan des simulations pour le groupe SEPM – cycle de feu de 300 ans 59
Tableau 27 - Bilan des simulations pour le groupe RFI – cycle de feu de 400 ans.. 60
Tableau 28 - Bilan des simulations pour le groupe RFI – cycle de feu de 300 ans.. 60
Tableau 29 - Pourcentage de la superficie du bloc couverte par les classes de combustibles regroupés, en fonction de la nomenclature attribuée à chaque sous-secteur 68

REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier tout spécialement M^me^ Sylvie Gauthier, Ph.D. du Service Canadien des Forêts, ainsi que M. Pierre Grondin, ing.f., Ph.D., du Service de la Recherche du MRNQ pour leur participation active à cette étude.

Nous tenons aussi à remercier M. Georges Pelletier, ing.f. de la Direction de la Conservation du MRNQ, MM. Michel Cloutier et Jacques St-Onge de la SOPFEU, MM. Victor Kafka et Raymond Quenneville de Parcs Canada, ainsi que M^me^ Marie-Josée Fortin du Département de zoologie de l'Université de Toronto, pour les précieuses informations qu'ils nous ont fournies.

Enfin, nos remerciements s'adressent aussi à M. Jean-François Desbiens, ing.f. de Scierie Parent inc., principal instigateur du projet.

RÉSUMÉ

Le présent projet a comme objectif principal d'évaluer la susceptibilité de l'aire commune 043-20 au passage des feux de forêt (la susceptibilité au feu est désignée ici comme étant le risque de subir le passage d'un incendie) et d'estimer les pertes potentielles de bois dues au passage de différents scénarios de feux de forêt. Pour ce faire, plusieurs études scientifiques ont été consultées, et ont permis tout d'abord de déterminer les patrons généraux de répartition des feux et les paramètres qui les influencent. À partir des paramètres retenus, une carte de susceptibilité au feu a ensuite été produite, en fonction de la nature du combustible, de la présence de dépôts de surface minces ou très minces qui ont tendance à augmenter la susceptibilité d'un territoire, de la présence de milieux particulièrement humides qui la diminue et de l'accessibilité au territoire, qui est fonction de la présence d'un réseau routier développé. Il résulte de cette démarche la création d'une carte synthèse de susceptibilité au feu, qui découpe l'aire commune 043-20 en 51 sous-secteurs. De façon générale, près de 53 % du territoire se trouve dans un secteur ayant un niveau de susceptibilité élevé, 40 % dans un secteur ayant un niveau modéré et 5 % dans un secteur de très forte susceptibilité.

Par la suite, différents scénarios de feux de forêt ont été simulés à l'aide du logiciel Sylva II, de manière à identifier les secteurs critiques du territoire, c'est-à-dire les portions de territoire, qui, si elles venaient à brûler, entraîneraient les pires effets au niveau des baisses d'approvisionnement. Dans cette optique, des blocs de superficie semblable ont été constitués à partir de la cartographie des sous-secteurs de la carte de susceptibilité. La superficie des blocs a été calculée en fonction d'une « superficie cible », qui intègre les notions de période critique et de longueur de cycle de feu. Deux scénarios de cycle de feu ont été testés, soit 300 et 400. Il semble que l'utilisation d'un cycle de feu de 400 ans soit plus approprié dans un contexte de projection dans le futur, mais un cycle de 300 ans a également été considéré dans l'optique d'une approche plus conservatrice de gestion des pertes de bois occasionnées par le passage des feux de forêt. Plusieurs calculs de possibilité à rendement soutenu ont été réalisés, en excluant chacun des blocs à tour de rôle, afin d'évaluer l'impact du passage d'un feu à chaque endroit, avant la période critique. Ces simulations montrent tout d'abord que l'utilisation du cycle de 300 ans entraîne les effets négatifs les plus importants sur la possibilité (baisse de plus de 14 % de la possibilité forestière). Aussi, ce cycle doit-il être considéré comme prioritaire en terme de mesures de mitigation pour diminuer les impacts potentiels du feu. Ces simulations permettent ensuite de hiérarchiser l'effet de chacun des blocs sur le calcul de possibilité et d'identifier alors les secteurs de l'aire commune qui présentent les risques de baisse d'approvisionnement les plus importants. Ces derniers devraient faire l'objet de mesures prioritaires pour augmenter la résistance de la forêt au risque d'incendie. Deux principales actions sont proposées, soit améliorer l'accessibilité du territoire lorsque le réseau routier est peu développé, ce qui permet une lutte plus efficace contre le feu, et contrôler la composition forestière, pour viser une répartition adéquate des peuplements feuillus dans les portions de territoires dominées par les résineux (les peuplements feuillus constituent de bons coupe-feu). Ainsi, un territoire dominé par des essences résineuses devrait être aménagé en introduisant de nombreuses inclusions feuillues, de manière à ralentir la progression d'un éventuel feu.

INTRODUCTION

En forêt boréale, les feux de forêt entraînent annuellement des pertes importantes en volume. L'impact d'un feu de forêt sur l'approvisionnement des usines est variable, selon la structure des forêts actuelles, l'importance des divers stades de développement. Traditionnellement, le Québec s'était doté de territoires de réserve forestière, « *sorte de marge de manœuvre permettant (...) de garantir une certaine stabilité des approvisionnements* » (Paillé et Deffrasnes, 1988). L'exemple de l'ancienne réserve de Bonaventure démontre effectivement l'utilité de ce type de coussin d'approvisionnement lors des périodes critiques suivant le passage d'un feu. Or, dans le Québec méridional, à l'heure actuelle, le territoire est presque en totalité sous contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier et les réserves forestières ont pratiquement toutes disparu. En présence de feux de forêt répétitifs et en l'absence de mesures permettant de compenser les pertes de bois occasionnées par le passage des feux, on a de fortes chances de croire que l'on se dirige vers une baisse des approvisionnements.

Ainsi, le présent projet a comme objectif principal d'évaluer la susceptibilité du territoire d'étude, soit l'aire commune 043-20, au passage des feux de forêt et d'en déduire les pertes potentielles de bois dues au passage de différents scénarios de feux de forêt. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

1) Faire la **synthèse de l'information déjà existante,** en ce qui concerne l'estimation de la longueur du cycle de feu pour le territoire d'étude et la connaissance des patrons généraux de répartition des feux et des paramètres qui les influencent. Plusieurs études scientifiques réalisées à l'échelle du Québec et touchant plus spécifiquement le territoire d'étude seront consultées.

2) À partir de la synthèse de l'information existante, déterminer les paramètres qui influencent la susceptibilité au feu et **construire une carte de susceptibilité au feu** pour l'aire commune 043-20.

3) Évaluer les **pertes potentielles de bois occasionnées par le passage de différents scénarios de feux** de forêt, à l'aide de simulations réalisées sur le logiciel SYLVA II. Ces simulations permettront d'identifier les secteurs critiques du territoire, c'est-à-dire les portions de territoire qui, si elles venaient à brûler, entraîneraient les pires effets au niveau des baisses d'approvisionnement.

4) Proposer des **mesures permettant d'augmenter la résistance de la forêt aux risques de feu**.

1. Synthèse de l'information déjà existante

Plusieurs études ont été consultées de manière à établir, pour le territoire de l'aire commune 043-20, à partir de l'information déjà existante :

- La longueur du cycle de feu
- Les principales caractéristiques qui régissent les patrons généraux de répartition des feux de forêt

1.1 Détermination de la longueur du cycle de feu

La longueur du cycle de feu pour une région donnée correspond au temps (en années) requis pour qu'une superficie équivalente à celle du territoire d'intérêt brûle au complet (Gauthier *et al*., 2001).

Quelques études ont décrit la longueur des cycles de feu sur des territoires qui sont situés à proximité de l'aire commune 043-20. Il s'agit de :

- **Bergeron *et al.* (2001)** qui se sont intéressés à déterminer si la longueur des cycles de feu variait dans le temps et dans l'espace. Cette étude couvre un territoire très vaste, allant d'ouest en est du lac Abitibi en Ontario au Centre du Québec (à proximité du réservoir Gouin). Ce territoire a été découpé en 4 sous-ensembles (numérotés de 1 à 4 sur la figure 1) et celui situé le plus à l'ouest (appelé « Centre du Québec », à l'ouest du réservoir Gouin, et portant le numéro 4) est situé à proximité de l'aire commune 043-20. Il correspond aux terrains privés de Cartons-St-Laurent. Les résultats de cette étude sont également repris dans **Gauthier *et al.* (2001)**.

- **Lesieur (2000)**, un mémoire de maîtrise portant entre autres sur la détermination de la longueur du cycle de feu estimée à partir de plusieurs méthodes, sur les territoires privés de Cartons St-Laurent, localisés à proximité du réservoir Gouin (territoire numéro 4 sur la figure 1).

La localisation des territoires d'étude de Bergeron *et al.* (2001) et de Lesieur (2000) par rapport à l'aire commune 043-20 est présentée sur la figure 1.

1, 2, 3, 4 : territoires d'étude de Bergeron et al. (2001)
4 : territoire d'étude de Lesieur (2000)

Figure 1 - Localisation des territoires d'étude de Bergeron et al. (2001) et Lesieur (2000) par rapport à l'aire commune 043-20

1.1.1 Estimation de la longueur du cycle de feu par Bergeron et al. (2001)

Bergeron *et al.* (2001) ont reconstruit l'historique des feux sur une période de 300 ans, à l'aide (1) d'archives provenant de compagnies forestières, de sociétés de protection contre le feu, d'articles scientifiques, et (2) de données dendrochronologiques historiques. La méthodologie suivie est décrite en détail dans Bergeron *et al.* (2001). Bergeron *et al.* (2001) ont mis en évidence l'existence d'une variation temporelle et dans l'espace de l'estimation de la durée des cycles de feu. Les principaux résultats de cette étude sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 - Estimation de la longueur du cycle de feu selon Bergeron et al. (2001) à partir d'un historique des feux datant de 300 ans

Sous-territoires d'étude d'ouest en est	Longueur du cycle de feu par période en années (moyenne avec IC)			Âge moyen des peuplements	Pourcentage de forêts âgées de plus de 100 ans
	1920-1999	1850-1920	Avant 1850		
Lac Abitibi	521 (370-733)	234 (171-321)	132 (98-178)	172	78
Ouest de l'Abitibi	325 (248-424)	146 (114-187)	83 (65-105)	139	57
Est de l'Abitibi	191 (124-294)	86 (56-131)	N.d. [1]	111	54
Centre du Québec	***273 (183-408)***	***123 (83-181)***	***69 (47-102)***	***127***	***56***

[1] *: pas assez de données pour déterminer la longueur du cycle de feu.*

Le tableau 1 met en évidence une variation de la longueur du cycle de feu avec le temps. Ainsi, 3 périodes montrant des longueurs de cycle de feu significativement différentes ($p<0,001$) ont été identifiées : une première de 1700 à 1850, une deuxième de 1850 à 1920 et une troisième de 1920 à nos jours. De plus, la longueur du cycle de feu augmente avec le temps et l'une des hypothèses qui est posée pour expliquer un tel phénomène serait la diminution de fréquence des périodes de sécheresse depuis la fin du Petit Âge Glaciaire (situé autour de 1850).

Si l'on considère que les calculs de durée de cycle de feu réalisés dans le sous-territoire « Centre du Québec » sont applicables à l'aire commune 043-20, étant donné la proximité de ces deux territoires, on peut conclure que :

la durée du cycle de feu pour le territoire incluant l'aire commune est,
pour la période 1920-1999, de 273 ans en moyenne,
avec un intervalle de confiance variant de 183 à 408 ans.

1.1.2 Estimation de la longueur du cycle de feu par Lesieur (2000)

L'étude de Lesieur (2000), contrairement à celle de Bergeron *et al.* (2001), s'est attachée à décrire la longueur du cycle de feu sur un territoire beaucoup plus restreint, qui correspond en fait au sous-territoire « Centre du Québec » de l'étude de Bergeron *et al.* (2001). De plus, la période au cours de laquelle le cycle de feu est déterminée dans cette étude est plus courte, puisqu'elle est comprise entre 1923 à 1998.

La longueur du cycle de feu pour ce territoire d'étude a été estimée selon plusieurs méthodes, amenant des résultats légèrement différents, présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 - Estimation de la longueur du cycle de feu selon différentes méthodes utilisées, pour les terrains privés de Cartons-St-Laurent (période d'étude : 1923-1989)

Méthodes utilisées	Longueur moyenne du cycle en année (intervalle de confiance, $p<0,05$)
(1) Âge moyen des peuplements	127
(2) Superficie moyenne brûlée par année	136 (107-165)
(3) Analyse de survie (SAS) à partir des superficies de la carte synthèse des feux tronquée à 1923	150 (143-157)
(4) Analyse de survie (SAS) avec la distribution aléatoire des points d'échantillonnage tronqués à 1923	147 (116-187)

La méthode la plus fiable pour décrire la durée du cycle de feu est, selon D. Lesieur, la méthode (4), et l'on peut donc conclure que la longueur moyenne du cycle de feu pour les terrains privés de Cartons-St-Laurent, déterminée sur la période 1923-1998, est de 147 ans (116-187 ans).

La méthode (2) a en effet l'inconvénient de fournir un résultat variable en fonction de la fenêtre de temps utilisée. La méthode (3) quant à elle, ne tient pas compte des superficies qui ont brûlé plus d'une fois, et elle surestime alors de 10 % environ la longueur du cycle. Enfin, la méthode (4), identique à celle utilisée dans Bergeron *et al.* (2001), est basée sur la distribution aléatoire de points d'échantillonnage, où des analyses dendrochronologiques sont réalisées. Elle a donc l'avantage de pouvoir porter sur une plus longue période, d'environ 300 ans (cette période correspond à la durée de vie des arbres échantillonnés). Les calculs de la durée du cycle de feu présentés dans le tableau 2 ont été réalisés à partir de données tronquées à 1923 pour être uniformes avec les 3 autres méthodes présentées, dont la période d'analyse est limitée à 1923-1998.

Lesieur (2000) s'est intéressé à voir s'il existait des variations dans la longueur du cycle de feu en fonction de plusieurs paramètres :

1) le **temps**;

2) le **domaine bioclimatique** (le territoire de Cartons-St-Laurent est à cheval sur la sapinière à bouleau blanc et la pessière à mousse);

3) les **dépôts de surface** (dépôts glaciaires, fluvioglaciaires ou roc).

Tout comme dans l'étude de Bergeron *et al.* (2001), un changement de la longueur du cycle de feu avec le temps a été mis en évidence avec l'utilisation de la méthode d'analyse de survie à partir de la distribution aléatoire des points d'échantillonnage (l'historique complet des feux est alors de 300 ans). Il semble que la fin du Petit Âge Glaciaire soit à nouveau une période charnière :

- **avant 1850**, cycle de **82 ans (61-111);**
- **après 1850**, cycle de **176 ans (143-216).**

Une modification de la longueur du cycle de feu semble également être remarquable autour de 1940 et cette dernière a été estimée à **376 ± 80 ans** pour la période de **1940 à nos jours**.

La reconstitution de l'Indice Forêt-Météo au cours du dernier siècle a permis de mettre en évidence une diminution significative du danger d'incendie moyen par année et du danger d'incendie maximal sur la période 1914-1981. La baisse significative de ces indices suggère une diminution de la fréquence des incendies forestiers et confirmerait l'hypothèse selon laquelle la diminution de la durée du cycle de feu est une réponse à un signal climatique.

Par contre, aucune variation de cycle de feu en fonction du domaine bioclimatique ou de la nature des dépôts de surface n'est apparue significative.

Ainsi, si l'on considère que les résultats de Lesieur (2000) sont applicables au territoire de l'aire commune 043-20, il semble que :

la durée du cycle de feu de l'aire commune serait, pour la période 1850-1998, de 176 ans en moyenne, avec un intervalle de confiance variant de 143 à 216 ans.

1.1.3 Comparaison des résultats de Bergeron et al. (2001) et Lesieur (2000)

Les études de Bergeron *et al.* (2001) et de Lesieur (2000) ont l'avantage de s'intéresser au même territoire, soit celui des terrains privés de Cartons-St-Laurent. Le territoire couvert par Bergeron *et al.* (2001) est par contre beaucoup plus vaste que celui de Lesieur (2000), puisqu'il comprend non seulement les terrains de Cartons-St-Laurent, mais s'étend également jusqu'à la frontière ontarienne.

Néanmoins, ces deux études apportent des réponses légèrement différentes quant à l'estimation de la durée du cycle de feu.

	Durée du cycle de feu
Bergeron *et al.* (2001) Gauthier *et al.* (2001)	: 273 ans (183-408) sur 1920-1999
Lesieur (2000)	: 176 ans (143-216) sur 1850-1998

Après avoir communiqué avec S. Gauthier du Service Canadien des Forêts (Forêt Canada) à Ste-Foy, il semble que le modèle développé dans Bergeron *et al.* (2001) soit plus « robuste » et tienne davantage compte de l'incertitude du futur, entre autres parce qu'il a été construit sur un plus grand territoire.

De plus, il ne faut pas oublier qu'il existe de grandes variations interannuelles du risque d'incendie. Ces dernières sont d'ailleurs mises en évidence par l'amplitude de l'intervalle de confiance qui accompagne la durée du cycle de feux, quelle que soit l'étude considérée. Une longueur moyenne de cycle de feu n'est donc pas vraiment représentative de la réalité. Comme le suggère S. Gauthier, il faudrait plutôt définir la durée du cycle de feu non pas avec une valeur moyenne, mais comme une alternance de basses et de hautes fréquences, correspondant respectivement aux années à forts et faibles risques d'incendie. La durée du cycle de feu de Lesieur (2000) pourrait alors correspondre aux basses fréquences (176 ans), et celle de Bergeron *et al.* (2001) aux hautes fréquences (273 ans).

1.1.4 Estimation de la longueur du cycle de feu sur la base des archives du MRN

Les calculs de cycle de feu basés sur un historique remontant jusqu'au milieu du XIX^{ième} siècle ou au début du XX^{ième}, représentent davantage le portrait d'une situation où il y a absence d'intervention humaine, et où tous les feux allumés brûlent jusqu'à ce qu'ils s'éteignent par eux-mêmes. Ces calculs ne représentent donc pas vraiment les réalités actuelle et future, où de plus en plus de feux sont contrôlés par la SOPFEU et brûlent de plus petites superficies que ce qu'ils auraient brûlé sans intervention humaine. Une tendance à l'allongement du cycle du feu a d'ailleurs été observée au cours des 50 dernières années (Lesieur, 2001; Quenneville *et al.*, 2002). En effet, Lesieur a évalué, pour les terrains privés de Cartons-St-Laurent, la durée du cycle pour la période 1945-1998, à **376 ± 80 ans**, alors que l'utilisation des archives du MRN pour le même secteur et la même période a conduit à évaluer la longueur du cycle à **417 ± 75 ans**. Pour le territoire de l'aire commune 043-20, en considérant les données provenant de l'historique des feux de 1945 à 1998 (fourni par le service de la Conservation des Forêts du MRN), on calcule sommairement un cycle de feu de **455 ans**.

La durée du cycle de feu dans le secteur de l'aire commune serait, pour la période 1945-1998, de 417 ans en moyenne, avec un intervalle de confiance variant de 342 à 492 ans.

1.1.5 Importance de considérer l'influence de la lutte contre les feux sur la durée du cycle de feu

Après avoir communiqué avec Raymond Quenneville de Parcs Canada (communication personnelle), on peut se demander s'il ne faudrait pas majorer la durée de cycle de feu calculée à partir de données provenant du passé, lorsque l'on cherche à prédire le régime futur des feux de forêt. En effet, selon R. Quenneville, des moyens de plus en plus efficaces de détection et de lutte contre les feux de forêt sont utilisés depuis quelques décennies, ayant pour conséquence de limiter considérablement les superficies qui brûleraient en l'absence d'intervention humaine (sans action de lutte contre les feux). À ce sujet, on peut citer l'existence depuis un an seulement d'un réseau de 13 antennes réparties sur l'ensemble du territoire québécois du système oragolec, qui est capable de détecter chaque coup de foudre qui tombe au sol (Robert Lanois, Hydro-Québec, communication personnelle). Ce système très récent de détection va sûrement permettre une lutte contre les feux beaucoup plus efficace dans le futur.

Cette tendance à l'allongement du cycle serait non seulement attribuable à l'amélioration de la suppression, mais aussi aux variations climatiques (Flannigan *et al.*, 1998). À cet égard, des simulations réalisées à l'aide du modèle canadien de circulation atmosphérique prédisent une réduction des feux de forêts pour la majeure partie des forêts boréales de l'est. Cette réduction serait reliée à une modification du régime des précipitations marquée par une diminution de la fréquence des périodes de sécheresse (Flannigan *et al.*, 1998).

L'utilisation d'un cycle de feu de 400 ans semble plus appropriée dans un contexte de projection dans le futur, mais un cycle de 300 ans sera également considéré dans l'optique d'une approche plus conservatrice.

1.2 Adaptation de l'analyse de Grondin *et al.* (2000) au territoire de l'aire commune 043-20

1.2.1 Mise en contexte

Grondin *et al.* (2000), ont décrit les relations existant entre la végétation, le milieu physique, les perturbations naturelles et le climat dans le sud-ouest de la forêt boréale québécoise. Le territoire couvert par cette étude est très vaste, puisqu'il s'étend d'ouest en est, de l'Abitibi jusqu'au réservoir Pipmuacan et du nord au sud, des parallèles 51° à 48° approximativement. Il comprend en fait une partie importante des sous-domaines bioclimatiques de la pessière à mousses de l'ouest (régions écologiques 6a, 6c et 6e), et de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest (régions écologiques 5a, 5b, 5c, 5d) (figure 2).

Cette étude vise à mieux comprendre la répartition de la végétation, en confrontant cette variable descriptive avec les éléments qui contrôlent son installation et son développement, notamment le milieu physique (relief, dépôts de surface, présence de lacs, etc.), les régimes de perturbations naturelles (feux de foudre et épidémies de tordeuse de bourgeon de l'épinette) et le climat. En ce qui concerne les feux de foudre, il est important de noter que seuls les feux datant de la période 1945-1998 ont été considérés. Trois variables ont été utilisées pour décrire le régime de feux de foudre par district écologique. Il s'agit de :

(1) l'occurrence des feux (nombre de feux / 100 km^2),

(2) l'importance relative en superficie des feux (superficie brûlée dans le district / superficie totale du district),

(3) la taille des feux, qui est une variable construite à partir des deux précédentes (occurrence des feux / importance relative en superficie des feux).

Après avoir défini et soumis à des analyses statistiques près d'une centaine de variables descriptives et explicatives de la végétation, il apparaît que ces dernières se regroupent en trois grandes familles.

Figure 2 - ???

1) un premier ensemble regroupant les variables descriptives associées à la **tordeuse des bourgeons de l'épinette**. L'**occurrence élevée des feux** fait partie de cet ensemble;

2) un deuxième regroupant surtout des variables dont la répartition sur le territoire s'apparente à celle d'une **occurrence de feux modérée à élevée**;

3) un troisième caractérisé principalement par des variables reliées à d'**importantes superficies couvertes par les feux**.

De cette première classification, des entités relativement homogènes en ce qui concerne l'ensemble des variables descriptives et explicatives ont été formées, entraînant la création d'autant de mosaïques forestières sur le territoire. Quatre principaux niveaux de mosaïques ont été retenus dans l'étude de Grondin *et al.* (2000). Les trois premiers niveaux sont pris en considération dans ce projet, soit :

- Au premier niveau, la mosaïque de la sapinière (1) se distingue de celui de la pessière (2).

- Au second niveau, la sapinière a été subdivisée en deux sous-sections, correspondant à la section sud (11) et à la section nord (12). De la même manière, la pessière a été subdivisée en deux sous-sections, la première correspondant à la section est de la pessière (21) et la seconde à la section ouest (22).

- Au troisième niveau, le territoire est fragmenté en neuf mosaïques présentant des similitudes avec les régions écologiques.

Ainsi, chaque élément de la mosaïque forestière est associé à l'un des 3 grands ensembles présentés ci-dessus (variables associées à la tordeuse des bourgeons de l'épinette, variables associées à une occurrence de feu modérée à élevée, variables associées à d'importantes superficies couvertes par les feux), et peut être décrit par un ensemble de variables descriptives qui lui sont propres.

Comme l'aire commune 043-20 qui constitue le territoire d'étude de ce projet, est située sur le territoire qui a fait l'objet de l'analyse de Grondin *et al.* (2000) (figure 2), il a été décidé d'utiliser les résultats provenant de Grondin *et al.* (2000) pour définir les différents patrons de répartition des feux de forêt sur cette aire commune. Néanmoins, il n'est pas évident que l'ensemble des résultats de l'étude Grondin *et al.* (2000), obtenus à l'échelle d'un territoire très vaste, soit directement applicable au territoire beaucoup plus restreint de l'aire commune 043-20. Dans un premier temps, il convient donc de présenter les résultats de Grondin *et al.* (2000) pour les portions de territoire qui touchent l'aire commune 043-20. Ensuite, ces résultats seront confrontés aux caractéristiques propres de l'aire commune 043-20, de manière à vérifier si ces derniers sont extrapolables en totalité ou en partie seulement au territoire de l'aire commune 043-20.

1.2.2 Classification du territoire de l'aire commune 043-20 en 3 zones, selon l'étude de Grondin *et al.* (2000)

La classification de Grondin *et al.* (2000) est présentée sur la figure 3. Elle comporte trois principales zones :

- la 112 correspondant au sud-est de la sapinière;
- la 122 au nord-est de la sapinière;
- la 211 à l'est de la pessière.

Selon Grondin *et al.* (2000), chacune de ces trois zones possède un régime de perturbation distinct, et qui a été mis en relation avec certaines caractéristiques physiques et végétales du territoire. Ces résultats sont présentés de façon synthétique ci-dessous.

1.2.2.1 Zone 112 (section sud-est de la sapinière)

- Occurrence de feu généralement élevée (> 1,5 feux / 100 km^2).

- Présence majoritaire des reliefs de collines et hautes collines recouvertes de tills épais et minces ponctués d'affleurements rocheux. Ces types de relief favorisent l'occurrence élevée des feux (occurrence maximale sur les collines et hautes collines où le roc couvre près de 10 % de la superficie).

- Présence importante de peuplements de type feuillu ou mélangé (la section sud de la sapinière correspond au secteur où la proportion de peuplements feuillus et mélangés est la plus importante, située en moyenne autour de 40 %).

- Les feux récents (après 1945) sont généralement de petite taille (la majorité des districts ont moins de 1 % de leur superficie couverte par les feux récents). L'étendue des feux semble être limitée par le type de végétation feuillu et mélangé. Seul un nombre très restreint de feux a une taille plus importante. Les grands feux sont principalement localisés dans l'unité 1124 (cas notamment des feux de Parent en 1995 et du Réservoir Grouin en 1983). Ces derniers couvrent près de 15 % de la mosaïque 1124, ce qui excède la superficie moyenne généralement occupée par les feux dans de tels types de reliefs (près de 5 %).

- Cette zone se rattache au premier grand ensemble décrit ci-dessus (groupe rassemblant la majorité des descripteurs des épidémies de TBE), où l'**occurrence de feu** y est **élevée**. Les variables associées à ce groupe sont principalement : les dépôts de till mince, un relief de collines et hautes collines, des coteaux bien pourvus de roc.

Figure 3 - ? ? ?

1.2.2.2 Zone 122 (section nord-est de la sapinière)

- L'occurrence de feu est légèrement plus faible que dans la section sud-est de la sapinière, et devient modérée à élevée. Rares sont les districts où l'occurrence est supérieure à 2 feux par 100 km^2.

- Relief de collines et coteaux de tills épais, plus doux que dans la section sud-est de la sapinière.

- Plus grande abondance de résineux que dans la section sud-est de la sapinière.

- Les feux récents sont assez bien répartis dans l'ensemble de la mosaïque et couvrent 2 à 5 %. Comme dans le reste de la sapinière, peu de peuplements proviennent de perturbations antérieures à 1880 (ceci est probablement relié aux coupes). Les arbres provenant des périodes 1880-1909 et 1910-1939 sont bien représentés (25-30 %), soulignant l'importance des feux et des épidémies de TBE de ces périodes dans le façonnement de la mosaïque forestière actuelle.

- Cette zone se rattache au deuxième grand ensemble décrit ci-dessus (groupe de variables lié à une **occurrence de feux modérée à élevée**). Les variables associées à ce groupe sont principalement : l'abondance de tills, la fréquence élevée de lacs, une superficie relativement importante couverte par l'eau et les dépôts fluvioglaciaires (2B, 3).

1.2.2.3 Zone 211 (section est de la pessière, portion située dans la partie nord de la région écologique 5b)

- Occurrence de feu généralement modérée, diminuant au fur et à mesure que le relief s'adoucit.

- Relief encore plus doux que dans la section nord-est de la sapinière, marqué par la présence de coteaux entrecoupés de lacs et de plaines sableuses.

- Végétation encore plus résineuse que dans la zone 122.

- La superficie couverte par les feux datant d'après 1945 est relativement importante dans cette mosaïque, et est reliée à la présence du feu de Parent. La propagation des grands feux serait favorisée par les reliefs de coteaux plus doux.

- Cette zone se rattache également au deuxième grand ensemble décrit ci-dessus (groupe de variables lié à une **occurrence de feux modérée à élevée**). Les variables associées à ce groupe sont principalement : l'abondance de tills, la fréquence élevée de lacs, une superficie relativement importante couverte par l'eau et les dépôts fluvioglaciaires (2B, 3).

1.2.3 Confrontation de la classification de Grondin *et al.* (2000) aux caractéristiques propres du territoire de l'aire commune 043-20

Dans un premier temps, les trois variables descriptives du régime de feux de foudre utilisées dans l'étude Grondin *et al.* (2000), ainsi que certaines des variables descriptives du milieu physique qui semblent jouer un rôle important dans la compréhension du régime de perturbation dans cette même étude ont été compilées à l'échelle de l'aire commune 043-20, pour chaque zone de la classification de Grondin *et al.* (2000). Ces résultats sont présentés dans les tableaux 3 à 9, ainsi que sur les figures 4 et 5. Le tableau 3 résume quant à lui le nombre de districts présents sur chaque zone, ainsi que la superficie de chaque zone.

Tableau 3 - Répartition pour l'aire commune 043-20, des différentes classes d'occurrence de feu par district écologique selon la classification finale de Grondin et al., 2000

Classes d'occurence de feu par district*	Nombre de feux / 100 km^2	Pourcentage du nombre de districts par zone			Pourcentage de sup. par rapport à sup. totale de la zone		
		112	122	211	112	122	211
1	0 – 0,5	22	14	52	14	20	41
2	0,5 – 1	8	29	38	8	10	47
3	1 – 1,5	22	14	9	27	21	12
4	1,5 – 2	8	7	-	6	6	-
5	2 – 5,5	43	36	-	45	43	-

** Les classes 1, 2, 3, 4 et 5 correspondent respectivement aux appellations « très faible », « faible », « modérée », « élevée » et « très élevée » .*

Figure 4 - ???

Figure 5 - ??

Tableau 4 - Répartition pour l'aire commune 043-20, des différentes classes d'importance relative en superficie des feux par district écologique selon la classification finale de Grondin et al., 2000

Importance relative en superficie des feux par district*	Sup. brûlée par district / sup. totale du district	Pourcentage du nombre de districts par zone			Pourcentage de sup. par rapport à sup. totale de la zone		
		112	122	211	112	122	211
1	0 – 1	61	57	62	61	58	48
2	1 – 3	5	14	9	7	14	11
3	3 – 8	3	14	9	< 0,5	26	5
4	8 – 25	11	7	9	15	< 0,5	24
5	25 - 97	19	7	9	18	2	13

** Les classes 1, 2, 3, 4 et 5 correspondent respectivement aux appellations « très faible », « faible », « modérée », « élevée » et « très élevée ».*

Tableau 5 - Répartition pour l'aire commune 043-20, des différentes classes de taille de feu par district écologique selon la classification finale de Grondin et al., 2000

Classes de taille de feu par district*	Importance relative en sup. des feux / occurrence des feux	Pourcentage du nombre de districts par zone			Pourcentage de sup. par rapport à sup. totale de la zone		
		112	122	211	112	122	211
1	0 – 1	69	64	71	70	60	59
2	1 - 3		14	5		24	5
3	3 – 10	11	7	5	9	14	2
4	10 – 30	14	14	10	10	2	20
5	30 - 115	6	-	10	11	-	14

** Les classes 1, 2, 3, 4 et 5 correspondent respectivement aux appellations « très faible », « faible », « modérée », « élevée » et « très élevée ».*

Tableau 6 - Répartition des différentes formes de relief dominantes des districts par zone, en pourcentage par rapport à la superficie totale de la zone, et en pourcentage par rapport au nombre total de districts par zone

Type de relief dominant par district	Pourcentage du nombre de districts par zone			Pourcentage de sup. par rapport à sup. totale de la zone		
	112	122	211	112	122	211
Monts	3	-	-	1	-	-
Hautes collines	25	7	-	22	2	-
Collines	53	57	9	62	63	8
Coteaux	22	36	62	16	35	59
Plaines	-	-	29	-	-	33

Tableau 7 - Répartition de l'importance relative des lacs dans les districts par zone, en pourcentage par rapport à la superficie totale de la zone, et en pourcentage par rapport au nombre total de districts par zone

Classe d'importance relative des lacs	Nombre de lacs par 100 km2	Pourcentage du nombre de districts par zone			Pourcentage de sup. par rapport à sup. totale de la zone		
		112	122	211	112	122	211
1	0 – 0,3	26	14	9	23	2	5
2	0,3 – 1,4	53	64	43	64	78	43
3	1,4 – 2,2	12	21	19	7	20	21
4	2,2 – 3,5	6	-	29	1	-	32
5	3,5 - 5	3	-	-	5	-	-

Tableau 8 - Répartition des types de dépôts de surface par zone, en pourcentage par rapport à la superficie totale de la zone, et en pourcentage par rapport au nombre total de districts par zone

Dépôts (dominant-codominant)	Pourcentage du nombre de districts par zone			Pourcentage de sup. par rapport à sup. totale de la zone		
	112	122	211	112	122	211
1A-1AR	44	58	26	51	70	20
1A-2BE	5	-	26	4		26
1A-7	-	-	5			3
1A - Eau	-	-	11			26
1AR-1A	51	8	11	45	12	9
2BE-1A	-	8	-		8	
2BE-1AR	-	16	-		9	
2BE-7 ou 2BE-Eau	-	-	11			11
7-2BE	-	-	5			1
Eau-1A	-	8	5		1	3

Tableau 9 - Superficie occupée par chaque zone de la classification de Grondin *et al.* (2000) sur l'aire commune 043-20 et nombre de districts présents par zone

Classification de Grondin	Superficie (ha)	Nombre de districts
112	361 362	36
122	100 758	14
211	291 979	21

1.2.3.1 Sud de l'aire commune : zone 112

L'ensemble des caractéristiques décrites dans Grondin *et al.* (2000), tant au niveau des variables descriptives du régime de feux de foudre que de celles du milieu physique, semble s'appliquer directement à la portion de zone sud-est de la sapinière contenue dans l'aire commune 043-20.

En effet, le tableau 3 confirme la place dominante qu'occupe sur cette portion de territoire, la classe d'**occurrence de feu** très élevée (elle couvre 45 % de la superficie de la zone, et 43 % des districts concernés). De plus, on observe la présence des classes d'occurrence de feu modérée à très élevée (plus d'un feu par 100 km^2) sur 78 % de la superficie de la zone, (ou sur 73 % des districts présents), ce qui couvre la très grande majorité de cette aire.

En ce qui concerne les **formes de relief** dominantes, il est dit dans Grondin *et al.* (2000), que l'occurrence élevée des feux est favorisée par les reliefs de collines et hautes collines, recouverts de tills épais et minces ponctués d'affleurements rocheux. Or, il s'avère que dans la portion de la zone 112 contenue dans l'aire commune 043-20, les reliefs de collines et hautes collines sont fortement majoritaires (ils couvrent 84 % de la superficie et 78 % des districts selon le tableau 6). De plus, comme le montre le tableau 6, les tills minces, qu'ils soient **dépôts** dominants ou co-dominants, couvrent plus 95 % de la superficie de cette zone. On est donc en présence d'un relief relativement accidenté, accompagné de dépôts où la proportion de dépôts minces est très importante.

Enfin, comme le montrent les tableaux 4 et 5, les feux datant d'après 1945 sont en majorité de petite **taille**, ce qui est en accord avec les résultats de Grondin *et al.* (2000) à l'échelle de la zone 112 au complet. En effet, sur 61 % de la portion de l'aire commune 043-20 contenue dans la zone 112, moins de 1 % de la superficie des districts a brûlé. De plus, sur 69 % de la superficie de l'aire d'étude, la taille des feux est très faible. En ce qui concerne les feux de plus grande taille, les figures 4 et 5 confirment que les districts concernés par de tels feux sont ceux qui ont été touchés par les feux de Parent et du Réservoir Gouin (l'importance relative en superficie des feux par district est alors de classe 4 ou 5, ce qui signifie que ces feux couvrent plus de 8 % de la superficie des districts concernés).

Ainsi, on peut conclure que **la portion de la zone 112 contenue dans l'aire commune 043-20 est bien soumise à un régime de feu d'occurrence élevée** (au moins un feu/100 km^2 en moyenne). Il est également confirmé que les variables associées à un tel régime sont la présence importante de tills minces, ainsi que des reliefs de collines, hautes collines, et de coteaux bien pourvus en roc.

1.2.3.2 Nord-est de l'aire commune : zone 122

Grondin *et al.* (2000) décrivent la zone 122 comme étant une zone relativement différente de la 112. Située plus au nord, elle semble être régie par un régime de perturbation distinct (occurrence de feu moins élevée et la quasi-disparition de la classe d'occurrence très élevée), ce qui s'expliquerait par un changement graduel des caractéristiques physiques (adoucissement progressif du relief, diminution de l'importance des dépôts minces entre autres).

Or, comme cela va être détaillé ci-dessous, si l'on observe bien sur la portion de la zone 122 contenue dans l'aire commune 043-20 un relatif adoucissement du relief et une diminution de la représentativité des dépôts de tills minces au profit des dépôts de tills épais, l'occurrence des feux ne semble pas pour autant vraiment diminuer.

En effet, en ce qui concerne le **relief**, le tableau 6 montre que la proportion des coteaux augmente et celle des hautes collines diminue sur la zone 122, comparativement à la zone 112. On observe donc bien un adoucissement du relief par rapport à la zone 112. De plus, dans le cas des **dépôts de surface,** la superficie couverte par les dépôts de tills épais comme dépôt dominant est effectivement bien supérieure sur la zone 122 que sur la 112 (70 % de la superficie *versus* 51 sur la zone 112). La proportion de dépôts de tills minces en est d'autant diminuée.

Si l'on s'intéresse maintenant à l'**occurrence des feux** sur cette portion de territoire, le tableau 3 montre que, contrairement à ce qu'annonce l'étude Grondin *et al.* (2000), la présence des feux dont l'occurrence est supérieure à 2 feux / 100 km^2 n'est pas rare. En effet, 36 % de la superficie de la zone 122 sont touchés par des feux d'une telle occurrence (ce qui correspond à 43 % des districts, pourcentage qui est d'ailleurs très proche de celui calculé pour la même classe d'occurrence dans la zone 112). Par contre, le tableau 3 met bien en évidence une certaine augmentation du pourcentage de superficies occupées par les classes d'occurrence inférieure à 1 feu/100 km^2 (30 % pour la zone 112 *versus* 44 % pour la zone 122), ce qui signifierait que l'occurrence moyenne de la zone 122 est tout de même légèrement plus faible que dans la zone 112.

Enfin, il est mentionné dans l'étude de Grondin *et al.* (2000), que deux variables (**fréquence élevée de lacs,** et **superficie relativement importante couverte par l'eau et les dépôts fluvioglaciaires)** sont associées à une occurrence modérée à élevée. Or ces résultats ne semblent pas s'appliquer à la portion de la zone 122 contenue dans l'aire commune 043-20, si l'on se réfère aux tableaux 7 et 8. En effet, les fréquences de lacs de classe 4 ou 5 sont absentes de l'aire d'étude, et la superficie couverte par les dépôts fluvioglaciaires sur l'aire d'étude n'est que de 17 %, ce qui est peu.

Ainsi, il semble que la portion de l'aire commune 043-20 appartenant à la zone 122 ne montre pas une nette différence de comportement avec la zone 112 en ce qui concerne l'occurrence des feux de foudre. Ceci peut s'expliquer par le fait que la portion de la zone 122 qui est sur l'aire commune étudiée est de faible superficie, et est située à la limite ouest de la zone 122. La portion sur l'aire commune 043-20 n'est donc peut-être pas représentative de l'ensemble de la zone 122 définie par Grondin *et al.* (2000), et devrait peut-être davantage être considérée comme une aire de transition entre les zones 112 et 122 qu'un territoire propre au comportement bien distinct. **Il est donc décidé dans le cadre de cette étude, par soucis de simplification, d'associer la zone 221 à la zone 112, en terme de patron de régime de feu.**

1.2.3.3 Nord-ouest de l'aire commune : zone 211

Tout comme pour la zone 112, l'ensemble des caractéristiques décrites dans Grondin *et al.* (2000), tant au niveau des variables descriptives du régime de feux de foudre que de celles du milieu physique, semble s'appliquer directement à la portion de zone nord-ouest de la pessière contenue dans l'aire commune 043-20.

Ainsi, le tableau 3 confirme la diminution importante de l'**occurrence des feux** dans cette portion de territoire, par rapport aux zones 112 et 122 : les classes élevée et très élevée sont absentes, et les classes très faible et faible sont largement majoritaires (elles occupent 91 % de la superficie de l'aire d'étude, ou encore 88 % des districts).

Tout comme le mentionnent Grondin *et al.* (2000), le **relief** s'adoucit franchement dans la portion de la zone 221 contenue dans l'aire commune 043-20. En effet, le tableau 6 montre dans l'aire d'étude (1) l'absence du relief de hautes collines, (2) une diminution très importante de la superficie occupée par les collines, et (3) une augmentation tout aussi importante de la place qu'occupent les coteaux et les plaines. On peut d'ailleurs noter que les plaines sont absentes des zones 112 et 122, alors qu'elle s'occupent de 1/3 de la superficie de la zone 211.

En ce qui concerne la variable de **taille des feux**, elle ne semble pas présenter des caractéristiques très différentes des 2 autres zones et la superficie occupée par les feux de grande taille (classes 4 et 5) est constante d'une zone à l'autre (tableau 5). Il ne semble donc pas évident, contrairement à ce qu'annonce Grondin *et al. (*2000), que le patron de taille des feux augmente avec l'adoucissement du relief. En fait, que ce soit dans la zone 112, 122 ou 211, les districts qui sont touchés par le feu de Parent ont une taille de feu au moins modérée (et majoritairement élevée à très élevée), quelle que soit la forme de relief présent (relief variant des plaines aux collines). Ceci confirme le fait que le changement de relief n'entraîne pas nécessairement une modification de la taille des feux (figure 5). Par ailleurs, la portion de territoire appartenant à la zone 211 et faisant partie de l'aire commune 043-20 est largement dominée par les zones humides (qui auraient limité la progression du feu de Parent en direction nord) et influencée par la présence du réservoir Gouin, ce qui en fait une zone où, de façon générale, les feux ne devraient pas couvrir des superficies aussi grandes qu'ailleurs dans la pessière.

Grondin *et al.* (2000) mentionnent également la présence de trois variables descriptives associées au groupe des feux d'occurrence modérée à élevée : il s'agit de l'abondance de tills, la fréquence élevée de lacs et une superficie relativement importante couverte par l'eau et les dépôts fluvioglaciaires (2B, 3). Si l'on s'intéresse à la présence des dépôts de **tills épais**, ce type de dépôt est en effet très représenté sur la zone 221, puisqu'il occupe en tant que dépôt dominant 75 % de la superficie totale.

En ce qui concerne la **fréquence de lacs** dans la portion de la zone 221 contenue dans l'aire commune 043-20, le tableau 7 met bien en évidence une nette différence entre les zones 112, 122 et 211. En effet, si les zones 112 et 122 ont une fréquence de lacs de très faible à modérée sur plus de 90 % de leur superficie, la zone 221 a une fréquence élevée sur un tiers de sa superficie.

La **superficie couverte par l'eau** est également bien supérieure dans la zone 221 que dans les zones 112 et 122, comme le montre le tableau 8 : 40 % de la superficie de l'aire d'étude est occupée par des dépôts de surface où l'eau représente le dépôt dominant ou codominant, alors que l'eau comme dépôt dominant ou codominant est présente sur moins de 2 % de la superficie des deux autres zones. De la même manière, la présence de **dépôts fluvioglaciaires** est bien plus importante dans la zone 211 : 38 % de la superficie est couverte par le dépôt 2BE, qu'il soit dominant ou codominant, *versus* 4 et 17 % respectivement pour les zones 112 et 122. Il semble donc que la zone 221 se distingue des deux autres par une fréquence plus élevée de lacs et la présence plus importante de l'eau et des dépôts fluvioglaciaires comme dépôt dominant ou codominant.

Ainsi, on peut conclure que **la portion de la zone 211 contenue dans l'aire commune 043-20 est bien soumise à un régime de feu différent des deux autres zones.** Grondin *et al.* (2000) suggère une occurrence modérée à élevée. Dans le cas précis de la portion contenue dans l'aire commune 043-20, il semble que l'occurrence de feu soit encore plus faible, et il serait donc plus approprié de parler d'**occurrence faible à modérée** (moins d'un feu par 100 km^2 en moyenne). Par contre, il est confirmé que les variables associées à un régime de feu d'occurrence plus faible (comparativement aux zones 112 et 122) sont la présence de tills épais, la fréquence élevée de lacs, et une superficie relativement importante couverte par l'eau et les dépôts glaciaires.

1.3 Enseignements du feu de Parent

Dans l'optique de caractériser à une échelle plus fine les paramètres influençant l'allumage et la progression des feux de forêt, il a été décidé d'étudier l'un des grands feux récents qui a touché l'aire commune 043-20, soit le feu de Parent (figure 6). Les faits relatifs au feu de Parent, évoqués dans cette section, proviennent principalement de l'étude de cas portant sur cet incendie, réalisée par M. Jacques St-Onge (1996) de la SOPFEU, qui a participé aux opérations de lutte sur le terrain.

Le feu de Parent, situé entre les villages de Parent et de Clova, a été allumé par la foudre, dans la journée du 12 août 1995. Durant cette journée, plus de 46 000 coups de foudre ont été enregistrés à travers la province. Cet incendie a brûlé jusqu'au 21 août et couvert une superficie de 63 276 ha (Seuthé *et al.,* 1997),.

Figure 6 - Localisation du feu de Parent

1.3.1. Conditions météorologiques

La météo joue un rôle prépondérant aussi bien lors de l'allumage par la foudre, qu'en ce qui concerne le comportement du feu par la suite.

Au cours de l'été 1995, les précipitations enregistrées se situaient en-dessous des normales saisonnières pour les mois d'avril, de juin et d'août. Au cours de cette saison, le beau temps, la faible quantité de précipitations et une humidité relative assez basse ont favorisé l'assèchement des combustibles. De plus, des orages sévères ont été à l'origine de plusieurs incendies, qui furent très nombreux cette année là au Québec (483 feux de foudre en 1995, comparativement à environ 200 par année, en moyenne).

Les conditions météorologiques prévalant pendant cette période, ainsi que le comportement du feu sont résumés en annexe 1. La progression journalière du feu sur la carte des combustibles SIFORT de 1995 y est également présentée (tirée de St-Onge, 1996).

Les températures relativement peu élevées, combinées à une forte humidité relative et aux vents calmes des 13 et 14 août ont tout d'abord empêché la propagation du feu allumé le 12. Le passage d'un front chaud dans la matinée du 15 est venu modifier ces conditions (augmentation de la température et diminution de l'humidité relative) et a favorisé l'éclosion du feu. La progression de l'incendie s'est ensuite faite en fonction du vent et la force des vents en altitude aurait aussi joué un rôle très important.

Selon Jacques St-Onge: « Les jours suivant l'éclosion du feu, tout était en place pour avoir une conflagration. Le seul élément manquant était le vent. Rien dans nos prévisions météorologiques nous permettait d'appréhender un fort vent, sauf en ce qui concerne la journée du 21 août. Toutes les stations autour du feu (…) enregistraient des vents calmes au sol. On savait qu'en altitude, il y avait une bonne vélocité puisque les personnes en aéronefs nous l'ont confirmé à plusieurs reprises. La seule explication pour moi, c'est que le feu dégageait assez d'énergie (…) pour briser la dynamique de l'atmosphère et rabaisser le vent en altitude au niveau du terrain. »

1.3.2 Combustibles

Pour compléter l'analyse du feu de Parent, une étude du MRNQ (Seuthé *et al.*,1997) incluant la création d'une carte des combustibles produite à partir d'une image Landsat-TM de 1989, ainsi qu'une carte d'intensité de feu produite à partir d'une image SPOT-XS de 1995, ont été aussi consultées. Cette étude a permis de mettre en évidence la relation existant entre le comportement du feu, donné par la carte d'intensité et le risque de feu, défini par la carte des combustibles.

Il est important de savoir dans un premier temps que les résineux du secteur avaient été affectés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (ci-après TBE) au début des années 70 (avec un ratio de défoliation de 88 % en 1974, pour l'ensemble de l'unité de gestion), puis à nouveau de 1980 à 1985 (avec un ratio de défoliation moyen de 51 %). De plus, la composante résineuse des peuplements mélangés et feuillus (le cas échéant) avait aussi été affectée par la TBE (St-Onge,

1996). Suite à 4 années consécutives de défoliation modérée à sévère, on observe la mort du peuplement et après une période supplémentaire de 5 à 8 ans, la majeure partie des tiges mortes sont cassées à différentes hauteurs et la possibilité d'incendie est alors maximale (Forêts Canada, 1992). Ainsi, au moment du passage du feu de Parent, on était en présence de combustibles particulièrement inflammables, du fait de la présence de nombreux peuplements constitués de tiges de sapins mortes suite au passage de la TBE.

La confrontation des deux cartes de combustibles et d'intensité du feu montre que la majeure partie de la superficie brûlée était couverte de combustibles de types C-2 (peuplements de type résineux), M-3 (peuplements mélangés à sapin mort par la Tordeuse des Bourgeons de l'Épinette ou TBE) et C-3 (peuplements résineux à PIG) qui représentaient respectivement 36 %, 29 % et 13 % de la superficie couverte par l'incendie. De plus, les fortes intensités de feu (classes 3, 2, 2A) ont été observées dans les peuplements mélangés affectés par la TBE (M-3) et dans les peuplements résineux (C-2), alors que les zones de fortes concentrations en forêts feuillues (D-1) et mélangées à sapin vivant (M-1), situées à l'est du territoire, ont subi des intensités plus faibles, et auraient ralenti la progression du feu dans cette direction.

Le cas de la portion Sud-Est du territoire (correspondant à la portion de territoire qui a brûlé le 21 août) est à traiter à part dans l'analyse des paramètres influençant le comportement du feu, car l'intensité du feu y a été très forte, du fait des conditions météorologiques extrêmes qui ont prévalu cette journée-là, combinée à l'abondance de M-3, qui constitue un des combustibles les plus inflammables (Pelletier *et al.*, 2001). La journée précédente, alors que les vents au sol étaient moins forts, un secteur de collines similaire à la portion Sud-Est (situé environ au centre du territoire total couvert par le feu) avait subi le passage du feu, mais laissant davantage de portions où le feu avait été de faible intensité et même des secteurs non brûlés. Conséquemment, pour l'analyse subséquente des autres facteurs ayant pu influencer l'intensité du feu, il a été jugé préférable de faire abstraction de la portion Sud-Est, étant donné que les possibles relations sont masquées en cas de conditions extrêmes. En effet, comme l'ont dit Schreoder et Buck (1970) et Quintilo *et al.* (1991), en présence de conditions météorologiques extrêmes, le feu peut tout brûler, même les combustibles les plus humides, alors que les conditions générées par le feu lui-même provoquent leur assèchement (Quintillo *et al.*, 1991).

1.3.3 Conditions physiques (topographie, dépôts de surface, humidité du sol)

Voici les principales observations que nous avons faites sur le feu de Parent, à l'exception du territoire ayant brûlé le 21 août (portion SE) alors que les conditions étaient extrêmes :

- Certains versants nord n'ont pas été brûlés;
- Au Nord du territoire où les zones humides sont abondantes, le feu a été généralement de faible intensité;
- Certains grands lacs auraient constitué une barrière à la progression de l'incendie (pointe Nord-Est et pointe Sud-Est du territoire). De plus, la concentration de lacs et de zones humides retrouvée au Nord du territoire incendié aurait freinée la progression du feu dans cette direction;

- Dans les zones où le feu a été généralement de faible intensité, les intrusions d'intensités plus fortes correspondent souvent aux dépôts sableux secs à frais.

Concernant l'effet de la **topographie**, cette dernière peut influencer le comportement du feu de diverses façons. Tout d'abord, les versants Sud et Ouest sont plus chauds et plus secs (Lesieur, 2000), ce qui les rend plus susceptibles au feu. Par contre, cet effet se ferait particulièrement sentir au cours des mois d'avril, mai, août, septembre et octobre, et ne serait plus perceptible en juin et juillet (St-Onge, SOPFEU, comm. pers.). Les pentes ascendantes favorisent une propagation plus rapide du feu (G. Pelletier du MRNQ, comm. pers.). L'aspect des vallées et des chaînes de montagnes influence également la direction et la vitesse de propagation du feu (Annexe 2). En effet, les vallées forment des canaux dans lesquels le vent a tendance à s'engouffrer, pouvant ainsi modifier la direction et la vitesse du vent par un effet d'entonnoir, alors que les chaînes de montagnes peuvent avoir un effet de barrière et ainsi dévier la direction du vent. Ces éléments sont donc susceptibles de modifier la direction et la vitesse de propagation d'un incendie le cas échéant.

Le feu a été plus intense dans les **combustibles** mélangés à sapins morts (M-3). Or ces derniers (ainsi que les D-1) occupaient un relief plus accentué. Par conséquent, il est difficile de départager l'effet du combustible de celui du relief. Il en va de même pour les affleurements rocheux qui sont associés aux reliefs plus accentués et qui étaient aussi souvent couverts de M-3. Toutefois, l'examen de certaines collines situées au nord et au centre du territoire (en-dehors de la zone Sud-Est qui a été brûlée intensément) indique que les versants Nord et Est n'auraient pas toujours été la proie des flammes. Comme ces zones non brûlées étaient couvertes, du moins en partie, par une végétation feuillue (D-1) et mélangée à sapins vivants (M-1) avant l'incendie, il est difficile de dissocier l'effet du relief de celui du combustible. Finalement, l'ensemble des effets de la topographie ne peuvent s'observer qu'à une échelle micro. Ils ne seront donc pas retenus dans le cadre de cette étude.

En ce qui concerne l'effet de l'effet de **l'humidité du sol** sur le comportement du feu, on remarque une concentration de zones humides dans la portion Nord du territoire brûlé, où le feu était de faible intensité. Or, de façon générale, les pessières humides sont peu sujettes au feu, bien qu'elles puissent subir des feux de cimes lorsque les conditions sont extrêmes (St-Onge, comm. pers.). De plus, il est possible de voir l'effet de la présence de milieux humides à l'échelle du peuplement (ou du polygone forestier), les jours où les conditions météorologiques n'étaient pas extrêmes. Cependant, il ne faut pas oublier que le comportement du feu est fortement conditionné par la météo et la topographie (effet de vallée, d'entonnoir ou effet du versant) et qu'à cette échelle, l'effet de ces variables peut occulter celui des autres facteurs.

Enfin, on a observé une concordance entre la répartition spatiale des types de **dépôts de surface** et celle des intensités du feu. Ainsi, il existe des zones d'intensités plus fortes imbriquées dans les zones d'intensités plus faibles, et ces dernières correspondent à des îlots de dépôts de sables au milieu de grands territoires de tills mésiques.

1.4 Variables influençant la susceptibilité au feu

La susceptibilité au feu est désignée ici comme étant le risque de subir le passage d'un feu, en se basant sur les caractéristiques biophysiques du site.

D'après l'étude de Grondin *et al.* (2000) et l'analyse du feu de Parent présentés précédemment, nous pouvons dire que les incendies forestiers sont des phénomènes très complexes influencés :

- au niveau de l'allumage, par entre autres, les activités humaines, les conditions météo et l'abondance de chicots;
- au niveau de la propagation, par entre autres, les conditions météo, la nature des combustibles, la topographie, l'abondance de lacs, le régime hydrique, les dépôts de surface, la densité du réseau routier.

Le système canadien d'évaluation des dangers d'incendies est quant à lui, basé sur la nature des combustibles, des conditions météo et de la topographie (Stocks *et al.*, 1987).

Bien que l'aspect aléatoire lié à l'ignition et aux conditions météo prévalant lors d'un feu soit important, il est néanmoins possible de désigner des zones potentiellement plus susceptibles au feu en fonction des caractéristiques du milieu, que ce soit en raison de la plus grande inflammabilité du combustible présent, ou du fait de conditions relativement plus sèches.

Les conditions météo étant très variables dans le temps et donc difficilement prévisibles, elles ne peuvent être considérées dans le cadre de notre étude.

Les variables influençant la susceptibilité au feu qui ont été retenues dans cette étude sont alors les suivantes :

- nature du combustible;
- topographie;
- dépôts de surface;
- régime hydrique;
- abondance de lacs et présence de grands lacs;
- densité du réseau routier qui influence directement l'accessibilité du territoire lors de la lutte contre un feu.

1.4.1 Composition et structure du peuplement formant le combustible

Selon Schroeder et Buck (1970), chaque type de combustible représente un complexe ayant son potentiel intrinsèque d'inflammabilité. Le degré d'inflammabilité dépend essentiellement du contenu en eau dudit combustible. Ainsi, un combustible ayant une forte teneur en humidité limitera la propagation du feu, puisqu'un combustible humide s'allume difficilement et brûle mal. À l'inverse, un combustible contenant peu d'humidité s'enflamme facilement, et sous l'effet du vent combiné à d'autres forces, peut se propager rapidement.

Le contenu en humidité est contrôlé par les variations météorologiques annuelles, journalières et même immédiates, mais est aussi très différent selon le type d'essence (Van Wagner, 1983 *in* Kafka, 1997). Ainsi, l'inflammabilité des essences résineuses est plus élevée que celle des essences feuillues, du fait de :

1) la présence d'aiguilles qui persistent plus d'une année, lesquelles ont un contenu en eau moins élevé par rapport à celles qui sont âgées de moins d'un an. La durée de persistance des aiguilles varie d'une espèce résineuse à une autre, mais il arrive que le vieux feuillage représente plus de 80 % du feuillage total;
2) la présence plus importante de parties mortes, qui contiennent moins d'eau et plus de résine inflammable (feuilles, branches et rameaux).

Les essences feuillues, quant à elles, diminuent l'inflammabilité d'un secteur, car la présence du couvert feuillu en été réduit :

1) les radiations solaires parvenant au sol, ce qui favorise le maintien d'un taux d'humidité élevé dans la litière;
2) la vitesse du vent au niveau de sol, ce qui contribue à réduire l'assèchement du sous-bois.

Ainsi, selon Kafka (1997) et Van Wagner (1983) *in* Kafka (1997), le feuillage vert de la majorité des essences décidues d'Amérique du Nord n'est pas vraiment inflammable, ce qui explique que les feux de cimes soient très rares dans ces types de végétation. De plus, la présence de feuillus dans les peuplements réduit la sévérité du feu, tandis que les conifères ont tendance à brûler plus sévèrement.

La méthode canadienne de prévision du comportement des incendies de forêts (Forêts Canada, 1992) se base sur la composition et la structure du peuplement, ainsi que la couverture du sol forestier, la couche organique, les combustibles en surface et les combustibles étagés qui lui sont associés, pour définir les différents types de combustible (Annexe 3).

Le MRNQ a mis en place un système de classification des peuplements forestiers provenant des données du deuxième inventaire décennal, qui permet d'attribuer à chaque peuplement forestier un type de combustible (Pelletier *et al*., 2001). Cette classification utilise la même nomenclature que celle produite par la méthode canadienne de prévision du comportement des incendies de forêts (Forêt Canada, 1992). Des travaux sont actuellement en cours en vue d'adapter cette classification aux données du troisième inventaire. Des visites de terrain sont prévues à cet effet pour l'été 2002 (Pelletier, SOPFEU, comm. pers.). Les relevés terrain permettront notamment de mieux classer certains types de végétation, telles que les cédrières et les mélèzaies, actuellement classées avec les dénudés secs au niveau des combustibles. Même si la clé utilisant les données du 3^{ième} inventaire n'est pas encore terminée et disponible, il a été possible d'attribuer un type de combustible préliminaire à chaque peuplement écoforestier de l'aire commune 043-20, en s'inspirant fortement de la clé construite pour les données du 2^{ième} inventaire (Pelletier *et al.,* 2001). **La clé utilisée dans le cadre de cette étude** est présentée à l'annexe 4.

Enfin, soulignons que cette classification indique une susceptibilité relative. Il est également important de considérer que n'importe quel type de combustible peu inflammable, peut être consumé par un feu intense, lorsqu'il est associé à la présence de combustibles morts (Schroeder et Buck, 1970).

Conformément à la classification du MRNQ, l'ordination des combustibles selon leur inflammabilité est la suivante (du plus inflammable au moins inflammable) : **M-3 > C-2 > C-3 > S-2 > M-1 > C-6 > D-1 > O-1 > DS**, sachant que :

M-3 : peuplements mélangés avec présences de SAB morts par la TBE (cette classe est maintenant absente, car la dernière épidémie date de plus de 13 ans)
C-2 : peuplements résineux sans présence de PIG
C-3 : peuplements résineux à PIG
S-2 : jeunes CT ou CPR non régénérées (présence de rémanents)
M-1 : peuplements mélangés avec présence de résineux sains
C-6 : plantations résineuses
D-1 : peuplements feuillus purs
O-1 : herbes
DS : dénudés secs (l'inflammabilité de cette dernière classe devrait cependant être validée ultérieurement)

Une description plus détaillée de chaque type de combustibles est présentée dans l'annexe 4b.

1.4.2 Topographie

Grondin *et al.* (2000) ont constaté une occurrence de feux plus élevée dans les districts écologiques ayant un relief de collines et de hautes collines, par rapport aux districts ayant un relief de coteaux et de plaines. Ces reliefs plus doux sont principalement concentrés dans la partie Nord du territoire dominée par la pessière (zone 211 de l'étude de Grondin *et al.,* 2000). Or, cette dernière zone est aussi caractérisée par une abondance de sites humides et de lacs qui constituent des barrières pour la progression du feu, tel que constaté dans le cas du feu de Parent. D'autre part, les zones dominées par un relief de collines et de hautes collines sont aussi caractérisées par une abondance de dépôts minces. En conséquence, pour éviter toute redondance, l'effet général de la topographie ne fera pas l'objet d'une évaluation à part.

Nous considérons donc l'effet de la topographie seulement par le biais de l'abondance des dépôts minces associés au relief de collines et des sites humides associés au relief de plaine.

1.4.3 Dépôts de surface

Selon Grondin *et al.* (2000), les dépôts minces seraient reliés à une forte occurrence des feux, alors que les dépôts sableux seraient associés à une occurrence modérée à élevée. Sur le territoire du feu de Parent, les zones dominées par les dépôts minces ont généralement subi un feu de forte intensité. Dans une étude réalisée près du Lac Crochet dans le domaine de la pessière à mousses

(Kafka, 1997), les peuplements sur till mince ont brûlé plus sévèrement que ceux sur les autres dépôts. L'auteur mentionne également que la présence d'un sous-étage résineux aurait favorisé la propagation du feu dans les peuplements feuillus et mélangés normalement associés à ce type de dépôt.

Les zones dominées par des dépôts minces, qui constituent des milieux très vulnérables à la TBE (Dupont *et al*., 1991), représenteraient donc des milieux où les feux passent plus souvent et peuvent être très intenses. En conséquence, nous considérons que
la susceptibilité au feu est très importante sur les dépôts minces qui correspondent aux types écologiques se terminant par 0 (effet ++).

Dans les zones dominées par les dépôts sableux secs à frais, on observe souvent sur le feu de Parent, des portions de territoire où le feu a été très intense, mais ce lien n'est pas toujours évident, surtout en raison de la faible taille de ces dépôts et de leur patron de répartition linéaire. Grondin *et al.* (2000) associent également ces dépôts à une occurrence de feux modérée à élevée. Or, la vulnérabilité à la TBE est plus grande sur les dépôts sableux (Dupont *et al.*, 1991) et il est reconnu que la présence d'arbres morts par la TBE augmente très nettement l'inflammabilité du combustible.

Ainsi, nous considérons que **la susceptibilité au feu est légèrement plus grande que sur dépôts glaciaires (effet +).** Ces zones correspondent aux **types écologiques se terminant par 1.**

L'étude de Kafka (1997) mentionne aussi que peu de peuplements ayant brûlé sévèrement se trouvaient sur les dépôts organiques. L'auteur évoquait l'humidité présente, ainsi que la possibilité d'avoir des zones adjacentes dénudées d'arbres comme raison pouvant expliquer ces résultats. Nous avons traité cet effet au niveau du régime hydrique et à l'abondance de lacs.

1.4.4 Régime hydrique

Dans la portion Nord du feu de Parent, où il y a abondance de zones humides (drainages 5 et 6), le feu a été moins intense. De plus, la progression du feu en direction Nord aurait été freinée par l'abondance de zones humides et la présence de nombreux lacs (St-Onge, SOPFEU, comm. pers.).

Nous considérons que **les zones humides, qui correspondent aux types écologiques se terminant par 7, 8, ou 9, sont moins susceptibles au feu (effet -).**

1.4.5 Abondance de lacs et présence de grands lacs

Lesieur (2000) mentionne que diverses études relatant la présence d'individus plus âgés en bordure de cours d'eau suggéreraient l'existence d'un effet d'écran des plans d'eau sur la propagation des incendies. Quenneville, Parcs Canada (comm. pers.) considère plutôt la présence de grands lacs comme barrières potentielles aux incendies.

Dans le cas du feu de Parent, plusieurs lacs de taille relativement petite sont situés au milieu de zones où le feu a été très intense. Par contre, certains grands lacs sont situés sur le pourtour des limites de l'incendie, ce qui pourrait indiquer l'existence d'un effet de barrière (abondance de grands lacs le long de la limite NO, grand lac qui borde la pointe NE ayant brûlé le 21 août).

L'effet des zones humides de drainage 5 ou 6 pourrait donc être combiné à l'abondance des lacs, des zones inondées, des dénudés humides, ainsi que des aulnaies, pour former un facteur caractérisant les milieux bénéficiant d'une humidité élevée apte à réduire la progression d'un feu.

Nous considérons donc que **l'abondance des lacs associée à celle des zones humides réduit la susceptibilité au feu (effet –).**

1.4.6 Réseau routier

La densité du réseau routier a une influence directe sur la capacité de suppression d'un incendie. Évidemment, meilleur est l'accès, plus l'intervention sera facilitée et conséquemment, plus le feu aura des chances d'être de petite superficie. De plus, les routes peuvent parfois aussi agir comme coupe-feu. Par contre, la présence du réseau routier fait augmenter la fréquentation et ainsi les risques d'allumage par l'homme. Toutefois, on constate que les feux d'origine humaine affectent généralement de petites superficies, comme le montre l'étude de Lefort (préliminaire), ainsi que la répartition des feux sur l'aire commune depuis les 50 dernières années, en fonction de leur origine.

Nous considérons donc que **la susceptibilité relative au feu est moins grande lorsque le réseau routier est dense et qu'il offre une bonne accessibilité au territoire.**

2. Construction de la carte de susceptibilité au feu pour le territoire de l'aire commune 043-20

La carte de susceptibilité au feu a été construite à partir de deux cartes préliminaires :

1) la carte des combustibles regroupés, modulés selon les variables permanentes du milieu;
2) la carte d'accessibilité au territoire.

2.1 Carte 1 : Combustibles regroupés, modulés selon les variables permanentes du milieu

Les combustibles, évalués à l'échelle du polygone forestier (Cf. 1.4.1), ont été regroupés en cinq grandes classes en fonction de leur susceptibilité au feu :

- les **combustibles résineux (C-2, C-3, S-2, C-6)**, plus inflammables que;
- les **mélangés (M1)**, plus inflammables que;
- les **feuillus (D1)**, plus inflammables que;
- les **friches ou strates en régénération non-identifiée (O1)**, plus inflammables que;
- les **« dénudés secs » ou combustibles non caractérisés (DS**).

Les autres catégories moins susceptibles au feu, soit les dénudés humides (DH), les autres improductifs et l'eau, n'ont pas été regroupées et sont présentées telles quelles sur la carte. Ce regroupement fait passer les plantations résineuses (classe C-6) dans une classe de susceptibilité supérieure à celle des peuplements mélangés, mais ces plantations auront éventuellement une plus grande inflammabilité à mesure qu'elles croîtront. Notons également que dans le cadre de cette étude, la catégorie de combustibles la plus inflammable M-3 (peuplements mélangés avec présence d'arbres morts par la TBE) est inexistante, car la dernière épidémie de TBE observée dans l'aire d'étude s'est produite il y a plus de 13 ans.

Ces catégories de combustibles ont ensuite été modulées pour tenir compte des variables permanentes du milieu ayant une influence sur la susceptibilité au feu. Pour ce faire, les signes ++, +, ou – (tels que décrits à la section 1.4) ont été ajoutés aux polygones présentant les caractéristiques spécifiques à chaque modulateur. Rappelons qu'un effet ++ a été attribué aux dépôts minces à très minces, un effet + aux dépôts sableux, et un effet – aux milieux humides (drainages 5 et 6).

Procédure géomatique suivie

1. Élaboration d'une carte synthèse en utilisant le processus de la symbolisation par valeur unique.
2. Ce processus est basé sur le résultat de la concaténation liant les valeurs reliées aux cinq grandes classes de combustibles et aux variables permanentes du milieu ayant une influence sur la susceptibilité au feu.
3. Le résultat graphique était assez évident pour procéder à la délimitation à main levée du territoire en 14 secteurs de concentration spécifique de combustibles regroupés modulés.
4. La numérisation suivie de la numérotation des secteurs de concentration de combustibles a permis d'effectuer un lien spatial entre les secteurs et les données des valeurs de combustibles regroupés modulés.
5. Le résultat permet une analyse par secteur de concentration de combustibles regroupés modulés.

La carte résultante est présentée sur la figure 7.

Figure 7 - Combustibles regroupés, modulés selon les variables permanentes du milieu

2.2 Carte 2 : Accessibilité au territoire

Une carte récente du réseau routier fournie par Kruger inc. a permis de délimiter les zones accessibles, où il est possible de pénétrer dans le territoire, ainsi que les zones où l'accessibilité est réduite voire inexistante (figure 8).

Procédure géomatique suivie

1. Les chemins forestiers carrossables en été ont été extraits du réseau routier.
2. Nous avons ensuite évalué à un kilomètre de part et d'autre des chemins sélectionnés, la distance franchissable par les combattants d'incendie de forêt.
3. Des zones tampon de un kilomètre de part et d'autre des chemins sélectionnés ont été créées afin de déterminer les zones accessibles dans le territoire.
4. Les cordons solitaires ont été retirés de la classe « territoire accessible ».

Figure 8 - Réseau routier

2.3 Carte 3 : Susceptibilité au feu

Méthodologie (procédure géomatique)

La carte finale de susceptibilité au feu résulte de la l'intersection spatiale des deux cartes précédentes. Chaque zone distincte formée par l'intersection d'un secteur de la carte 1 (combustibles regroupés, modulés selon les variables permanentes du milieu) et d'une zone d'accessibilité de la carte 2 a permis de délimiter un sous-secteur. Ainsi, par exemple, le secteur 5 issu de la carte 1, dont la caractérisation du combustible est relativement homogène, a été subdivisé en plusieurs sous-secteurs, du fait de la présence de portions de territoire d'accessibilité variable. Les sous-secteurs alors formés s'appellent 5a, 5b, 5c, etc.

Présentation de la carte 3

Les 51 sous-secteurs résultants sont illustrés à la figure 9. La composition de chaque sous-secteur en terme de classe de combustibles regroupés modulés est présentée dans les tableaux joints à l'annexe 5, qui présentent les sous-secteurs non accessibles et accessibles séparément. Soulignons que les superficies présentées de ce tableau sont supérieures aux superficies simulées présentées dans la partie 3. En effet, elles comprennent des superficies qui sont retranchées dans le cadre des simulations, du fait de leur affectation (pentes abruptes, tourbières, bandes riveraines, etc.). Ces 51 sous-secteurs constituent les compartiments qui ont ensuite été intégrés au logiciel SYLVA II en vue des simulations.

Figure 9 - ??

Nomenclature utilisée pour caractériser les sous-secteurs

(1) Pour faciliter la description des sous-secteurs, les **combustibles regroupés** ont été catégorisés de la façon suivante : lorsque plus de 50 % de la superficie d'un sous-secteur appartenait à une classe de combustible regroupé, le sous-secteur a été qualifié comme étant dominé par ce type de combustible. Si aucun combustible regroupé n'occupait plus de 50 % de la superficie du sous-secteur, les deux premières catégories présentes, par ordre d'importance ont été retenues pour décrire le sous-secteur (voir annexe 6).

Exemples :

a) le sous-secteur A caractérisé par la présence de 58 % de combustibles D1 (peuplements feuillus) s'appellera « Feuillus »

b) le sous-secteur B caractérisé par 38 % de combustibles C2 (peuplements résineux sans PIG) et 25 % de combustibles M1 (peuplements mélangés) s'appellera « Résineux-Mélangés »

(2) Les **modulations en fonction des conditions physiques** ont ensuite été prises en considération de la façon suivante : lorsque les « - » (milieux humides et présence d'eau) occupaient plus de 30 % de la superficie du sous-secteur, ces derniers ont été considérés dans la caractérisation du sous-secteur. De la même manière; lorsque les « + » mis ensembles (+ et ++) occupaient plus de 30 %, ils ont été mentionnés dans la caractérisation du sous-secteur (voir annexe 7, où les modulations générales retenues sont présentées en gris).

Exemple :

a) le sous-secteur B caractérisé par 38 % de combustibles C2 (résineux sans PIG) et 25 % de combustibles mélangés, ainsi que 37 % de dépôts minces et dépôts sableux s'appellera « Résineux-Mélangés, plus »

(3) Enfin, l'**accessibilité** (accessible ou non-accessible) a aussi été ajoutée pour décrire les sous-secteurs. On distingue deux cas : les zones accessibles et celles qui ne le sont pas.

Exemple :

b) le sous-secteur B caractérisé par 38 % de combustibles C2 (résineux sans PIG) et 25 % de combustibles mélangés, ainsi que 37 % de dépôts minces et dépôts sableux, et dans une zone inaccessible s'appellera « Résineux-Mélangés, plus, non accessible »

Détermination d'une cote de susceptibilité au feu par sous-secteur

(1) Une **cote relative de départ** a été établie pour chaque catégorie de **combustible regroupé** (tableau 10). Plus la cote est élevée, plus la susceptibilité au feu du combustible est faible.

Tableau 10 - Cote de départ par catégorie de combustible regroupé

Catégorie de combustible regroupé	Cote de départ
Résineux (C2), Résineux-Herbacés (C2-O1)	3
Résineux-Mélangés (C2-M1), Résineux-Feuillus (C2-D1)	4
Mélangés-Résineux (C2-M1)	5
Mélangés (M1), Feuillus-Résineux (D1-C2)	6
Mélangés-Feuillus (M1-D1)	7
Feuillus (D1)	8

(2) La cote de départ a ensuite été **modulée en fonction des conditions physiques dominantes** du sous-secteur. On ajoute donc à la cote de départ deux unités pour les modulations « - » retenues pour la caractérisation du sous-secteur (cas des sous secteurs dont plus de 30 % de la superficie sont occupés par des zones humides) ou en y soustrayant deux unités pour les modulations « + » retenues (cas des sous secteurs dont plus de 30 % de la superficie sont occupés par des dépôts minces et des sables).

(3) Enfin, une unité a été soustraite pour les sous-secteurs **non accessibles**. Les niveaux de susceptibilité correspondants ont été fixés comme suit (tableau 11) :

Tableau 11 - Niveau de susceptibilité pour chaque côte de susceptibilité

Cote de susceptibilité	Niveau de susceptibilité
0	Extrême
1-2	Très élevé
3-4	Élevé
5-6	Modéré
7-8	Faible
9-10	Très faible

Niveau de susceptibilité pour chaque sous-secteur

Le tableau 12 présente la cote et le niveau de susceptibilité de chaque sous-secteur. La figure 10 présente le niveau de susceptibilité par sous-secteur pour l'ensemble de l'aire commune.

Tableau 12 - Caractérisation des sous-secteurs en fonction de leur susceptibilité au feu

Niveau de susceptibilité	Cote de susceptibilité	Catégories de sous-secteurs (nomenclature utilisée pour caractériser les sous-secteurs)	Sous-secteurs	Superficie (ha) *% de sup. tot.*
Très élevé	2	Résineux, ___, non-accessible	6, 7, 7d, 7e, 8, 8c	28 3312 *4%*
	1	Résineux-mélangés, plus, non-accessible	5e	7 009 *1*
	1	Résineux, plus, accessible	9d	33,9 *0*
Élevé	3	Résineux-mélangés, ___, non-accessible	2, 6e, 8b, 9, 10c, 14	118 599 *15*
	4	Résineux, moins, non-accessible	1, 5, 5d, 6d, 6f	110 883 *14*
	3	Résineux-mélangés, ___, accessible	9e, 10a, 14a	97 781 *13*
	3	Résineux-herbacées, ___, accessible	8a, 12a	36 469,5 *4,67%*
	3	Résineux, ___, accessible	5b, 5c, 7a, 7b, 7c	31 214 *4*
	4	Mélangés-résineux, ___, non-accessible	10	15 583 *2*
	4	Mélangés-feuillus, plus, non-accessible	10b	1 434 *0*
	4	Mélangés, plus, accessible	9c	131 *0*
Modéré	6	Mélangés-feuillus, ___, non-accessible	3	126 389 *16*
	5	Mélangés-résineux, ___, accessible	9g, 11, 13	74 539 *9*
	5	Mélangés, ___, non-accessible	4	60 499,8 *7,75%*
	5	Résineux, moins, accessible	1a, 1b, 3b, 5a, 6b, 6c	41 044 *5*
	6	Mélangés, ___, accessible	9a, 9b, 14b	13 101 *2*
	6	Résineux-mélangés, moins, accessible	6a	12 701 *2*
	6	Feuillus-résineux, ___, accessible	3a	3 619 *0*
Faible	8	Mélangés, moins, accessible	3c	301 *0*
	7	Mélangés-feuillus, ___, accessible	9f	91 *0*
	7	Feuillus, ___, non-accessible	12	34 *0*

Sont indiquées sur une trame grise, les catégories qui couvrent plus de 5 % de la superficie totale de l'aire commune.

De façon générale :

- près de **53 % du territoire** se trouve dans un secteur ayant un niveau de **susceptibilité élevé**;
- **40 %** dans un secteur ayant un niveau **modéré**;
- **5 %** dans un secteur ayant un niveau **très élevé**.

Figure 10 - ??

3. Gestion de l'information dans le calcul de possibilité avec le logiciel SYLVA II

3.1 Périodes critiques des groupes de calcul RFI et SEPM

Tel que défini dans le PGAF (Desbiens, 2000), **la première période critique pour le groupe de calcul SEPM, survient à la treizième période de la simulation, soit dans 60 ans puisque la simulation débute en 2000**. Selon les résultats des simulations, le volume exploitable disponible à cette période pour le groupe SEPM est de 1 090 355 m^3 et la possibilité forestière de 637 500 m^3. Or, si l'on considère que le volume disponible qui ne sera pas coupé (volume exploitable disponible – possibilité forestière) peut constituer une réserve en cas de rupture de stock suite au passage de feux récurrents, ce volume est inférieur à deux fois la possibilité évaluée (1 090 355 – 637 500 = 452 855 m^3), ce qui ne constitue pas une réserve importante. En conséquence, si un feu d'importance survenait au cours des 12 premières périodes, l'impact sur le volume exploitable disponible à la treizième période devrait être évalué afin d'en vérifier l'effet sur la possibilité et le déplacement de la période critique.

Pour le groupe RFI, la première période critique survient à la douzième période (dans 55 ans), alors que les simulations indiquent un volume exploitable disponible estimé à 146 081 m^3, et une possibilité forestière de 74 150 m^3. Le volume disponible qui ne sera pas coupé est, dans ce cas, égal à 71 934 m^3 (146 081 – 74 150), ce qui constitue à peine l'équivalent de la possibilité forestière. À nouveau, on peut considérer que le volume disponible non coupé constitue une réserve limitée en cas de feux récurrents qui se produiraient au cours des 55 prochaines années, et l'impact sur la possibilité d'un feu qui surviendrait au cours des 11 premières périodes devrait être évalué.

Par ailleurs, les âges à maturité définis pour l'aire commune sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 13 - Âges à maturité par classe de fertilité et essence pour l'aire commune 043-20

Essences	Classe de fertilité	
	1 et 2	3
Épinette	75 ans	85 ans
Pin gris	65 ans	75 ans
Peuplier faux-tremble	65 ans	70 ans
Bouleau blanc	60 ans	75 ans

Ainsi, les premières périodes critiques surviennent alors que les peuplements qui existent actuellement seront en grande partie liquidés et que le territoire sera majoritairement occupé par les strates de retour.

Les incendies à simuler doivent être positionnés dans le temps de façon à arriver avant les périodes critiques, donc avant 55 ans. Plus ils surviendront près de cette période, plus leur impact potentiel sera considérable, alors que les solutions de rechange que constituent les peuplements matures disponibles seront minimales.

3.2 Utilisation de la longueur du cycle de feu pour déterminer la superficie de territoire brûlé à simuler (superficie cible)

Rappelons tout d'abord que deux scénarios de longueur de cycle de feu ont été retenus (300 et 400 ans), et que les simulations seront conjointement faites pour ces 2 cas.

3.2.1 Détermination de la durée de la période à couvrir par les simulations

L'ensemble de la démarche présentée ci-dessous est résumée sur les figures 11 et 12.

En utilisant une durée de cycle de feu moyenne égale à 400 ans, nous considérons qu'une période de 400 ans sera nécessaire pour qu'une superficie équivalente à celle de l'aire commune brûle. La superficie totale de l'aire commune 043-20 est de 754 149 ha (Desbiens, 2000). En conséquence :

- en considérant **un cycle de feu de 400 ans, on prévoit que le feu brûlerait en moyenne 1 885 ha/an** (superficie totale, comprenant les terrains productifs et improductifs);
- en considérant **un cycle de 300 ans**, le feu brûlerait en moyenne **2 515 ha/an**.

Le **feu de Parent** a, pour sa part, affecté une superficie totale de 63 276 ha (Seuthé *et al.,* 1997). Si l'on rapporte cette superficie à la longueur du cycle de feu, cet incendie correspond donc à la superficie moyenne qui serait supposée brûler pendant :

- une période de **35 ans, si le cycle de feu est de 400 ans** (63 276 ha / 1 885 ha/an = 34 ans, arrondi au plus près multiple de 5);
- une période de **25 ans si le cycle de feu de 300 ans** (63 276 ha / 2 515 ha/an = 25 ans).

Si l'on souhaite ensuite se rendre à la fin de la première période critique pour le calcul du groupe SEPM, ce qui correspond à la treizième période de simulation (en sachant que la simulation débute en 2000), **la période à couvrir par la simulation est de :**

- **35 ans dans le cas du cycle de 400 ans** (70 ans – 35 ans);
- **45 ans pour un cycle de 300 ans** (70 ans – 25 ans).

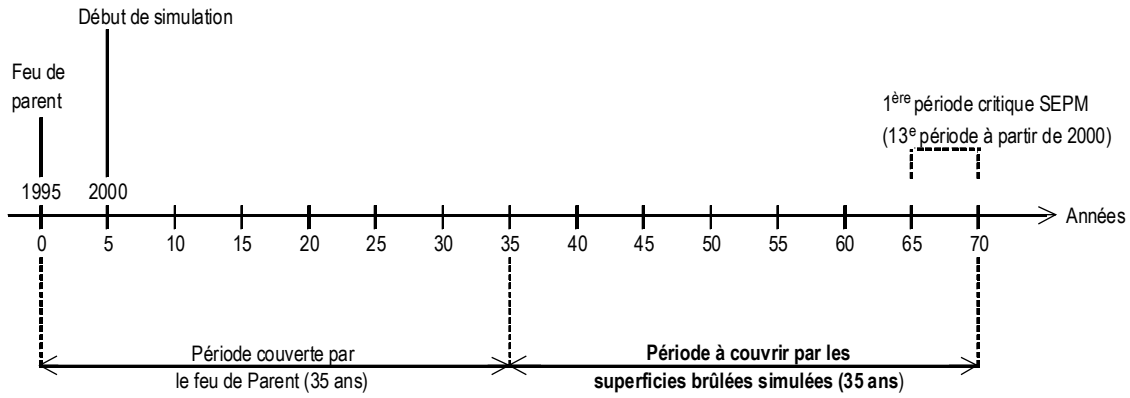


Figure 11 - Démarche pour un cycle de 400 ans

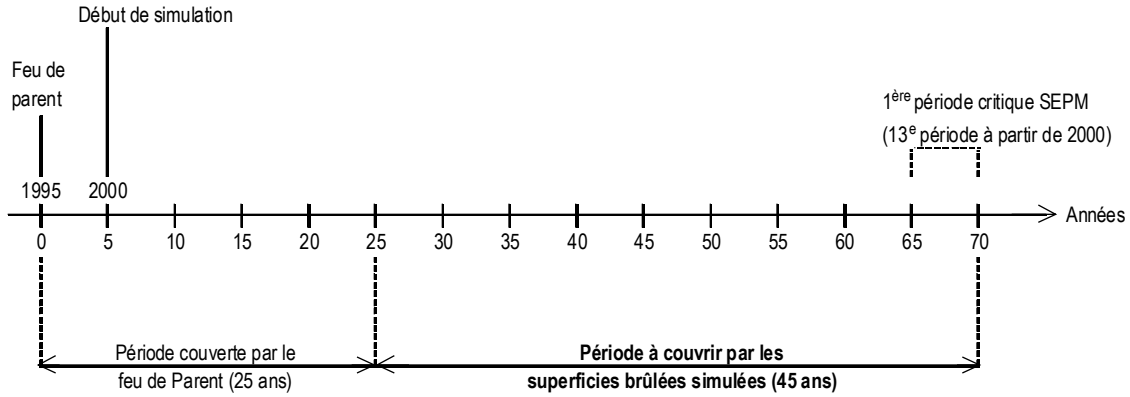


Figure 12 - Démarche pour un cycle de 300 ans

3.2.2 Détermination de la superficie de territoire brûlé à simuler, appelée superficie cible

Afin de faire le lien avec les superficies à simuler dans SYLVA, il faut considérer les **superficies forestières productives** et non la superficie totale de l'aire commune. Pour connaître la proportion occupée par les superficies improductives par rapport à la superficie totale de l'aire commune, la proportion de superficies improductives a été calculée sur le territoire du feu de Parent. Cette dernière a ensuite été extrapolée à l'échelle de l'aire commune. On considère en effet que le territoire brûlé lors du feu de Parent est suffisamment important en taille pour être représentatif de la distribution des terrains improductifs à l'échelle de l'aire commune. Ainsi, parmi les 63 276 ha affectés par le feu de Parent, il y avait 10 % de terrains improductifs, répartis comme suit (Seuthé *et al.,* 97) :

- 3 981 ha en eau (soit 6 %);
- 452 ha en dénudé humide (soit 1 %);
- 1 662 ha classés « autre » (soit 3 %) qui correspondaient principalement à des dénudés de différents types (lignes de transport d'énergie, chemins forestiers,…).

On devrait donc soustraire 10 % du territoire total brûlé pour obtenir la superficie forestière productive correspondant à la superficie à simuler dans SYLVA. Conséquemment, **le feu affecterait :**

- **1 695 ha de terrains forestiers productifs par an** (1 885 – 10 %) avec un **cycle de 400 ans;**
- **2 265 ha de terrains forestiers productifs par an** (2 515 – 10 %) avec un **cycle de feu de 300 ans**.

Si l'on rapporte ces superficies forestières productives brûlées par année à la période à couvrir par les simulations, on en déduit que la **superficie de territoire brûlé à simuler (superficie cible)** est de :

- **59 325 ha** (35 ans X 1 695 ha) avec un cycle de 400 ans,
- **101 925 ha** (45 ans X 2 265 ha), si l'on considère un cycle de 300 ans.

3.3 Utilisation du compartimentage pour gérer les zones à fortes susceptibilités

3.3.1 Simulation du passage de feux

Six scénarios de brûlage, ou « blocs » ont été testés pour le cycle du feu de 400 ans et cinq pour le cycle de 300 ans. La constitution de ces blocs reposait sur quatre principes :

- les blocs sont composés de sous-secteurs de la carte de susceptibilité au feu (carte 3);
- la superficie des sous-secteurs réunis en un bloc doit se rapprocher le plus possible de la superficie cible à faire brûler (101 925 ha pour un cycle de 300 ans et 59 325 ans pour celui de 400 ans);
- les sous-secteurs d'un même bloc doivent être adjacents, et de préférence, orientés ouest – est, pour imiter le patron réel de progression de la majorité des feux dans le secteur de l'étude;
- l'ensemble des blocs doit couvrir le plus possible l'ensemble du territoire de l'aire commune.

Les figures 13 à 23 présentent la localisation des blocs pour chaque scénario de cycle de feu, ainsi que la susceptibilité de chaque sous-secteur qui les constitue. La liste des sous-secteurs constituant chaque bloc ainsi que la superficie qu'ils occupent est présentée en annexe 8. Les tableaux 14 à 24 présentent quant à eux le portrait de chaque bloc en terme de pourcentages de la superficie totale du bloc occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique présentes. Il est important de mentionner que les pourcentages de superficie ont été calculés à partir des données de la carte écoforestière du 3^{ième} inventaire forestier décennal.

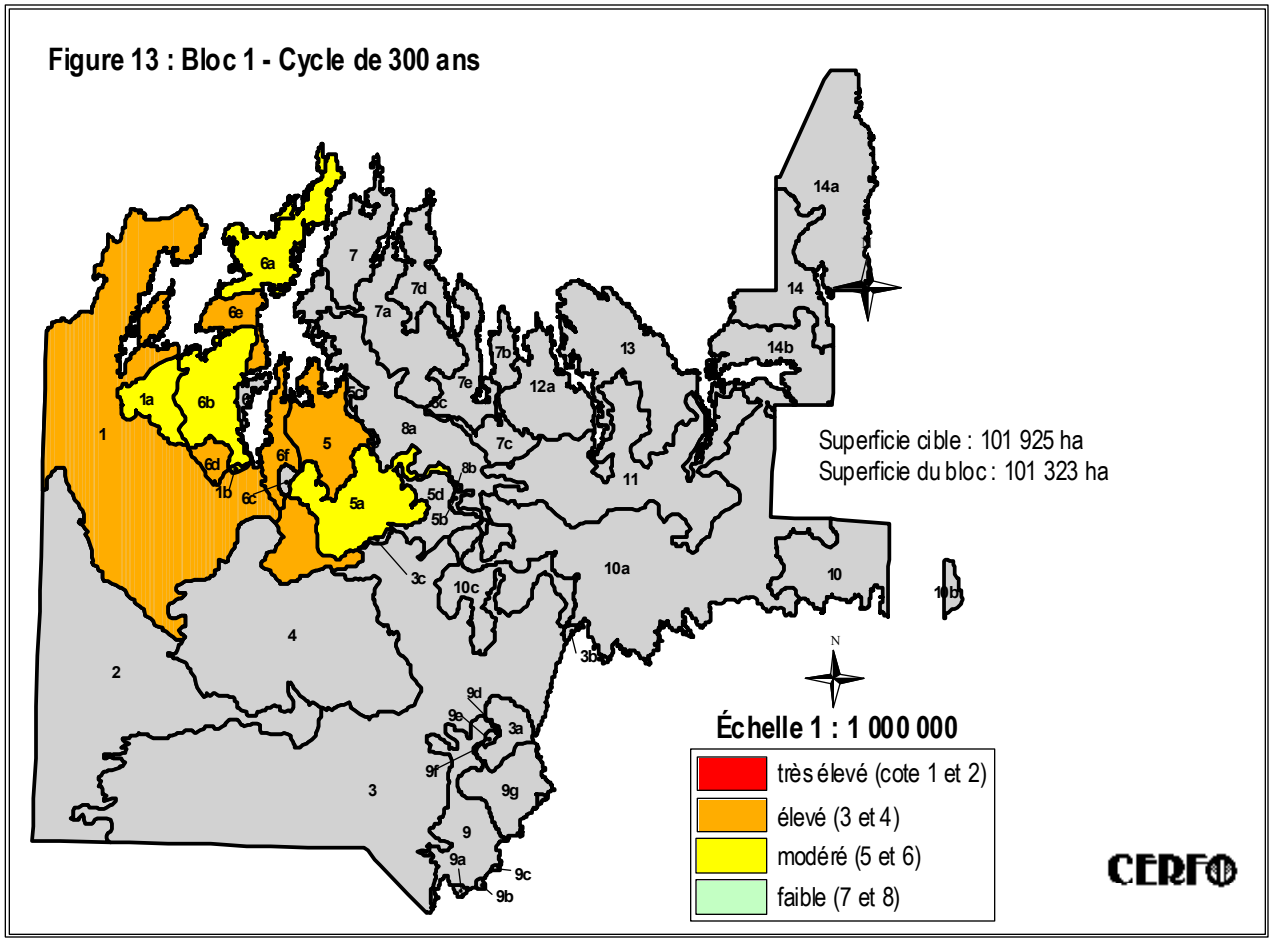


Tableau 14 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 1 – cycle de feu de 300 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	7								
Feuillu				3	1	1	1		
Mélangé		1	1	6	4	2	4		2
Résineux	1		2	26	21	6	12		2

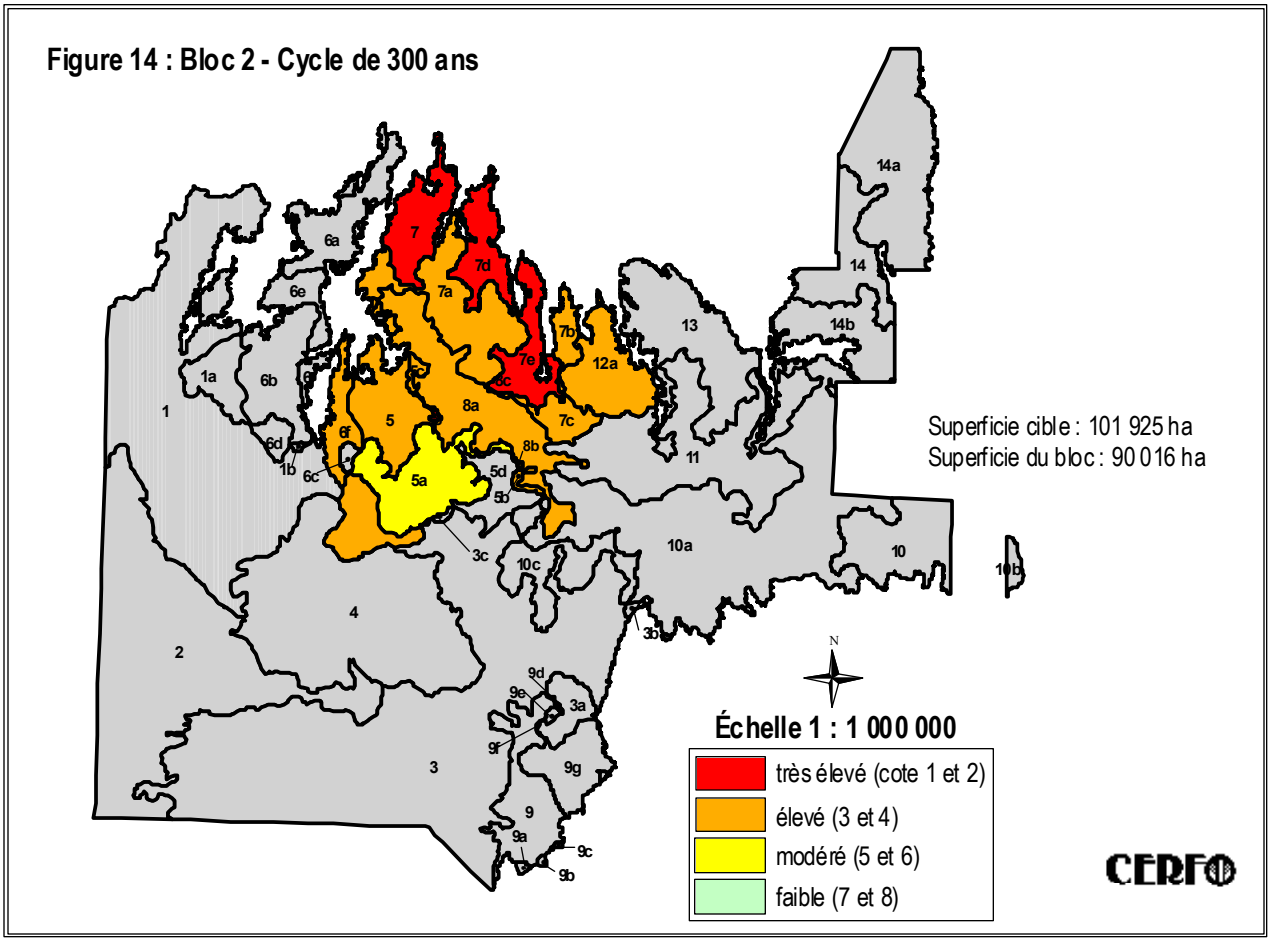


Tableau 15 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 2 – cycle de feu de 300 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	15								
Feuillu					2	1	1		
Mélangé		1	1		7	3	3		2
Résineux	9	1			37	8	7		1

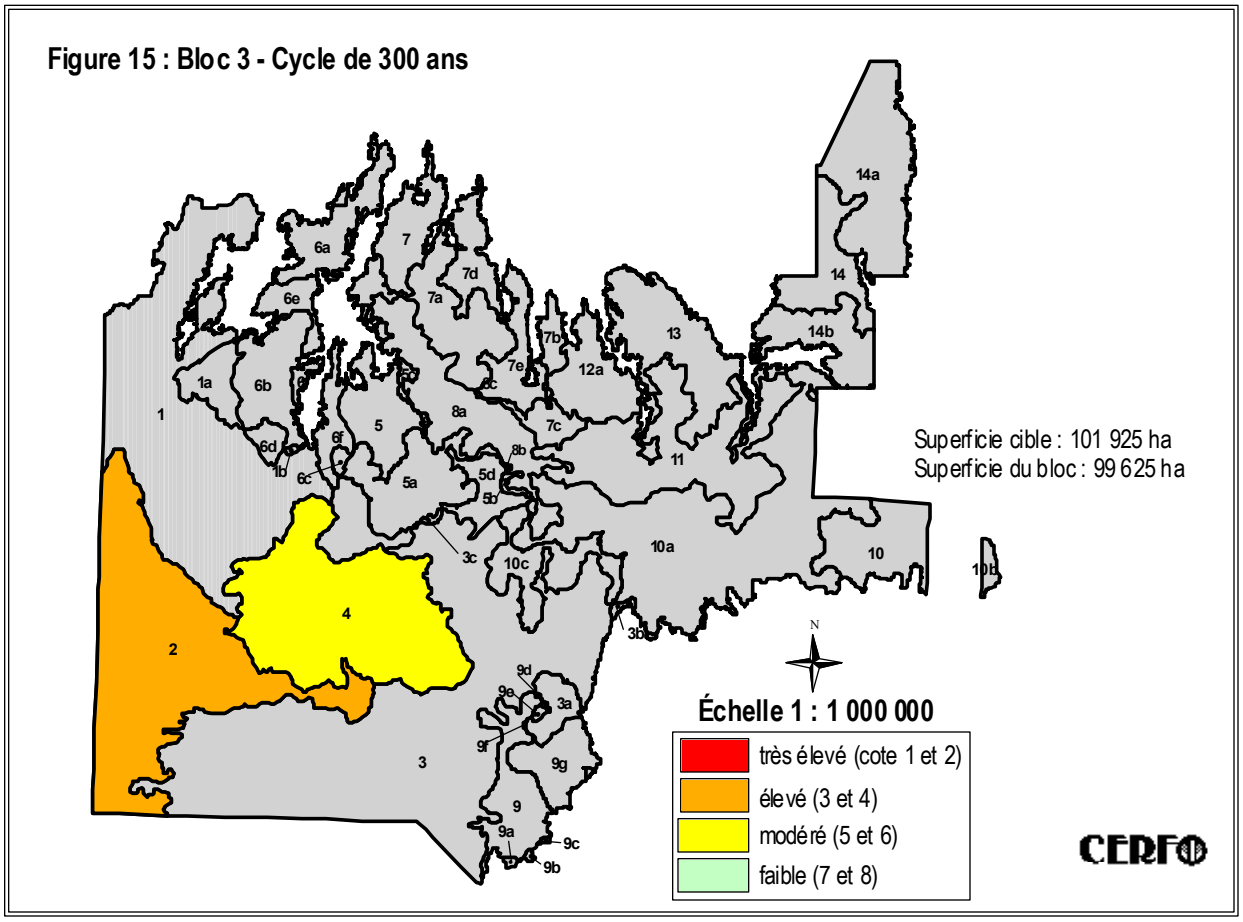


Tableau 16 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 3 – cycle de feu de 300 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	37								
Feuillu			1	4	1	1			
Mélangé		1	5	8	2	1		1	1
Résineux	1		8	19	3	1	3		1

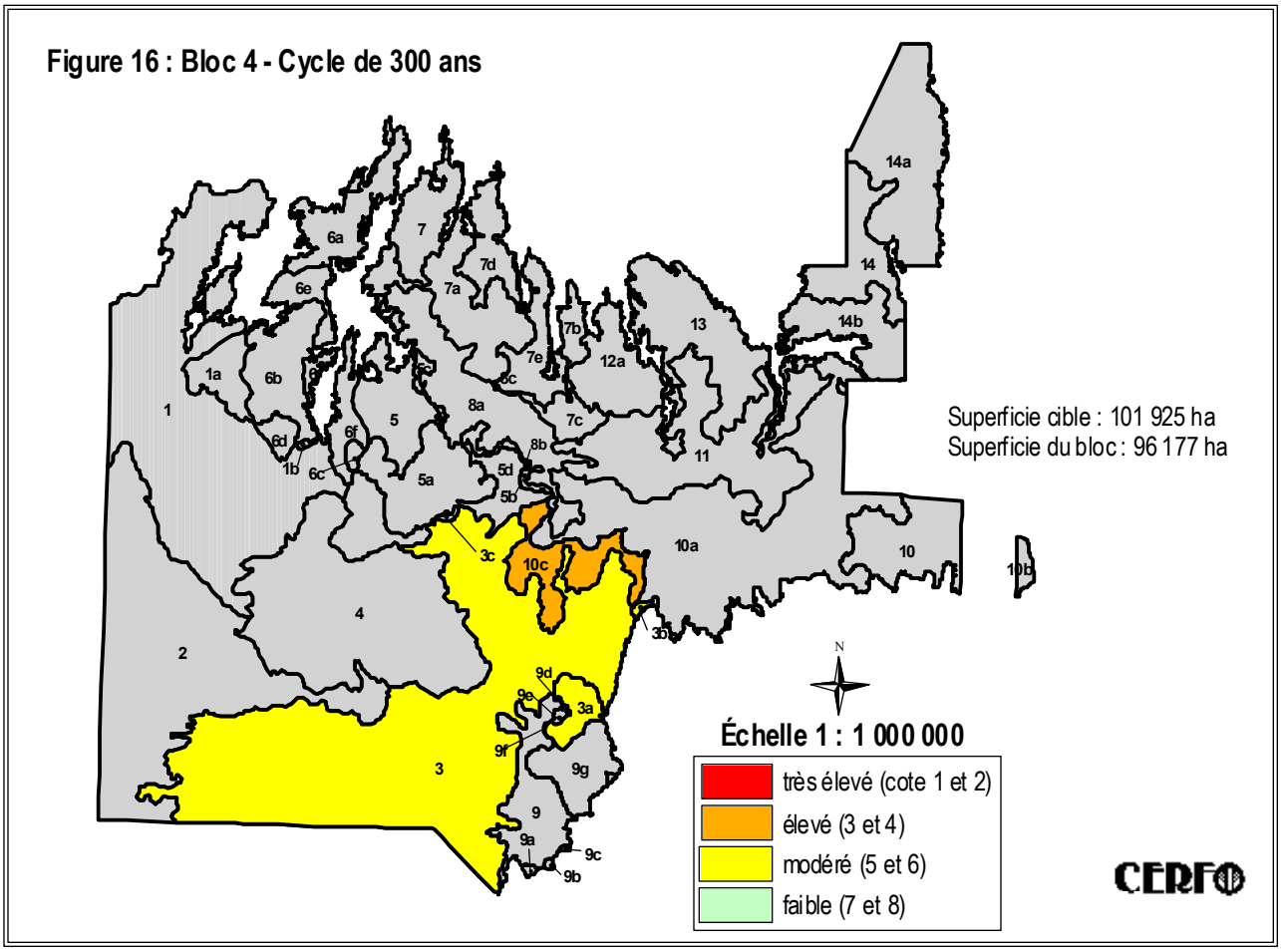


Tableau 17 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 4 – cycle de feu de 300 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	3								
Feuillu		1	4	10	11	4	1		
Mélangé		2	6	8	14	2	1	2	1
Résineux			4	7	14	2	3		

Figure 17 : Bloc 5 - Cycle de 300 ans

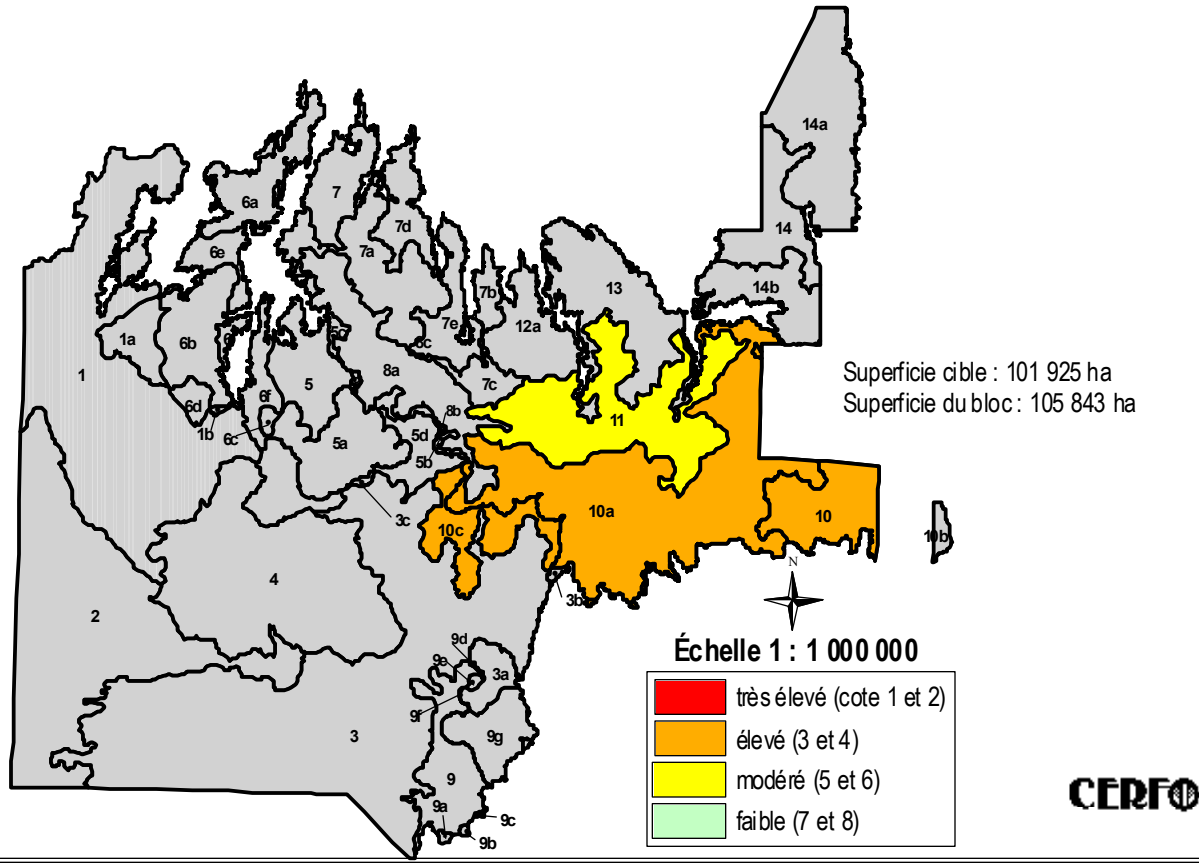


Tableau 18 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 5 – cycle de feu de 300 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	7								
Feuillu		4		1	3	4			
Mélangé		19	5	2	6	6	1	1	1
Résineux	2	6	8	5	8	5	3	1	1

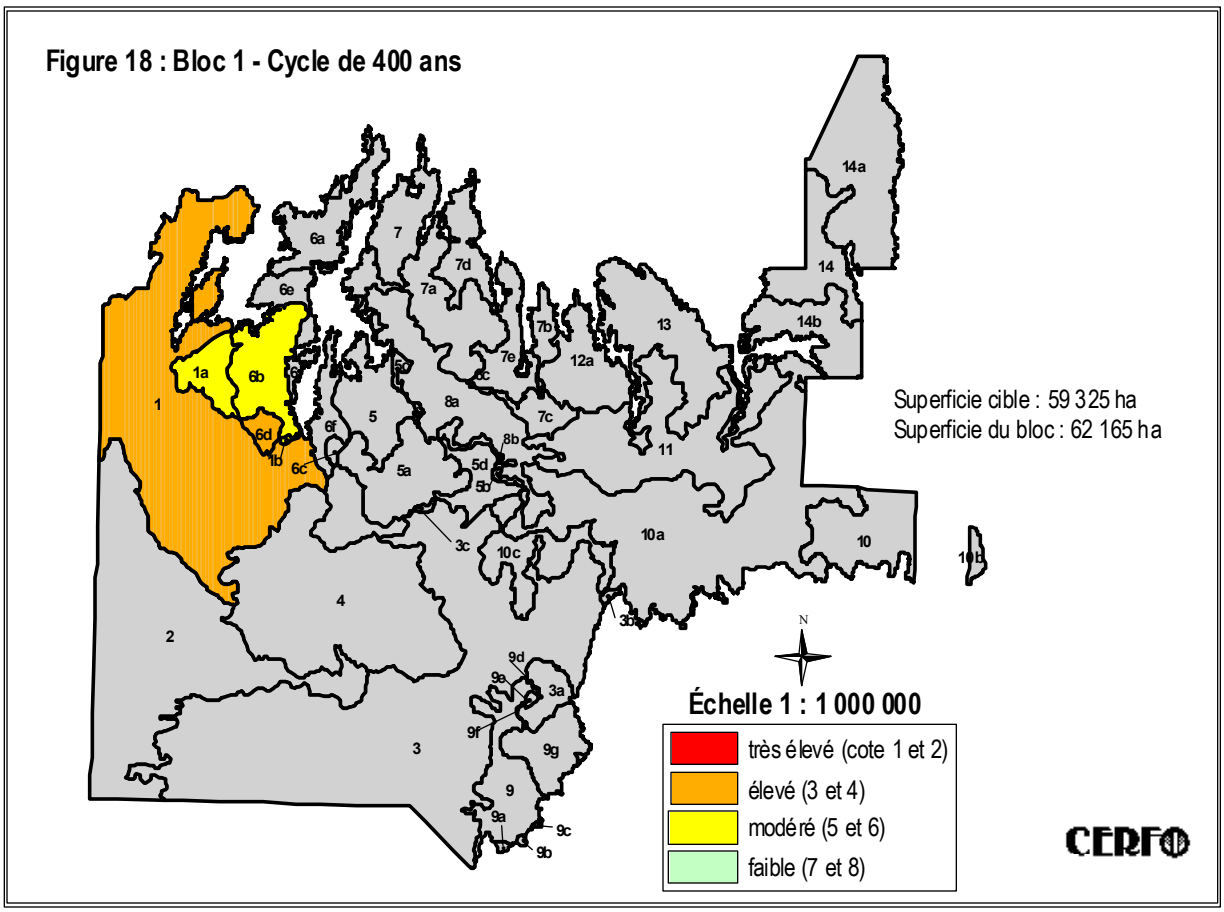


Tableau 19 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 1 – cycle de feu de 400 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.									
Feuillu				4		1			
Mélangé		1	1	9	2	2	4		2
Résineux			2	41	8	7	14		3

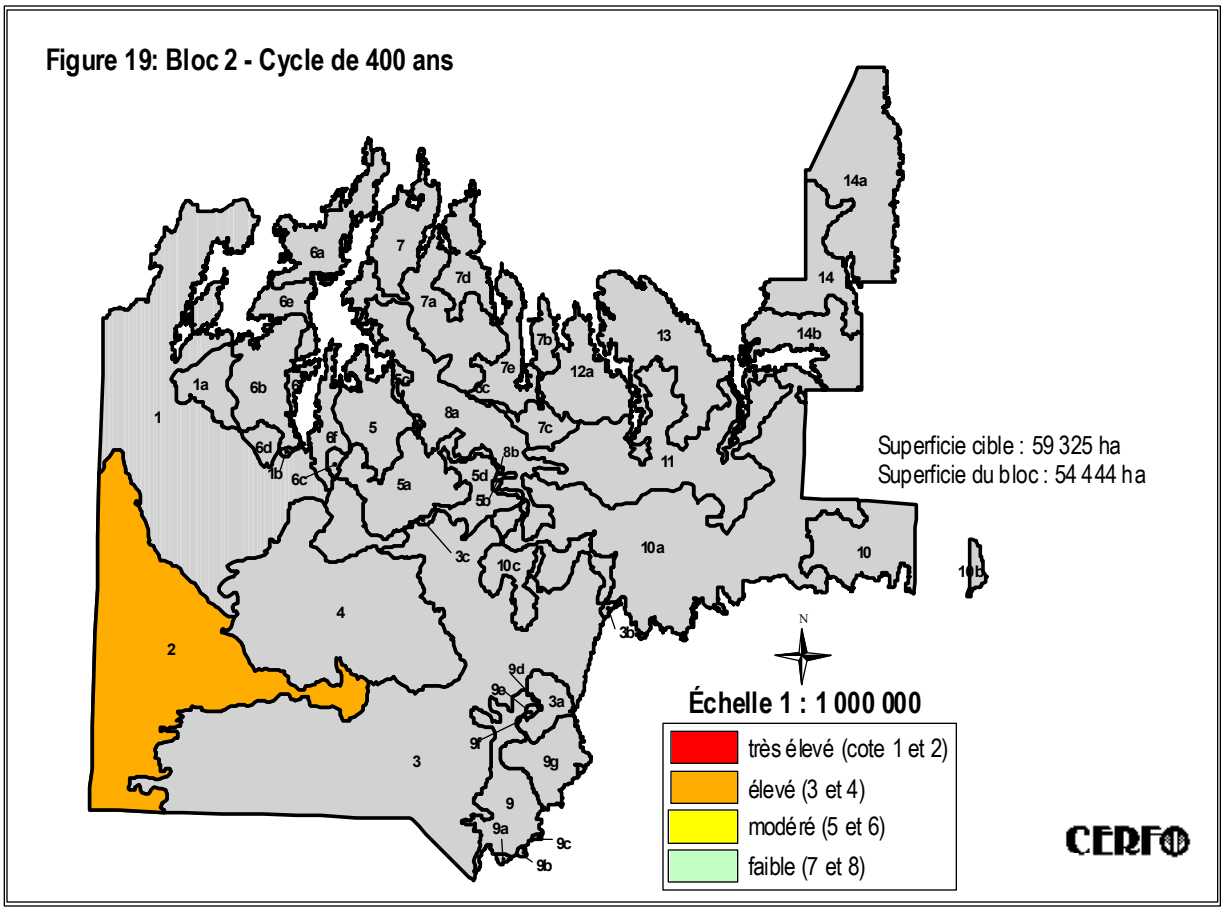


Tableau 20 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 2 – cycle de feu de 400 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	1								
Feuillu		1	1	6	1	1			
Mélangé		2	6	13	3	1		1	2
Résineux			14	33	5	2	5	1	1

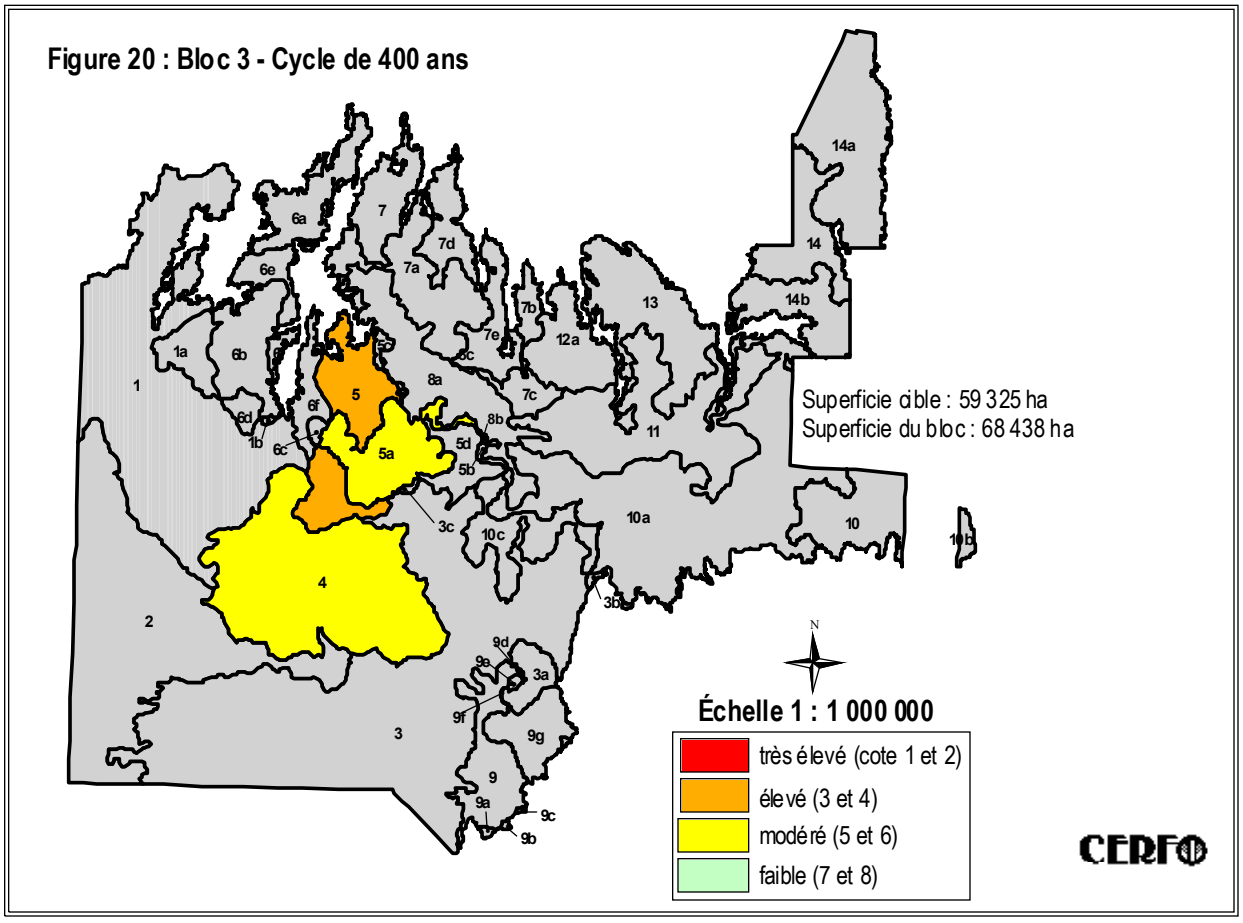


Tableau 21 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 3 – cycle de feu de 400 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	61								
Feuillu				1	2				
Mélangé		1	2	1	4	1	1		1
Résineux	2		1	1	17	1	2		

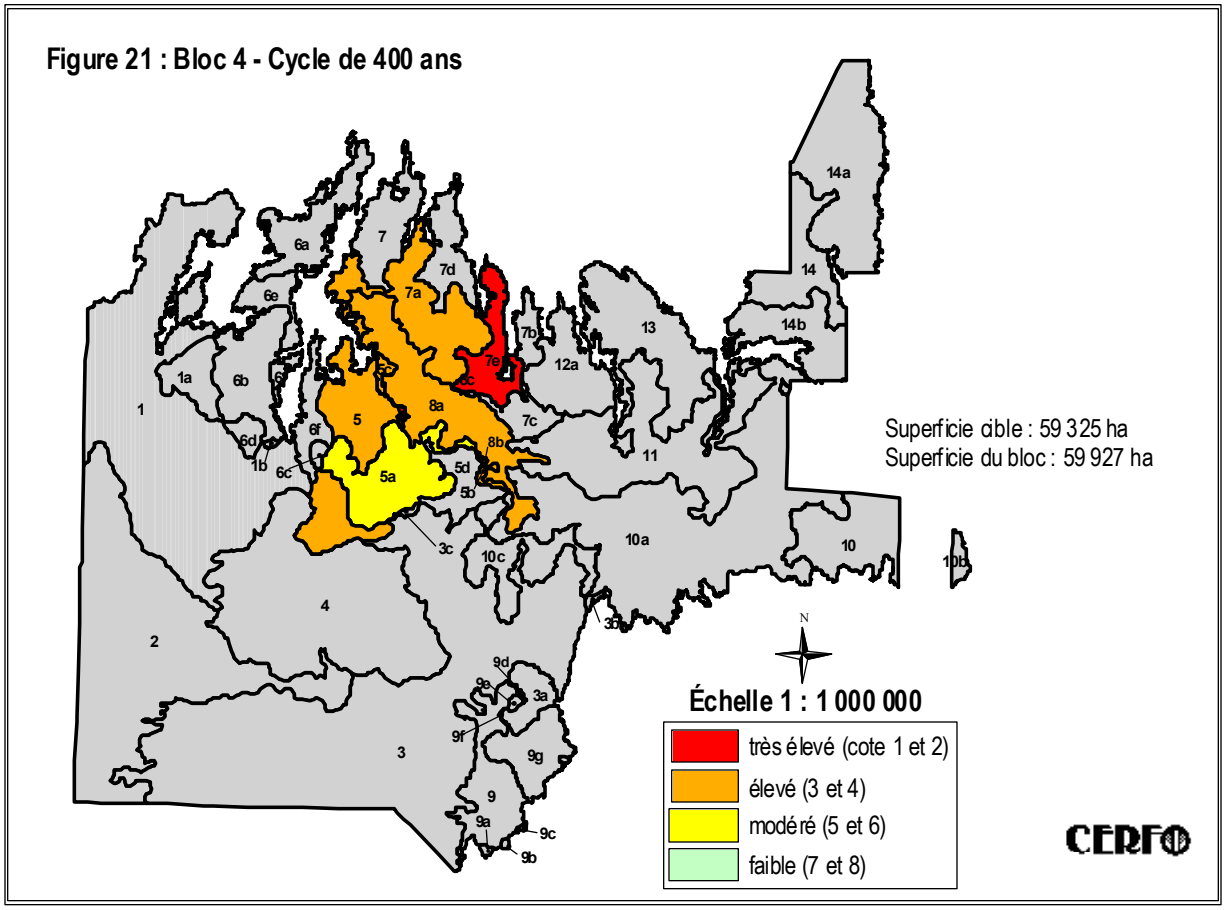


Tableau 22 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 4 – cycle de feu de 400 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	19								
Feuillu					2	1	1		
Mélangé		1	1		6	2	3		2
Résineux	10	1			34	9	7		1

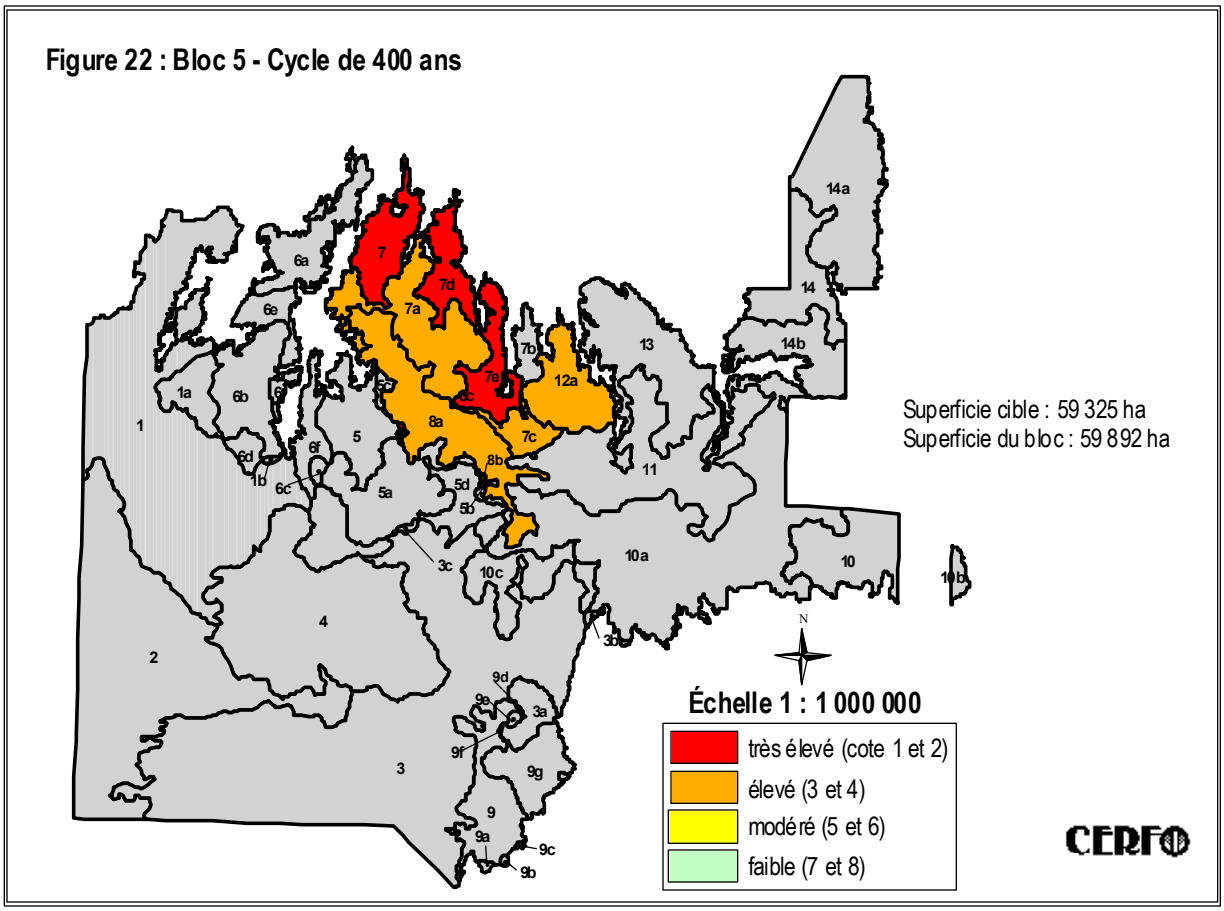


Tableau 23 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 5 – cycle de feu de 400 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	11								
Feuillu		1			2	2	1		
Mélangé		1	1		6	4	4		3
Résineux	13	2			30	10	7		1

Figure 23 : Bloc 6 - Cycle de 400 ans

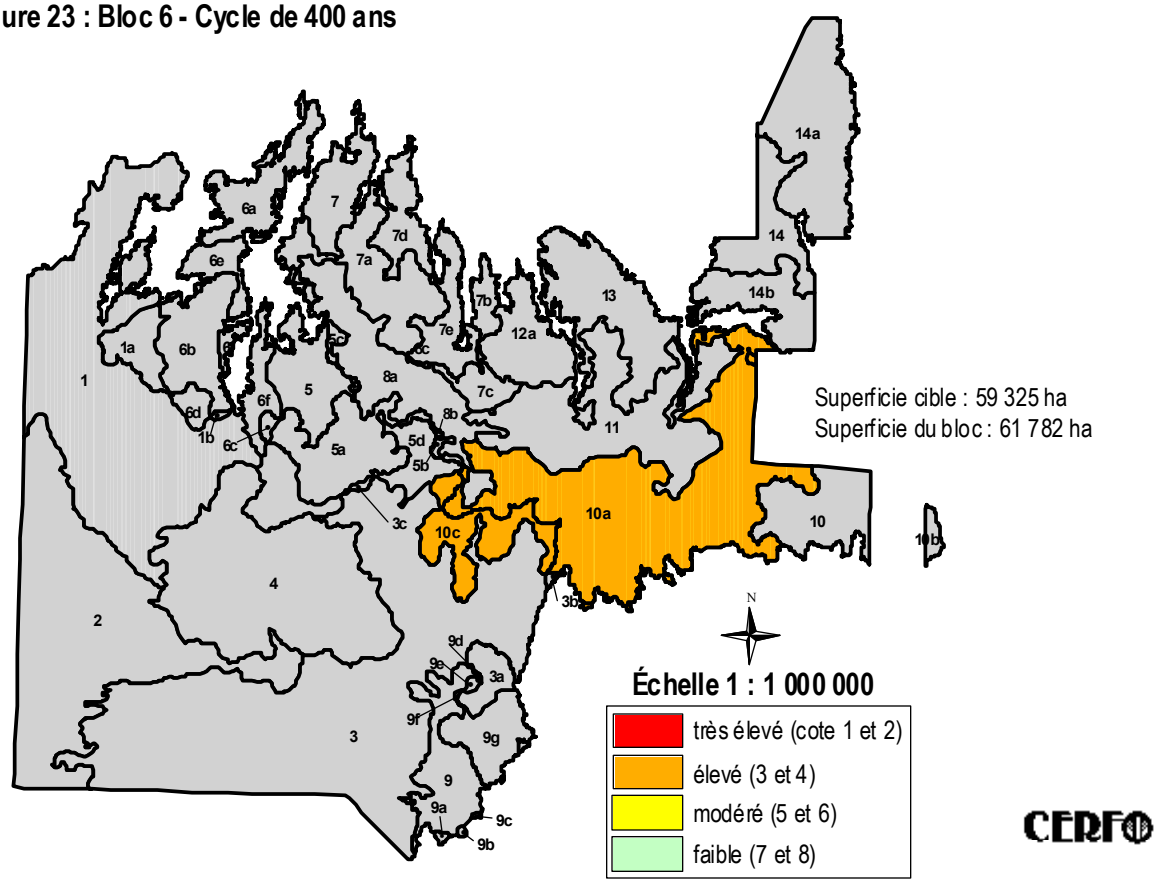


Tableau 24 - Pourcentages de superficie occupés par les combinaisons de type de peuplement et classe d'âge cartographique pour le bloc 6 – cycle de feu de 400 ans

Type du peuplement	Âge cartographique								
	Non dét.	10	30	50	70	90	120	JIN	VIN
Non dét.	7								
Feuillu		2		1	1	1			
Mélangé		18	7	3	6	5	1	1	1
Résineux	2	5	11	6	12	4	4	1	1

Par la suite, chaque sous-secteur de la carte de susceptibilité au feu a été redécoupé en fonction du compartimentage initial utilisé dans le calcul de possibilité. Ainsi par exemple, le sous-secteur 5a est scindé en deux compartiments 5aFEU1995 et 5aFORESTIER, le sous-secteur 5b devient le compartiment 5bFORESTIER, etc. Notons que certains sous-secteurs n'ont pas été simulés dans le cadre de l'exercice, ceci en raison de l'impossibilité d'en faire une bloc dans lequel la propagation du feu se ferait dans une orientation ouest – est. En effet, certains secteurs sont placés de telle façon que le risque de propagation d'un incendie à des compartiments voisins est faible ou nul, puisqu'ils sont entourés d'eau à l'est et à l'ouest ou sont situés à la bordure est de l'aire commune.

Pour chaque bloc, un calcul de possibilité à rendement soutenu a été réalisé en excluant le bloc en cause avant la période critique. Ceci imite le passage d'un feu avant la période critique à l'endroit où le bloc est localisé. Les tableaux 25 à 28 présentent la synthèse des résultats des simulations pour chaque bloc, et pour les 2 scénarios de cycle de feu. Une nouvelle possibilité forestière pour l'aire commune a alors été évaluée (rend. sout. (m^3)). L'impact sur le rendement soutenu a été exprimé en différence volumétrique (Impact r. s. (m^3)) ainsi qu'en pourcentage (Impact (%)). Parallèlement, la proportion du bloc considérée comme accessible a été calculée (Prop. Access.). Elle sert de paramètre d'analyse des résultats.

La superficie totale de chaque bloc est également présentée (Superficie (ha)). La différence entre la superficie cible et la superficie du bloc a été calculée (Différence / sup. cible). Elle est négative lorsque le bloc est plus petit que la superficie cible. Cette information permet d'évaluer la justesse du compartimentage par rapport à la superficie cible. Elle est aussi utilisée pour réajuster par la suite la superficie du bloc à la superficie cible, afin de supprimer les disparités entre les différents blocs et d'établir alors une base de comparaison équivalente entre ces derniers, puisque le découpage en blocs demeure théorique. Le réajustement des superficies des blocs par rapport à la superficie cible a enfin permis de réajuster la possibilité forestière (Rend. sout. aj. (m^3)) ainsi que l'impact sur le rendement soutenu exprimé en différence volumétrique (Impact r. s. aj. (m^3)) puis en pourcentage (Impact aj. (%)).

Notons que les simulations ont été réalisées pour les deux plus grands groupes de calcul du calcul de possibilité original (SEPM et RFI), les autres groupes ayant un impact plus marginal sur la possibilité forestière résineuse de l'aire commune. Les groupes SEPM et RFI réfèrent aux essences prioritaires sapin, épinette, pin gris et mélèze.

Les résultats des simulations sont également présentés par bloc dans l'annexe 8.

Tableau 25 - Bilan des simulations pour le groupe SEPM – cycle de feu de 400 ans

	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Bloc 5	Bloc 6
Superficie (ha)	62 165	54 444	68 438	59 927	59 892	61 782
Différence / sup. cible (ha)	2 840	-4 881	9 113	602	567	2 457
Prop. Acces.	21%	0%	15%	67%	68 %	85%
Rend. sout. (m^3)	608 500	613 000	627 000	607 000	601 500	587 500
Impact r. s. (m^3)	-19 500	-15 000	-1 000	-21 000	-26 500	-40 500
Impact (%)	-3,1%	-2,4%	-0,2%	-3,3%	-4,2%	-6,4%
Rend. Sout. aj. (m^3)	580 701	667 957	543 511	600 902	595 806	564 136
Impact r. s. aj. (m^3)	-18 609	-16 345	-867	-20 789	-26 249	-38 889
Impact aj. (%)	-3,0%	-2,6%	-0,1%	-3,3%	-4,2%	-6,2%

Superficie (ha) : Superficie réelle du bloc (ha)
Différence / sup. cible (ha) : Différence entre la superficie réelle du bloc et la superficie cible
Prop. Access. : Pourcentage de superficie du bloc qui est accessible
Rend. sout. (m^3) : Rendement soutenu sur l'aire commune (m^3), en excluant le bloc avant la période critique
Impact r. s. (m^3) : Impact de l'exclusion du bloc sur le rendement soutenu (m^3)
Impact (%) : Impact de l'exclusion du bloc sur le rendement soutenu (%)
Rend. sout. aj. (m^3) : Rendement soutenu ajusté de l'aire commune, calculé en réajustant la superficie du bloc à la superficie cible (m^3)
Impact r. s. aj. (m^3) : Impact de l'exclusion du bloc sur le rendement soutenu ajusté (m^3)
Impact aj. (%) : Impact de l'exclusion du bloc sur le rendement soutenu ajusté (%)

Tableau 26 - Bilan des simulations pour le groupe SEPM – cycle de feu de 300 ans

	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Bloc 5
Superficie (ha)	101 323	90 016	99 625	96 177	105 843
Différence / sup. cible (ha)	-602	-11 909	-2 300	-5 748	3 918
Prop. Acces.	31%	61%	0%	3%	79%
Rend. sout. (m^3)	556 000	547 500	590 500	582 000	531 000
Impact r. s. (m^3)	-72 000	-80 500	-37 500	-46 000	-97 000
Impact (%)	-11,5%	-12,8%	-6,0%	-7,3%	-15,4%
Rend. Sout. aj. (m^3)	559 303	619 934	604 133	616 783	511 344
Impact r. s. aj. (m^3)	-72 428	-91 150	-38 366	-48 749	-93 409
Impact aj. (%)	-11,5%	-14,5%	-6,1%	-7,8%	-14,9%

Tableau 27 - Bilan des simulations pour le groupe RFI – cycle de feu de 400 ans

	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Bloc 5	Bloc 6
Superficie (ha)	62 165	54 444	68 438	59 927	59 892	61 782
Différence / sup. cible (ha)	2 840	-4 881	9 113	602	567	2 457
Prop. Acces.	21%	0%	15%	67%	68%	85%
Rend. sout. (m^3)	75 500	72 500	76 500	76 000	75 500	72 000
Impact r. s. (m^3)	1 500	-1 500	2 500	2 000	1 500	-2 000
Impact (%)	2,0%	-2,0%	3,4%	2,7%	2,0%	-2,7%
Rend. Sout. aj. (m^3)	72 051	79 000	66 313	75 237	74 785	69 137
Impact r. s. aj. (m^3)	1 431	-1 634	2 167	1 980	1 486	-1 920
Impact aj. (%)	1,9%	-2,2%	2,9%	2,7%	2,0%	-2,6%

Tableau 28 - Bilan des simulations pour le groupe RFI – cycle de feu de 300 ans

	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Bloc 5
Superficie (ha)	101 323	90 016	99 625	96 177	105 843
Différence / sup. cible (ha)	-602	-11 909	-2 300	-5 748	3 918
Prop. Acces.	31%	61%	0%	3%	79%
Rend. sout. (m^3)	72 000	73 500	70 000	62 500	63 500
Impact r. s. (m^3)	-2 000	-500	-4 000	-11 500	-10 500
Impact (%)	-2,7%	-0,7%	-5,4%	-15,5%	-14,2%
Rend. Sout. aj. (m^3)	72 428	83 224	71 616	66 235	61 149
Impact r. s. aj. (m^3)	-2 012	-566	-4 092	-12 187	-1 111
Impact aj. (%)	-2,7%	-0,8%	-5,5%	-16,5%	-13,7%

3.3.2 Synthèse des effets de possibilité forestière

Les figures 24 à 27 présentent respectivement les impacts relatifs et ajustés du passage d'un feu dans les groupes de calcul SPEM et RFI pour des cycles de 300 et 400 ans.

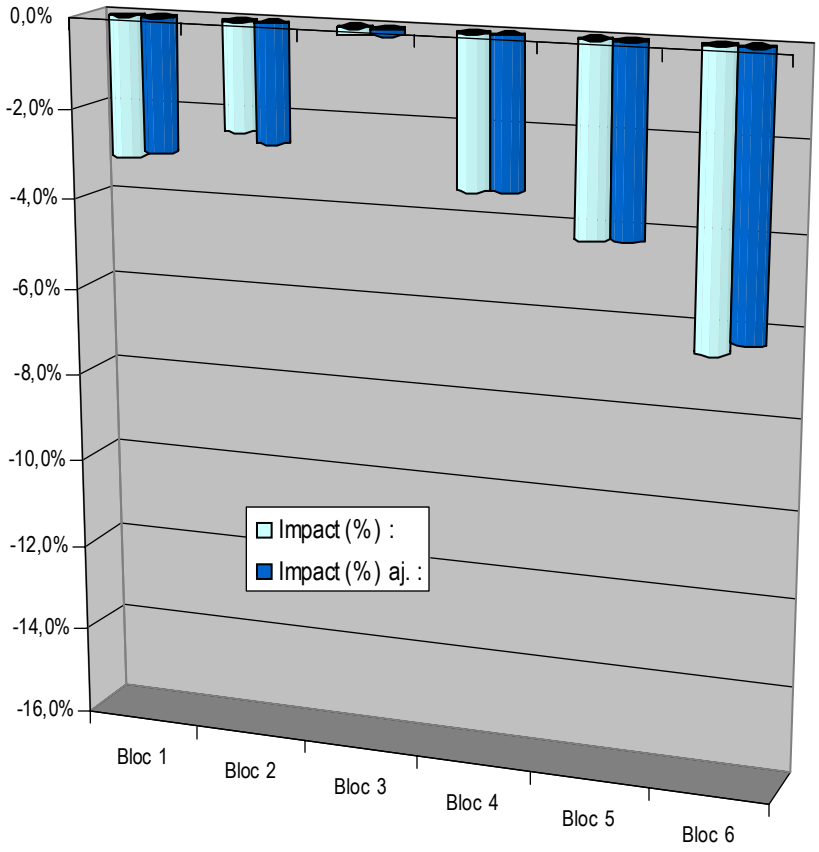


Figure 24 - Impact relatif du passage d'un feu dans les différents blocs – Cycle de 400 ans - SEPM

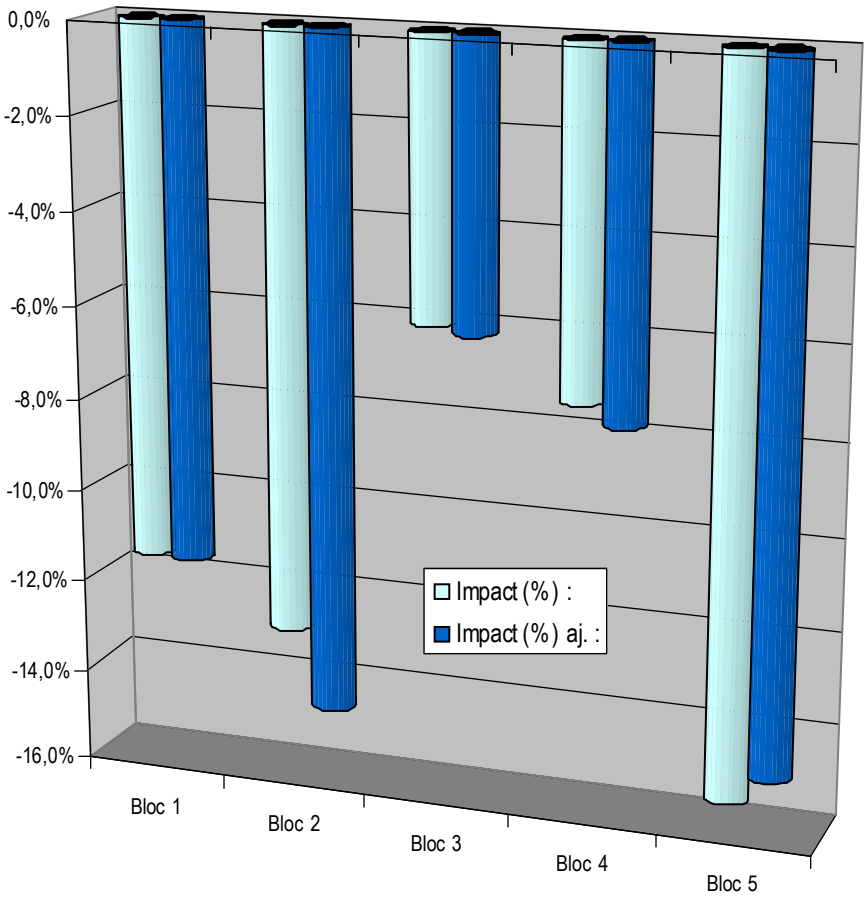


Figure 25 - Impact relatif du passage d'un feu dans les différents blocs – Cycle de 300 ans - SEPM

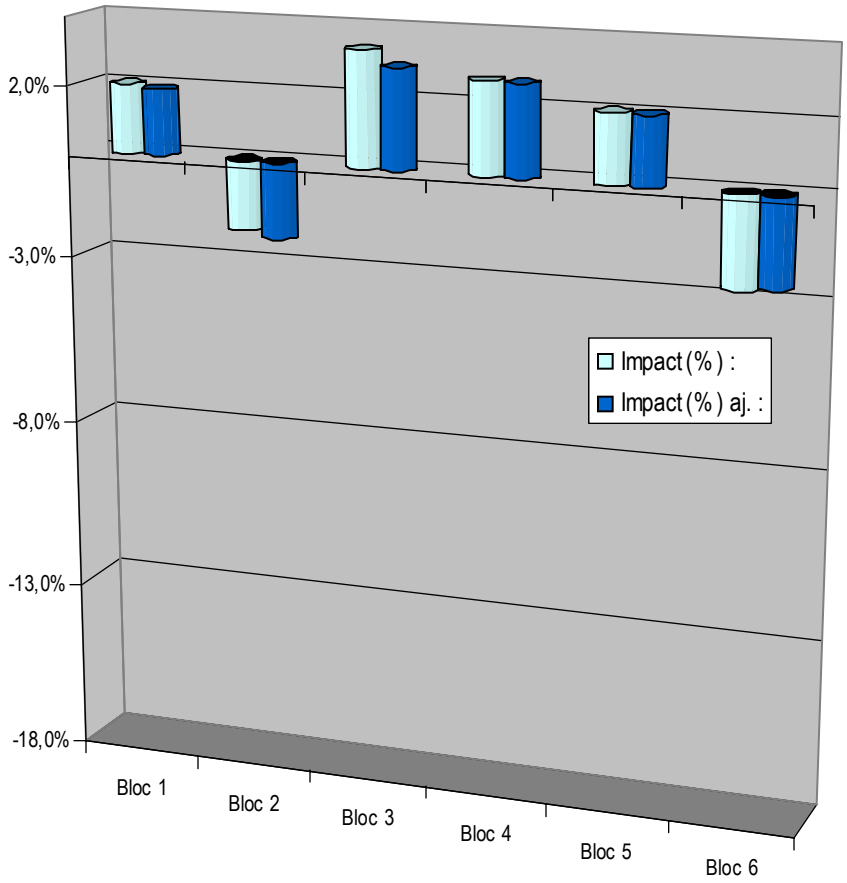


Figure 26 - Impact relatif du passage d'un feu dans les différents blocs – Cycle de 400 ans - RFI

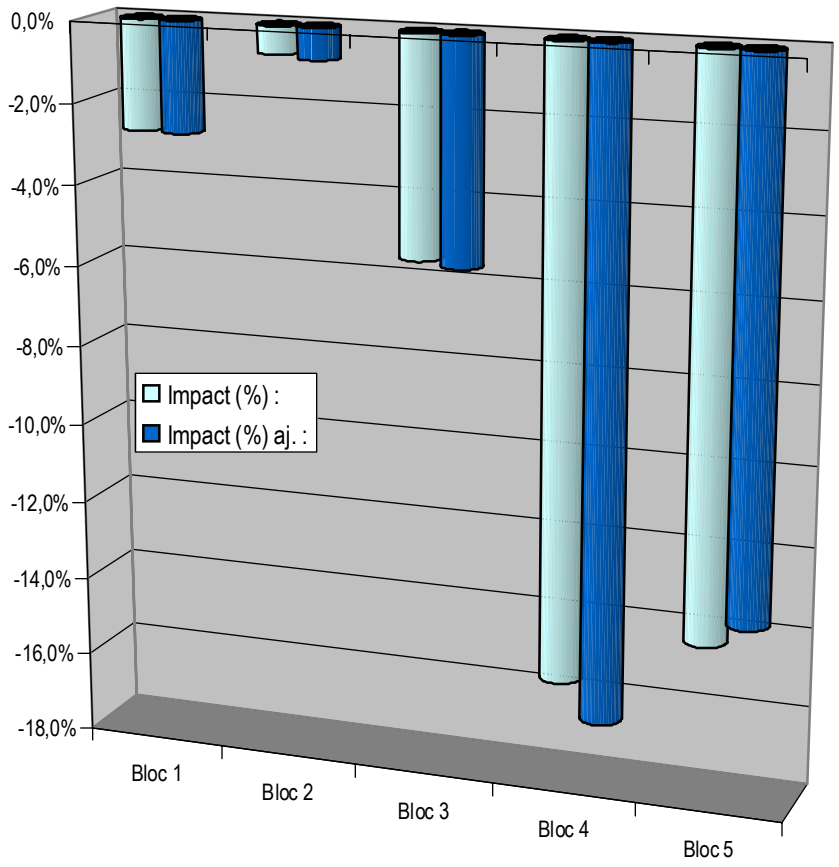


Figure 27 - Impact relatif du passage d'un feu dans les différents blocs – Cycle de 300 ans - RFI

Les figures 28 et 29 présentent respectivement la proportion de chaque bloc considérée comme accessible pour les cycles de 400 et 300 ans.

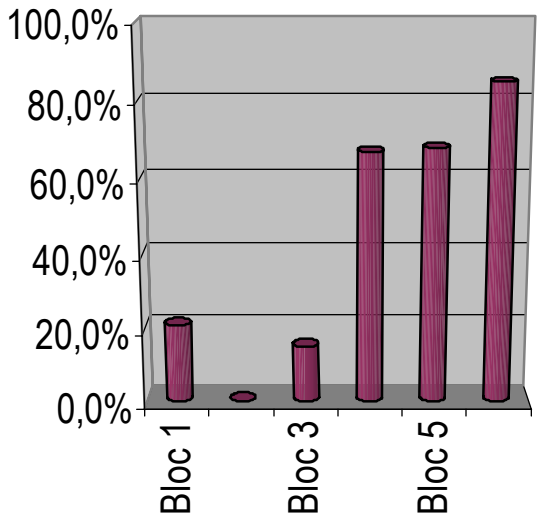


Figure 28 - Proportion de chaque bloc considérée comme accessible – Cycle de 400 ans

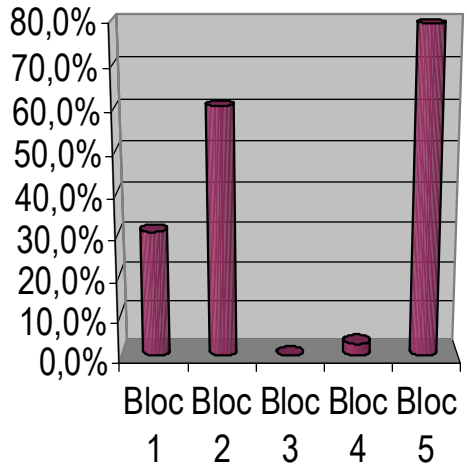


Figure 29 - Proportion de chaque bloc considérée comme accessible – Cycle de 300 ans

Les figures 30 et 31 présentent respectivement l'indice de susceptibilité synthèse de chaque bloc pour les cycles de 400 et 300 ans. Cet indice est calculé en pondérant par la superficie, l'indice de chaque sous-secteur qui compose un bloc. Il donne donc un aperçu global de la susceptibilité de chacun des blocs. Plus l'indice est faible, plus la susceptibilité est grande.

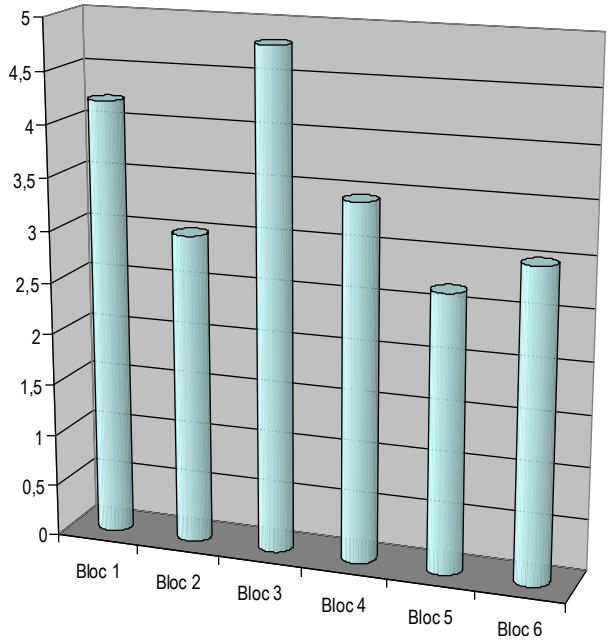


Figure 30 - Indice de susceptibilité synthèse des blocs – Cycle de 400 ans

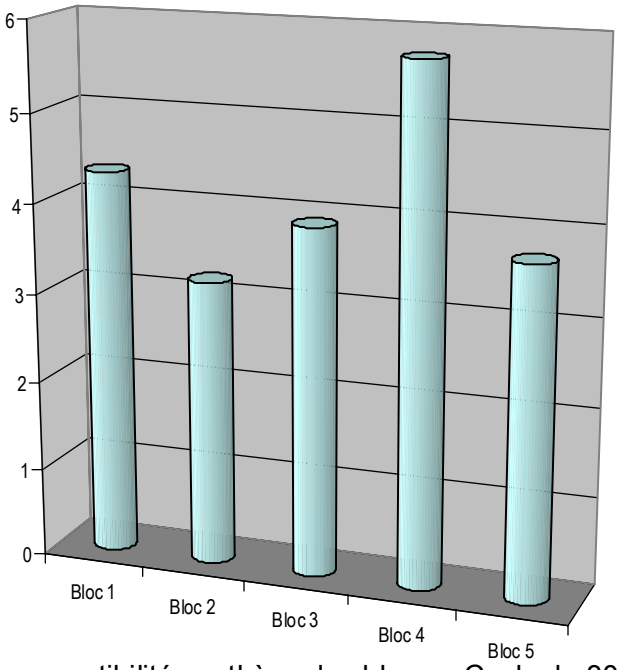


Figure 31 - Indice de susceptibilité synthèse des blocs – Cycle de 300 ans

3.4 Analyse de l'impact du feu sur l'effet de possibilité

3.4.1 Application au groupe de calcul SEPM

Les résultats de simulations nous montrent une différence importante entre les cycles de 300 et 400 ans, le cycle de 300 ans montrant les pires résultats (effet négatif sur la possibilité jusqu'à plus de 14 %). Aussi ce cycle doit-il être considéré comme prioritaire en terme de mesures de mitigation pour diminuer les impacts potentiels du feu. À l'intérieur de ce cycle, les blocs les plus pénalisés par le feu sont les blocs 1, 2 et 5. L'examen des superficies accessibles révèle que le bloc 5 est le mieux desservi par le réseau routier actuel (près de 80 % accessible). La très bonne accessibilité de ce secteur est certainement due au fait que celui-ci a été récolté en grande partie dans les 20 dernières années. Ceci explique, entre autres, que la susceptibilité de ce secteur soit très élevée, étant donné qu'il doit être majoritairement composé de bois jeunes, qui seront prêts à être récoltés d'ici 50 à 70 ans, c'est-à-dire au moment de la prochaine période critique.

En cas d'incendie, on peut supposer que ce bloc pourrait faire l'objet d'un contrôle terrestre rapide et bien réparti. La mitigation de l'impact du bloc 5 sur la possibilité repose donc plutôt sur le contrôle de la composition forestière qui se révèle à la fois trop résineuse (tableau 18) et homogène en terme de répartition des classes d'âge. Une récolte périodique soutenue durant les prochaines périodes dans ce bloc, permettrait de régulariser la distribution des classes d'âge et de créer une mosaïque forestière peu propice à la progression des feux.

Les blocs 1 et 2 sont plus problématiques, le bloc 1 étant particulièrement inquiétant. Ils sont à la fois peu accessibles et présentent un impact très significatif. Ici, le développement du réseau routier se révèle d'une importance cruciale pour la mitigation des impacts potentiels. En plus, l'indice synthèse de susceptibilité au feu nous indique que le bloc 2 est l'un des blocs les plus vulnérables. Si l'on s'intéresse à la répartition des combustibles dans chaque bloc (tableau 18) on remarque également que les blocs 1 et 2 sont composés de combustibles extrêmement inflammables (ces 2 blocs sont composés exclusivement de sous-secteurs dominés par les combustibles résineux). Il est donc primordial d'agir au niveau de la mosaïque forestière et d'augmenter la composante feuillue de ces 2 blocs.

Fait à souligner, les blocs 3 et 4 présentent des impacts modérés sur le rendement soutenu, ce qui s'explique en partie par la composition de la mosaïque forestière dont la proportion en combustibles mélangés et feuillus est importante (tableau 29). Par contre, même si les impacts sur le rendement soutenus sont modérés, ils se révèlent particulièrement dangereux puisque la couverture routière y est virtuellement absente. Dans une telle situation, il serait imprudent de ne pas s'en préoccuper puisqu'ils risquent de propager l'incendie hors des frontières de ces blocs, sans contrôle terrestre disponible. L'amélioration de son accessibilité est donc impérative, après s'être intéressé aux blocs 1 et 2.

Tableau 29 - Pourcentage de la superficie du bloc couverte par les classes de combustibles regroupés, en fonction de la nomenclature attribuée à chaque sous-secteur

Catégorie de combustibles regroupés	Blocs (cycle de feu de 300 ans)				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Résineux	**89**	**73**			
Résineux-herbacés		18			
Résineux-mélangés	11		**55**	9	**58**
Mélangés-résineux					**42**
Mélangés			**45**		
Mélangés-feuillus				**89**	
Feuillus-résineux		9		2	

3.4.2 Application au groupe de calcul RFI

Le groupe de calcul RFI présente des résultats de calcul étonnants pour le cycle de 400 ans. Le passage du feu dans certains blocs provoque une augmentation de la possibilité forestière. Cette situation est due à la rigueur dont Sylva II fait preuve en matière de priorités de récolte qu'il accorde à certaines strates. En effet, comme les hypothèses de simulation déterminées par l'aménagiste font en sorte que le logiciel récolte en priorité des strates de faible accroissement, le fait de bloquer certains compartiments peut forcer la récolte de strates alternatives de meilleure croissance, qui sont souvent sur de meilleurs sites et présentent des volumes supérieurs. Le fait de retirer ces blocs peut alors produire un effet positif sur le rendement soutenu.

Toutefois, les impacts en cause demeurent très légers, se situant essentiellement à l'intérieur d'une marge de –3 à +3 %. En somme, les impacts pour le cycle de 400 ans sont peu préoccupants. Encore une fois, le bloc 2 se révèle délicat par son manque d'accessibilité. Malgré un impact léger sur le rendement soutenu et une susceptibilité synthèse marginale, sa faible accessibilité pourrait rendre difficile la lutte contre un incendie et le risque de propagation aux compartiments adjacents serait important.

Comme dans le cas du SEPM, le cycle de 300 ans demeure le plus préoccupant. Les pertes de possibilité anticipées pour les blocs 4 et 5 et 3 dépassent respectivement les 15, 14 et 5 %. Aussi, les blocs 3 et 4 présentent une très mauvaise accessibilité. Enfin, les indices de susceptibilité globale des blocs 4 et 3 sont parmi les pires de ce groupe. L'amélioration de l'accessibilité des blocs est impérative.

Encore une fois, la composition du bloc 5 et la distribution des classes d'âge qu'on y trouve expliquent son impact négatif important sur la possibilité forestière. À ce chapitre, soulignons que les essences principales objectif identifiées dans le groupe RFI sont essentiellement les essences résineuses. Sous le vocable RFI, le lecteur doit comprendre que les volumes touchés par le feu et présentés dans l'analyse actuelle sont des volumes SEPM. De sorte que la même approche de variation de la composition en essence et en classe d'âge s'applique autant au groupe RFI qu'au groupe SEPM.

4. Proposition de mesures générales visant à augmenter la résistance de la forêt au risque de feu

4.1. Ce que suggère la littérature

Selon Hirsch K. *et al.* (2001), « l'aménagement intelli-feu » (fire-smart management) vise à utiliser les pratiques d'aménagement forestier d'une manière proactive et planifiée, de façon à réduire les superficies forestières touchées par les incendies. Les actions générales préconisées à cette fin sont les suivantes :

- Réduire la susceptibilité au feu au niveau du paysage;
- Réduire le potentiel d'allumage des incendies;
- Augmenter la capacité de suppression des feux.

Ces mêmes auteurs mentionnent que la plupart des grands feux arrivent lorsque le nombre d'allumage excède la capacité d'extinction en attaque initiale par les ressources humaines en place, ou encore lorsque le comportement du feu est si extrême que les efforts de suppression s'avèrent inefficaces ou impossibles pour des raisons de sécurité. Or, comme il est impossible d'agir sur les conditions météo, la topographie ou les caractéristiques du milieu physique, l'augmentation de l'accessibilité au territoire et la modification de la nature des combustibles disponibles constituent les principales options proactives pouvant contribuer à réduire l'intensité et la vitesse de propagation potentielle d'un grand feu.

Pour ce faire, plusieurs actions conjointes sont préconisées :

- la *conversion* d'un combustible très inflammable en un combustible moins inflammable;
- la *diminution* de la superficie occupée par un combustible très inflammable;
- l'*isolation* des combustibles particulièrement inflammables au sein d'une aire dont les combustibles sont peu inflammables et qui constituent de bons coupe-feu.

Dans le but de limiter la propagation des feux, il est donc important (1) d'éviter à l'échelle du paysage, la présence de grandes étendues de combustibles très inflammables et (2) de créer, à l'aide du patron de coupes choisi, une mosaïque de zones composées de combustibles à faible inflammabilité, qui morcelleraient les surfaces occupées par des combustibles fortement inflammables. On entend par combustibles à faible inflammabilité les forêts feuillues ou mixtes pouvant être combinées à des routes, lacs, rivières, ou autres éléments représentant un obstacle à la propagation des incendies (comme les milieux humides). Les combustibles fortement inflammables sont constitués quant à eux, principalement de peuplements résineux, de peuplements mélangés où l'on observe la présence d'arbres morts dans les 13 dernières années par la TBE, de jeunes coupes avec présence de déchets de coupe.

4.2. Recommandations à l'échelle du territoire d'étude pour diminuer la susceptibilité au feu

Suites aux propositions recueillies dans la littérature et aux simulations réalisées pour un cycle de feu de 300 ans, nous suggérons les recommandations suivantes. Notons que le scénario de 300 ans a été retenu comme prioritaire en terme de mesures de mitigation pour diminuer les impacts potentiels du feu, car il entraîne les pertes de possibilité les plus importantes.

Accessibilité du territoire

Il est primordial d'améliorer l'accessibilité de tout territoire isolé, de manière à favoriser une intervention humaine rapide dès qu'un incendie est déclaré. Il est donc impératif de développer en priorité l'accessibilité du bloc 1 (scénario d'un cycle de feu de 300 ans), car 70 % de ce secteur est non accessible et les effets du passage de feux récurrents sur la possibilité forestière y sont parmi les plus importants. Il est également important de développer l'accessibilité des blocs 3 et 4 (scénario d'un cycle de feu de 300 ans), car même si les effets du passage des feux sur la possibilité sont parmi les plus faibles, la couverture routière y est pour ainsi dire absente.

Renforcement de la mosaïque forestière

- **Augmenter la proportion des essences feuillues** dans les secteurs où les peuplements résineux dominent, de manière à éviter les grandes étendues de combustibles fortement inflammables. Les blocs à privilégier sont les blocs 1 et 2 (cycle de feu de 300 ans), puisqu'on y observe une très forte concentration de combustibles résineux et les impacts des feux récurrents sur le calcul de possibilité sont parmi les plus élevés. Le bloc 5 est également à considérer, car même si la proportion de combustibles mélangés est plus grande (42 % de combustibles mélangés-résineux et 58 % de résineux-mélangés), ce bloc est celui où l'impact sur le calcul de possibilité est le plus important.

- **Répartir les coupes dans l'espace, de manière à créer une mosaïque forestière** constituée de zones dominées par les feuillus entremêlées de portions de territoire résineuses. On peut, de plus, envisager de favoriser l'installation de peuplements feuillus selon un axe perpendiculaire à la progression régionale des feux (dans le cas de l'aire commune 043-20, les vents dominants sont orientés ouest-est, ce qui signifie que l'on pourrait réaliser des coupes qui favorisent l'installation des feuillus selon un axe nord-sud). Les blocs à privilégier sont à nouveau les blocs 1, 2 et 5.

- **Récolter de manière prioritaire les sites secs plus vulnérables à la TBE**, qui constituent les combustibles les plus inflammables dès que les peuplements sont touchés par la TBE.

- **Favoriser l'établissement et la croissance de la régénération** dans les secteurs récemment coupés.

- **Réduire la proportion de peuplements surannés** (on devrait cependant en conserver quelques-uns pour préserver la biodiversité).

- **Constituer des coupe-feu** dans tout secteur dont la susceptibilité au feu est au moins modérée.

Modalités particulières

- **Éviter de laisser les déchets de coupe** et débris morts suite aux interventions de coupe, dégagement ou EPC;

Calculs de possibilité

- **Prévoir une réduction de possibilité attribuable au passage récurrent de feux, si aucune mesure n'est mise en place au niveau de la gestion de la mosaïque forestière et du développement de l'accessibilité du territoire.** Pour l'aire commune 4320, les pires impacts sont respectivement de 97 000 m^3 dans le bloc 5 pour le groupe SEPM et de 11 500 m^3 dans le bloc 4 et le groupe RFI. Une stratégie « d'économie » de matière ligneuse récoltée, appliquée continuellement avant la période critique, permettrait de conserver le volume de bois requis pour éponger le déficit en volume occasionné par le passage récurrent des feux.

- **Dans le cas d'une politique de rendement accru, prévoir la constitution d'un « coussin »,** plutôt que d'augmenter la possibilité forestière et de générer de nouvelles attributions. Ce coussin devrait permettre de compenser les pertes de bois dues au passage des feux au moment de la période critique.

- **Appliquer la méthode développée dans cette étude à tout territoire visé par les calculs de possibilité à rendement soutenu.** Ceci permettra de connaître l'impact du passage de feux récurrents sur la possibilité forestière dudit territoire et de prioriser alors les mesures à mettre en place pour limiter les baisses de possibilité. Il est conseillé de prévoir l'occurrence d'un feu à la pire période sur l'horizon du calcul. Comme le fait de retirer certaines superficies du calcul de possibilité peut avoir un impact très variable sur le rendement soutenu, on propose d'effectuer plusieurs simulations en retirant différents blocs à tour de rôle pour évaluer leur impact respectif.

5. Conclusion

Le présent projet avait comme objectif principal d'évaluer la susceptibilité de l'aire commune 043-20 au passage des feux de forêt et d'en déduire les pertes potentielles de bois dues au passage de différents scénarios de feu de forêt. Pour ce faire, plusieurs études scientifiques ont tout d'abord été consultées, dont Grondin *et al.* (2000), Bergeron *et al.* (2001) et Lesieur (2001).

Ainsi, dans un premier temps, la longueur du cycle de feu qu'il faudrait appliquer dans la région de l'aire commune 043-20 a été déterminée. Il semble que l'utilisation d'un cycle de feu de 400 ans soit plus appropriée dans un contexte de projection dans le futur, mais un cycle de 300 ans a également été considéré dans l'optique d'une approche plus conservatrice de gestion des pertes de bois occasionnées par le passage des feux de forêt.

Les différents paramètres caractérisant le patron de répartition des feux de forêt ont ensuite été identifiés. Ces derniers ont permis d'estimer les principaux paramètres influençant la susceptibilité d'un territoire aux feux. La susceptibilité au feu est désignée ici comme étant le risque de subir le passage d'un incendie, en se basant sur les caractéristiques biophysiques du site. Les différents paramètres influençant la susceptibilité au feu qui ont été retenus dans cette étude (en fonction de la littérature consultée), sont la nature du combustible, la présence de dépôts de surface minces ou très minces qui augmente la susceptibilité initiale et la présence de milieux particulièrement humides qui la diminue. Finalement, l'accessibilité au territoire, en fonction de la présence d'un réseau routier développé a été prise en considération. Il résulte de cette démarche la création d'une carte synthèse de susceptibilité au feu, qui découpe le territoire en 51 sous-secteurs. De façon générale, près de 53 % du territoire se trouve dans un secteur ayant un niveau de susceptibilité élevé, 40 % dans un secteur ayant un niveau modéré, 5 % dans un secteur de très forte susceptibilité.

Par la suite, des blocs de superficie semblable ont été constitués à partir de la cartographie des sous-secteurs. La superficie des blocs a été calculée en fonction d'une « superficie cible », qui intègre les notions de période critique et de longueur de cycle de feu. Six blocs (ou « compartiments » dans Sylva II) ont été constitués pour le cycle de 400 ans et 5 pour celui de 300 ans. Plusieurs calculs de possibilité à rendement soutenu ont été réalisés, en excluant chacun des blocs à tour de rôle, afin d'évaluer l'impact du passage d'un feu, avant la période critique et à chaque endroit. Ces simulations montrent tout d'abord que l'utilisation du cycle de 300 ans entraîne les effets négatifs les plus importants sur la possibilité (baisse de plus de 14 % de la possibilité forestière). Aussi, ce cycle doit-il être considéré comme prioritaire en terme de mesures de mitigation pour diminuer les impacts potentiels du feu. Ces simulations permettent ensuite de hiérarchiser l'effet de chacun des blocs sur le calcul de possibilité et d'identifier alors les secteurs de l'aire commune qui présentent les risques les plus importants. Ces derniers devraient faire l'objet de mesures prioritaires concernant le contrôle de la composition forestière et/ou l'accessibilité au territoire.

Une série de recommandations concernant des mesures à prendre pour augmenter la résistance de la forêt au risque d'incendie a finalement été produite. Ces recommandations devraient s'appliquer à tout territoire dont la susceptibilité au feu est au moins modérée et plus particulièrement aux sous-secteurs qui constituent les blocs dont l'impact relatif des feux est le plus fort. Les deux principales actions proposées concernent l'amélioration de l'accessibilité du territoire lorsque le réseau routier est peu développé, ce qui permet une lutte plus efficace, et le contrôle de la composition forestière pour viser une répartition adéquate des peuplements feuillus dans les portions de territoires dominées par les résineux (les peuplements feuillus constituent de bons coupe-feu). Ainsi, un territoire dominé par des essences résineuses devrait être aménagé en introduisant de nombreuses inclusions feuillues, de manière à ralentir la progression d'un éventuel futur feu.

En apportant des éléments de connaissance permettant d'identifier les pertes potentielles de bois occasionnées par les feux de forêt à l'échelle de l'aire commune 043-20, le présent projet permettra d'aller vers une certaine stabilité dans le temps des rendements et approvisionnements, et répondra ainsi aux principes de développement durable (en terme, entre autres, de maintien d'emplois).

6. Références bibliographiques

Bergeron, Y., S. Gauthier, V. Kafka, P. Lefort et D. Lesieur. 2001. Natural fire frequency for the eastern Canadian boreal forest : consequences for sustainable forestry. Can. J. For. Res. 31 : 1-8.

Desbiens, J.-F.. 2000. Plan général d'aménagement forestier. Aire commune 043-20. Période 2000-2025. Div. Forêts et Produits Forestiers, Scierie Parent, Kurger, inc. 103p. + annexes.

Dupont, A., L. Bélanger, et J. Bousquet. 1991. Relationships between balsam fir vulnerability to spruce budworm and ecological site conditions of fir stands in central Quebec. Can. J. For. Res. 21: 1752-1759.

Flannigan, M.D., Y. Bergeron, O. Engelmark, et B.M. Wotton. 1998. Future wildfire in circumboreal forests in relation to global warming. Journal of Vegetation Science 9:469-476.

Forêts Canada. 1992. Élaboration et structure de la Méthode canadienne de prévision du comportement des incendies de forêt. Groupe de travail sur les dangers d'incendie, Dir. Gén. des sciences et de développement durable. Rapport d'information ST-X-3F. p.15-19.

Grondin, P., J. Noël, S. Gauthier et Y. Bergeron. 2000. Relations entre la végétation, le milieu physique, les perturbations naturelles et le climat dans le sud-ouest de la forêt boréale québécoise. Direction de la recherche forestière, Forêt Québec, Ministère des Ressources naturelles du Québec. Rapport interne n°472. 141p.

Hirsch K., V. Kafka, C. Tymstra, R. McAlpine, B. Hawkes, H. Stegehuis, S. Quintillo, S. Gauthier et K. Peck. 2001. Fire-smart forest management: A pragmatic approach to sustainable forest management in fire-dominated ecosystems. The Forestry Chronicle. Vol.77, No.2 : 357-363.

Kafka V. 1997. Étude de la structure spatiale et des facteurs ayant affecté la sévérité d'un feu dans la région de la pessière noire à mousses de l'ouest du Québec. Mémoire de maîtrise. UQAM. 68p.

Lefort, P., A. Leduc, S. Gauthier et Y. Bergeron. 2002. Régionalisation des régimes de feux de la forêt boréale québécoise. Document en préparation.

Lesieur, D. 2001. Reconstitution historique des feux et de la dynamique forestière dans le secteur du réservoir Gouin, Québec. Mémoire de maîtrise, Département de biologie, Université du Québec à Montréal, Montréal. Québec. Canada.

Paillé G. et R. Deffrasnes. 1988. Le nouveau régime forestier du Québec. The forestry chronicle. Fév. 1988. 3-8.

Pelletier G., St-Onge J., Roy J.-F., Thériault G. et P. Bordeleau. 2001. Classification des peuplements forestiers en tant que combustibles, selon la méthode canadienne de prévision du comportement des incendies de forêt. DCF, MRN et SOPFEU. ISBN 2-551-21377-0. Code de diffusion 2001-3063. 24 p.

Quenneville R. *et al.*. 2002. Plan de gestion du feu, parc national de la Mauricie, Parcs Canada. Document en préparation.

Quintillo D., M. E. Alexander et R. L. Ponto. 1991. Spring fires in a semimature trembling aspen stand in central Alberta. Forestry Canada, Northwest region, Northern Forestry Centre. Information report NOR-X-323. 30p.

St-Onge J. 1996. Étude de cas. Feu numéro 974 : « Parent 1995 ». SOPFEU. 23p.

Schroeder M. J. et C. C. Buck. 1970. Fire weather… A guide for application of meteorological information to forest fire control operations. For. Serv. USDA. Agriculture handbook 360. p. 181-195.

Seuthé C., A. Grenon, D. Rochefort, J-F Roy et S. Jean. 1997. Utilisation des images satellite dans les activités de lutte et de récupération liées aux feux de forêt. Service des technologies à référence spatiale et Direction de la conservation des forêts, MRNQ. 50p. + poster en pochette.

Stocks, B. J., M. E. Alexander, R. S. McAlpine, B. D. Lawson et C. E. Van Wagner. 1987. Méthode canadienne d'évaluation des dangers d'incendie de forêt. Guide de l'utilisateur. Groupe d'évaluation des dangers d'incendie, SCF.

Annexe 1

Conditions météo, comportement du feu de Parent et progression journalière (St-Onge, 1996)

Figure 1.1 : Progression journalière du feu

Voir document papier

Tableau 1.1 : Conditions météorologiques et comportement de l'incendie de Parent de 1995 (d'après St-Onge, 1996)

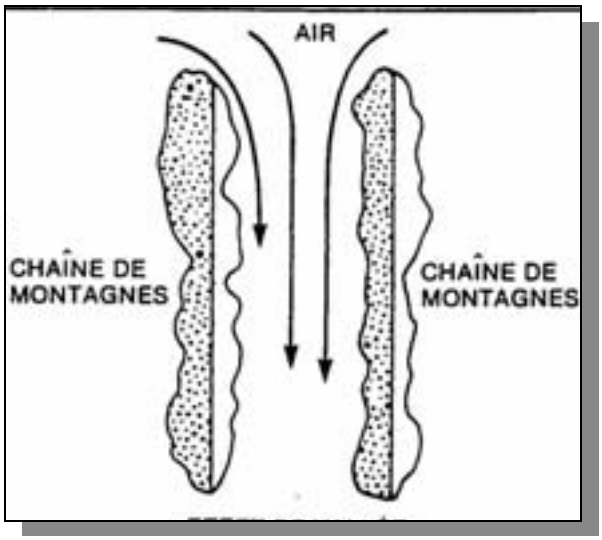
Date	Conditions météo						IFM station Clova	Comportement du feu	
	Conditions générales	Température	Humidité relative	Vents	Précipi-tations	Téphigramme de Moosenee (est de Ontario)		Séquence des événements	Superficie brûlée (estimée)
12 août	Passage d'un front froid avec orages violents tôt en matinée				Clova : 1,2mm Parent : 5,4mm		7		
13 août	Ciel nuageux avec éclaircies	Environ 20°C	60-80%	SO 4-6 km/h			5		
14 août							7		
15 août	Passage d'un front chaud en fin de matinée	Augmentation de 22°C à 25°C	Diminution de 80% à 40%	SO 10 km/h avec rafales à 33km/h		À 1200 Z : Sol: 4-7 km/h 1000pi: 68 km/h	7 IFM calculé pour 17h00 :25	Feu détecté à 16h05 16h24 : Reconnaissance aérienne : feu dans un peupl. d'EPN-SAB; brûle + de 90% des cimes; vents : O ± 30 km/h 16h50 : Attaque initiale par avions-citernes; 17h00 : Seul travail possible à l'arrière et sur les flancs; Tard en soirée : fin des opérations.	1 ha 1000m X 40m (4 ha) 50 ha 2 km X 1 km (200 ha)
16 août	Passage d'un front froid vers 4h00	Augmentation à 28°C	Diminution à 32%	Après le passage du front : NO 15 km/h avec rafales à 32km/h		À 0000 Z : Sol: 4-7 km/h 1000pi: 44 km/h À 1200 Z : Sol : modérée 1000pi : 40km/h	20 IFM calculé : 38	A.M. : Attaque à l'aide de 6 avions-citernes + terrestre P.M. : Impossible de contenir le feu (intensité trop forte) Fin de journée : progression du feu de 7,5 km en direction SE	 8,5 km X 4 km (3500 ha)
17 août	Crête à l'ouest de la province	28°C	37%	NO 6-8 km/h		À 1200 Z : Sol : très faible 1000pi : 30 km/h	16	Progression de 6 km en direction SE; efforts de suppression concentrés au SO du feu (flanc droit) pour sauver une ligne de transport d'énergie	7500 ha
18 août	Crête à l'est de la province	26°C *Parent : 23°C *site du feu : 27°C	32% *Parent : 47% *site du feu : 35%	Variable ≤ 9 km/h *Parent: NE 5 km/h		Vent en altitude pas forts	20	Progression direction sud	8500 ha

Date	Conditions météo						IFM station Clova	Comportement du feu	
	Conditions générales	Température	Humidité relative	Vents	Précipi-tations	Téphigramme de Moosenee (est de Ontario)		Séquence des événements	Superficie brûlée (estimée)
19 août	Front chaud de la Baie James	28°C	35%	SO 10-13km/h *Parent et sur le site du feu ± 10 km/h		Sol: 4 km/h 1000pi: 53 km/h 2000pi : 63 km/h	18	14h00 (à 6h00 le 20 août) Progression de 17 km sur un front moyen de 11 km, en direction NE; En avant de l'incendie, la fumée était couchée au sol à cause des forts vents en altitude qui étaient rabattus au niveau du sol; attaque par brûlage pour consolider le secteur SO du feu et efforts de protection des pourvoiries et d'infrastructures.	28 000 ha
20 août	Passage d'un front froid	27°C	55%	SO 7 km/h avec rafales à 32 km/h		Sol : 7 km/h 1000pi: 48 km/h 2000pi : 74 km/h	11	Progression d'environ 10 km sur une largeur de 16 km en direction E-NE; Efforts de protection des infrastructures et évacuation des gens en forêt.	40 000 ha
21 août	Approche et passage d'un front froid à 17h00	26°C	32%	NO 22 km/h avec rafales à 52 km/h	traces	Sol : 7 km/h 1000pi: 44 km/h 2000pi : 59 km/h	25 IFM calculé : 37	Progression de 17 km sur une largeur de 10 km en direction SE; Progression vers Parent et évacuation du village; modification du relief (plus montagneux) modification du combustible (peuplements mixtes affectés par la TBE et même feuillus)	63 317 ha

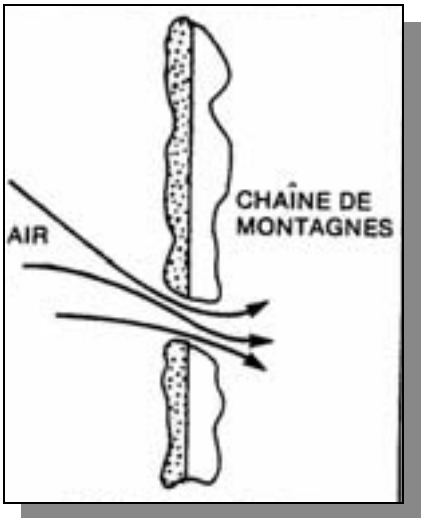
Annexe 2

Effet des vallées et montagnes sur le comportement du feu (Cloutier, comm. pers.)

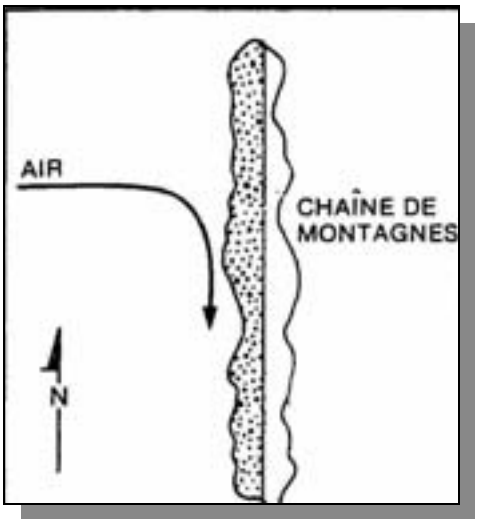
Effet des vallées et montagnes sur la direction et la vitesse de propagation d'un incendie de forêt



Effet de vallée : Tendance du vent (air froid et stable) à souffler le long de l'axe d'un canal ou être dévié par le relief en général, la canalisation peut changer la direction et influencer la vitesse des vents généraux, ce qui influence la direction et la vitesse de propagation d'un l'incendie de forêt.



Effet d'entonnoir : Augmentation du vent qui se produit lorsque l'air est poussé dans un couloir naturel qui se rétrécit. Le vent augmente jusqu'au point le plus étroit du couloir. Peut influencer la vitesse et la direction de propagation d'un l'incendie de forêt.



Effet de barrière : L'air froid et stable dévie dans une direction parallèle à l'obstacle rencontré sur sa route. Peut influencer la direction et la vitesse de propagation d'un incendie de forêt.

Annexe 3

Détermination des types de combustibles selon la méthode canadienne de prévision du comportement des incendies de forêts (Forêts Canada, 1992)

Annexe 4

Clé utilisée pour déterminer le type de combustible à partir de la nature des peuplements écoforestiers (inspirée de la clé construite pour les données du 2ième inventaire par Pelletier *et al.,* (2001))

Annexe 4b

Description des différentes classes de combustibles selon la méthode canadienne de prévision du comportement des incendies de forêts (Forêts Canada, 1992)

Annexe 5

Superficie des classes de combustibles regroupées modulées par sous-secteur

Annexe 6

Répartition des classes de combustibles regroupées par sous-secteur

Annexe 7

Répartition des modulations par sous-secteur

Annexe 8

Liste et superficies des sous-secteurs composant chaque bloc et résultats des simulations de SILVA par bloc

Groupe de calcul SEPM – cycle de feu de 300 ans

Tableau 8.1 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 1

Bloc 1 Compartiments	Superficie (ha)
1aFORESTIER	3700
1bFORESTIER	108
1FEU1995	66
1FORESTIER	47716
5aFEU1995	3296
5aFORESTIER	7061
5FEU1995	4190
5FORESTIER	8710
6aFORESTIER	7771
6bFORESTIER	9263
6dFORESTIER	1378
6eFORESTIER	3548
6fFORESTIER	3501
6FORESTIER	1015
Total	101323
Différence	-602

Rend. Sout. :	556000
Prop. Acces. :	30.8%
Impact r. s. :	-72000
Impact (%) :	-11.5%
Rend. Sout. aj. :	559303
Impact r. s. aj. :	-72428
Impact (%) aj. :	-11.5%

Légende

Rend. Sout. :	Rendement soutenu (m^3)
Prop. Acces. :	Proportion accessible (%)
Impact r. s. :	Impact sur le rendement soutenu (m^3)
Impact (%) :	Impact sur le rendement soutenu (%)
Rend. Sout. aj. :	Rendement soutenu ajusté (m^3)
Impact r. s. aj. :	Impact sur le rendement soutenu ajusté (m^3)
Impact (%) aj. :	Impact sur le rendement soutenu ajusté (%)

Tableau 8.2 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 2

Bloc 2 (modifié) Compartiments	Superficie (ha)
5aFEU1995	3296
5aFORESTIER	7061
5bFORESTIER	491
5cFORESTIER	646
5FEU1995	4190
5FORESTIER	8710
6fFORESTIER	3501
7aFORESTIER	11985
7bFORESTIER	2229
7cFORESTIER	3546
7dFORESTIER	5672
7eFORESTIER	6635
7FORESTIER	6615
8aFORESTIER	16715
8bFORESTIER	27
8cFORESTIER	32
8FORESTIER	139
12aFORESTIER	8526
Total	90016
Différence	-11909

Rend. Sout. :	547500
Prop. Acces. :	60.6%
Impact r. s. :	-80500
Impact (%) :	-12.8%
Rend. Sout. aj. :	619934
Impact r. s. aj. :	-91150
Impact (%) aj. :	-14.5%

Tableau 8.3 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 3

Bloc 3 Compartiments	Superficie (ha)
2FEU1995	543
2FORESTBE	542
2FORESTIER	52067
2POURVMARI	1242
2PVMARITBE	50
4FEU1995	39924
4FORESTBE	297
4FORESTIER	4960
Total	99625
Différence	-2300

Rend. Sout. :	590500
Prop. Acces. :	0.0%
Impact r. s. :	-37500
Impact (%) :	-6.0%
Rend. Sout. aj. :	604133
Impact r. s. aj. :	-38366
Impact (%) aj. :	-6.1%

Tableau 8.4 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 4

Bloc 4 Compartiments	Superficie (ha)
3aFORESTIER	1398
3aMUNICIPAL	995
3bFORESTIER	24
3bPOURVOURS	206
3cFEU1995	242
3cFORESTIER	7
3FEU1995	3894
3FORESTBE	9644
3FORESTIER	52823
3MUNICIPAL	754
3POURVAIRM	3278
3POURVCESA	1959
3POURVMARI	2811
3POURVOURS	5859
3POURVRUDY	829
3PVAIRMTBE	891
3PVCESATBE	995
3PVMARITBE	1189
3PVRUDYTBE	166
10cFORESTIER	8213
Total	96177
Différence	-5748

Rend. Sout. :	582000
Prop. Acces. :	3.0%
Impact r. s. :	-46000
Impact (%) :	-7.3%
Rend. Sout. aj. :	616783
Impact r. s. aj. :	-48749
Impact (%) aj. :	-7.8%

Tableau 8.5 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 5

Bloc 5 Compartiments	Superficie (ha)
10aFORESTBE	1335
10aFORESTIER	44947
10aPOURVHALT	5461
10aPOURVOURS	830
10cFORESTIER	8213
10cPOURVOURS	996
10FORESTBE	3128
10FORESTIER	9452
10POURVHALT	36
11FORESTIER	31445
Total	105843
Différence	3918

Rend. Sout. :	531000
Prop. Acces. :	79,4%
Impact r. s. :	-97000
Impact (%) :	-15,4%
Rend. Sout. aj. :	511344
Impact r. s. aj. :	-93409
Impact (%) aj. :	-14,9%

Groupe de calcul SEPM – cycle de feu de 400 ans

Tableau 8.6 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 1

Bloc 1 Compartiments	Superficie (ha)
1aFORESTIER	3700
1bFORESTIER	108
1FORESTIER	47716
6bFORESTIER	9263
6dFORESTIER	1378
Total	62165
Différence	2840

Rend. sout. :	608500
Prop. Acces. :	21.0%
Impact r. s. :	-19500
Impact (%) :	-3.1%
Rend. Sout. aj. :	580701
Impact r. s. aj. :	-18609
Impact (%) aj. :	-3.0%

Tableau 8.7 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 2

Bloc 2 Compartiments	Superficie (ha)
2FEU1995	543
2FORESTBE	542
2FORESTIER	52067
2POURVMARI	1242
2PVMARITBE	50
Total	54444
Différence	-4881

Rend. sout. :	613000
Prop. Acces. :	0.0%
Impact r. s. :	-15000
Impact (%) :	-2.39%
Rend. Sout. aj. :	667957
Impact r. s. aj. :	-16345
Impact (%) aj. :	-2.6%

Tableau 8.8 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 3

Bloc 3 Compartiments	Superficie (ha)
4FEU1995	39924
4FORESTBE	297
4FORESTIER	4960
5aFEU1995	3296
5aFORESTIER	7061
5FEU1995	4190
5FORESTIER	8710
Total	68438
Différence	9113

Rend. sout. :	627000
Prop. Acces. :	15.1%
Impact r. s. :	-1000
Impact (%) :	-0.2%
Rend. Sout. aj. :	543511
Impact r. s. aj. :	-867
Impact (%) aj. :	-0.1%

Tableau 8.9 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 4

Bloc 4 Compartiments	Superficie (ha)
5aFEU1995	3296
5aFORESTIER	7061
5bFORESTIER	491
5cFORESTIER	646
5FEU1995	4190
5FORESTIER	8710
8aFORESTIER	16715
8bFORESTIER	27
8cFORESTIER	32
8FORESTIER	139
7aFORESTIER	11985
7eFORESTIER	6635
Total	59927
Différence	602

Rend. sout. :	607000
Prop. Acces. :	67.2%
Impact r. s. :	-21000
Impact (%) :	-3.3%
Rend. Sout. aj. :	600902
Prop. Acces. aj. :	66.5%
Impact r. s. aj. :	-20789
Impact (%) aj. :	-3.3%

Tableau 8.10 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 5

Bloc 5 Compartiments	Superficie (ha)
7aFORESTIER	11985
7cFORESTIER	3546
7dFORESTIER	5672
7eFORESTIER	6635
7FORESTIER	6615
8aFORESTIER	16715
8bFORESTIER	27
8cFORESTIER	32
8FORESTIER	139
12aFORESTIER	8526
Total	59892
Différence	567

Rend. sout. :	601500
Prop. Acces. :	68.2%
Impact r. s. :	-26500
Impact (%) :	-4.2%
Rend. Sout. aj. :	595806
Impact r. s. aj. :	-26249
Impact (%) aj. :	-4.2%

Tableau 8.11 : SEPM - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 6

Bloc 6 Compartiments	Superficie (ha)
10aFORESTBE	1335
10aFORESTIER	44947
10aPOURVHALT	5461
10aPOURVOURS	830
10cFORESTIER	8213
10cPOURVOURS	996
Total	61782
Différence	2457

Rend. sout. :	587500
Prop. Acces. :	85.1%
Impact r. s. :	-40500
Impact (%) :	-6.4%
Rend. Sout. aj. :	564136
Impact r. s. aj. :	-38889
Impact (%) aj. :	-6.2%

Groupe de calcul RFI – cycle de feu de 300 ans

Tableau 8.12 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 1

Bloc 1 Compartiments	Superficie (ha)
1aFORESTIER	3700
1bFORESTIER	108
1FEU1995	66
1FORESTIER	47716
5aFEU1995	3296
5aFORESTIER	7061
5FEU1995	4190
5FORESTIER	8710
6aFORESTIER	7771
6bFORESTIER	9263
6dFORESTIER	1378
6eFORESTIER	3548
6fFORESTIER	3501
6FORESTIER	1015
Total	101323
Différence	-602

Rend. Sout. :	72000
Prop. Acces. :	30.8%
Impact r. s. :	-2000
Impact (%) :	-2.7%
Rend. Sout. aj. :	72428
Impact r. s. aj. :	-2012
Impact (%) aj. :	-2.7%

Tableau 8.13 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 2

Bloc 2 Compartiments	Superficie (ha)
5aFEU1995	3296
5aFORESTIER	7061
5bFORESTIER	491
5cFORESTIER	646
5FEU1995	4190
5FORESTIER	8710
6fFORESTIER	3501
7aFORESTIER	11985
7bFORESTIER	2229
7cFORESTIER	3546
7dFORESTIER	5672
7eFORESTIER	6635
7FORESTIER	6615
8aFORESTIER	16715
8bFORESTIER	27
8cFORESTIER	32
8FORESTIER	139
12aFORESTIER	8526
Total	90016
Différence	-11909

Rend. Sout. :	73500
Prop. Acces. :	60.6%
Impact r. s. :	-500
Impact (%) :	-0.7%
Rend. Sout. aj. :	83224
Impact r. s. aj. :	-566
Impact (%) aj. :	-0.8%

Tableau 8.14 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 3

Bloc 3 Compartiments	Superficie (ha)
2FEU1995	543
2FORESTBE	542
2FORESTIER	52067
2POURVMARI	1242
2PVMARITBE	50
4FEU1995	39924
4FORESTBE	297
4FORESTIER	4960
Total	99625
Différence	-2300

Rend. Sout. :	70000
Prop. Acces. :	0.0%
Impact r. s. :	-4000
Impact (%) :	-5.4%
Rend. Sout. aj. :	71616
Impact r. s. aj. :	-4092
Impact (%) aj. :	-5.5%

Tableau 8.15 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 4

Bloc 4 Compartiments	Superficie (ha)
3aFORESTIER	1398
3aMUNICIPAL	995
3bFORESTIER	24
3bPOURVOURS	206
3cFEU1995	242
3cFORESTIER	7
3FEU1995	3894
3FORESTBE	9644
3FORESTIER	52823
3MUNICIPAL	754
3POURVAIRM	3278
3POURVCESA	1959
3POURVMARI	2811
3POURVOURS	5859
3POURVRUDY	829
3PVAIRMTBE	891
3PVCESATBE	995
3PVMARITBE	1189
3PVRUDYTBE	166
10cFORESTIER	8213
Total	96177
Différence	-5748

Rend. Sout. :	62500
Prop. Acces. :	3.0%
Impact r. s. :	-11500
Impact (%) :	-15.5%
Rend. Sout. aj. :	66235
Impact r. s. aj. :	-12187
Impact (%) aj. :	-16.5%

Tableau 8.16 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 300 ans – bloc 5

Bloc 5 Compartiments	Superficie (ha)
10aFORESTBE	1335
10aFORESTIER	44947
10aPOURVHALT	5461
10aPOURVOURS	830
10cFORESTIER	8213
10cPOURVOURS	996
10FORESTBE	3128
10FORESTIER	9452
10POURVHALT	36
11FORESTIER	31445
Total	105843
Différence	3918

Rend. Sout. :	63500
Prop. Acces. :	79.4%
Impact r. s. :	-10500
Impact (%) :	-14.2%
Rend. Sout. aj. :	61149
Impact r. s. aj. :	-10111
Impact (%) aj. :	-13.7%

Groupe de calcul RFI – cycle de feu de 400 ans

Tableau 8.17 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 1

Bloc 1 Compartiments	Superficie (ha)
1aFORESTIER	3700
1bFORESTIER	108
1FORESTIER	47716
6bFORESTIER	9263
6dFORESTIER	1378
Total	62165
Différence	2840

Rend. sout. :	75500
Prop. Acces. :	21.0%
Impact r. s. :	1500
Impact (%) :	2.0%
Rend. Sout. aj. :	72051
Impact r. s. aj. :	1431
Impact (%) aj. :	1.9%

Tableau 8.18 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 2

Bloc 2 Compartiments	Superficie (ha)
2FEU1995	543
2FORESTBE	542
2FORESTIER	52067
2POURVMARI	1242
2PVMARITBE	50
Total	54444
Différence	-4881

Rend. Sout. :	72500
Prop. Acces. :	0.0%
Impact r. s. :	-1500
Impact (%) :	-2.0%
Rend. Sout. aj. :	79000
Impact r. s. aj. :	-1634
Impact (%) aj. :	-2.2%

Tableau 8.19 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 3

Bloc 3 Compartiments	Superficie (ha)
4FEU1995	39924
4FORESTBE	297
4FORESTIER	4960
5aFEU1995	3296
5aFORESTIER	7061
5FEU1995	4190
5FORESTIER	8710
Total	68438
Différence	9113

Rend. Sout. :	76500
Prop. Acces. :	15.1%
Impact r. s. :	2500
Impact (%) :	3.4%
Rend. Sout. aj. :	66313
Impact r. s. aj. :	2167
Impact (%) aj. :	2.9%

Tableau 8.20 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 4

Bloc 4 Compartiments	Superficie (ha)
5aFEU1995	3296
5aFORESTIER	7061
5bFORESTIER	491
5cFORESTIER	646
5FEU1995	4190
5FORESTIER	8710
8aFORESTIER	16715
8bFORESTIER	27
8cFORESTIER	32
8FORESTIER	139
7aFORESTIER	11985
7eFORESTIER	6635
Total	59927
Différence	602

Rend. Sout. :	76000
Prop. Acces. :	67.2%
Impact r. s. :	2000
Impact (%) :	2.7%
Rend. Sout. aj. :	75237
Impact r. s. aj. :	1980
Impact (%) aj. :	2.7%

Tableau 8.21 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 5

Bloc 5 Compartiments	Superficie (ha)
7aFORESTIER	11985
7cFORESTIER	3546
7dFORESTIER	5672
7eFORESTIER	6635
7FORESTIER	6615
8aFORESTIER	16715
8bFORESTIER	27
8cFORESTIER	32
8FORESTIER	139
12aFORESTIER	8526
Total	59892
Différence	567

Rend. Sout. :	75500
Prop. Acces. :	68.2%
Impact r. s. :	1500
Impact (%) :	2.0%
Rend. Sout. aj. :	74785
Impact r. s. aj. :	1486
Impact (%) aj. :	2.0%

Tableau 8.22 : RFI - Scénario avec cycle de feu de 400 ans – bloc 6

Bloc 6 Compartiments	Superficie (ha)
10aFORESTBE	1335
10aFORESTIER	44947
10aPOURVHALT	5461
10aPOURVOURS	830
10cFORESTIER	8213
10cPOURVOURS	996
Total	61782
Différence	2457

Rend. Sout. :	72000
Prop. Acces. :	85.1%
Impact r. s. :	-2000
Impact (%) :	-2.7%
Rend. Sout. aj. :	69137
Impact r. s. aj. :	-1920
Impact (%) aj. :	-2.6%